

Rätt information med 3D-animation

En studie om det obrutna informationsflödet vid 3D-
projektering

Fredrik Bengtsson och Magnus Dahlström



LUNDS
UNIVERSITET

© Copyright Fredrik Bengtsson och Magnus Dahlström

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

Telefon: +46 46 2227421
Hemsida: www.bekon.lth.se

ISRN LUTVDG/TVBP-17/5545-SE

Printed in Sweden by Media-Tryck, Lund University
Lund 2017



Abstract

- Title:** Correct information for 3D-animation
- Authors:** Fredrik Bengtsson & Magnus Dahlström
- Supervisors:** Stefan Olander , Division of Construction Management, LTH
Joakim Örn, Veidekke AB
- Examiner:** Anne Landin, Division of Construction Management, LTH
- Purpose:** The purpose of the study is to analyse the information flow in the building process. How the information content could be developed to fit a BIM-design process and the challenges that comes with this. The study also analyse how digital tools, as supplier-specific BIM-objects, could be used and optimized to reach its full potential.
- Targets:**
- What information flow is desirable between the different actors in the building process?
 - What kind of information is available and what's missing in the online portals and in the digital models?
 - How could supplier-specific BIM-objects affect the handling of information in the building process?
- Method:** The study was made from qualitative methods. A literature study about the scope started the survey. It was made to clarify the problems in the information flow today. The literature study also examined how research looks in the information flow linked to a BIM model today. This survey formed the basis of the interviews held with well-chosen

respondents. The interviews and the literature study formed the analysis and conclusion.

Conclusion:

To create an unbroken information flow the study found two contributing factors. ICE-design process is a step to secure the information quality between the actors but also shorten the response times. The most important thing about ICE-design process is that the information becomes available for everyone. The other factor is a well working online portal. It's accomplished by a good folder structure and an official who controls the online portal. The study found that this role is missing today in most projects and that the role is of great importance in reaching the unbroken flow of information. The role links the client, entrepreneur and projectors. A good working online portal reduces the loss of information between the phases design, production and facility management. To accomplish an unbroken information flow the study found the supplier-specific BIM objects important. The objects secure the information quality throughout the whole building process. At the same time, they also ease the information management because all the information is stored directly to the object as a complement to the online portal. The study also found that there is uncertainty today about what information is needed in these objects and how they should be used. The question about the level of detail in the BIM-model remains unanswered due to the disagree about how the model should be used. To develop the usage of supplier-specific objects there need to be more pilot projects and more suppliers that digitizes their products.

Keywords:

Unbroken information flow, Supplier-specific BIM-objects, BIM-design process, LOD.

Sammanfattning

Titel:	Rätt information med 3D-animation
Författare:	Fredrik Bengtsson & Magnus Dahlström
Handledare:	Stefan Olander, Avdelningen för Byggproduktion, Lunds Tekniska Högskola Joakim Örn, Veidekke AB
Examinator:	Anne Landin, Avdelningen för Byggproduktion, Lunds Tekniska Högskola
Syfte:	Syftet med den här studien är att analysera hur informationsflödet ser ut i byggprocessen. Hur innehållet i informationen kan utvecklas för att anpassas till BIM-projektering och de utmaningar som följer med detta. Studien analyserar även hur digitala hjälpmedel, bl.a. leverantörsspecifika objekt, kan användas och optimeras för att nå dess fulla potential.
Målsättningar:	<ul style="list-style-type: none">- Vilket informationsflöde är önskvärt mellan de olika aktörerna i byggprocessen?- Vilken information finns idag i projektportaler samt digitala modeller och vilken information bör finnas?- Hur kan leverantörsspecifika objekt påverka informationshantering i byggprocessen?
Metod:	Studien använde sig av kvalitativa metoder. En litteraturstudie om undersökningsområdet inledde studien för att klargöra vad problematiken i informationsflödet är idag. I litteraturstudien undersöktes även hur forskningen ser ut inom informationsflödet kopplat till en BIM-modell. Denna undersökning utgjorde grunden för intervjuerna som

hölls med väl utvalda respondenter. Intervjuerna och litteraturstudien gav form för analys och slutsatser.

Slutsatser:

För att skapa ett obrutet informationsflöde har studien konstaterat två bidragande faktorer. ICE-projektering är ett steg att kvalitetssäkra information mellan aktörerna samt korta svarstiderna. Det viktigaste med ICE-projektering är även att informationen blir tillgänglig för alla. Den andra faktorn är en välfungerade projektportal. Detta åstadkoms genom en tydlig mappstruktur och en tjänsteman som styr över portalen. Studien kom fram till att denna roll saknas idag i de flesta projekt och att rollen har stor betydelse för att nå det obrutna informationsflödet. Rollen innebär att man sammanlänkar beställare, entreprenör och projektörer. En välfungerande projektportal minskar informationsförlusten mellan fasövergångarna projektering, produktion och förvaltning. För att skapa ett obrutet informationsflöde konstaterade studien att leverantörsspecifika objekt underlättar detta. Det kvalitetssäkrar informationen genom alla byggprojektets faser. Samtidigt underlättar leverantörsspecifika objekt informationshanteringen eftersom all information finns lagrat direkt objektet, som komplement till projektportalen. Studien konstaterade även att det idag råder ovisshet om vilken information som behövs i dessa objekt och hur de ska användas. Frågan om vilken detaljeringsgrad som modellen behöver vara i förblir obesvarad, eftersom det råder oense bland de olika aktörerna idag om vad modellen ska användas till. För att utveckla leverantörsspecifika objekts användning behövs fler pilotprojekt och fler leverantörer som digitaliserar sina produkter.

Nyckelord:

Obrutet informationsflöde, Leverantörsspecifika objekt, BIM-projektering, LOD.

Förord

Detta examensarbete avslutar våra 5 år av studier på Civilingenjörsprogrammet med inriktning Väg- och vattenbyggnad. Arbetet omfattar 30 högskolepoäng och har skrivits på avdelningen för byggproduktion. I samarbete med Veidekke har projekteringsfasen undersökts och hur denna kan utvecklas för att skapa ett obrutet informationsflöde genom hela byggprocessen. Det Veidekke även ville undersöka var hur leverantörsspecifika BIM-objekt kunde påverka deras byggprocess. Vi såg det som en spännande utmaning i januari och kan stolt presentera resultatet i denna rapport.

Vi vill tacka vår handledare på LTH Stefan Olander för värdefulla kommentarer på vår studie. Vi vill rikta ett stort tack till Joakim Örn som hjälpt oss med att hitta värdefulla kompetenser inom Veidekke och all logistik i Stockholm. Vi vill även tacka BIMobjects organisation, genom Alexander Montell, som låtit oss få en inblick i deras verksamhet och problemställningar som de möter ute i byggbranschen. Slutligen ett stort tack till alla som medverkat genom värdefull respons under våra intervjuer som lett till våra analyser och slutsatser kring frågeställningarna.

Lund den 29 maj 2017

Fredrik Bengtsson

Magnus Dahlström



Innehållsförteckning

Abstract	3
Sammanfattning	5
Förord	7
1. Inledning	11
1.1 Bakgrund	11
1.2 Syfte och mål	12
1.3 Avgränsningar	12
1.4 Förkortningar	13
1.5 Disposition	14
2. Metod	15
2.1 Metodteori	15
2.1.1 Kvalitativ och kvantitativ forskning	15
2.1.2 Deduktion, induktion och abduktion	16
2.2 Datainsamling	17
2.2.1 Förundersökning	17
2.2.2 Litteraturstudie	17
2.2.3 Fallstudie	18
2.2.4 Intervjuer	18
2.3 Reliabilitet & Validitet	19
2.4 Metodval	20
3. Teori	23
3.1 Byggprocessen	23
3.1.1 Projekteringsfasen	23
3.2 Informationsflödet i projekteringsprocessen	25
3.2.1 Informationsflöde i projekteringsprocessen	25
3.2.2 Förmedla information	26
3.2.3 Framstegen i informationshantering	26
3.2.4 VDC	28
3.2.5 Utmaningar för informationsflödet	28
3.2.6 Framtiden	29
3.3 BIM	30
3.3.1 BIM i byggprocessen	32
3.3.2 Utmaningar med BIM	35
3.3.3 LOD	36
3.3.4 Molntjänster	38
3.4.5 Leverantörsspecifika objekt	39
4. Empiri	41
4.1 Förundersökning	41
4.2 Programvaror	43

<i>4.3 Resultat från intervjuer</i>	43
4.3.1 Informationsflödet vid projektering idag	44
4.3.2 Obrutet informationsflöde	48
4.3.3 Hinder för utvecklingen av IKT-verktyg	52
4.3.4 Leverantörsspecifika objekt	54
4.3.5 LOD	58
5. Analys	63
5.1 Obrutet informationsflöde	63
5.2 IKT-verktyg	67
5.3 Leverantörsspecifika objekt	70
6. Slutsatser och framtida studier	73
8. Referenser	77
Bilaga 1	1
<i>Formulär 1 - Ordinarie intervjufrågor</i>	1
<i>Formulär 2 - Intervjufrågor till leverantör</i>	2
<i>Formulär 3 - Intervjufrågor till förvaltning</i>	2

1. Inledning

Under detta kapitel ges bakgrund till problemet, som leder fram till syfte och målsättning för forskningsstudien vilket är tänkt att underlätta för läsaren att sätta sig in i ämnet. Vidare presenteras även avgränsningar för studien.

1.1 Bakgrund

Byggbranschen är idag en av de största branscherna i Sverige med i snitt en omsättning på 500 miljarder per år (Svergies Byggindustrier, 2015). Denna anses av många trots allt vara en konservativ bransch där utvecklingen inte går lika snabbt framåt som resten av samhället (Davies & Harty, 2013; Granroth, 2011; McKinsey Global Institute, 2017). Informationshantering är ett område inom byggbranschen där denna långsamma utveckling märks tydligt (McKinsey Global Institute, 2017). Idag är stora delar av byggbranschen starkt förknippade med manuell informationshantering ex. ritningar, anbud, blanketter etc. Ritningar är kanske den viktigaste källan av information kopplat till en byggarbetsplats och den hanteras än idag i utskriften, manuell, form, trots att den skapats digitalt i projekteringsfasen (Gohary, 2006). Den obrutna informationskedjan är lång i byggprocessen. Från projekteringsstadiet, via produktionen, till drift- och underhållsstadiet vilket kan vara flerårig process. Mängden information som tillhandahålls i ett byggprojekt är enorm och det är viktigt att information lagras på rätt sätt för att inte förloras, annars leder det till att informationskedjan bryts (Gohary, 2006).

En digitalisering av olika verktyg, bland annat inom informationshantering, i byggbranschen har funnits länge men har inte fått maximerad användning än. IKT, Informations- och kommunikationsteknik, är ett välanvänt begrepp inom många sammanhang och kan även implementeras inom byggbranschen. Det handlar om olika sätt att behandla och nyttja information (Wikforss, 2006). De fyra grundprocesserna för informationshantering är legala, tekniska, organisatoriska och ledarskapsmässiga (Linderoth, 2013; Succar, 2009). Större byggföretag är idag långt komna med IKT. Det är däremot mindre företag som också måste följa med i utvecklingen (Linderoth, 2013). IKT har länge använts inom byggbranschen. Ett steg var att börja göra ritningar i CAD istället för manuellt, något som skedde i början på 1980-talet när AutoCAD släpptes (Inchaurregui, 2016). 3D-modeller och kollisionskontroller är nästa steg som tagits under 2000-talet efter den traditionella 2D-modellen och används inom många projekt idag. Däremot utnyttjas inte 3D-modellers fulla potential där man kan göra om modellen till 4D eller 5D genom att blanda in parametrarna tid och kostnad (McKinsey Global Institute, 2017). Denna information hade kunnat leda till exempelvis LCC-analyser, inköpsplanering eller kompletta tidsplaner, vilket är framtiden för 3D-projektering (Granroth, 2011). Denna studie kommer att undersöka den obrutna informationskedjan och analysera vilken information som eftersträvas för att få en bra 3D-modell.

Byggbranschen utgör en lång kedja av involverade aktörer där information, varor och tjänster flödar mellan dem. För att 3D-modellering ska kunna bli 4D & 5D är det inte bara projektörer och entreprenörer som behöver utvecklas. Längst ner i näringskedjan är leverantörerna som ska förse byggprojekten med material och information. För att nå 4D & 5D i framtiden behöver leverantörerna utveckla samarbetet med projektörerna och entreprenörerna. Samarbeten med rätt informationsflöde kan leda till utveckling av produktdatabaser, molntjänster och nyutvecklade tjänster. Dessa hjälpverktyg är framtiden för att kunna effektivisera projekteringen och byggprocessen i sin helhet (Nilsson, 2016). Studien kommer att undersöka vilka möjligheter och begränsningar som finns med leverantörsspecifika objekt samt undersöka vilken påverkan leverantörsspecifika objekt har på informationsflödet i en 3D-modell.

1.2 Syfte och mål

Syftet med den här studien är att analysera hur informationsflödet ser ut i byggprocessen. Hur innehållet i informationen kan utvecklas för att anpassas till BIM-projektering och de utmaningar som följer med detta. Studien analyserar även hur digitala hjälpmedel, bl.a. leverantörsspecifika objekt, kan användas och optimeras för att nå dess fulla potential.

Målet med studien blir således att ta reda på vilken information som eftersträvas mellan byggprocessens aktörer. Hur ser denna information ut i dagens digitala modeller och hur kan den utvecklas för att bättre passa in i de digitala modeller som används. Studien kommer även undersöka vilken påverkan leverantörsspecifika objekt kan ha på informationsprocessen och hur molntjänster med dessa kan påverka byggbranschen.

Följande tre målsättningar ska besvaras med studien:

- Vilket informationsflöde är önskvärt mellan de olika aktörerna i byggprocessen?
- Vilken information finns idag i projektportaler samt digitala modeller och vilken information bör finnas?
- Hur kan leverantörsspecifika objekt påverka informationshantering i byggprocessen?

1.3 Avgränsningar

Denna studie kommer utföras i samarbete med Veidekke och därmed begränsad till deras verksamhet. Tre projekt kommer att studeras närmare, varav ett är färdigt och de andra två är i produktionsfasen. Projekten är total- och samverkansentreprenader och är belägna i Malmö och Stockholm, studien är därför avgränsad till dessa geografiska områden. Empirin i studien bygger på intervjuer, där intervjupersonerna i huvudsak har någon

koppling till de tre projekten. Eftersom Veidekke inte arbetar med leverantörsspecifika objekt i sin vardagliga verksamhet idag har även tre andra intervjuer genomförts med personer som har kopplingar till detta.

Studien kommer att undersöka hur informationsflödet ser ut i projekteringsstadiet men även beröra hur både produktion och förvaltningsstadierna påverkas av projekteringen. Därmed kommer studien inte beröra hur informationsflödet förändras vid produktion och förvaltning utan enbart göra kopplingar mot dessa processer.

Vid analys av molntjänster kopplat till 3D-modellering kommer arbetet endast beröra molntjänsten Hercules som tillhandahålls av BIMobject, eftersom det är denna tjänst som Veidekke vill undersöka. Hercules tillhandahåller leverantörsspecifika BIM-objekt med all tillgänglig information samlad på en och samma plats. Hercules är den enda molntjänst som undersöks i denna studie och analyser och vidare slutsatser kommer baseras utifrån denna tjänst.

1.4 Förkortningar

APD-plan	Arbetsplatsdispositionsplan.
BIM	Building Information Modelling. En process för informationsflödet i projekt, där en virtuell 3D-modell kan skapas.
BIP	Building information properties. Ett kodsysteem för beteckningar på objekt.
CAD	Computer-aided design.
IFC	Industry Foundation Classes. Ett neutralt filformat som medför sammankoppling av olika modeller.
IKT-verktyg	Informations- och kommunikationsteknikverktyg. BIM och VDC är exempel på detta.
ICE	Integrated concurrent engineering. En typ av projektering som används inom VDC-konceptet.
LOD	Level of Development. Detaljeringsnivån för exempelvis ett specifikt objekt.
LOU	Lagen om offentlig upphandling.
VDC	Virtual Design and Construction. Arbetssätt som används inom projektering/produktion och inkluderar BIM, organisation, processer, mätal.

1.5 Disposition

Kapitel 1

Inledning

Under detta kapitel ges bakgrund till problemet, som leder fram till syfte och målsättning för forskningsstudien vilket är tänkt att underlätta för läsaren att sätta sig in i ämnet. Vidare presenteras även avgränsningar för studien.

Kapitel 2

Metod

Kapitlet inleder med att presentera övergripande metodteorin som använts i forskningsstudien. Därefter redovisas mer ingående hur teorin har tillämpats i det aktuella fallet.

Kapitel 3

Teori

Detta kapitel börja med att beskriva byggprocessen med fokus på projekteringen. Vidare beskrivs informationsflödet genom byggprocessen och hur IKT med fokus på VDC och BIM kan underlätta informationsflödet samt vilka utmaningar som finns.

Kapitel 4

Empiri

Kapitlet inleds med en förundersökning, därefter redogörs svaren från intervjuerna utifrån följande områden: informationsflödet vid projektering idag obrutet informationsflöde, hinder för utvecklingen av IKT-verktyg, leverantörsspecifika objekt och LOD.

Kapitel 5

Analys

I detta kapitel analyseras och diskuteras svaren från intervjuerna med hänsyn till den teori som presenterades i kapitel 3.

Kapitel 6

Slutsatser och framtida studier

Kapitlet innehåller slutsatser som kan dras ifrån studien och svarar på syftet och målsättning som redovisas i kapitel 1. Samt förslag på vad författarna anser att framtida forskning kan studera.

2. Metod

Kapitlet inleder med att presentera övergripande metodteorin som använts i forskningsstudien. Därefter redovisas mer ingående hur teorin har tillämpats i det aktuella fallet.

2.1 Metodteori

Metod beskrivs som ett verktyg och det är allt som kan tänkas användas för att komma fram till lösningen på det formulerade problemet (Holme & Solvang, 1991). Vilken eller vilka metoder som används beror på frågeställningen och syftet med forskningsstudien (Stukát, 2005).

2.1.1 Kvalitativ och kvantitativ forskning

I vanliga fall brukar metoden delas in i två huvudkategorier, kvalitativ och kvantitativ forskning. Den stora skillnaden mellan dessa är hur statistik och siffror används (Holme & Solvang, 1991). Dessa två metoder kan även kombineras på olika sätt, detta kallas triangulering (Depoy & Gitlin, 1999). En av fördelarna med triangulering är att tilltron till resultatet kan stärkas om det blir samma från båda metoderna (Holme & Solvang, 1991).

Det som kännetecknar den kvalitativa forskningsmetoden är att det finns en närhet mellan forskaren och det som undersöks (Holme & Solvang, 1991). Till skillnad från den kvantitativa metoden där avstånd hålls mellan forskaren och informationskällan. Holme & Solvang (1991) skriver vidare att det viktiga vid kvalitativa metoder är att samla information via olika källor, exempelvis intervjuer, för att få en djupare insikt för det som ska studeras. D.v.s. fokus ligger på att studera hur människor tolkar och upplever situationen. Enligt Bryman (2002) är kvalitativ forskning exempel på ett induktivt synsätt där det sker en generering av teorier som tidigare nämnts. En av fördelarna med kvalitativa metoden är att frågeställningen kan modifieras efterhand som studien pågår och informations samlas in (Holme & Solvang, 1991). Kritik som ofta framförs angående kvalitativ forskning är att undersökningarna kan bli allt för subjektiva samt det är svårt att dra generella slutsatser från resultatet eftersom intervjuerna görs med ett antal individer inom en viss organisation eller grupp (Bryman, 2002; Stukát, 2005).

Till skillnad från kvalitativa metoder har kvantitativa metoder mer struktur där forskaren håller avstånd till det som undersöks (Holme & Solvang, 1991). Här används en deduktiv strategi d.v.s. det sker en prövning av teorier som finns (Bryman, 2002). Metoden går ut på att kvantifierbar data samlas in genom exempelvis mätningar och analyseras med hjälp av statistiska mätmetoder. Nackdelen med kvantitativ forskning är att undersökningen studerar ett fåtal faktorer, vilket innebär att det blir svårt att göra en djupare analys (Bryman, 2002; Stukát, 2005).

2.1.2 Deduktion, induktion och abduktion

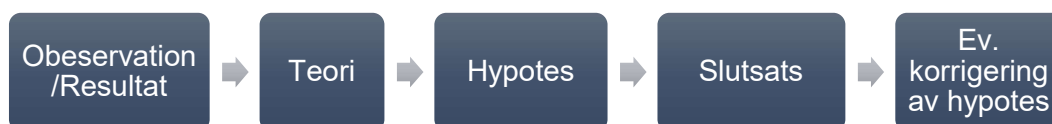
För att koppla samman teori med empiri finns det tre angreppssätt: deduktion, induktion och abduktion (Patel & Davidson, 2011).

Genom att arbeta efter en deduktiv strategi utformas en hypotes som processats fram genom en befintlig teori, se Figur 1. Denna hypotes testas sedan genom empiriska studier av befintlig data och kompletterande ny data för att komma fram till nya slutsatser (Bryman, 2002; Patel & Davidson, 2011). Det komplexa med att arbeta utifrån en deduktiv strategi är att utforma en hypotes som är operationell (Bryman, 2002). I en deduktiv strategi kan man eventuellt modifiera sin hypotes i efterhand för att passa resultatet. En deduktiv strategi är starkt sammankopplat med en kvantitativ studie och används ofta inom samhällsvetenskapen.



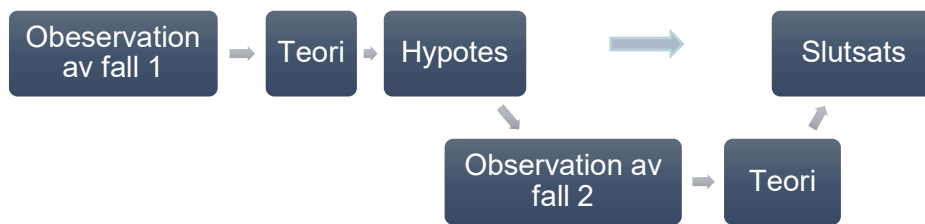
Figur 1. Deduktiv strategi.

Vid en induktiv strategi observeras forskningsobjekt och utifrån dessa formas en teori som passar det studerade resultatet, se Figur 2. Således går arbetsgången i motsatt ordning i förhållande till den deduktiva strategin. En nackdel med denna strategi är att forskarens egna förkunskaper kan påverka val av forskningsobjekt eller resultat, därigenom kan studien få en subjektiv påverkan. Ett annat problem med denna typ av strategi är att empirin inhämtas från ett begränsat antal objekt eller vid en specifik tidsperiod vilket kan påverka teorins generalitet (Patel & Davidson, 2011).



Figur 2. Induktiv strategi.

En abduktiv strategi är en kombination av den induktiva och den deduktiva strategin. I denna strategi studeras först ett enskilt forskningsobjekt för att skapa en teori och bilda en hypotes. Denna hypotes testas sedan på ett annat forskningsobjekt för att se om hypotesen fortfarande kan bekräftas, se Figur 3. Vid detta arbetssätt kan hypotesen även utvecklas för att bli mer generell än vid en av strategierna var för sig (Patel & Davidson, 2011).



Figur 3. Abduktiv strategi.

