

# Implementering av BIM i produktion och dess hinder

Malcolm Mohteshemi

Mustafa Azizi



**LUNDS**  
UNIVERSITET

Kandidatsuppsats

© Copyright Mustafa Azizi, Malcolm Mohteshemi

LTH Ingenjörshögskolan vid campus Helsingborg

Lunds universitet

Box 882

251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering at the Helsingborg campus

Lund university

Box 882

SE-251 08 Helsingborg

Sweden

Tryckt i Sverige

Media-Tryck

Biblioteksdirektionen

Lunds universitet

Lund 2021

# Sammanfattning

<b>Titel</b>	Implementering av BIM i produktion och dess hinder
<b>Författare</b>	Mustafa Azizi & Malcolm Mohteshemi
<b>Handledare</b>	Stefan Olander, Lunds Tekniska Högskola
<b>Examinator</b>	Urban Persson, Lunds Tekniska Högskola
<b>Bakgrund</b>	<p>Byggindustrin har länge varit en konservativ bransch som har behövt utvecklas och effektiviseras sina processer. Kritiken har främst varit för dess höga produktionskostnader och spilltal, vilket gör att det har funnits ett behov av förändringar. BIM, Byggnadsinformationsmodellering, är en arbetsmetod som introducerades till byggindustrin med avsikt att bidra till utveckling och effektivisering. BIM kan implementeras i byggprocessens samtliga faser. Medan fokus främst har varit att implementera BIM i designfasen, vänds uppmärksamheten mer åt att implementera BIM i produktion. Även om BIM kan anses vara integrerad i byggindustrin innehar den en större potential än vad den i dagsläget nyttjas för. För att implementering av BIM i produktion ska ske friktionsfritt behöver det vara värdeskapande och väl planerad. För effektivisering av byggbranschen är det gynnsamt att utreda vad BIM är, dess fördelar i produktion samt dess hinder och utmaningar för fullständig implementering.</p>
<b>Problemformulering</b>	<i>Vad är BIM och vilka fördelar finns det med</i>

*implementering av BIM i produktionsprocessen?*

*Hur tillämpas BIM i produktionsprocessen hos svenska byggföretag och hur gynnas de av detta?*

*Vilka hinder och utmaningar finns det för en fullständig implementering av BIM och går det att övervinna dessa hinder och utmaningar i framtiden?*

## **Syfte**

Syftet med studien är att undersöka vad BIM är, hur väl BIM har implementerats i svensk byggproduktion och vilka erfarenheter och fördelar dessa företagen har erhållit.

Dessutom vill författarna belysa vad som krävs för en fullständig implementering av BIM genom att undersöka vilka utmaningar och hinder som kan uppstå. Slutligen ska det även formuleras om de förekommande hindren och utmaningar kan övervinnas.

## **Metod**

Studien har utförts som en fallstudie där både litteraturstudie och empiriinsamlning har genomförts vilket utgör grunden för rapportens slutgiltiga resultat. Empiriinsamlning har genomförts som kvalitativa intervjuer med respondenter från utvalda byggföretag. För intervjuerna har sju byggföretag kontaktats via mejl eller telefon där intervjuer har bokats. Intervjuerna har tagit uppskattningsvis 45 minuter med respektive respondent. Kontakt har tagits dels med företag som tillämpar BIM i produktion, dels företag som inte tillämpar BIM i sin produktion. Av dessa har sex företag tillämpat BIM medan en inte har gjort det.

**Slutsats**

Studien visar att BIM står för Building Information Modelling där det är viktigt att betona informationsdelen av begreppet. Studien visar att när det inte finns någon information lagrad i modellen klassificeras den som vanlig 3D-modellering. BIM används främst inom mängdavtagning, kollisionskontroll och som kommunikationsverktyg. Dessutom används BIM för besiktningar, skyddsronder, upprättande av APD-planer och 4D-simulering. BIM i produktionsprocessen anses leda till att man sparar tid, ett mer förutsägbart projekt genereras och onödigt materialspill och onödiga kostnader minskas. Trots fördelarna har det varit svårt att implementera BIM på grund av hinder och utmaningar. De hindren som studien framkommer i studien är motsträvan mot teknik, brist på kunskap kring ämnet, kostnader och programvaruprestanda.

**Nyckelord**

BIM, Byggnadsinformationsmodellering, 3D, arbetssätt, produktion, implementering, VDC, kollisionskontroll, samordning, visualisering, Kommunikation.

# Abstract

**Title:** The implementation of BIM in production phase and its obstacles

**Author:** Mustafa Azizi, Malcolm Mohteshemi

**Supervisor** Stefan Ohlander, Lund University, Faculty of Engineering

**Examiner** Urban Persson, Lund University, Faculty of Engineering

**Background** The construction industry has for has for long been a conservative industry that has needed to develop and streamline their processes. The critique has mainly been for its high production costs and waste figures, which means that there has been a need for change, BIM, Building Information Modelling, is a working method that was introduced to the construction industry with the intention of contributing to development and efficiency. BIM can be implemented in all phases of the construction process. While the mainly focus has been that implement BIM in the design phase, more attention is turned to implement BIM in production. Although BIM can be considered integrated into the construction industry, it has greater potential than it is currently used for. To implement BIM in production without friction, it needs to be value-creating and well planned. For streamlining the construction industry, it is beneficial to investigate what BIM is, its advantages in production and its obstacles and challenges for full implementation.

**Problem** *What is BIM and and which are the benefits with implementation of BIM in the production process?*

*How is BIM applied in the production process at swedish construction companies and how do they benefit from this?*

*What are the obstacles and challenges for a complete implementation of BIM and is it possible to overcome these obstacles and challenges in the future?*

**Purpose**

The purpose of the study is to investigate what BIM is, how well BIM has implemented in Swedish construction production and which experience and benefits these companies have gained. In addition, the authors want to highlight what is required for a complete implementation of BIM by examining the obstacles and challenges that may arise. Finally, it should also be reformulated if the obstacles and challenges that exist can be overcome.

**Method**

The study has been carried out as a case study where both literature study and empirical collection has been carried out, which forms the basis for final results of the report. Empirical collection has been carried out as qualitative interviews with respondents from selected construction companies. For the interviews, seven construction companies were contacted via email or phone where interviews have been booked. The interviews have taken approximately 45 minutes with each respondent. Contact has been taken partly with companies that apply BIM in production, partly with companies that do not apply BIM in their production. Of these six companies, three have applied BIM while three have not.

**Conclusion**

The study reveals that BIM stands for Building Information Modelling where it is important to emphasize the information part of the concept. The study shows that when there is no information stored in the model, it is classified as ordinary 3D modeling. BIM is mainly used in quantity reduction, collision checks and communication tools. In addition, BIM is also used for inspections, safety rounds, creation of "Work Disposition Plan" and 4D simulation. BIM in the production process is considered to lead to time being saved, a more predictable project being generated and unnecessary material waste and unnecessary costs being reduced. Despite the advantages, it has been difficult to implement BIM due to obstacles and challenges. The obstacles that the study arrives at are, striving towards technology, lack of knowledge about the subject, costs and software performance.

**Keywords**

BIM, Building Information Modelling, 3D, working methods.  
production, implementation, VDC, clash detection, coordination,  
visualization, communication.



# Förord

Vi har efter fem avklarade en återstående termin påbörjat skrivandet av vårt examensarbete som avslutning av vår treåriga högskoleingenjörsutbildning inom Byggteknik och arkitektur. Examensarbetet skrevs under våren 2021 på Lunds Tekniska Högskola med avdelning för Byggproduktion och omfattar 22,5 högskolepoäng.

Vi vill tacka vår handledare Stefan Olander, docent på avdelningen Byggproduktion i Lunds Tekniska Högskola, som har bidragit med stöd, råd och vägledning under examensarbetets gång.

Sist men inte minst vill vi även tacka respondenterna från byggföretagen som ställde upp för intervjuer för deras deltagande och uppvisat intresse för examensarbetet.

Studien har varit lärorik och gett oss både en insikt i byggföretagens värld, vilket kan ses som förberedande för det naturliga steget ut till arbetslivet i byggbranschen.

Malmö den 31 maj 2021

Mustafa Azizi & Malcolm Mohteshemi

# Innehållsförteckning

Förkortningar .....	1
<b>1. Inledning .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Bakgrund .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Syfte och mål .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 Frågeställning .....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 Avgränsningar .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5 Disposition .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Metod .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Arbetsgång .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Vetenskaplig forskningsmetod .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.1 Relationen mellan teori och empiri .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.2 Kvalitativ forskningsmetod för empiriinsamling .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Litteraturstudie .....</b>	<b>11</b>
<b>2.4 Fallstudie .....</b>	<b>11</b>
<b>2.4.1 Enkät och intervju .....</b>	<b>12</b>
<b>Studiens valda metodik .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4.2 Val av respondenter .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.3 Validitet och reliabilitet .....</b>	<b>14</b>
<b>2.5 Metodkritik .....</b>	<b>15</b>
<b>3. Litteraturstudie .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Byggprocessen .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.1 Produktionsprocessen .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Organisation och roller i byggprojekt .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.1 Arbetschef .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.2 Platschef .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.3 Stödfunktioner .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.4 Kvalitets, miljö och arbetsmiljö, KMA .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.5 Arbetsledare .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.6 Underentreprenör .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.7 Lagbas .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.8 Yrkesarbetare .....</b>	<b>27</b>

<b>3.3 BIM, ursprung och utveckling</b> .....	28
<b>3.3.1 BIM objekt</b> .....	30
<b>3.3.2 BIM Dimensioner</b> .....	32
<b>3.3.3 Virtuellt Design and Construction, VDC</b> .....	34
<b>3.3.4 Programvaror och IT-verktyg</b> .....	35
<b>3.3.5 Manualer och filformat</b> .....	39
<b>IFC,</b> .....	40
<b>DWG</b> .....	40
<b>3.4 BIM mognadsfaser</b> .....	41
<b>3.5 BIM berör alla</b> .....	42
<b>3.6 Vinst med BIM även för mindre företag</b> .....	43
<b>3.7 Sveriges digitaliseringsstrategi och BIM</b> .....	44
<b>3.8 Möjligheter för BIM i produktionsprocessen</b> .....	46
<b>3.8.1 BIM mängdtagning</b> .....	46
<b>3.8.2 BIM i Produktion och planering</b> .....	47
<b>3.8.3 BIM kommunikation och samordning</b> .....	48
<b>3.8.4 BIM vid arbetsberedning</b> .....	49
<b>3.8.5 BIM vid besiktning</b> .....	49
<b>3.8.6 APD-plan med BIM</b> .....	50
<b>3.8.7 BIM vid tidsplanering</b> .....	50
<b>4. Empiri</b> .....	53
<b>4.1 Djupintervjuer</b> .....	53
<b>4.1.1 Projektinformation och frågeställning</b> .....	53
<b>4.1.2 Skanska</b> .....	53
<b>4.1.3 Veidekke</b> .....	58
<b>4.1.4 Nimab</b> .....	61
<b>4.1.5 NCC</b> .....	63
<b>4.1.6 Serneke</b> .....	66
<b>4.1.7 Peab</b> .....	70
<b>4.1.8 Tornstaden</b> .....	73
<b>5. Analys</b> .....	76
<b>5.1 BIM</b> .....	76
<b>5.2 Användningsområden för BIM</b> .....	76

<b>5.3 Erfarenhet av BIM</b> .....	79
<b>5.3.1 Nuläget och framtiden av BIM i produktion</b> .....	80
<b>5.4 Hinder och utmaningar</b> .....	82
<b>5.4.1 Opposition mot BIM</b> .....	83
<b>5.5 Studiens rekommendationer</b> .....	85
<b>6. Slutsats</b> .....	87
<b>6.1 Resultat</b> .....	87
<b>6.2 Förslag på vidare studier</b> .....	90
<b>Källförteckning</b> .....	92
<b>UNDERLAG INTERVJUFRÅGOR</b> .....	98
<b>BILAGA 1</b> .....	98
<b>BILAGA 2</b> .....	99

## Förkortningar

2D-modell	Tvådimensionell modell
3D-modell	Tredimensionell modell
4D-modell	Tredimensionell modell med integrerad tidplan
5D-modell	Tredimensionell modell med integrerad tidplan och kostnadskalkyl
AB04	Allmänna bestämmelser för totalentreprenader avseende byggnad- anläggning- och installationsarbeten
ABT06	Allmänna bestämmelser för totalentreprenader avseende byggnad- anläggning- och installationsarbeten
AEC	Architecture, Engineering, Construction
AMA	Allmän material- och arbetsbeskrivning
APD-plan	Arbetsdispositionsplan
BDS	Building Description System
BEAst	Branschorganisationens elektroniska affärsstandard
BIM	Building Information Modelling eller Building Information Management
BNP	Bruttonationalprodukt
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
DWG	Drawing
FFU	Förfrågningsunderlag
IFC	Industry Foundation Classes
GP	Göteborgs-Posten
ISO	International Organisation for Standardization
NIMAB	Nilsson Mark Anläggning och Bygg
NCC	Nordic Construction Company
PEAB AB	Paulssons Entreprenad Aktiebolag
PDF	Portable Dokument Format

PTC	Parametric Technology Corporation
RUCAP	Really universal Computer-Aided Production system
SBUF	Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond
SEK	Svenska kronor
VDC	Virtual Design and Construction
VVS	Värme, ventilation och sanitet
VR	Virtual Reality
UE	Underentreprenör
ÄTA	Ändring, Tillägs- och avgåendearbete

# 1. Inledning

## 1.1 Bakgrund

Den svenska byggindustrin är en stor ekonomisk maktfaktor i Sverige med en omsättning på 536 miljarder kronor 2020 vilket motsvarar 10,8 % av Sverige BNP (Byggföretagen, 2020). Utöver bygginvesteringar står byggbranschen för en stor del av sysselsättningen i Sverige. År 2019 uppmättes antal anställda till 327 000 vilket har ökat sedan år 2000. Trots att byggindustrin anses vara en av de mest betydelsefulla industrierna har de även kritiserats för dess höga produktionskostnader samt ökade byggnadsprisindex (SCB, 2020; Josephson & Saukkorippi, 2005). Det är anmärkningsvärt eftersom markpriserna inte har gått upp nämnvärt samt nya regelverk har inte implementerats senaste åren (GP, 2019). Dessutom beskylls byggindustrin för att vara ineffektiva samt brista i hanteringen av resurser. Enligt studien som forskarna Josephson och Saukkorippi genomfört på Chalmers Tekniska Högskola 2005 motsvarar slöseriet 30–35 % av den totala produktionskostnaden. Utöver materialslöseri är det känt att det även tillkommer tidsförseningar som i sin tur kan resultera i budgetöverskridningar. Slöseri i detta sammanhang innebär arbetsmoment och arbetsuppgifter som inte tillför något värde till kunden. Däri ingick bland annat omarbeten, avbrott, arbetsplanering, väntan, materialspill samt stillastående maskiner. Även arbetsmiljö- och säkerhetsmässiga frågor anses vara en faktor till slöseriet (Josephson & Saukkorippi, 2005).

Byggbranschen är en konservativ bransch som i jämförelse med andra branscher av olika skäl ligger långt efter vad det gäller digitalisering, effektivisering och innovation vilket resulterar i försenade projekt och oplanerade kostnader (Bengtsson, Vikmyr, 2019).

Därmed har byggindustrin ett stort behov att effektivisera sina processer med hjälp av smarta digitala verktyg som exempelvis BIM. Det uppkommer viss förvirring kring vad begreppet BIM egentligen är. BIM kommer från engelska begreppet *Building Informations Modelling* eller *Building Information Management* medan det på svenska brukar kallas *byggnadsinformationsmodellering* och är ett arbetssätt som introducerades i byggbranschen med syftet att effektivisera och modernisera dagens byggprocess. BIM-modellering handlar om själva processen att förvalta och generera information i en 3D-modell. Modellen ska vara objektorienterad och innehålla information om byggprocessen och produkten.

Därför är BIM ingen teknik utan ett samlingsbegrepp som beskriver hur information i en modell lagras, skapas samt används på ett systematiskt och kvalitetssäkrat sätt (Jongeling, 2008; SBUF, 2010; Skanska, 2010).

Enligt studien, *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt* utförd av Jongeling 2008, kan BIM implementeras i byggprocessen samtliga faser men används främst i projekteringsfasen för ritningar i 3D, visualisering samt kollisionskontroller. Projekteringsprocessen blir 20 procent effektivare jämfört med traditionell 2D-projektering och upplevs mer inspirerande samt attraktiv. Däremot används inte BIM i lika stor utsträckning i planering av produktion samt förvaltning jämfört med projektering. BIM leder till enklare och snabbare kommunikationsprocesser mellan de olika aktörerna på arbetsplatsen. I studien görs även ett räkneexempel där man kommer fram till att det finns vinster för alla aktörer i projekt där BIM används (Jongeling, 2008).

Medan BIM har fått ett stort genomslag i flertalet andra länder har det inte utvecklats fullt ut i den svenska byggindustrin (Magnusson, 2017). Tillämpningen av BIM kan anses fortfarande ligga i implementeringsfasen i produktionsprocessen och det finns många hinder och utmaningar på vägen innan det kan implementeras fullt ut. Även om tillämpningen av BIM har ökat senaste åren innehar BIM en större potential än vad den nyttjas för i dagsläget (Hedy & Mustafa, 2019; Magnusson, 2017).

För att undersöka tillämpningen av BIM i produktionsprocessen och dess hinder behöver det studeras hur långt svenska byggföretag kommit i sin tillämpning samt vilken erfarenhet som erhållits av BIM. Dessutom ska det studeras vilka hinder och utmaningar som branschen står inför innan BIM får fullt genomslag i Sverige.

I den här studien ska det utredas hur väl BIM är integrerad i den svenska byggindustrin samt vilka hinder och utmaningar som implementeringen står inför.



## 1.2 Syfte och mål

Syftet med studien är att undersöka vad BIM är, hur väl BIM har implementerats i den svensk byggproduktion och vilka erfarenheter och fördelar dessa företagen har erhållit.

Det kan bidra till en ökad förståelse av situationen i dagsläget och framtiden, vilket kan bidra till förbättringar och effektiviseringar på sikt. Dessutom vill författarna belysa vad som krävs för en fullständig implementering av BIM genom att undersöka vilka utmaningar och hinder som kan uppstå. Slutligen ska det även formuleras om de förekommande hindren och utmaningar kan övervinnas. Studien har främst genomförts som en intervjustudie med berörda byggföretag samt en litteraturstudie.

Målet med studien är att föreslå förhållningssätt och förbättringar för produktionsföretag vilket att bidra till digitaliseringsutveckling inom byggbranschen.

## 1.3 Frågeställning

- Vad är BIM och vilka fördelar finns det med implementering av BIM i produktionsprocessen?
- Hur tillämpas BIM i produktionsprocessen hos svenska byggföretag och hur gynnas de av detta?
- Vilka hinder och utmaningar finns det för en fullständig implementering av BIM och går det att övervinna dessa hinder och utmaningar i framtiden?

## 1.4 Avgränsningar

Studiens huvudfokus riktas mot produktionsprocessen och belyser därmed inte i någon större omfattning projekterings- och förvaltningsprocessen. Dock behandlas projekterings- och förvaltningsprocessen kortfattat i den teoribaserade studien samt empiriska undersökningen med anledning av att dessa inte går att särskilja helt från produktionsprocessen. I studien behandlas enbart husprojekt och därmed kan det bortses från anläggnings- och vägprojekt. Studien ska genomföras som fallstudie med empiriinsamling och litteraturstudie från tidigare forskning inom ämnet BIM.

## 1.5 Disposition

**Kapitel 1** handlar om att beskriva bakgrunden, syftet och målet för den genomförda studien för att underlätta för läsaren att sätta sig in i ämnet. Dessutom formuleras frågeställningen som studien ämnar besvara. Som avslutning i kapitlet beskrivs studiens tillvägagångssätt och avgränsningar.

**Kapitel 2** handlar om att beskriva studiens strategi och arbetsmetod för att kunna uppnå de definierade målen och de formulerade frågeställningarna. I kapitlet presenteras den valda vetenskapliga forskningsmetodiken med motivering av den metod som tillämpas vidare i studien. I detta kapitel beskrivs även bearbetning av empiriska data, val av respondenter samt studiens validitet och reliabilitet.

**I kapitel 3** presenteras teori där tidigare vetenskapliga artiklar, forskningsrapporter och avhandlingar om det aktuella ämnet med syftet att ge läsaren en teoretisk bakgrund och förståelse för ämnet BIM. Även om examensarbetet är avgränsad till produktionsprocessen redogörs en allmän beskrivning av byggprocessens samtliga faser med fördjupning i produktionsprocessen, för att ge läsaren en förståelse för byggprocessens samtliga faser. Dessutom beskrivs vad BIM är, vilka fördelar/utmaningar det finns med BIM samt de vanligaste programvarorna som tillämpas i produktionsprocessen.

**I kapitel 4** redovisas den empiriska datan som har samlats in genom fördjupade kvalitativa intervjuer med sju svenska byggföretag verksamma i produktionsprocessen. Respondenterna hos dessa företag har valts utifrån deras stora kompetens och erfarenhet av BIM samt andra väsentliga digitala verktyg.

**I kapitel 5** sker en analys och utvärdering av den insamlade empiriska datan som samlats in genom kvalitativa djupintervjuer. Dessutom sker återkoppling till litteraturstudien för att jämföra teorin med empirin med syftet att hitta likheter eller skillnader. Slutligen uttrycker författarna sina reflektioner och rekommendationer kring studieresultatet.

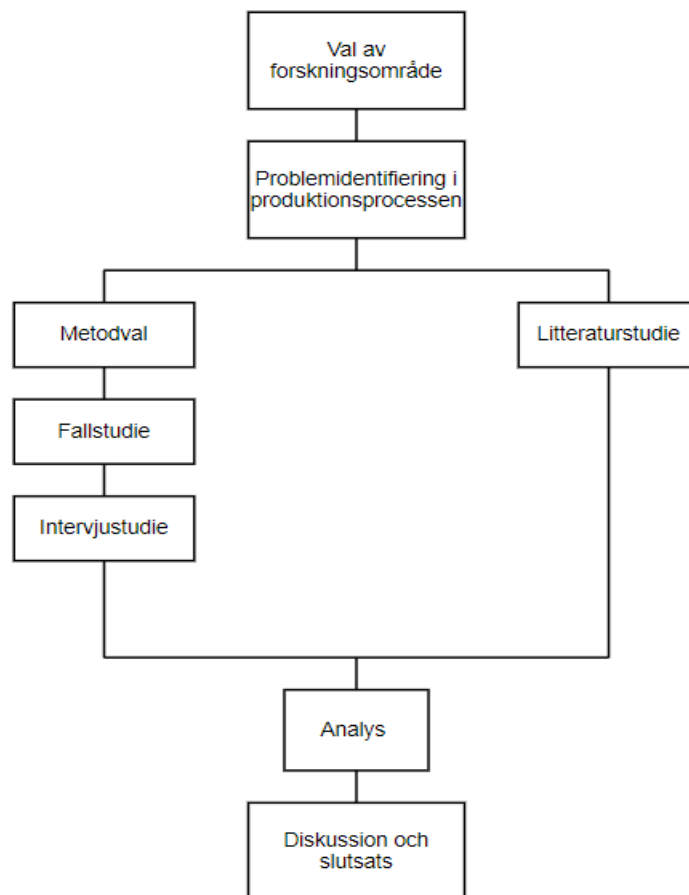
**I kapitel 6** presenteras studiens slutresultat där studien syfte och frågeställning besvaras. Dessutom ges förslag på fortsatta studier för fördjupning inom ämnet BIM och dess fördelar för byggbranschen.

## 2. Metod

### 2.1 Arbetsgång

Först och främst bestämdes studiens ämnesområdet BIM och formulering av en aktuell frågeställning i samråd med handledaren på Lunds Tekniska Högskola. Utifrån den aktuella frågeställningen valdes studiens metodik och tillvägagångssätt. Därefter inleddes en övergripande kartläggning av dess tillämpning, erfarenheter och fördelar, samt utmaningar och hinder i dagsläget och framtiden vid tillämpning av BIM i produktion hos flertalet byggföretag i den svenska byggindustrin. Utöver kartläggningen som genomfördes i form av videomöten med sakkunniga inom BIM hos valda företag genomfördes även en litteraturstudie för att ge författarna en bättre inblick och förståelse inom ämnet, vilket hjälpte författarna att kunna utreda och ifrågasätta vidare i studien. I litteraturstudien studerades flertalet tidigare skrivna vetenskapliga artiklar, forskningsrapporter, avhandlingar samt examensarbeten inom ämnet BIM. Litteraturstudien har varit en löpande process under hela studiens förlopp. Val av respondenter till den kvalitativa undersökningen genomfördes genom att leta upp byggföretag i främst Skåne och kontakta de via mejl eller telefon. Vid ett positivt svar från aktuellt byggföretag bestämdes en tidpunkt för intervjun med respondenten. Processen för datainsamling genomfördes genom att författarna förberedde och tog fram intervjufrågor i samråd med handledaren på Lunds Tekniska Högskola. Datainsamlingen genomfördes som kvalitativa intervjuer och skedde hos sju svenska byggföretag där samtliga som intervjuades hade stor erfarenhet av att arbeta med BIM eller liknande digitala verktyg. På godkännande av respondenterna spelades intervjun in för att ge författarna möjlighet att dels koncentrera sig på diskussionen med respondenten, dels av säkerhetsskäl vid försumlighet av intervjuens innehåll. Under datainsamlingens förlopp påbörjades bearbetning av det insamlade datan i form av transkribering. Efter att all data samlats in, bearbetats och transkriberats initierades redovisning av empirins resultat. Efter att empirins resultat redovisats samt litteraturstudien genomförts påbörjades analysen. Analysen utfördes genom att jämföra och utvärdera den erhållna datan från den kvalitativa undersökningen med varandra för att upptäcka likheter och skillnader.

Den insamlade datan datainsamlingen kopplades även samman med den genomförda teoribaserade studien med syfte att generalisera studieresultatet samt undersöka hur väl det kan appliceras på den svenska byggbranschen. Analysen genomfördes som ett diskussionskapitel där författarnas tankar och funderingar kring studieresultatet framförs. Studien avslutades med att besvara på den ursprungliga uppställda frågeställningen samt ge förslag på fortsatta studier. I figur 1 visas studiens arbetsgång.



**Figur 1: Översiktlig bild av studiens arbetsgång**

## 2.2 Vetenskaplig forskningsmetod

### 2.2.1 Relationen mellan teori och empiri

Empirisk vetenskap är kunskap som är baserad på erfarenheter, det vill säga kunskaper som grundas på observationer av verkligheten. Teori är ett system av antaganden eller satser som beskriver studieobjektets verklighet och ska utgöra en sammanhängande helhet utifrån vilken vi kan förklara eller förstå en så stor mängd av existerande information om studieobjektet som möjligt. Underlaget för uppbyggnad av en teori är insamling av data eller information om studieobjektets verklighet. Detta underlag kallas ”empiri”. Det existerar en relation mellan teori och empiri och hur de relaterar till varandra är ett centralt problem inom vetenskapligt arbete. De tre vanligaste begreppen som forskaren kan arbeta med för att relatera teori och empiri är deduktion, induktion och abduktion (Patel & Davidsson, 2019).

