

Kommunikation med BIM

Hur arkitekter & konstruktörer kommunicerar och designar under projektering



LTH
LUNDS TEKNISKA
HÖGSKOLA

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för bygg- och miljöteknologi / Byggproduktion

© Copyright Franz Fjellman 2022

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

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

Förord

Detta examensarbete är utfört vid avdelningen för byggproduktion på Lunds Tekniska Högskola under hösten 2022. Arbetet är ett avslutande moment på utbildningsprogrammet Högskoleingenjör med byggt teknik och arkitektur (180 hp) och omfattar 22,5 högskolepoäng.

En stor eloge till min handledare, Margherita Lisco, för stödet i framtagande av arbetet i form av vägledning, support samt hjälpen av att hitta informanter som var villiga delta. Jag vill även tacka alla mina informanter som har ställt upp och bidragit med mycket värdefull information och insikter i forskningsområdet. Till sist så tackar jag min familj för det stödet de visat under mina studier.

Helsingborg 2022

Franz Fjellman

Innehållsförteckning	Sida
Sammanfattning	4
Abstract	5
1. Inledning	6
1.1 Syfte	6
1.2 Frågeställningar	6
1.3 Avgränsningar	7
2. Metodik	8
2.1 Litteraturstudie	8
2.2 Intervjumetodik	8
2.2.1 Urval för intervjustudie	9
2.3 Metodkritik	10
3. Teoretisk referensram	11
3.1 Byggprocessen	11
3.1.1 Projekteringsprocessen	11
3.1.1.1 Förstudie	11
3.1.1.2 Behovsutredning	12
3.1.1.3 Programhandlingar	12
3.1.1.4 Systemhandlingar och gestaltning	12
3.1.1.5 Huvudhandlingar	13
3.1.1.6 Bygghandlingar	13
3.1.1.7 Förfrågningsunderlag	13
3.1.2 Produktionsprocessen och förvaltningsprocessen	13
3.2 Kommunikation	14
3.2.1 Digitalisering av kommunikation	14
3.3 BIM Building Information Modeling	15
3.3.1 BIM Historia	15
3.3.2 BIM-verktyg	16
3.3.3 CAD-manual	17
3.3.4 BIM-manual	17
3.3.5 IFC	17
3.3.6 Information	18
3.3.7 Design	19

3.3.8 VDC	19
3.3.9 ICE	19
3.4 Roller	20
3.4.1 Arkitektens roll	20
3.4.1.1 Arkitekter och BIM	21
3.4.2 Konstruktörens roll	21
3.4.2.1 Projektörens roll	21
3.4.2.2 Konstruktörer och BIM	21
3.4.3 BIM-roller	22
3.4.3.1 BIM-strateg	22
3.4.3.2 BIM-samordnare	22
4. Intervjustudie	24
4.1 Uppfattning	24
4.2 Kommunikation med möten	25
4.3 Information i modellen kommunicerar	26
4.4 Kommunikation med modeller	27
4.5 Kollisionskontroller	29
4.6 Uppstyrning och strukturering	31
4.7 Designmetod med BIM	33
4.8 Vad kan förbättras?	36
5. Resultat och diskussion	38
5.1 BIM	38
5.2 Kommunikation	39
5.2.1 Strukturering	40
5.2.2 Standardisering	40
6.3.3 Informationshantering	40
5.3 Design	41
5.4 Sammanfattning	41
5.4.1 Litteraturstudie	41
5.4.2 Intervjustudie	42
5.4.3 Slutsatser	42
6. Referenslista	43
7. Bilagor	46

Sammanfattning

Detta är ett examensarbete utfört av studenten Franz Fjellman i samarbete med handledare Margherita Lisco, examinator Urban Persson och Lunds Universitet.

Arbetet har syftet att undersöka hur användningen av BIM, Building Information Modeling/Management, påverkar sättet som arkitekter och konstruktörer kommunicerar med varandra. Utöver det kommer det tittas närmare på hur BIM påverkar designprocessen för arkitekter.

Effektiv och ordentlig kommunikation är en av förutsättningarna för ett lyckat projekt. Inom byggbranschen beror många misstag på grund av att kommunikationen brister. Detta kan leda till ökade kostnader, fördröjd tidsplan och produktionsfel.

Studien genomförs via en litteraturstudie där det beskriver byggnadsprocessen, de aktörer som är relevanta för undersökningen samt vad BIM är för något och hur det kan användas. Studien fortsätter i form av en intervjustudie, där olika aktörer från olika företag uttrycker sig om deras upplevelse av att använda BIM, och hur det påverkat deras arbete inom kommunikation och design.

Slutsatsen är att BIM påverkar kommunikation förutsättningarna inom ett byggprojekt genom att erbjuda möjligheten för smartare mer effektiv kommunikation med användningen av BIM-modeller. Användningen av BIM tillåter även visualisering på effektivt sätt som inte funnits tidigare och på så sätt gynnar de designprocessen. Det kvarstår problematik över hur BIM implementeras och struktureras inom byggbranschen, detta är något som behöver utvecklas vidare.

Nyckelord: BIM, kommunikation, design, projektering.

Abstract

This paper is a graduate thesis performed by author Franz Fjellman with supervisor Margherita, examiner Urban Persson and Lund University.

The purpose of this paper is to examine how the use of BIM, Building Information Modelling/Management, affects the way that architects and structural engineers communicate with each other. Furthermore the paper takes a closer look at the way in which BIM affects the designprocess of the architect.

Efficient and proper communication is a prerequisite for a successful projekt. In the construction industry a lot of the mistakes made are because of inadequate or lackter of communication. This often leads to higher costs, delays and problems with construction.

The study is performed with a literary study which describes the construction process, the parties relevant for the paper and what BIM is and how it is utilized. It then continues in the form of an interview study where people from different roles and companies express themselves in their understanding of BIM and how it affects their work in the parameters of communication and design.

The result of the study is that BIM affects the possibilities of communicating within a construction project, and offers a smarter, more efficient way of communicating, with the use of BIM-models. The implementation of BIM further allows visualization in the designprocess in a more efficient way that has not been possible before. The problem of how BIM should be implemented and structured within the construction industry remains, and is something that needs to be developed further.

Keywords: BIM, communication, design, designprocess

1. Inledning

I det här kapitlet förklaras syftet med uppsatsen samt målformulering och frågeställningar. Även de avgränsningar som gjorts redovisas här.

Byggnadsindustrin är en projektbaserad industri där förutsättningarna skiljer sig från projekt till projekt. Hursomhelst är bra kommunikation väsentligt för att ett projekts lyckas genomföras på ett bra sätt. Oavsett vilken industri eller marknad som diskuteras så tillkommer nya verktyg eller nya sätt att använda redan befintlig teknik och detta med ökande takt. (Handly, 2018). BIM står för Building Information Modelling/management, och arbetsmetoden kommer med många fördelar (Miettinen et al., 2014). Till exempel kan det effektivisera schemaläggning i form av modeller som visualiserar byggnationen i olika tidsskeden (Laiserin, 2007). Det är även lättare att upptäcka potentiella fel tidigt i modellen, vilket sparar både tid och pengar. Det är också ett bra sätt att hitta alternativa lösningar i byggskedet, lite mer arbete i början nyttjar projektet senare (Andersson, 2014). Hur BIM som arbetssätt påverkar hur kommunikationen sker i ett projekt är något som skall ta redas på i den här uppsatsen.

1.1 Syfte

Det är av intresse att undersöka hur BIM, som fortfarande är en relativt ny arbetsmetod, påverkar sättet aktörerna i ett projekt kommunicerar och designar. Syftet med det här arbetet är att analysera om kommunikationen mellan olika aktörer inom ett byggprojekt kan bli mer effektiv med hjälp av BIM-projektering. Arbetet kommer även att undersöka hur det påverkar designmetoden för arkitekter. Tanken är att arbetet skall styrka argumentet för varför fler företag borde effektivisera sin kommunikation och strukturera sin BIM-verksamhet för att uppnå bättre resultat.

1.2 Frågeställningar

- Vad är BIM och hur skiljer det sig från att modellera i 3D?
- Hur påverkar användningen av BIM kommunikationen mellan arkitekter och konstruktörer i byggbranschen?
- Hur påverkar BIM designprocessen för arkitekter?

1.3 Avgränsningar:

Arbetet fokuserar på hur tekniken påverkar kommunikationen mellan aktörer och förklarar inte hur verktygen och programmen fungerar rent tekniskt. Undersökningen kommer att genomföras med aktörer från företag inom den svenska industrin. De aktörer som undersöks är arkitekter, konstruktörer, samt BIM-samordnare, övriga aktörer beaktas ej, till exempel VVS (värme, ventilation och sanitet). Eftersom att de givna aktörernas roll är mest framträdande under projektering är det denna fas som studien kommer koncentrera sig på mest.

2. Metodik

I det här avsnittet redovisas vilken metod som används för att utföra studien. Kapitlet beskriver hur den utfördes och vad som är för- och nackdelarna med vald metod. Här redovisas även motivering till valet av källor.

Arbetet är grundat i en litteraturstudie som sedan utvecklas vidare i form av en kvalitativ intervjustudie. Information utvunna från de båda metoderna används sedan tillsammans för att komma fram till rimliga slutsatser. Litteraturstudien används för att besvara den teoretiska referensramen och ökar studiens grundläggande kunskap kring byggbransch, kommunikation, BIM och roller. En kvalitativ forskningsmetod ansågs mest lämplig för studien då den ämnar sig att söka djup istället för bredd, det vill säga att forskningen lägger sin tonvikt på ord och inte siffror vid insamling och analys av data (Bryman et al., 2017). Detta eftersom att studiens ändamål är att skapa en djupare förståelse över hur BIM påverkar kommunikationen mellan de valda aktörerna i ett projekt.

2.1 Litteraturstudie

Examensarbetet bygger på en litteraturstudie där fakta bearbetades till en beskrivning av vad BIM är för något och hur det används under byggprocessens projekteringsfas.

Litteraturstudien behandlar byggprocessen struktur, grunder för bra kommunikation, vad BIM är och hur det kan användas samt roller relevanta för undersökningen. Studien omfattar tidigare forskningsrapporter, böcker, sökningar på internet med sökmotorn Google Scholar samt lund universitets databas LUBcat. Från litteraturstudien erhöles grundfakta som gav fördjupad kunskap inom ämnet samt ökar studiens trovärdighet (Bryman et al., 2017).