2.2 Datainsamling

2.2.1 Förundersökning

En förundersökning är ett hjälpmedel för uppbyggandet av studien. Förundersökningen ger författarna ett underlag till det område som ska studeras och hur situationen ser ut i dagsläget. Det kan hjälpa författarna att formulera intervjuer eller skapa enkätundersökningar för området som ska studeras. Förundersökningen kan även ge författarna information om ett område där kunskap från litteratur kan vara bristfällig (Patel & Davidson, 2011)

2.2.2 Litteraturstudie

I en undersökning är det viktigt att göra en litteraturstudie. En litteraturstudie innebär en genomgång och sammanställning av det aktuella informationsmaterialet inom det studerade området (Bryman, 2002). Det finns två typer av litteratur som är aktuell för sammanställning och analys. Den ena typen är material, exempelvis dokument, från människor och organisationer. Den andra typen av informationsmaterial är forskningsrapporter och avhandlingar som är aktuell inom det område som ska undersökas (Merriam, 1994). En litteraturstudie är till hjälp för att bilda sig en uppfattning om det område som ska undersökas. Frågeställning, metodval och resultat är delar i undersökningen som påverkas av litteraturstudiens genomförande. Om inte en litteraturundersökning utförs löper forskaren stor risk att göra samma misstag som tidigare forskare gjort inom det området. Därav är en litteraturstudie av största vikt för undersökningen. En litteraturstudie är en iterativ process under hela undersökningens gång vilket kan hjälpa till med att stärka teorin (Patel & Davidson, 2011).

Vid en litteraturstudie är det viktigt att undersöka källorna i publikationerna. Författarens legitimitet kan kontrolleras genom att bl.a. undersöka tidigare publikationer eller yrkestitel. En granskning av källorna bör även innehålla en eller flera stickkontroller av publikationens källor. Källor kan vara av två olika former, primär- och sekundärkällor (Ejvegård, 2009) d.v.s. en direkt hänvisning till originalkällan, eftersom det ger en ökad

legitimitet, ingen förlorad information eller subjektiv bedömning som kan vara fallet om sekundärkällor används (Merriam & Simpson, 2000).

2.2.3 Fallstudie

En fallstudie grundar sig i en undersökning av en specifik grupp, plats eller objekt (Patel & Davidson, 2011). I en fallstudie undersöks en mindre skala av verkligheten för att sedan kunna dra paralleller och slutsatser till fullskalig realitet. En fallstudie kan utföras på två olika sätt, kvalitativt eller kvantitativt. Den kvalitativa fallstudien riktar sig mot att skapa en teori för att sedan testa den medan den kvantitativa fallstudien testar en befintlig teori och utvecklar den (Merriam, 1994). Vilken typ av fallstudie som ska utföras bestäms av fyra olika frågor (Merriam, 1994):

- Vilken hypotes som ställs?
- Hur slutresultatet ska bli?
- Vilken kontroll du har över undersökningarna?
- Hur pass väl man kan avgränsa sin undersökning?

Fördelen med att göra en fallstudie är att endast ett fåtal delar av alla publikationer undersöks vilket är tids- och kostnadsbesparande (Patel & Davidson, 2011). Nackdelen blir däremot att det blir svårare att göra generaliseringar som gäller för hela verkligheten baserat på denna mindre del som studerats (Ejvegård, 2009).

2.2.4 Intervjuer

Vid valet av intervjumetodik är det viktigt att ha klargjort mål och syfte med studien samt att detta redogörs för respondenten. Resultatet och därmed slutsatserna som dras av intervjuerna varierar beroende på vilken intervjumetodik som används (Lantz, 2007). Ett av de vanligaste misstagen vid intervjuer är att datainsamlingen påbörjas i ett för tidigt skede, vilket kan leda till att frågor som hade varit intressanta att ställa uteblir.

Om tanken med intervjuerna är att få fram resultat som kan jämföras mellan varandra för att kunna dra slutsatser är slutna frågor att föredra (Stukát, 2005). Denna intervjumetodik kallas för strukturerad intervju och är typ av kvantitativ metod. Här får respondenten svara på frågor utifrån ett redan bestämt formulär. Målet med den här typen av intervju blir därmed att få svar som sedan kan jämföras (Bryman, 2002). Är frågorna av mer öppen karaktär blir det svårare att jämföra svaren emellan respondenterna. Fördelen blir att det finns större möjligheter att få in nytt material som kan vara intressant för studien (Stukát, 2005). Den här intervjumetodiken är av kvalitativ karaktär och den stora skillnaden mot de kvantitativa intervjuerna är att de kvalitativa intervjuerna är mindre strukturerade. Detta innebär att intervjuaren kan ställa följdfrågor på de svar respondenten ger och därmed blir intervjun mer flexibel (Bryman, 2002). Två typer av intervjuer med öppna frågor är semi-strukturerad respektive ostrukturerad intervju. Skillnaden är att den semi-

strukturerade intervjun följer ett tydligare mönster även om det fortfarande är tillåtet att ställa följdfrågor till respondenten (Bryman, 2002).

Vid kvalitativa intervjuer har man ofta en manual eller handledning där viktiga faktorer har skrivits ner. Det är viktigt att man följer de områden som finns i manualen för att hålla sig till det aktuella ämnet (Holme & Solvang, 1991).

Semi-strukturerad intervju

Forskaren har några specifika teman som är tänkta att tas upp under intervjun, även kallad intervjuguide (Bryman, 2002). Samtidigt är det viktigt att respondenten själv får utrymme att svara på frågorna på sitt sätt. Intervjuaren kan även ställa följdfrågor om svaren anses vara intressanta och anknyter till de teman som intervjun är tänkta att behandla (Bryman, 2002).

Ostrukturerad intervju

Vid ostrukturerade intervjuer har forskaren teman som är tänkta att beröras under intervjun, likt fallet med den semi-strukturerade intervjuformen. Den stora skillnaden mot den semi-strukturerade intervjuformen är att frågorna formuleras olika och att ordningsföljden skiljer sig åt mellan de olika intervjuerna. Det kan vara att bara en fråga ställs och sen respondenten får fritt komma med sina tankar och reflektioner (Bryman, 2002).

2.3 Reliabilitet & Validitet

Vid en studie är det av högsta vikt att bedöma reliabiliteten i den information som används. Reliabiliteten är tillförlitligheten i den information som tillförs studien. För att få bra reliabilitet i informationen är det viktigt att studien är konsekvent, välbyggd och genomtänkt. I studien bör man även göra återupprepade kontroller av slumpmässiga fel, detta för att öka studiens reliabilitet. Reliabiliteten kan delas upp i tre huvudsakliga delområden; stabilitet, intern reliabilitet och internbedömarreliabilitet. Stabilitet innebär att resultatet kan anses vara representativt över tid samt att mottagarnas egen uppfattning påverkar resultatet. Intern reliabilitet innebär att de tillfrågade är lämpliga och genererar tillförlitlig information till undersökningen. Internbedömarreliabilitet handlar om att forskarens egna värderingar inte ska genomlysas sättet att bedöma information. Vid gallring av information kan viktig information förloras ifall forskaren värderar innehållet felaktigt (Depoy & Gitlin, 1999).

Validitet innebär att informationen som tillförs i projektet är lämplig för studiens innehåll, d.v.s. den efterfrågade informationen. Om informationen inte stämmer överens med det som efterfrågas är validiteten låg. Validiteten är bedömningen av slutsatsen kopplat till ämnets frågeställning och huruvida dessa stämmer bra överens. Begreppet validitet har utvecklats till fyra olika typer av beskrivningar; Intern validitet, extern validitet, statistisk validitet och begreppsvaliditet (Depoy & Gitlin, 1999). Intern validitet refererar till hur

pass väl frågeställningen och slutsatsen överensstämmer. Det finns sex olika hot mot den interna validiteten dessa är (Depoy & Gitlin, 1999):

- Undersökningen påverkas av historiska händelser.
- Effekterna av att bli iakttagen eller testad.
- Instrumentens noggrannhet och följdfejl som kan uppstå.
- Tidseffekten kan påverka resultatet.
- Försökspersoner kan falla bort under undersökningen av olika anledningar.
- Yttre faktorer som kan påverka försökspersonernas svarsangivelser.

Extern validitet innebär undersökningens generaliserbarhet, d.v.s. hur pass väl studien kan generaliseras. Denna hör till viss del samman med intern validitet. För att kunna generalisera och göra slutsatser utanför studien krävs det att underlaget är tillräckligt brett (Depoy & Gitlin, 1999). Statistisk validitet är förmågan att kunna dra slutsatser utifrån ett statistiskt underlag. Mätfel är ett hot för denna form av validitet men även att dra slutsatser från ett bristfälligt underlag. Den mänskliga faktorn är avgörande för den statistiska validiteten. Begreppsvaliditet handlar om att uttrycka sina frågeställningar på ett korrekt sätt vilket således leder till felfria slutsatser. Människor har olika definitioner av olika begrepp och därför är det viktigt vid exempelvis undersökningar att definiera dessa begrepp tydligt. Vid bristfälliga frågeställningar kan försökspersoner uppleva meningsskiljaktigheter och således förvränga resultatet, det leder då till minskad trovärdighet för studien (Depoy & Gitlin, 1999).

2.4 Metodval

Den här studien kommer bygga på kvalitativa metoder. Studien är induktiv och teorin kommer att formars utifrån vad studien kommer fram till i empirin. En litteratursökning genomfördes parallellt medan målsättning och syftet med studien togs fram. Detta för att få en bättre förståelse för vilken information som finns inom ämnet. Litteraturstudien har pågått under hela studien och de teorier som tas upp har använts för att kunna analysera empirin.

Under förundersökningen genomfördes en intervju med högt uppsatt tjänsteman inom VDC- & BIM-området för att få redogörelse hur arbetet med att implementera dessa arbetsprocesser ser ut idag. Intervjun behandlade även vad Veidekke har för mål med studien och hur de sedan kan använda studiens resultat och analys i sitt framtida arbete. I förundersökningen genomfördes även en intervju med en affärsutvecklare på BIMobject. Detta gav författarna en djupare inblick i vilka möjligheter och begränsningar IKT-stödda verktyg som molntjänster och leverantörsspecifika objekt har i byggprocessen. Författarna fick även en möjlighet att bilda sig en uppfattning om hur långt arbetet har kommit idag med att implementera dessa tjänster och vilka utmaningar BIMobject möter i de olika leden i byggprocessen.

För att kunna svara på studiens målsättning gjordes en fallstudie av tre Veidekkeprojekt. Dessa studerades med syftet att identifiera olika problem som är relaterade till informationsflödet. För att styrka teorierna intervjuades nyckelpersoner som arbetat i dessa projekt i projekteringsfasen. Några av intervjuerna fördes även med personer som har koppling till produktionen och förvaltningen. Intervjutypen var av typen ostrukturerad vilket gav respondenten större utrymme till sina tankar och reflektioner om ämnet. Intervjufrågorna som redovisas i Bilaga 1 bygger på teorin i kapitel 3 och samt intervjuerna under förundersökningen. Projekten som intervjupersonerna varit inblandade i ska ha varit BIM-projekterade och de valdes för att de har kommit långt med BIM-projektering. De två projekt som är belägna i Stockholm har kommit längst med BIM-projekteringen, medan projektet i Malmö inte har använt det i lika stor utsträckning som de andra två projekten. Studien har samlat information om hur informationsflödet sett ut i projekten och för att sedan analysera detta och identifiera brister i informationshanteringen. Veidekke arbetar även med att få in förvaltningen tidigt i projekteringen. En intervju med en högt uppsatt tjänsteman inom förvaltning hos Veidekke att hölls för att låta personen ge sin bild av hur förvaltningen bör beaktas i projekteringen. I studien har det även undersökts hur förvaltningsskedet kommer påverka informationsflödet och hur det går att underlätta en implementering av förvaltningsprocessen i projekteringsstadiet.

I de tre projekten som nämns ovan är det bara en av intervjupersoner som har jobbat med leverantörsspecifika objekt. För att få en bättre inblick i hur leverantörsspecifika objekt påverkar informationsflödet, har en intervju med en arkitekt som jobbar med leverantörsspecifika objekt idag genomförts. I studien intervjuades även en leverantör för att ge författarna en inblick i hur de uppfattar potentialen i leverantörsspecifika objekt och vilket arbete som krävs från dem för att vara en leverantör i framkant.

För att ha en hög validitet har undersökning haft relevanta intervjupersoner. De har blivit valda efter sin kännedom om BIM och sin roll i de valda fallstudieprojekten. Studien har även försökt att rikta in sig mot samma roller hos intervjupersonerna i de olika projekten, för att stärka validiteten. Generaliteten i studien blir bättre eftersom studien riktar in sig på liknande roller i alla projekten. Eftersom studien är inriktad på ett av de 5 största byggbolagen i Sverige, kan det antas att de hinder som tas upp i studien är generell för de byggbolagen av denna storlek. Reliabiliteten stärks i studien genom att referera till primärkällor i största möjliga mån. För att minska författarnas egna tolkningar av en intervju har ett godkännande från varje intervjuperson givits för att kunna dra slutsatser av intervjun.

3. Teori

Detta kapitel börja med att beskriva byggprocessen med fokus på projekteringen. Vidare beskrivs informationsflödet genom byggprocessen och hur IKT med fokus på VDC och BIM kan underlätta informationsflödet samt vilka utmaningar som finns.

3.1 Byggprocessen

Ett byggprojekt är en lång process bestående av tre huvudsakliga delskeden: projektering, produktion och förvaltning. Beställaren, personen eller organisationen, som vill få projektet uppfört upprättar ett förfrågningsunderlag som överlämnas till entreprenören. Förfrågningsunderlaget kan vara olika detaljerat beroende på vilken entreprenadform som valts. Vid utförandentreprenad, exempelvis generalentreprenad, är det beställaren själv som upprättar färdiga bygghandlingar som sedan överlämnas till den entreprenör som vunnit anbudet. I en totalentreprenad är det entreprenören som upprättar bygghandlingar baserat på förfrågningsunderlaget. Om generalentreprenad valts kommer projekteringsprocessen starta innan förfrågningsunderlaget överlämnats till entreprenör. Detta till skillnad från totalentreprenad där förfrågningsunderlaget enbart behöver vara en beskrivning av önskemål till objektet i textform och enklare skisser, s.k. programhandlingar (Söderberg, 1999). Ett annat sätt att arbeta på är samverkansentreprenad där en totalentreprenör tillsammans med beställaren tar fram handlingarna för byggprojektet. Då blir projekteringen mer transparent för beställaren och gemensamt strävar de mot samma mål (Byggherrarna, 2017). Projekteringsprocessen har som mål att upprätta tillräckligt mycket information för att projektet ska kunna genomföras. En av de viktigaste informationskällorna i projekteringsfasen är bygghandlingarna. När projekteringsprocessen är avslutad går projektet över i en produktionsfas, då ska bygghandlingarna från projekteringsfasen verkställas. När produktionsfasen, d.v.s. byggandet, är färdigställt övergår projektet i en förvaltningsfas som är den längsta fasen i ett byggprojekt, vilket pågår under resten av byggobjektets livslängd (Söderberg, 1999).

3.1.1 Projekteringsfasen

Denna studie kommer att behandla informationsflödet i projekteringsfasen. I projekteringen är syftet att gå från idé till handling. Processen innebär mycket kommunikation mellan de olika projektörerna och beställaren men även med myndigheter. I en traditionell projektering idag träffas de olika projektörerna från bl.a. konstruktion, brand, el, ventilation, VVS, akustik, styr och arkitekt m.fl. vid bestämda möten för att diskutera projektrelaterade frågor (Söderberg, 1999). Detta kan ses som en konservativ och kostsam process då en del projektörer inte är delaktiga i samma faser av projekteringen. Projektörerna jobbar sedan på egen hand mellan avstämningsmötena för

att samla frågor till mötena. Vid akuta frågor kan projektörerna vända sig direkt till den berörda projektören för att få svar, vilket gör att projekteringen ska kunna fortlöpa (Révai, 2012).

I beställarens förfrågningsunderlag får projektörerna information om projektet och ska med hjälp av denna ta hänsyn till gällande lagar och regler (Gohary, 2006). Ett problem inom byggbranschen är att reglementena är uppdelade, vilket leder till att informationen kan upplevas utspridd och svåråtkomlig för projektörerna. En projektör kan vara uppdaterad om var en typ av regelinformation kan finnas, medan en annan behöver leta länge för att hitta den. Således blir projektörerna beroende av varandra för att hitta all information effektivt. Reglementen inom byggbranschen är viktig informationsbärare som styr projekteringen, dessa är:

- Plan- och bygglagen (PBL)
- Lagen om offentlig upphandling (LOU)
- Miljöbalken (MB)
- Arbetsmiljölagen (AML)
- Föreskrifter
- Boverkets byggregler (BBR)
- Eurocode
- SIS standarder
- ISO 9000 Kvalitetsledningssystem
- ISO 14000 Miljöledningssystem

PBL innehåller regler om planläggning av mark, vatten och byggande. LOU reglerar myndigheters förhållande vid upphandling av varor, tjänster eller byggtreprenader (Konkurrensverket, 2017). LOU medför att om beställaren är en upphandlade myndighet får inte förfrågningsunderlaget innehålla uppgifter om specifika produkter 6 kap 4 § LOU. Miljöbalken är en lagstiftning som har till syfte att skydda all miljö i olika avseenden och säkra framtida generations livsmiljö (Naturvårdsverket, 2015). AML handlar om arbetstagarnas rättigheter och arbetsgivarnas skyldigheter på en arbetsplats (Arbetsmiljöverket, 2016). BBR är regler för hur en byggnad ska uppföras eller ändras (Boverket, 2016). Beställarens föreskrifter är specifika önskemål i projektet. Det kan vara generella önskemål exempelvis att det ska vara certifierat med miljöbyggnad eller detaljerade föreskrifter exempelvis att det ska vara ett visst fabrikat på en specifik produkt. Eurocode är dimensioneringsregler för bärverk i hus och broar (Boverket, 2016). SIS standarder är standardisering av olika lösningar på olika problem, vilket är en kvalitetssäkring av information och produkt (Swedish Standards Institute, 2017). ISO 9000 & ISO 14000 är SIS ansvariga för i Sverige.

Beställarens roll under projekteringsfasen är b.l.a. att tillhandahålla information om brukarkraven. Ett problem kan vara att brukaren ofta är okänd och därför svårt att dimensionera för. En svårighet för beställaren blir även att ta beslut om olika investeringar, något som är modernt idag kan vara omodernt imorgon. Beställaren måste undersöka detaljplaneritningar för byggprojektets tilltänkta plats. Detta för att söka

bygglov ifall detaljplanen tillåter detta. Om inte bygglovet godkänds får inte produktionen starta för än en ändring i detaljplanen godkänts, vilket är en lång process (Graner, 2004).

Vid projekteringens start är det viktigt att beställaren har projekteringsanvisningarna klara. Dessa är viktiga för projektörerna då den innehåller de tekniska krav som ställs på projekteringen men även tekniska krav på projektets utformning, d.v.s. hur det ska se ut när det är färdigställt. I de tekniska kraven kopplat till projekteringen finns föreskrifter för vilken programvara som ska användas, vilka mallfiller som ska användas, hur detaljerna ska betecknas i ritningar etc. Projekteringsanvisningarna är ett bra sätt att standardisera alla projekteringar som beställaren har och få ett enhetligt underlag för framtida förvaltning. De tekniska kraven på projektets utformning handlar istället om miljöklassning, särkrav som skiljer sig från byggregler, särskilda önskemål etc. (SISAB, 2017)

3.2 Informationsflödet i projekteringsprocessen

Idag är IT i byggbranschen på stark frammarsch. IT-användandet har markant ökat de senaste åren och detta har lett till stora förbättringar inom informationsområdet. Byggbranschen har länge varit känd som en konservativ bransch som tack vare låg konkurrens inte behövt anpassa sig till nya system, vilket lett till en långsam implementering av IT i byggprocessen jämfört med andra branscher (Wikforss, 2006). IT-bygg och fastighet var ett forskningsprojekt som hade till syfte att utveckla IT-användandet i byggbranschen. Detta pågick under 1998–2002 och var till 60% privat finansierat och 40% finansierat av staten. Efter detta projekt slutfördes och rapporten publicerades ökade användandet av IT-tjänster som fanns då med stora framsteg i kvalitets- och kostnadsförbättring (BIMAlliance, 2015).

3.2.1 Informationsflöde i projekteringsprocessen

I projekteringsfasen pratas det ofta om de stora informationsflödena mellan olika aktörer. En traditionell projektering delas ofta in i flera olika typer av möten. De finns olika typer av formella möten. Det kan vara beställarmöten, då frågor riktat till beställaren kan lyftas. Det finns även byggherremöten där frågor som påverkar tid, kostnad och kvalitet diskuteras. Denna typ av projekteringsmöte är ofta långdragna eftersom alla projektörer är närvarande (Gohary, 2006). I dessa möten kan i många fall enbart vissa aktörer påverkas beroende på hur långt projekteringsfasen är kommen. Däremot har alla projektörer någon representant på plats ifall viktig information diskuteras eller ändras, vilket leder till höga kostnader vid sådana möten (Landin & Kindahl, 2013). Det finns även mindre möten som bara engagerar en viss del av projektörerna vid ett projekt, vilket således är en effektivare process än de större tekniska mötena där alla projektörer är involverade (Landin & Kindahl, 2013).

En viktig faktor för lyckade formella mötena är protokollföringen. Det finns två olika typer av protokollföring, beslutsfattande- och diskussionsprotokoll. I ett beslutsfattande protokoll dokumenteras de beslut som tagits under mötet. Diskussionsprotokoll dokumenteras det som diskuterats under mötet men där inget beslut fattats. Protokollen är en viktig informationskälla som används för leda projekteringen framåt och uppfölja diverse beslut som tagits under projekteringsmötena (Karmehag & Granroth, 2013). Problematiken vid större projekt där projekteringsgruppen kan vara 10–20 personer är protokollföringen som kan uppta en stor del av projekteringsledarens dag vilket kan vara ineffektivt och tidskrävande (Wikforss & Löfgren, 2007). Ett informellt möte kan vara korta möten över telefon eller korta träffar där ett fåtal projektörer ses och diskuterar tekniska lösningar. En stor nackdel med denna typ av möte är att dessa inte protokollförs vilket leder till att information som beslutats faller bort från projektet då andra aktörer inte får ta del av denna information (Gohary, 2006).

3.2.2 Förmedla information

Förutom den information som levereras verbalt på möten finns det en rad olika sätt att förmedla information. Det vanligaste är E-post som är en bra informationsbärare då den kan innehålla både text och filer. Fördelen med E-post är att det är stor säkerhet i att det kommer fram till rätt mottagare och läses när mottagaren har tid. En annan fördel är att allt finns dokumenterat och möjligheterna är goda att kunna spara och länka informationen vidare. Problematiken är att svarstiden kan vara varierande, inte minst nära deadline då många projektörer kan känna sig stressade för att hinna klart till deadline och således förlängs svarstiden (Gohary, 2006).

Telefon är ett viktigt informationselement i projekteringsfasen. Det går att förmedla mycket information kopplat till projektet under kort tid och responstiden från mottagaren är kort. Nackdelen är att ingenting dokumenteras och det är svårt att följa upp besluten som tas. Informationen vidarebefordras sällan till övriga aktörer i projektet p.g.a. att det inte transkriberas. Detta upplevs som dubbelarbete och ineffektivt att dokumentera varje beslut som tas vid ett informellt möte (Gohary, 2006).

3.2.3 Framstegen i informationshantering

Ett projektnätverk är en onlinebaserad portal som de involverade i projektet har tillgång till. I projektnätverket ska olika informationskällor kunna läggas upp för att göras tillgängliga för alla för att skapa ett obrutet informationsflöde. Informationskällorna kan vara exempelvis olika dokument så som mötesprotokoll, förfrågningsunderlag, rumsbeskrivningar men även ritningar etc. I ett projektnätverk ska även det finnas ett forum där frågor kan ställas. Det är viktigt för projekteringsledaren att alla frågor ställs härigenom eftersom de då blir tillgängliga för alla. Enligt en undersökning av Kv. Forskningen i sammanfattade intervjupersonerna detta som en av de viktigaste punkterna för att projektnätverket ska fungera (Gohary, 2006). För om det upplevs att inte frågorna inte besvaras i forumet kommer inte informationen att nå alla aktörer, eftersom

frågeställaren vänder sig till aktören via telefon eller e-post istället. Anledningen till att informationen ska bli tillgänglig för alla är att det leder till färre problem och mindre dubbelarbete (Gohary, 2006).