Ett deduktivt arbetssätt innebär att forskaren utifrån befintliga fakta och teorier formulerar en hypotes eller ett antagande gällande ett specifikt fall. Trovärdigheten i hypotesen prövas sedan genom tillämpning i det aktuella fallet varvid man kan dra slutsats om den befintliga teorin stämde överens med det studerade fallet. Med ett deduktivt arbetssätt antas objektiviteten stärkas eftersom forskarens hypotes eller antagande grundas utifrån en befintlig fakta eller teori vilket innebär att forskningsprocessen blir i mindre grad påverkad av forskarens subjektiva uppfattningar. Fördelen med deduktivt arbetssätt är att objektiviteten hos forskaren stärker slutresultatets trovärdighet medan en nackdel antas vara att den befintliga teorin som forskaren utgår ifrån kommer leda och påverka att forskningen inte upptäcker intressanta antaganden (Patel & Davidsson, 2019).

Induktion är motsatsen till deduktion. Det innebär att insamlingen av data eller information, empirin ligger till som grund för att formulera en teori. Risken med induktiva arbetssättet är att forskaren egentligen inte vet något om teorins räckvidd och generalitet eftersom den baseras på ett empiriskt underlag som är typisk för ett specifikt fall och kan inte appliceras på i andra situationer. Dessutom kan objektiviteten ifrågasättas eftersom forskarens egna idéer och föreställningar kommer att påverka den framtagna teorin (Patel & Davidsson, 2019).

Abduktion är en kombination av deduktion och induktion. Det innebär att forskaren, i första steget, utifrån ett enskilt fall formulerar en temporär teori eller hypotes som kan förklara fallet. Detta första steg kännetecknas av att vara induktivt. I steg två provas denna ursprungliga hypotes eller teori på nya fall vilket kännetecknas av deduktion. Den ursprungliga hypotesen eller teorin kan då omformuleras, utvecklas och sammankopplas med empirin på ett mer generellt sätt. Fördelen med det abduktiva arbetssättet är att forskaren kan arbeta ganska fritt och är inte strikt bunden till deduktion eller induktion medan nackdelen är att studien kan påverkas negativt av forskarens subjektivitet (Patel & Davidsson, 2019).

I relationen mellan teorin och empirin har studien använt sig av ett induktivt arbetssätt då studiens slutsats baseras på den empiriska datainsamlingen.

### **2.2.2 Kvalitativ forskningsmetod för empiriinsamling**

Kvalitativ forskning innebär att forskaren är subjektiv och står nära samt har långvarig kontakt med försökspersonen. Forskningen är flexibel och frågeställningarna fördjupas successivt under undersökningens gång. Resultatet grundar sig på en mindre målgrupp med ett stort antal variabler och går på djupet. Det unika med kvalitativ metod är att kategorisera. Huvudsyftet är att söka kategorier, beskrivningar eller modeller som bäst beskriver ett fenomen eller sammanhang i omvärlden. Kvalitativ metod är inte aktuell när syftet är att beskriva storlek, mängd eller kvantitet i ett forskningsprojekt (Olsson & Sörensen, 2021 och Patel & Davidsson, 2019).

Vid kvantitativ forskning ska forskaren vara neutral, objektiv och ha distans till försökspersonen. Frågeställningarna är strukturerade och har formulerats i förväg. Frågeställningen utgår från en teori och omformuleras till hypoteser som kan verifieras eller förkastas. Den insamlade informationen eller datan ska vara valid, reliabel och generaliserbar. Resultaten grundar sig på en större målgrupp och ett begränsat antal variabler och därför blir resultatet av undersökningen mätbar och verifierbar (Olsson & Sörensen, 2021).

Eftersom tillämpningen av BIM i svenska byggföretag inte kan mätas kvantitativt har författarna valt en kvalitativ forskningsmetod.

Fallstudien i produktionen genomförs genom att undersöka 8 respondenter från utvalda entreprenadföretag i svenska byggindustrin. Den kvalitativa forskningsmetoden i form av djupintervjuer ger helhetsperspektiv och djupare förståelse för studiens resultat.

### **2.3 Litteraturstudie**

Litteraturstudie innebär att man utifrån tidigare skrivna vetenskapliga artiklar, rapporter eller annan facklitteratur samlar in och studerar information om ett visst ämnesområde. Precis som respondenten är en informationskälla vid intervjun är även litteraturen en informationskälla och lämpligast är att samla in data ur 5–6 vetenskapliga artiklar eller andra relevanta vetenskapliga rapporterna för redovisning av resultat. Litteraturstudier består av bakgrund, syfte, frågeställningar, insamlingsmetod etcetera. En litteraturstudie bör genomföras med samma precision och trovärdighet som de primära källorna som refereras (Olsson, Sörensen, 2021).

Litteraturstudie har genomförts genom att i huvudsak studera och granska tidigare vetenskapliga artiklar, böcker, forskningsrapporter, avhandlingar och elektroniska källor inom ämnet BIM. Vid sökning av handlingar har främst Lund universitetets sökmotorer LUBsearch och LUPsearch använts, men även Google och Google Scholar har nyttjats.

### **2.4 Fallstudie**

En fallstudie innebär som namnet antyder, studier av specifika fall. Ett fall kan vara en individ, en grupp individer, en organisation eller en situation. Det är avgörande att fallet har en utmärkande identitet som gör det möjligt att studeras isolerad från sitt sammanhang. Fallet behöver vara en fristående enhet med tydlig avgränsning. Syftet med fallstudier är att få ett helhetsperspektiv och insamla information av olika karaktär för att ge en så fyllig bild som möjligt om det aktuella fallet. (Denscombe, 2014; Patel & Davidsson, 2019).

Fördelen med fallstudier är att forskaren kan djupdyka i studien eftersom det är tydligt avgränsat från sitt sammanhang medan nackdelen är att det är svårt att generalisera på grund av begränsade antal fall. Det existerar ingen begränsning gällande metoder att samla in information eller data till fallstudier. De vanligaste insamlingsmetoderna av information eller data är intervjuer, observationer och faktaanalyser etcetera.

Det går med fördel att kombinera insamlingsmetoder vilket ger en djupare förståelse för det aktuella fallet (Merriam, 2006; Patel&Davidsson, 2019).

### **2.4.1 Enkät och intervju**

Insamling av empiriska data kan ske både genom enkäter och intervjuer, som är tekniker för att samla in information som bygger på frågor (Patel & Davidsson, 2019).

Den vanligaste formen av en intervju är mellan två personer men även gruppintervjuer och panelintervjuer kan förekomma för informationsinsamling. Den som samlar in information kallas intervjuare medan den som lämnar ifrån sig information kallas respondent (Merriam, 2006). Enkäter förknippas med skriftligt informationsutbyte, där respondent får ett frågeformulär, fyller i svaren och skickar tillbaka svaren till forskaren. Intervju är muntligt informationsutbyte som sker genom fysiska träffar eller samtal. Dessa metoder har en hel del gemensamt men också skillnader. Valet av att använda enkät eller intervju i en undersökning beror på ett flertal faktorer och det går inte att hävda vilken av alternativen som är bäst. Det finns fördelar och nackdelar med både alternativen och deras anpassning beror på undersökningen art. Fördelar med enkäter är de är billigare och enklare att administrera, enklare att anpassa efter respondentens behov av exempelvis tidpunkt för ifyllandet. Dessutom är enkäter lämpligare för att undvika att interaktionen mellan forskaren och respondenten påverkar svaren. Nackdelarna med enkäter är att forskaren inte vet vem som svarar på enkätfrågorna, passar inte alla respondenter eftersom vissa respondenter vill hellre uttrycka sig med ord och respondenten har inte möjlighet att få hjälp av forskaren för klargörande av frågor etcetera. Fördelar med intervjuer är att respondenten kan få hjälp av forskaren om denne inte förstår en fråga, möjlighet för uppföljningsfrågor. Dock kräver intervjuer att intervjuaren kan interagera med respondenten vilket ofta kräver en viss vana och träning (Patel & Davidsson, 2019).

Två aspekter som är viktiga att beakta vid arbetet med informationsinsamling är standardisering och strukturering. Standardisering innebär vilken grad av ansvar intervjuaren har gällande frågornas utformning och inbördes ordning. Intervjuer med låg grad av standardisering eller helt ostandardiserade intervjuer innebär att intervjuaren formulerar frågorna och dess inbördes ordning under själva intervjun lämplig för en viss intervjuperson. Vid helt standardiserade intervjuer ställer intervjuaren identiska frågor med exakt samma ordning till varje intervjuperson.



Graden av standardisering beror på vilket resultat man vill ha där helt standardiserade intervjuer är lämpliga om man vill kunna jämföra och generalisera. Grad av strukturering handlar om vilket svarsutrymme som respondenten får. I en helt strukturerad intervju ger inte frågorna respondenten mycket utrymme att svara inom utan man kan förvänta sig liknande svar från varje respondent. Frågor med fasta svarsalternativ kan ses som helt strukturerade. I en ostrukturerad intervju lämnar frågorna stort utrymme maximalt utrymme att svara inom för intervjupersonen. Då frågor är utan fasta alternativ, öppna frågor, beror graden av strukturering på hur vi formulerat frågan. Vid kvalitativa intervjuer förekommer det vissa oklarheter gällande begreppet standardisering och strukturering eftersom de inte alltid går att urskilja. Även benämningen *semistrukturerade intervjuer* förekommer i detta sammanhang. Med det menas att forskaren har utformat en rad huvudfrågor där respondenten har stort utrymme att utforma svaren. Det kan även förekomma följdfrågor utifrån huvudfrågorna (Patel, Davidsson, 2019).

### **Studiens valda metodik**

I denna studie har en fallstudie tillämpats för datainsamling. Intervjufrågorna är av semistrukturerad karaktär med en bas av 12 öppna huvudfrågor som har gett respondenten stort utrymme att utforma svaren. Detta för att öppna upp diskussionen så att respondenten inte känner sig låst utan kan svara fritt utifrån sina tankar och upplevelser. Även följdfrågor har förekommit för att författarna ska få en bättre insikt och förståelse av ämnet BIM. Samtliga djupintervjuer har skett videosamtal genom Microsoft team. Helst hade en fysisk träff med respondenten varit att föredra men på grund av pandemin har lösningen med videosamtal varit lämplig. Syftet med videokommunikation i stället för ett samtal har varit för att skapa en god relation mellan intervjuare och respondent samt möjliggöra för intervjuare att fånga upp icke-verbala uttryck det vil säga gester, kroppsspråk samt ansiktsuttryck. Dessutom ger ett videosamtal en större trygghet för såväl författarna som respondenten i stället för ett samtal genom telefon, eftersom det är möjligt att se varandra. Vid intervjutillfällena har inspelningsinstrument, med respondentens tillåtelse, använts för att underlätta efterföljande transkribering. Dessutom underlättar det för intervjuarens att följa intervjun framåt och följa upp svaren med följdfrågor.

### **2.4.2 Val av respondenter**

De kvalitativa djupintervjuerna utgår från sju entreprenadföretag med en kombination av stora, mellanstora och små företag. Detta för att få en bra uppfattning och förståelse för byggföretag av olika storlekar. Inom respektive byggföretag har en individ med stor erfarenhet av BIM och digitala verktyg valts som lämpliga respondenter. Detta för att intervjuerna utreder tillämpning av BIM på djupare nivå och bäst information förväntas erhållas från den person som har mest kunskap och erfarenhet av BIM inom respektive byggföretag. Totalt antal respondenter uppgår till sju personer med yrkesrollerna VDC-specialist, BIM-samordnare, arbetschef etcetera.

### **2.4.3 Validitet och reliabilitet**

I syfte att stärka studiens validitet har Sveriges ledande företag intervjuats som besitter stor kompetens och erfarenhet inom BIM i byggbranschen vilket ger en mer trovärdig mätning av verkligheten. Intervjuerna har hållits med sju företag vilket gör att en bredare bild av ämnet BIM kan ges eftersom studien inte blir fokuserat till ett företag. Även företag som inte tillämpar BIM intervjuats för att perspektivet från den andra sidan om BIM och hitta eventuella nackdelar. Frågeformuläret har även validerats av handledare som besitter kunskap om branschen.

Reliabiliteten stärks av att samma basfrågor har ställts till varje respondent. Eftersom varje respondenternas befattning är annorlunda har följdfrågor ställts beroende på erfarenhet och arbetsuppgifter.

Eftersom respondenterna är aktiva inom byggbranschen och tillämpar BIM på regelbunden basis i sitt arbete blir samt att datainsamlingen från intervjuerna har haft en likartad respons anses studien representera den svenska byggindustrins verklighet. Det resulterar i att författarna kan dra en väldigt generell slutsats i sin studie som stämmer överens med den svenska byggbranschens verkliga upplevelser och erfarenheter.

## **Vetenskaplig bakgrund**

Syftet med all forskning är att på ett etiskt godtagbart tillvägagångssätt producera giltiga och hållbara resultat vilket även gäller kvalitativa fallstudier. Genom att noggrant uppmärksamma de grundläggande begreppen i undersökningen och hur man hur man insamlar, analyserar och tolkar information kan validiteten och reliabiliteten säkerställas (Merriam, 2006).

Validitet handlar om i vilken mån ens resultat stämmer överens med verkligheten medan reliabilitet handlar om det att säkerställa om resultatet blir densamma om undersökningen upprepas med samma förutsättningar (Patel, Davidsson 2019; Merriam 2006).

Validitet och reliabilitet skiljer sig beroende på om man genomför kvantitativa eller kvalitativa studier. Begreppet validitet i en kvalitativ studie gäller hela forskningsprocessen där ambitionen är att upptäcka företeelser, att tolka och förstå innebörden av människans livsvärld, att beskriva uppfattningar och kultur. Begreppet reliabilitet får också en annan innebörd i kvalitativ studie. Om man inom en kvantitativ studie intervjuar en person och ställer samma frågor men får olika svar betraktas det som ett tecken på låg reliabilitet medan det i en kvalitativ studie inte nödvändigtvis behöver vara fallet. Orsaker till olika svar i en kvalitativ studie kan vara att personen har ändrat uppfattning, fått nya insikter eller lärt sig något nytt efter den tidigare intervjun. Reliabiliteten bör i stället ses mot bakgrund av den unika situationen som råder vid undersökningstillfället (Patel, Davidsson 2019).

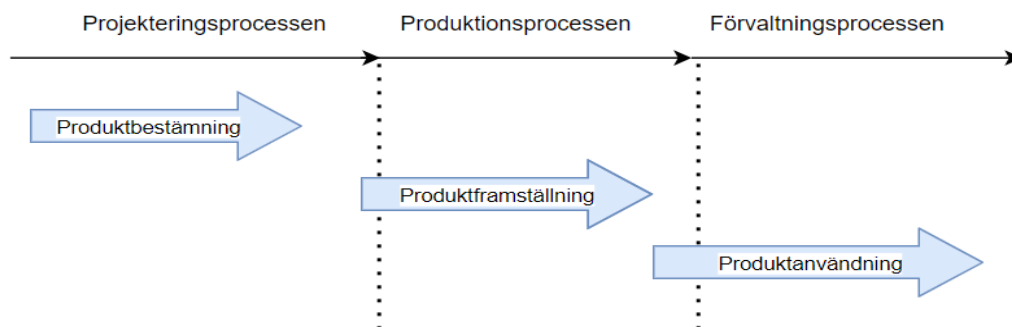
## **2.5 Metodkritik**

Författarna har använt sig av flertal källor som är 10–12 år gamla. Framst gäller detta i den teoribaserade studien men förekommer även i bakgrundsbeskrivningen samt studiens analys och resultat. Även om källorna är gamla visar det sig att de stämmer överens med den empiriska undersökningen vilket gör att författarna anser att dessa källor fortfarande kan anses vara relevanta att använda i studien.

### 3. Litteraturstudie

#### 3.1 Byggprocessen

Byggande grundar sig i att det finns ett behov av en byggnad eller anläggning och det handlar om att tillgodose det behovet. Byggprocessen är den processen där en byggnad eller anläggning skapas och förvaltas. Behovet uppkommer av en beställare och anskaffandet av en byggnad eller anläggning grundar sig att beställarens mål tillfredsställs med hänsyn till budget, tidplan, tekniska specifikationer, nytta och servicenivå. Byggprocessen delas upp i tre huvudaktiviteter vilka är projekteringsprocessen, produktionsprocessen och förvaltningsprocessen. Projekteringsprocessen är en planeringsfas som startar utifrån en idé om att en byggnad kan lösa ett behov och avslutas med att behovet detaljerat definieras av ritningar och beskrivningar dvs bygghandlingar (Hansson et al, 2017). Projektering är en svår och komplex process speciellt vid nybyggnad där det finns möjlighet att utforma byggnaden på många olika sätt. Det ställer stora krav på kommunikation och nära samarbete mellan olika projektörer som arkitekten, konstruktören, el-, brand, VVS-konsulten med flera. Produktionsprocessen är den fasen där byggnadsverket framställs utifrån bygghandlingarna från projekteringsprocessen. Förvaltningsprocessen är den sista fasen då byggnaden är färdigbyggd, besiktad och överlämnad till byggherren för förvaltning. Byggnaden kan vara avsett för olika verksamheter som boende, undervisning eller industriell tillverkning och oftast är brukaren av byggnaden någon annan än byggherren. Förvaltningsprocessen innefattar kontinuerlig drift och underhåll av byggnaden under hela dess livstid för att upprätthålla byggnadens, värde, funktion och skick (Hansson et al, 2017; Nordstrand, 2011). I figur 2 visas en övergripande bild av byggprocessen.



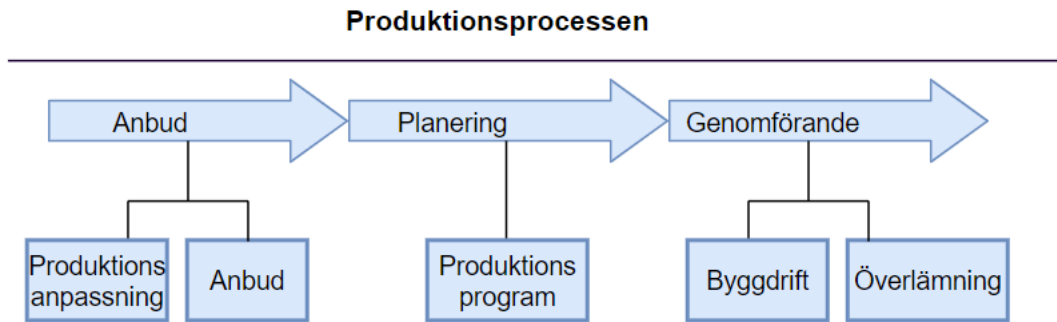
Figur 2: övergripande bild av byggprocessen (Hansson et al, 2017)

### **3.1.1 Produktionsprocessen**

Produktionsprocessen kan delas upp i tre huvudprocesser som är anbud, planering och genomförande. Under projekteringen måste en produktionsanpassning göras vilket innebär att förslaget till utformningen måste anpassas så att det blir byggbart. Detta kräver att någon med produktionserfarenhet från entreprenörens sida måste lämna in underlag till beställaren och dennes konsult så att hänsyn tas till produktionsaspekterna i projektörens val- och beslutssituationer. Detta kan vara förslag till lokalisering, tomt, material eller konstruktiva utformningen. I delprocessen anbud möts beställarens upphandling och entreprenörens anbudsgivning. Genom detaljerad planering och kalkylering kan entreprenören lämna anbud (Hansson et al, 2017).

Planeringsfasen görs för att förbereda inför den kommande produktionen. Ett av de viktigaste styrinstrumenten för den kommande produktionen är en produktionsplan som entreprenör arbetar fram efter en beställning. Produktionsplanen ska ses som en övergripande karta för genomförandet av byggprojektet. Här utarbetas tidplan, budget, inköpsplan, materialleveransplan, organisationsplan, maskinplan och andra väsentliga planer för att projektet ska kunna genomföras. I planeringsfasen tillämpas även ekonomisk styrning där ett underlag tas fram som är preciserat i tillräcklig omfattning för att styra det som ska produceras. Det gör att man får en mer preciserad kunskap om hur arbetet ska utföras samt vilka resurser som är nödvändiga för uppgiften. Ekonomisk styrning görs av en produktionskalkyl som entreprenören upprättar under förberedelsearbetet och verkar som en budget. I planeringsfasen behövs även planering och styrning av tider och det görs genom att en produktions tidsplan upprättas. (Hansson et al, 2017).

I den sista fasen genomförs själva byggdriften och arbetet detaljplaneras, byggplatsen etableras och erforderliga resurser anskaffas (Hansson et al, 2017). I figur 3 visas en övergripande bild av produktionsprocessen.



**Figur 3: Översiktlig bild av produktionsprocessen och dess faser (Inspirerad av Hansson et al, 2015)**

Nedan beskrivs flertalet planer, förberedelse och möten i produktionsprocessens olika skeden och i kapitel 5 och 6 återkopplar författarna flertalet av dessa moment till BIM:

### **3.1.1.1 Produktionstidplan**

Produktionstidplan är en översiktlig tidplan och omfattar samtliga aktiviteter under hela byggtiden inklusive underentreprenörernas arbeten. Vid små projekt upprättas vanligen en produktionstidplan medan vid stora projekt kan det behövas separata detaljerade produktionstidplaner för olika arbeten som grund, mark med flera. Dessa planer sammanställs då på en översiktlig huvudtidplan (Nordstrand, 2011; Revai, 2002).

### **3.1.1.2 Arbetsdispositionsplan**

Arbetsdispositionsplan, APD-plan, är en ritning som innehåller fakta om byggarbetsplatsen med syftet att få en bra överblick och snabbt hitta rätt (SBUF, u.å.). Handlingar som normalt behövs för att upprätta en APD-plan är situationsplan med ledningsarbeten inritade, schaktningsplan och massdispositionsplan, strukturplan och preliminär tidplan samt arbetskraftsplan med flera (Hansson et al, 2017). Ritningen ska visualisera hur personalutrymmen, materialintag, kontor med mera placeras. Ritningen ska även redovisa placering av bland annat (Hansson et al, 2017; SBUF u.å.):

- personalliggare
- första hjälpen
- brandsläckare
- återsamlingsplats
- ledningar för el och vatten

- förvaring av gasflaskor
- transportvägar och tillfälliga vägar

APD-plan behöver ständigt uppdateras i takt med att arbetena fortskrider och förändras. Exempelvis kan nya och större material, avstängningar eller typer av arbeten som kräver stor yta i anspråk behöva arbetsberedningar- och då bör varje arbetsberedning leda till uppdatering av APD-planen (SBUF, u.å.; Kunskapsbanken, 2021).

Eftersom APD-plan är dynamisk finns det mjukvaruprogram på marknaden som underlättar uppritande vilket sparar tid och ger möjligheten att lägga till eller ta bort komponenter allt eftersom byggplatsen förändras. En datorstödd APD-plan ökar säkerheten på arbetsplatsen då det möjliggör att ha tillgång till den senaste versionen med utrymnings- och återsamlingsplatser tydligt markerade (Hansson et al, 2017).

Vid anbuds-kalkylen måste omfattningen av tillfälliga vägar, kranens storlek och liknande bestämmas och entreprenören kan vid behov upprätta en enklare APD-plan som underlag för det anbudet som ska tas fram. Det kan dessutom vara krav från beställaren i de allmänna föreskrifterna att entreprenören ska upprätta APD-plan (Hansson et al, 2017).

#### ***3.1.1.3 Produktionskalkyl***

Produktionskalkyl är en detaljerad budget som redovisar produktionskostnaderna för byggnadsverket. Som underlag till produktionskalkyl används anbuds-kalkylen som måste kompletteras på grund av eventuella förändringar av entreprenaden, byggmetod eller resursinsatser. De förväntade kostnaderna ska vara sorterad och utformad enligt en kontotabell så att det under byggtiden med enkelhet kan jämföras med de verkliga kostnaderna. I produktionskalkyl redovisas kostnader för material, underentreprenader, maskiner, personal samt arbetsplatskostnader med annat under olika kostnadsposter som även kallas konton. Uppföljningar sker i form av kontinuerliga avstämningar av produktionskalkylen under produktionstiden för få information om eventuella avvikelser från planerat produktionsförlopp (Nordstrand, 2011; Revai, 2013).

#### ***3.1.1.4 Inköps- och leveransplan***

Inköps- och leveransplan är planering av samtliga inköp av material och upphandling av underentreprenader.

Inköp och upphandling tar tid eftersom det måste upprättas förfrågningsunderlag, leverantören behöver tid för att ta fram anbud, anbudet måste utvärderas och beställning/delbeställning ska göras samt leverans ska ske. Utifrån leveranstidpunkter från produktionstidplanen upprättas en tabell för samtliga inköp där tidpunkter för olika arbetsmoment anges samt vem som är ansvarig för inköp med annat (Nordstrand, 2011).

Leveransplan har sin utgångspunkt på inköpsplanen men är en mer detaljerad handling där varje leverans ska anges. Leveransplan upprättas för varje material i sig vilket gör att det upprättas många leveransplaner i ett byggprojekt. I en leveransplan ska det framgå information om varan som benämning, typ, antal, avropstid, leveranstidpunkt och berörd byggdel samt leveransvillkor med flera. Det ska även finnas information om leverantörens kontaktuppgifter samt handläggare på bygget (Nordstrand, 2011; Revai, 2013).

#### ***3.1.1.5 Rullande planering***

Efter planeringsfasen då byggdriften startar behövs det en mer detaljerad planering för det dagliga arbetet än den övergripande produktionstidplanen. Därför har man varje vecka en noggrann genomgång om vilka arbetsmoment/aktiviteter som bör genomföras de närmaste 2–4 veckor framåt i tiden. Detta kallas veckoplanering eller rullande planering med syftet att utnyttja arbetsplatsens resurser så effektivt som möjligt. Det kan vara att vid förseningar omfördela resurser för att hålla tidsplanen. I första hand prioriteras förseningar som ligger på den kritiska linjen eftersom andra arbetsmoment är beroende av dessa (Nordstrand, 2011; Revai, 2013).

#### ***3.1.1.6 Arbetsberedning***

Arbetsberedning är planeringen av en enskild aktivitet/arbetsmoment som lägger grunden för genomförandet. I arbetsberedning ingår metodval, arbetskraft, material, maskiner och hjälpmedel för enskilda aktiviteter/arbetsmoment. Fördelarna som uppnås med arbetsberedning är att arbetet utförs smidigare och på ett säkrare sätt. Arbetsberedning ska i princip göras för alla arbetsmoment i bygg- och anläggningsprojekt men viktigast är att arbetsberedning genomförs för arbetsmoment som kräver stora resurser, tidsåtgång och personella resurser samt nya och tekniskt komplicerade moment (Persson et al, 2012).

Platschefen ansvarar för genomgången och arbetsplatsträffen då arbetsberedning ska framställas. Arbetslaget tillsammans med arbetsledningen diskuterar genomgången och planerar enligt punkterna i 5 M-principen enligt nedan (SBUF, u.å.):



## **Metod**

- Välja metod för arbetsmomentet utifrån de involverade tidigare erfarenheter.
- Identifiera risker och svårigheter
- Undersöka erfarenheter från tidigare referensprojekt.
- Identifiera vilka hjälpmedel och utrustning som behövs för metoden.

## **Material**

- Ta reda på vilka material som behövs för arbetsmomentet.
- Kontrollera inköp- och leveransplan för så att rätt material är beställt och levereras i rätt tid.
- Kontrollera att materialet levereras på ett lämpligt sätt till inbyggnadsplatsen.