2.2 Intervjumetodik

Under arbetets gång har det utförts intervjuer med flertal personer inom byggindustrin. Dessa intervjuer var av kvalitativ och semistrukturerad form. Det innebär att intervjuerna utfördes med en person åt gången och innehöll öppna frågor för att ge mycket information av informantens upplevelser. Semistrukturerade intervjuer möjliggör en djupdykning i ämnet genom personliga konversationer med informanterna (Bryman et al., 2017). Innan intervjuerna startade så skrevs en intervjuguide med frågor och ämnen som skulle tas upp. De

deltagande fick även tydlig information om att deltagande var frivilligt, vad informationen kommer användas till samt att de har rätt till granskning samt om de vill att något speciellt uttalande inte får användas. Intervjuerna varade mellan trettio minuter till en timme, under vilket frågor om BIM och hur det påverkar kommunikation och design diskuterades djupgående. Fyra stycken informanter deltog.

2.2.1 Urval för intervjustudie

De som deltagit i studien redovisas i tabellen nedan.

Informant	Bakgrund inom branschen	Datum/tid	Metod
1	Utbildad väg och vatteningenjör, började jobba som byggnadskonstruktör, sedan flyttade över till arkitektsidan som bland annat BIM-manager. Hanterar samordning, framtagning av manualer och strategier samt uppdragsledare.	28/4/2022 1 h, 10 min	Zoom
2	Utbildad arkitekt som jobbat i flertal länder inom designarbete. Jobbar som handläggande arkitekt och design.	29/4/2022 40 min	Zoom
3	Utbildad väg och vatteningenjör, började jobba som konstruktör sen IT-konsult inom informationshantering. Nuvarande avdelningschef, med administration och sälj.	2/5/2022 35 min	Zoom
4	Utbildad högskoleingenjör inom byggnadsteknik och arkitektur. Jobbat som BIM-specialist, utbildare inom BIM, samordnare, handläggande och uppdragsledande konstruktör, BIM ansvarig. Nuvarande startat eget företag som konsult med BIM-fokus med arkitektur och arkitektur.	18/5/2022 1 h, 15 min	På plats

Tabell 1: Beskrivning av intervjudeltagande

2.3 Metodkritik

Svaghet med metoden är bland annat att informanterna inte är särskilt många, och på så sett inte reflekterar byggindustrin som helhet. Detta gör det svårt för studien att med säkerhet dra korrekta slutsatser inom arbetet. Ett större urval hade resulterat i ett mer trovärdigt resultat. Dock anser författaren att informationen utvunnen från studien är relevant och ger en insikt i problemområdet. En annan kritik är att eftersom att intervjuerna utvinnet subjektiv kunskap från de deltagande angående deras personliga erfarenheter finns det en risk att resultatet inte speglar hela verkligheten inom byggindustrin. Exempelvis att respondenterna inte berättar helheten. Därför har studieförfattaren försökt besitta så mycket kunskap som möjligt inom forskningsområdet med hjälp av litteraturstudien för att inte riskera förlora betydelsefull information. Källorna samlade inför litteraturstudien är väl granskade och undersökta. Kritik som kan frambringas är att vissa av källorna är äldre, dock anses detta inte vara ett problem då informationen fortfarande är riktig, dessutom utvinns färsk kunskap från intervjustudien. Samtliga källor tagna från internet hittades med sökmotorn Google Scholar eller med Lund Universitets egna databas LUBcat. Detta styrker deras validitet. Samtliga av de utvalda källorna i studien använts i andra vetenskapliga artiklar, vilket gör att trovärdigheten bedöms vara hög.

3. Teoretisk Referensram

I det här kapitlet presenteras informationen som är utvunnen från litteraturstudien. Fyra ämnen undersöktes i litteraturstudien och kapitlet är uppdelat i fyra delkapitel.

Byggprocessen för att förklara branschen, kommunikation för att förklara problemområdet, BIM för att förklara potentiella lösningar, och roller för att förklara vilka som är påverkade.

3.1 Byggprocessen

Byggprocessen kan delas in i tre stycken faser, projekteringsprocessen, produktionsprocessen och förvaltningsprocessen. Projekteringsfasen innebär att besluten om när, var, hur och varför någonting skall byggas. Produktionsfasen är när byggnationen av byggnaden eller anläggningen planeras och utförs och förvaltningsfasen är när produkten används (Hansson et al., 2015). Nedan beskrivs byggprocessen i ytterligare detalj.



Figur1: Illustration av de olika faserna i byggprocessen, tagen från Boverket.se

3.1.1 Projekteringsprocessen

Den vanligaste användningen av begreppet projektering innebär framställning av ritningar och beskrivningar på en byggnad som skall uppföras eller ändras. Projekteringsprocessen startar med en idé om att en byggnad kan lösa ett behov och avslutas med att behovet i detalj är definierat av ritningar och beskrivningar (Hansson et al., 2015).

3.1.1.1 Förstudie

Processen börjar med en så kallad behovsutredning i form av en förstudie. Under det initiala skedet är utrymmet för påverkan av hur projektet kommer utföras och se ut stort i förhållande till senare skeden under processen. Under senare skeden är det både kostsamt och problematiskt att utföra ändringar i projektet. Samtidigt utgör skedet bara någon procent av den totala kostnaden för ett projekt (Hansson et al., 2015).

3.1.1.2 Behovsutredning

Då byggherren vill bygga eller anlägga något behöver mål och visioner för projektet beskrivas, det vill säga att det skall beskrivas vad som skall byggas vart det skall byggas samt vad dess syfte skall vara. (Boverket, 2021). Under detta skedet formuleras även en preliminär budget och tidsplan. Förstudien avslutas med att byggherren beslutar att gå vidare med byggprojektet eller inte. I det fall att beställaren inte själv utför behovsutredningen behöver en konsult upphandlas som kan utföra det nödvändiga arbetet åt beställaren (Hansson et al., 2015).

3.1.1.3 Programhandlingar

Efter beslutet tagits om att gå vidare med byggprojektet så inleds ett programarbete. Då preciseras målen och kraven på byggnadsverket och på tomten eller området utifrån samhällets och byggherrens krav (Boverket, 2021). Detta beskrivs i form av programhandlingar som är anpassade så de kan hanteras av de olika aktörerna i byggsektorn. Byggherren skall även bestämma vilken typ av entreprenad som ska användas för projektet. Även de tidskrav och den preliminär budget som togs fram under behovsutredningen preciseras ytterligare. Baserat på val av upphandlingsstrategi genomförs val om ansvars- och ersättningsform för upphandlingen samt att en plan om upphandlingsförfarandet tas fram (Hansson et al., 2015).

3.1.1.4 Systemhandlingar och gestaltning

Efter det initiala skede börjar projekteringskedet med systemhandlingar och gestaltning. Detta innebär att byggnaden utformas och gestaltas. Vanligtvis inleds arbetet med att arkitekten skissar fram ett antal alternativa förslag. Olika alternativa systemlösningar presenteras för byggherren att välja mellan gällande bland annat produktion och förvaltning. Det tas även fram underlag för investeringsbeslut. Systemhandlingar och gestaltning är två parallella processer som innefattar samma skede under projekteringsprocessen, där arkitekten använder begreppet gestaltning och övriga konsulter använder begreppet systemhandlingar (Hansson et al., 2015). Detta skede kallas även ibland för systemprojektering, vilket är när handlingar som byggnadsritning, konstruktionsritning och installationsritning tas fram och samordnas så att de uppfyller både plan- och bygglagens och byggherrens krav (Boverket, 2019).

3.1.1.5 Huvudhandlingar

Huvudhandlingar kallas den viktigaste dokumentationen för den planerade byggnaden. De ligger vanligtvis till grund för utformning av produktionshandlingar, hyreskontrakt och bygglovsansökan. Handlingarna utgör den planerade byggnadens form, konstruktion och installationer (Hansson et al., 2015).

3.1.1.6 Bygghandlingar

För att kunna producera byggnaden eller anläggningen krävs ritningar och beskrivningar som förmedlar hur arbetet ska utföras i detalj (Hansson et al., 2015).

3.1.1.7 Förfrågningsunderlag

Nödvändig kalkylering och planering utförs så att att entreprenörer skall kunna lämna anbud. När beställarens upphandling och entreprenörens anbud kommit överens så sluts ett avtal (Hansson et al., 2015).

Varje delprocess av projekteringen avslutas med en slutprodukt i form av ett beslutsunderlag som är grunden för projektets fortsättning. Om en delprocess inte har utförts fullständigt uppstår det oklarheter i nästkommande process. Det kan till exempel att ett moment måste göras om i ett senare skede vilket ofta innebär extra kostnader, längre projekttid och sämre resultat (Hansson et al., 2015).

3.1.2 Produktionsprocessen och förvaltningsprocessen

Under produktionen påbörjas och avslutas bygget baserat på de handlingar som togs fram under projekteringen. Inledningsvis sker detaljutformning och produktionsanpassning av de bygghandlingar framtagna under projekteringsprocessen så att det blir byggbart, detta momentet överlappar ibland med projekteringsprocessen. Då innebär det att någon med produktionserfarenhet lämnar underlag till beställare och dennes konsult så att produktionsaspekterna tas med i projektörens val- och beslutssituationer. Det kan vara till exempel lokaliserings- och tomtvalssituationer eller val av konstruktion och material för specifika byggnadsdelar (Hansson et al., 2015).

Då en entreprenör fått igenom sitt anbud inleds en planeringsfas då ett produktionsprogram tas fram. Under den här planeringsfasen utarbetas de planer som behövs för att genomföra bygget som tidplan, budget, materialleveransplan, organisationsplan, maskinplan och övriga

nödvändiga planer. Därefter påbörjas byggdriften, då utförandet av bygget planeras i detalj och utförs. Byggplatsen etableras, erforderliga resurser anskaffas såsom material, arbetskraft och maskiner och bygget påbörjas och slutförs. Bygget besiktas och överlämnas sen till beställaren tillsammans med instruktioner om hur bygget ska skötas, det vill säga att byggnaden går över i förvaltningsfasen. Förvaltning innebär den drift och underhåll som utförs och krävs av den färdiga byggnad eller anläggning efter att den överlämnats till den slutliga ägaren, oftast beställaren av projektet. Denna processen pågår tills dess att byggnaden skall rivras (Hansson et al., 2015).

3.2 Kommunikation

Kommunikation mellan människor har alltid varit bland de viktigaste förutsättningarna för utveckling av såväl enskilda mänskliga individer som av kollektiva mänskliga verksamheter, kulturer och samhällen. Allt tyder på att betydelsen av kommunikation kommer att bli om möjligt ännu större för framtidens människor och samhällen (Allwood, 1984).