Ett problem som uppkommit med projektnätverken är att det är svårigheter att få folk att dela informationen i nätverken. Om projekteringsledaren inte har upprättat ett lättanvänt projektnätverk är sannolikheten mindre att den används på bästa sätt. Det är projekteringsledarens uppgift att se till att projektnätverket är lättöverskådligt och lättillgängligt för att ingen information ska ledas utanför projektnätverket. Det ska inte ske att någon ber om information utanför projektnätverket som finns uppladdat där. Ifall ändringar sker i en informationskälla utanför projektnätverket bryter man informationskedjan och således kan information förloras (Gohary, 2006).

Framstegen i forskning de senaste åren inom IT i byggbranschen har lett till viktiga standardiseringar för att underlätta informationshanteringen. BSAB är ett klassifikationssystem som ägs och förvaltas av svensk byggtjänst sedan 1970-talet. Den senaste utgåvan kom ut 1996 och har till syfte att underlätta informationsflödet samt minska missförstånden i byggbranschen (Byggtjänst, 2016). Hela klassifikationssystemet bygger på följande (Svensk Byggtjänst, 2005):

- Ett objekt är per definition antingen abstrakt eller konkret.
- Ett objekt kan beskrivas genom dess egenskaper.
- Konkreta objekt har verkliga egenskaper som temperatur eller massa.
- En sammansatt egenskap som exempelvis ”klimatavskiljande” kan skapas genom att flera objekts inre egenskaper slås samman och samverkar.
- En funktion är en egenskap hos ett objekt som påverkar tillståndet hos ett annat objekt. Klimatavskiljande är även ett exempel på funktion för väggen, liksom t.ex. ”rumsindelning” eller ”bärande”.
- En klass är en mängd objekt med en eller flera gemensamma egenskaper.

Fördelarna med BSAB är att projektörerna kan länka byggdelar och utformningar direkt till AMA ur detta klassifikationssystem. En annan fördel är att hela byggbranschen kan få ett enhetligt ritningssystem (Ekholm, 2003). Klassifikationssystemet blir således en grundpelare i informationsinnehållet i projekteringsprocessen. BSAB 96 är på väg att ersättas av BSAB 2.0 även kallat CoClass och ska få full implementering 2018. Det nya klassifikationssystemet ska vara mer anpassat efter BIM-användandet och kommer vara viktigt för framtida modellering och projektering av 3D-modeller (BIM Alliance, 2013a). Enligt Svensk Byggtjänst är CoClass mål att minska bristande informationsflöde, vilket kostar 32 miljarder årligen av de 500 miljarder som svensk byggindustri omsätter enligt Svensk Byggtjänst egna undersökningar (Byggindustri, 2016).

BIP, Building information properties, är ett gemensamt uttryck för att beskriva egenskaperna i 3D-objekt. Detta är branschens egna version av BSAB 2.0 som efterfrågades tidigt för att kunna exportera information till IFC-format. Genom att benämna objekten på ett enhetligt sätt skapas kvalitetssäkrad information vid exportering. Programvarorna blir således oberoende vid exportering till IFC med BIP-koderna. Det är ur dessa som sedan BSAB 2.0 är grundat ifrån (BIP-koder, 2017).

IFC är ett filformat som gör att projektörerna kan sammarabeta och dela information. Filformatet stöds av över 100 olika programvaror vilket gör att olika projektörer kan arbeta i sina egna program för att sedan länka samman dem i en modell. Detta minskar risken för informationsbortfall då projektörerna förr fick överföra information manuellt mellan olika ritningar och överföringen ökade risken för informationsbortfall. IFC ses idag som ett standardiserat filsystem och är ett framsteg för informationshanteringen i byggbranschen (Eastman, et al., 2008; Tarandi, 2003)

3.2.4 VDC

VDC är ett begrepp som introducerades på Veidekke redan 2008. Det står för "Virtual design and construction" och har hämtat sin inspiration från NASA. Veidekke har delat upp VDC i fyra olika begrepp organisation, BIM, mätal och process. I organisation och process har man hämtat ett arbetssätt från NASA som kallas för ICE, som översätts med interagerat samtida ingenjörarbete. I byggbranschen innebär det att i projekteringsfasen arbetas tillsammans på en arbetsplats istället för enskilt på separata platser vid olika tillfällen. Vid projektering enligt VDC-principen utnyttjar projektörerna kompetensen hos yrkesarbetarna genom att låta dem medverka vid projekteringsmöten. Ur informationsperspektiv är detta ett väldigt bra sätt att arbeta. Genom att låta yrkesarbetarna medverka vid projekteringen får projektörerna en tidig överblick av vad som är praktiskt genomförbart på arbetsplatsen (Veidekke, 2016). Vid en traditionell projektering kan projektören skapa en ritning som sedan inte är genomförbar på plats och således får skickas tillbaka och revideras hos projektören igen. Inom VDC får projektören den input som behövs direkt från en yrkesarbetare och informationsflödet blir kortare och andra projektörer som påverkas av ett beslut vid en revidering blir samtidigt underrättade direkt (Appelberg & Bremberg, 2013).

Vid en ICE-projektering arbetar projektörerna exempelvis 1-2 dagar i veckan på gemensam plats. Detta underlättar för informationshanteringen eftersom det är korta svarstider och informationen blir tillgänglig för alla. Ett problem har tidigare varit att en projektör arbetar med en ritning och en annan projektör arbetar med samma ritning där en revidering utförts. Det kan då bli dubbelarbete ifall alla inte arbetar med de senaste utgåvorna av ritningsmaterialet eftersom projektörerna kan rita lösningar som inte är genomförbara. Denna problematik elimineras när alla projektörer arbetar samtidigt och underrättas samtidigt när det finns en ny utgåva av en ritning tillgänglig. Idag finns det även möjligheter att projektera i samma ritning samtidigt och då underlättas arbetet då det inte behövs sammanfogas ritningar i efterhand. Det är vid sammanfogning av ritningar det skapas kollisioner och detta elimineras vid denna typ av projektering vilket gynnar det obrutna informationsflödet (Appelberg & Bremberg, 2013).

3.2.5 Utmaningar för informationsflödet

I projekteringsfasen visade Löwnertz (2006) studie i Sockenplans tunnelbanestation att språket ses som en viktig källa i informationsflödet. I både större och mindre projekt är

det sannolikt att det förekommer utländska aktörer. Det kan vara en underentreprenör eller en projektör. I projekteringen vid delad entreprenad är underentreprenören inte upphandlad vilket innebär att språknivån och detaljnivån som projektören ska använda sig av är svårpreciserad. För att undvika missförstånd i produktionsfasen bör projektören se till att informationsinnehållet är utförligt och preciserat för alla aktörer oavsett bakgrund.

Ett annat problem är återföringen av information vid rulljängs av människor i projekten (Wikforss & Löfgren, 2007). En projekteringsprocess är i genomsnitt 6 månader för normalstora projekt vilket innebär att sannolikheten är stor att någon aktör byts ut under projektets gång. Det leder till att all den informella information som funnits i projektet förloras och beslut som inte transkriberats kan gå förlorade. Vid Goharys studie (2006) av Kv. Forskningen framgick det att många aktörer i projekteringen tycker att det är dubbelarbete att dokumentera informella möten och att stora delar av deras tid går åt att sitta med protokollskrivning än att projektera (Gohary, 2006; Wikforss & Löfgren, 2007). I fallet med att aktörer slutar under projekteringsfasen ses mötesprotokollen som en viktig källa för informationsöverföring till den nya aktören, vilket underlättar arbetsgången eftersom den nya aktören effektivt kan etablera sig i projektet (Löfgren, 2006).

En viktig faktor i informationsflöde och kunskapsåterföring är ständigt samarbete. Problemet är att det i byggbranschen finns många enskilda firmor vilket utgör ett hinder för utvecklingen i byggbranschen, eftersom det inte samarbetas med samma aktörer i flera projekt i följd. Då förhindras utvärdering av problem som uppstått vid ett byggprojekt och erfarenheterna kan inte implementeras i nya projekt med samma aktörer (Linderoth, 2013). Byggprocessen behöver alltid starta om från grunden med nya aktörer och alla aktörer är inte alltid på samma nivå i utvecklingen av IKT-stödda verktyg. Problematiken leder till en omstart vid varje projekt snarare än en vidareutveckling. Ett problem med de enskilda firmorna är även att de inte har lika möjlighet till IKT-stödda verktyg som de större byggföretagen. Således blir det stora skillnader för beställaren att arbeta med mindre eller större byggföretag. Mindre byggföretag har i många fall inte ekonomi till programvaror eller utbildning IKT-stödda verktyg. De har svårt att se lönsamheten i det då de anser att de enbart ska hålla sig till yrket (Isaksson, et al., 2016). Detta anser Bosch, et al. (2010) hämma utvecklandet av byggbranschen då aktörer motsäger sig att vilja vara med i utvecklingen framåt. En anledning till att de mindre aktörerna inte satsar i utbildning och utveckling är att det inte presenterats någon konkret siffra på vinsterna med IKT-system, trots att det är säkerhetsställt att det finns (Bosch, et al., 2010).

3.2.6 Framtiden

Ett växande intresse för IT i dagens samhälle har skapat fler kurser på bl.a. LTH inom IT i byggbranschen. Dagens studenter är datorvana och använder dagligen verktyg som exempelvis onlineportaler i sitt skolarbete (SOI, 2015). Det krävs från universitetet att studenterna ska lära sig nya programvaror som är kopplat till olika kurser vilket tvingar utvecklingen framåt. Studenter kan då med sin erfarenhet av olika programvaror lära sig nya IT-system snabbare än någon utan datorvana, vilket underlättar för nya IT-system att

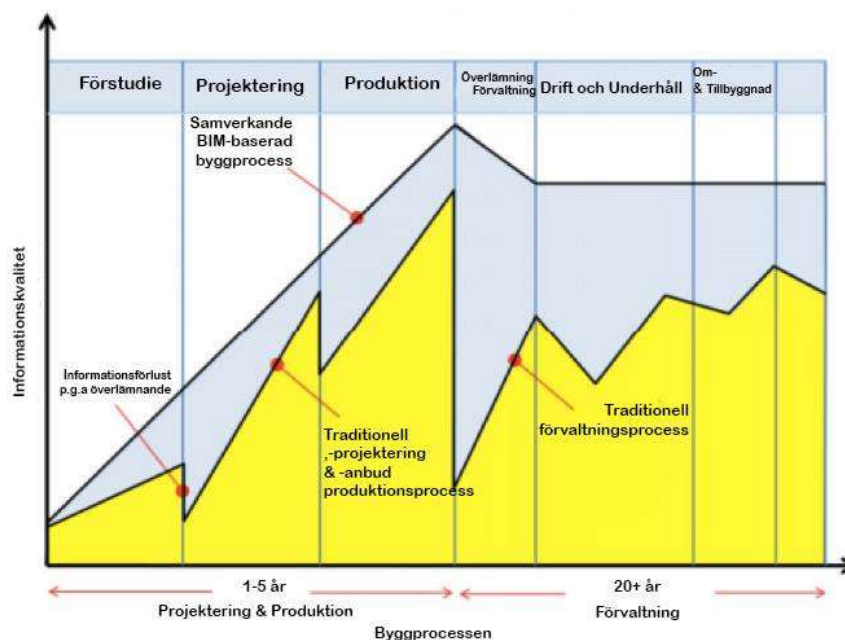
appliceras i byggbranschen. En ny studie från Isaksson och Linderoth visar att studenter ser högre potential att använda IKT-stödda verktyg än de som nyttjar verktygen på arbetsplatsen gör (Isaksson & Linderoth, 2016).

Studenternas uppfattning om IKT-verktyg kan bero på flera anledningar. Under deras utbildning blir de informerade om dess höga potential och det tas ofta upp fördelarna med programvarorna, vilket författarna menar påverkas studenternas upplevelse (Isaksson & Linderoth, 2016). En annan anledning som påverkar studenternas upplevelse är deras datorvana. Byggbranschen anses av många vara en långsam bransch att implementera nya IT-system medan det i övriga samhället utvecklats i en annan takt. Det har lett till att studenter är vana att arbeta med tekniska verktyg, exempelvis under sina studier eller på sin fritid. Eftersom datorvanan är utbredd i studentkretsar kan deras upplevelse av IKT-verktyg vara bättre än för icke datorvana, exempelvis äldre tjänstemän med lång yrkesvana. Det kan det vara en anledning till den höga upplevda potentialen hos IKT-verktyg. Det som däremot talar emot studenternas uppfattning är att de inte har någon branschvana. De vet inte hur det ser ut på arbetsplatserna idag. Viljan kan vara stor att implementera ett IKT-verktyg men att förutsättningarna förhindrar möjliggörandet, exempelvis i form av bristande kompetens hos medarbetare, kostnad, intresse i organisationen etc. (Isaksson & Linderoth, 2016). Anledningen till att tjänstemännen inte ser högre potential i IKT-verktyg kan bero på att de ser svårigheterna i att implementera verktygen för hela byggprocessen. Frågorna i studien ser generellt på IKT-verktyg från planering till förvaltning och där involveras exempelvis myndigheter, entreprenörer, underentreprenörer, förvaltare etc. Det innebär att det är många som behöver utvecklas och utbildas för att man ska kunna utnyttja IKT-verktyg igenom hela byggprocessen. Det är utmaningen att få med alla aktörer i denna utveckling som avgör hur pass väl potentialen i BIM kommer att utnyttjas i framtiden (Isaksson, et al., 2016).

3.3 BIM

Ordet BIM har funnits inom byggbranschen en längre tid, men det är först på senare år som det har börjats användas mer frekvent inom projekt (BIM Alliance, 2016). När BIM används är det viktigt att först definiera vad det står för, eftersom ordet kan ha flera betydelser. Två vanliga definitioner är Building Information Modeling (byggnadsinformationsmodellering) eller Building Information Model (byggnadsinformationsmodell). Enligt Eastman (2008) är skillnaden mellan dessa att Modeling syftar på processen/aktiviteten medan Model är själva objektet. Jongeling (2008) är inne på likande spår och menar att Building Information Modeling är ingen teknik. Istället är det ett namn för hur informationsflödet i projektet ser ut och kvalitetssäkras. I denna studie innebär begreppet BIM, Building information modeling, när det används. Detta eftersom studiens huvudfokus är flödet av information, informationsprocessen, och inte objektet, 3D-modellen. Med BIM kan en virtuell 3D-modell skapas av verkligheten. Där all information för en byggnad från projektering till förvaltning kan samlas (Eastman, et al., 2008; Granroth, 2011). Modellering brukar även

benämnas objektbaserad-modellering eftersom modellen bygger på objekt. Dessa objekt kan vara utrymmen eller byggdelar exempelvis dörrar, fönster och väggar, dessa förses med information som sedan kan användas inom projektering, planering, tillverkning och förvaltning (Eastman, et al., 2008; Jongeling, 2008). Ett exempel på detta kan vara ett ventilationsaggregat som ska installeras i en byggnad, informationen som då kan finnas i modellen är aggregatets storlek, leverantör, flöde, energianvändning och drift- och underhållsrutiner till förvaltningen. För att hantera informationen i modellen och se till att modelleringen sker på ett korrekt sätt används olika BIM-verktyg ett exempel på detta är program för mängdavtagning (Eastman, et al., 2008; Jongeling, 2008). Med dessa BIM-verktyg minskar även risken för informationsförluster som annars är ett vanligt problem inom byggbranschen, speciellt mellan olika aktörer och byggprocessens olika skeden vilket illustreras i Figur 4 (Eastman, et al., 2008). Anledningen till detta beror bland annat på att arbetet inom byggbranschen måste ske i tur och ordning samt att det finns brister i samarbetet mellan system som används (Granroth, 2011). Figur 4 visar även att kvaliteten på informationen ökar med BIM-användning jämfört med traditionella byggprocessen (Eastman, et al., 2008). Detta är en av de stora fördelarna med använda BIM som arbetsmetod. Eftersom det skapas ett obrutet informationsflöde mellan alla aktörer som är inblandade i processen, vilket innebär att kommunikationsstegen mellan de involverade kan minskas och därmed kan även tid och kostnader reduceras (Granroth, 2011).



Figur 4. Jämförelse av kvaliteten i dokumentationen mellan den traditionella byggprocessen och BIM som arbetsmetod under en livscykel, anpassad från Eastman et al. (2008).

Inom vissa delar av byggbranschen finns det idag ett antagande om att BIM som arbetsmetod är samma sak som att det finns en 3D- eller samgranskningsmodell. Jongeling (2008) menar att det inte är fallet, d.v.s. om modellen enbart används som

visualisering är det inte BIM utan det måste finnas någon nyttig information i modellen som kan användas. Eastman (2008) tar upp följande fyra punkter när det inte är BIM som används:

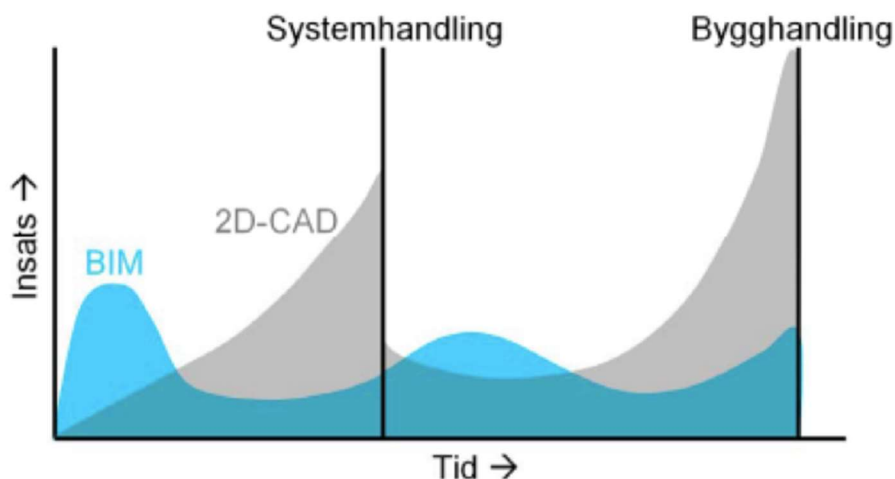
- 3D-modeller som bara kan användas för visualisering, d.v.s. det finns inga objekt eller data i modellen.
- Modeller där objekten inte kan ändras, utan är låsta.
- Om det behövs flera 2D-ritningar för att skapa en modell.
- När en ändring i en vy inte ändras i resterande vyer.

3.3.1 BIM i byggprocessen

BIM har potentialen att användas genom hela projekts livscykel, det kan användas av beställaren för att ta reda på projektets behov, av entreprenören för att underlätta uppförandet av projektet och hjälpa förvaltaren med drifts- och underhållsarbeten (Grilo & Jardim-Goncalvesb, 2010). Det finns flera studier som visar fördelarna med att implementera BIM i projekten. Enligt Bryde et al. (2013) studie är nyttan med att använda BIM i projekt framförallt lägre kostnader för projektet men även tidsbesparingar, bättre kommunikation och samordning samtidigt som kvaliteten på arbetet förbättras. Azhar (2011) tar i sin studie upp flera BIM-projekt där både tids- och kostnadsbesparingar har påvisats. Dessa fördelar finns inom hela byggprocessen men de har de främst verkställts inom projekteringen, även till viss del inom produktionen (Linderoth, 2013). Ett bra exempel på detta är kollisionskontroller som snabbt har blivit ett BIM-verktyg som används inom byggbranschen (Jacobsson & Linderoth, 2009). Samtidigt går det trögare för andra BIM-verktyg som att ta fram kostnadskalkyler, tidsplaner eller inköpsplaner (Isaksson, et al., 2016).

Projektering och produktion

Inom BIM-projekteringen kan det göras tidsbesparingar på emot 50% jämfört med traditionell 2D-CAD projektering (Jongeling, 2008). Framförallt är det materiallistor och beskrivningar där BIM kan användas för att spara tid. För i projekt med 2D-modeller görs ofta handberäkningar för exempelvis antalet dörrar i ett projekt. Med BIM kan istället dessa tas direkt från programmet och därmed minskar även risken för fel eftersom samma informationskälla används. En annan fördel är om ändringar i ritningarna ska genomföras räcker det med att detta utförs på ett ställe i modellen med BIM, vilket både sparar tid för revideringar och ökar kvaliteten då risken för fel minskar (Granroth, 2011; Jongeling, 2008). Enligt Jongeling (2008) är anledningen till att projekteringsprocessen blir mer effektiv då informationen behöver bara skapas en gång och kan sedan användas för olika typer av analyser. Detta illustreras delvis i Figur 5 vid framtagande av system- och bygghandlingar.



Figur 5. Jämförelse av arbetsbelastningen mellan BIM projektering och 2D-Cad projektering. Publicerad med tillstånd av Jongeling (2008).

Arbetsbelastningen med BIM-verktyg är högre i början av projekteringsarbetet men detta tjänas sedan in under ett senare skede när ritningar eller beskrivningar tas fram. Anledningen till att det tar mer tid i början är för att verktygen som används vid BIM är mer avancerade vilket gör att det tar tid att lära sig använda dessa jämfört med det verktyg som används vid traditionell 2D-CAD. Samt att bygga upp modellen vid BIM-projektering är mer omfattande (Jongeling, 2008).

Med BIM-projektering kommer även möjligheten att under projekteringen utföra olika former av analyser t ex energi- och klimatanalyser (Azhar, et al., 2015; Jongeling, 2008). Samt att det ger underlag för kostnadskalkyler eftersom mängder tas direkt från modellen (Eastman, et al., 2008; Jongeling, 2008). Detta ökar kvaliteten på mängdavgivningen samtidigt som tiden för arbetet minskar med uppskattningsvis 50% (Jongeling, 2008). Jongeling (2008) skriver vidare att det är viktigt att kontrollera att all information kommer med när överföringar till andra program genomförs och att informationen är korrekt. Det var ett av de stora problemen enligt projektörerna, att bara delar av informations fördes över vilket innebar ett merarbete för dem.

En av de stora fördelarna med BIM-projektering är att det ger underlag för 3D-samordning. Det finns BIM-verktyg som automatiskt samgranskar modeller exempelvis kollisionskontroller som är ett av de mest använda BIM-verktygen (Jacobsson & Linderöth, 2009). Detta ökar kvaliteten på samgranskningen jämfört med traditionell samgranskning (2D), då detta utförs manuellt genom att jämföra ritningar med varandra. Processen går samtidigt snabbare och även revideringstiderna kortas ner (Jongeling, 2008). Visualisering är en annan fördel med BIM-projektering. Det säkerställer att alla inblandade aktörer har samma syn på vad som ska byggas och hur det ska se ut, vilket minskar kostnaderna eftersom kvaliteten på arbetet blir högre (Eastman, et al., 2008; Jongeling, 2008). Visualiseringar kan även vara användbara ute i produktionen genom att visa hur säkerhetsarbetet utförs på byggarbetsplatsen (Azhar, et al., 2015).

Om BIM har använts under projekteringen används den med fördel även i produktionen eftersom kvaliteten på de handlingar som tas fram i projekteringen blir betydligt bättre (Jongeling, 2008). Det finns även en risk att totalkostnaden för projektet blir högre om BIM-processen överges under projekts gång, än vad de hade varit om projektet hade haft en traditionell byggprocess från början (Granroth, 2011). Med bättre handlingar minskar även den tid som behövs för att klara upp fel som hittas i underlagen som har tagits fram under projekteringen. Det kan exempelvis vara kollisioner mellan ventilationsrör och stomme som tidigare inte har upptäckts. Eftersom dessa ofta upptäcks tidigare med BIM-projektering minskar även ÅTA-kostnaderna för installationer. Kommunikationen mellan de olika aktörerna ute på byggarbetsplatsen anses även bli bättre (Jongeling, 2008).