## **Människor**

- Diskutera vilka som är mest lämpliga för arbetsmomentet och namnge de om möjligt.
- Fördela arbetet mellan dessa personer.
- Fyll i vilka som har varit närvarande vid arbetsmomentet och lämna en kopia.

## **Maskiner**

- Fastställ vilka maskiner och verktyg som behövs för momentet.
- Kontrollera att maskiner och verktyg finns på plats och att de fungerar.
- Kontrollera att el och belysning fungerar.

## **Miljö & kvalitet**

- Stäm av mot arbetsmiljöplanen för identifiering av risker och arbetsmiljökrav.
- Kontrollera hur momentet påverkar miljön och hur restprodukter och farligt avfall ska hanteras.

### ***3.1.1.7 Möten och träffar***

**Etableringsträff** är vanligt vid större projekt och har som syfte att informera all personal om byggobjektet, produktionsplaneringen och projektorganisationen med mera. Det är mer vanligt att etableringsträff hålls vid större byggarbetsplatser innan byggstart med huvuddelen av personalen som rekryterats (Revai, 2013).

**Planeringsmöten** hålls en gång per vecka på fasta tider och sammankallas av platschefen. Medverkande utöver platschefen är planerare, arbetsledare, entreprenadingenjör, lagbasar, skyddsombud samt i vissa fall representanter för olika underentreprenörer. Under planeringsmötet har man en genomgång av läget på bygget såsom ekonomi, tider, resurser, inköp och leveranser med mera. Även arbetsmiljö, kvalitet och arbetsberedning diskuteras (Revai, 2013).

**Samordningsmöten (UE-möte)** hålls för att samarbetet mellan de olika entreprenörer på bygget ska fungera friktionsfritt och för att förebygga eventuella tvister dem emellan. Vid samordningsmöten medverkar platschefen, planerare, arbetsledare samt representanter för respektive underentreprenörer och hålls vanligtvis varannan vecka (Revai, 2013).

**Byggmöten** hålls som regel en gång per månad och behandlar frågor som rör entreprenadavtalet mellan beställaren och byggentreprenören. Det följer en fast dagordningen där även tidplaner och myndighetsfrågor diskuteras (Revai, 2013).

### ***3.1.1.8 Entreprenadbesiktningar***

Besiktning är ett sätt att kvalitetssäkra arbetet i produktionen under eller efter arbetets genomförande. Besiktningar regleras i AB04 och ABT06 beroende på om det gäller utförande entreprenad eller totalentreprenad. Parterna i besiktning består vanligtvis av entreprenör och beställare/konsument. Besiktningar som innefattar entreprenader är följande (Hansson et al, 2017; Nordstrand ,2011).

#### ***Förbesiktning***

Både parterna kan inom ramen för AB04 och ABT06 påkalla förbesiktning vid speciella förhållanden (Hansson et al, 2017).

Förbesiktning ska ligga i både parternas intresse och kan endast påkallas under entreprenadtiden vid följande förhållanden (Svensk Entreprenadbesiktning, u.å.):

- Om arbetet efter färdigställandet är svåråtkomligt för besiktning.
- Om en del av arbetet ska tas i bruk innan färdigställandet.
- Om avhjälpande av fel i arbetet efter färdigställandet skulle skapa betydande problem för part.
- Om det i övrigt föreligger särskilda skäl.

Även om förbesiktning är genomförd hindrar det inte besiktningsmannen att vid slutbesiktning påkalla fel som inte upptäckts vid förbesiktning.

### ***Slutbesiktning***

Ifall parterna inte har kommit överens om annat ska slutbesiktning ske vid kontraktstidens utgång eller om entreprenaden färdigställs senare utan dröjsmål efter att entreprenaden har anmälts färdigställt (SBR Byggingenjörerna, 2021).

Syftet med slutbesiktning är att kontrollera om entreprenaden är godkänd eller inte godkänd vilket kontrolleras av en besiktningsman (Hansson et al 2017).

Vid slutbesiktningen kontrollerar besiktningsmannen att entreprenaden har utförts enligt det som står i entreprenadhandlingarna. Besiktningsmannen utgår från parternas avtal, ritningar, fackmässigheten i arbetsutförandet enligt AMA om inte annat är överenskommet. Det är av väsentlig betydelse att alla delar av entreprenaden besiktas och om det inte går att besikta någon del, exempelvis av klimat- eller säkerhetsskäl ska det noteras i besiktningsutlåtandet. Den del eller de delarna besiktas då vid ett senare skede i en kompletterande besiktning (Besiktningsmannaboken, 2016).

Det ligger i både parternas intresse att slutbesiktningen blir godkänd. I händelse av att entreprenaden inte blir godkänd på grund av fel, måste entreprenören avhjälpa felen vilket medför kostnader för entreprenören men även olägenhet och kostnader för beställare/kunden eftersom entreprenaden inte kan tas i bruk på avtalad tid. Godkänd slutbesiktning har stor juridisk verkan eftersom entreprenörens försäkringsskyldighet upphör och beställarens påbörjas, garantitiden börjar, entreprenören rättighet och skyldighet till ÄTA-arbete upphör samt att entreprenören får betalt för utfört arbete etcetera (Hansson et al, 2017).

### ***Garantibesiktning***

Garantibesiktning innebär att beställaren är ansvarig och har rätt att påkalla besiktning innan garantitidens utgång och att entreprenören ansvarar för del som framträder under garantitiden. Tiden mellan garantitidens utgång fram till den allmänna preskriptionstidens utgång (efter 10 år) kallas ansvarstiden. Under garantitiden bör entreprenören visa att denne inte är ansvarig för fel som uppstått medan det under ansvarstiden är beställaren som ska visa att entreprenören har varit vårdslös och att felet är av väsentlig karaktär. Ifall inte annat har bestämts mellan parterna gäller allmänna bestämmelser som har olika garantitid för arbete och material vilket i praktiken kan ses som två garantibesiktningar (Hansson et al, 2017).

### ***Särskild besiktning***

Inom sex månader efter entreprenadtiden utgång kan beställaren enligt konsumentjästlagen påtala fel till entreprenören. Visar det sig att parterna är oense om felen kan en särskild besiktning behövas. Syftet med särskild besiktning är att utreda vad felet är, vem som är ansvarig för att åtgärda felet och när felet ska avhjälpas. (Besiktningsmannaboken, 2016)

### ***Efterbesiktning***

Efterbesiktning kan ske på begäran av någon av parterna för att undersöka om fel som upptäckts vid tidigare besiktning har avhjälpits. Det är endast de felen som upptäckts vid tidigare besiktning som ska avhjälpas och inga nya fel får införas i utlåtandet av efterbesiktningen (Hansson et al, 2017; Besiktningsmannaboken, 2016).

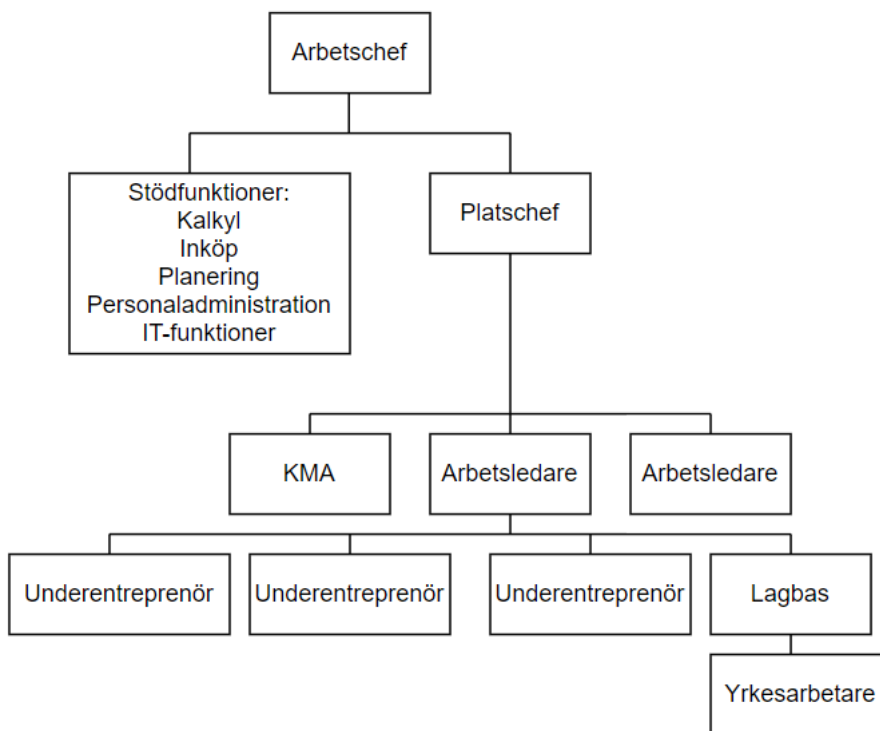
### ***Överbesiktning***

Om någon part inte är tillfredsställd med utfallet av en besiktning kan denne påkalla en överbesiktning som ersätter den besiktning som lett till påkallandet. Besiktningsmannen utses gemensamt av parterna och frågar om entreprenadens godkännande, förekomsten av fel och ansvar för fel prövas. En begäran om överbesiktning ska göras inom en månad efter att part fått av besiktningsutlåtandet (Besiktningsmannaboken, 2016).

### 3.2 Organisation och roller i byggprojekt

Utifrån en affärsidé att tjäna pengar på att utföra byggtjänster behövs en organisation i företaget. En organisations utformning styrs av hur uppgifterna förväntas lösas och även situationen. Även ett verksamhetssystem behöver och tillsammans med organisationen kan arbetet på ett övergripande plan stödjas. Exempel på frågor är val av strategi, strategi vid anbudsgivning utformning av verksamhetssystem, kvalitets- och hållbarhetsfrågor och administration (Hansson et al, 2017).

I figur 4 illustreras hur hierarki och roller kan se ut i ett typiskt svenskt byggföretag:



Figur 4: Organisationsstruktur och befattningar inom produktionsföretag (Hansson et al, 2017)

#### 3.2.1 Arbetschef

Arbetschefen ansvarar för den del av en region eller ett affärsområde med flera projekt som pågår samtidigt. Arbetschefen är ansvarig för den övergripande verksamheten och i arbetsuppgifterna inkluderas ekonomi, kvalitet, personal etcetera.

Under sig har arbetschefen ett antal projekt- och produktionschefer/platschefer förutom gemensamma stödfunktioner som kalkyl, inköp, planering och personaladministration (Hansson et al, 2017).

### **3.2.2 Platschef**

Platschefen/produktionschefer tillsammans med arbetsledaren utgör arbetsledningen på svenska byggarbetsplatser. Platschefen och arbetsledaren ansvarar för produktionen på byggarbetsplatsen. Platschefen ansvarar för att de uppställda projektmålen uppnås och arbetsuppgifterna innefattar teknik, avtal, ekonomi, dokumentation, planering, inköp av material och möten med beställare med flera (Hansson et al, 2017).

### **3.2.3 Stödfunktioner**

För större byggarbetsplatser är det vanligt att det finns stödjande funktioner på plats vilket brukar vara entreprenadingenjör för kalkyl, inköp och planering (KIP). Vid mindre byggen är entreprenadingenjören centralt i företaget (Hansson et al, 2017).

### **3.2.4 Kvalitets, miljö och arbetsmiljö, KMA**

KMA-ansvarig/samordnare är ansvariga för att driva och samordna projektets kvalitets-, miljö- och arbetsmiljöarbete (Hansson et al, 2017).

**Kvalitetsarbetet** innebär styrning av det dagliga arbetet för att uppfylla kraven från kunder, intressenter, leverantörer och etcetera. Rent praktiskt består arbetet av kvalitetskontroller för att säkerställa att projektets slutresultat uppfyller de ställda kraven. Det kan vara egenkontroller för olika moment i byggarbetet som för installation av vitvaror eller våtrumstrymmen etcetera (Hansson et al, 2017).

**Miljöarbetet** innebär att upprätta en miljöplan och beskriva hur byggprojektet ska miljöanpassas. En miljöplan kan bland annat innehålla hur sortering av avfall sker, miljöhänsyn vid inköp av material och kemikalier till byggprojektet och minska energiförbrukningen under byggskedet och etcetera (Hansson et al, 2017).

**Arbetsmiljöarbetet** är styrt av lagkrav där det bland annat på en byggarbetsplats ska finnas en arbetsmiljöplan som beskriver riskerna på arbetsplatsen och vilka åtgärder som måste tas för att eliminera eller förebygga dessa (Hansson et al, 2017).

### **3.2.5 Arbetsledare**

Arbetsledarens arbetsuppgifter ligger närmare produktionen och yrkesarbetarna än platschefen då arbetsledaren kommunicerar och samordnar det dagliga arbetet (Hansson et al, 2017).

Arbetsledaren bör kunna ta stort ansvar, vara en bra ledare och ha god samarbetsförmåga eftersom arbetet går ut på att lösa problem och träffa människor med olika kompetenser (NCC, 2021).

### **3.2.6 Underentreprenör**

Den ökade komplexiteten på byggnader och anläggningar kräver specifika kompetenser hos företag och deras personal som ska utföra arbetet. I byggprojekt, speciellt av storleken större kan det behövas väldigt många aktörer med olika kompetenser. Byggföretag har inte möjlighet att internt upprätthålla kompetens inom så många områden. Det leder till att byggföretagen måste överlägga om den egna personalens kompetens och omfattning samt om vilka entreprenörer med special kompetens som behöver tas in. Dessa entreprenörer med specialkompetens inom ett visst område kallas underentreprenörer (Hansson et al, 2017).

### **3.2.7 Lagbas**

Arbetarna representeras av en lagbas som utses av arbetarfacket. (Hansson et al, 2017). Det är ett fackligt uppdrag där lagbasen har fått förtroendet att företräda sina arbetskamrater. En lagbas planerar tillsammans med företagets arbetsledning logistik, arbetsmetoder och arbetsbemanning under byggskedets olika faser (Byggnads, 2019).

### **3.2.8 Yrkesarbetare**

Yrkesarbetare har många olika arbetsuppgifter på en byggarbetsplats. Yrkesarbetare får genom BYN (Byggnadsindustrins yrkesnämnd) som utfärdas av byggbranschen, yrkesbevis inom flera yrken. (Hansson et al, 2017).

Nedan följer en del av dessa yrken:

- betongarbetare
- golvläggare
- håltagare

- kranförare
- maskinförare
- murare
- plattsättare

### 3.3 BIM, ursprung och utveckling

För att identifiera ursprunget av BIM- och BIM-system är det viktigt att se tillbaka till tiden då datorn var i sina tidiga dagar där CAD och CAM utvecklades som två separata teknologier. Vid den tiden kunde det inte förutspås att CAD och CAM med tiden skulle interagera och utvecklas till kraftfulla verktyg i den industriella världen (American Machinist, 1999).

Pronto utvecklades 1957 och var den första kommersiella programvaran i CAM av Dr Patrick J. Hanratty som är en av de största pionjärerna inom CAD/CAM. Det var ett numeriskt datorsystem som senare växte till CAM. DAC utvecklades 1961 av Hanratty och blev den första CAM/CAD där man utifrån en CAD-modell skapade detaljer med hjälp av CAM hos General Motors (Bergin, 2011).

Sketchup utvecklades 1963 och var den första datorstöttade konstruktionen med grafiskt användargränssnitt (CAD) vid MIT Lincoln Labs av datorvetaren Ivan Sutherland vilket var banbrytande och ett stort genombrott för interaktionen mellan människan och datan. Med SketchUp var det möjligt att inom byggt teknik skapa modeller av byggnader eller byggdelar där information om deras geometri sparades (Sutherland, 2003).

Charles Eastman publicerade 1975 en artikel med beskrivning av en prototyp till BIM benämnd BDS som handlade om tredimensionella byggnadsverk med visuella element. Det var en integrerad databas där olika typer av ritningar såsom plan-, sektion, fasadritningar samt perspektivvyer, mängberäkningar, kalkyler och analyser kan erhållas. Utöver det visuella kan även elementens egenskaper såsom kostnad, färg och tillverkare erhållas. (Eastman, 1975; Bergin, 2011). BDS var ett av de första projekten i BIM-historien som lyckades skapa databaser för byggbranschen och identifiera de mest grundläggande problemen i arkitektonisk design och Eastman drog slutsatsen att BDS



skulle effektivisera och minska kostnaderna för design med mer än 50 procent (Bergin 2011).

Det dröjde till 1986 då det första CAD-programmet i BIM:s historia användes i prefabricerad konstruktion då RUCAPS användes för att underlätta renoveringen av Heathrow Airport Terminal 3. Det betraktas som en föregångare till dagens BIM-programvara (Eastman et al, 2008).

Medan utvecklingen mest skedde i USA och Storbritannien började Gabor Bojar i Ungern 1982 utveckla ArchiCAD som hade liknande teknik som BDS och släppte det under namnet Radar CH 1984 för Apple Lisa OS. Detta lanserades 1987 som ArchiCAD vilket gjorde ArchiCAD till den första BIM-programvaran som fanns tillgängliga för persondatorer (Bergin, 2011).

Samtidigt i USA grundades Parametric Technology Corporation (PTC) 1985 och släppte 1988 pro/ENGINEER som anses vara den första parametriska programvaran för modellering i BIM-historien. Två medarbetare, Irwin Jungreis och Leonid Raiz, ville utveckla en arkitektonisk version av pro/ENGINEER för att kunna hantera mer komplexa projekt än ArchiCAD, bröt sig ur PTC och skapade sitt eget programvaruföretag med namnet Charles River Software. Revit skapades 2000 som revolutionerade BIM genom att använda en parametrisk förändringsfaktor, det gjorde det möjligt att genom objektorienterad programmering skapa en plattform som tillät tidsattribut att läggas till (Cherkaoui, 2017).

BIM anses ofta vara förknippad med 3D-modeller för olika användningsområden, som visualisering för beslutsfattare eller samgranskning av projekteringsunderlag vilket leder till förvirring om vad BIM är och inte är. Är BIM en arbetsmetod eller teknik, eller både? Det finns många definitioner om vad BIM är (Jongeling, 2008).

Definitionen av BIM skiljer sig beroende på individens uppfattningar. För vissa är det en programvara, för andra är det en process för att designa och dokumentera information om byggnader medan det för andra är helhetssyn på design, byggande och underhåll av byggnadsverk. BIM kan sammanfatta det som att det är sammanflätat med teknik, både hårdvara och programvara som ännu inte har uppnått sin fulla kapacitet inom byggindustrin (Jongeling, 2008).

Även om definitionerna av BIM skiljer sig åt, finns det en gemensam enighet att BIM är ett arbetssätt som kombinerar teknik och information för att digital representation av ett projekt. BIM integrerar data från olika källor och utvecklas parallellt med det verkliga projektet under hela dess livscykel från projektering, produktion till förvaltning (Jongeling 2008). I figur 5 illustreras en 3D-modell av ett hus i BIM-programvaran *Revit*.

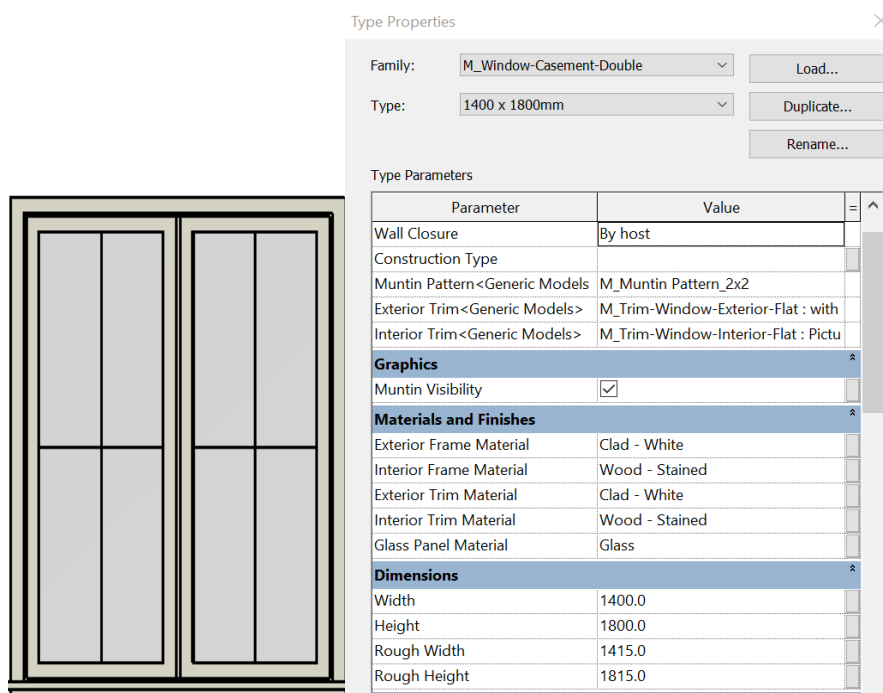


**Figur 5: Illustration av en husmodell i 3D genom Revit**

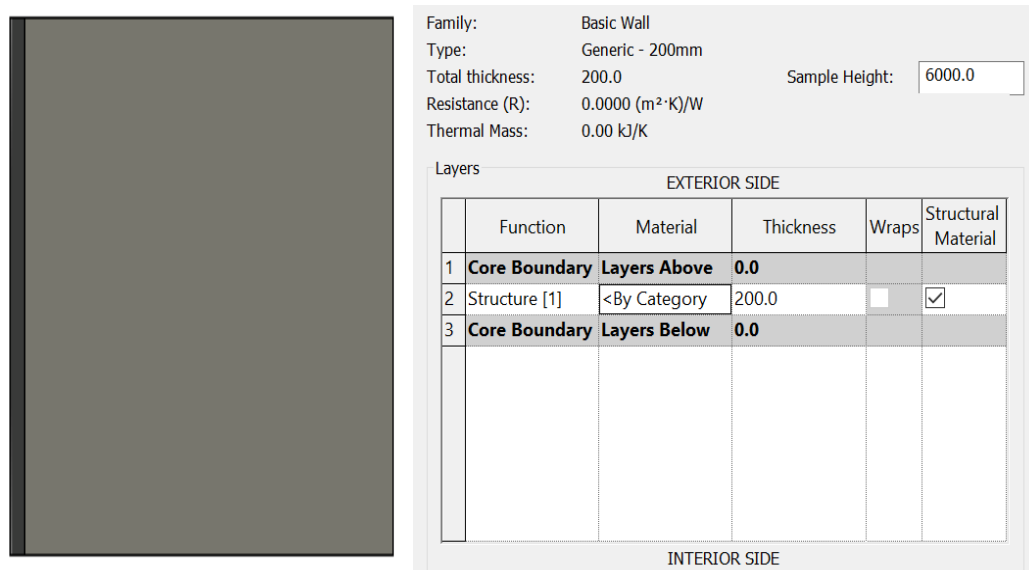
### **3.3.1 BIM objekt**

Ett av de mest centrala begreppen inom BIM är objekt då den innehåller all information som förs vidare. En produkt och geometri som representerar produktens fysiska egenskaper utgörs av objekt som innehåller detaljerad information. Det finns två typer av objekt och dessa är komponent och lager. Komponentobjekt är byggprodukter med fast geometrisk form såsom dörrar, fönster och bord medan lagerobjekt är föremål som inte har fast form såsom väggar, tak etcetera. Det finns också generiska och specifika objekt. De generiska, som kallas biblioteksobjekt kan användas i den inledande fasen och finns redan i programvaran.

Specifika objekt, som även kallas tillverkarobjekt är objekt som representerar en tillverkares specifika produkter. Information som kan erhållas ur ett objekt kan vara teknisk information, material, geometri och tillverkare etcetera (McPartland, 2017; breakwithanarchitect, 2020). Figur visas ett utrymme, som illustrerats men en BIM-programvara, i en bostad som innehåller såväl komponent- som lagerobjekt. I figur 6 och 7 visas ett komponentobjekt (fönster) samt lagerobjekt (yttervägg) med dess ingående information. Figurerna har tagits från BIM-programvaran *Revit*.



**Figur 6: Fönster samt dess information**



Figur 7: Yttervägg samt dess information

### 3.3.2 BIM Dimensioner

Inom BIM finns nästan oändligt antal dimensioner och dessa definieras som nD modellering. Utöver 3D-modeller och 4D-dimensioner som är de mest vanliga finns det bland annat 5D, 6D, 7D och 8D (Smith, 2014; Eastman et al 2011; Karmeedan, 2010).

**3D-** är modelleringsprocess där olika BIM-programvaror används för att framställa en matematisk representation av ett tredimensionellt objekt eller form. Det framställda objektet kallas 3D-modell och används för att visualisera, simulera och återge grafiska mönster (Autodesk, 2020).

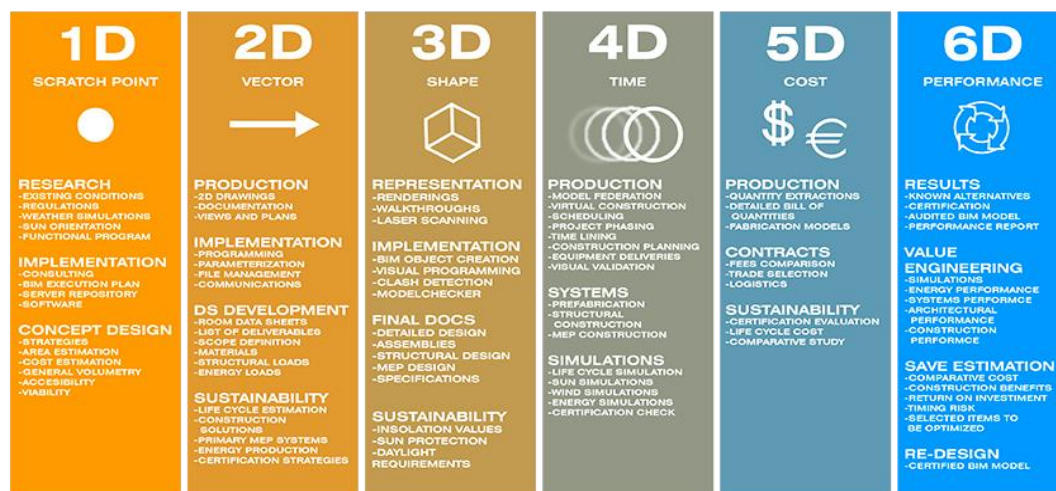
**4D-** en planeringsprocess som länkar ihop aktiviteter/moment som upprättats i tidsplaner med 3D-modeller för att generera en realtids grafisk simulering av framsteg mot tiden. Den fjärde dimensionen möjliggör bedömning och utvärdering av projektets arbetsflöde och byggbarhet vilket ger projektets parter möjlighet att visualisera, analysera och kommunicera sekventiella, rumsliga och tidsmässiga aspekter av byggförloppet. (McPartland, 2017).

**5D-** den femte dimensionen handlar om kostnad och när kostnaden integreras till BIM modellen. En 5D-modell genererar kostnadskalkyler och ekonomiska analyser av modellen jämför med tidsaspekten (McPartland, 2017).

**6D**-Handlar om driften och underhåll under förvaltningsskedet. Sjätte dimensionen inkluderar all information som har samlats under tidigare skeden för att optimera drift och underhållet av fastigheten. Det kan vara information som tillverkaren av en komponent, installationsdatum och underhållsbehov, råd om hur komponenten ska konfigureras och drivas för optimal prestanda, energiprestanda, livslängd samt avveckling. Genom att ha tillgång till informationen under förvaltningsskedet underlättar planeringsarbetet av förvaltningen och effektiviserar tid och kostnader (McPartland, 2017).