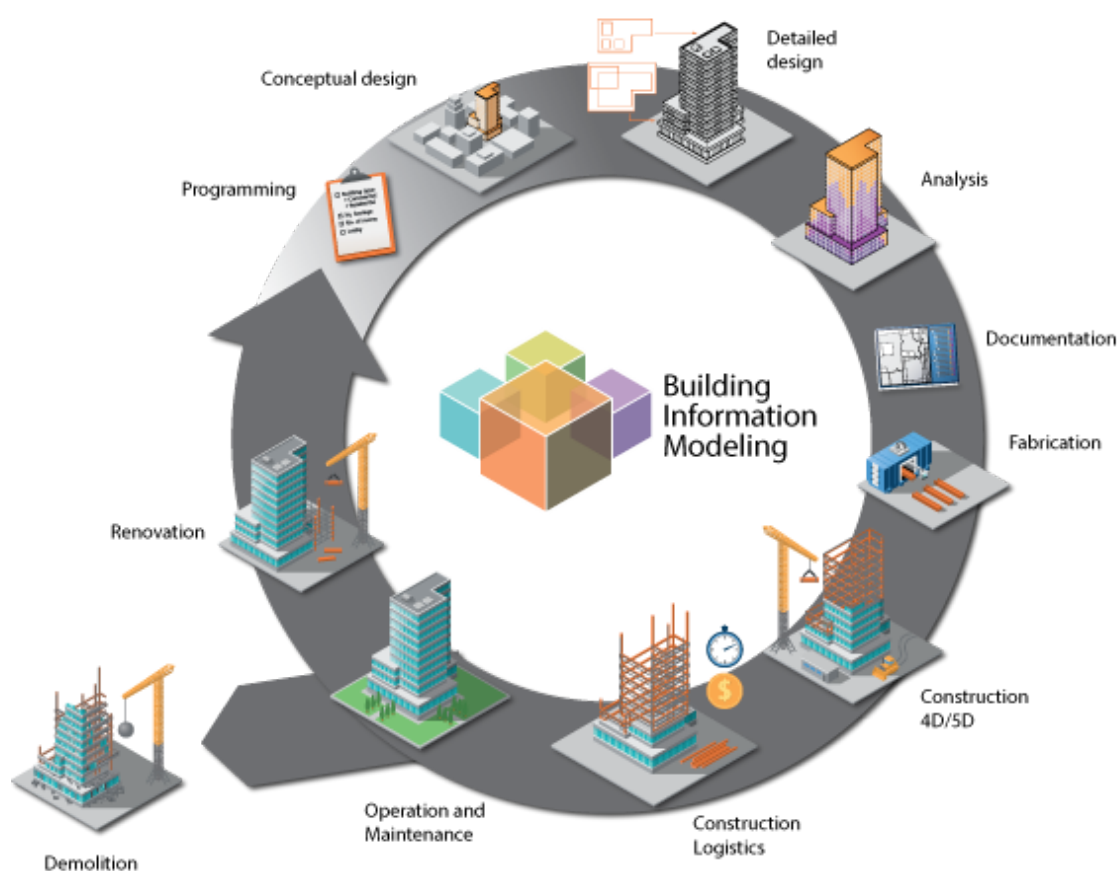
Kommunikation är en grundförutsättning för att organisationer ska kunna skapas, existera och utvecklas, det vill säga att utan kommunikation kan det inte finnas en organisation. Något som är relevant när begreppet kommunikation diskuteras är information. Språk, erfarenhet, kunskap och intresse påverkar vad som subjektivt anses vara information. Det vill säga att det kan finnas en skillnad i vad olika människor uppfattar som information. Kommunikation anses istället vara interaktion mellan människor som innehåller en process, knyter samman flera människor och har ett innehåll (Heide et al, 2012)

3.2.1 Digitalisering av kommunikation

Digital kommunikation har tillfört möjligheten för information att spridas snabbt, genom till exempel e-post, intranät eller videokonferenser. Det vill säga att det har blivit smidigare att förmedla information till medarbetare inom ett företag (Sanina et al, 2017) Möjligheten att ge snabb feedback leder till bättre gemenskap och sammanhållning inom organisationen (Stein, 2006). Övriga fördelar med digitala kommunikationskanaler är att vid komplexa situationer kan kommunikationen förtydligas med hjälp visualisering av till exempel bilder eller video. Även möjligheten att göra löpande uppdateringar är en klar fördel jämfört med tryckta kanaler och (Erikson, 2017).

3.3 BIM - Building Information Modeling

Begreppet BIM står för Building Information Modelling eller Management. BIM kan definieras som framtagningen av en digital representation av en byggnad, en objektorienterad tredimensionell modell eller förvaring av projektinformation för att möjliggöra interoperabilitet och utbyte av information i olika program. BIM är således en arbetsmetod som uppmuntrar samarbete, och när det används i samtliga faser leder det till minskade misstag och ökar produktiviteten av byggindustrin (Miettinen et al., 2014).



Figur 2. Visualisering av hur BIM kan användas inom samtliga faser i ett byggprojekt, tagen från bimcorner.com

3.3.1 BIM historia

Begreppet BIM introducerades av Jerry Laiserin år 2002. Historiskt sett så har behovet och möjligheten att utveckla mer integrerade och interoperabla program funnits sedan 1970-talet. Det fanns integrerade design databaser för att tillförse dessa behoven. BIM kan ses som

utvecklingen av det traditionella CAD (Computer Automated Design) systemet med lättare tillgång till och utbyte av information (Miettinen et al., 2014).

Traditionellt sett används 2D-CAD modeller för att ta fram underlag i form av ritningar och beskrivningar. Denna metod redovisar projektet genom modeller uppbyggda av 2D-linjer måttsättning och symboler från bibliotek. Olika typer av linjer och symboler används för att visa olika element i modellen. Sättet att visualisera beror på typen av byggdel och om byggdelen är gömd eller inte (Jongeling, 2008). Allt eftersom utvecklades CAD-systemet vidare med ytterligare information, och med introduktionen av 3D-modellering adderades fler verktyg för att uppnå bättre definition och grafik. I samband med att CAD-system blev mer intelligenta och att allt fler användare ville dela data från en given design skiftade fokuset från ritningarna och 3D bilderna till informationen själv. En BIM modell kan utge flera olika versioner av informationen i modellen, inklusive 2D och 3D. En modell kan beskrivas av vilka objekt den innehåller eller vad den har för funktioner och vilka krav den uppfyller (Eastman et al., 2011).

Det finns en del problematik med 2D-CAD metoden, bland annat är det svårt att utföra kollisionkontroller då en helhetsbild av byggnaden inte är tillgänglig, detta kan öka risken för misstag (Jongeling, 2008). Vid mer traditionell projektering kan svårigheter uppstå med kommunikation och informationsutbyte vilket kan leda till konflikter. Eftersom att BIM är informationsorienterat kan implementering av BIM-verktyg vara en lösning till dessa svårigheter (Granroth, 2011).

3.3.2 BIM-verktyg

Vid användning av BIM-verktyg, det vill säga de datorprogram som används för att utföra arbetsmetoden, kan en eller flera exakta virtuella digitala modeller tas fram (Eastman et al., 2011). Detta tillåter nya typer av spatial visualisering och simulering av hur byggnaden ska fungera (Miettinen et al., 2014). BIM-verktyg är interoperabla, det vill säga att de kan kopplas till varandra för att utbyta information om byggnaden. (Ghaffarianhoseini et al., 2017).

BIM använder sig av *objektbaserad parameterstyrd modellering* vilket innebär att objekten i modellen är definierade av geometri med tillhörande information och regler. Eftersom att parametrarna är fasta i tre dimensioner är objektet sig konsekvent likt i projektet. Utöver en

fysisk form kan ett objekt tilldelas en rad olika attribut som till exempel materialdata, akustik och energiförbrukning. Objekten har även regler för hur de interagerar med varandra, till exempel om en dörr sätts in i en vägg, skapar programmet automatiskt en öppning i väggen. Reglerna för objektet kan även identifiera när en förändring är praktiskt olämplig på grund av byggnadsregler eller tillverkning (Eastman et al., 2011). I modellen läggs även in information om användningen av byggnaden genom dess livscykel vilket i sin tur leder till ökad kostnadskontroll och minskade konflikter mellan olika aktörer (Ghaffarianhoseini et al., 2017).

3.3.3 CAD-manual

Idag sker produktion av ritningar i huvudsak med hjälp av datorverktyg. Programmen hjälper till med bland annat redovisningsteknik, måttsättning och utformning. I vilken utsträckning samt hur eller vilka program som används kan dock variera mellan olika konsult- och arkitektkontor. De flesta projekt har en CAD-manual som ska följas under projektet. De innehåller beställarens krav på de handlingar som ska levereras av projektören. Exempel på krav kan vara filformat, projekteringsmetod och katalogstruktur. På senare år har CAD-manualen ersatts med en BIM-manual (Hansson et al., 2015).

3.3.4 BIM manual

Det är viktigt för ett projekts utförande om BIM ska användas att välja inom vilket tillämpningsområde BIM skall användas och upprätta en specifik BIM-manual. Detta bör göras i samråd med projektgrupp och förvaltning. En BIM-manual kan ha många olika namn i byggbranschen, till exempel BIM-riktlinje, BIM-handbok, Manual för informationshantering. BIM-manualer är en vidareutveckling av traditionella CAD-manualer, och innehåller således utöver det som finns i en BIM-manual, även den informationen som funnits i en CAD-manual. BIM-manualen styr organisation, leveransformat, koordinatsystem, projektets BIM-strategi, vilka objektsegenskaper som ska användas med mera (BIM Alliance et al., 2014).

3.3.5 IFC

Vid BIM-projektering krävs det interoperabilitet mellan de programvaror som de olika aktörerna använder för att projektet ska utföras riktigt. Utbyte av information och relationsegenskaper måste kunna utföras. IFC, Industry Foundation Classes, är ett neutralt, öppet och fritt filformat som möjliggör den arbetsmetoden (Hansson et al., 2015).

3.3.6 Information

Centralt inom BIM är information. En vanlig 3D-modell kan uppge information som mått, utseende och andra fysikaliska attribut. En BIM-modell representerar all information som genereras och förvaltas under en byggnads livscykel strukturerad och representerad med hjälp av objekt. BIM-modellering är själva processen att generera och förvalta denna information (Jongeling 2008).