En annan fördel om BIM används under projekteringen och det finns en 3D-modell över projektet är att den kan användas till planering och produktionsstyrning av projektet. Eftersom tider och kostnader direkt kan kopplas till modellens objekt (Eastman, et al., 2008; Jongeling, 2008). Om tiden kopplas till objekten benämns detta som 4D-modell och kopplas även kostnader till modellen blir det en 5D-modell, vilket möjliggör för användaren att fortlöpande se hur tidplanen och kostnaderna utvecklas under projektets gång. Den direkta kopplingen mellan tid och kostnad samt objekt underlättar framförallt om det sker ändringar i modellen, eftersom dessa således automatiskt uppdateras till tidplanen och kostnads kalkylen vilket kan spara tid och därmed kostnader för projektet (Eastman, et al., 2008; Azhar, 2011). Visualiseringar kan även genomföras vid specifika tidpunkter innan projektet startat, vilket underlättar att hitta flaskhalsar eller logistikproblem som annars hade kunnat försena projektets sluttid (Eastman, et al., 2008; Jongeling, 2008).

Förvaltning

Under förvaltningsskedet är det viktigt för förvaltaren att få fram byggnadens areor, detta arbete underlättas om det sen tidigare finns en modell över byggnaden. Areorna kan t.ex. användas för hyresgästpassningar, arbetet med drift och underhåll och se till att ytor används optimalt (Jongeling, 2008). Det är till stor fördel om informationen finns tillgänglig tidigt i projektet för förvaltaren. Eftersom kostnadsbedömningar kan genomföras utifrån den kommande driften, samt att det går att koppla intäkter till olika utrymmen i modellen (BIM Alliance, 2011). BIM i förvaltningen underlättar även arbetet att ta fram relevant information som behövs under byggnadens brukstid. Informationen kan exempelvis vara materialegenskaper, hur olika system fungerar, vilka komponenter de består av, hur de samverkar med varandra och drift- och underhållsrutiner (Azhar, 2011; Jongeling, 2008). Används ett objekt-orienterat förvaltningssystem kan överföringar direkt genomföras från BIM via IFC. Detta minskar även risken för missförstånd eftersom informationen redovisas på ett tydligare sätt än tidigare, samtidigt som det blir lättare att hitta informationen som behövs (Jongeling, 2008). Det grundläggande med ett objekt-orienterat förvaltningssystem är att rätt information läggs in under projekteringen och produktionen så att den inte behövs omarbetas till förvaltningen. Genomförs detta kommer informationen i systemen samverka bättre än tidigare när 2D-ritnigar användes. (Jongeling, 2008). Strukturen, formatet och innehållet är centrala delar i förvaltningssystemet och underlättas om dessa är rätt från början,

eftersom det annars krävs merarbete för att bygga systemet. För det viktiga är att få till en obruten informationskedja då det medför att byggprocessen blir pålitligare och mer effektiv (BIM Alliance, 2011).

3.3.2 Utmaningar med BIM

Flera av de studier som har gjorts tar upp att det finns utmaningar med att implementera BIM i projekt. De finns de som menar att den traditionella byggprocessen måste ses över för att anpassas till en BIM-baserad arbetsmetod. BIM bygger på två pelare, samarbete och kommunikation. För att lyckas implementera BIM i ett projekt är det viktigt att alla intressenter involveras tidigt i processen, vilket normalt inte uppnås med den traditionella byggprocessen (Azhar, et al., 2015). Linderoth (2010) menar istället att anledningen till att BIM inte har fått genomslag är att byggbranschen jobbar i projektform. Detta medför svårigheter när det kommer till att få kontinuitet i användningen av BIM, eftersom det inte är säkert att de involverade i nästa projekt har kunskap om BIM. Linderoth (2013) och Succar (2009) anser att det finns fyra olika typer av utmaningar med BIM, dessa är: legala, organisatoriska, tekniska och ledarskapsmässiga. Idag är det främst de tekniska och legala utmaningarna som diskuteras och analyseras, men egentligen är det de organisatoriska och ledarskapsmässiga utmaningarna som är viktigast och det är här som fokus bör läggas (Linderoth, 2013). Ett steg i rätt riktning är när beställaren ställer krav på upphandlingsformer som gynnar samverkan mellan byggprocessens aktörer, speciellt om det inkluderar användningen av BIM. För då flyttas aktörernas fokus från att minimera sina egna kostnader till att minimera hela projektets kostnader, vilket är ett av syftena med BIM (Eastman, et al., 2008). Det tekniska utmaningarna handlar framförallt om att kunna standardisera utbytet av information mellan de modeller och programvaror som används (Linderoth, 2013). En kritisk faktor här är att det finns interoperabilitet, d.v.s. att de olika systemen som används kan samverka med varandra. Detta är något som behövs för att BIM ska bli mer effektivt och därmed även byggindustrin (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010). Eftersom i projekt används det ofta flera olika typer av system och dessa måste kunna samverka med varandra, vilket uppnås om IFC används. Med de legala utmaningarna syftas det på exempelvis vem som har ansvaret för modellen, d.v.s. ägande- och nyttjanderätt (Azhar, 2011; Linderoth, 2013). Det är viktigt att dessa frågetecken rättas ut innan kontraktshandlingar skrivs på, för annars riskeras det bli konflikter under projekts gång (Azhar, 2011). I Sverige har det genomförts en studie där avtalsfrågor inom BIM har studerats, med syfte att den digitala modellen ska kunna vara en del i avtalet (BIM Alliance, 2016). Studien visar att det inte finns några regelverk för hur avtal ska regleras för digitala modeller. Detta medför när digital modeller används skrivs 2D-ritningar ut från 3D-modellerna och blir bygghandlingar, d.v.s. avtalen gäller för ritningarna och inte modellerna. Enligt de intervjuade i studien är det ofta inget problem eftersom projekten de arbetar i inte har kommit tillräckligt långt med BIM. Problemet är när projekten börja komma länge med BIM-användandet och parterna i projekten jobbar i en gemensam modell eller vill använda modellen som avtal. Studien kom bland annat fram till att det behövs tydligare begreppsdefinitioner inom branschen och att dagens

regelverk kompletteras med bilagor för de digitala modellerna. Det bör även finnas leveransspecifikationer för modellen som innehåller följande (BIM Alliance, 2016):

- skaparen av informationen,
- typ av information, detaljeringsgrad och status,
- vad informationen kan användas till,
- vilken information som gäller för det som har levererats samt hur annan information ska bedömas.

Det är inte bara de utmaningar som har nämnts ovan som ett BIM-projekt står inför. För enligt några är den faktiska nyttan som har påvisats att BIM ska ge är för optimistisk och att den bör ifrågasättas (Fox, 2014). För flera av fördelarna med införandet av BIM som har påpekats är av den kvalitativa karaktären och det har ofta varit svårt att ge direkta kvantitativa mått som visar nyttan med BIM (Becerik-Gerber & Rice, 2010). Detta är en svaghet eftersom det blir svårt att visa vilka exakta kostnader som minimeras med BIM, vilket hämmar ett fullskaligt införande av BIM i projekten (Linderoth, 2013).

Precis som alla förändringar i branscher kommer inte BIM att införas helt felfritt, branschen står inför flera utmaningar som har belysts ovan och som måste redas ut för att BIM ska nå ut i hela branschen. Det som talar för att BIM är att införandet av hela konceptet inte behöver ske på en gång utan det går att göra stegvis, vilket innebär att aktörerna direkt kan se nyttan med de olika BIM-verktygen (Linderoth, 2010).

3.3.3 LOD

När BIM används är det viktigt att kunna definiera vilken detaljeringsnivå som informationen i modellen ska ha. Inom byggbranschen finns det flera begrepp för detta, men ett av de vanligaste är Level of Development (Level of Detail), LOD. Begreppet Level of Detail introducerad först 2008 av AIA, American Institute of Architects och det har senare kommits att ändras till Level of Development (Hooper, 2015). Det finns skillnader mellan uttrycken och det beskrivs lättast som att Level of Detail är informationen som stoppas in i objektet och Level of Development är pålitligheten hos informationen (BIM Forum, 2016). I fortsättningen när LOD används i denna studie kommer det att syfta på Level of Development.

Enligt AIA:s definition (AIA, 2008) delas LOD in fem stycken nivåer LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400 och LOD 500. Där varje nivå beskriver hur detaljerad och pålitlig informationen är för ett objekt. Det blir även möjligt att se vilken status som de olika objekten har i byggprocessens olika skeden, planering, projektering, produktion och förvaltning (Ekholm, et al., 2013). För inom BIM ändras modellen efterhand och det är sällan som alla objekt har samma detaljeringsnivå (Weygant, 2011). LOD är tänkt att underlätta för projektets aktörer när det kommer till hur väl de kan lita på den information som finns i modellen, därmed vad modellen kan användas till och vilka begränsningar den har (BIM Forum, 2016). Med flera informationsnivåer minskar risken för osäkerheter när det kommer till de beställningar som genomförs, eftersom avgränsningarna och

förväntningarna blir tydligare samt att det läggs ett större fokus på processer som kommer i senare skeden (Ekholm, et al., 2013).

I Tabell 1 redovisas vilket informationsinnehåll som kan finnas för de olika nivåerna i LOD, samt ett exempel på ett objekt.

Tabell 1. LOD-nivåer (AIA, 2008) ett exempel med en lampa (BIM Forum, 2016) och vilka analyser som kan genomföras (Gustavsson, et al., 2012).

LOD-nivå	Informationsinnehåll	Exempel lampa	Analyser
LOD 100	Byggnadsmodellen visar övergripande areor, volymer, höjder, orientering och placering.	Kostnaden för lampan finns i modellen.	Energisimuleringar, anbuds-kalkyler, riksinventering, gestaltning.
LOD 200	Byggnadsobjekt visas som övergripande system med orientering, form, storlek, placering och mängder.	Lampan är inlagd och har en approximativ placering, form och storlek.	Kalkyler, tidplaner, produktionsplanering, kollisionskontroller, anslutning till miljödatabaser.
LOD 300	Byggnadsobjekt visas som specifika system med orientering, form, storlek, placering och mängder.	Lampans design är specificerad t ex två stycken lysrör med specifik placering, form och storlek.	Förberedelser, kalkyler, och tidplaner i produktionen, mängdförteckningar,
LOD 400	Byggnadsobjekt visas som specifika konstruktioner med orientering, form, storlek, placering och mängder. Samt med komplett information om detaljer och fabrikat.	Lampans tillverkare och modellnummer är angivet	Förberedelser, kalkyler, och tidplaner i produktionen.
LOD 500	Byggnadsmodellen existerar i verkligheten och innehåller orientering, form, storlek, placering och mängder.	Lampan är installerad enligt modellen.	Förvaltningsmodell, energiåtgång, kontrollera ytor och funktionen för dessa.

Sverige har inte kommit lika långt i processen av att införa en nationell standard för detaljeringsnivån som exempelvis USA, Danmark och Norge (BIM Alliance, 2013b). Just nu pågår en förstudie för att klargöra vad LOD är och hur det bör definieras i Sverige (BIM Alliance, 2017). Det har tidigare gjorts undersökningar där en variant av AIA:s definition har testats (Gustavsson, et al., 2012), som visar vikten med att införa ett LOD-system i Sverige med en gemensam standard. För fördelen med informationsleveranser

inom byggbranschen är att det underlättar för de inblandade att veta informationsnivån i de olika byggskedena. Det är av stor vikt att ha rätt informationsnivå, eftersom både för lite och för mycket information i 3D-modellerna kan bli kostsamt i längden (Gustavsson, et al., 2012). En LOD-nivå på 500 är ofta onödigt i ett tidigt designskede, det räcker i detta stadiet med LOD 200 eller 300 (Weygant, 2011).

3.3.4 Molntjänster

Det utvecklas hela tiden nya tekniker och verktyg som är tänka att underlätta arbetet inom byggbranschen. En av dessa är molntjänster inom BIM, som enligt Söderström (2013) är nästa stora genombrott för byggbranschen. Molntjänster definieras enligt NIST (National Institute of Standards and Technology) (Mell & Grance, 2011):

”...a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction”.

Det sker forskning om molntjänster inom BIM, men problemet är att forskningen inte har uppmärksammat hur tekniken ska kunna implementeras i praktiken. För i flera av de teoretiska modeller som har tagits fram har ännu inte effektiviteten i projekten påvisats i verkliga projekt (Wong, et al., 2014). Detta innebär att det inte är helt klart vilka förenklingar och besparingar som molntjänster inom byggbranschen kan ge.

Enligt Söderström (2013) är den främsta styrkan med molntjänster att informationen och programvaror finns tillgänglig överallt och när som helst, samt kapacitetsproblem helt elimineras då det finns obegränsad plats i molnet. Detta medför att även modellerna blir mer lättarbetade och det blir inte hårdvaran som sätter gränsen för vilka simuleringar som kan genomföras. Samarbetet med modellerna underlättas och det blir lättare för inblandade att genomföra simuleringar och analyser, exempelvis kan tidiga analyser av energianvändning eller livscykelkostnader göras (Söderström, 2013). En annan minst lika viktig faktor med molntjänster är enligt Söderström (2013) att allt fler företag kommer att kunna erbjuda BIM-tjänster vilket kommer att påverka konkurrensen inom byggbranschen. Molntjänster har förmågan att minska de fasta kostnaderna inom ett byggföretag. Eftersom de IT-system som används kan lättare anpassas till den ständigt skiftande arbetsbelastningen inom företaget (Söderström, 2013). Företagen behöver inte ha den största hårddisken eller senaste programlicenserna på datorn, för dessa finns i molnet.

3.3.4.1 BIMobject Hercules

Hercules är en molntjänst som riktar sig till större företag och den är tänkt att användas för att organisera, skapa, och standardisera egna BIM-objekt. Det går även att importera leverantörsspecifika objekt som BIMobjects tillhandahåller och skapa en produktkatalog, bestående av egna och leverantörsspecifika BIM-objekt. Det är tänkt att dessa BIM-objekt

sedan ska kunna vara tillgängliga för alla deras projektgrupper. Ett BIM-objekt kan exempelvis vara ett fönster, en dörr eller ett handtag (Bimobject, 2016).

3.4.5 Leverantörsspecifika objekt

Med leverantörsspecifika objekt eller digitala tvillingar menas BIM-objekt som är kopior av verkliga objekt exempelvis dörrar, fönster, stolar etc. Dessa objekt skiljer sig därmed från de generiska objekt som redan finns förprogrammerad i dagens programvaror (Weygant, 2011). Enligt Hamon (2017) är digitala tvillingar nästa digitala genombrott i byggbranschen. De leverantörsspecifika objekten kan innehålla all information om den verkliga produkternas prestanda, livscykel, inverkan och effektivitet. I modellen kan det även läggas in länkar som går direkt till leverantörernas hemsida, vilket medför när informationen om produkterna uppdateras blir så även fallet i modellen (Weygant, 2011).

Precis som vid allt arbete är det viktigt att informationen är korrekt. Det blir dock extra viktigt vid hantering av leverantörsspecifika objekt då objekten kan innehålla all produktdata och är därmed inte bara visuella (Weygant, 2011). Inom detta område finns en utmaning med leverantörsspecifika objekt nämligen att se till att informationen om de olika objekten är strukturerad och likvärdig (Gao, et al., 2017).

4. Empiri

Kapitlet inleds med en förundersökning, därefter redogörs svaren från intervjuerna utifrån följande områden: informationsflödet vid projektering idag, obrutet informationsflöde, hinder för utvecklingen av IKT-verktyg, leverantörsspecifika objekt och LOD.

4.1 Förundersökning

I Veidekkes verksamhet i Sverige arbetar idag ca 150 anställda med någon form av koppling till VDC och BIM. De använder en 3D-modell av byggprojekten i de flesta av projekten men i olika utsträckning, allt ifrån visualisering, samgranskning och kollisionskontroller till tidsplaner i visa projekt. Nivån på BIM-projekteringen beror till största del på intresset från de inblandade i projektet. För att ta nästa steg i utvecklingen arbetar Veidekke med att ta fram en gemensam plan för alla byggprojekt där det fastställs vilken grundläggande BIM-nivå de ska arbeta efter. Parallellt med detta arbete ska ett pilotprojekt genomföras där leverantörsspecifika objekt ska undersökas mer noggrant. Detta för att se om det effektiviserar projekteringsprocessen samt minskar informationshanteringen.

Det finns ett fåtal IT-tjänster som tillhandahåller leverantörsspecifika produkter. Deras syfte är att upprätta en databas där leverantörerna får tillgång till att ladda upp sina produkter mot en kostnad och sedan blir de tillgängliga för alla projektörer runt om i världen. I gengäld kan leverantörerna kartlägga och få information om vem som laddar ner deras produkter för att kunna skapa direktkontakt med den projektören för vidare affärer. Problemet för bolagen som tillhandahåller tjänsterna är att det är svårt för leverantörerna att se potentialen att skapa BIM-objekten. Det är ofta en lång process för leverantörerna att gå till handling då denna typ av investering måste beslutas på styrelsenivå. Leverantörerna har även svårt att se fördelarna med att skapa dessa objekt då de anser att det inte finns någon efterfrågan, vilket blir utmaningen för bolagen att tydligt peka på att det finns ett behov av det. I intervjun med affärsutvecklaren på BIMobject konstaterades det att möjligheterna är oändliga och med hjälp av leverantörsspecifika objekt skulle man kunna minska all dokumentation kopplat till materialdata eftersom det skulle finnas lagrat direkt i objekten. Ett exempel på detta redovisas i Figur 6 för en linoleummatta i en 3D-modell. Informationen som finns i objektet är bland annat information om olika miljöcertifieringar för byggnader, garantitid, tillverkare, länkar till produkthemsidan, materialparametrar som strävhet, tjocklek, vikt etc. och olika klassifikationer. Denna information kommer direkt från leverantörerna och de kan även lägga till mer information om det önskas från kunderna. Det är framförallt förvaltningen som kommer att gynnas av denna process att kunna lagra all information digitalt för framtida drift och underhåll enligt affärsutvecklaren. Utmaningen för IT-bolagen är att kvalitetssäkra den information som finns lagrat i objekten, d.v.s. att all information som efterfrågas finns i alla objekt i portalen. Leverantörerna måste även

kontinuerligt uppdatera informationen i BIM-objekten så att brutna länkar inte uppstår, vilket är speciellt viktigt för förvaltningen som är en lång process.

Analytical Properties	
Heat Transfer Coefficient (U)	
Thermal Resistance (R)	
Thermal mass	
Absorptance	0.100000
Roughness	1
Identity Data	
Type Image	
Keynote	M50
Model	VENETO xf ² 2.5mm
Manufacturer	Tarkett
Type Comments	Homogeneous compact linoleu
URL	http://professionals.tarkett.co
Description	With its marbled design, divided
Assembly Description	Flooring - Other
Assembly Code	C3020490

Parameter	Value
Classification - commercial (EN ISO 34	34
Classification - Domestic (EN ISO 10	23
Classification - industrial (EN ISO 10	43
Drum sound (NF s 31-074 / NF EN 1	≤ 85 - Class C
Electrical resistance (EN 1081) - Ω	> 10 ⁹
Light fastness (EN ISO 105-B02) - Le	≥ 6
NF UPEC certificate (NF 189)	n°12/12-1614
Reaction to fire on fibre cement sub	Cfl s1
Residual indentation (EN ISO 24343-	0.08
Residual indentation (EN ISO 24343-	≤ 0.15
Slip resistance (DIN 51130)	R9
Slip resistance (EN 13893) - coef. - μ	≥ 0.30
Static electrical charge (EN 1815) - k	< 2
Surface	xf ² (PU) no wax no polish
Thermal resistance (EN 10456) - m ²	0.015
Total thickness (EN ISO 24346) - m	2.5
Underfloor heating	Suitable
Wear layer thickness (EN ISO 24340)	2.5
Total weight (EN ISO 23997) - g/m ²	3000
NF UPEC-C - Upec classification	C2
NF UPEC-E - Upec classification	E1/2
NF UPEC-P - Upec classification	P3
NF UPEC-U - Upec classification	U4

Parameter	Value
Green Building Properties	
BREEAM Ratings	
Environmental Fact Sheet	
Environmental Management System	
Recycled Content	
AgBB/DIBt certification	Certified
BREEAM rating	A+
Formaldehyde (after 28 days)	not detectable
Phthalate	Phthalate free
REACH	Compliant
Recyclability - %	100
Recycled content - %	36
Sanitary labelling - Indoor air emissi	A+
TVOC emissions - (ISO 16000-9 afte	≤ 100
TVOC emissions Indoor Air Quality	Gold
Cradle to cradle	Silver certified
FDES (NFP 14041)	http://www.base-inies.fr/Inies
Der Blaue Engel	<input checked="" type="checkbox"/>
Nordic environmental label (Swan)	<input checked="" type="checkbox"/>
TVOC emissions Floorscore (LEED)	SCS certified
Commercial warranties	10 years
Product documentation link	http://professionals.tarkett.co
Type of floor covering (EN ISO 2401	Homogeneous compact linoleu

Figur 6. Information som går att lägga in i en 3D-modell (Revit) för en linoleummatta.

4.2 Programvaror

Under intervjuerna nämndes flera olika programvaror. För att ge läsaren en bättre överblick av dessa programvaror och vad de kan användas till förklaras de övergripande i detta avsnitt.

Revit

Är en programvara som används inom BIM för att konstruera byggnader i 3D. Programmet kan användas både för byggandens utformning och installationer som el, ventilation och VVS. Det finns förprogrammerade generiska objekt i programmet, men det går även att skapa egna objekt eller ladda ner leverantörsspecifika objekt och koppla dessa till modellen.

Archicad

Är en liknade programvara som Revit och används för att utforma byggnader i 3D. Precis som Revit finns det generiska objekt i programmet och det går att skapa egna eller ladda ner leverantörsspecifika objekt.

VICO

Programmet används för att ta fram tids- och kostnadsplaner d.v.s. 4D och 5D. 3D-modellen kan importeras från exempelvis Revit och sedan direkt kopplas till VICO. Recepten som används för tid och kostnad måste skapas av användaren.

Solibri

Denna programvara används ofta som samgranskningsmodell från de olika aktörerna. Aktörernas modeller laddas ner i IFC-format och kopplas sedan samman i Solibri för att kunna samgranska modellerna och upptäcka kollisioner i modellen.

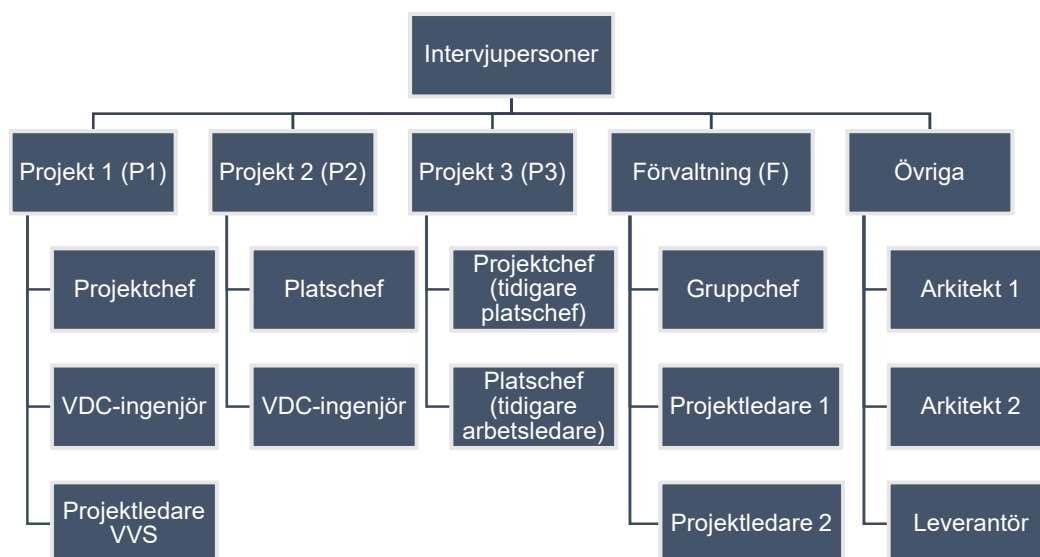
Magicad

Används för alla typer av installationer i 3D-modeller. I programmet går det även att genomföra beräkningar och dimensioneringar av installationerna.