**7D och 8D** handlar om hållbarhet och säkerhetsaspekter. Gemensamt för samtliga dimensioner är att de optimerar och effektiviserar planering, visualisering, byggande samt drift och underhåll av byggnader (Smith, 2014; Eastman et al 2011; Karmeedan, 2010).

I figur 8 visas de olika dimensionerna inom BIM.



Figur 8: Översiktligt bild av dimensionerna inom BIM (Tosar, 2016)

### Fördelar med 4D-dimensioner

**Planering:** 4D BIM underlättar planeringsarbete genom att 3D-modeller kopplas till tidplaner vilket gör att byggintressenterna har en klar och tydlig bild av projektet från design till slutförande i ett tidigt skede. Detta bidrar till att minimera misstag, kommunikationsbrist och samordningsproblem vilket sparar pengar. Eftersom man med hjälp av tidplanen kan i förväg se vad som ska hända framöver kan man lättare planera leveranser av material, maskiner och verktyg (Koutsagiannis, 2020).

**Samordning:** I ett byggprojekt finns det många aktörer som är involverade såsom beställare, entreprenörer, underentreprenörer med flera vilket kräver mycket tid och resurser för att hålla alla parter uppdaterade vid ändringar i projektet. Uppdateringarna sker i form av möten och telefonkontakt. Med 4D-modeller kan man se projektets framsteg och uppdateringar visuellt vilket underlättar för alla parter eftersom samtliga har tillgång till informationen (Koutsagiannis, 2020).

**Övervakning:** Ett byggprojekt innehåller mängder med olika aspekter vilket gör det svårt och nästan omöjligt för en projektledare att hålla koll samt ha kontroll över framstegen på plats eller att allt rapporteras som det ska. Med 4D kan alla aktiviteter och material på fältet spåras samt spelas in och denna film kan sedan överföras tillbaka till kontoret och läggas till i den befintliga 4D-modellen. På så sätt kan man jämföra lösningen med den ursprungliga designen och upptäcka eventuella avvikelser från projektets planering (Koutsagiannis, 2020).

**Ansvar:** Inom byggsektorn är det vanligt att tvister uppstår eftersom ansvarsfördelning kan vara diffus vilket gör att olika parter kan ha olika uppfattningar angående vem som ansvarar för fel som uppstår. Eftersom samtliga parter har tillgång till informationsmodellen i VDC (enligt delkapitel 3.3.3) råder en öppenhet i projektet där det är tydligt om parternas ansvarsskyldighet. Varje förändring, tillägg eller uppdatering i projektet kan spåras tillbaka till den som är ansvarig (Koutsagiannis, 2020).

**Säkerhet:** Med VDC kan man under hela projektets veta hur projektet fortlöper, placeringen av material, maskiner och arbetstagare vid alla tidpunkter och det leder till att arbetsledningen minimera arbetsplatsolyckor (Koutsagiannis, 2020).

### 3.3.3 Virtuellt Design and Construction, VDC

Generellt kan man säga att VDC består av tre delar. BIM som beskriver hur man skapar en virtuell modell, en idé hur man ska planera arbetet kring den virtuella modellen samt hela processen för att kunna använda detta på byggarbetsplatsen (Nya arbetssätt lyfter projekt, u.å.) Även om VDC är ett sätt att planera och samordna ett projekt vilket även BIM är de inte identiska. VDC är en typ av teknik som skapar digitala modeller av byggnader eller projektplatser med möjligheten att analysera byggprocesser från början till slut.

Arkitekter, entreprenörer och ingenjörer kan använda VDC-modeller för att visualisera

och styra tider, kostnader och processer etcetera. VDC och BIM är relaterade till varandra men skiljer i sitt syfte. BIM skapar en digital presentation av en fysisk byggnad medan VDC använder 3D-modellen i BIM och annan information för att digitalt planera byggprojektets alla aspekter exempelvis kostnader, tider och riskhantering. Eftersom risken för mänskliga fel i byggnation är vanligt kan man med VDC-teknik veta vilka framsteg som görs, effektivisera processer maximalt, minimera avfall och verifiera installationer (NCC, 2021; Veidekke, 2018.)

VDC underlättar bland annat följande (Howard, 2015; Autodesk, 2020):

**Spara tid och pengar:** Med VDC-teknik kan man spara tid och pengar genom att under projekteringen ta fram noggranna anbud och kostnadskalkyler.

**Samarbete:** VDC-tekniken gör det möjligt för flera inblandade parter i ett byggprojekt att samarbeta i en virtuell miljö genom att alla parter får tillgång till all information kring projektet.

**Kvalitet:** Visualisering under projekteringen hjälper till att utreda vilka aspekter av byggobjektet som mest behöver finansiering, vilket förbättrar totala kvaliteten av byggprojektet.

**Hälsa och säkerhet:** Med VDC är det möjligt för alla inblandade parter i ett byggprojekt att identifiera säkerhetsproblem innan byggandet börjar för att minimera risker som kan leda till arbetsplatsolyckor, sociala och miljömässiga problem.

Relevanta programvaror inom VDC är bland annat Revit, Navisworks, AutoCAD (Autodesk, 2021).

### 3.3.4 Programvaror och IT-verktyg

**Autodesk AutoCAD** är en programvara för datorstödd konstruktion som är utvecklad av företaget Autodesk för att skapa precisa 2D- och 3D-ritningar (Autodesk, 2021).

**Autodesk Revit** är en BIM-programvara, utvecklas av Autodesk för att skapa 3D-modeller med precision och noggrannhet. Revit är en bred programvara med många funktioner som täcker alla discipliner inom ett projekt. Revit kan användas för design, konstruktion samt ventilation- el- VVS-projektering (Autodesk, 2021).

**Dalux** är ett företag som tagit fram flertal BIM-applikationer som Dalux BIM Viewer+, Dalux Box, Dalux Field och DaluxFM. Med Dalux BIM Viewer+ kan användaren enkelt se BIM-filer i mobil eller surfplatta direkt på arbetsplatsen. Dalux BIM Viewer är snabba, pålitlig och klarar komplexa byggnader där användaren kan kombinera IFC, PDF, Revit och DWG i samma vy och se 2D-ritningar tillsammans med 3D-modeller. Viewern stöds av Windows, IOS och Android och går direkt att se i webbläsare eller genom nedladdning av applikationen. Dalux Box hjälper användaren med dokumenthantering som möjliggör delning av obegränsad mängd data och dokument. Dalux Field möjliggör att användaren kan skapa ärenden och tilldela uppgifter direkt från en 2D-ritning till respektive utförare genom mobilen eller surfplattan. För att underlätta beskrivningen av uppgifter kan skaparen inkludera kommenterade bilder, plats, beskrivning av uppgiften och deadline vid behov. Utföraren kan i sin tur skapa rapport direkt vid avvikelser genom såväl bilder som kommentarer och skicka det till utföraren. Skaparen av ärendet kan kontrollera när uppgiften har utförts och om det uppstått några avvikelser som behöver åtgärdas. Med Dalux Field kan användaren även upprätta checklistor, registrera och skapa säkerhetsrapporter samt följa framstegen i ett projekt både i IOS samt Android. DaluxFM är främst inriktad till förvaltning av byggnader där användaren har tillgång till de senast uppdaterade BIM-modellerna, ritningarna och FM dokumentation på arbetsplatsen för optimal drift och underhåll. FM står för Facility Management (Dalux, 2021).

**DRofus** är ett planering-och datahanteringsverktyg som är integrerad i BIM och ger intressenter stöd att skapa arbetsflödesscheman samt tillgång till information om byggnaden under hela dess livscykel. På uppdrag av offentliga byggägare utvecklades DRofus vars kärnfunktioner är att fånga kunden krav, verifiera designlösningar mot klientens krav, hantera offentliga standarder över projekt samt planera för användningen av utrustning. DRofus är starkt integrerad i ArchiCAD, Revit samt IFC och är ett verktyg för samtliga intressenter i ett byggprojekt från ägare till entreprenörer. Det är en samarbetsplattform där ägarens krav möter designade lösningar (BIM) för verifikation, där information om byggnaden genereras under hela dess livscykel (Nemetschek, 2021; dRofus, 2021).

**Autodesk BIM360** är en molnbaserad programvara med obegränsat lagringsutrymme som ger samtliga berörda parter tillgång till all projektinformation oavsett tid och plats. Med BIM360 har berörda parterna alltid tillgång till senaste rapporterna, dokumenten, ritningarna och modellen vilket bidrar till ett effektiviserat och kvalitetssäkrat arbetet.



BIM360 kan användas såväl på mobiler som surfplattor. BIM360 innehåller flertalet applikationer som är lämpliga under byggprocessens olika skeden. Dessa är följande (Autodesk, 2021):

- **BIM360 Docs** ligger som grunden i BIM360-plattformen och används för att hantera allt dokument i rätt ordning vilket bidrar till rätt information finns i rätta händer under hela projektet.
- **BIM360 Design** integrerad i Revit används under designfasen i ett projekt där berörda aktörer kan dela Revit-modeller samt koordinera och hantera leveranser.
- **BIM360 Glue** är integrerad med Navisworks och låter aktörerna identifiera och lösa kostsamma problem genom ständig tillgång till samtliga projektmodeller. Används främst för BIM-hantering, kollisionskontroller och samordning under förkonstruktionsfasen.
- **BIM360 Build** används under produktion och innehåller verktyg för att kvalitetssäkra arbetet, säkerhet på arbetsplatsen och för daglig rapportering.
- **BIM360 Ops** är en mobilapp, främst avsett för förvaltning, som är lämplig vid överlämning av byggnad, drift och underhåll samt förebyggande underhåll.

**Autodesk Navisworks** är en programvara som genom sina funktioner möjliggör maximal användning av fördelarna med BIM 3D-modeller. Med Navisworks kan användaren kombinera design- och konstruktionsdata i en och samma modell, identifiera och lösa kollisioner och störningar före byggandet samt samla information från flera enheter för bättre resultat. Med Navisworks kan även tidsplaner och kostnadskalkyler kopplas till modellen. En stor fördel med Navisworks är att programmet kommunicerar och integrerar utan friktioner med andra programvaror inom BIM från Autodeskstallet såsom Revit eller BIM360. Det är en stor fördel då modeller och information från olika aktörer som arkitekter, konstruktörer och VVS-konsulter med flera kan sammanställas till en enda samordnad modell för framtida tillämpning i projektet. Med enkelhet går det att exportera 3D-modeller från Revit till Navisworks. (Autodesk, 2021; AEC, 2019; Terol, 2020).

**SketchUp** är ett 3D-modelleringsverktyg som är endast relaterad till den fysiska presentationen av modellen. Enkelt förklarad är SketchUp ett enkelt ritverktyg som inte lagrar eller genererar informationsmodeller. (SketchUp, 2020).

**Solibri** fungerar på många sätt som Autodesk's Navisworks och har liknande funktioner som visualisering, samgranskning, kollisionskontroll, hantering av kostnader samt tidsplanering (Solibri, 2021.). Solibris är ledande i inom kvalitetssäkring och kvalitetskontroll av BIM-modeller vilket förbättrar produktiviteten och kostnadseffektiviseringen under projektering- och produktionsprocessen (Nemetschek, 2021).

Solibri kan även med fördel användas under förvaltningsskedet av byggnader för att optimering av drift och underhåll (Solibri, 2021)

**MagiCAD** är den ledande BIM-lösningen inom el- och VVS-projektering som ger snabbare, enklare och noggrannare tekniska lösningar och beräkningar. MagiCAD är integrerad i Autodesk's Revit samt AutoCAD-plattformar och innehåller ett omfattande bibliotek med 1 000 000 BIM-objekt från 300 ledande internationella tillverkare som användaren direkt får tillgång till (MagiCAD, 2021).

**Gsite** är en molnbaserad programvara som används för att få kontroll och översikt över en byggarbetsplats. Med Gsite kan användaren (MagiCAD, 2021):

- Upprätta kvalitets-och säkerhetskontroller genom att skapa ärenden med checklistor att boka av under exempelvis skydds rond/KMA rond i Gsites mobilapplikation och få ett färdigt protokoll exporterat direkt samt dokumentera leveranskontroller och avvikelser etcetera.
- Genom Gsites mobilapplikationen kan det kommuniceras direkt till enskilda personer eller specifikt tilldela/förse väsentlig information.
- Automatiskt generera statistik som ger en tydlig bild av var projektets starka sidor samt utvecklingspotential finns. Det är även möjligt att följa respektive underentreprenörers prestationer för identifiering av styrkor eller svagheter i arbetet.

**BIMcollab Cloud** är en plattform för samarbetsfrågor när det gäller BIM och är byggd på de allmänt accepterade IFC- och BCF-öppna standarderna. BCF-problem innehåller all relevant information som möjliggör kommunikation om BIM-modeller. BIMcollab Cloud är en lättanvänd och kraftfull plattform för problemhantering i molnet. Frågor är direkt kopplade till positioner samt objekt i modellen och tillgängliga via webbläsare eller direkt från din BIM-programvara (BIMcollab, 2021).

**Congrid** är en plattform som erbjuder kvalitetssäkring och säkerhetshantering i alla slags byggprojekt. Plattformen anses ge en maximerad produktivitet, förbättrad säkerhet och högre kvalitet till en lägre kostnad. (Congrid, 2021).

**Simple BIM** är ett BIM verktyg som låter dig standardisera och berika IFC modeller. Simple BIM är enligt de själva ett enkelt verktyg att använda och behöver inga speciella färdigheter eller kunskaper (Simple BIM, u.å.).

### 3.3.5 Manualer och filformat

#### 3.3.5.1 BIM-Manual

Inom byggbranschen finns en manual som beskriver hur företag ska tillämpa BIM. Manualen har många benämningar och begrepp som BIM-Manual, BIM-riktlinje, BIM-Guidelines, BIM-handbok. IT-handledning samt manual för informationshantering kan förekomma där den vanligaste begreppet är BIM-manual. Manualen för BIM har utvecklats ur CAD-manualen och är högaktuella dokument för BIM-användare eftersom BIM och dess arbetsprocesser är i sin mognadsfas. Även om BIM-manualen är högaktuell idag får man inte förbise CAD-manualen eftersom det fortfarande behövs och kan med fördel integreras i BIM-manualen. BIM-manualen begränsas till renat administrativa instruktionerna eftersom leveransspecifikationer för olika typer av informationsleveranser ska upprättas. I en utgiven rapport ”Riktlinje BIM i projekt” som BIM-Alliance i samarbete med Akademiska Hus, Fortifikationsverket, Statens Fastighetsverk, Specialistfastigheter samt Sveriges riksdag tagit fram, ska en typisk CAD och BIM-manual innehålla följande (BIM-Alliance, 2014):

#### CAD-Manual

- Organisation och roller- internt och externt
- Teknikansvariga
- Delprojektledare
- CAD-samordningsmöten
- Koordinat- och höjdsystem
- Leveransformat- både under och efter projektet
- Benämningar på filer, ritningar och objekt

- Programvaror och specifika krav
- Informationsstruktur i CAD-filer
- Redovisningsteknik

### BIM-manual

- Beskrivning av projektet och dess BIM-strategi
- Beskrivning av ändamålet-omfattning, användningsområde och målgrupp
- Begreppsförklaringar-förkortningar, begrepp och nomenklatur
- Övergripande modelleringsteknik-per disciplin
- Objektdefinitioner- vilka och hur.
- Vilka egenskaper som ska knytas till objekten
- Märkning av objekt (littera, klassifikation, status, ändringshantering mm)
- Ansvarsfördelning, gränsdragningslista
- Granskning- och godkännandeprocesser

#### **3.3.5.2 Filformat**

**IFC**, Industry Foundation Classes, är ett öppet standardfilformat som främst stödjer 3D-ritningar men även 2D-ritningar (BuildingSMART, 2021).

**PDF**, Portable Dokument Format, är ett dokument som kan skickas och visas på ett tryggt sätt oavsett program, maskinvara eller operativsystem. PDF-formatet är en öppen standard som regleras ISO (Adobe, 2021).

**DWG**, Drawing, är standardfilformatet för Autodesk's programvara AutoCAD. DWG-filer innehåller all information som användaren för in i en CAD-ritning, som information om konstruktioner, geometri samt kartor och foton (Autodesk, 2021).

### **3.4 BIM mognadsfaser**

Byggindustrin har tidigare halkat efter i utvecklingen efter mekanisk industri gällande digitalisering då byggbranschen inte har varit lika påverkad av global konkurrens. Den brittiska regeringens BIM-initiativ med syftet att sänka kostnaden för statligt finansierade byggprojekt med 15–20 % har drivit på utvecklingen och idag är byggindustrin på god väg förbi mekanisk industri vad det gäller digitalisering. Initiativtagare har moderniserat BIM-konceptet för att nå sitt mål med att sänka kostnaderna och delat upp det i olika nivåer. Från 2016 måste byggföretag i England uppnå BIM nivå 2 för att arbeta med statligt finansierat byggprojekt. Detta har även påverkat Sverige och först med sig stora förändringar till svensk byggindustri där flera statliga beställare kräver att byggprojekt drivs med BIM. Flertalet av de stora svenska byggföretag tillämpar BIM i sina processer sedan några år tillbaka vilket bidragit till att även underentreprenörer succesivt börjar tillämpa BIM. Till skillnad från England är det i Sverige inte lika tydligt definierat vilken nivå av BIM som krävs, men i större byggprojekt handlar det till mesta dels om nivå 2. Det finns flera företag i Sverige som fortfarande arbetar med nivå 1 och nedan står en beskrivning av mognadsfaserna (Cadkraft, 2021). I figur 4 visas en översiktlig bild av olika nivåer inom BIM.

#### **Nivå 0**

Denna nivå handlar om ritningar och ostrukturerad CAD-information i 2D. Dokumenten skrivs ut på papper och utgör den grundläggande informationsbäraren och ses som originalhandling.

#### **Nivå 1**

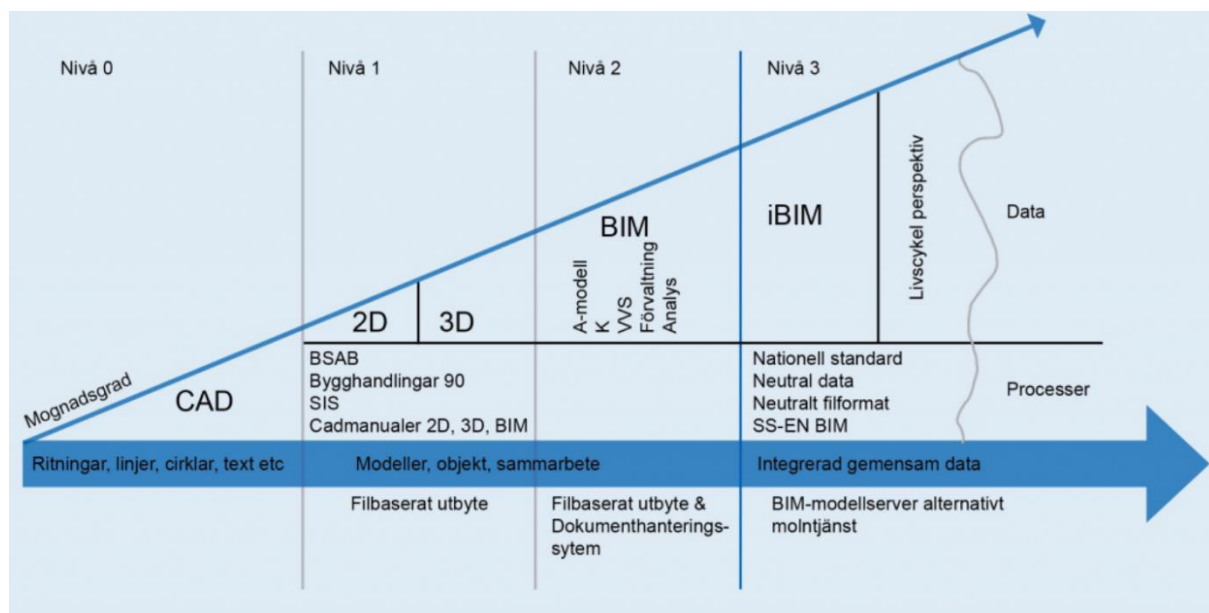
Arbetet sker i 2D och 3D med informationsutbytet mellan aktörer sker i begränsad mängd. Visuellt samordning sker i gemensam datamiljö.

#### **Nivå 2**

Denna nivå innebär att arbetet är orienterat till modeller och egenskaperna är kopplade till de olika objekten det vill säga BIM. Information hanteras i de separata 3D-modeller av respektive aktör som vid överenskomna tillfällen samordnar alla byggnadsmodeller.

#### **Nivå 3**

Den högsta nivån som kan uppnås i mognadstrappan BIM och här finns alla informationer i en och samma modell från start som även används i förvaltnings- och underhållsarbetet. I denna nivå krävs öppna standarder och innebär en ökad samordning och standardisering, vilket bidrar till en mer integrerad arbetsmetod.



Figur 9: En översiktlig bild av nivåerna inom BIM (Cadkraft, 2021)

### 3.5 BIM berör alla

BIM likställs ofta med projektering med modernt IT-stöd men möjligheterna är mycket större än så. Genom smartare användning kan BIM och dess information nyttjas genom hela bygg- och förvaltningsprocessen samt dess delprocesser. BIM ger möjligheter att anpassa informationen efter varje delprocess vilket kan effektivisera arbetet men kräver att aktörerna inom byggbranschen kan mötas och förstå varandras behov och möjligheter. För byggprocessen kan BIM ge ett utmärkt underlag för effektivare planering, kalkylering, inköp, logistik och uppföljning medan det under förvaltningsskedet kan optimera drift och underhåll samt tekniska system genom att från projekteringsskedet lämna över värdefull information vidare till förvaltningen. Enligt en amerikansk studie inom byggprocessen jämförs i snitt 2,8 alternativa lösningar innan den mest optimala väljs medan det i andra industrier med liknande

tekniska plattformar kan det handla om hundratals alternativa lösningar. Det behövs fler underlag för alternativa lösningar inom byggprocessen och det kan uppnås med hjälp av BIM-modeller och samarbete mellan aktörerna. BIM ger möjligheter för olika aktörer att arbeta tillsammans och samtidigt i modellerna i stället för att skicka över information till varandra. Effektiva och gemensamma processer ger bästa möjligheter att möta kraven som måste uppfyllas och när alla krav kan hanteras i rätt tid med rätt kompetens uppnås ett bättre slutresultat vilket ger bättre produkter till lägre livscykelkostnad (Lindström & Jongeling, 2010).

### **3.6 Vinst med BIM även för mindre företag**

Ett framgångsrikt införande av BIM är inte att endast rita 3D-modeller utan handlar främst om organisationsfråga vilket kräver ändring av processer, metodik och möjligtvis även själva organisationen. I detta avseende har mindre företag en fördel jämfört med större företag eftersom kommunikation- och beslutsvägarna ofta är korta och direkta vilket bidrar till att målen och visionerna kan nås snabbare. Även tiden att komma från vision till konkret handling är i många fall kortare än i större organisationer. För att införa BIM behöver man frigöra resurser vilket är enklare i större företag men här tenderar man att tillsätta speciella arbetsgrupper med uppdrag att utreda och främja införandet av BIM-tillämpningar. Dessa arbetsgrupper är ofta inte direkt verksamma i linjeorganisationen och försvårar tillämpningen av BIM i företagets operationella processer. För mindre företag är det en fördel eftersom dessa oftast tillsätter resurser i själva linjeorganisationen vilket underlättar tillämpningen av BIM i deras processer. Mindre organisationer fungerar oftast som en integrerad enhet eftersom en och samma person oftast är delaktig i flertal olika processer. Eftersom samma personer kan vara delaktiga i tillämpningen av BIM är det lättare att förstå vad som behöver göras i senare processer för att tillämpningen ska bidra med en bra effekt vilket gör personen mer benägen att anstränga sig för att skapa rätt förutsättningar. Större organisationer är uppdelade i olika enheter som ansvarar för sina arbetsuppgifter vilket gör att de inte arbetar som en enhet och kommunikationsvägarna blir längre. Det är i flera fall oklart varför man inte nådde målen och vem som är ansvarig. Förutom de organisatoriska fördelar har mindre företag även en fördel ur affärs- och marknadsmässigt perspektiv eftersom dessa kan

snabbt förändra och nischas sig till genuina BIM-baserade företag som levererar hög kvalitet på ett kostnadseffektivt sätt. Med det sagt ska det inte tas ställning till om större eller mindre företag är bättre eller sämre eftersom olika företagstyper och företagsstorlekar har sina fördelar och nackdelar. Det som ska framhållas är att små företag inte ska vara rädda för att engagera sig i BIM eftersom utvecklingen går mot BIM-baserade arbetssätt i bygg- och förvaltningsprocesserna (Lindström & Jongeling, 2010).

### 3.7 Sveriges digitaliseringsstrategi och BIM

I en rapport från 2017 har regeringen upprättat Sveriges digitaliseringsstrategi med målet att vara bäst i världen på att utnyttja digitaliseringens möjligheter. Strategin ska bidra till konkurrenskraft, full sysselsättning samt ekonomisk, socialt och miljömässig hållbar utveckling. Digitaliseringen är uppdelad i fem delmål enligt nedan (Regeringskansliet, 2017):

- **Digital kompetens** – Innebär att alla ska vara väl insatta i digitala verktyg och tjänster samt att utifrån sina förutsättningar följa med och delta i digitala utvecklingen. Digital kompetens handlar dels om teknisk kunnskap att använda digitala verktyg och tjänster, dels om att kunna använda medier och information som består av att kunna hitta, analysera, värdera och skapa information i olika medier i olika sammanhang. Digital kompetens består även av att kunna följa med i den digitala utvecklingen för att kunna behålla anställning, kunna starta och driva eget företag eller för att bidra till organisationers eller företags innovationsförmåga och konkurrenskraft.
- **Digital trygghet** – Eftersom digitaliseringen förändrar samhället ska människor, företag och organisationer kunna lita på och känna förtroende med att använda digitala tjänster samt enkelt kunna använda dem. Förutom informationssäkerhet och integritet behöver även frågor om människor och företags syn på hur samhället hanteras med de risker som digitaliseringen för med sig inkluderas. Trygghet och tillgänglighet är viktiga aspekter för digital delaktighet och privata samt offentliga aktörer behöver agera på ett ansvarfullt sätt. Dessutom behövs det säkra digitala system som respekterar den personliga integriteten och eftersom människor och



samhället i allt större utsträckning behöver vara uppkopplade och kommunicerbara genom internet bör identifierade sårbarheter hanteras.