Då all information är integrerad i BIM-modellen finns möjligheten att smidigt ta fram plan vyer eller sektioner i antingen 2D eller 3D. Dessutom kan information i form av listor och beskrivningar utvinnas från en BIM-modell med olika egenskaper kopplat till varje objekt. Detta reducerar risken för felskrivningar eller feltolkningar och på så sätt levereras mer korrekta handlingar med BIM-modeller. Informationen i modellen ska vara tillgänglig genom hela byggprocessen och kunna regleras. Eftersom att underlagen är direkt kopplade till BIM-modellen så ändras de automatiskt vid revidering. 2D och 3D visualiseringen korrigeras även automatiskt i de olika planen vilket gör skalorna korrekta. Dessutom kan alla parter komma åt samma information som finns i 3D-objekten (Jongeling, 2008).

När samtliga aktörer använder sig av objektbaserade modeller kan det utföras en så kallad visuell kollisionskontroll för att kontrollera modellernas kompatibilitet. På så sätt kan en sammanslagen BIM-modell skapas med information från alla aktörer samlad på ett ställe. Ett exempel då visuell kollisionskontroll använd är för att verifiera om stomme och installationer stämmer överens med arkitektens modell (Granroth, 2011). I en BIM modell finns alltså all information tillgänglig för de som deltar i projektet vilket ger en tydlig bild av projektet som helhet. Den informationen nyttjar de som jobbar med gestaltning, kalkyl, planering, produktion, och övriga aktörer som är knutna till projektet. Detta leder till minskat arbete, minskar risken för fel, samt effektiviserar byggprocessen. Utmaningen ligger i att integrera lösningar från olika discipliner som en helhet (Jongeling, 2008). Vid användning av BIM finns även möjligheten för samtliga aktörer att arbeta i samma 3D-modell vilket leder till att förändringar som gjorts av andra ses i realtid. Detta förbättrar kommunikationen mellan aktörer samtidigt som det sparar tid och pengar (Azhar et al., 2009).

När ett projekt utförs med BIM så finns det även möjligheter att koppla in ytterligare dimensioner till 3D-modellen med hjälp av olika program. I en 4D modell så tas även tid in i beaktning. Detta vill säga att det visualiseras när de olika delarna av modellen skall byggas

och i vilken ordning. Detta gör det möjligt att skapa en bra tidsplanering över projektet. I en 5D modell kopplas även kalkyler in, det vill säga att relationen mellan tid och pengar är i fokus. Utifrån den informationen kan göras en bra estimation över vad projektet kommer att kosta under tidens gång (Jongeling, 2008).

3.3.7 Design

BIM-modeller stödjer design genom dess olika faser genom att erbjuda ett mer kontrollerat tillvägagångssätt än traditionella metoder. Modellerna är detalj- och informationsrika och innehåller precis geometri och information, på så sätt underlättar de gestaltnings- och produktionsskedet för en mer effektiv byggprocess (Eastman et al., 2011).

3.3.8 VDC

BIM är ett arbetssätt, men det finns flera olika metoder för hur det arbetssättet ska implementeras i byggbranschen. Virtual Design and Construction, eller VDC är en metod som har blivit allt mer populärt tillvägagångssätt. VDC är en teknisk process och ett sätt att arbeta som integrerar flera discipliner i design och konstruktion, och optimerar automatisering via visualisation (Aslam et al., 2021). Det är ett sätt att komma fram till den optimala strategin för ett projekt som har rätt människor och rätt teknologi. VDC fokuserar på samarbete och BIM är ofta en del av det. (Constructible, 2022)

3.3.9 ICE

Integrated Concurrent Engineering, eller ICE, är en arbetsmetod där samtliga beslutstagande aktörer samlas under en kort tidsperiod för att med gemensamt samarbete strukturera och komma fram till lösningar på potentiella problem som kan uppstå under ett projekt. Metoden är menad kringgå fysiska och organisationsrelaterade begränsningar för kommunikationen för att göra processen mer tidseffektiv (Avnet et al., 2009).

3.4 Roller

Det är viktigt att definiera de roller som är relevanta för undersökningen. De roller som är av intresse för studien är arkitekten, konstruktören och BIM-roller. Dessa definieras i detta kapitel.

3.4.1 Arkitektens roll

Arkitekten har under historiens gång ansetts vara en nyckelperson i byggprojekt och haft rollen som byggmästaren med ansvar för både designen och själva byggandet. Termen arkitekt härstammar från antika Grekland där ”arkhi” betyder mästare och ”tekton” betydde byggare. I modernt byggande har arkitektens utvecklats och skiljer sig från den historiska definitionen (Burr et al., 2010). Byggprojekt idag har blivit alltmer komplexa med nya tekniker vilket gör det svårt för en enstaka person att besitta all kunskap som krävs för att genomföra ett projekt. Eftersom produktionsmetoder och materialkunskaper inte är arkitektens specialområden har arkitekten förlorat sin centrala roll som ledare av byggandet och källa för kunskap. Detta har även lett till att arkitekten håller på att förlora kontrollen över estetiken då estetiken är just beroende av produktionsmetoder och materialkunskap (Lidelöw, 2015). Under 60-talet omorganiserades byggindustrin för att klara av samhällskrav som bland annat bostadsefterfrågan och anpassningen i produktionen, och entreprenören blev en ny huvudaktör. Detta resulterade i att arkitektens inflytande marginaliserades och blev en roll bland alla andra konsulter (Nylander, 2018).

Den vanligaste uppgiften för arkitekter idag sker inom projekteringen, det vill säga gestaltning av byggnaden, där fokuset ligger på att byggnaden ska fungera bra för de som ska använda den. Den vanliga bilden är att en arkitekts huvudsak är estetik, men mer ofta innebär arbetet att sammanväga olika krav och önskemål till en helhetslösning. De funktionella kraven ska förenas med tekniska, ekonomiska, ekologiska och estetiska krav. Ofta presenterar arkitekten flertal alternativ i form av idéer och förslag och har en nära dialog med sin kund. De arkitekter som ansvarar för ett projekt agerar som samordnare av kontakten med de övriga konsulterna (Sveriges Arkitekter 2022) .

3.4.1.1 Arkitekter och BIM

Arkitekter kan använda sig av BIM för att förbättra de estetiska, funktionella och hållbara egenskaperna hos byggnader. De kan även skapa högkvalitativa visualiseringar för att enklare kommunicera med andra intressenter. Genom att använda informationsrika modeller med parametrar som tid och kostnad går det redan i designprocessen att planera logistik och övervaka kostnader för projektet (Sweco, 2022).

3.4.2 Konstruktörens roll

Konstruktörens roll är främst inom projekteringsskedet. Konstruktören anses ofta vara en expert inom sitt område, eftersom det krävs en hel del kunskap inom beräkning och konstruktion. Under programskedet utförs hållfast- och dimensionsberäkningar för stomsystemet efter arkitektens ritningar. Det tas även i detta skede fram konstruktionshandlingar som är underlag för resterande arbete (Granroth, 2012).

3.4.2.1 Projektörens roll

Konstruktören samarbetar ofta tätt intill projektören, det är därför viktigt att definiera rollerna. Projektören besitter vanligtvis en bred kunskap och erfarenhet av de olika delområdena inom byggbranschen. Normalt består projektörens arbetsuppgifter av att med hjälp av olika datorprogram framställa ritningar och tekniska lösningar, som används till underlag för den analys och de beräkningar som konstruktören sedan utför. Detta arbetssättet kräver utbyte av information för att fungera. Övriga arbetsuppgifter för en projektör är anbudsräkning, framtagning av bygghandlingar och beskrivningar. Det är viktigt att projektören har förståelse för konstruktörens beräkningar och analyser såväl som kunskaper inom produktion och datormodellering (Granroth, 2012).

3.4.2.2 Konstruktörer och BIM

Konstruktörer kan använda sig av BIM i samtliga processer. Genom att göra specificerade 3D-modeller med korrekt information tidigt i projektet, går det att skapa precisa kostnadskalkyler och tidsplaner som enkelt kan uppdateras genom projektets gång (Sweco, 2022).

3.4.3 BIM-roller

Under projektering med BIM är det viktigt att definiera de roller som krävs för att projektet skall kunna utföras på bästa möjliga sätt. De främsta rollerna är BIM-strateg och BIM-samordnare, de rollerna beskrivs nedan. Det är projektledaren uppgift att handla upp eller utse en BIM-strateg och -samordnare för projektet, det kan vara internt, externt eller någon annan lämplig aktör inom projektgruppen. Detta bör ske så tidigt som möjligt i projektet, det kan vara gynnsamt att en BIM-rollerna upprättas först av alla så att rätt krav på BIM kan ställas på övriga konsulter och entreprenörer som handlas upp under projektets gång (BIM-Alliance et al., 2014).

3.4.3.1 BIM-strateg

BIM-strategen innehar en central roll i projektledningen och ansvarar för framtagning av projektets BIM-strategi samt för rådgivning i projektets BIM-frågor. Rollen tillkommer tidigt i projektet med en stor arbetsinsats i form av mål, strategi och kravställning för projektet. I rollen ingår även att följa projektet över tid och kontrollera och justera mot övergripande mål. Strategen måste även kunna avgöra vilken BIM-kompetens som behövs i projektet. En BIM-strateg bör besitta branschkunskap, kunskap om beställarens verksamhet samt erfarenhet från genomförande av liknande projekt. Det är även väsentligt att en BIM-strateg har kunskap om vad som är genomförbart med tillgänglig teknik. Dessa är viktiga kompetenser för att strategen skall kunna ta ställning till vilka aktiviteter som bör genomföras för att optimera projektet. De krav, mål och riktlinjer som projektet skall följa gällande BIM specificeras i form av en BIM-manual (BIM-Alliance, 2013).