4.3 Resultat från intervjuer

Under denna del redovisas resultatet från de intervjuer som har genomförts. Intervjupersonerna befattningar och vilka projekt de tillhör redovisas i Figur 7. Totalt har tre projekt studerats, där intervjupersonerna från förvaltningen har haft delvis koppling till projekt 1 och 2. För projekt 3 och förvaltningen skede intervjuerna i grupp. Detta var även fallet i projekt 1 men bara med projektchefen och VDC-ingenjören. Utöver detta har även intervjuer med två arkitekter och en leverantör genomförts. Intervjun med arkitekt 2 genomfördes i samband med arkitekt 1 och vid denna intervju togs bara ämnet om

leverantörsspecifika objekt upp. Svaren från intervjuerna redovisas utifrån fem större områden som har berörts under intervjuerna: informationsflödet vid projektering idag, obrutet informationsflöde, hinder för utvecklingen av IKT-verktyg, leverantörsspecifika objekt och LOD.



Figur 7. Intervjupersoner i studien.

4.3.1 Informationsflödet vid projektering idag

Enligt projektledaren för VVS i projekt 1 finns det idag två huvudsakliga former av fysiska möten där informationsutbytet sker. Den ”traditionella” mötesformen fungerar mer som en avstämning av vad som beslutats i föregående möten genom ett beslutsfattande protokoll. Detta är ett exempel på ett B-möte. Denna mötesform upplever projektledaren som en ineffektiv process då den innebär långa mötestider där syftet mer är att förmedla information mer än att utföra ett faktiskt arbete. De tekniska frågorna tas istället upp i C-mötena och det är där projektledaren kände att det gav mest nytta tidsmässigt och var mest effektivt. Under dessa mötena fattades beslut som möjliggör fortsatt arbete med projekteringen.

I de studerade projekten har det projekterats enligt Veidekkes arbetsätt med ICE i framför allt P1 & P2 men även en del i P3. Projektchefen för projekt 1 och projektledaren för VVS var rörande överens om att det är ett mer tidseffektivt sätt att arbeta på. En utmaning projektchefen, som han fick medhåll av VDC-ingenjören på P2, pekade på var den kompetensen projektörerna mister vid fullskalig ICE-projektering. Det är vanligt idag att projektörerna frågar kollegor på sitt kontor om områden som någon annan är specialiserad på. Denna kompetens är med traditionell projektering lättillgänglig men vid ICE-

projektering kan det försvåras att få den informationen, då projektören måste vända sig till dem via mail eller telefon. När Veidekke gick ut och förhandlade med projektörerna till projekt 1 var det många som inte ville arbeta på detta sätt och endast ett fåtal som var positiva. VDC-ingenjören för P1 menar då att det är en övergångsperiod nu för projektörerna där de måste anpassa sig. Problemet VDC-ingenjören menar är också att de behöver hitta ett sätt att motivera de motstridiga projektörerna med tydliga resultat på förbättringar med detta arbetssätt. Det skulle leda till ett incitament för dem att ändra sig. Det VDC-ingenjören menar att projektörerna skulle göra för att anpassa sig är framför allt att prioritera olika frågor. En del frågor som rör projektet men som inte är akuta kan behandlas utanför ICE-mötena medan fokuset kan vara att projektera och lösa tekniska frågor direkt på plats. Här menar även platschefen från P2 att det är en fördel med ICE-projektering eftersom beslutsvägarna är kortare och projekteringen kan fortgå. En utmaning som arkitekt 1 pekade på var att besluten kan bli hastiga vid ICE-projektering, eftersom beslutsvägen är kort och man blir beroende av varandra eftersom alla vill arbeta på. Arkitektens uppfattning bekräftades av projektledaren från VVS som även talar om utmaningarna i att hålla alla sysselsatta samtidigt över hela ICE-mötet. Arkitekten visar dock att de med detta arbetssätt minskade projekteringskostnaderna med 10% i ett av deras projekt.

Ur informationsflödessynpunkt är de inblandade från alla tre projekteten rörande överens om att detta sätt att arbeta förkortar informationskedjan eftersom man kan få svar direkt från varandra. VDC-ingenjören från P1 visade en tydlig fördel med ICE-projektering i att det lättare går att förklara vad man menar genom verbal dialog istället för skriftlig dialog via mail. Således kvalitetssäkrar man informationen mellan varandra direkt istället för långa mailkonversationer som kan sträcka sig i veckor. Genom att kvalitetssäkra information sparar man tid och pengar genom minskat dubbelarbete menar VDC-ingenjör 1.

I projekt 3 arbetades det med ICE-projektering i mindre skala än P1 & P2. Det upplevs som att det är mer implementerat i Stockholmsregionen menar VDC-ingenjören från P1. De arbetade istället med fråga-svar-principen. Det innebär att det vid projekteringsmötena var en kort avstämning om vad som utförts sedan senaste mötet för att sedan övergå till frågor till olika discipliner via post-it-lappar. De berörda har då tid för tekniska diskussioner i mindre grupper. Frågorna behandlas sedan i ett externt dokument där alla kan få se vad som beslutats och sedan sparas komplexa frågor separat för senare diskussion. Detta arbetssätt menar projektchefen har sparat mycket mailkontakt utanför projektet eftersom frågorna sparas till mötena, som hålls en gång per vecka. Entreprenören får även en möjlighet att vara underrättad hur projekteringen ser ut och kan styra den mot det som passar produktionen bäst. Detta menar projektchefen är en styrka eftersom det underlättar för produktionen då lösningarna är anpassade för dem och således minskar kostnaderna. Det kvalitetssäkrar projekteringen eftersom entreprenören är underrättad om projekteringen och tidigt kan påverka vilka tekniska lösningar som ska användas i produktionen.

Det finns olika sätt att få tillgång till information vid projekt. Något som varit aktuellt länge är projektportaler där all information i projekt ska tillhandahållas. Det är både all

dokumentation som skapas under projektet, exempelvis mötesprotokoll, brandskyddsdocumentation och alla ritningar, rumsbeskrivning m.m. Beroende på vilken beställare man arbetar med används olika programvaror för att upprätta en projektportal enligt VDC-ingenjören i P1. Olika datorkunskaper hos de inblandade i projektet är avgörande för hur väl dessa kommer att användas säger projektchefen i P1. Han menar även att det är viktigt med en tydlig struktur i projektportalerna, annars löper det stor risk att strukturen fallerar och blir otydlig. Det leder sedermera till att projektportalen inte kommer användas. Projektchefen menar att det är VDC-ingenjören i P1 som haft en avgörande roll för hur väl det fungerat. VDC-ingenjören har getts tid till att skapa en struktur som varit lättillgänglig för alla i projektet vilket gjort att det fått stor påverkan på informationsflödet, då projektörer använt projektportalen för att få tillgång till den information som efterfrågats. Problemen skapas när det inte ges tid att strukturera, menar projektchefen i P1, vilket fick medhåll av VDC-ingenjören från P2. Där var det oorganiserat i projektportalen eftersom varken beställaren eller VDC-ingenjören haft tydliga riktlinjer om hur strukturen ska vara. VDC-ingenjören i P2 nämner att det fanns tusentals olika dokument i portalen men utan struktur vilket ledde till att projektörerna vänder sig direkt till den berörde för att nå den information som berörs. Detta leder till att projektportalen mister sitt syfte med att information ska finnas lättillgänglig. Det leder även till att informationskedjan blir längre eftersom projektören måste ta kontakt med den berörde projektören för att få information, vilket kan vara en lång process menar VDC-ingenjören i P2. Platschefen i P2 bekräftar även att tanken med projektportalen är bra men genomförandet i de flesta projekt, bl.a. P2, var bristfällig och dåligt strukturerad.

Den bristfälliga strukturen beror på två huvudsakliga faktorer. Den första är att mappstrukturen och mappbenämningen har en avgörande roll i att hitta det som eftersöks. Det är alla respondenter överens om. Detta beror på att beställaren inte har någon kunskap om ämnet och skillnaderna är stora mellan de olika beställarna. I de fall där beställaren haft en tydlig manual för hur projektportalen ska se ut, har alla som varit delaktiga i projekteringen varit väl insatta. Detta har lett till att projektportalen har fungerat som önskat och all information har funnits lättillgänglig menar projektchefen i P3. I andra fall där beställaren inte haft en tydlig manual för projektportalen har mappstrukturen fallerat. Enligt VDC-ingenjören för P2 finns det flera tusen olika dokument i deras portal eftersom det inte har funnits någon struktur på vad som ska finnas där. Den andra faktorn är att projektörerna inte har haft någon sammanhängande mappstruktur. Alla projektörer har arbetat enligt egna principer, något som skett i P2 menar VDC-ingenjören. Enligt VDC-ingenjören är projektörerna ofta bekväma i deras sätt att arbeta och vilket gör att förändringar inte sker om det inte är kravställt från beställaren. Det har lett till att informationen, i form av dokument, har varit svåråtkomligt för andra discipliner som inte arbetat med samma struktur. Detta upplevs som problematiskt för platschefen i P2 som vill få tag i information ur projektportalen vid ett antal tillfällen men som fått vända sig direkt till den berörda istället, vilket kan vara en tidskrävande process.

En väsentlig skillnad mellan beställarna är framför allt visionerna för byggprojektet menar gruppchefen för F. För att åstadkomma ett obrutet informationsflöde är mappstrukturen en viktig pusselbit för att informationen inte ska förloras mellan de olika delskedena projektering, produktion och förvaltning. Det är framför allt i förvaltningsskedet som

informationen i projektportalen används på nytt menar gruppchefen för F. Om en beställare inte har en långsiktig vision för byggprojektet utan endast har som avsikt att sälja det vidare för ekonomisk vinning har man heller inga incitament till att bry sig om förvaltningen enligt gruppchefen för F. Det innebär då att investeringar i informationshantering inte prioriteras. Det läggs ingen tid och kraft på att skapa tydliga riktlinjer för hur informationen ska hanteras i ett projektnätverk. Om däremot beställaren istället har en långsiktig vision om att underhålla byggnaden ställer det högre krav på att informationen finns i projektnätverket och då finns det bra incitament till att skapa lättillgänglig information för framtidens användning i förvaltningen menar projektchefen i P3.

Det andra faktorn till att det blir ostrukturerat i en projektportal är att ovanan att arbeta med olika mappstrukturer. Det leder till att projektörerna föredrar deras egna strukturer och fortsätter arbeta efter dem menar VDC-ingenjören i P2. Det leder till att flera olika mappstrukturer kan finnas i en projektportal.

Utöver projektportalen och projekteringsmötena sker ett dagligt informationsutbyte med hjälp av telefonkontakt och mailkonversationer i de tre studerade projekten. En utmaning med att ha informationsflöde utanför de reguljära mötena är att dokumentera dem menar VDC-ingenjören i P2. De inblandade projektörerna behöver själva avgöra om informationen är relevant för någon annan och därför bör läggas upp i projektportalen menar projektledaren för VVS i P2. Genom att dokumentera beslut försäkras sig de inblandade sig mot olika tvister. Om det arbetas med en organiserad projektportal blir mycket av den information som efterfrågas i mail och i telefon tillgänglig och då undviks mycket av kontakten utanför mötena som inte är tekniska frågor menar projektchefen i P3. Således kan projekteringen bli effektivare och mindre resurskrävande.

Vid VDC-projektering ingår en 3D-modell som informationskälla. I de studerade projekten har ambitionerna varit olika för hur den skulle användas. I P1 var beställarens idé att det ur modellen skulle gå att ta fram tid och kostnadskalkyler, vilket hade minskat arbetet med att ta fram dessa separat. Problematiken var, enligt VDC-ingenjören från P1, att modellen inte kopplade de olika recepten till objekten korrekt. Således går det inte att utföra tid- och kostnadskalkyler direkt utan de var tvungna att upprätta en ny modell med korrekta kopplingar till recepten för att göra det möjligt. Detta upplevdes som frustrerande eftersom det var ett krav från beställaren men som krävde mycket extraarbete menar VDC-ingenjören. Beställarens ambition var att tidsplanen skulle användas genom hela projektet och nyttjas vid betalningsplanering. Detta förblev en ambition eftersom tidsplanen fallerade menar projektchefen i P1. I projekt 2 användes modellen för tidskalkylering av stomplanen med bra resultat menar VDC-ingenjören.

Hur modellen används är olika från projekt till projekt. Det som är avgörande är beställarens krav menar projektchefen i P1. Ibland efterfrågas inte en 3D-modell men fördelarna är så pass många att jag skapar en ändå menar arkitekt 1. Detsamma gäller vid ett antal de projekteten som de intervjuade personerna i P1 varit delaktiga i. Arkitekten menar även att 2D-projektering är borta idag och allt projekteras i 3D. Kravnivån är väldigt varierande idag och det beror på att utvecklingen gått fort framåt menar VDC-ingenjören i P2. Det har inte fattats enhetliga beslut i stora organisationer hur det är tänkt

att använda modellen vidare menar VDC-ingenjören. Det leder till att entreprenören får chansa sig till en nivå som passar för projektet och arbeta därefter menar de båda intervjuade från P1. De två huvudsakliga användningsområdena idag är visualisering och kollisionskontroll konstaterades det under intervjuerna.

Genom visualisering kvalitetssäkras den information som projekterats in i projektet. Beställaren kan i ett tidigt skede redan få underrättelse om hur den färdiga produkten kommer att se ut. Då kan kostsamma ändringar undvikas redan innan det byggts. Ur modellen kan information om mängder tas ut på ett effektivt sätt enligt VDC-ingenjören i P1. Det kan vara användbart i alla faser av byggprojektet eftersom det vid framtida behov kan vara behövas vid underhåll. För VDC-ingenjören är det fördelaktigt att använda 3D-ritningen vid ritningstolkning eftersom det är lättare att tolka olika höjder direkt i en 3D-vy och att det enkelt går att filtrera lager.

Kollisionskontroll innebär att en samgranskning mellan olika discipliners ritningar sker. Samgranskning skedde förr i 2D men har blivit enklare och mer effektiv när den görs i 3D menar VVS-projektören och får medhåll av arkitekt 1. Detta gör att informationen i modellen kvalitetssäkras eftersom de tekniska lösningarna i modellen granskas menar VDC-ingenjören i P2. Ett problem som kan uppstå är att all information i en modell inte följer med när en export sker till IFC-format enligt projektchefen i P3. Det kräver lite merarbete för att få det 100% korrekt tillägger han. Arkitekt 1 berättar även att i det i en del projekt förekommit projektörer som inte projekterat i 3D, vilket lett till att arkitekten själv projekterat deras del eftersom fördelarna är många med kollisionskontrollen.

Ett annat användningsområde för modellen är utförandet av olika beräkningar. I dessa intervjuerna framgick det att det endast var VVS-projektören som nyttjade modellen för dimensionering av ventilation och injustering. Den information som behövs för att utföra detta är rumsvolymer, typ av verksamhet och antal personer eftersom kraven finns upprättade i BBR hur ventilationen dimensioneras därefter. Modellen kan även användas till mängdavgtagningar. I de tre studerade projekten har detta använts i begränsad utsträckning. Enligt VDC-ingenjören i P2 hade det kunnat användas mer, men p.g.a. att det inte fanns några tydliga instruktioner användes det enbart för vissa dörrar och väggar. Båda platscheferna och projektchefen för P3 menar att de hellre kalkylerar mängder direkt från 2D-ritningarna då de tror att risken för fel är högre om mängdavgtagnings-verktyg används.

4.3.2 Obrutet informationsflöde

För att skapa ett obrutet informationsflöde finns det flera delprocesser som entreprenörer, beställare och förvaltare behöver arbeta med. De projekt som studerades här är de som kommit långt med att försöka skapa ett obrutet informationsflöde, men de saker som nämnts i ovanstående kapitel inte är branschstandard menar VDC-ingenjör i P1. Veidekke jobbar aktivt för att ligga i framkant med IKT-verktyg eftersom de anser att det skapar mervärde för kunden, d.v.s. beställaren, därför skapar de exempelvis 3D-modeller trots att det inte efterfrågas menar projektchefen i P3.

För att utveckla ett obrutet informationsflöde är ett steg att utveckla VDC-projektering till alla projekt. Entreprenören behöver enligt de intervjuade hitta ett optimalt arbetssätt med ICE som fungerar för projektörerna med avseende på effektivitet och kompetens. I projekt 1 har de utvecklat sin projektportal ytterligare med en fråga-svars-funktion där det direkt går att koppla frågor till berörda projektörer. Således informeras de berörda direkt och informationen synliggörs för alla delaktiga i projektet. I denna projektportal finns även möjlighet att få en avisering om när frågor ställts som berör en. Då kortas svarstiderna ytterligare och det kan bli ett bättre flöde i projekteringen menar projektchefen i P1. Enligt VDC-ingenjören i P1 är det frågorna i projektportalen utgör grunden för ICE-projekteringen där frågorna tas upp och löses på plats. Något som det även arbetas med i detta projekt är en projektlogg. Där loggas alla beslut som tas och frågor som inte blivit behandlade eller lämnats obesvarade. Detta för att undvika arbeta med protokollföring som är en tidskrävande process menar projektchefen i P1. Då är samtliga i projektet alltid uppdaterade hur projektet fortlöper, vilket är en del i att skapa ett obrutet informationsflöde. Vid dokumentation av beslut direkt i projektportalen är det även ett bevis för att lösa tvister eftersom det kan dokumenteras att motparten har underrättats menar VDC-ingenjören i P2. Det blir alltid en balansgång vilken beslutsnivå en fråga behöver vara på för att läggas upp i projektportalen. Alla beslut inte bör ligga där eftersom detta merarbete hade blivit en belastning om även de minsta besluten ska läggas upp i portalen menar VDC-ingenjören.

För att informationen i projektportalen ska komma till användning är sökbarhet en nyckelfaktor som båda VDC-ingenjörerna är överens om. Genom att tagga dokument med olika metadata, d.v.s. nyckelord, kan man effektivisera sökprocessen oerhört. Således kan projektörerna anpassa sig enkelt efter beställarens olika mappstrukturer men samtidigt veta var information finns om de är taggat med metadata som de själva valt menar VDC-ingenjören i P2. I P1 har man använt taggning av dokument och det har fungerat väl menar VDC-ingenjören. Däremot har det i P2 inte fungerat önskvärt då taggning inte använts och då blir informationen svåråtkomlig. Då väljer projektören hellre att vända sig till kontaktpersonen direkt. Genom att använda taggning av dokument kommer projektörerna kunna bygga upp en intern mappstruktur och filtrera ut den dokumentation som de är intresserade av. Detta utan att den påverkar beställarens eller entreprenörens valda mappstruktur enligt VDC-ingenjör 2. I P3 har beställaren redan i sin BIM-manual underlättat för sökbarheten genom att ha fasta benämningar och taggningar på dokument. Detta eftersom de själva behöver hitta dokumenten i förvaltningen i ett senare skede menar projektchefen i P3. Projektledare ifrån F är inne på samma ämne och anser att man redan tidigt i produktionen behöver ha en struktur som även passar förvaltningen. Det är kostsamt att ändra en befintlig struktur i efterhand och manuellt söka efter dokument som förvaltningen behöver. Gruppchefen menar att man behöver ha en samverkan i hela koncernen för att detta ska kunna implementeras. Sker detta kommer det kvalitetssäkra informationen mellan produktionen och förvaltningen på ett bättre sätt en tidigare, på ett kostnadseffektivare sätt konstaterar gruppchefen i F.

Det platschefen i P2 berättar om är att idén med ett obrutet informationsflöde är bra men att informera alla om allt är snarare ett sätt att se till att ingen har rätt information till hands. I projekt där det inte jobbas aktivt med att strukturera informationsflödena är det

lätt att informationen istället förloras menar platschefen. Ett exempel som platschefen talar om är vidarebefordring av mailkonversationer, som är ett viktigt verktyg i informationsflödet. När en person vidarebefordrar månadslånga mailkonversationer säkerställer hen inte att mottagaren kommer att bli underrättad med innehållet men hen friskriver sig sitt egna ansvar, eftersom hen bifogat all information. Detta är ett stort problem menar platschefen.

För att minska mängden informationshantering i projekteringsfasen kan projektörerna lagra information i 3D-modellen direkt. Arkitekt 1 och projektchefen i P1 menar att det då hade sparat tid att lagra informationen direkt där den ska vara. Ett exempel är en dörr. Där kan brandkrav, ljudkrav, färg etc. läggas in i modellen direkt av varje disciplin istället för att arkitekten tar emot långa rapporter i t.ex. brandskyddsdokumentation eller akustikutredning för att sedan lägga in den informationen därifrån i modellen menar VDC-ingenjör i P1. Genom att arbeta med att lagra information direkt i modellen kortas informationskedjan samtidigt som informationen blir tillgänglig för alla menar arkitekt 1. Genom att ha informationen lagrat i modellen kan informationen enkelt hittas av tjänstemän för produktion och förvaltning. Således minskas dokumentationshanteringen i projektportalen om kan länka information direkt in i modellen, vilket är möjligt idag men som inte utnyttjas menar gruppchefen från F.

De intervjuade är överens om att det sker stora informationsförluster mellan de olika fasövergångarna. Från projektering till produktion samt från produktion till förvaltning. För att minska denna informationsförlust är projektcheferna rörande överens om att ha en överlämnande fasövergång. Det innebär att tjänstemän från produktionen är med och underrättas vid projekteringsmötena och får möjlighet att ge input redan vid projekteringsstadiet. Detta sker redan idag vid många av Veidekkes projekt där det arbetas med VDC-konceptet. I P1 är det även VDC-ingenjören som följer med ut i produktion som arbetsledare. Då får produktionen även någon som är fullt insatt i projekteringen, för att minska informationsförlusterna. Informationsförlusterna leder till missförstånd som leder till frågor och kostsamma ändringar, vilket man gärna vill undvika menar VDC-ingenjören i P1. VDC-ingenjören får då en möjlighet att ge återkoppling av vad som fungerat dåligt i produktionen till nästa projektering, något som platschefen menar är det svåraste att åstadkomma idag. Projektchefen från P1 instämmer i att projektörerna behöver mer input om vad som fungerar i verkligheten. De involverade i ICE-mötena är byggarbetare från entreprenören och inte montörer, därför fortsätter projektörerna göra på sitt sätt utan att de vet om de fungerar i praktiken. Problemet är att underentreprenören för VVS ofta inte är upphandlade i projekteringsstadiet och inte kan ge input fortsätter projektchefen. Här instämmer projektledaren från VVS som även tycker att det är ett problem att få montörerna engagerade i projekteringen och sedan få återkoppling på det som projekterats in, vilket då styrker projektchefens teori.

Mellan produktion och förvaltning behöver alltid en driftgenomgång av systemen ske för att få godkänd slutbesiktning enligt platschefen i P2. Detta är normalt den enda överlämningen som sker mellan förvaltning och produktion menar gruppchefen i P2. I P2 fick förvaltningsorganisationen komma in 8-9 månader tidigare än slutbesiktningen. Detta för att få en större förståelse för byggnaden som ska lämnas över så att inte

informationsförlusten blir stor fortsätter gruppchefen. Det är svårt att i efterhand få kontakt med entreprenören efter färdigställandet eftersom de ofta börjat på nya projekt då. Under tiden som förvaltningsorganisationen varit på plats har det hållits utbildning för personalen och sedan gått ut på byggarbetsplatsen och undersökt objektet menar projektledare 1 från F. Beställaren har upplevt detta som positivt att få kunskap och information om byggnaden tidigt i projektet menar projektledare 2 från förvaltning. Idag vet de ofta inte var de ska hitta informationen och använder knappt de drift och underhållspärmar som lämnas över från produktionen. De vänder sig hellre direkt till entreprenören för att få svar menar projektledare 1 från F. Således skapar man ett obrutet informationsflöde om förvaltningsorganisationen får komma in tidigare i projektet eftersom informationen kan överföras till förvaltningen. Däremot är det upp till beställaren som måste ha ett egenintresse i att vilja förvalta byggnaden avslutar gruppchefen i F.