- **Digital innovation** – Syftet med digital innovation är att bidra dels till att lösa samhällets utmaningar, dels till ett modernt och hållbart samhällsbygge genom nytänkande eller att kombinera kunskap på nya sätt. Det innebär att det ska finnas förutsättningar för nya eller förbättrade produkter och tjänster, som är värdefull för samhälle, miljö, människor och företag, att skapas och spridas. Det kan handla om exempelvis nya sätt att resa, göra affärer, konsumera eller kommunicera etcetera. Digital teknik och data skapar nya möjligheter för innovation och företagande och behöver tas till vara på. Det svenska näringslivet, från småföretag till storkoncerner ska ges bästa möjliga förutsättningar att verka i och bidra till den digitala ekonomin samt både utveckla och nyttja nya produkter och tjänster.
- **Digital ledning** – Innebär att verksamheter effektiviseras, utvecklas och uppnår högre kvalitet genom styrning, mätning och uppföljning. Det väsentliga är att betoningen ligger på hur digitaliseringens möjligheter kan utnyttjas och risker minimeras och inte endast hur digitalisering i sig kan främjas. Politiskt ledarskap behövs dels för en säker digitalisering som människor känner sig trygga med, dels för att koordinera offentlig sektors utvecklingsarbete genom exempelvis strategier och målsättningar mot specifika områden där digitaliseringsutveckling behövs. Offentliga åtgärder, lagstiftning och styrmedel kan behövas för att uppnå nettoeffekter av utvecklingen vilket i sin tur kan bidra till resurseffektivitet. Det viktigaste är däremot skydd av individens integritet samt nationell säkerhet och resurseffektiviteten och moderniseringen av regelverk får inte ske på bekostnad av detta.
- **Digital infrastruktur** – Innebär att förbättra transporten av data genom att förstärka och förbättra infrastrukturen för elektroniska kommunikationer. Tillgång till bredbandsinfrastruktur är en förutsättning för att samhällets tjänster och utbud samt att driva företag vilket i sin tur bidrar till social sammanhållning. Ett modernt samhälle är beroende av fungerande infrastruktur eftersom digitaliseringen är beroende av den.

En motion lämnades in till riksdagen av Adnan Dibrani från Socialdemokraterna om införande av krav på BIM. Motiveringen löd att bygg- och infrastrukturprojekt ofta blir kritiserade och att det väldigt ofta kostar mer än planerat samt att det finns

en metod att minska problemet med BIM. Med BIM blir hela produktion och förvaltningen digitaliserat där arbetssättet kan bidra till ökad effektivitet samt ökad ekonomisk och ekologisk hållbarhet. De senaste åren har många länder infört lagkrav på att tillämpa BIM bland annat Tyskland, Nederländerna samt Storbritannien. Enligt en undersökning som brittiska regeringen har gjort har staten sparat uppskattningsvis 2 miljarder euro vilket motsvarar 20,6 miljarder kronor sen kravet på BIM infördes 2012. Rapporten visar även att 66 procent av projekten slutfördes i tid och inom budgetramarna. I Sverige finns det inga lagkrav på BIM men det är dags att ifrågasätta om det borde bli så efter de internationella exemplen. Yttrandet från riksdagen blev att de ställer sig bakom det som anförs i motionen och tillkännager detta till regeringen (Adnan Dibrani, 2020).

### **3.8 Möjligheter för BIM i produktionsprocessen**

BIM har enligt studie hjälpt branschen effektivisera byggprocessen. I exempelvis projekteringsprocessen är det enligt studier effektivare och jämfört med traditionell 2D-CAD projektering upplevs den mer inspirerande och attraktiv. I planering och produktion används BIM i mindre utsträckning men leder till enklare och snabbare kommunikationsprocesser mellan de olika aktörerna på arbetsplatsen. I studien görs även ett räkneexempel där det framkommer att det finns vinster för alla aktörer i projekt där BIM används. (Jongeling, 2008).

I en studie utförd från 2017 utförd av Magnusson har framkommer det att BIM används främst inom installationssamordning och kollisionskontroll som är den största anledningen till att en modell har upprättats. Det förekommer att modellen används vid visualisering vid arbetsberedning. Författaren nämner att BIM i mängdavgivning förekommer men är ovanligt och det beror på att objekten i modellen har en för låg detaljeringsgrad. Värt att tillägga är att studien har utförts med hänsyn till hur projekt på Skanska arbetar med BIM (Magnusson, 2017).

#### **3.8.1 BIM mängdavgivning**

I mängdavgivning är det lätt hänt att fel uppstår. Exempelvis missas information eller blir en byggnadsdel räknad dubbelt. Det händer även att mängder är så pass stora så att en förenkling görs. Det resulterar i att beräknade mängder inte är exakta. Med BIM

projektering finns det möjlighet att generera mängder från en färdig modell och använda den mot kalkyl samt andra analyser. Genom att generera mängder från en modell kan en högre kvalitet av mängdavgivningen erhållas som resulterar i ett exaktare inköpsunderlag. Tiden för mängdavgivningen minskar även med cirka 50 procent (Jongeling, 2008).

Med hjälp av mängdavgivning med BIM kan en effektiv process kring prissättning göras. Genom att enkelt få fram underlag som är anpassat efter kundens valda dimension kan mängd information utvinnas och processen går även snabbare. En dynamisk BIM-modell kan effektivisera och utöka produktens standardisering även i det tidiga skedet. I studien kommer författaren fram till att förslaget inte bara ska användas vid prissättning utan det kan även nyttjas i andra delprocesser (Arvidsson & Zeki, 2013).

I Franssons studie om jämförelse mellan traditionell mängdning mot BIM visar det att BIM leder till en säkrare mängdning. Resultatet visade att mängdning med BIM hade en felmarginal på 2,26 % medan den manuella kalkylen hade en felmarginal på 5,90. Slutsatsen från studien är att användningen av BIM ger stora möjligheter att effektivisera och utveckla kalkylprocessen. Genom att dra nytta av de digitala verktygen kan noggrannheten, snabbheten och enkelheten i kalkylarbetet ökas. Det leder till säkrare kalkyler som i sin tur leder till minskade risker för eventuella förluster för entreprenadföretag då det finns större chans att lämna ett korrekt anbud med hjälp av BIM (Fransson, 2012).

### **3.8.2 BIM i Produktion och planering**

Underlag från projektering anses vara av bättre kvalitet och tydligare från en BIM projektering. I en standard 2D projektering planeras och styrs byggproduktionen av 2D-pappersritningar, skisser och olika typer av gantt-scheman. Det kan resultera i brister i samordning och feltolkningar av underlag som måste lösas på plats. Det i sin tur resulterar till produktionsstopp, merkostnader för lösningar på plats, fel i utförande och kompromisser när det gäller kvalitén. Med BIM kan den tiden som läggs på konflikter och missförstånd minskas med 90 procent och ÄTA arbeten för

installationsentreprenad kan halveras. Kommunikationen anses också bara bättre mellan olika aktörer på arbetsplatsen med BIM (Jongeling, 2008).

### **3.8.3 BIM kommunikation och samordning**

Ritningar som omfattar ett projekt är specifika till en viss disciplin och visar oftast projektet i plan, sektion och detalj som resulterar med att flera olika ritningar behövs tas fram för att få en komplett vy. Nackdelarna är att kvalitén på samordning blir låg och problem behöver lösas under produktion (Jongeling, 2008).

Med BIM projektering framkommer underlag i form av 3D modeller det resulterar till samordning i 3D. I nuläget finns det samordningsverktyg som möjliggör att sammanställa flera olika BIM verktyg från olika specifika disciplin till en gemensam miljö. Det resulterar i att BIM projekteringen blir relativt lätt tillgängligt även för de som inte använder CAD. Med BIM som lösning kan projekteringsledaren med hjälp av de sammanställda 3D-samgranskningsmodellerna granska projekteringen. Jämfört med traditionell samordning i 2D-projektering kan konflikter mellan olika system lättare upptäckas samt åtgärdas. Det finns dessutom möjligheter att granska samordningsmodeller med automatik, varav automatiserad kollisionskontroll är det mest vanliga och omtalande granskningssättet (Jongeling, 2008).

Jongeling undersökte fem projekt där 3D-samgranskning användes i olika utsträckningar. Samtliga som blev intervjuade är övertygande att kvalitet har blivit bättre och upplever samgranskningsprocessen mycket trevligare samt roligare. Studie visar att en projekteringsledare nämnde att framsteg och fel i projekteringen syns tydligare och det blir färre missförstånd där olika parter vill skylla på varandra. Utöver det är även revideringstiden kortare då alla förstår uppgifterna. Flera projekterings- och installationsledare upplever att de har fått ett bra hjälpmedel för kommunikationen med de som jobbar med kalkyl, planering och produktion. Studien visar att fler aktörer som använder underlag från projektering kan delta och processen blir mer integrerad (Jongeling, 2008).

I Carlström studie ses kommunikationen mellan berörda parter effektiviseras med hjälp av BIM. BIM kan även vara ett bra verktyg för att illustrera projektet för beställaren men även visualisera arbetsgången under produktionen. Karlström menar på att kommunikationen blir tydligare med BIM och därför minskas risken för

missförstånd. Med tydlig planering, förberedelser, justeringar, granskningar och förbättringar i de tidiga skeden kan ett mer förutsägbart projekt genereras (Carlström, 2013).

#### **3.8.4 BIM vid arbetsberedning**

Enligt en studie från 2015 av Redander uppstår en kommunikationsbrist mellan hantverkare och platsledningen eftersom beskrivningar och ritningar vid arbetet med arbetsberedningar, tolkas olika beroende på personen och personens erfarenheter. Tillämpandet av BIM som visualiseringsverktyg i arbetsberedningar kommer att bidra till ökad förståelse av slutprodukten eftersom BIM-modellerna ger tydligare bild av objekten som ska produceras. Den visuella delen skapar förståelse mellan olika aktörer vilket kan sänka kravet på kunskap inom de andra aktörernas områden. Dessutom bidrar den visuella bilden till ökat förståelse i de olika aktörernas sätt att arbeta och minska irritationen på arbetsplatsen vilket skulle bidra till en kvalitetshöjning (Redander, 2015).

#### **3.8.5 BIM vid besiktning**

Enligt Fagersson och Hilmerssons studie kan BIM-programvaran BIM360 Field underlätta brister och kommunikationsmissar i besiktningar. Vid traditionella besiktningar kontrollerar besiktningsmannen entreprenaden för att hitta avvikelser för att därefter föra in avvikelserna i ett protokoll som skickas till arbetsledaren på arbetsplatsen. Utifrån avvikelserna i rapporten tar arbetsledaren in underentreprenörer för åtgärd. Kommunikationsbrist kan uppstå mellan underentreprenören och arbetsledaren då arbetsledaren inte blir informerad vilken avvikelse som är åtgärdad vilket leder till brister i besiktningen. Med BIM360 Field kan besiktningsmannen skriva in fel i "issues" där det finns möjlighet att markera lokationen, beskriva felet med kommentarer och bilder samt vem som ska åtgärda felet. Efter att besiktningen är utförd är informationen tillgänglig för alla berörda parter vilket bidrar till mindre kommunikation brister mellan parterna. Vid mindre fel som åtgärdats behöver

besiktningsmannen inte vara på plats utan kan kontrollera att felet är åtgärdad genom BIM360 Field (Fagersson & Hilmersson, 2019).

### **3.8.6 APD-plan med BIM**

Enligt Gunnarsson och Gynnemos studie, tillämpas inte BIM-programvaror för att upprätta APD-planer. Det finns dock programvaror som kan koppla information till objekten för att göra en BIM-plan över arbetsplatsen. APD-plan kan även göras i 3D med SketchUp och 4D för att öka förståelsen ytterligare för arbetsplatsen. Eftersom byggarbetsplatsen är i ständig förändring bidrar 4D som är tidsaspekten till att en kontinuerlig uppdatering av arbetsplatsen sker automatiskt (Gunnarsson & Gynnemo, 2019).

Enlig en studie från 2021 utförd av Alameri och Zaaroura kan upprättandet av APD-plan effektiviseras med BIM-programvaror. I dagsläget upprättas APD-plan med programvaran Bluebeam i främst i 2D som dock kan kompletteras med 3D-modell och 4D-tidsplan. Dynamisk APD-plan i 4D kan i framtiden användas som ett planeringsverktyg och underlätta upprättandet av APD-plan i byggprocessen (Alameri & Zaaroura, 2021).

### **3.8.7 BIM vid tidsplanering**

VICO Schedule Planner möjliggör tidsplanering på timnivå med en rimlig arbetsinsats. Vico Office och framför allt Schedule Planner är en viktig pusselbit för att minimera onödigt arbete samt resurs- och inköp- och leveransproblem. I Vico Office finns det även flera funktioner som optimerar arbetet inom kalkylering, tidsplanering, inköpsplanering samt dokumentanalyser. Med Schedule Planner kan man snabbt upprätta en detaljerad tidplan kopplade till aktiviteter vilket ger mer tid att analysera och optimera tidsplanen. I kvarteret Regementsgatan Västerås kortades en redan bra tidplan från 6 veckor till 5 veckor per etapp, ca 17,5% endast genom att platsindela tidplanen samt ta bort dolda buffertar med annat som inte var möjligt med Gantt-schema. Med hjälp av de kopplade aktiviteterna och uppföljningsfunktionen går det direkt att veta vilka konsekvenser ändring i produktionstakt eller aktivitet ger hela produktionsplanen (Nolliplan, 2021).

### **3.9 Hinder och utmaningar med BIM**

Trots fördelar har Sun et al identifierat begränsningar av BIM. I rapporten från 2017 nämns 22 faktorer som försvårar implementering och de delas upp fem kategorier där teknik, personal, ledning, kostnad och juridik nämns som kategorier som begränsar implementering av BIM. I studien nämns ekonomiska kostnader som en av de största barriärerna till implementeringen. Det tillkommer kostnad för programvaran men även utbildningen för att kunna hantera programmen (Sun et al, 2017).

I studien framgår det även att det föreligger motstånd av branschen till förändring och den finns både hos ledning och personal. Motsträvan i ledning grundar sig att det inte finns tillräckligt med framgångsrika referensprojekt av BIM medan motsträvan mot BIM hos personal grundar sig i brist på kunskap kring digitala programvaror samt BIM som arbetssätt. Författarna nämner även att det råder en brist på kunskap och erfarenhet av att arbeta med BIM program och användandet begränsas av arbetsplatsens ledning då det saknas struktur och strategier för en effektiv implementering (Sun et al, 2017).

De tekniska faktorerna som framkommer i studien är BIM-verktygsrelaterade faktorer som begränsar tillämpningen av BIM, såsom ofullkomliga eller omogna BIM-programvaror, brist på standarder och protokoll. Begränsade möjligheterna för BIM-verktygen är de viktigaste faktor som begränsar dess tillämpning i branschen. I studien nämns brist på skalbarhet och stöd för fjärrsamarbete som exempel (Sun et al, 2017).

Juridiska faktorer hänvisar till de begränsande faktorer som orsakas av den omogna kontraktsmässiga och lagstiftande miljön (Sun et al, 2017).

Det finns ett visst funktionsområde mellan projektörer och personal på arbetsplatsen. Kunskapen och möjligheten finns hos projektören att placera in mängder med information i modellen men det är oklart vilken information som är nödvändig och efterfrågan är låg då flera har svårt att se de ekonomiska fördelarna. Enligt förstudien

visar det att de största fördelar med BIM tros finnas inom visualisering, mängdavgtagning där man kan plocka ut information enkelt med hjälp av en modell och även förenklad utsättning. Med visualisering ges tydligare kommunikation genom hela byggprocessen och det leder till att felen ute på arbetsplatserna minimeras och en högre kvalitet erhålls (Skanska & SBUF, 2010).

Enligt Smiths studie som handlar om globala jämförelser inom BIM krävs det nationella och globala standarder för att uppnå den effektiviteten som förutses av BIM. Smith förklarar att med hjälp av globala ledarskap kan samarbete på global och nationell nivå försäkras. Gemensamma standarder behöver komma till om BIM ska nå sin fulla potential och bli framtiden av internationella projekt. Smith poängterar även att det är viktigt med utbildningen i BIM ledarskap och samordning likaväl som i BIM program. I studien beskrivs det en gemensam och kritisk faktor till lyckad implementering av BIM är nationellt stöd och samordning. Med hjälp av nationellt ledarskap kan man maximera effektiviseringar och undvika problem med negativa inställningar mot BIM. Smith förklarar vidare att det nationella ledarskapet ska vara dominerade av statliga enheter tillsammans med stöd av de största aktörerna inom byggsektorn. I länder där BIM har haft mest framgång har statliga enheter ställt krav som har lett till att stora byggnads aktörer har i princip varit tvungna börja implementera BIM ifall fortsatt samarbete ska erhållas (Smith, 2014).



## 4. Empiri

### 4.1 Djupintervjuer

#### 4.1.1 Projektinformation och frågeställning

Företag	Yrkesroll
Skanska	Digital Ledare
NCC	VDC-specialist
Peab	BIM-samordnare
Serneke	VDC-specialist
Tornstaden	Avdelningschef
NIMAB	Arbetschef
Veidekke	Platschef

#### 4.1.2 Skanska

Skanska är ett av Sveriges ledande bygg- och projektutvecklingsföretag och grundades 1887 i Malmö. Skanska finns i tio länder i Europa och är även verksamma i USA. Medarbetarna uppgår till (9200) Sverige och 32 500 (34 800) totalt i hela Skanska-koncernen. Intäkterna uppgår till 42 (41) miljarder SEK i Sverige och 159 (177) miljarder kronor totalt. Skanskas kärnverksamhet i Sverige består av att utveckla, bygga och underhålla den fysiska miljön som vi lever i. Skanskas huvudfokus är att skapa hållbara lösningar och att vara ledande inom kvalitet, grönt byggande, arbetsmiljö och etik. Verksamheten är uppdelad i bygg- och anläggning, bostadsutveckling och kommersiell fastighetsutveckling (Skanska, 2021).

#### Vad är BIM?

BIM är ett begrepp som samlar väldigt många funktioner under samma namn där det centrala är att man skapar information utifrån det som skapas under projekteringen. BIM

är inte en produkt utan ett är ett begrepp som främst handlar om information. Det innebär att produktion måste kunna nyttja informationen på ett enkelt och effektivt sätt. Information måste ska skapas vid rätt tillfälle, kunna förädlas och förvaltas för att även kunna tillämpas i produktions- och förvaltningsskedet.

### **Hur tillämpas BIM hos Skanska i produktionen och i vilka delprocesser används det?**

Det handlar främst om att få rätt information vid rätt tillfälle. Exempelvis kan det i ett projekt- eller produktionskedet behövas 3D-modeller med dess information för att utföra mängdavgivning för en viss del av byggnaden, våningsplan eller liknande. Syftet är då att få in rätt information som är intressant för produktionen, exempelvis brandklass, ljudklass, karm typ och bredd, antal fönster av en viss typ i en byggnad eller byggnadsdel, fönstrets dimensioner etcetera. Det mest centrala är positionering av objekt för kommande produktion vilket kräver input av produktionen tidigt i projekteringen. Det kan vara hur ett hus ska byggas, hur huset ska delas, vilka etapper ska finnas och hur etapperna ska namnges. Det viktigaste är inte kvantiteten av information, utan projekteringen bör skapa kvalitativ information för produktionen som kan nyttjas vid byggandet.

### **Hur har Skanskas produktionsprocess effektiviserats med BIM och vilka problem skulle uppstå om Skanska slutade tillämpa det?**

Effektivisering som har skett är att det inte behöver projekteras ritningar och ritningsdetaljer för hand, utan allt kan ske genom BIM-modeller. Ritningar kan vara väldigt komplexa och svåra om det skulle ritas för hand. Dessutom är ritningarna dynamiska och kan ändras efterhand vid behov i BIM-modellen vilket kanske inte är möjligt vid handritning. BIM bidrar till väldigt mycket mindre pappersförbrukning, samt drönarskanning av byggområdet för att ta ut mängder av materialspill. Med drönarskanning kan materialet mätas, kategoriseras och följa genom BIM-modeller på datorn.

Som exempel på lösning av ett problem med BIM-modeller i produktion finns ett väldigt komplicerat projekt, som pågick i Kungsbacka. Problemet var att det endast för grundsockel i källaren krävdes 27 små detaljlösningar eftersom det var så olika snitt på

olika ställen. Medarbetarna på produktionen hade svårt att tolka informationen på ritningarna på grund av dess komplexitet. Lösning blev att ta BIM-modellen till arbetsplatsen och se i den i jämförelse med var snitten var tagna. Då medarbetarna på produktionen själva kunde skära i modellen och se var i modellen snitten var tagna blev det genast mycket enklare att lösa problemet.

### **Hur ser Skanskas erfarenhet av BIM ut i produktionsprocessen?**

Sedan sex år tillbaka har Skanska succesivt försökt tillämpa BIM mer i produktionen men sedan ett och ett halvt år tillbaka har produktionen efterfrågat saker som de själva anser är viktiga att veta från BIM-modeller. En stor faktor till att användningen av BIM i produktion har ökat beror på pandemin som råder vilket har bidragit till att flertal byggföretag i Sverige har blivit negativt påverkade ekonomiskt. Att effektivisera sina processer i produktionen med BIM och samtidigt skära ned på kostnaderna har varit byggföretagens respons för att återhämta sig.

### **Vilka programvaror används främst?**

Som projekteringsvara används främst Revit medan informationsfördelningen sker genom BIM360 där underentreprenörer kan med hjälp av BIM360 skapa checklistor och monteringsanvisningar osv. Även Dalux och DRofus kan användas för informationsfördelning som BIM360, men eftersom Skanska är en stor partner av Autodesk nyttjas plattformen BIM360. Solibri används för mängdavgivning och kollisionskontroll och Navisworks för 4D-simuleringar för att se var man befinner sig i bygget vid ett visst skede. Navisworks är ett väldigt användbart verktyg på arbetsplatsen för de som är på arbetsplatsen temporärt, som underentreprenörer då dessa kan se var man befinner sig i bygget vid en viss tidpunkt. Storyboard-konceptet har lanserats för knappt två år sen där ögonblicksbild ur modellerna tas vid olika tillfällen med syftet att planera i vilket skede man ska befinna sig i bygget vid en viss tidpunkt. Det underlättar för såväl den övergripande- som rullande planeringen.

### **Tillämpas BIM i alla projekt oavsett storlek/kostnad/typ?**

Budgeten spelar en viss roll men målet är att försöka implementera det i alla projekt efter behov. I vissa småhusprojekt som enplans- eller tvåplansvillor är det inte alltid BIM behövs. Det finns inget pristak för när BIM ska tillämpas.

### **Hur långt har Skanska kommit och hur ser framtiden av BIM ut i produktion?**

Produktionsprocessen är i implementeringsstadiet inom BIM och det är där det behöver och kommer att satsas mest. Detta då erfarenheten av BIM-tillämpning inom produktion inte är så stor och förbättringar behövs för att ta utvecklingen framåt. Dessutom är produktionen vana vid att arbeta med fysiska ritningar och vill inte gärna förändra det som fungerar.

### **Vilka hinder har Skanska stött på och hur har hindren övervunnits? Ge gärna konkret exempel.**

Det finns fyra stora hinder enligt nedan:

- 1.** Motsträvan mot tekniken. Medarbetare som inte är intresserade av att använda BIM och behöver övertygas om att detta är ett bättre och effektivare metod än det traditionella.
- 2.** Att få uppkopplingarna att fungera för att kunna använda de digitala tjänsterna som BIM erbjuder. Framst gäller det vid arbete under jord som källare eller parkeringshus. Lösningen har varit att synka modeller eller liknande från kontoret för att lokalt kan ladda ner de i surfplattor eller mobiler, och använda de på arbetsplatserna för anteckningar eller checklistor etcetera. Väl tillbaka på kontoret så synkar det automatisk igen så att alla får informationen.
- 3.** Vilken eller vad är relevant information?  
Det finns mängder information som inte är intressant som behöver skalas av så att endast rätt information lagras och utnyttjas effektivt. Vid stora och komplexa projekt kan dagens surfplattor ha svårt att manövrera i en 3D-miljö på skärmen på grund av den stora mängden information.

4. Datorkraft och IT-kostnader måste vägas upp för nackdelar och fördelar där dagens datorer har svårt att klara av all information från modeller och att byta ut en hel flotta av datorer för att dessa inte kan hantera modeller är i sig är ganska kostnad.

#### **Hur är inställning mot BIM? Arbetar alla mot samma mål?**

Sverige är relativt stort land och Skanska är ett gigantiskt företag som har samarbetspartners runtom i Europa och USA som har sina egna lösningar och idéer. Det svåraste för alla att dra åt samma håll är standardisering som är oerhört svårt att tillämpa. I dagsläget finns det i stort sett två format som är helt öppna och dessa är DWG och IFC som används av alla i branschen. IFC är för 3D-underlag och DWG är för 2D-underlag medan PDF användas av alla. Det blir svårt med standardisering när alla arbetar åt olika håll.

#### **Får medarbetarna i Skanska regelbunden utbildning internt eller krävs det mer utbildning?**

Interna utbildningar erbjuds efter behov och oftast kommer förfrågan från själva medarbetarna. Introduktionsutbildning initieras för nya medarbetare men har i dagsläget inte varit möjligt att hålla på grund av pandemin som råder. Under de interna utbildningarna introduceras de olika programvarorna där medarbetarna får en kortfattad utbildning om hur programvarorna fungerar. Det finns även möjlighet för medarbetarna att anmäla sig till fördjupade utbildningar inom BIM.

#### **Hur ser Skanska på fullständig implementering av BIM och vilka hinder och utmaningar anses motverka implementeringen?**

BEAst står för ”Byggbranschens Elektroniska Affärsstandard” är en ideell förening som i Kooperation med nordiska och internationella föreningar tar fram gemensamma och standarder och arbetssätt för digital kommunikation. Där får företag och dess medarbetare utbildning som *effektivare granskning 2.0* där granskningen sker i *Bluebeam Revu*. Det är en programvara för att lägga olika markeringar i samma dokument så att alla inte sitter med varsin kopia av alla noterna av ritningar som ska granskas inför ett bygge. Det är ett samarbete mellan NCC, Veidekke, JM, PEAB och Skanska med flera som har gjort det att

möjligt att arbetet sker på samma sätt inom de stora byggkoncernföretagen. BEAst arbetar även med standarder för modeller i byggprocessens tidiga skeden, som att ta fram standarder för hur arkitekter ska skapa förslag och systemhandlingar. Det skulle behövas ett nationellt lagkrav för att tillämpningen av BIM ska vara fullständigt. Då skulle det bli som i Norge och Finland där det ställs krav på BIM i offentliga upphandlingar.

### **4.1.3 Veidekke**

Veidekke grundades 1936 i Norge och är Skandinavians fjärde största bygg- och anläggningsföretag samt en av de största aktörerna i den svenska byggindustrin. I Sverige etablerades Veidekke 43 år senare och räknas idag till en av de största aktörerna i den svenska byggindustrin. Veidekke Sverige innefattar även tre dotterbolag som heter Arcona, BRA och Veitech som har sin expertis inom entreprenad, fastighetsutveckling, installationer med flera. Veidekke värnar om sund byggbransch och tar stort ansvar gällande hållbart byggande och socialt ansvar (Veidekke, 2018).

#### **Vad är BIM?**

Building information modell, BIM, kallas på Veidekke för Virtuellt Design Construction, VDC. Med VDC arbetar man virtuella modeller, BIM, och visualisering med smarta verktyg. VDC handlar om att använda teknik och digitala verktyg för att tillsammans ta fram, utveckla och arbeta efter processer som bidrar till att nå Veidekkes och kundens mål.

#### **Hur tillämpas BIM hos Veidekke i produktionen och i vilka delprocesser används det?**

I produktionen används Dalux som är programvara där samtliga handlingar i projektet insamlas tillsammans med en exakt modell. De integrerade handlingarna förs därefter in i mobiler eller surfplattor ute på byggarbetsplatsen för att ta fram mått, information om byggnaden eller en viss del av byggnaden. Dalux används även för avvikelshantering genom att man i modellen kan se hur det är tänkt att se ut på byggarbetsplatsen, under pågående produktion, och snabbt notera avvikelse om verkligheten inte stämmer överens

med modellen. Eventuell avvikelse skickas då till berörd entreprenör för hantering av åtgärder. Modellerna tas fram löpande under projektering och används för att göra kollisionskontroller i Solibri. När projekteringen är avslutad används modellen som informationsunderlag till produktionskalkyl.