3.4.3.2 BIM-samordnare

BIM-samordnaren arbetar med taktik och metodik och ansvarar för processer, förutsättningar och mer specifika krav. Samordnaren ansvarar för att ställda krav uppfylls med rätt kvalitet, det vill säga att merparten av arbetet utförs under genomförandet. Detta gör att BIM-samordnaren kommer in i ett senare stadie av projektet än BIM-strategen, när mer detaljerade krav och processer krävs. Rollen av BIM-samordnare kan utföras av en eller flera personer beroende på omfattning och ställda kompetenskrav och arbetsuppgifterna beror på i vilket skede projektet befinner sig. Fördjupad teknisk kompetens inom de bestämda kravområden är centralt, men inte branschkunskap och omvärldsbevakning på samma sätt som för strategen. Rollen som samordnare kan därför i mindre krävande projekt innehas av en person med mindre erfarenhet. Eftersom att samordnaren ansvar ligger i utförandet av

projektet är det viktigt att den ges mandat att kräva att projektets anvisningar följs. BIM-samordnarens roll kan jämföras med den traditionella modell- eller CAD-samordnarrollen, då dessa funktioner bör ingå i BIM-samordnarens ansvarsområde, dock är rollen betydligt mer omfattande och djupare förankrad i projektet (BIM-Alliance, 2013). Övriga ansvarsuppgifter för BIM-samordnaren angår att BIM-manualen kommuniceras till deltagarna i projektet, samordning av gemensam framtagning av stomlinjer, ritningshuvud, koordinatsystem samt tillämpliga CAD/BIM mallar med mera (BIM-Alliance et al., 2014).

4. Intervjustudie

Här redovisas resultatet från den utförda intervjustudien i form av citat och sammanfattningar av vad de olika informanterna bidragit med i studien. Kapitlet delas in i de huvudområden som berördes under intervjuerna, och de mönster och teman som funnits i samtliga intervjuer. Uppfattningen av BIM hos aktörerna, hur informationen i modellen kommuniceras, hur det kommuniceras i form av möten, och modeller och kollisionskontroller, hur designprocessen påverkas och vad som kan förbättras med BIM.

4.1 Uppfattning

Inledningsvis tillbads informanterna att beskriva sin personliga uppfattning av BIM. Nedan är deras svar.

Informant 1

Rent allmänt skulle jag säga att det är ett arbetssätt. Väldigt förenklat ett arbetssätt och ett kommunikationssätt där man har information som grund. Jag vill poängtera att det är mer building information management nuförtiden, mer än modellering.

Informant 2

I guess it's two definitions, how we use it in daily work and the concept. To a large extent we use BIM, to make floor plans to 2D-plans to deliver as PDFs. On the other hand, clients understand that Revit, in this particular case, is more like a database. [...] The conversation is more about if the parameters are right. So they can read those later in some sort of excel sheets.

Informant 3

Det är en metodik man tar hand om informationen lika väl som man tar hand om det fysiska byggnadsverket. En skillnad [angående BIM, respektive traditionell metod som 2D-CAD] är att nu arbetar man alltid objects modell

orienterat, förr hände det i arkitektens och konstruktörens huvuden med hjälp av skisser.

Informant 4

BIM är för mig ett kommunikation och dataflöde, hur får vi ut information på smidigast sätt, hur säkerställer vi så tidigt som möjligt i processen att vi har rätt dimensioner, rätt kvalitet och rätt förutsättningar för att kunna färdigställa projektet.

4.2 Kommunikation med möten

Sättet kommunikation sker varierar mellan olika företag och projekt. Flertalet av informanter tar upp att kommunikation sker genom möten vilket inte är BIM relaterat, dock påverkas sättet information utbyts under mötena av BIM.

Informant 1

Utöver det har man dels projekteringsmöten där man lyfter olika typer av frågor som har med projektet att göra och projekteringen i allmänt. De frågorna finns det system för att hantera, enklast är att hantera de digitalt, att man har nån form av RFI (request for information) system som hanterar frågorna och sen släcker man dem efter hand. [...] Man har projekteringsmöten och sen har man samordningsmöten i 3D då man i stort sett tittar på kollisionskontroller.

Informant 2

Because of the weekly meeting it's easy to discuss stuff.

Informant 3

Kommunikationen sker ju oftast fortfarande med att man pratar med varandra men geometrin kommuniceras då mer som modeller i samma program där du får ut ritningar och skisser.

Informant 4

kommunikationen för att förmedla [ändringar som skall ske i en modell] sker antingen skriftligt via mail, eller på möten, eller över telefon.

4.3 Information i modellen kommunicerar

En av de största fördelarna som BIM medför angående kommunikation är att informationen i sig själv är lättare tillgänglig. På grund av informationsorienterad objekt går det lätt och smidigt att få tag på den information som behövs för att ta reda på något. Det är således att modellen i sig själv kan lättare kommunicera mer information med de deltagande aktörerna i byggprocessen. Dock ställer det högre kompetenskrav för samtliga aktörer i projektet.

Informant 1

Det är en fördel i projekteringsskedet att ha informationssatta objekt eftersom att man snabbt kan få svar på eventuella frågor som kan uppstå under projektet när man sitter i möten eller samordningsmöten. Men det ställer också krav på att informationen ska finnas i modellen och att de olika disciplinerna informations sätter objekten inför de här mötena och att det sker kontinuerligt att man har det i sin arbetsprocess när man projekterar att man även tar hänsyn till informationen. [...] Informationen är mycket mer lättillgänglig nu, med tanke på all utveckling som har skett i programmen. [...] Där är ju fördelen, att det kan gå fortare om man är på jakt efter den informationen. Och vad de egentligen tillför är ett annat arbetssätt. Arbetssättet har ju förändrats i hur man designar producerar tar fram ritningar och hur man bygger till viss del. [...] Om du ritar upp en vägg i revit till exempel så får du automatiskt från programmet automatiskt ytan av den du får volymen och få massa saker automatiskt [...] den kan sedan entreprenören använda i sitt arbete.

Informant 2 påpekar att det finns problem med hur informationen utvinns från modeller.

One of the challenges I guess the whole industry is still learning is that you put information in the Revit model, but then the system that they are using to read it, the database, is sometimes not so compatible. They still don't understand how they should structure the data here so that the others can read it. I think that is still something that is being worked out.

Även informant 4 tar upp värdet av informationsflöde i samband med ändringshantering.

Bim har sina styrkor i kommunikations och informationsflöde, i ändringshantering har det enormt stor fördel. Skall du flytta ett objekt i en 3D-modell så flyttar du objektet, ska du flytta nånting på en autocad ritning så måste du flytta den på alla ritningar det berör. Någon som har jobbat med AutoCAD i 10 år och någon som har jobbat med Revit i tio år så tar det ungefär lika lång tid att skapa, men därefter, efter man skapat den första skissen, då skiljer det sig enormt. Hur du ska göra ändringar och hämta information, visualisera går inte i 2D. Det finns hur mycket som helst du kan implementera på en BIM-modell, och där begränsas du i 2D och klassisk projektering.

4.4 Kommunikation med modeller

Informanterna påpekar att mycket kommuniceras i form av modeller, att de olika aktörerna har tillgång till varandras modeller och kan jämföra, eller sätta in i sin egen. Detta sker på olika sätt, modellerna kan laddas upp vid bestämda tider, eller så finns det möjlighet att se de olika modellerna live. Det finns även möjligheter att skapa ärenden och observationer i modellerna.

Informant 4

En stor fördel med BIM är att kunna skapa kommunikationsförutsättningar som inte har kunnat skapas med traditionella 2D objekt. Med BIM kan man kommunicera enklare med beställare med leverantörer, med varandra inom kontoret och med våra delaktörer. Kommunikationen sker på ett helt annat sätt mellan de olika disciplinerna än vad det gjorts innan för att man kan visualisera och det talar mycket mer. [...] Man behöver inte sitta i ett rum idag, med tekniken som finns idag kan man ha allting på en och samma molntjänst och kommunicera mellan modeller med direkta ärenden och observationer som dyker upp hos den andra parten.

Informant 1

Om man tar ett vanligt relativt standardiserat system, är att man utbyter filer med varandra, digitala filer till exempel Revitfiler [...] en gång i veckan [...] och så ser man vad som har ändrats. Kommunikationen sker ju via modeller, när man ser förändringar. [...] Alla projekterar i sin modell, [...] man laddar ner och har med de andra discipliners modell i sin modell när man projekterar för att kunna se hur det ser ut, var ventilationsrören går, var schakten finns, att man samordnar det där.

Informant 4

oftast är det så att man sitter i samma modell inne hos arkitekten, och konstruktören har en modell, men de ser inte varandra förrän varje fredag så lägger de upp en modell.

Ett problemområde som informant tre tog upp under intervju är uppdateringsfrekvenser, och vikten av att se till att aktörer arbetar med rätt underlag. Vid frågan om varför kommunikationen brister i ett projekt svarade informanten:

Informant 3

Framför allt för att man ritade på fel, det hade hänt en uppdatering som man inte var varse om. I värsta fall fick det lösas på plats vilket kunde bli dyrt. Det är det som är den stora kostnaden, ju längre man kommit på bygget, desto dyrare är det att lösa ett sånt här problem. Man försökte lösa det med egenkontroll så man såg att nu har jag konstruerat och det bygger från det här underlaget från arkitekten. Likadant fick installatörerna vara noga med att ta med framför allt konstruktörens bärande delar. Det har blivit mycket mer noggrant med uppdateringsfrekvenser, i BIM-manualen står det oftast att man har avsatta datum och tider för att leverera och sen är det det man utgår ifrån

Ett problem är då att eftersom att de modellerna som olika aktörer arbetar med uppdateras och skickas in efter hand, finns det fler underlag för aktörer att arbeta med. Därav är det viktigt att se till så att aktören arbetar med det senast uppdaterade underlaget. Informant tre nämner uppdateringsfrekvenser och självkontroller som lösningar på det här problemet. En

alternativ lösning är att använda sig av metoden då samtliga aktörer arbetar i modeller som uppdateras live genom en molntjänst. Det innebär att man kan direkt se vilka ändringar som gjorts, och risken av att använda ett utdaterat underlag försvinner. Detta är en metod som både informant 2 och 4 arbetat med.

Informant 2:

“the models are always live. So I can see what the engineer is creating right now and I see what the ventilation is doing right now. And they see what we are doing right now. [...] The structure in the model, like columns, was designed by engineers. And that was the model that we used as architects, and then we drew our walls on top of that. So there were two live models working with each other. [...] It requires more communication, because if they change something it might mess up my work. It's more intense in terms of communication, we have to be on chat, we have to be on the phone. But it reduces errors. And it reduces this list of a thousand emails trying to explain something. Here it's just there, you see it.

Informant 4

Sen kan man integrera det i en molntjänst, där kan man ladda upp modellerna och då behöver man inte vänta till på fredag för att titta på den andra. Då ser du de andras modeller live också [...] Du kan skicka frågor och svar mellan modellerna när de ligger där under samma mapp. Det kan man inte göra när man sitter med modellerna lokalt. Du har möjligheten att gå in i den andra modellen, göra en markering och meddela att det inte funkar i vår modell.