BIM-modellen kan användas för 4D och 5D. Det innebär att modellen går att använda för tids- och kostnadskalkylering. För att detta ska fungera korrekt behöver man koppla recepten mot modellen i externa program som exempel VICO. BSAB 2.0 kommer att utveckla användandet av tids-och kostnadskalkylering tror arkitekt 1 och VDC-ingenjören från P1. Detta eftersom man använder standardbenämningar på alla objekt som läggs in i 3D-modellen och det är även ett sätt att kvalitetssäkra informationen som läggs in då den kan kopplas vidare mot AMA etc. tillägger projektchef i P1. Detta efterlyser platschefen i P2 idag att man bör göra eftersom det ibland saknas standardiserade benämningar på objekt. Om informationen i modellen är kvalitetssäkrad med olika standardkoder är det enkelt att göra korrekta mängdavgångar ur modellen, vilket leder till att man kan göra en bra kostnadskalkylering menar VVS-projektledaren i P1. Om modellen börjar användas för kalkylering ställer det även högre krav på detaljnivån naturligt menar VVS-projektledaren.

En arbetsmetod som kan bidra till ett obrutet informationsflöde mellan projektering och produktion är att det pågår parallellt. I P2 skedde detta eftersom det var ett stort projekt berättade VDC-ingenjören för projektet. Då var en byggnad färdigprojekterad och i produktion medan andra byggnader fortfarande projekterades. Enligt platschefen för projektet var detta fördelaktigt eftersom de kunde vända sig direkt till projektören om något var oklart. Således fick projektören återkoppling direkt samtidigt som produktionen fick svar direkt.

Det finns även möjlighet att göra 3D-planerade APD-planer. Genom att skapa en dynamisk APD-plan som lever under hela projektet kan informationskedjan kortas. Detta eftersom information kan lagras direkt i modellen menar VDC-ingenjör i P2. Han menar att information om objekts placering, lastzoner, våningsplan kan enkelt justeras där och information kopplat till detta kan läggas in där direkt. I en 3D-plan kan mer information läggas in som idag inte är möjlig i en traditionell 2D-plan. Ett exempel VDC-ingenjören i P2 nämner är när gjutning av plan sker så är ett våningsplan avstängt. Denna information blir således tillgänglig för alla i produktionen och all information samlas på en och samma plats. Detta är något som inte används idag i P1 menar VDC-ingenjören men de har programmen för det och därför kan komma att börja användas vid kommande projekt.

4.3.3 Hinder för utvecklingen av IKT-verktyg

Legala

Ett problem som platschefen pratade om var att det i dagsläget endast är 2D-ritningar som är juridiskt bindande. Han menar att det är de ritningarna som det skrivs avtal på. Således är det de som avgör vid tvister och inte 3D-ritningen menar han. Platschefen i P3 menar dock att det är lättare att se vem som är ansvarig för problemet i en 3D-modell och att de i P3 haft färre tvister en tidigare tack vare 3D-modellen.

Arkitekt 1 är inne på ett annat spår. Arkitekten anser att det behövs ett statligt initiativ för att få utveckla användandet av BIM eftersom arkitekten anser att utvecklingstakten är för långsam. Arkitekt 1 använder England som ett exempel där alla byggprojekt över 50 miljoner pund ska vara BIM-projekterade i en viss detaljnivå. Det har lett till ökade leverantörsspecifika objekt och fler BIM-projekterade byggnader som kan användas för förvaltning. Han menar att den långsamma utvecklingen idag endast beror på att det är entreprenörerna själva som ser vinsten i att använda BIM och att det idag inte är ett beställarkrav. Det leder således till att färre projekt blir BIM-projekterade där varken entreprenören eller beställaren ser vinsterna i det summerar arkitekten.

Organisatoriska

Den utmaningen som både gruppchefen för förvaltningen och VDC-ingenjören i P2 pratar om är att försöka sudda ut fasuppdelningen mellan projektering, produktion och förvaltning. Genom en mer enhetlig process där förvaltningen och produktion involveras redan i projekteringsfasen kan man bygga med bättre kvalitet och till billigare pris analyserar de båda. Problemet är, enligt gruppchefen, att det måste till stora organisatoriska förändringar för att exempelvis inköparna ska kunna involveras redan i projekteringsstadiet. Det är i inköpen av material det kan göras ekonomiska vinster menar VDC-ingenjören i P2. VDC-ingenjören fortsätter och menar att om inköp nyttjas redan i projekteringen kan det ställa högre krav på BIM-modellen för att koppla den direkt mot kalkyleringsprogram. Om inköpsavdelningen är underrättad under hela projekteringen ger detta ett bättre underlag för kalkyleringen och således bättre kalkyler enligt projektchefen i P1. Gruppchefen för F vill gärna se att förvaltningen kommer med i projekteringen eftersom de kan bidra med deras erfarenheter samtidigt som det minskar informationsförlusterna mellan fasövergångarna om de involveras tidigt. De får då kunskap om vad projektörerna projekterar in i byggnaden som de sedermera ska förvalta menar projektledare för VVS. Detsamma gäller för produktionen om de får vara med i projekteringen och bidra med deras erfarenheter enligt platschefen i P2. Gruppchefen för F menar att det är en viktig faktor för att kunna utveckla byggandet och få mer hållbara byggnader.

Eftersom det finns ett fasuppdelat tänk genom en byggprocess där alla inblandade arbetar mot olika budgetar utgör detta ett problem för informationsflödet menar projektledare 1 för F. Projektchefen i P1 menar att det saknas ekonomiskt utrymme för att ha folk som överlappar mellan de olika faserna. De är överens om att det är vid överlämningen mellan produktion och förvaltning och vid projektering och produktion som

informationsförlusterna sker. De får medhåll av VVS projektledaren som anser att det finns värdefull information hos de inblandade projektörerna som aldrig dokumenteras och därmed går förlorad.

De involverade i P1 är fast överens om att en struktur för hur BIM-modellen ska användas måste bestämmas i organisationen, exempel beställaren eller entreprenören. Det innebär att de måste veta vad modellen ska användas till. Om det bara är för visualisering och samgranskning är det en nivå. Om den ska användas för förvaltning sedan är det en annan nivå menar projektchefen. Det upplevs tidskrävande att inte veta hur modellen ska användas menar VDC-ingenjör i P1. Det är fördelaktigt om i det i första hand beställaren har en tydlig kravställning. I andra hand tycker de båda att det är entreprenören som ska kunna informera beställaren om de olika nivåerna och sedan gemensamt besluta det i en BIM-manual. Projektchefen menar att de ständigt arbetar med att visa fördelarna med BIM-modellen och således ökar efterfrågan på den, vilket projektchefen anser utveckla användandet.

Projektchefen i P1 pratar även om att upphandlingsformen är avgörande för hur användningen av IKT-verktyg optimeras. Projektchefen menar att det är viktigt att entreprenören får komma in i ett tidigt skede och sätta ramarna för projektet. Detta för att inte behöva överta projektörers handlingar som inte anpassats efter entreprenörens önskemål och förväntning. Detta kan leda till informationsförluster eller kostsamma missförstånd summerar projektchefen. Detta eftersom entreprenören ofta får lägga resurser på att korrigera de handlingar som beställaren lämnat över, vilket är kostnads- och tidskrävande.

Tekniska

Enligt arkitekt 1 har det i ett aktuellt projekt funnits beställare som upphandlat ett byggprojekt i 3D för att de ska kunna kalkylera direkt från modellen. Problemet är att de i organisationen har ett krav på sig att alla byggnader måste finnas i 2D-handlingar. Det leder till att 3D-modellen skickas till andra länder där de projekteras om till 2D enbart för att de i organisationen bestämt att de måste finnas. Detta istället för att utnyttja den 3D-modell som finns och utbilda organisationen i hur den kan användas för att skapa 2D-ritningar vid behov avslutar arkitekten.

Ett problem som VDC-ingenjören i P1 upplever idag är att informationen i modellen kan vara namngivna olika i olika programvaror. Då kan information förloras när de sammanfogas till en gemensam modell. Framför allt är detta viktigt när modellen ska användas för kalkyl om information går förlorad eftersom det påverkar slutkalkylen menar VDC-ingenjören i P1. Arkitekt 1 är även inne på att sammanslagningen av olika modeller i IFC-format förhindrar ändringar av geometrin på objekten i modellen i efterhand. En annan viktig faktor som påverkar användandet av 3D-modeller är programvarorna. För att de ska användas ute i produktion exempelvis, är det viktigt att programmen är lättförståeliga och snabbt gränssnitt annars får de aldrig en arbetsledare att ta med den på byggarbetsplatsen menar platschefen i P2. VDC-ingenjören i P1 är inne på samma spår att det ska vara enkelt att göra korrigeringar i program utan att det är resurskrävande. Vid deras test av att tidplanera P1 genom BIM-modellen tröttnade VDC-ingenjören på

programmet p.g.a. dess känslighet för ändringar. Projektchefen i P3 är inne på samma sak med programvarorna. Det behöver vara enkelt för alla inblandande i projekten att kunna använda, från byggarbetare i produktion till VDC-ingenjör i projektering, annars blir det svårt att få vidare användning av modellen efter projekteringsstadiet.

En nyckelfaktor för att projektportalen ska fungera är projektörernas inställning till att all information ska läggas upp i portalen menar projektchefen i P1. Om de inte ser vinsterna i att lägga upp det digitalt snabbt och enkelt kommer det inte att användas. När projektörerna inte är bekväma med att arbeta digitalt är det lätt att de faller tillbaka på den traditionella pappersdokumentationen av mötesprotokoll etc. Problematiken är att det inte finns ett enhetligt system att använda, ofta prövas nya lösningar till varje projekt vilket kan vara utmanande för en projektör utan datorvana. VDC-ingenjör 1 pekar på vikten att vara datorkunnig och att hans egen datorvana har varit till stor nytta i användandet av projektportalen. Han tror även att inställningen kommer att ändras i takt med att fler äldre pensioneras och en ny generation ansluter sig i byggbranschen.

Ledarskapsmässiga

En utmaning som båda projektcheferna talar om är att ha någon i projektet som är intresserad av BIM-frågorna. Projektchefen i P3 berättar om att det bristande intresset har lett till att de inte varit uppdaterade på hur utvecklingen gått framåt med BIM de senaste åren. De har fastnat i utvecklingen av BIM och använder modellen enbart för kollisionskontroll och visualisering. Det får medhåll av platschefen i P3 som menar att kunskapen finns i organisationen men att den inte sprids ut till alla i organisationen. Projektchefen i P1 talar även om att det inte bara hos entreprenören måste vara ett ökat intresse utan även hos projektörerna för att utvecklingen ska gå framåt. VDC-ingenjören i P1 är även inne på att kunskaperna om de kvalitetsmässiga vinsterna med användandet av BIM inte är utbredd hos alla projektörer. Samtidigt är den största utmaningen att kunna visa dem att det även finns ekonomiska vinster i det summerar VDC-ingenjören. I P2 är VDC-ingenjören övertygad om att arbetsbelastningen är lägre vid 3D-projektering men kostnaderna lite högre. Däremot är den största vinsten som VDC-ingenjören ser det att kvalitetssäkrar informationen och informationsflödet är mer lätthanterligt än tidigare traditionell projektering.

VDC-ingenjören för P1 menar att datorkunskaperna är en viktig faktor för att BIM-användandet inte ökat. VDC-ingenjören menar att det är svårt att lära de erfarna tjänstemännen nya program om de tydligt inte ser fördelarna med användandet. Dessutom är de ofta stressade och har inte tiden till att lära sig. VDC-ingenjören tror däremot att det är ett generationsskifte på gång och att det således blir en naturlig övergång till mer digitalisering i byggbranschen.

4.3.4 Leverantörsspecifika objekt

Den överlag samlade bedömningen av leverantörsspecifika objekt från intervjupersonerna är positiv, men det framkom att det finns flera utmaningar som måste lösas för att leverantörsspecifika objekt ska få ett större genomslag inom byggbranschen.

VDC-ingenjörerna tar upp fördelen med att det blir en säkerhet för entreprenören att veta om produkterna finns i verkligheten. För idag kan det i beskrivningen framgå krav på produkterna exempelvis brand- och ljudkrav som inte finns tillgängliga i det ordinarie sortimentet. Detta innebär att dessa produkter måste specialbeställas, vilket drar upp priset på produkterna. Arkitekterna nämner samma sak och berättar att det underlättar arkitekters arbete då de inte måste dubbelkolla att kraven de ställer på produkter finns hos leverantörerna. Idag kan arkitekten lägga upp emot en timme på ett samtal med en leverantör för att kontrollera att de har en produkt som uppfyller kraven. Arkitekt 1 nämner även att de sparar tid på att rita upp objekten i modellen samt att ta fram uppställningsritningar då dessa direkt kan överföras från modellen. Istället för att arkitekten ska rita upp generiska objekt, vilket anses vara tidskrävande. Likaså är projektchefen för P1 inne på att det sparar tid för projektörerna med leverantörsspecifika objekt, eftersom de inte skulle behöva rita in alla objekt som de gör idag.

Leverantörsspecifika objekt kan även öka detaljnivån i modellerna eftersom all information kommer direkt in i modellen. Projektchefen för P1 tar som exempel badrum där det vanligtvis bara ritas in toalett och handfat, men med leverantörsspecifika objekt blir det enklare att även rita in krockar, hållare för tvål och papper, spegel etc. som annars bara finns i beskrivningarna och inte i 3D-modellen. Det sparar även tid för entreprenören som normalt måste kontrollera med leverantörerna för att få information om produkterna. För med leverantörsspecifika objekt hade denna information direkt kunnat hämtas från modellen, vilket båda VDC-ingenjörerna och de inblandade i P3 nämner. Projektchefen för P3 ser att kvalitetssäkringen skulle bli bättre med leverantörsspecifika objekt, då idag händer det att det glöms bort vad som efterfrågades om produkterna eftersom det tar så pass lång tid att få informationen. VDC-ingenjören för P2 är nämner att det blir enklare att förbygga krockar mellan olika material i produktionen då dessa direkt kan upptäckas i modellen. Som exempel tas det upp dörrfoder som kan krocka med armatur, vilket är något som lätt kan missas i modellen om generiska objekt används.

Av de som har intervjuats är det bara arkitekt 1 och projektledaren för VVS som har använt sig leverantörsspecifika objekt. Projektledaren för VVS beskriver att de ofta använder sig av dessa när det ritas i Magicad och att det finns stor potential att föra vidare denna information till produktionen och förvaltningen. Men p.g.a. att efterfrågan idag inte är tillräckligt stor utförs inte detta och istället används 2D-ritnigar och beskrivningar ute i produktionen. Arkitekt 1 är inne på samma linje och menar att det i de flesta projekt som denne har deltagit i går det lika bra att rita med generiska objekt då informationen i dessa objekt är tillräcklig. Arkitekten försöker ändå i större utsträckning använda sig av leverantörsspecifika objekt eftersom det ger stora vinningar i arkitektens egna arbete, som bättre visualisering samt tids- och kostnadsbesparingar. Att efterfrågan av leverantörsspecifika objekt inte är så pass stor idag bekräftas även av en leverantör som tillverkar dörrar. Leverantören tror att det i framtiden kommer ge stora besparingsmöjligheter i hela byggbranschen där leverantörerna kommer vara de största vinnarna. Därför har leverantören digitaliserat ett stort antal av deras produkter idag och de kan användas i programvaror som Revit och Archicad. Med detta hoppas de förbättra samsynen mellan leverantören och deras kunder. Eftersom leverantörsspecifika objekt ger en bättre visualisering av den verkliga produkten enligt leverantören. En annan fördel är

att all produktinformation ska finnas länkad i modellen, därmed kommer antalet frågor till leverantören att minska. Leverantörerna tar även upp att det finns vinster för entreprenören och beställaren så som att de kommer att sänka sina kostnader och tidigare får en bild över vad projektet kommer att kosta. Detta nämns likaså av VDC-ingenjör för P2 som menar att entreprenören tidigare kan planera logistiken då de redan från bygghandling vet vilka produkter som ska beställas men även när och var det ska levereras.

Förutom leverantören är förvaltningen den stora vinnaren av leverantörsspecifika objekt. Då de kan ha en 3D-modell med exakt de produkter som finns i byggnaden, vilket underlättar när produkter ska bytas ut och underhållas enligt leverantören. För 3D-modellen kan innehålla all information om byggnaden och dess produkter, samtidigt som den kan uppdateras automatiskt när framtida renoveringar ska genomföras. Detta är även två saker som gruppchefen för förvaltningen är inne på. För med leverantörsspecifika objekt kan förvaltningen på beställarsidan enkelt gå in i modellen och få upp all information om byggnaden. Exempelvis om en lampa går sönder går det att se exakt vilket modellnummer lampan har. Därmed behöver inte förvaltarna läsa igenom drift- och underhållspärmarna för att veta vilken lampa som de ska byta till, vilket ofta anses vara arbetskrävande. Enligt gruppchefen på F får det in flertal felanmälningar som enkelt hade kunnat lösas av förvaltaren direkt på plats om de bara hade vetat vad felet var. Projektledare 1 på F är berättar att leverantörsspecifika objekt kan minska handläggningstiden för dem vid felanmälningar, då de direkt kan säga till underentreprenören vad som ska bytas ut när något har gått sönder. Istället för att underentreprenören först ska undersöka vad som ska bytas på arbetsplatsen, därefter åka och hämta produkten för att slutligen komma tillbaka och byta ut den. För att kunna utnyttja informationen optimalt i förvaltningen räcker det bara inte med att lämna över en modell med informationen enligt VDC-ingenjören på P2. Utan det behövs ett smidigt sätt att kunna föra över de leverantörsspecifika objekten från förvaltningssystemet till förvaltnings Facility Management system som idag alla stora förvaltare har. Utmaningen är att deras system ofta ålderdomliga och flera förvaltare jobbar idag fortfarande med att försöka få in ritningarna digitalt enligt VDC-ingenjören.

Angående den digitala produktkatalogen, Hercules, med ett begränsat antal produkter, som entreprenören tidigare har bestämt, tycker VDC-ingenjören för P2 att detta fördelaktigt då de lättare kan styra processen. Detta eftersom entreprenören tidigare får kontroll på vilka produkter som kommer att användas i projektet. De kan därmed skapa centrala avtal med leverantörerna vilket gynnar företaget i längden. Produkterna som entreprenören väljer ut kan även granskas mer noggrant så att de vet att de håller i framtiden. Detta är något som även gruppchefen och projektledarna i förvaltningen nämner. För de anser att det läggs störst fokus på att hitta billiga produkter för att få ner entreprenadsumman. Istället borde fokus riktas för att finna de produkter som håller hög kvalitet och har lång livslängd. Dels för att minska framtida kostnader under garantitiden men också för att få en nöjdare kund, vilket kan generera fler projekt i framtiden. Projektchefen för P1 är inne på att den digitala produktkatalogen hade varit bra om arkitekterna inte har objekten i deras programvaror, eftersom det hade effektiviserat deras arbete. Detta bekräftas även av arkitekterna som säger att de hade kunnat spara mycket

tid, för att de inte behöver leta upp en specifik produkt. Samtidigt tycker arkitekterna att det till viss del begränsar deras arbete då de inte kan välja lika fritt vilka produkter som ska användas. VDC-ingenjören för P2 är inne på en liknande linje och menar att arbetsledare och inköpare kan tycka det missgynnar dem om de inte längre får finna de billigaste produkterna, då det är enligt många är en av de mest uppskattade arbetsuppgifterna.

Som tidigare nämnts tog intervjupersonerna upp flera utmaningar med leverantörsspecifika objekt. Enligt VDC-ingenjören för P1 är det största utmaningen att inköpsprocessen inom entreprenadföretagen måste ändras om. Dagens inköpsprocess går till så att handlingar projekteras fram och lämnas över till en inköpare eller någon i produktionen, dessa skickar sedan vidare offerter till leverantörer för att slutligen välja ut vilka produkter som ska handlas in. Hela denna process brukar ta ett antal månader från dess att handlingarna är klara tills att en produkt har valts ut. Med leverantörsspecifika objekt måste istället inköparen sitta med under projekteringen och redan då bestämma vilja produkter som ska användas. D.v.s. inköpsprocessen sker samtidigt som krav för exempelvis akustik, brand och beställare formuleras och bestäms. För om inte inköparna är med i detta skede kan det skapa problem senare om entreprenören skulle få in ett bättre pris på en likvärdig produkt än den produkt som är förskriven, då entreprenören ska konkurrensutsätta deras produkter så väl det går säger VDC-ingenjören och projektchefen för P1. VDC-ingenjören för P1 är även inne på att det kan bli ansträngande i projektet att byta ut produkterna om det är för mycket information kopplat till objektet. Gruppchefen i F och projektledare i VVS ser en utmaning i att om produkterna bestäms redan i projekteringen finns det en risk att dessa har tagits ur bruk. Enligt projektledare 1 för F har detta skett för några av mattorna som ska användas i projekt 1. Projektledaren för VVS säger att detta även har skett i ett antal projekt som denne har deltagit i, men att det vanligtvis går att hitta ersättningsprodukter som är likvärdiga.

En annan utmaning med leverantörsspecifika objekt som projektledaren för VVS, VDC-ingenjören och projektchefen i P1 anser är det kan bli problem när lagen om offentlig upphandling, LOU, gäller. Projektledaren för VVS nämner att det är väldigt tidskrävande att generera objekt som uppfyller kraven för LOU. Därför ber de ofta leverantörerna direkt att skapa objekt som håller sig inom kraven. Projektledaren hade önskat att kunna plocka ut specifik information som är krävs för projektering direkt från de leverantörsspecifika objekten utan att de beskriver en specifik produkt.

Arkitekt 2 som inte jobbar med leverantörsspecifika objekt idag ser visa problem med kvalitetssäkringen av att objekten går att använda i alla vyer. För objektet ska inte bara vara bra i 3D-vyerna utan den ska även vara korrekt i 2D-vyerna så att arkitekten inte behöver göra extraarbete. Platschefen på projekt 3 är inne på ett likande spår och menar att det kan bli svårt att implementera det i produktionen då alla parametrar inte kommer med i objekten. Som exempel nämns dörrar som ofta berörs av flera olika discipliner, el, ventilation, styr och brand. För att fungera ute i produktionen måste all information in i modellen, vilket enligt platschefen är svårt att genomföra. Arkitekt 2 beskriver vidare att det finns för få leverantörsspecifika objekt på marknaden idag, vilket gör att arkitekten hellre använder sig av generiska objekt. Detta är även en utmaning som arkitekt 1 nämner,

men denne ser inte detta som ett tillräckligt stort problem för att inte jobba med leverantörsspecifika objekt. Arkitekt 1 anser istället att den stora utmaningen är att se till att informationen i objekten alltid är uppdaterad och att det inte finns några brutna länkar. Leverantören anser även att detta är en utmaning för de att se till att deras produktinformation är uppdaterad och att de har ändrat sitt arbetssätt för att klara av detta. Anledningen till att de inte har kommit längre är att efterfrågan från marknaden idag inte är tillräckligt stor, vilket innebär att konsekvenserna för fel inte blir tillräckligt allvarliga för leverantören. Samtidigt menar leverantören att de tidigare borde ha strukturerat upp deras information bättre eftersom det är något som de kommer att tjäna på i slutändan.

De två stora utmaningarna som leverantören ser som anledningen till att byggbranschen inte har kommit längre med leverantörsspecifika objekt är dels att kunskapen om vad det är inte är tillräcklig. I allmänhet inom de i större entreprenadföretagen är kunskapen om digitala objekt och hur det kan effektivisera branschen låg, menar leverantören. Detta bekräftas även av projektchefen och platschefen i P3 som menar att deras kunskap om digitala objekt är bristfällig. Den andra anledningen är att byggbranschen är inne i en högkonjunktur idag och de flesta aktörer har tillräckligt med jobb. Att då ändra om arbetsprocessen inom företag kan vara svårt, speciellt om efterfrågan från marknaden inte är tillräckligt hög.