### **Hur har Veidekke produktionsprocess effektiviserats med BIM och vilka problem skulle uppstå om Veidekke slutade tillämpa det?**

Allt eftersom tekniska hjälpmedel appliceras i produktionen så förändras Veidekkes arbetssätt i syfte att effektivisera, kvalitetssäkra, kostnadseffektivera samt implementera säkrare produktion etcetera. Om Veidekke skulle sluta tillämpa BIM hade möjligheterna till att förbättra processerna under produktion varit begränsade. Dock är det viktigt att tillämpa rätt tekniska hjälpmedel eftersom alla inte bidrar till förbättringar.

### **Hur ser Veidekkes erfarenhet av BIM ut i produktion?**

Veidekke har kommit väldigt långt och är bland de första inom Sverige som började tillämpa BIM vilket har resulterat att man har väldigt mycket erfarenhet och kompetens inom ämnet BIM.

### **Vilka programvaror använda främst?**

Ute i produktion används främst Dalux för dokument- och avvikelsehantering samt Solibri för att förenkla installationssamordningen.

### **Används BIM i alla projekt oavsett storlek/kostnad/typ?**

Vårt mål är att tillämpa BIM inom alla projekt avsett storlek och kostnad. Dock beror det på typen av projektet men det existerar inget kostnadstak eller projektstorlek som krav. Dock behövs inte alltid BIM i alla projekt som vid produktion av en- och tvåplansvillor.

### **Hur långt har Veidekke kommit och hur ser framtiden av BIM ut i produktion?**

Veidekke har kommit en bra bit på vägen och börjar få in funktioner som kan appliceras till rutiner och effektiva arbetssätt. Det finns såklart mer att hämta inom BIM men det är av yttersta vikt att det implementeras smart och att man inte skapar för stora förändringar inför varje nystartat projekt.

### **Vilka hinder har Veidekke stött på och hur har Veidekke övervunnit dessa? Gärna konkret exempel om det är möjligt.**

Största hindren har varit applikationer som har tvingats in i produktion utan ett direkt behov bara för att man vill digitalisera. Kontentan blir då att det helt enkelt inte används och resulterar i mängder med bortkastade pengar.

### **Får medarbetarna i Veidekke regelbunden utbildning internt eller krävs det mer utbildning?**

Det finns interna utbildningar inom Veidekke som kan utnyttjas. Dock är det upp till varje medarbetare att vara aktiv och söka sig till dessa utbildningar.

### **Hur är inställningen mot BIM? Arbetar alla mot samma mål?**

Som helhet positiv sålänge man kan se nyttan med det, men det finns alltid individer som är emot förändring och inte har tålamod med nya arbetssätt. Dessa behöver motiveras och övertygas om fördelarna med BIM men alltmer pekar på att majoriteten börjar inse fördelarna som BIM tillför byggindustrin.

### **Hur ser Veidekke på fullständig implementering av BIM och vilka hinder och utmaningar anses motverka implementeringen?**

Även om implementeringen av BIM succesivt ökar och utvecklingen inom byggbranschen går mot ständig digitalisering, främst inom produktion där det finns mest utrymme för utveckling, är fullständig implementering svår att uppnå. Implementeringen kommer självklart att öka om det skulle införas nationellt lagkrav som tvingar företag att tillämpa BIM men att det sker är osannolikt. En fullständig implementering är för mig när vi har



robotar som kan översätta informationen i modellerna och utföra det praktiskt. Med det sagt så kommer implementeringen av BIM i framtiden med stor sannolikhet att öka drastiskt, men det är svårt att uppskatta omfattningen.

#### **4.1.4 NIMAB**

NIMAB grundades 1985 i Sjöbo och har en central roll i södra Skåne Sverige. NIMAB uppdelades 2008 i tre dotterbolag med olika inriktningar och dessa är NIMAB Entreprenad, NIMAB Support och NIMAB Anläggning. NIMAB blev 2011 en del av den internationellt ledande bygg- och anläggningskoncernen STRABAG med målet att vidareutveckla verksamheten i Skandinavien och bli en av de viktigaste aktörerna i Sverige. Under 2014 avvecklades NIMAB:s anläggningsverksamhet helt för att bedrivas under varumärket ZUBLIN Scandinavia AB. NIMAB är medlemmar i Byggföretagen och värnar om säkra arbetsplatser, god affärsetik och kvalitet i byggandet (NIMAB, 2021).

#### **Vad är BIM?**

BIM, building information modellering, är samordning av krockar i en projektering eller installationer. Att genom Solibri kontrollera så att installationerna inte krockar med varandra det vill säga kollision- eller krockkontroll.

#### **Hur tillämpas BIM hos NIMAB i produktionen och i vilka delprocesser används det?**

Nimab anställer projektörer som gör ritningar innan produktionen inom VVS, arkitekter och konstruktörer med flera. Vico Office används vid kontroll av mängder, Solibri för att kontrollera hur byggdelar är uppbyggt och sitter ihop i 3D-modeller.

#### **Hur har NIMAB:s produktionsprocess effektiviserats med BIM och vilka problem skulle uppstå om NIMAB slutade tillämpa det?**

Det som är effektivt med BIM är krockarkontrollen genom Solibri som underlättar installationen. Hade inte den möjligheten funnits hade det gjort det svårt och risken för

byggfel och kommunikationsbrist hade ökat. Utan kollisionskontroll hade man behövt lösa mycket mer på plats vilket hade varit tidskrävande och ineffektivt.

### **Hur ser NIMAB:s erfarenhet av BIM ut i produktion?**

NIMAB har tillämpat BIM genom externa projektörer i ungefär 10 år och har ganska mycket erfarenhet inom det.

### **Vilka programvaror använda främst?**

Solibri använder vi för det mesta.

### **Används BIM i alla projekt oavsett storlek/kostnad/typ?**

NIMAB tillämpar alltid BIM genom att utföra kollisionskontroll i Solibri oavsett projektets storlek, typ eller kostnad.

### **Hur långt har NIMAB kommit och hur ser framtiden av BIM ut i produktion?**

Ett bra tips är att man ritat 3D-modellerna så att det är möjligt att se alla skikten och allt som ingår i skikten under projekteringen, som rätt mängd, dimensioner och typ. Det kommer att göra det lättare för produktionen att ta ut mängder.

### **Vilka hinder har NIMAB stött på och hur har NIMAB övervunnit dessa? Gärna konkret exempel om det är möjligt.**

Hindren beror främst på konservatismen inom byggbranschen. Äldre medarbetare vill inte så gärna tillämpa BIM medan yngre och nya som kommer in ser stora möjligheter med tillämpningen av BIM.

### **Får medarbetarna i NIMAB regelbunden utbildning internt eller krävs det mer utbildning?**

Det är behovsanpassat i och med att vi anlitar externa projektörer som utför arbetet under projekteringen.

### **Hur är inställningen mot BIM? Arbetar alla mot samma mål?**

Inställningen är positiv som helhet. Även om äldre personal oftast inte vill jobba med det själva så ser de nyttan med det.

### **Hur ser NIMAB på fullständig implementering av BIM och vilka hinder och utmaningar anses motverka implementeringen?**

I Sverige kommer det att ta väldigt lång tid innan fullständig implementering av BIM sker. Om det skulle komma nationellt lagkrav på tillämpningen av BIM i offentliga upphandlingar skulle det självklart öka tillämpningen av BIM eftersom byggföretag hade varit tvungna att tillämpa det.

#### **4.1.5 NCC**

*Nordic Construction Company, NCC*, bildades 1989 och är en av ledande företagen i Norden. Verksamheten omfattar kommersiell fastighetsutveckling, bygg- och infrastrukturprojekt samt produktion av asfalt och stenmaterial. NCC tillämpar digitalt byggande i form av Virtual Design Construction, VDC, där BIM är inkluderad. NCC hade 2020 en omsättning på 54 miljarder SEK samt 14 500 anställda (NCC, 2021).

### **Vad är BIM?**

BIM:s främsta syfte är information och data. Även om det BIM kännetecknas av 3D-modeller och visualisering är det allra viktigaste informationen som kan genereras ur modellerna.

### **Hur tillämpas BIM hos NCC i produktionen och i vilka delprocesser används det?**

Främst används BIM i projekterings och planeringsfasen. På NCC är det mer en helhets process som kallas VDC som BIM är en stor del av. Men BIM som arbetssätt används vid kollisionskontroller, mot kalkyl och även som kommunikationsverktyg. Digital programvara används även på arbetsplatsen för att ha tillgång till modeller ute i produktionen och för att kunna skicka ritningar mellan produktionspersonalen. Även besiktningar och skyddsronder digitalt. I vissa projekt upprättas även APD-planer med hjälp av BIM med mycket detaljer.

### **Hur har NCC:s produktionsprocess effektiviserats med BIM och vilka problem skulle uppstå om NCC slutade tillämpa det?**

NCC tar fram ritningar från en 3D-modell vilket gör att flertalet handlingar utgår ifrån 3D- modellen. Ett stort problem skulle vara att utföra kollisionskontroller. Traditionellt hade det behövts en utskrift av ritningarna och leta i dessa för att hitta kollisioner och krockar, medan BIM möjliggör kollisionskontroller på ett fåtal minuter. Samtidigt så är det mycket information som kan lagras i en modell och inte minst det visuella. När det kommer till olika BIM-verktyg kan det spara in på arbetsledare och tidsplanering blir underlättas med digital post it lappar. Allt spring mellan bodar för att leta ritningar har underlättats eftersom allt kan genereras och lagras allt i en surfplatta eller mobil. Vid mängdning låter kan 3D-modellen vara informationsbärande där man minskar dels minskar materialspill men speciellt tid där man har detaljerade byggdelar görs med hjälp med BIM modellen.

### **Hur ser NCC:s erfarenhet av BIM ut i produktion?**

NCC har jobbat med BIM över en längre tid.

### **Vilka programvaror används främst?**

Fokus hos NCC ligger främst på leveransen. Egentligen spelar inte programvaran någon roll utan det viktiga är att vi ska få en tydlig och genomarbetad IFC-fil. Det viktiga är arbetsprocesserna oavsett programvaror och därför fokuserar ligger störst fokus på VDC. De programvaror som används vid leveranser är bland annat Solibri för kollisionskontroll, Simple BIM Ultra för mängdning och SimpleBIM fullversion som kan manipulerar och splittra modellen. Andra programvaror som användas är BIMCollab,

Dalux och Congrid. Det går mer och mer mot målbaserade programvaror som fungerar som databaser där en sådan programvara är BIMmine.

### **Tillämpas BIM i alla projekt oavsett storlek/kostnad/typ?**

Alla projekt över 50 miljoner ska arbetas med VDC som BIM är en del av. Men det kan se olika ut för olika avdelningar. Det beror på kostnaden och på vad som ska göras.

### **Hur långt har NCC kommit och hur ser framtiden av BIM ut i produktion?**

NCC har kommit en ganska långt i dagsläget och känner sig säkra på den interna kunskapen om BIM inom organisationen. Framtiden ser ljus ut för BIM, digitalisering ökar runt om i världen och byggföretagen kommer behöva jobba digitalt för att överleva. Projekten måste gå snabbare, man vill ha mer kontroll på all data och erfarenhetsåterföring måste ligga loggad. Men det finns ett slags arbetssätt som måste knäckas och det är där NCC befinner sig i dagsläget. Det har varit mycket tester och visioner men det är nu det blir möjligt eftersom kunskapen och erfarenheten gör det möjligt att veta vad som behöver göras. Det behövs standardiserad samt strukturerad information och det är där resurser måste läggas för att lösa det.

### **Vilka hinder har NCC stött på och hur har NCC övervunnit dessa? Gärna konkret exempel om det är möjligt.**

Det existerar alltid utmaningar och hinder vid förändring och det finns ingen möjlighet att undvika dessa vid implementering av BIM. Ett hinder är att validera modeller så att rätt information, rätt värden och rätt byggdelar tillhandahålls. Validering av modeller kritiskt då utvecklingen går mot databaser och datadrivet. Alla små detaljer som inte har varit viktiga förut är väsentliga för att leverera en BIM-modell.

### **Får medarbetarna i NCC regelbunden utbildning internt eller krävs det mer utbildning?**

Utbildningen erbjuds där det behövs i bland annat VDC-ledning och VDC-samordning. Det finns även möjlighet för medarbetare för utbildning inom building service för modellhantering och projektanpassade utbildningar.

### **Hur är inställningen mot BIM? Arbetar alla mot samma mål?**

Även om det uppstår friktioner och motsättning är samtliga inom NCC införstådda att BIM är vad målet i dagsläget och framtiden. NCC har som vision att utveckla implementering av BIM i såväl projektering- som produktionsprocessen.

### **Hur ser NCC på fullständig implementering av BIM och vilka hinder och utmaningar anses motverka implementeringen?**

Ett stort och bra beslut är om staten hade begärt BIM i deras statliga fastighetsbolag och vid offentliga upphandlingar. Det krävs även standarder som visar hur informationen ska vara strukturerad. Det krävs att BIM inte ses som endast en modell utan som ett arbetssätt som är informationsbärande.

Utbildning inom BIM kan även vara en viktig punkt för framtida generationer att få insikt och förståelse. I dagsläget ges inte utbildningar i den utsträckningen som behövs på universitet och högskolor men det kommer troligtvis i framtiden.

#### **4.1.6 Serneke**

Serneke, grundat 2002, av Ola Serneke är en byggkoncern som är verksam inom entreprenad, projektutveckling och bostadsutveckling. Serneke, med huvudkontor i Göteborg, har 18 kontor i Sverige och ungefär 1100 anställda. Serneke är ett av Sveriges mest innovativa och nytänkande byggkoncern med visionen att bygga och utveckla hållbara samhällen för framtida generationer. Serneke har en omsättning på 6,17 miljarder kronor (2019) och har som målsättning att etablera sig som en ledande internationell aktör inom byggindustrin (Serneke, 2021).

## **Vad är BIM?**

BIM har från *Building information modelling* har mer eller mindre gått över till *building information management*. Serneke lägger mycket fokus på VDC- processen som helhet men BIM är en väldigt viktig del i det. Det är själva I:et i BIM som är det viktigaste, medan resten är enbart 3D-modellering. Modellen ska vara informationsbärande för att det ska klassas som BIM.

## **Hur tillämpas BIM hos Serneke i produktionen och i vilka delprocesser används det?**

I Serneke ser det annorlunda ut i olika delar av landet. Företaget jobbar i olika regioner och varje region har kommit olika långt. I projektering tillämpas VDC med BIM till störst grad men i vissa projekt tillämpas det även i produktionen. Det beror på hur pass informationsbärande modellen från projektering är. Sektionerna i öst och norr arbetar med att kravställa BIM-manualer så att projekteringen tar hänsyn framställer information efter produktionens behov och möjligheter från start. Informationen måste vara kvalitativt och uppfylla ett syfte i produktionen. På så sätt kan man sortera, filtrera och ta ut mängder.

## **Hur har Sernekes produktionsprocess effektiviserats med BIM och vilka problem skulle uppstå om Serneke slutade tillämpa det?**

Det ser annorlunda ut från projekt till projekt. I mindre projekt är det inte alltid lönsamt att tillämpa BIM och lagra information annat än väldigt grundläggande. Det finns en startsträcka för flera i produktionsledet för att kunna använda BIM på ett effektivt sätt.

## **Hur ser Sernekes erfarenhet av BIM ut i produktion?**

Respondenten har varit anställd hos Serneke sedan 2016 och har jobbat med VDC fullt ut sedan dess. Det har tagit fart de senaste åren och utveckling sker i en snabb takt. Byggbranschen konservativ bransch då aktörerna inte vill vara först och satsa stora pengar på något nytt, men i dagsläget finns det en tydlig och målinriktad strategi med BIM och man ser en stor utvecklingspotential i framtiden.

### **Vilka programvaror använda främst?**

Serneke har flertal pågående pilotprojekt för att främst testa integrerade helhetsplattformar som kan användas som fildatabas kopplade till olika typer av funktioner, statistiska moduler och fältverktyg. Dalux som ger en översiktlig bild på ett projekt och dess processer har använts i ett testprojekt. En annan plattform är Gsite som är ett relativt projektstyrningsverktyg vi delvis varit med att utveckla tillsammans med MagiCAD. Det är en projektplattform innehållande olika moduler tillämpliga i olika skeden av projekten från anbud, projektering och produktion till överlämning av slutprodukt till beställaren. Vid besiktningar har Eye kontroll använts för att underlätta kommunikationen mellan besiktningsman, arbetsledare och underentreprenör.

### **Används BIM i alla projekt oavsett storlek/kostnad/typ**

BIM används bara i ett fåtal projekt. Men främst är det i stora projekt med stora volymer att hantera.

### **Hur långt har Serneke kommit och hur ser framtiden av BIM ut i produktion?**

Det finns mycket information som kan lagras i en modell men det viktiga är hur informationen används i efterföljande processer.

Serneke har kommit långt i sin tillämpning av BIM inom projektering, men det finns även behov av att implementera BIM i produktion. Serneke är fortfarande i en utvecklingsprocess av BIM inom produktion och försöker ta fram en process utifrån ställda krav och implementera lämpliga programvaror. Det är meningslöst att man projekterar en genomtänkt modell med information för att i efterföljande produktion inte kunna tillämpa informationen. Utöver produktion kan BIM även behövas i förvaltningsskedet för bland annat drift och underhåll. Förvaltningsskedet ligger i efterhand kunskapsmässigt angående inom BIM och dess tillämpning. Beställaren vet inte alltid vad man ska krävställa och vet inte varför de ska ha en BIM-modell men inom en snar framtid kan BIM, med stor sannolikhet bli en självklarhet för alla.



### **Vilka hinder har Serneke stött på och hur har Serneke övervunnit dessa? Gärna konkret exempel om det är möjligt.**

Det är ett ständigt arbete att övervinna hindren. Ett av hindren är användningen av digitala verktyg. För nyare generationer är det inga konstigheter men samarbetet mellan den äldre generationen och den yngre kan det bli problematiskt eftersom dess har olika tankar och erfarenheter. Alla människor är olika och alla behöver rätt utbildning för att utföra sina uppgifter. Man behöver hitta och sätta en nivå från början. Det krävs en slags nivå och erfarenhet av projektledning för att veta vilken nivå samt vilket krav som behöver ställas.

### **Får medarbetarna i Serneke regelbunden utbildning internt eller krävs det mer utbildning?**

Det krävs mer utbildning och det är något Serneke håller på att utveckla. Men det är viktigt att få in utbildningen på ett sätt som funkar i praktiken. I produktionen är det högt tempo och ibland kan det vara svårt att hänga med. Det behöver vara fokuserat och centrerad på just vad varje roll behöver kunna för att man ska kunna hinna med att utbilda.

### **Hur är inställningen mot BIM? Arbetar alla mot samma mål?**

Förut har det varit lite motstånd men det är nu man ser riktigt skillnad i inställning mot implementering av BIM. Det är positivt inställningar och de flest är övertygade vad målet är. Det är utbildningen som är viktig då digitala verktyg inte är lätthanterat för alla.

### **Hur ser Serneke på fullständig implementering av BIM och vilka hinder och utmaningar anses motverka implementeringen?**

För att BIM ska implementeras fullt ut i produktion behövs det en BIM-manual som standardiserar produktionsprocessen och ställer krav på hur samtliga aktörer ska arbeta med BIM. Det kommer bidra till att alla aktörer vet vad som gäller och vad som förväntas av de. Men tekniken utvecklas fort och därför kan synen på BIM se väldigt annorlunda ut hur några år. Samarbetet mellan projektering och produktion behöver förbättras också. I

stället för att arbeta som två separerade enheter behövs ett mer enhetligt samarbete. Projekteringen bör ta fram BIM-modeller med information utifrån produktionens behov och möjligheter. Det finns mängder med onödigt information från projektering som produktionen inte har behov av vilket gör informationen meningslös

#### **4.1.7 PEAB**

Peab grundades 1959 och är ett av Nordens ledande bygg- och anläggningsföretag. Förutom bygg- och anläggning är Peab även verksamma inom industri och bostadsutveckling. Peab består av 16 000 medarbetare inom Norden och omsätter 57 miljarder kronor. Peab vill bidra till innovation, teknisk utveckling och kreativa lösningar som gynnar hela byggbranschen och den ekonomiska utvecklingen i samhället (PEAB, 2021).

#### **Vad är BIM**

BIM är ett informationsflöde i ett projekt. I ett byggprojekt är det viktigt att informationen är obrutet där en 3D-modell ska vara informationsbärande. I ett projekt har man en 3D-modell som informationskälla som alltid kan användas för olika syften. I dags går begreppet BIM från 3D-modellering mot digital teknik och digital information.

#### **Hur tillämpas BIM hos PEAB i produktionen och i vilka delprocesser används det?**

Det ser olika ut. Framför allt tas integrerad 3D-modell ut till arbetsplatsen där installationer av olika sorter är sammanslagen i 3D-modellen. Modellen finns tillgänglig på platskontoren och kan användas för arbetsberedningar eller förberedelse för olika moment. I vissa projekt finns det även tillgång till modellen ute på bygget där man kan använda modellen som stöd för komplexa moment där produktionen behöver själva se in i modellen och jämföra med byggnaden. Det gäller för UE, hantverkare eller arbetsledare samt andra lämplig produktionspersonal. Till modellen kan man även koppla olika avvikelser, ärenden och svar. Ett stort användningsområde för BIM är vid mängdavgivning. BIM används till viss del även vid mängdavgivningar avrop, inköps- och

logistikplanering samt tidsplanering med 4D-projektering. I en del projekt används BIM för upprättande av APD-plan och i VR för att kliva in i modellen och undersöka.

### **Hur har PEAB:s produktionsprocess effektiviserats med BIM och vilka problem skulle uppstå om PEAB slutade tillämpa det?**

Med 3D-modell kan kalkyleringen av mängder mer precisa och noggranna vilket underlättar när det ska lämnas offerter till UE. Med en informationsbärande modell sparas tid och fokus kan läggas mer på att lämna ett bra anbud i stället för att lägga ner tid på beräkning av mängder. Det resulterar i fler och bättre anbud från UE. Mängdning med 3D-modell är en effektivare metod än mängdning med 2D-ritning. Med APD-plan i 3D-modell läggs det till en ytterligare dimension där man upplever visuella fördelar. Med 4D simulering uppnås en effektivare produktionsordning och ett annorlunda byggnadssätt eftersom tidsaspekten läggs till i 3D-modellen.

### **Hur ser PEAB:s erfarenhet av BIM ut i produktion?**

På PEAB har det funnits en stor samlad kompetens under en längre tid. PEAB är en av Sveriges största byggkoncerner och vill alltid vara i ledningen av digitalisering inom byggindustrin. Respondenten har varit anställd på PEAB i nio år och har under den tiden använt BIM i de flesta projekten.

### **Vilka programvaror används främst?**

Solibri är ett av de vanligaste och mest använda i samtliga projekt där BIM tillämpas. Ett annat program som används är Dalux som möjliggör att ta med modellen och dess information på surfplattor och mobiler ut på arbetsplatsen. Vid simulering används ibland Synchro och vid andra tillfällen Navisworks. Ett annan intressant programvara är Powerprojekt som ger möjlighet att placera in en 3D-modell och koppla aktiviteter i tidsplan till olika objekt i modellen. Vid VR i produktionen används främst BIMexplorer och Iris VR. Vid mängdavgivning och kollisionskontroll används främst Solibri.

### **Tillämpas BIM i alla projekt oavsett storlek/kostnad/typ?**

Ett grundkrav är att alla totalentreprenader över 30 miljoner ska använda sig av 3D-projektering, 3D-samgranskning och en 3D-modell ska finnas tillgänglig på produktionen. Utöver är det upp till projekten att göra ett beslut utifrån behov, intresse och kompetens.

### **Hur långt har Peab kommit och hur ser framtiden av BIM ut i produktion?**

PEAB har kommit en bra bit. I projekt där man kan gör BIM 360 och Dalux i produktionen har man kommit långt. På företaget arbetar man med digitala arbetssätt och exempelvis används inga pappersritningar eller pappersblanketter vid skyddsronder. I de projekt där BIM inte tillämpas använder man fortfarande traditionellt arbetssätt. Peab är i stadie där man testat olika lösningar men när man har fått allting på plats och gjort ett systemval kommer det gå väldigt lätt att tillämpa det i samtliga projekt. I framtiden ser PEAB att man jobbar utan 2D-ritning utan bygga efter 3D-modellen. PEAB tror att BIM kommer bli en självklarhet i framtiden. I nuläget arbetar nästan alla företag med 3D-modeller av något där vissa är mer omfattande medans andra enkla. I nuläget är 2D-ritningar kvar eftersom det är juridiska handlingar som gäller vid byggande och även traditioner men när det ändras kommer det bli ännu vanligare att jobba med 3D-modeller. Respondenten tror att i framtiden kommer man hämta all information från 3D-modell men även generellt kommer hela branschen vara mer digitaliserad.

### **Vilka hinder har Peab stött på och hur har Peab övervunnit dessa? Gärna ett konkret exempel om det är möjligt.**

Ett allmänt hinder inom branschen är att allting är projektbaserat. Varje projekt måste bära sina egna kostnader och generera en vinst. Det innebär att alla investeringar man gör behöver vara lönsamma som resulterar i att man vill investera i dessa digitala lösningar. Ett annat problem som uppstår är uppkopplingen på arbetsplatsen. I vissa tillfällen håller inte tekniken och man får en långsam uppkoppling.

### **Får medarbetarna i Peab regelbunden utbildning internet eller krävs det mer utbildning?**

Peab erbjuder internutbildningar inom området där man får en ganska bred ingångkunskap om både projektering och produktionen. Utbildningar ges vid projektstart och även spontant vid intresse.

### **Hur är inställningen mot BIM? Arbetar alla mot samma mål?**

Det uppstår alltid friktioner när det kommer till ny teknik. Det finns inledningsvis flera som inte är öppna till nya lösningar men efter ett tag brukar de flesta förstå potentialen med BIM. Det krävs personer på plats som är digitala ledare som förstår sig på arbetssättet och på så sätt stötta resterande personal.

### **Hur ser Peab på fullständig implementering av BIM och vilka hinder och utmaningar anses motverka implementeringen?**

Det kommer ta tid och bli fullständigt digitala. Det finns flera digitala delmoment men hänger inte ihop i helheten och för att knyta ihop allt är stort arbete som ligger framför oss i branschen. Utvecklingen går framåt och mot rätt håll. En lösning är att man behöver komma ifrån projektbaserade tänkande och se det mer som ett företag som kan gynnas av digitala arbetssätt.

#### **4.1.8 Tornstaden**

Tornstaden, grundat 2004 i Göteborg, är en koncern inom byggindustrin som är verksam inom projektutveckling, bygg och fastighet. Tornstaden är en av de största aktörerna i Göteborgsregionen. Sedan hösten 2015 är Tornstaden etablerade i Stockholm och sedan 2018 i även Malmö. Tornstaden har en omsättning på 2,2 miljarder SEK med 160 medarbetare (Tornstaden, 2018).

### **Vad är BIM?**

BIM är ett arbetssätt där modellen ska vara informationsbärande. BIM har varit på tapeten under en längre tid och Tornstaden anser att BIM inte har utvecklats så snabbt som och effektivt som det var tänkt.