4.5 Kollisionskontroller

Kollisionskontroller är något som kan göras för att kolla så olika modeller stämmer med varandra och sig själva. Det är ett sätt för modellerna att kommunicera att de stämmer.

Informant 4

Hur man läser av kollisioner är ett annat exempel på kommunikation. Idag sker det genom att alla lägger upp IFC filer, och en annan person slår ihop

dem och gör en kollisionskontroll, sen kan man automatisera det genom att alla lägger sina filer i en mapp, sen görs den kontrollen automatiskt så kan man gå in där och titta. [...] Man kan använda molntjänsten för att samla ihop information för att få en överblick över vilka kollisioner som finns att lösa och kommunicera däremellan. Informationen från en kollisionskontroll sparas i molnet, så även om ett problem är löst så kan man spola tillbaka bandet och se att det hände, så du får en historik.

Informant 1

Även För att lösa detaljfrågor som kan ha lite med allt möjligt att göra, det kan vara vilka höjder installationer och annat ska ligga på undertaksplacering, placering av väggar, pelare. I en kollisionskontroll så tittar man inte bara på kollisionen utan man tittat också på att arkitekt- och konstruktionsmodellen ligger på samma plats, att väggarna är lika tjocka att det inte är någon förskjutning så när väl ritningarna kommer så stämmer det sinsemellan.

Kollisionskontroller är inget som är nytt med BIM, men det har blivit betydligt mer effektivt och utvinner mer information.

Informant 3

till viss del så hjälper programvaran till för att plocka fram den här mängden av kollisioner det blir och sen så väljer då bim samordnaren ut de som är relevanta och så det är klart effektivare nu. Det blir färre missar men inte så mycket som man skulle hoppas, man får inte sluta tänka för att programmet tar över.

Informant 2 och 3 berättar att det man får ut av en kollisionskontroll även går att uppnå med att sammanslå modeller från olika discipliner.

Informant 2

Because we're live in the 3D-models we see these things already. So we know if something is clashing or not.

Informant 1

[Kontrollerar kollisioner och information] gör man också automatiskt när man tar in den andra disciplinens modell i sin egen modell. Då ser man ju att om det är någonting som är fel där lär man hinna upptäcka det innan nåt samordningsmöte, men det är ju en extra koll som är bra

4.6 Uppstyrning och strukturering

Tydlig strukturering i projektet är väldigt viktigt påpekar flertal informanter. I en BIM-modell finns mycket information och det är väsentligt vilken information som de olika objekten ska besitta. Tydliga krav och instruktioner över hur modellen skall informationssättas är viktigt.

Informant 1

Det är informationen i modellen som är värdet. Det är när du har information på olika objekt i modellen som du kan koppla ihop dem med kravställningar och behov som finns. De

krav ställningarna och behoven bör finnas på plats innan man börjar projektera någonting [...] Det ska finnas en klar bild av vad som skall tas fram och varför. [...] Har man inte det så kommer komplikationerna och då kommer kommunikationsmissarna och missförstånden. Men har man ett digitalt system där det är klart och tydligt specificerat vad man ska leverera hur man ska leverera och när man ska leverera det så minskar den felmarginalen rätt så rejält. [...] det ska finnas checkpunkter längst med vägen för att säkerställa att informationen finns och sen ska man validera att den stämmer.

Informant 4

Det viktiga är att man har en BIM-samordnare, strateg eller expert, som kan tillämpa rätt väg för projektet och inte bara den mest tekniska vägen utan även den mest användarvänliga vägen. Sätter man ribban för högt i ett projekt så tenderar det att bli motsatt effekt. Det är viktigt att ha tydlig styrning eller kravställning på projektet tidigt. Att man tidigt i projektet säger att modellen skall utformas på det här sättet, på den här

detaljeringsnivå, med de här koordinaterna, med de här våningsplanerna och höjderna [...] Kör man på och kommer på det här efter ett par månader då kostar det mer för att man redan kört igång. [...] det bästa är att man har en tidig kommunikation med en projektledare eller en beställare och är med tidigt och sätter ramen för BIM.

Informant 3 när frågad om vad det är för kunskap som saknas inom BIM blev svaret följande.

Informant 3

Egentligen en kunskap om hur det hänger ihop, att få titta i slutet av projektet, vad är det för BIM-nyttor jag vill uppnå? Och sen så är det dem som man jobbar efter.

Informant två tog upp ett exempel då ett projekt struktureras upp med BIM i fokus. Flertal aktörer togs in tidigare i projektet vid framtagning av programhandlingar.

When we started programhandling, they brought the structural engineer and the ventilation engineer right at the beginning. Which normally happens in systemhandling. [...] So we were basically sketching architecture, ventilation and construction in the same model so in the meeting we were actually checking the Revit model. And that made that particular project very efficient.

Informant 2 jämför med ett andra projekt för att förtydliga:

Informant 2

We worked all of it out in Revit to program handling, and then in systemhandling they brought the ventilation and the structure, and of course there are a lot of changes when you have to change shafts for ventilation and columns and then it's not really efficient. [...] In other projects the construction engineer is working in 2D. And then he sends 2D stuff that we have to model ourselves, the architects, to make some kind of 3D version of that. And then that breaks the whole workflow, because then we have to

produce 2D drawings to send to him so he sees them and then the whole purpose of the 3D model is broken. [...] linking 3D-models and floorplans [...] meant that we did an entire project, three people, it was thirty thousand square meters. Otherwise we would need a big team to do the floorplans. That was a really efficient tool. [...] I think its in a sense safer, because your 2D output drawings are coming from a 3D model. Before it was more risky, if you use the 3D and then another person was doing a 2D version of that, the connection wasn't there.

Det informant 2 säger är att när flera aktörer arbetar i samma modell redan i början av projektet för att göra den mer intelligent ökar det effektiviteten samt minskar mängden korrigeringar som behöver göras senare. Informant 2 förklarar vidare att beslutet att ta in övriga aktörer i projektet senare, i samband med systemhandlingar är baserat på det gamla 2D-projekteringsmetoden. Nya möjligheter att jobba med modeller online gör att man inte behöver vänta tills systemhandlingar för att ta in aktörer som konstruktör och ventilationsingenjör.

Informant 2

The old method was based on 2D-drawings so you sent a whole set, get them revised and then sent them back. But when you are working with linked models on the cloud, then there is no need to wait for the systemhandling stage to bring the specialist.

4.7 Designmetod med BIM

Från de genomförda intervjuerna går det att se att det finns både för och nackdelar för designprocessen. Det finns vissa situationer då projektering med BIM kan minska kreativ frihet.

Informant 2 säger:

When developers start seeing BIM as a database, then they start to automate a lot of stuff. So for example in a particular project [...] the client literally gave us the toilets that we were going to use in those apartments. As in the bathroom [...] as a revit family. Then we had three of those that we could use in the entire project. They already had a contract with a provider

of windows, so they made those families, and we had to use those. So the project becomes really constrained. [...] And there is less and less space for design solutions. Like you are just doing a little puzzle. So that in a sense is not so nice. It's very efficient but in that aspect, the role of the architect, to make sure that there is a beautiful design, we have less and less space there. This specifically happens in the housing projects. So we still have offices or schools that are still less constrained by the developer. Those developers are not so specific about what they want. The housing projects are almost all about efficiency now.

Informant 2 berättar även att det finns fall då användning av BIM kan förbättra designprocessen. Informanten hänvisade tillbaka till samma projekt som tidigare, då aktörer togs in i programskedet för att tillsammans skapa en smart modell och förklarade att det underlättade designprocessen. Detta är inte direkt relaterat till användningen av BIM, utan mer hur projektet var uppbyggt, dock förklarade informant 2 tidigare att projektet inte hade haft den uppbyggnaden om inte BIM hade använts.

It was easy to propose, to make shafts a certain way, and it was easier because we could solve problems on the spot in the projekteringsmöte. We didn't have to wait two weeks for them to get us feedback.

Informant 1 förklarar också att designprocessen blir mer och mer begränsad ju längre projektet pågår eftersom mer och mer information matas in i modellen.

Det varierar lite utefter vad kunden efterfrågar. [...] I de tidigare skede så är inte informationen så viktig ur den synpunkten [design] för det kan förändras många gånger längst med vägen men när man väl börjar närma sig sluttampen av projektet då börjar informationen vara desto viktigare. Det är viktigt för entreprenören att man kör en mer konkret och realistisk modell av vad som ska byggas. Och då börjar informationen spela roll.

Informant 4 är inställd på att designprocessen förbättras markant genom användning av BIM. Den ger flertal exempel på program och teknik som man inte kunnat använda sig av innan.

Jag tror att [designprocessen] effektiviseras och blir mer kreativ. Till exempel när jag jobbade på [företags namn] så implementerade jag något som heter Enscape, [...] Det är en live rendering som de har intill sin modell. Med liverendering kan de se resultatet mer realistiskt direkt. De kan addera in miljöer som träd människor olika material och de kan addera in i VR och titta. [...] du kan skicka över en 3d modell via en webblänk så [beställaren] kan gå runt i modellen och titta. Eller en film som glider igenom hela huset. Såna saker är helt omöjligt om du inte har en bra 3D modell.

Det syns allt tidigare i gestaltningsprocessen och det är en jättestor skillnad om du är duktig på BIM. Vissa av arkitekterna är jätteduktiga på skapa bra modeller, men de visste inte hur de skulle presentera det. Så de skickade iväg till en renderare som gjorde en snygg rendering och skickade tillbaka det efter en vecka och sen kunde de visa upp det för en beställare. Nu har de verktygen att snabbt kunna plocka ut någonting själva.

Det är kul att kunna kommunicera på olika sätt som vi inte har gjort innan, och kunna visa upp. Jag hade en beställare som jag visade projektet för med VR glasögon, så han kunde gå runt i sin fabrik. [...] Hur lång tid hade det tagit för beställaren att uppfatta allt som han gjorde när han fick gå runt i sin byggnad virtuellt genom att lyssna på möten och titta på ritningar, kan jag inte säga, men jag vet att det inte hade gått lika snabbt. Det är inte något jag spenderade massa extra tid på utan jag kopplade bara in glasögonen i min dator och sa varsågod o gå runt. Att kunna erbjuda det tycker jag är en jättevärdfull extra service som kommer inkluderat i en tjänst som kommer med att man gör en bra bim modell.

Sammanfattningsvis enligt informant 4, så gör användningen av BIM att designprocessen blir mer kreativ, tidseffektiv och med mer möjlighet att visualisera ett projekt på ett effektivt och detaljerat sätt.