4.3.5 LOD

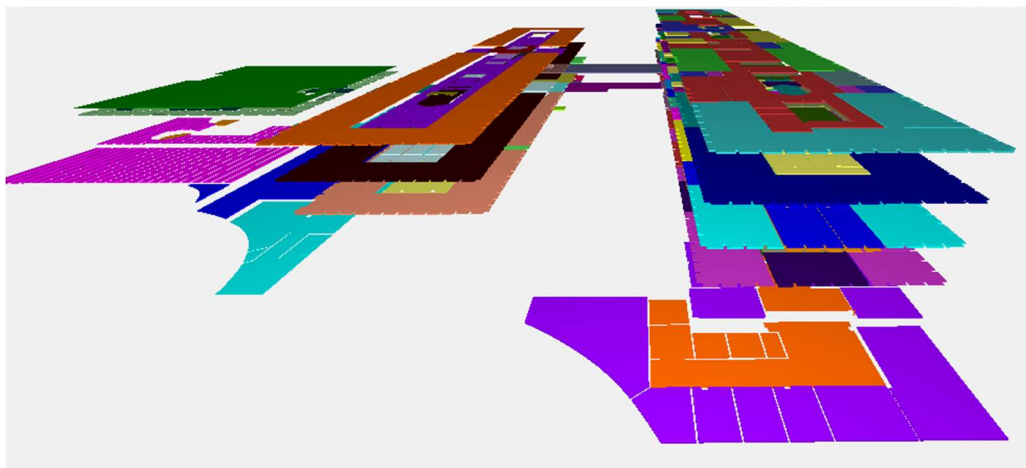
Enligt arkitekt 1 är LOD idag väldigt olika beroende på vilka produkter som används. För vissa objekt går det att välja vilken nivå som ska användas men för andra finns det knappt någon information alls. Arkitekten berättar vidare att i de första mallarna som de jobbar med ligger nivån på LOD 100 där exempelvis väggar är littererade med rätt BIP-koder. De fyller sedan på med information efterhand som beslut fattas, information som kan vara användbar för produktion och förvaltning men som enligt arkitekten inte har använts i de projekt som denne har deltagit i. Exempel på information som arkitekten får ut med att använda leverantörsspecifika objekt är brand- och ljudkrav för väggar och undertakplattor. Projektledaren för VVS som också använder sig av leverantörsspecifika objekt nämner att mestadels av informationen redan finns när objekten matas in i modellen. Det som läggs till senare är sådant som beräknas fram under dimensioneringen och injusteringen, exempelvis flöden, ljud och transmissionsförluster. LOD-nivån i de tre projekt som har studerats närmare i den här studien är på ungefär samma nivå. Figurerna 8-10 ger en överblick av vilken information som finns om golvbeläggningarna i ett av projekten. Figur 8 visar benämningen på objektet, material och vem som har ritat in det. I Figurerna 9-10 går det att urskilja vilka olika typer av golvbeläggningar som finns, deras mängder och var de är placerade. Det ska nämnas att det går att lägga in materialparametrar i objekten men det måste genomföras manuellt och har inte gjorts i det aktuella projektet.

Hyperlinks	AC_Pset_RenovationAndPhasing	BIP	Pset_SlabCommon	Pset_Status	
Identification	Location	Quantities	Material	Relations	Classification
Property	Value				
Model	A-400-V-00 (2)				
Discipline	Architectural				
Name	-1				
Phase	ANVÄNDS E3				
Type	ytskikt golv - linoleum 5				
Description					
Material	ytskikt golv - linoleum				
Layer	A-44B----- Ytskikt på golv				
System					
Geometry	Boundary Representation				
Application	ArchiCAD-64				
GUID	1V9Wlqx7suIhjkBLZ2ulsI				
BATID					

Figur 8. Generell Information i 3D-modellen (Solibri) för golvbeläggningar.

BIP.StoreyName	BIP.TypeID	Type	BIP.Husdel	Component	Area	Color
pl1	UT07	generell byggdel int. hor.	A	Suspended Ceiling	29.06 m2	Yellow
pl1	UT07	generell byggdel int. ho...	A	Suspended Ceiling	445.55 m2	Cyan
pl1	UT09	generell byggdel int. ho...	A	Suspended Ceiling	345.75 m2	Magenta
pl1	UT14	generell byggdel int. ho...	A	Suspended Ceiling	278.34 m2	Blue
pl1	UT18	generell byggdel int. ho...	A	Suspended Ceiling	15.11 m2	Orange
pl1	UT07	generell byggdel int. ho...	C	Suspended Ceiling	32.21 m2	Red
pl1	UT13	generell byggdel int. ho...	C	Suspended Ceiling	28.04 m2	Light Blue
pl1	UT18	generell byggdel int. ho...	C	Suspended Ceiling	108.18 m2	Light Green
pl1	UT07	generell byggdel int. ho...	D	Suspended Ceiling	150.46 m2	Orange
pl1	UT09	generell byggdel int. ho...	D	Suspended Ceiling	279.50 m2	Purple
pl1	UT18	generell byggdel int. ho...	D	Suspended Ceiling	90.20 m2	Dark Red
pl2	UT11	generell byggdel int. ho...	A	Suspended Ceiling	12.79 m2	Olive Green

Figur 9. Information om var golvbeläggningarna är placerade i 3D-modellen (Solibri).



Figur 10. Visar var golvbeläggningarna finns i 3D-modellen (Solibri).

Används leverantörsspecifika objekt istället för generiska objekt i ett tidigare skede kommer denna nivå att öka enligt leverantören. De har idag en grundnivå för informationen på deras objekt som har tagits fram via intervjuer och tidigare erfarenheter av vad marknaden efterfrågar. Samtidigt menar leverantören att det är svårt att veta vilken nivå som informationen ska vara på, då det ofta är personberoende. Som exempel tas ett fall upp när de frågade två arkitekter på samma företag om vad det de ansåg om en viss detaljnivå. Åsikterna om detta gick isär och den ena arkitekten ansåg att det var för lite information och den andra att det var för mycket information i objektet. Informationsnivån skiljer sig även beroende på vilken programvara som används, för i Archicad går det att komprimera informationen smidigare än i Revit enligt leverantören. VDC-ingenjören för P2 är inne på samma spår som leverantören angående LOD-nivån. Enligt VDC-ingenjören är det svårt att sätta några tydliga riktlinjer från deras sida om vad de efterfrågar då entreprenören inte har kopplat tid- och kostnad till 3D-modellen. Samtidigt är båda VDC-ingenjörerna överens att de vill ha in mer information i modellerna och gärna i ett tidigare stadium. För enligt VDC-ingenjören för P1 kan de göra bättre estimeringar om de får denna information tidigt. Det måste även enligt dem finnas ett bra filtreringsverktyg som möjliggör att bara visa den information som de är intresserad av. För som det är nu kan de få för mycket information som inte är nödvändig under projekteringen. Detta innebär att entreprenören måste se över vilka parametrar de eventuellt kommer att använda beroende på vilken programvara som används, vilket tar tid.

Exakt vilken information som önskas i de olika stadierna skiljer sig åt hos intervjupersonerna. I projekteringsfasen ser VDC-ingenjören för P1 att det främst behövs information om brand, ljud och mått. VDC-ingenjören för P2 tycker istället att det ska finnas så mycket information som möjligt, sedan får respektive disciplin filtrera det är intressant för dem. Arkitekt 1 är även inne på samma linje och vill gärna lägga in så mycket information som det går tidigt i projektet. I produktionen ser projektchefen för P3 gärna att det finns produktbeskrivningar, detaljritningar, toleranser, även ingående material och att det går att koppla till material databaser. Finns det även information om andra discipliners ansvarsområden kan entreprenören enkelt gå in i modellen och svara på frågor från hyresgäster, vilket sparar tid. Projektchefen och platschefen för P3 poängterar att det är viktigt att en ökning av informationsmängden inte gör modellen svårhanterlig för då uteblir användandet. VDC-ingenjören för P2 och projektledaren för P1 tror att produktbeskrivningar och detaljritningar är något som hade underlättat produktionen. VDC-ingenjören för P2 ser även gärna en koppling mellan modellen och projektportalen så att det går att se projekteringsfrågor direkt i modellen. Kostnad och vem som har levererat produkten är också önskvärd information enligt VDC-ingenjören. Platschefen för P2 är bara intresserad av att få in toleranser i objektet samt att på ett smidigt sätt kunna få fram detaljritningar genom att markera ett objekt. Information som inte har med logistik eller hur produkterna ska monteras samman är enligt platschefen inte relevant för produktionen. I det sista skedet förvaltningen är både VDC-ingenjörerna, projektchefen för P1 och de inblandade i förvaltningsgruppen överens om att all tillgänglig information

d.v.s. den information som idag finns i pärmar eller på projektportalen ska finnas med i 3D-modellen.

5. Analys

I detta kapitel analyseras och diskuteras svaren från intervjuerna med hänsyn till den teori som presenterades i kapitel 3.

5.1 Obrutet informationsflöde

”Fördelen med att arbeta i ICE är att man kan förklara tydligt vad jag menar och få honom att förstå vad jag menar. Denna information hade kunnat ta en vecka att förklara via mail.”
– VDC-ingenjör för P1

Det är många av de intervjuade som är överens om att ICE-projektering är ett effektivare och mer kvalitetssäkrat sätt att arbeta på, vilket bekräftar teorierna från Wikforss (2006) om att det skulle vara bättre för informationsflödet med kortare svarstider. De nya utmaningarna som uppkommit är istället att hålla projektörerna sysselsatta under hela projekteringsmötena. En annan utmaning, som fastslogs i studien, är att se till att kompetens inte försvinner från projektet när inte projektörerna inte har tillgång till sina medarbetare. Den kompetensen är projektörerna vana vid att ha tillgängligt i traditionell projektering. I studien visade arkitekten att detta arbetssätt sparade 10% av projekteringskostnaderna i ett projekt. Detta resultat är positivt för användningen av ICE-projektering, eftersom det tidigare saknats ekonomiska incitament för att få fler att arbeta enligt denna modell. Alla intervjuade var överens om att det är ICE-projektering alla projekt ska arbeta med eftersom de ser tydliga kvalitetsmässiga fördelar, sedan är det en utmaning att välja i vilken utsträckning det ska användas. Projektledaren för VVS ansåg exempelvis att det endast skulle arbetas med ICE i ett inledande skede då ramar sätts för byggprojektet, eftersom de gärna arbetar självständigt med projekteringen. Projektchefen och VDC-ingenjören tycker däremot det är bra att arbeta med ICE-projektering genom hela projekteringen. En trolig förklaring till att de vill arbeta med det i olika utsträckning är deras olika roller vid projekteringen. Från entreprenörens perspektiv kontrollerar de informationsflödet i en större utsträckning under ICE-projekteringen än vid traditionell projektering, eftersom projekteringen sker på projektörernas separata kontor. Från projektörernas perspektiv vill de arbeta effektivt för att kunna ha fler projekt som fortlöper samtidigt, men även ha bekvämligheten att kunna rådgöra med sina kollegor vid problem. Detta är svåruppnåeligt vid fullskalig ICE-projektering. Denna problematik får anses som generell i byggbranschen, eftersom alla har olika förhållningssätt till projekten och beroende på dess roll i projekten har de olika önskemål om hur de ska arbeta.

”Man ska arbeta enligt VDC-principen. Det sparar tid och pengar men framför allt ett mer effektivt sätt att projektera på.” – Platschef för P2

För att ICE-projektering ska kunna ske i samråd med entreprenören behöver upphandlingsformen ses över. Entreprenörens representanter i studien var övertygade om

att de behöver komma in tidigt i projekten för att styra projekteringen för att anpassas till deras produktion. Inte minst för att utveckla BIM-projektering, där ICE-möten ingår, så att den ska passa in i senare skeden som produktions- och förvaltningsfasen. Det leder till att det endast är totalentreprenad eller samverkansentreprenad som är ett alternativ utifrån dagens upphandlingsformer. Detta eftersom entreprenören upprättar och ansvarar för alla handlingar. Azhar et al. (2015) menar att det behövs ett helt nytt tänk för att kunna implementera BIM-projektering där upphandlingen inte ryms i dagens traditionella byggprocesser. Denna förändringsprocess blir en stor utmaning anser författarna eftersom entreprenörerna och beställarna ofta ligger på olika kunskapsnivåer om BIM. Beställarna kommer inte begripa varför de ska ändra upphandlingsprocessen. Det beror på att det är resurskrävande att ändra en rutin i en bred organisation, vilket det konstaterades under intervjuerna. Detta gäller generellt i alla organisationer, oavsett beställare eller entreprenör, och inte bara den entreprenör som deltog i studien. Författarna anser att beställarnas BIM-kunskaper är en av anledningarna till att entreprenören idag vill anpassa projekteringen efter entreprenörens behov, eftersom beställarna idag inte utnyttjar möjligheterna med 3D-modellen. Genom att förbättra beställarnas kunskaper om BIM kan det i ett första steg skapa möjligheter för att börja implementera BIM med t.ex. BIM-manualer. Svårigheterna i projekteringen idag beror på att beställarna inte är informerade om BIM-projektering och hur modellen kan användas för senare skeden. En ökning av beställarnas kunskaper om BIM-projektering är ett första steg som möjliggör utveckling av den traditionella upphandlingsprocessen till en process som är anpassad för BIM enligt Azhars et al. modell (2015).

I P1 hade det använt sig av en projektportal med ett interagerat forum där kommunikationen mellan projektörerna ska ske. I P2 och P3 hade endast projektportalen använts för uppladdning av dokumentation. En tolkning av detta är att med ett forum för beslutsfattande och informationsdelande kan entreprenören vara underrättad med allt som sker utanför ICE-projekteringen. Således kan en balans mellan ICE-möten och traditionell projektering skapas som passar alla inblandade. Utmaningen som det kom fram till i studien är att få projektörerna att använda projektportal för detta ändamål. I P1 konstaterades det att de ständigt fick påminna projektörerna om vikten av att använda forumet. Det hade i slutändan blivit ett bra resultat där de inblandade uppskattade konceptet. Det är viktigt att öka förståelsen hos projektörerna om varför det är viktigt med obrutet informationsflöde, det anser författarna görs lättast med jämförelser i verkliga projekt där entreprenören kan visa fördelarna. En av framgångsfaktorerna i P2 var att protokollföring skedde direkt i projektportalen. Det sparade mycket tid för projekteringsledaren som i Wikforss & Löfgrens (2007) rapport ansåg detta vara en arbetskrävande process. Således skapas incitament för projekteringsledaren att lära sig programmen och sedan utnyttja det i fortsatta projekt eftersom det spar tid och kostnader.

Anledningen till varför forumet i projektportalen inte varit lika utvecklad i de andra två projekten var till stor del på grund av organisatoriska hinder. I P3 var det ingen som hade engagemanget eller kunskaperna om hur det ska genomföras och vad som krävs. I P2 var det av samma anledningar som i P3 men även att det saknas resurser för att upprätthålla en organiserad och välstrukturerad projektportal. Vidare är även kunskapsåterföringen i organisationen viktig för framtida utveckling av det obrutna informationsflödet. Lyckade

projekt som P1 måste informera andra projekt hur de ska arbeta, exempelvis med projektportalen. Platschefen i P2 är inne på att kunskapsåterföring är bland det svåraste att organisera i byggbranschen idag. Detta p.g.a. den högkonjunktur som råder idag där de direkt efter avslutat projekt påbörjar nästa. Då börjar projektorganisationen om från noll igen med nya aktörer och samma process repeteras igen. Detta bekräftade Linderoths (2016) teorier om varför utvecklingen inte går framåt p.g.a. dålig kunskapsåterföring. Det krävs att entreprenören måste arbeta med att standardisera kunskapsåterföring i organisationen, som leder till att de inte förlorar värdefull information från andra projekt. Detta är även en del av det obrutna informationsflödet som löper parallellt med byggprojektets informationsflöde. Kunskapsåterföringen kan göras genom projektkonferenser, workshops eller kortare informationsmöten inför nystartade projekt.

”Det hade varit en fördel om informationen både finns i modellen och databasen så att man t.ex. kan hitta en produktbeskrivning och även kunna plocka fram projekteringsfrågor direkt ur modellen.”- VDC-ingenjör för P2

För att kunna överföra information från projektportalen till BIM-modellen är tillförlitligheten och standardisering de två centrala begreppen som togs upp i intervjuerna. Genom att kunna hämta den information som eftersöks direkt ur BIM-modellen kommer det skapas ett obrutet informationsflöde, eftersom informationen finns tillgänglig alltid och för alla. BSAB 2.0 som är en uppdatering av BSAB-kodsystemet med anpassning mot BIM-modellering. Detta är en viktig standardisering för att uppnå en högre tillförlitlighet i modellerna sammanfattades det under intervjuerna. En tolkning av detta är att bl.a. mängdavgtagning och kostnadsanalyser kommer bli mer korrekta då allt benämns enhetligt. Ett problem med att skapa en lokal standardisering, som BSAB, är att det kan bli problem att applicera vid internationella projekt. I större projekt med utländska aktörer kan de vara svårt att få dem att benämna ritningar, objekt etc. i enlighet med BSAB.

I projektportalen finns även information om APD-planer. Idag skapas de alltid i 2D och vid revidering skickas underlaget ut till de berörda aktörerna samt placeras i projektportalen. I en 3D-anpassad APD-plan skapas möjligheter att göra den dynamisk, vilket innebär att den justeras i realtid, menade VDC-ingenjören i P2. Detta tror författarna kommer skapa nya möjligheter att minska informationshanteringen då aktörerna själva kan gå in och modifiera samt informera i produktionen när förändringar sker av exempelvis lastzoner, avstängda våningsplan, första hjälpen etc. Det ställer däremot höga krav på att både entreprenörer och underentreprenörer själva ska ta ansvar för sin information i APD-planen vilket ställer juridiska krav.

För att kunna använda kunskapsåterföringens potential bör entreprenören se över det organisatoriska schemat vid byggprocessen. Om inte tjänstemän från produktion och förvaltning bjuds in i projekteringen kan de aldrig återföra den kunskapen från gamla projekt in i nya projekt. De intervjuade var inne på det stora hindret för informationsflödet är att de strikta övergångarna i byggprocessen finns kvar, från projektering till produktion samt produktion till förvaltning. Anledningen är att byggprocessen är fasuppdelad och att varje fas har en separat budget. Det försvårar implementeringen av nya moment där kostnaden tillkommer från andra poster som inte funnits i denna fas tidigare. Det kan vara

t.ex. att ha med tjänstemän från olika faser med i projekteringen vilket då skulle kostnadslägga projekteringsfasen. Anledningen varför det lever kvar tror författarna är att beställarna har rutin på hur byggprocessen ser ut idag och när de handlar upp ett byggprojekt vill de gärna ha så låga anbud som möjligt tidigt i processen. Det försvårar implementering eftersom det då inte ska läggas stora resurser på att ta fram anbuderna och därför inget ekonomiskt utrymme för att ta hjälp av tjänstemän från olika faser. Vid en ny cirkulär byggprocess tar priset även hänsyn till faktorer som påverkas i produktion och förvaltning, vilket således skulle öka riktpriiset, d.v.s. anbudet, initialt men minska över byggnadens livslängd resonerar författarna. Ett hinder för denna process är att beställaren inte alltid är intresserad av att förvalta byggnaden över tid menade gruppchefen i F. Här blir det således ett problem eftersom branschen vill bygga hållbart och fastigheter med hög kvalitet men beställaren är inte beredd att betala för det. Idag finns det beställare som driver byggprojekt med avsikt att sälja dyrt senare, vilket motverkar implementeringen av denna process. Om en ny modern cirkulär byggprocess skulle implementeras skulle det leda till dyrare byggprojekt initialt men som håller över längre tid. Det skulle däremot bli svårt för byggbolagen att vinna anbud om inte alla entreprenörerna är fast beslutna av att presentera anbud enligt denna modell. Det är där problemet ligger menade gruppchefen. Detta eftersom lägsta pris alltid är styrande istället för kvalitet eller hållbarhet, vilket kräver att hela branschen skulle behöva ändra sig för att kunna bidra till en mer cirkulär byggprocess. En cirkulär byggprocess skapar möjligheter för ett obrutet informationsflöde vilket skapar möjligheter för bättre kvalitet och i ett långsiktigt perspektiv även billigare kostnader för byggprojekten.

I dagens traditionella byggprojekt där de arbetar olika aktörer i samma projektportal är det viktigt att det finns tydliga bestämmelser för hur mappstrukturen ska se ut konstaterades det under studien. Entreprenören önskar gärna att beställaren är den som tillhandahåller en manual för hur de vill att det ska se ut. Som studien fastslog vill alla aktörer arbeta på sitt sätt och att taggning av dokument är nästa steg för att utveckla denna del av projektportalen. I studien framgår det att det är beställarens ansvar att tillhandahålla en manual som innehåller b.l.a. sökord som kan vara deras intresse vid framtida förvaltning. Något som ofta framgick i studien är att bristen på datorkunskaper kan vara lidande för utvecklingen framåt. Därför är det även svårt att lägga ansvaret på beställaren att tillhandahålla en mappstruktur som sedan fungerar för projektörerna p.g.a. deras okunskaper om ämnet idag.

I projektportalen finns all information som projektet behöver fördelad i de olika mappsystemen. Det kan vara ritningar, APD-planer, utredningar, kravställningar m.m. Därav kan taggning av dokument vara viktigt för utnyttjandet av den, annars är det stor risk att projektörerna vänder sig direkt till varandra för att få ut informationen. I framtiden tror författarna att BIM-modellen kommer att användas för att lagra information från projektportalen direkt i 3D-modellen. Specifika dokument kan kopplas mot olika objekt i modellen. Dessutom kan ritningar, som är en viktig informationskälla i projektportalen, hämtas direkt ur modellen. Det är viktigt eftersom de alltid hämtas de senaste ritningarna eftersom reviderade filer och dokument annars är ett problem i en projektportal. En annan tolkning är att det kommer fortsätta ske stora förändringar i takt med att datorvanan ökar hos tjänstemännen. Det kommer ske naturligt när en ny generation är på väg in i

byggbranschen. Då är det viktigt för organisationerna, både beställarna och entreprenörerna, att skapa förutsättningar för att utvecklingen ska kunna ske med exempelvis pilotprojekt, utbildningar etc.

Det författarna tycker är intressant med studien är att dessa projekt ska ligga i framkant i Sverige med VDC-användning. Det diskuterades, i varje projekt som studerats, visionerna för de projekten exempelvis hur tidsplanering eller kostnadskalkylering kan hämtas direkt ur BIM-modellen etc. För både P1 och P2 användningen av dessa verktyg uteblivit av olika anledningar. På grund av att verktygen inte kunde implementeras har projekten legat i samma nivå, som b.l.a. arkitekten sa att den arbetat med tidigare, och således går utvecklingen inte framåt. Fortfarande är Veidekke långt komna med VDC-användandet jämfört med många andra byggbolag men arkitekten var inne på att allt idag projekteras i 3D. Om arkitektens bild överensstämmer med verkligheten är fler byggbolag på väg att utveckla deras BIM-nivåer till samma som Veidekke varit på länge, där de utnyttjar modellen för visualisering, samgranskning och kollisionskontroll. Det innebär att Veidekke måste identifiera hinder som stör den fortsatta utvecklingen av BIM, annars löper de stor risk att få ökad konkurrens.