### **Tillämpar Tornstaden BIM i produktionen?**

På Tornstaden tillämpas inte BIM under produktionen om inte beställaren har krav för det. Beställaren kan ibland kräva en viss BIM-projektering. Tornstaden ser inget behov av att tillämpa BIM i sina processer i dagsläget.

### **Vad är Tornstadens största orsak till att inte tillämpa BIM?**

Det beror på okunskap hos såväl entreprenör som beställare och övriga konsulter. Ska ett projekt köras i BIM är det oftast en beställare med egna konsulter som tar fram systemhandlingar och bygghandlingar som Tornstaden sedan tar över. Ibland händer det att beställaren kräver att Tornstaden ska tillämpa BIM men enligt respondenten måste BIM tillämpas från tidig projektering till entreprenadens överlämning om det ska fungera effektivt. Respondenten anser inte att det finns tillräckliga kunskaper inom BIM för att effektivt projektera och tillämpa information. Det existerar inte en tydlig och enkel BIM-manual som dirigerar aktörerna åt samma håll. Kostnaderna tenderar att bli höga eftersom programvarorna inom BIM är dyra och när det inte finns det tillräcklig kunskapen kring ämnet anses det inte gynnsamt ur ett ekonomiskt perspektiv.

### **Ser Tornstaden några delprocesser som kan gynnas av att övergå till BIM?**

Det finns många fördelar med BIM och digitaliserat arbetssätt helhetsmässigt. I dagsläget kan det genereras och lagras väldigt bra 3D-modeller med mycket information men kunskapsbristen inom BIM gör den oberäknelig. Eftersom 2D-CAD har använts länge och är pålitlig känner sig Tornstaden trygg med att tillämpa det tills vidare. Det behöver komma in människor som kan som har erfarenhet och kunskap om BIM i produktionsprocessen men det är inget som har skett än enligt respondenten.

### **Hur är Tornstadens inställning till BIM i produktionen?**

Tornstaden skulle mer än gärna vilja tillämpa BIM i produktionen men det behövs mer förklaring på vilket sätt det är gynnsamt i dagsläget och på vilket sätt BIM effektiviserar byggprocessen och minskar kostnader. Sålänge företag tror det kan bli dyrare med att använda sig av BIM kommer det traditionella sättet med 2D-CAD att tillämpas i stället. För tillfället ses Tornstaden inte fördelar med BIM i produktion men det kan ändras vid mer kunskap och utveckling inom. Tornstaden är övertygade att framtiden kommer domineras av BIM och digitala arbetsätt men att det behöver forskas mer inom ämnet.

## **5. Analys**

### **5.1 BIM**

Enligt samtliga respondenter handlar BIM främst om att skapa och utnyttja information under produktionen utifrån modellerna som skapats från projekteringen. Det är själva informationen ur modellerna som är viktigast inför byggandet och själva skisserna på modellerna. Flera respondenter påpekade att BIM handlar till största del om I:et i begreppet medan de menar på att allt annat är bara 3D-modellering. En del företag använder begreppet VDC i stället för BIM. Med VDC arbetar man med virtuella metoder (BIM) och visualisering med smarta verktyg. Respondenterna är också överens om att det är kvaliteten av informationen som är viktigast och inte kvantiteten. Respondenterna påstående stärks av Jongelings där BIM nämns som Building Informations Modelling som på svenska brukar kallas byggnadsinformationsmodellering och är ett arbetssätt som introducerades i byggbranschen med syftet att effektivisera och modernisera dagens byggprocess. BIM-Modellering handlar om själva processen att förvalta och generera information i en modell. Modellen ska vara objektorienterad och innehålla information om byggprocessen och produkten.

### **5.2 Användningsområden för BIM**

Användning av BIM i produktionen ser annorlunda ut för olika företag. Ett flertal företag har kommit än längre bit medan andra är i ett utvecklingsstadium.

Studien visar att ett av flera användningsområden med BIM i produktionen är mängdavgivning. Enligt Jongelings studie "BIM i stället för 2D-CAD i byggprojekt" från 2008 visas det att det finns stor potential vid användning av BIM i mängdavgivning mot kalkyl men även i andra sammanhang. Jongeling skriver att med stora mängder i ett projekt kan det hända att information missas eller blir räknad dubbelt. Det resulterar att mängder inte är exakta och man kan eventuellt få mindre material än räknat eller ett överskott. Med BIM projektering finns det möjlighet att direkt ta ut mängder från en modell och därefter använda den mot kalkyl samt andra analyser. Genom att generera



mängder från en modell erhålls en högre kvalitet av mängdavgivning och resulterar i ett exaktare inköpsunderlag. Studien visar även att tiden för mängdavgivning minskar med cirka 50 % (Jongeling 2008). Jongelings studie stärks även av respondenter som menar på att mängdavgivning är ett område där BIM används i nuläget. Studien visar att i mängdning ska modellen vara informationsbärande där respondenterna hävdar att lösningen minskar dels materialspill men speciellt tid där man har detaljerade byggdelar som görs med hjälp av BIM modellen. BIM vid mängdning kan användas även om produktionspersonal vill nyttja sina modeller för att göra en mängdavgivning för en viss del av byggnaden samt våningsplan eller liknande. Respondenter vill poängtera att det intressanta samt viktiga är att ta ut rätt information som är intressant för produktionen exempelvis brandklass, ljudklass, karmtyp och bredd, antal fönster av en viss typ i en byggnad eller byggnadsdel, fönstrets dimensioner etcetera.

BIM i produktionen används även som ett kommunikationsverktyg. Studien visar att samtliga handlingar till projektet kan samlas tillsammans med en exakt modell med information via digitala programvaror. Med hjälp av digitala paddor eller mobiler kan modeller och ritningar användas på byggarbetsplatsen för att exempelvis ta fram mått eller information om en viss byggnadsdel. Med programmen kan även avvikelser hanteras genom att personal i modellen kan se hur det är tänkt att se ut på byggarbetsplatsen och under pågående produktion kan avvikelser snabbt noteras. Vid eventuell avvikelse där verkligheten inte stämmer överens med modellen skickas det vidare till berörd entreprenör för åtgärdsbehandling hävdar respondenterna. Digitala programvara används även på arbetsplatsen för att ha tillgång till modeller ute i produktionen och för att kunna skicka ritningar mellan produktionspersonalen. Respondenter nämner att med BIM i produktionen är positionering av objekt viktigt och då gäller det att produktionspersonal ska medverka i tidig projektering. Det kan vara hur de vill bygga ett hus, hur huset ska delas, vilka etapper ska finnas och vad de ska heta. Studien visar att det viktigaste inte är kvantiteten av information utan projekteringen bör skapa kvalitativ information för produktionen som kan nyttjas i byggandet. Även Karlström menar på att kommunikationen mellan berörda parter i ett projekt kan effektiviseras med hjälp av BIM. I Karlströms studie framkommer det att BIM kan vara ett bra arbetssätt för att illustrera projektet för beställaren men även visualisera arbetsgången under produktionen. Författaren påpekar även att risken för missförstånd minimeras och med tydlig planering,

förberedelser, justeringar, granskningar och förbättringar i de tidiga skeden kan ett mer förutsägbart projekt genereras (Carlström, 2013)

Ett gemensamt användningsområde för BIM i produktionen för respondenter är vid kollisionskontroller av installationer. Den tiden som tas för att identifiera och upptäckas installations kollisioner på arbetsplatsen kan minimeras av lösningen samt tiden som tas för att åtgärda felet. I vanliga fall hade ritningar behövt placeras på ljusbord och hitta var det kollidera medan genom en BIM-modell kan kollisioner hittas på bara några minuter. Respondenterna påpekar att med hjälp av kollisionskontroller kan produktionspersonal veta hur installationen ser ut och förhindra kollision när utförandet.

Studien visar att APD-planer upprättas i en del projekt med hjälp av BIM. Fördelen med lösningen är att en ytterligare dimension adderas och detaljerad informations kan lagras i planen. Även Gunnarssons och Gynnemos studie visar att APD-planer kan effektiviseras med hjälp av BIM. Byggarbetsplatsen är i ständig förändring och därför kan 4D bidra till att en kontinuerlig uppdatering av arbetsplatsen kan ske automatiskt (Gunnarsson & Gynnemo, 2019). Alameri och Zaaroura menar också på att det finns fördelar med BIM vid upprättande av APD-plan där de precis som Gunnarsson och Gynnemo hävdar att BIM ger en dynamisk plan som kan användas som planeringsverktyg (Alameri & Zaaroura, 2021).

Studien visar att även arbetsberedning kan gynnas av BIM-projektering. Respondenter nämner att BIM kan användas vid arbetsberedning med detaljerad information och visuella fördelar. Det tas även upp i Redanders studie där författaren nämner att kommunikation mellan hantverkare och platsledning kan gynnas av BIM. Redander stärker respondenternas påstående där författaren menar att BIM som visualiseringsverktyg i arbetsberedningar kan bidra till ökad förståelse av slutprodukten eftersom BIM-modellerna ger en tydligare bild av objekten som ska produceras. Den visuella delen skapar förståelse mellan olika aktörer vilket kan sänka kravet på kunskap inom de andra aktörernas områden. Dessutom bidrar den visuella bilden till ökad förståelse av de olika aktörernas sätt att arbeta och minska irritationen på arbetsplatsen vilket skulle bidra till en kvalitetshöjning (Redander, 2015).

Respondenterna hävdar även att digitala verktyg som bland annat BIM används vid besiktningar där det utförs med hjälp av digitala checklistor. Även enligt Fagersson och Hilmersson studie från 2019 kan BIM-programvaror underlätta brister och kommunikationsmissar i besiktningar. Vid traditionella besiktningar hittar besiktningsmannen avvikelser i entreprenaden och därefter förs det in i ett protokoll som skickas till arbetsledaren på arbetsplatsen. Med BIM-programvaran BIM360 Field kan besiktningsmannen skriva in fel direkt i programmet där möjligheten finns att markera lokationen, fel beskrivning med kommentar och bilder samt vem som ska åtgärda felet. När besiktningen är utförd finns informationen tillgänglig för samtliga berörda parter vilket bidrar till mindre kommunikationsbrister mellan parterna. Vid mindre fel som åtgärdats behöver besiktningsmannen inte vara på plats utan kan kontrollera att felet är åtgärdad genom BIM360 Field (Fagersson & Hilmersson, 2019).

Ett annat område som respondenter hävdar BIM kan tillföra mycket till branschen är vid 4D-simulering. Respondenter nämner att vid 4D-simulering kan aktiviteter i tidsplanen kopplas till olika objekt i en 3D-modell och på så sätt effektivisera planeringsarbetet. 4D BIM underlättar planeringsarbete genom att 3D-modeller kopplas till tidplaner vilket gör att byggintressenterna har en klar och tydlig bild av projektet från design till slutförande i ett tidigt skede. Detta bidrar till att minimera misstag, kommunikationsbrist och samordningsproblem vilket sparar pengar. Eftersom man med hjälp av tidplanen kan i förväg se vad som ska hända framöver kan man lättare planera leveranser av material, maskiner och verktyg. Med 4D-modeller kan man se projektets framsteg och uppdateringar visuellt vilket underlättar för alla parter eftersom samtliga har tillgång till informationen (McPartland, 2017).

### **5.3 Erfarenhet av BIM**

Studien visar att erfarenheten skiljer sig mellan olika företag. Medan några företag är väldigt erfarna inom användningen av BIM finns det företag som använder det i mindre utsträckning. Sveriges ledande företag har sedan flera år tillbaka successivt börjat tillämpa BIM i produktionen eftersom de har insett att det finns ett behov att effektivisera produktionen. Samtliga företag är i en process där man testat olika programvaror för att få

ett gemensamt arbetssätt som system att utgå ifrån. Företag har tagit lärdom av testperioderna och i nuläget arbetar de flesta företag inom samma områden med BIM.

### **5.3.1 Nuläget och framtiden av BIM i produktion**

Enligt respondenter är BIM fortfarande i ett implementerings stadiet inom produktionen och det är där det kommer satsas mest. Erfarenheten av BIM och digitala ritningar är inte så stor samt föredrar de flesta produktionspersonaler att arbeta med fysiska ritningar där det som redan funkar inte vill bli förändrat. Samtliga respondenter är överens om att förbättring behövs göras för att utveckling framåt så att BIM kan nå sin fulla potential. Studien visar att flesta företagen har kommit en bra bit på vägen och funktioner som kan appliceras till rutiner och effektiva arbetssätt har börjat tillämpas. I nuvarande situation försöker man ta fram en process utifrån kraven som ställs och med hjälp av flera pilotprojekt få fram de metoder och program som passar företaget bäst.

Respondenterna hävdar att projekteringsfasen har kommit längst men att även satsning på produktionen krävs. BIM och digitalisering behövs i alla byggprocesser och det har börjat implementeras i produktionen och har insett att förvaltningsprocessen är på tur. Förvaltningskedet ligger i efterhand kunskapsmässigt angående ämnet. Beställaren vet inte alltid vad som ska krav ställas och vet därför inte varför en BIM-modell behövs, men om några år tros det bli en självklarhet för alla.

Samtliga respondenter menar på att byggföretagen kommer behöva arbeta mer digitalt. Projekten behöver effektiviseras och utföras fortare. I nuläget vill företag ha mer kontroll på all data och erfarenhetsåterföring måste bli loggad. Det har varit mycket tester och visioner men det är nu det blir möjligt, respondenter hävdar att de nu vet vad som ska göras. Respondenterna är enade om att standardiserad samt strukturerad information behövs och det är det som är grunden. Det finns mycket information som kan lagras i en modell men det viktiga är hur det används därefter. Respondenter hävdar att det är meningslöst att lagra massvis med information i en modell för att sedan inte utnyttja det i produktionen. Programvaror har även nu börjat leverera det man har försökt över en längre tid. Världen blir mer och mer digitaliserad och det blir troligtvis likadant för byggbranschen. Även respondenter som inte tillämpar BIM i produktion har en positiv

inställning mot BIM och är övertygad om att framtiden kommer vara dominerad av digitala lösningar.

För att fullständigt implementera BIM krävs en slags BIM manual där kraven följs. Digitalisering utvecklas i snabb takt och därför kan det se tänkandet kring ämnet vara annorlunda om några år hävdar respondenterna. Studien visar att ett stort och bra beslut är om staten hade begärt BIM i deras statliga fastighetsbolag. Respondenterna hävdar även att standarder som visar hur informationen behövs ska vara strukturerad behövs. Det viktiga är att modellen ska vara informationsbärande. Utbildning kan även vara en viktig punkt. I dagsläget ges inte utbildningar på den utsträckningen som behövs på universitet och högskolor men respondenter tror att det ser annorlunda ut i framtiden. Studien visar även att ett organ vid namn BEAst som är byggbranschens elektroniska association för standarder i Sverige har skapats. Det är ett samarbete mellan det ledande företagen inom branschen som har gjort det att möjligt att arbeta på samma sätt inom de stora byggkoncern företagen. Med hjälp av BEAst arbetar de ledande företagen tillsammans med standarder för modeller i tidiga skeden. Respondenterna nämner att det behövs ett nationellt lagkrav för att tillämpningen av BIM ska vara fullständig. Ett exempel som tas upp är Norge där standardisering vid offentliga upphandlingar är ett krav

Enligt Smiths studie som har gjorts med mål att jämföra implementering av BIM på global nivå har författaren kommit fram till samma slutsats som respondenterna nämner. Smith har jämfört länder har en mer framgångsrik implementering och hittat kritiska punkter för fallet. Precis som respondenterna hävdar Smith att det behövs nationella och globala standarder för att uppnå den effektiviteten som förutses av BIM. Smith förklarar att med hjälp av globala ledarskap kan samarbete på global och nationell nivå försäkras.

Gemensamma standarder behöver komma till om BIM ska nå sin fulla potential och bli framtiden av internationella projekt (Smith 2014). Smith poängterar även att det är viktigt med utbildningen i BIM-ledarskap- och samordning likaväl som i BIM-program. I studien beskrivs det en gemensam och kritisk faktorn till lyckad implementering av BIM är nationellt stöd och samordning. Med hjälp av nationellt ledarskap kan effektiviseringar maximeras och undvika problem med negativa inställningar mot BIM. Smith förklarar vidare att det nationella ledarskapet ska vara dominerade av statliga enheter tillsammans med stöd av de största aktörerna inom byggsektorn. I länder där BIM har haft mest framgång har statliga enheter ställt krav som har lett till att stora byggnadsaktörer har i

princip varit tvungna börja implementera BIM ifall de vill erhålla fortsatt samarbete (Smith, 2014)

#### **5.4 Hinder och utmaningar**

Studien visar att hinder uppstår ständigt och det kommer förbli så. BIM och digitalisering är ett utvecklingsområde där det krävs mycket testande i form av pilotprojekt för att upptäcka vad som är det vinnande konceptet. Det finns ett problemområde som behöver lösas och företag har svårt att vara de första som satsar stora summor.

Motsträvan mot teknik är ett av flera problemområden som uppstår. Enligt respondenter är människor inte intresserade av att använda BIM och för den äldre generationen är digitalisering inte självklart medan för den yngre generation som är uppväxta med digitala verktyg sker användningen mer naturligt. Även i Sun et als studie framkommer det att det föreligger motstånd i branschen mot förändring och att det finns både hos ledning och personal. Motsträvan i ledning grundar sig i att det inte finns tillräckligt med framgångsrika referensprojekt av BIM medan motsträvan mot BIM hos personal grundar sig i brist på kunskap kring digitala programvaror samt BIM som arbetssätt (Sun et al, 2017).

Studien visar även att uppkoppling när man bygger upp och reser betongstommar så att de digitala tjänsterna fungerar som de ska ha varit ett hinder. Respondenter hävdar att det främst gäller det när man är under jord exempelvis källare eller parkeringshus. Lösningen har varit att ritningar har behövts synkas och all information blir tillgänglig genom att vid etablering görs det så att personal lokalt kan ladda ner handlingar på en Ipad eller mobil och använda handlingar på arbetsplatserna för att göra anteckningar eller checklistor.

Enligt Skanskas undersökning "BIM på bygget" finns kunskapen och möjligheten hos projektören att placera in mängder med information i modellen men det är oklart vilken information är nödvändig och efterfrågan är låg då flera har svårt att se de ekonomiska fördelarna. Även respondenter kan stärka att vilken information som är relevant är en stor utmaning. Respondenter menar på att det finns mängder med information som kan lagras i en modell men det viktiga är att separera den väsentliga informationen från den som inte har någon funktion i produktionen. Vid stora och komplexa projekt kan dagens paddor ha svårt att manövrera information i en 3D-miljö på skärmen på grund av den stora volymen.

Studien visar även att applikationer har tvingats in i produktion utan ett direkt behov bara för att företag vill digitalisera. Kontentan blir då att det helt enkelt inte används och resulterar i mängder med bortkastade pengar. Respondenter hävdar att modellerna behöver valideras så att rätt information, rätt värden och rätt byggdelar kan användas. Det är ett kritiskt område när branschen går mot databaser och datadrivet.

Ett annat hinder som har identifierats i studien är att byggandet i nuläget är projektorienterat. Varje projekt har sina egna kostnader och ska generera en vinst. Det innebär att alla investeringar som görs behöver vara lönsamma och därför resulterar det i att projekt inte vågar investera i dessa digitala lösningar. Respondenter hävdar att datorkraft och IT-kostnader måste vägas upp för nackdelar och fördelar eftersom dagens datorer har svårt att klara av all information från modeller. Det kostar stora summor att byta ut mot ett bättre alternativ. Även Sun et al har identifierat ekonomiska kostnader som en av de största barriärerna. Det tillkommer kostnad för programvaran men även utbildningen för att kunna hantera programmen (Sun et al, 2017).

Trots fördelar har Sun et al år 2017 identifierat begränsningar av BIM. I rapporten nämns 22 faktorer som försvårar implementering och de delas upp fem kategorier. I Studie nämns teknik, personal, ledning, kostnad och juridik som kategorier som begränsar implementering av BIM. Som även respondenter hävdar menar Sun et al att BIM verktygen är outvecklade och det finns brist på standarder och protokoller. Författarna nämner att det råder en brist på kunskap och erfarenhet av att arbeta med BIM program och användandet begränsas av arbetsplatsens ledning då det saknas struktur och strategier för en effektiv implementering.

#### **5.4.1 Opposition mot BIM**

Även om flera företag ser fördelar med BIM visar studien att andra företag inte håller med. Respondenter som inte tillämpar har svårt att se fördelar med BIM. De menar på att det är brist på kunskap hos både de som entreprenör och även beställare samt övriga konsulter. Respondenterna nämner att beställaren i vissa fall kräver användning av BIM men menar på det behövs redan i tidig projektering för att kunna tillämpa i produktionen. Kunskapen om vad som behövs projekteras i BIM och vilken information som är viktigt samt användbar är bristfällig. Det finns ingen riktig manual drar samtliga åt ett håll. Respondenterna menar på att det tenderar att bli dyrare med BIM och när det inte finns

den kunskapen ser de en implementering av BIM i produktion som något irrelevant i dagsläget.

Respondenterna poängterar dock att de finns mycket som är bra med BIM som arbetssätt. I nuläget kan man få en bra 3D med mycket information men med brist på kunskap inom ämnet vågar man inte lita på det. Respondenterna hävdar att det är fortfarande i ett utforskat tillstånd och den kunskapen som behövs anses inte finnas i nuläget. Trots att BIM inte tillämpas har samtliga respondenter en positiv inställning till BIM och ser även deras företag övergå till det, men de poängterar att det behövs bevisa på vilket sätt det är gynnsamt samt hur det hjälper till att minska kostnaderna. Fördelarna ser respondenterna inte i nuläget men med mer kunskap är det mer relevant att börja tillämpa det.

Respondenterna poängterar att de är övertygade att framtiden kommer domineras av BIM och digitalt arbetssätt.

Precis som Skanskas studie "BIM på bygget" visar det att det fortfarande finns företag som inte ser fördelar med BIM än idag. Kunskapen anses inte finnas där och efterfrågan om information är inte stor hos respondenter som inte tillämpar BIM. Både respondenter som tillämpar BIM och som inte gör det menar på att det behövs ta fram en manual så branschen vet vilken information som är viktig i produktionen. Sun et al studie hävdar att det inte finns tillräckligt med framgångsrika referensprojekt där BIM har tillämpats som överensstämmer med det som respondenterna som inte tillämpar BIM hävdar (Sun et al, 2017). Företagen som inte har erfarenheten ser inte fördelarna med BIM utan ser bara att det tenderar att bli dyrare.

Trots medvetande och åsikterna kring att BIM kostar mer för mindre företag vill Lindström och Jongeling hävda tvärtom. Lindström och Jongeling påpekar att det finns fördelar att vara ett mindre företag vid implementering av BIM. En fördel som nämns är att kommunikation- och beslutsvägarna ofta är korta och direkta vilket bidrar till att målen och visionerna kan nås snabbare. Organisationsfrågor vid ändring av processer och metodik kan göras snabbare hos mindre företag (Lindström & Jongeling, 2010).

Lindström och Jongeling påpekar även att mindre organisationer fungerar oftast som en integrerad enhet då en och samma person oftast är delaktig i flertal olika processer. I fallen där samma personer kan vara delaktiga i tillämpningen av BIM blir det lättare att förstå vad som behöver göras i senare processer för att tillämpningen ska bidra med en bra



effekt. Arbetssättet gör att personen blir mer benägen att anstränga sig för att skapa rätt förutsättningar. Förutom de organisatoriska fördelar har mindre företag även en fördel ur affärs- och marknadsmässigt perspektiv eftersom dessa kan snabbt förändra och nischa sig till genuina BIM-baserade företag som levererar hög kvalitet på ett kostnadseffektivt sätt. Med det sagt ska det inte tas ställning till om större eller mindre företag är bättre eller sämre eftersom olika företagstyper och företagsstorlekar har sina fördelar och nackdelar. Det som ska framhållas är att små företag inte ska vara rädda för att engagera sig i BIM eftersom utvecklingen går mot BIM-baserade arbetssätt i bygg- och förvaltningsprocesserna (Lindström & Jongeling, 2010)

## **5.5 Studiens rekommendationer**

Studien uppmuntrar att redan i tidig projektering investera tid i att upprätta en modell med relevant information. För maximal effekt är det även viktigt att inkludera produktionspersonal så att rätt information genereras och lagras i modeller för efterföljande användning i produktionen, annars riskeras det att onödigt information skapas utan ett syfte, vilket kan kosta stora summor samt tid. Produktionspersonal har större kunskap kring modellernas syften och möjligheter i produktionen. Studien påvisar att produktionsprocessen bör vara mer integrerad i projekteringsprocessen för ett lyckat projekt.

Studien visar även att hinder som uppstår kan övervinnas med god planering och samordning. I Studien framkommer det en viktig åtgärd kan vara att regeringen bör lägga krav på byggaktörer att tillämpa en viss nivå av BIM. I flera andra länder har lösningen varit ett vinnande koncept där implementering av BIM har kommit betydligt längre än i Sverige och företagen har sparat massvis med pengar. Åtgärden kan resulterarar i att flera företag vid samarbete med statliga myndigheter kan investera tid att förstå BIM och få chansen att implementera det på rätt sätt. Så länge det inte finns krav på användandet av BIM i produktion kommer utveckling inte att påskyndas. Det kommer resultera i att vinster med arbetssättet blir små och rädslan för förändring kommer att kvarstå.

Studien uppmuntrar även att företag bör arbeta som en integrerad enhet och endast projektorienterade tänkande bör undvikas.

Motsträvan mot teknik är även ett hinder som oftast baseras på okunskap och rädsla. Studien uppmuntrar att rätt utbildning ska ges som leder till att fler förstår sig på BIM och är mer öppna för förändring.

Sammanslaget indikerar studien på att programvaror som finns ute på marknaden har börjat leverera det som krävs. Företagen bör lägga vikt på I:et som står för information och låta modellen var informationsbärande. Med informationsbärande modell är det lätt att komma tillbaka till modellen och återkoppla till olika processer. Studien uppmuntrar även mindre företag att våga satsa på BIM eftersom fördelar och nackdelar finns oavsett företagsstorlek. Dock har mindre företag en fördel att arbeta som en integrerad enhet i sina processer medan större företag på grund av sin omfattning oftast är uppdelade mellan projektering- och produktionsenheter.

## **6. Slutsats**

### **6.1 Resultat**

#### **Vad är BIM och vilka fördelar finns det med implementering av BIM i produktionsprocessen?**

Studien visar att när BIM nämns som arbetssätt är det viktigt att fokusera på I:et i BIM. BIM står för building information modelling och det handlar främst om att skapa och utnyttja informationen utifrån en modell. Det är själva informationen som kan genereras ur modellerna som är viktig. I studien framkommer det att projekterare har möjlighet att lagra mycket information i en modell men det viktiga samt intressanta är att veta vilken information som kan användas i ett senare skede när projektet ska utföras. Det är kvalitet av informationen som är viktigast och inte kvantiteten. Det finns väldigt mycket information i modellerna som man inte har användning av i produktion vilket gör att informationsmängden måste filtreras så att rätt information når rätt person.

BIM i produktionen ska enligt studien vara en arbetsmetod som effektiviserar produktionen. I studien framkommer det att områden som kommunikation, mängdavgivning och kollisionsskontroller är det främsta området där BIM används. Utöver det används BIM vid arbetsberedning, skyddsronder, besiktningar, tidsplanering och upprättande av APD-planer. BIM i produktionsprocessen anses leda till att tid sparas, ett mer förutsägbart projekt genereras samt minskar onödigt materialspill och onödiga kostnader.