4.8 Vad kan förbättras

Det diskuterades även i intervjuer vad som kan göras för att förbättra metoden av BIM ytterligare. Informant tre och fyra påpekade standardisering.

Informant 4

En manual på vad vi ska leverera. Det skulle vara bra att ha standardiserat. Miniminivån på vad ni får leverera i sverige idag den måste upp. [...] Jag skulle inte vilja styra ett projekt att alla måste jobba på ett och samma sätt, för helt plötsligt så kommer det ut ny teknik och så är det föråldrat. Utan varje specifikt projekt behöver ändå kunna forma sitt arbetssätt. Det handlar om vad vi ska leverera minst, vad är det minsta förväntade leveransen.

Informant 3

Jag tror mycket på det här att man standardiserar, hur man kommunicerar och hur man utbyter information. Även hur man klassar objekt, och metodstöd i verktygen för klassning.

Informant 4 poängterar att kommunikationen som sker genom modellen skulle kunna bli ännu mer effektiv.

Informant 4

Den bästa världen skulle vara att man jobbar med modellen, och att man identifierade i modellen vad som behöver justeras, att man identifierar ändringar, och gör det som ett ärende som behöver klarmarkeras.

Informant 3 påpekar att det saknas kompetens för BIM-projektering.

Projekteringsledare är inte tillräckligt duktiga på BIM. [...] man ska ha någon typ av specialist i komplexa projekt som sköter och övervakar det här.

Informant 2 tar upp att på grund av att kommunen begär 2D-planer, och vissa aktörer jobbar i 2D betyder det extra arbete än vad det hade gjort om samtliga involverade i projektet jobbade med BIM i 3D.

We still work in hybrid mode. On the one hand we have the community policy, [...] they still ask you to deliver PDFs. Which means we basically have to draw floor plans, BIM will make the base, but we still have to go into the floor plans and make sure that they look the way they look and create filters and hide things and pimp the floorplans. Which is quite tedious sometimes. [...] the landscape teams that don't work in 3D. To them we have to send DFXs, so they have a digital version of the plans. And then the client wants the revit model. So we work in three modes at the same time.

5. Diskussion och Slutsats

I det här kapitlet presenteras och diskuteras studiens resultat och slutsatser tillsammans med studiens frågeställningar.

Genom litteraturstudien och intervjustudien har författaren fått en tydligare bild av vad BIM betyder, och hur det används i branschen. Litteraturstudien har visat hur byggprocessen ser ut, vad de relevanta aktörerna för studien har för roll samt vad BIM är, hur det används och vilka fördelar som finns. De deltagande informanterna i intervjustudien har kommit överens om några viktiga punkter såsom att BIM är en arbetsprocess och ett sätt att hantera information. De är även eniga om vikten av strukturering i samband med lyckade projekt, samt att BIM har fördelar för kommunikation.

5.1 BIM

Frågeställning: Vad är BIM och hur skiljer det sig från att modellera i 3D?

BIM är en arbetsmetod då samtliga aktörer i ett byggprojekt använder sig av datorgenererade 3D-modeller uppbyggda av objekt som är till försedda med information. Detta är samtliga informanter överens om, och det är även resultatet från litteraturstudien. Hur den här arbetsmetoden tillämpas kan variera, exempel på hur metoden tillämpas är VDC och ICE. En 3D-genererad modell innehåller geometri, det vill säga mått dimensioner, areor och volymer. Det som skiljer en 3D-modell och en BIM-modell är information. Utöver geometri kan en BIM-modell tillhandahålla annan information, såsom val av material, kostnad, tidsparametrar, miljöpåverkan, energiförbrukning, och mycket mer.

5.2 Kommunikation

Frågeställning: Hur påverkar användningen av BIM kommunikationen mellan arkitekter och konstruktörer i byggbranschen?

Efter studien är det uppenbart att användningen av BIM har en nytta för kommunikationen i ett byggprojekt, det påpekar litteraturstudien och intervjustudien gemensamt på. Olika discipliner får lättare tillgång till information och kan samordna sina planer för projektet mer effektivt med varandra.

Intervjustudien visade att till viss del så sker kommunikation även på det traditionella sättet genom till exempel möten, dock har även sättet kommunikationen sker på under dessa möten förändrats då man kommunicerar med modeller. Något annat som varit tydligt under intervjustudien är att intelligenta modeller har påverkat hur information utvinns och kommuniceras i projektet. Litteraturstudien påpekar hur BIM-modeller har potential till att vara fyllda med all möjlig information, från geometri, ytor, och material till kostnad, funktion, tidsplanering och förvaltningsinformation. Informationen kan enligt intervjustudien utvinnas smidigt från alla parter i projektet, och på så sätt kommuniceras information genom att de olika aktörerna sätter in det de vill kommunicera direkt i modellen.

Kollisionskontroller kan användas i 3D-modeller som inte är BIM-modeller. Det är ett smidigt sätt att se så geometrin i flera olika modeller stämmer överens och på så sätt se om det är byggbart. Eftersom att inmatning av flera olika discipliners modeller i varandra gör att den har mer information är det dock aktuellt när man pratar om BIM. Det är ett sätt att utvinna information och på så sätt ytterligare ett sätt som modellerna kommunicerar, och hur aktörerna kommunicerar information till varandra.

Något som tas upp av flertalet informanter under intervjustudien är användningen av livemodeller. Livemodeller minskar behovet av att utföra kollisionskontroller något, eftersom att man kan se de andras modeller live och mata in de i sin egen för att kontrollera. Dock är det klokt att utföra kollisionskontroller ändå, för att säkerställa att alla är på samma sida. Livemodeller erbjuder även möjligheten att automatisera den här processen.

5.2.1 Strukturering

Det finns vissa förutsättningar för att kunna genomföra BIM-projektering på ett effektivt sätt. För att kommunikationen i ett projekt skall fungera effektivt är det viktigt att organisationen och utförandet av projektet struktureras. Detta är mer viktigt än någonsin på grund av implementeringen av BIM. Det är viktigt att fastställa vilken information som ska läggas in i modellen, så att kommunikationen bli effektiv och så att arbete inte görs i onödan. Det är även viktigt att strukturera så de programvaror som används effektivt kan kommunicera med varandra, detta är något som intervjustudien påpekat. VDC och ICE var exempel från litteraturstudien som sedan förstärktes under intervjustudien. Även om dessa metoder inte behöver integreras i varenda projekt så är tanken bakom koncepten alltid värd att överväga för att få ett lyckat projekt med BIM-projektering.

5.2.2 Standardisering

Flera av informanterna tog upp standardisering i sina intervjuer, att det bör bli en högre standard nivå på vad som förväntas levereras i form av BIM under projekt. Detta skulle underlätta för struktureringen av projekt, öka chansen att informationen i modellen blir tillräcklig, att den används korrekt under produktion och förvaltning samt minska risken att onödig information som inte kommer göra någon nytta tilldelas modellen.

5.2.3 Informationshantering

En annan direkt effekt som BIM medfört är vikten av informationshantering. En stor mängd av information har möjlighet att vara bundet till BIM-modellen vilket underlättar processen av att utvinna nödvändig information i olika skeden. Förutsättningarna av att detta ska fungera bra är att tillräcklig kompetens för att kunna hantera information i en BIM-modell erhålls. Informationshantering är en egen kunskapsgrupp. I form av BIM-expert, BIM-strateger och BIM-ansvariga. Det är en relativt ny yrkesgrupp som kommer bli allt mer viktigare genom åren. Utöver informationshantering är det även viktigt att kompetensnivån för BIM behöver höjas för samtliga aktörer inom byggnadsindustrin.

5.3 Design

Frågeställning: Hur påverkar BIM designprocessen för arkitekter?

Designprocessen har utvecklats, inte bara på grund av BIM, men utan även på grund av de verktyg som kan nyttjas då man projekterar med BIM. Visualisering i form av videor och VR gör att beställaren eller andra intressenter kan få en mycket tydligare bild av vad som skall produceras, redan innan produktionen påbörjat. På grund av digitaliseringen är det även smidigt att kommunicera dessa metoder i form av till exempel webblänkar.

Det togs upp av en informant att designprocessen något begränsas på grund av att beställare har effektiviserat genom BIM, och begränsningen för valmöjligheterna av komponenter minskade den kreativa friheten. Dock är detta i min mening inte en konsekvens av användningen av BIM. Då beställare redan innan användningen av BIM haft den typen av kravställningar. Detta var även något som en annan informant argumenterade för.

En informant påpekade att designprocessen blir mer begränsad ju längre projektet pågår, då modellen populeras med mer och mer information. Även detta är något som inte är en effekt av BIM. Det är universalt att förändringar i projektet blir mer problematiska och bekostade i senare skeden, det är något som beskrivs i litteraturstudien.

5.4 Sammanfattning

BIM är ett sätt att skapa, hantera och dela information för hela byggnadsprocessen, och med metodiken så har sättet design och kommunikation sker förändrats. Det är dock kritiskt att när BIM implementeras i ett projekt, att det är väl strukturerat och att deltagarna i projektet besitter rätt kompetens. Om dessa kriterier bemöts så gynnar det både kommunikationsmöjligheter och visualisering av design.

5.4.1 Litteraturstudie

Under litteraturstudien framgår det att BIM är en utveckling av traditionella 2D-CAD program. Det framgår problematik för den äldre metoden, som visualisering och kollisionskontroller och att BIM är ett mer effektivt sätt att arbeta på. Det framgår att de verktyg som används tillåter en bättre arbetsmetod i form av samarbete och kommunikationsmöjligheter. Tydlig strukturering i form av riktlinjer och manualer, BIM-roller och filformat är även något som understryks. En informationsorienterad modell

ger många möjligheter, lättare framtagning av ritningar och beskrivningar, tidsplaner och kostnader. Även möjligheten för olika aktörer i projektet att kommunicera och samordna sitt arbete. Enligt litteraturstudien stödjer BIM design genom dess olika faser genom att erbjuda ett mer kontrollerat tillvägagångssätt där modellerna är detalj- och informationsrika och innehåller precis geometri och information. Detta tillåter nya typer av spatial visualisering och simulering av hur byggnaden ska fungera.