#### **Hur tillämpas BIM i produktionsprocessen hos svenska entreprenadföretag och hur gynnas detta?**

I studien framkommer det att BIM i produktionen är i ett implementeringsstadium där företag försöker hitta en bra strategi som passar deras krav. I flera företag i Sverige utförs det pilotprojekt där olika metoder och program testas för att kunna få en fullständig

strategi. BIM används främst vid mängdavgtagning, kommunikation och kollisionskontroller hos företagen men förekommer även i andra scenarion som besiktning, skyddsronder och arbetsberedning.

Studien visar att flera svenska företag använder BIM vid mängdavgtagning mot kalkyl men även med andra syften. Genom att generera mängder från en modell erhålls en högre kvalitet av mängdavgtagning och resulterar i ett exaktare inköpsunderlag. Vid mängdavgtagning är det viktigt att modellen ska vara informationsbärande och med hjälp av lösningen kan man minska dels materialspill men främst tid när man har tillgång till detaljerade byggdelar med hjälp av BIM. BIM vid mängdning kan användas även om produktionspersonal vill nyttja sina modeller för att göra en mängdavgtagning för en viss del av byggnaden samt våningsplan eller liknande. Respondenter vill poängtera att det intressanta samt viktiga är att ta ut rätt information som är intressant för produktionen exempelvis brandklass, ljudklass, karm typ och bredd, antal fönster av en viss typ i en byggnad eller byggnadsdel, fönstrets dimensioner etcetera.

BIM i produktionen används även som ett kommunikationsverktyg. Studien visar att samtliga handlingar till projektet kan samlas tillsammans med en exakt modell med information via digitala programvaror. Med hjälp av en Ipad eller mobiler kan modeller och ritningar användas på byggarbetsplatsen för att exempelvis ta fram mått eller information om en viss byggnadsdel. Med programmen kan även avvikelser hanteras genom att man i modellen kan se hur det är tänkt att se ut på byggarbetsplatsen och under pågående produktion kan avvikelser snabbt noteras. Vid eventuell avvikelse där verkligheten inte stämmer överens med modellen skickas det vidare till berörd entreprenör för åtgärdshantering. Digitala programvara används även på arbetsplatsen för att ha tillgång till modeller ute i produktionen och för att kunna skicka ritningar mellan produktionspersonalen. Respondenter nämner att med BIM i produktion är positionering av objekt för produktion viktigt och då gäller att man har en input av produktionen tidigt i projektering. Det kan vara hur de vill bygga ett hus, hur huset ska delas, vilka etapper ska finnas och vad de ska heta. Viktigaste är inte kvantiteten av information utan projekteringen bör skapa kvalitativ information för produktionen som de kan nyttja i byggandet.

Ett gemensamt användningsområde för företag är vid kollisionskontroller av installationer. Programmet som används är främst Solibri som möjliggör att identifiera var installation kolliderar i modellen. Den tiden som tas för att identifiera och upptäcka

installations kollisioner på arbetsplatsen kan minimeras av lösningen samt tiden som tas för att åtgärda felet. I vanliga fall hade man behövt placera ritningar på ljusbord och hitta var exempelvis var kollidera medan genom en modell kan kollisioner hittas på bara några minuter hävda respondenter. Med hjälp av kollisionskontroller kan produktionspersonal veta hur installationen är utformad och som leder till att de kan förhindra kollision.

Utöver ovan nämnda områden används BIM även vid skyddsronder, besiktningar, upprättning av APD-planer och vid 4D-Simulering. BIM i dessa områden används i mindre utsträckning och bara i fåtal projekt. Även om arbetssättet bara har använts i ett fåtal projekt ser man fördelar som bättre kommunikation på arbetsplatsen, lättare kommunikation vid besiktning och bättre planeringsarbete.

### **Vilka hinder och utmaningar finns det för en fullständig implementeringen av BIM och går det att övervinna dessa hinder och utmaningar i framtiden?**

Studien visar att hinder och utmaningar är något som uppstår ständigt och det kommer förbli så. Det finns ett problemområde som behöver lösas och företag har svårt att vara de första som satsar stora summor.

Motsträvan mot teknik är ett av flera problemområden som uppstår. Studien visar att det finns människor inte intresserade av att använda BIM. Den äldre generationen är digitalisering inte självklart medan för den yngre generation som är uppväxta med digitala verktyg sker användningen mer naturligt. Det finns en motsträvan mot nyteknik både från personal och ledning. Motsträvan i ledning visar enligt studien grunda sig att det inte finns tillräckligt med framgångsrika referensprojekt av BIM medan motsträvan mot BIM hos personal grundar sig i brist på kunskap kring digitala programvaror samt BIM som arbetssätt. Dock har en förändring i beteende mot BIM skett i takt med att individer har insett fördelarna som den kan tillföra byggbranschen vilket har bidragit att BIM accepteras i större utsträckning.

Studien visar även att uppkoppling på produktions arbetsplatsen är ett hinder. Det framkommer att när man bygger upp och reser betongstommar kan leda till att digitala tjänsterna inte fungerar som de ska. Studien visar att det främst gäller det när projektet utförs under jord exempelvis i en källare eller parkeringshus. Lösningen har varit att

ritningar har behövts synkas. All information blir tillgänglig genom att vid etablering görs det så att företagen kan lokalt kan ladda ner handlingar på en padda eller mobil.

Ett annat utmaningsområde som framkommer i studien är kunskapen om vilken information som kan nyttjas i produktionsskedet. Det finns kunskapen samt möjligheten för projektörer att lagra modellen med massvis med informationen men det är oklart vilken information som är nödvändig samt att efterfrågan är låg då flera företag har svårt se de ekonomiska fördelarna som finns. Det viktiga är att separera den oväsentliga information som inte har någon funktion i produktionen. I studien framkommer det även att applikationen tvingats in i produktionen utan ett direkt behov för att man vill digitalisera. Kontentan har då blivit att applikationerna inte används och det resulterar i att mängder med pengar blir bortkastade. Modeller behöver valideras så att rätt information, rätt värden och rätt byggdelar kan används. Studien visar att det är ett kritiskt område när branschen går mot databaser och datadrivet. Lösningen som studien kommit fram till är att produktionspersonalen bör engageras redan tidigt i projekteringen så att kvalitativ information genereras till produktionen efter deras behov.

Ett ytterligare hinder som har identifierats i studien är att byggandet i nuläget är projektorienterat. Varje projekt har sina egna kostnader och ska generera en vinst. Det innebär att alla investeringar som görs behöver vara lönsamma och därför resulterar det i att projekt inte vågar investera i dessa digitala lösningar. Datorkraft och IT-kostnader måste vägas upp för nackdelar och fördelar eftersom dagens datorer har svårt att klara av all information från modeller kostar det stora summor att byta ut de mot ett bättre alternativ. Det tillkommer kostnad för programvaran men även utbildningen för att kunna hantera programmen. Företag behöver arbeta som integrerad enhet och inte som varje projekt för sig.

Studien visar även att brist på utbildning och kunskap är ett problemområde som uppkommer. På högskolor och universitet ges inte utbildning i den utsträckning som behövs. Studien visar att problemet kan lösas med att erbjuda utbildningar internt på företag men även för studenter på högskola eller universitet som i dagsläget inte får den utbildning som krävs inom BIM.

## **6.2 Förslag på vidare studier**

Denna studie har främst avgränsats till användning av BIM vid husprojekt. Eftersom husprojekt och anläggningsprojekt skiljer sig åt är det intressant att veta hur svenska företag arbetar med BIM vid anläggningsprojekt. Hur stor skillnad mellan projekten det råder, vilken lärdom som kan tas av respektive samt hinder och utmaning av BIM i anläggningsprojekt är frågor som är intressanta att undersöka.

I studien har det kommit fram att BIM används i stor utsträckning vid mängdavgivning. I Arvidsson och Zeki, 2013 studie undersöks mängdavgivning med BIM mot kalkylskedet men i denna studie framkommer det att det även kan användas till andra syften. Intressant hade varit om en djupare undersökning om vad mängdavgivning med BIM kan tillföra till andra processer görs.

I studien som har utförts framkommer det även att BIM används vid andra moment som besiktningar, upprättning av APD-planer, arbetsberedningar och 4D simuleringar. I samtliga områden hade det varit intressant om en djupare undersökning hade gjorts där flera konkreta exempel kan visas och på så sätt få en djupare bild. En sådan undersökning kan bidra till att fler företag förstår planeringsarbete med BIM.

## Källförteckning

AEC. (2019), "Autodesk BIM 360", tillgänglig på: <https://www.aec.se/produkt/autodesk-bim360/> (hämtad 15 april 2021).

Adobe. (2021), "Vad är PDF", tillgänglig på [https://acrobat.adobe.com/se/sv/acrobat/about-adobe-pdf.html?fbclid=IwAR25XviQGcWGaACDDBTtGVMRvhgJR2V5e2i\\_v37ZrfObv6JscNYkVgv5vAo](https://acrobat.adobe.com/se/sv/acrobat/about-adobe-pdf.html?fbclid=IwAR25XviQGcWGaACDDBTtGVMRvhgJR2V5e2i_v37ZrfObv6JscNYkVgv5vAo) (hämtad 15 april 2021).

Arvidsson, J & Zeki, H (2013), "BIM i kalkylskedet – En jämförelse mellan mängdning traditionellt och BIM för Peab Sverige AB", Karlstads universitet, Fakulteten för hälsa, natur- och teknikvetenskap, Karlstad.

Autodesk. (2020), "What is 3D-modeling", tillgänglig på: <https://www.autodesk.com/solutions/3d-modeling-software> (hämtad 14 april 2021).

Autodesk. (2021), "Vad är DWG", tillgänglig på: <https://www.autodesk.se/products/dwg> (hämtad 14 april 2021).

Autodesk. (2020), "VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION SOFTWARE", tillgänglig på: <https://www.autodesk.com/solutions/virtual-design-construction-workflow> (hämtad 14 april 2021).

Autodesk. (2021), "Revit", tillgänglig på: <https://www.autodesk.se/products/revit/overview?panel=buy&term=1-YEAR> (hämtad 14 april 2021).

Autodesk. (2021), "AutoCAD", tillgänglig på: <https://www.autodesk.se/products/autocad/overview?term=1-YEAR> (hämtad 16 april 2021).

Autodesk. (2021), "Navisworks", tillgänglig på: <https://www.autodesk.se/products/navisworks/overview?panel=buy> (hämtad 16 april 2021).

Autodesk. (2021), "Autodesk BIM 360", tillgänglig på: <https://www.autodesk.com/bim-360/> (hämtad 17 april 2021).

BIMcollab. (2021), "BIMcollab Cloud", tillgänglig på: <https://www.bimcollab.com/en/products/bimcollab-cloud> (hämtad 18 april 2021).

Breakwithanarchitect. (2020), "BIM objects: the digital product information in construction", tillgänglig på: <https://www.breakwithanarchitect.com/post/bim-objects-the-digital-product-information-in-construction> (hämtad 20 april 2021).



- Byggföretagen. (2021), "Totala bygginvesteringar", tillgänglig på: <https://byggforetagen.se/statistik/bygginvesteringar/> (hämtad 29 mars 2021).
- BIMalliance. (2014), "Riktlinje", tillgänglig på: [https://www.bimalliance.se/library/2272/riktlinjer\\_bim\\_i\\_projekt.pdf](https://www.bimalliance.se/library/2272/riktlinjer_bim_i_projekt.pdf) (hämtad 29 april 2021).
- Buildingsmart. (2021), *Industry Foundation Classes (IFC)*, tillgänglig på: <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/> (hämtad 28 maj 2021).
- Byggnads, (2019), "Lagbas" tillgänglig på: <https://www.byggnads.se/regioner/ost/medlem/fortroendevald/lagbasackordstagare/> (hämtad 24 maj 2021)
- Cadcraft. (2021), "BIM och Digitalisering", tillgänglig på: <https://www.cadcraft.com/sv/byggnadsindustri/bim-och-digitalisering/> (hämtad 31 mars 2021).
- Cadcraft. (2021), "BIM-ökad konkurrenskraft inom byggnadsindustrin", tillgänglig på: <https://www.cadcraft.com/sv/aec/byggindustri/?fbclid=IwAR247ncuT7g2NZyO9UqVhPRTfA7HifWzxs2MctbRTVyOAz3G6ZfOVr2KewM> (hämtad 31 mars 2021).
- Carlström, P (2013), "BIM och organisationskommunikation i byggprocessen – En beskrivning av Skanska Stomsystems informationshantering" LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg, Lunds universitet, Helsingborg.
- Cherkaoui, H (2017), "A history of BIM", tillgänglig på: [https://www.letsbuild.com/blog/a-history-of-bim?fbclid=IwAR2wTOJumGF6cTW8UwvQge5\\_B3i\\_WUzgd9STsl8CMjd\\_Vi3zZeGO\\_Y1uPA](https://www.letsbuild.com/blog/a-history-of-bim?fbclid=IwAR2wTOJumGF6cTW8UwvQge5_B3i_WUzgd9STsl8CMjd_Vi3zZeGO_Y1uPA) (hämtad 3 april 2021).
- Congrid. (2021), "Congrid", tillgänglig på: <https://congrid.se/> (hämtad 10 april 2021).
- DaluxFM. (2021), "DaluxFM", tillgänglig på: <https://www.dalux.com/sv/fm-overview/> (hämtad 10 april 2021).
- Dalux Box. (2021), *Dalux Box*, tillgänglig på: <https://www.dalux.com/sv/dalux-box/> (hämtad 10 april 2021).
- Dalux BIM Viewer+. (2021), "Dalux BIM Viewer+", tillgänglig på: <https://www.dalux.com/sv/dalux-box/> (hämtad 10 april 2021).
- Dalux Field. "Dalux Field", tillgänglig på: <https://www.dalux.com/sv/dalux-field/> (hämtad 10 april 2021).
- Denscombe, M, (2014). "The Good Research Guide: For Small-scale Research Projects", McGraw-Hill Education, Storbritannien.

- Dibrani, A (2020), ”*Införande av krav på BIM*”, tillgänglig på: [https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/motion/\\_H802872](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/motion/_H802872) (hämtad 12 april 2021).
- dRofus. (2021), ”*The software*”, tillgänglig på: <https://www.drofus.com/product> (hämtad 13 april 2021).
- Fransson, E (2012), ”*Mängdavgtagning från dynamisk BIM-modell*” KTH Kungliga Tekniska högskolan, avdelning Byggteknik och design, Stockholm.
- Fagerström, E & Hilmersson, V (2019), ”*BIM 360 FIELD – ETT VERKTYG ATT TIDSEFFEKTIVISERA BESIKTNING*”, Högskolan i Borås, Borås, 13 maj.
- Forskningsstrategier. (2021), ”*Fallstudier*”, tillgänglig på: [https://forskningsstrategier.wordpress.com/fallstudier/?fbclid=IwAR0uzKE6tkvtaxVbzcC6Qrg2XOjgLLbkfmZBvK-gVRb9wmC58D5PN\\_h3I9o](https://forskningsstrategier.wordpress.com/fallstudier/?fbclid=IwAR0uzKE6tkvtaxVbzcC6Qrg2XOjgLLbkfmZBvK-gVRb9wmC58D5PN_h3I9o) (hämtad 4 april 2021).
- Gunnarsson, E, Gynnemo, J. (2019), ”*BIM och digitala verktyg*”, Chalmers Tekniska högskola, Göteborg.
- Göteborgs-Posten, Bengtsson, E & Vikmyr, A (2019), ”*Ineffektiva och dyra byggen kräver helhetsansvar*”, tillgänglig på: [https://www.gp.se/debatt/ineffektiva-och-dyra-byggen-kr%C3%A4ver-helhetsansvar-1.15834751?fbclid=IwAR06zbIBj2PO5Cu6ZgoazfEptAUlyz1wqd9kd\\_4AGbp-OJYBGmBZYtvoEvs](https://www.gp.se/debatt/ineffektiva-och-dyra-byggen-kr%C3%A4ver-helhetsansvar-1.15834751?fbclid=IwAR06zbIBj2PO5Cu6ZgoazfEptAUlyz1wqd9kd_4AGbp-OJYBGmBZYtvoEvs) (hämtad 1 april 2021).
- Hansson, B, Olander, S, Landin, A, Aulin, R, Persson, U. (2015) ”*Byggledning Projekttering*”, Lund, Studentlitteratur AB.
- Hansson, B, Olander, S, Landin, A, Aulin, R, Persson, M, Persson, U. (2017) ”*Byggledning Produktion*”, Lund, Studentlitteratur AB.
- Howard, J (2015), ”*Benefits of VDC*”, tillgänglig på: <https://www.mccarthy.com/insights/benefits-vdc> (hämtad 13 april 2021).
- Jongeling, R (2008). ”*BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt – En jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM*”, Luleå Tekniska Universitet, avdelning för Byggproduktion, Stockholm.
- Josephson, P-E & Saukkoriipi, L (2005), ”*Slöseri i byggprojekt - behov av förändrat synsätt*”, Sveriges Byggindustrier, Göteborg.
- Konsumentverket. (2016), ”*Besiktningmannaboken 2016*”, tillgänglig på: <https://www.konsumentverket.se/globalassets/publikationer/produkter-och-tjanster/boende-och-hantverkstjanster/besiktningmannaboken-2016-konsumentverket.pdf> (hämtad 20 april 2021).
- Koutsagiannis. (2020), ”*What is 4D BIM (construction sequencing)?*”, tillgänglig på:

<https://www.letsbuild.com/blog/4d-bim-five-ways-it-can-transform-your-project> (hämtad 16 april 2021).

Kunskapsbanken (2021), "APD-plan", tillgänglig på: <https://www.safety-first-academy.se/kunskapsbanken/apd-plan/> (hämtad 10 april 2021).

Lindström, M, Jongeling, R, Nilsson, G. (2012), "*BIM visar vägen: exempel på tillämpningar*", CA Andersson, Malmö.

Lindström M, Jongeling, R. (2010), "*BIM berör alla*", CA Andersson, Malmö.

Lindström M, Jongeling, R. (2010), "*Vinst med BIM även för mindre företag*", CA Andersson, Malmö.

Magnusson, I (2017), "*BIM i produktion – Var står vi idag?*", Lunds universitet, Lunds tekniska högskola, Institutionen för bygg- och miljöteknologi, Byggproduktion, Lund.

Magicad. (2021), "Gsite", tillgänglig på: [https://www.magicad.com/sv/mc\\_software/gsite/#overview](https://www.magicad.com/sv/mc_software/gsite/#overview) (hämtad 16 april 2021).

Magicad. (2021), "*MagiCAD programvara*", tillgänglig på: <https://www.magicad.com/sv/> (hämtad 16 april 2021).

McPartland, R (2017), "*BIM dimensions - 3D, 4D, 5D, 6D BIM explained*", tillgänglig på: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-bim-explained> (hämtad 16 april 2021).

Merriam, S (2006), "*Fallstudien som forskningsmetod*", Studentlitteratur AB, Lund.

Mustafa, H, Paulos, A. (2019), "*Identifiering och hantering av hinder för produktionsorganisationer*", Lunds universitet, Lunds tekniska högskola, Lund.

NCC. (2021), "*Om NCC*", tillgänglig på: <https://www.ncc.se/om-ncc/> (hämtad 1 maj 2021).

NCC. (2021), "*Arbetsledare*", tillgänglig på: <https://www.ncc.se/jobba-pa-ncc/mot-vara-medarbetare/arbetsledare/> (hämtad 18 april 2021).

NCC (2021), "*Digitalt byggande med VDC*", tillgänglig på: [https://www.ncc.se/vart-erbjudande/kunderbjudande/digitalt-byggande/vdc-och-vr/?gclid=Cj0KCQjwktKFBhCkARIsAJeDT0ilOxADkeI3\\_NU1h3t8KRpzlu9IUW6rmKmeZAJnID9Be9SjavpE\\_Y4aAmJ2EALw\\_wcB](https://www.ncc.se/vart-erbjudande/kunderbjudande/digitalt-byggande/vdc-och-vr/?gclid=Cj0KCQjwktKFBhCkARIsAJeDT0ilOxADkeI3_NU1h3t8KRpzlu9IUW6rmKmeZAJnID9Be9SjavpE_Y4aAmJ2EALw_wcB) (Hämtad 20 april 2021).

Nemetschek. (2021), "*dRofus*", tillgänglig på: <https://www.nemetschek.com/en/brands/drofus> (hämtad 13 april 2021).

NIMAB. (2021), "*NIMAB*", tillgänglig på: [http://www.nimab.se/databases/internet\\_public/content30.nsf/web30?Openagent&id=SE\\_NIMAB\\_SE\\_NIMAB-ENTREPRENAD-AB&men1=1&sid=100](http://www.nimab.se/databases/internet_public/content30.nsf/web30?Openagent&id=SE_NIMAB_SE_NIMAB-ENTREPRENAD-AB&men1=1&sid=100) (Hämtad 4 april 2021).

Nordstrand, U. (2008), "*Byggprocessen*", Liber AB, Stockholm

- Nolliplan (2021), "WSP/PEAB", tillgänglig på: <https://www.nolliplan.se/wsp-management?fbclid=IwAR1vV5Z6tZV18AKekPeT5o7TShRh9usbGyhgGSYQrMOQzSJx51I4g9Ufjs> (Hämtad 29 april 2021).
- Olsson, H & Sörensen, S. (2021), "Forskningsprocessen - Kvalitativa och kvantitativa perspektiv", Liber AB, Stockholm.
- Patel, R & Davidsson, B. (2019), "Forskningsmetodikens grunder - Att planera, genomföra och rapportera en undersökning", Studentlitteratur AB, Lund.
- PEAB AB (2021), "Vår verksamhet", tillgänglig på: <https://peab.se/om-peab/var-verksamhet/> (Hämtad 3 maj 2021).
- Persson, M, Gyllendorf, L, Schyler, M (2012), "Arbetsberedning", tillgänglig på: <http://www.byggai.se/Sidor/Filer/Arbetsberedning-web.pdf> (Hämtad 17 april 2021).
- Révai, E (2012), "Byggstyrning", Liber AB, Stockholm.
- Redander, R (2015), "BÄTTRE ARBETSBEREDNINGAR MED HJÄLP AV BIM", Institutionen för teknikvetenskaper, Byggteknik, Uppsala universitet, Uppsala.
- Regeringskansliet (2017), "Digitaliseringsstrategin", tillgänglig på: <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/digitaliseringsstrategin/> (Hämtad 22 april 2021).
- SBUF. (u.å.), "PRODUKTION – ALLA DOKUMENT, APD-PLAN", tillgänglig på: <https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/67b01c3e-af4e-4a28-8454-920f988ee499/FinalReport/SBUF%2013540%20Bilaga%201.3%20Produktion%20-%20Alla%20dokument.pdf> (Hämtad 19 april 2021).
- SBUF. (u.å.), "Arbetsberedning", tillgänglig på: <https://www.sbuf.se/contentassets/9e2e447368dd4e748245c249414d3606/arbetsberedning/arbetsberedning-folder.pdf> (Hämtad 19 april 2021)
- SCB. (2020), "Byggnadsprisindex", tillgänglig på: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/priser-och-konsumtion/byggnadsprisindex-samt-faktorprisindex-for-byggnader/byggnadsprisindex-bpi/> (Hämtad 5 april 2021).
- SBR Byggingenjörer. (2021), "Entreprenadbesiktning", tillgänglig på: [https://sbr.se/sok-besiktning/entreprenadbesiktning/?fbclid=IwAR1s3NFyJgUrL\\_BTSdfo5VMNNMUxsPduOFP2\\_vq3GbPpO-Fao9eWgWwO08E](https://sbr.se/sok-besiktning/entreprenadbesiktning/?fbclid=IwAR1s3NFyJgUrL_BTSdfo5VMNNMUxsPduOFP2_vq3GbPpO-Fao9eWgWwO08E) (hämtad 15 april 2021).
- Serneke (2021), "Serneke", tillgänglig på: <https://www.serneke.se/om/> (Hämtad 26 april 2021).
- SimpleBIM. (u.å.), "SimpleBIM Benefits", tillgänglig på: <https://simplebim.com/benefits/> (Hämtad 19 april 2021).
- SKANSKA. (2021), "Skanska i Sverige", tillgänglig på: <https://www.skanska.se/om-skanska/skanska-i-sverige/> (Hämtad 28 april 2021).

- Sketchup. (2020), ”Sketchup Pro”, tillgänglig på: <https://www.sketchup.com/products/sketchup-pro> (Hämtad 23 april 2021).
- Smith, P. (2014), ”BIM & the 5D Project Cost Manager”, International Cost Engineering Council, University of Technology Sydney, Sydney.
- Smith, P. (2014), ”BIM Implementation – Global Strategies”, University of Technology Sydney, Sydney.
- Solibri. (2021), ”The core produkt for model checking and collaboration”, tillgänglig på: <https://www.solibri.com/solibri-office> (Hämtad 17 april 2021).
- Sun, C; Jiang, S; Skibniewski, M & Man, Q. (2017), ”A literature review of the factors limiting the application of BIM in the construction industry”, Technological and Economic Development of Economy.
- Tornstaden. (2018), ”Den moderna byggmästaren”, tillgänglig på: <https://tornstaden.se/om-oss/> (Hämtad 4 maj 2021).
- Thorell, U. (2010), ”BIM på bygget - en förstudie”, SBUF, Göteborg.
- Veidekke. (2018), ”Om oss”, tillgänglig på: <http://veidekke.se/om-oss/> (Hämtad 6 maj 2021).
- Veidekke. (2018), ”VDC och modellsamordning”, tillgänglig på: <http://veidekke.se/om-oss/kompetenser/article15019.ece> (Hämtad 21 april 2021).
- Wikimedia Commons. (2016), ”Chart that explains the scope of BIM uses regarding the BIM dimensions concept.”, tillgänglig på: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:6\\_BIM\\_DIMENSIONS.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:6_BIM_DIMENSIONS.png) (Hämtad 10 juni 2021)

# **UNDERLAG INTERVJUFRÅGOR**

## **BILAGA 1**

**Vad är BIM?**

**Hur tillämpas BIM i er produktion och i vilka delprocesser används det?**

**Hur har er produktion effektiviserats med hjälp av BIM och vilka problem skulle uppstå om ni slutade tillämpa det?**

**Hur ser er erfarenhet av BIM ut i produktion?**

**Vilka programvaror använda främst?**

**Används BIM i alla projekt oavsett storlek/typ/kostnad?**

**Hur långt har ni kommit och hur ser ni på framtiden av BIM ut i produktion?**

**Vilka hinder har ni stött på och hur har ni övervunnit dessa? Gärna konkret exempel om det är möjligt.**

**Får medarbetarna i Skanska regelbunden utbildning internt eller krävs det mer utbildning?**

**Hur är inställningen mot BIM? Arbetar ni alla mot samma mål?**

**Hur ser ni på fullständig implementering av BIM och vilka hinder och utmaningar anses motverka implementeringen?**

## **BILAGA 2**

**Vad är BIM?**

**Tillämpar ni BIM i er produktion?**

**Vad är er största orsak till att ni inte tillämpar BIM?**

**Ser ni några delprocesser som kan gynnas av att övergå till BIM?**

**Hur är er inställning till BIM i produktionen?**