5.4.2 Intervjustudie

Under intervjustudien tas det upp flera fördelar med BIM med avseende på kommunikation. De informationsrika modellerna gör det lätt att utvinna information för samtliga aktörer. Användningen av BIM gör det lättare för de olika aktörerna att samordna sitt arbete och kommunicera med varandra för att tillsammans komma fram till bästa lösningen. Intervjustudien poängterar även vikten av strukturering med hjälp av standardiserade BIM-manualer och kompetens i form av BIM-roller. Slutligen så stärks fördelar med design som VR, lättare kommunikation med beställare och programvaror för effektiv rendering.

5.4.3 Slutsatser

Slutsatser baserade på frågeställningarna i studien kan dras genom att identifiera likheterna från resultaten från litteraturstudien och intervjustudien.

- BIM är ett arbetssätt, detta skiljer sig från 3D-modeller genom att berika objekten i modellen med information.
- Projektering med BIM leder till att kommunikationsmöjligheterna och tillgång till information i projektet ökar. Förutsättningar för att detta skall ske är att projektet besitter rätt kompetens och strukturering.
- BIM leder till fler möjligheter för visualisering och kommunikation av design.

6. Referenser

Allwood, J. (1986) Några perspektiv på mänsklig kommunikation, Libris, Göteborg.

Andersson, U. (2014). BIM blir ett krav 2015. *Entreprenad*.

https://www.entreprenad.com/article/view/392673/bim_bilir_ett_krav_2015

Aslam, M., Gao, Z., Smith, G. (2021) Integrated implementation of Virtual Design and Construction (VDC) and lean project delivery system (LPDS), *Journal of Building Engineering*, Volume 39

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235271022100108X?casa_token=BYPZAojXD3wAAAAA:xAQbuTxdBZ7VKnzZPWesEkEDJ_7t4xvTF3v22NwoJxzmwAFa3USMKm3b_Yl1zzMnv0JqMZK3QQ

Avnet, M., Weigel, A. (2009) An application of the Design Structure Matrix to Integrated Concurrent Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Acta Astronautica, Volume 66, Pages 937-949

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576509004433?casa_token=Gyn1OgRRoXIAAAAA:j3vyVFR3d9IQ8DT0lh77fRh6-nIq8gt39_36x-pKeTJm4IzzHU0UAreAw_zZp-2KUnhbMrXNIQ#

Azhar, S. Broun, J. Farooqui, R. (2009). BIM-based Sustainability Analysis: An Evaluation of Building Performance Analysis Software. Auburn University, Auburn, Alabama, och Florida International University, Miami, Florida. 276–292.

https://www.researchgate.net/publication/237835268_BIM-based_Sustainability_Analysis_An_Evaluation_of_Building_Performance_Analysis_Software

BIM-Alliance (2013) Rollbeskrivning i BIM-projekt

https://www.bimalliance.se/library/2688/rollbeskrivning_bim_v2.pdf

BIM-Alliance, Akademiska Hus AB, Fortifikationsverket, Riksdagsförvaltningen, Specialfastigheter Sverige AB och Statens fastighetsverk (2014) Riklinje - BIM i projekt

https://www.bimalliance.se/library/2272/riktlinjer_bim_i_projekt.pdf

Boverket (2021) Olika skeden i byggandet

https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/metod_byggande/skeden/

Bryman, A., Bell, E. (2017). Företagsekonomiska forskningsmetoder, Liber, Solna.

Burr K, och Jones C. (2010) The Role of the Architect: Changes of the Past, Practices of the Present, and Indications of the Future. *International journal of construction, education and research*.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15578771.2010.482878>

Constructible (2022) Whats the difference between CAD, BIM and VDC?

<https://constructible.trimble.com/construction-industry/whats-the-difference-between-3d-cad-bim-and-vdc>

Eastman C., Teicholz P., Sacks R. och Liston K. (2011) BIM Handbook : A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, Second Addition, John Wiley & Sons, Incorporated, .

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/lund/detail.action?docID=698898>.

Erikson, P. (2017). Planerad kommunikation: Strategiskt ledningsstöd i företag och organisationer. 8. uppl. Stockholm: Liber.

Ghaffarianhoseini, A. Tookey, J. Ghaffarianhoseini, A. Naismith, N. Azhar, S. Efimova, O. och Raahemifar, K. (2017). Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volym (75), 1046-1053.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116308413>

Granroth, M (2011). BIM - Byggnadsinformationsmodellering: orientering i en modern arbetsmetod . Stockholm : Arkitektur och samhällsbyggnad, Kungliga Tekniska högskolan

Granroth, M. (2012). Tydlig definition behövs av konstruktörens olika roller. *Husbyggaren nr.6*.

https://issuu.com/husbyggaren/docs/2012_6/40

Handly, E. (2018). Can we keep up with how fast technology is evolving? *The College View*.

<https://www.thecollegeview.com/2018/02/21/can-we-keep-up-with-how-fast-technology-is-evolving/>

Hansson, B., Olander, S., Landin, A., Aulin, R., Persson, U., (2015) Byggledning Projektering, Studentlitteratur AB, Lund.

Heide, M., Johansson, C., Simonsson, C. (2012). Kommunikation i organisationer. 2. uppl. Malmö: Liber.

Jongeling R. (2008) BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt: en jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:998274/FULLTEXT01.pdf>

Laiserin, J. (2007). To BIMfinity and Beyond. *Cadalyst*

<https://www.cadalyst.com/aec/to-bimfinity-and-beyond-aec-insight-column-3686>

Lidelöw H., Stehn L., Lessing J. och Engström D. (2015) Industriellt husbyggande.

Miettinen, R., Paavola, S. (2014). Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. *Automation in Construction*, 43, 84–91.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580514000612?via%3Dihub>

Nylander O. (2018) Svensk bostadsarkitektur: Utveckling från 1800-tal till 2000-tal, Studentlitteratur AB, Lund.

Sanina, A., Balashov, A., Rubtcova, M., Satinsky, D. (2017). The effectiveness of communication channels in government and business communication. *Information Polity*, 22(4), s. 251-267.

Stein, A. (2006). Employee communications and community: an exploratory study. *Journal of Public Relations Research*, 18(3), s. 249-264.

Sveriges Arkitekter (2022). Att bli och vara byggnadsarkitekt

<https://www.arkitekt.se/din-karriar/bli-arkitekt/arkitektutbildning/att-bli-och-vara-byggnadsarkitekt/>

Sweco (2022) BIM inom olika verksamhetsområden

<https://www.sweco.se/vart-erbjudande/digitala-losningar/databearbetning-och-automatisering/bim/>

7. Bilagor

Bilaga 1: Intervjuguide

Inledning

Vem är jag?

Berätta om examensarbetet

Förklaring av semistrukturerad intervjumetod

- Anonym
- Frivilligt
- Vissa saker som inte får användas
- Rätt till granskning
- Återkoppling

Intro till intervju

Namn:

Utbildning:

Berätta om din bakgrund i byggbranschen.

Vad är din vanligaste arbetsuppgift?

BIM-användare

- Vad är BIM för dig?
- Har du arbetat med någon annan metod än BIM?
- Vad finns det med för- och nackdelarna med att arbeta med BIM?
- Vilka är skillnaderna mellan användning av BIM gentemot mer traditionella metoder som 2D-CAD?
- Hur påverkar användning av BIM sättet du kommunicerar med andra parter i projektet?
- Hur utbytes information mellan olika aktörer i ett projekt?
- Vad är för- och nackdelarna med den metoden?
- Hur ofta händer det att kommunikationen brister? Varför? Vad har det för effekt?
- Hur utförs kollisionskontroller och informationskontroller?
- Är det lätt att samla ihop de filer som behövs för en kontroll?
- Hade processen av att samla information kunnat underlättas?
- Utvinns all nödvändig information?
- Hur ofta händer det att den anskaffade informationen är tillräcklig?
- Händer det att informationen är felaktig?
- Händer det att samlad information är motsägande?
- Hur utvinns ritningar till projektet?
- Vad är för- och nackdelarna med den metoden?
- Hur skickas ritningarna vidare?
- Händer det att ritningar inte stämmer överens med varandra?

- Hur fungerar samordning av information i projektet med BIM?
- Hur används 3D modeller?
- Känner du att du har tillräckligt med kunskap för att använda BIM på ett bra sätt?
- Om inte, vilka kunskaper saknas?
- Känner du att du mer ofta får igenom din vilja när projektering inom BIM används?
- Hur påverkas designprocessen av att använda BIM? (A)
- Hur ofta känner du att din design genomförs enligt hur du hade tänkt dig? (A)
- Har du uppfattat att BIM har blivit mer centralt sedan början av din karriär inom byggbranschen?
- Har du några tankar om hur arbetssättet kan förbättras med BIM i framtiden?
- Känner du någon annan jag kan kontakta för intervju?
- Har du något tips på någon annan jag kan kontakta för intervju? Antingen någon du vet har jobbat eller jobbar med BIM, eller någon som inte gör det.

Icke BIM-användare

- Berätta om din bakgrund i byggbranschen.
- Vad är din vanligaste arbetsuppgift?
- Vilken metod eller program arbetar du med i ett projekt?
- Vad är för- och nackdelarna med den metoden?
- Vad är BIM för dig?
- Hur skiljer sig den metoden du använder från BIM?
- Varför används inte BIM i de projekten som du jobbar med?
- Hur utbytes information mellan olika aktörer i ett projekt?
- Vad är för- och nackdelarna med den metoden?
- Hur ofta händer det att kommunikationen brister? Varför? Vad har det för effekt?
- Hur utförs kollisionkontroller och informationskontroller?
- Hur är processen att samla ihop de filer som behövs för en kontroll?
- Hade processen av att samla information kunnat underlättas?
- Utvinns all nödvändig information?
- Hur ofta händer det att den anskaffade informationen är tillräcklig?
- Händer det att den insamlade informationen är felaktig?
- Händer det att samlad information är motsägande?
- Hur utvinns ritningar till projektet?
- Vad är för- och nackdelarna med den metoden?
- Hur skickas ritningarna vidare?
- Händer det att ritningar inte stämmer överens med varandra?
- Hur fungerar samordningen av information i projektet?
- Använder ni 3D-modeller i projektet? Till vad?
- Känner du att du har tillräckligt med kunskap för att utföra ditt arbete med den valda metoden?
- Om inte, vilken kunskap är det som saknas?
- Hur fungerar din designprocess med den metoden? (A)

- Hur ofta känner du att din design genomförs enligt hur du hade tänkt dig? (A)
- Har du uppfattat att BIM har blivit mer centralt sedan början av din karriär inom byggbranschen?
- Har du något tips på någon annan jag kan kontakta för intervju? Antingen någon du vet har jobbat eller jobbar med BIM, eller någon som inte gör det.