Ett problem som inte kommer att lösas med ett obrutet informationsflöde är att all information inte kan dokumenteras menade projektledaren för VVS och platschefen i P2. Detta eftersom de ansåg att det garanterade att informationen inte nådde fram till någon. Således måste projektören göra ett aktivt val vilken information som ska redovisas för de andra aktörerna. Från exempelvis telefonsamtal eller mindre möten. Det uppdragsledaren är inne på är att varje projektör sitter inne på information och kunskap om projektet som aldrig kommer att överföras till övriga aktörer. Detta kan bli ett problem om projekten förlorar en aktör vid byten av tjänst eller dylikt, då förlorar de värdefull information som inte dokumenteras under projektet. En lösning kan vara att de binder sig juridiskt under denna tid och inte får avsluta sin tjänst förrän byggnaden är färdigprojekterad. Detta är en svår process att driva igenom och en mindre komplex process är istället att fastslå vilken typ av information som ska dokumenteras. Om även projektörerna själva dokumenterar vad som bedrivs utanför ordinarie möten styrker det även fakturering anser författarna.

5.2 IKT-verktyg

De digitala modellerna i de tre projekten används främst för visualisering, kollisionskontroller och till viss del mängdavgivning. I ett av projekten användes även 4D d.v.s. tidplan för stommen. Detta stämmer väl överens med teorin, att det är främst visualisering och kollisionskontroller som används ute i projekten idag. Detta visar att byggbranschen fortfarande har en lång väg att gå innan BIM kommer att användas fullt ut i projekten. Åsikterna om varför byggbranschen inte har kommit längre går isär enligt respondenterna. Det finns viss skillnad mellan de som främst arbetar i projekteringen och de som jobbar i produktionen. De i produktionen ser främst de tekniska utmaningarna som den stora utmaningen. De respondenter som arbetar mer mot projekteringen ser istället utmaningar på flera olika områden. Anledningen till detta kan bero på de projekteringen

arbetar mer med modellen. Därmed är även kunskapen om modellen och vad som kan genomföras med den högre än hos de som arbetar i produktionen. Det konstaterades att kunskapen hos personerna i produktionen är bristfällig vilket även bekräftades av de inblandade i projekt 3. En annan viktig anledning till att byggbranschen inte har kommit längre är att det fortfarande inte finns tillräckligt mycket tillgänglig kvantitativ forskning om IKT-verktyg (Becerik-Gerber & Rice, 2010). De flesta är överens om att IKT-verktyg kommer att spara både tid och pengar, men exakt vilka tids- och kostnadsbesparingar som kan genomföras är inte klargjort idag. För de verktyg, exempelvis kollisionskontroller, där det tydligt har visats att projekten sparar tid och kostnad har verktygen fått stort genomslag (Isaksson, et al., 2016).

”Vi kan inte bara säga att vi kortade ner projekteringstiden, vi måste kunna mäta på något sätt framgången i det för att visa det i kommande projekt.” – VDC-ingenjör för P1

Angående vilken information som finns i de tre projektens modeller redovisas det för golvbeläggningar i Figur 8-10. Det finns information om material, mått och var objekten finns i modellen. För att koppla samman till AIA:s definition med LOD-nivåer som redovisas i Tabell 1 går det att dra slutsatsen att nivån i de studerade projekten ligger på nivån LOD 200 eller 300 beroende på vilka objekt som studeras. Detta stämmer väl överens med Weygant (2011) som menar att LOD-nivån normalt ligger på den här nivån. LOD 100 är något som finns i tidigare stadier, d.v.s. när systemhandlingar tas fram, vilket bekräftas av arkitekt 1. Med informationen som finns i modellerna ska det gå att genomföra fler analyser än vad som genomförs i de tre projekten, enligt teorin som redovisas i Tabell 1. Samtidigt menar flera av respondenterna att de behöver ha mer information samt att kopplingen mellan objekten och verktygen måste bli bättre för att kunna genomföra fler analyser. Detta är ett av problemen i P1 och anledningen till varför inte 4D och 5D användes i projektet. En tolkning av varför teorin skiljer sig från respondenternas svar beror på nivån i analyserna. För med dagens LOD-nivåer går det att genomföra analyser i ett tidigt stadium. För att hålla analyserna uppdaterade under projektets gång behövs det en LOD 400 eftersom annars kommer inte detaljinformationen med i 3D-modellen. Klarar inte modellen av detta är risken att traditionella tids- och kostnadsplaner används senare i projektet, vilket kan medföra projektkostnaden stiger (Granroth, 2011).

Önskemålen om vilken information som ska finnas i de digitala modellerna skiljer sig åt mellan respondenterna. Anledningen till detta är att flera av respondenterna inte har jobbat speciellt mycket med modellerna och det kan finnas bristande kunskap vad de kan användas till. En annan anledning kan vara att det som tidigare nämnts inte finns några tydliga riktlinjer i Sverige om vad LOD är. När denna rapport är klar (BIM Alliance, 2017) är det möjligt att även förståelsen inom branschen ökar. Då svaren mellan respondenterna skiljde sig åt är svårt att dra några exakta slutsatser om vilken information som kan vara användbar. För att försöka jämföra svaren någorlunda går det att dra slutsatsen att information om krav på brand och ljud nämns av flera respondenter. Det vill säga att få in lagkrav från BBR eller föreskrifter i de digitala modellerna är önskvärt. Mått, ritningar och toleranser är tre andra parametrar som tas upp av de flesta respondenterna. Enligt VDC-ingenjören för P1 är det främst denna information som behövs i dagens digitala

modeller. Denna information kan ses som grundläggande i dagens processer med digitala modeller. Det finns även annan användbar information som går att lägga in i modellen exempelvis information om inköp och logistik vilket VDC-ingenjören för P2 nämner. Utmaningen med detta är att det krävs förändringar inom koncernen där både inköp och logistik måste planeras i ett tidigare stadium för att kunna få ut informationen. Precis som det tidigare nämnts krävs det studier som tydligt visar på de tids- och kostnadsbesparingar som kan genomföras. Informationen som önskas till produktionen är främst produktbeskrivningar, toleranser och detaljritningar, alltså en LOD-nivå på 400. En av respondenterna var tydlig med att det bara är toleranser och detaljritningar som är av intresse i produktionen. Anledningen till detta kan bero på att det finns bristande kunskaper i vad informationen kan användas till i produktionen. Det enda delprocess som intervjupersonerna var helt överens om var förvaltningen. Här tyckte de att all information som finns tillgänglig ska kunna tas fram under förvaltningen.

En annan intressant utmaning som respondenten tog upp var att modellerna idag inte är juridiskt bindande. Studien visar att det är ett stort problem med dagens modeller, eftersom det gör att tillförlitligheten är låg. För så länge det inte går att ta en ritning direkt från modellen kommer personerna i produktionen fortsätta använda de bygghandlingar som finns och 3D-modellen blir då bara ett verktyg för visualisering och samgranskning. Därför behövs det precis som nämns i rapporten om avtalsfrågor om BIM (BIM Alliance, 2016) nya regelverk för hur 3D-modeller ska regleras inom avtalen. Om detta inte sker, löper branschen en stor risk att utvecklingen av BIM-projektering stannar av.

Detta beror till viss del på vad VDC-ingenjören för P2 är inne på, att entreprenören inte har ställt några tydliga riktlinjer inom koncernen om hur modellerna ska användas och vilken information som då krävs. Samtidigt krävs det även tydligare riktlinjer från beställaren vilket projektchefen för P1 tar upp under sin intervju. För om inte beställaren ställer tydliga krav på vad som ska ingå i modellen blir det svårt för inblandade att veta vilken nivå modellen ska som senare ska lämnas över till förvaltningen. För att lägga in för mycket information som sedan inte kommer att användas är ingen part intresserad av såvida de själva inte att de kan ha användning av informationen. Författarna anser att det krävs tydligare riktlinjer om vilken information som efterfrågas så att exempelvis arkitekten vet vilken information som entreprenörerna vill ha. Fasuppdelningen, som tidigare nämnts, kan vara en orsak till att informationsnivån inte är tillräckligt klargjord. För som det är i dagsläget lämnas projektet vidare till produktionen och slutligen förvaltningen utan att det finns några tydliga riktlinjer om vilken information de olika disciplinerna är intresserad av.

5.3 Leverantörsspecifika objekt

”Om man hade kunnat arbeta med leverantörsspecifika objekt så vore det fantastiskt om det kom igång.” – Projektchef för P1

Överlag var respondenterna mycket positiva till leverantörsspecifika objekt och de flesta tror att objekten kan effektivisera byggbranschen. En av fördelarna som lyftes upp från flera av intervjupersonerna var säkerheten att produkterna som är inritade finns i verkligheten. Det skapar ett effektivare informationsflöde enligt respondenterna. Detta eftersom både arkitekten och entreprenörerna inte behöver kontakta leverantörer lika ofta för att få information om produkterna. Just tidsvinsten och kvalitetssäkring av informationen är något som studien klargjorde som den stora vinsten med att använda leverantörsspecifika objekt.

”Det sparar mig tiotal timmar att göra en dörruppställning. Många här har förstått att det blir stora tidsbesparingar om man arbetar med detta på rätt sätt.” – Arkitekt 1

För om informationen bara behöver läggas in en gång i modellen minskar risken för att det blir fel. Detta är något som Jongeling (2008) nämner i sin rapport när det kommer till att skapa materiallistor och beskrivningar utifrån 3D-modellen. Med leverantörsspecifika objekt kommer kvalitetssäkring av information blir ännu högre än tidigare. Det är inte bara att information i modellerna blir bättre utan de blir även mer informationsrika, vilket bekräftas av intervjupersonerna som jobbar med leverantörsspecifika objekt.

I Figur 11 redovisas en jämförelse av informationen i ett generiskt respektive ett leverantörsspecifikt objekt. Som figuren visar är informationen i det leverantörsspecifika objektet mer informationsrikt än det generiska objektet. Med leverantörsspecifika objekt behöver inte någon under projektets gång ta fram den här informationen utan den finns direkt i modellen. Eftersom de leverantörsspecifika objekten är kopplade till en molntjänst kommer även objekten att kunna uppdateras automatiskt om modellen är uppkopplade till nätet. Den största fördelen ur informationssynpunkt enligt författarna är att leverantörsspecifika objekt skapar ett obrutet informationsflöde genom hela byggprocessen. Då objekten innehåller all information om produkterna går det att ha denna informationen samlade på ett och samma ställe, i en 3D-modell. Objektet behövs som tidigare nämnts bara appliceras i modellen en gång och sedan finns de där. Enkelheten att kunna markera ett objekt och direkt få ut den sökta informationen kan spara flertal timmar i de olika byggprocesskedena. Det är även viktigt att informationen i de leverantörsspecifika objekten kan filtrerats så att respektive individ bara kan se den information som är intressant för dem. Eftersom det skiljer sig, som tidigare nämnts, vilken information de är intresserad av. Alternativet att ha för mycket information i modellen är precis som togs upp i teorin inte alltid bra (Gustavsson, et al., 2012) därför behövs ett bra filtreringsverktyg för informationen i modellen.

Property	Value	Analytical Properties	
Model	A-400-V-00 (2)	Heat Transfer Coefficient (U)	
Discipline	Architectural	Thermal Resistance (R)	
Name	-1	Thermal mass	
Phase	ANVÄNDS EJ	Absorptance	0.100000
Type	ytskikt golv - linoleum 5	Roughness	1
Description		Identity Data	
Material	ytskikt golv - linoleum	Type Image	
Layer	A-44B----- Ytskikt på golv	Keynote	M50
System		Model	VENETO xf ² 2.5mm
Geometry	Boundary Representation	Manufacturer	Tarkett
Application	ArchiCAD-64	Type Comments	Homogeneous compact linoleu
GUID	1V9Wlgx7suIhjkBLZ2ulsI	URL	http://professionals.tarkett.co
BATID		Description	With its marbled design, divided
		Assembly Description	Flooring - Other
		Assembly Code	C3020490

Parameter	Value	Parameter	Value
Classification - commercial (EN ISO 34)	34	Green Building Properties	
Classification - Domestic (EN ISO 10 23)	23	BREEAM Ratings	
Classification - industrial (EN ISO 10 43)	43	Environmental Fact Sheet	
Drum sound (NF s 31-074 / NF EN 1	≤ 85 - Class C	Environmental Management Syste	
Electrical resistance (EN 1081) - Ω	> 10 ⁹	Recycled Content	
Light fastness (EN ISO 105-B02) - Le	≥ 6	AgBB/DIBt certification	Certified
NF UPEC certificate (NF 189)	n°12/12-1614	BREEAM rating	A+
Reaction to fire on fibrecement sub	Cfl s1	Formaldehyde (after 28 days)	not detectable
Residual indentation (EN ISO 24343-	0.08	Phthalate	Phthalate free
Residual indentation (EN ISO 24343-	≤ 0.15	REACH	Compliant
Slip resistance (DIN 51130)	R9	Recyclability - %	100
Slip resistance (EN 13893) - coef. - μ	≥ 0.30	Recycled content - %	36
Static electrical charge (EN 1815) - k	< 2	Sanitary labelling - Indoor air emissi	A+
Surface	xf ² (PU) no wax no polish	TVOC emissions - (ISO 16000-9 afte	≤ 100
Thermal resistance (EN 10456) - m ²	0.015	TVOC emissions Indoor Air Quality	Gold
Total thickness (EN ISO 24346) - m	2.5	Cradle to cradle	Silver certified
Underfloor heating	Suitable	FDES (NFP 14041)	http://www.base-inies.fr/Inies
Wear layer thickness (EN ISO 24340)	2.5	Der Blaue Engel	<input checked="" type="checkbox"/>
Total weight (EN ISO 23997) - g/m ²	3000	Nordic environmental label (Swan)	<input checked="" type="checkbox"/>
NF UPEC-C - Upec classification	C2	TVOC emissions Floorscore (LEED)	SCS certified
NF UPEC-E - Upec classification	E1/2	Commercial warranties	10 years
NF UPEC-P - Upec classification	P3	Product documentation link	http://professionals.tarkett.co
NF UPEC-U - Upec classification	U4	Type of floor covering (EN ISO 2401	Homogeneous compact linoleu

Figur 11. En jämförelse av informationen i ett generiska objekt (rutan i vänstra hörnet) och ett leverantörsspecifikt objekt. Informationen redovisas även i Figur 6 och Figur 8.

De stora vinnarna med leverantörsspecifika objekt är förvaltningen vilket flera av respondenterna är inne på. Det kan då tyckas märkvärdigt att flera av intervjupersonerna menar att förvaltning är de som kommit kortast i sin utveckling med användandet av BIM. Anledningen till detta kan bero på att informationen till förvaltning om vad de kan göra med modellen är bristfällig. En annan anledning är även att det finns flera beställare på marknaden som inte tänker behålla sina byggnader utan sälja vidare dessa inom några år. Dessa beställare kan ha svårt att se fördelarna med att investera i ett nytt arbetssätt om de ändå inte kommer att använda det. Eftersom det är beställaren som ställer kraven på hur modellen ska se ut och användas i slutändan gäller det att få dem att ställa krav att leverantörsspecifika objekt används. Studien visar annars att det är stor risk att det dröjer innan fler börja använda leverantörsspecifika objekt i deras projekt. För efterfrågan på leverantörsspecifika objekt idag är enligt leverantören inte tillräckligt hög från de andra

aktörerna. Detta är antagligen en av anledningarna till att flera leverantörer inte har sina produkter som digitala objekt. Samtidigt kommer troligtvis efterfrågan på leverantörsspecifika objekt att öka om fler leverantörer börjar digitalisera deras produkter. För precis som arkitekt 2 nämner kan det vara svårt att se poängen med att använda leverantörsspecifika objekt om två av tio produkter i projekten finns som digitala objekt. Om det istället finns nio av tio produkter ger det ett större incitament för aktörerna att använda sig av leverantörsspecifika objekt eftersom det skapar tids- och kvalitetsvinster.

En utmaning som både tas upp i teorin (Weygant, 2011) och av respondenterna är att informationen i objekten är korrekt och att länkar till produkthemsidorna funkar. Brutna länkar är något som författarna har upptäckt för vissa av de digitala objekt som finns tillgängliga idag. Om inte informationen finns tillgänglig i modellerna försvinner en av de stora fördelarna med leverantörsspecifika objekt. Det kan upplevas som irriterande att behöva leta upp informationen själv när det förväntas att den ska finnas tillgänglig i modellen. Lösningen på problemet hänger delvis samman med efterfrågan. För enligt leverantören gör det inte mycket för dem om det finns brutna länkar bland deras digitala produkter, eftersom efterfrågan och därmed kostnaden för fel inte blir kännbar för dem. Börjar antalet användare av de leverantörsspecifika objekt öka kommer det ställas hårdare krav på leverantörerna att ha sin information uppdaterad. För annars kan det finnas en risk att aktörerna väljer andra produkter som har sina objekt uppdaterade.

En annan utmaning som nämns av vissa respondenter är att vid projekt där LOU gäller kan det bli problem att använda leverantörsspecifika objekt. Anledningen till detta är att LOU inte tillåter att beställaren att specificera specifika produkter i förfrågningsunderlaget, vilket sker om leverantörsspecifika objekt används i modellen. I projekt där det finns en offentlig beställare är det inte möjligt att använda leverantörsspecifika objekt vid upphandlingen. Utan för att använda dessa objekt måste det ske senare i processen när upphandlingen är klar alternativt att det går att ta bort en del av informationen. Som nämnts under empirin är det möjligt att ta bort information från objekten, men det krävs idag att projektörerna direkt kontaktar leverantörerna för att kunna få sådana objekt. Detta är något som måste gå att lösas på ett smidigt sätt om leverantörsspecifika objekt ska få genomslag i branschen. Samtidigt finns det flera projekt som inte berörs av LOU och där leverantörsspecifika objekt kan effektivisera byggprojekten. Huvudfokus bör vara att se till att leverantörsspecifika objekt används i dessa projekt och därefter hitta en lösning på hur objekten kan implementeras i projekt som berörs av LOU.

Angående Hercules modellen finns det precis som VDC-ingenjören är inne på stora möjligheter för entreprenören att styra sin process då de kan bestämma om vad som behövs. Arkitekt 1 är inne på att det kan påverka honom i vissa avseenden om alla produkter är förbestämd, t.ex. kan det vara svårt att ha tak redan förbestämda. Arkitekt 2 anser samtidigt att det finns flera produkter t.ex. dörrar och fönster som är av viss typ och det är bara till fördel om de kan användas som leverantörsspecifika objekt eftersom de redan är standardobjekt. En tolkning av detta är att så länge det finns valmöjligheter för arkitekterna att välja mellan ett visst antal produkter kommer inte det vara några problem att använda Hercules i projekten.

6. Slutsatser och framtida studier

Kapitlet innehåller slutsatser som kan dras ifrån studien och svarar på syftet och målsättning som redovisas i kapitel 1. Samt förslag på vad författarna anser att framtida forskning kan studera.

I denna studie konstateras att ICE-projektering är ett önskvärt sätt att arbeta på i projekteringsprocessen. Detta eftersom problemformuleringar kan besvaras direkt på plats på ett sätt som frågeställaren och respondenten förstår varandra korrekt. Det sparar mängder med information som annars förflyttas från dessa mötena till mail och telefonkontakt, vilket tar upp stor del av arbetstiden för projektörerna. Genom att spara frågor till denna typ av projekteringsmöte kan projekteringen fortlöpa effektivare och således spara både tid och kostnad. Dessutom är en annan viktig faktor, som påvisades i studien, kvaliteten en stor fördel i projektering enligt ICE-modellen. Vid projektering i samma tid och plats säkerhetsställer projektörerna att informationen når respondenten och att eventuella problem kan lösas direkt, vilket förkortar svarstiderna. Således förflyttas information som sker utanför ordinarie projekteringsmöten till mötet och besvaras där, vilket skapar ett obrutet informationsflöde eftersom informationen blir tillgänglig för alla.

I studien fastslogs det att projektörerna vill arbeta mer med en projektportal med ett aktivt diskussionsforum. Där kan de involverade aktörerna bli informerade om beslut som fattas utanför ordinarie projekteringsmöten på ett effektivt sätt. I projektportalen kan även mötesprotokollen lagras digitalt direkt och arbetas utefter dessa vilket förkortar avstämningsmötena. För att detta ska bli ett lyckat resultat krävs engagemang hos en aktör från entreprenören som upprätthåller detta forum på ett korrekt sätt. Det konstaterades i studien att det krävs nya roller, som exempelvis BIM-samordnare, för att få en fungerande projektportal med ett aktivt forum. Detta eftersom BIM-samordnarens roll även blir att coacha projektörerna i hur, varför och när de ska lägga in information i projektportalen eller forumet. I dagsläget behövs detta eftersom de projektörerna som inte har erfarenhet av detta ska enkelt kunna lära sig arbeta enligt dessa principer och tydligt se fördelarna, vilket saknas idag.

Problematiken med ICE-projektering, som konstaterades i studien, är att det idag inte finns ett gemensamt sätt att arbeta på. Projektörerna vill endast arbeta med ICE-projektering inledningsvis eftersom de anser att de mister kompetens och inte arbetar tillräckligt effektivt under mötena. Entreprenören däremot anser att de vill arbeta med fullskalig ICE-projektering genom hela projekteringsfasen, detta fastslog studien vara en säkerhet för entreprenören att hålla sig informerad om hur projektet fortlöper för att förhindra problem i produktionen. BIM-samordnare anser författarna har en nyckelroll att lösa denna problematik och skapa effektiva ICE-möten som gynnar alla aktörer i projekteringsfasen.

I projektportalen finns all information som rör byggprojektet i alla faser, från projektering till förvaltning. Det kan vara ritningar, brandskyddsdocument, mötesprotokoll,

utredningar etc. Detta upplevs som ostrukturerat i de flesta projekt. Däremot har denna studien visat att det finns projekt som lyckats skapa ett fungerande projektportaler för lagring av information. Lösningen har varit att beställaren har haft tydliga visioner tidigt av hur lagringen av informationen ska ske genom mappstrukturer som anpassas för deras framtida behov. En annan lösning är att tillsätta en BIM-samordnare som upprätthåller mappstrukturen och ser till att den följs. Deras roll blir att tillgodose beställarens önskemål om informationshantering, ser till att dokumenteten placeras i rätt mappar, dokumenten taggas med rätt sökbarhet m.m. Genom att entreprenören får tillgång till projektet i ett tidigt skede, exempelvis genom samverkansentreprenad, kan beställaren och BIM-samordnaren tidigt upprätta en BIM-manual. BIM-manualen blir ett viktigt verktyg för att upprätthålla informationen genom hela byggprojektet vilket är målet i att skapa ett obrutet informationsflöde.

I de digitala modellerna är mängden information jämfört med projektportalerna knapphändig. Informationen består nästan enbart av generiska objekt som används för visualisering och samgranskning av modeller. I ett av projekten användes även modellen för tidsplanering av stommen. Studien visar att det är önskvärt mer med information i modellerna än vad som finns idag. Exakt vilken information som ska finnas beror mycket på individen vilket medför att det bör finnas ett filtreringsverktyg som medför att filtrerar bort den information som inte är intressant. Det hade även varit bra om det hade kunnat finnas en direktlänk mellan projektportalen och de digitala modellerna så att informationen inte behöver läggas till flera gånger. I framtiden bör den primära informationskällan vara de digitala modellerna och inte som idag där projektportalerna är den primära informationskällan. Projektportalerna kan vara svåra att ta bort helt så länge som dagens digitala modeller inte utvecklas mer, därför bör de finnas kvar som ett komplement.

Leverantörsspecifika objekt har potentialen att avsevärt kunna minska informationshanteringen i hela byggprocessen. Dels för att informationen bara behöver läggas in i modellen en gång istället för att varje aktör måste dubbelkolla informationen om varje produkt. Sedan underlättar det även för aktörerna att hitta informationen enkelt då all tillgänglig information om produkterna kan finnas i objekten som finns på ett och samma ställe, 3D-modellen. Detta är speciellt något som förvaltningen kommer att ha stor nytta av. Kvalitetssäkring av informationen är en annan fördel som uppnås med leverantörsspecifika objekt. Eftersom informationen bara läggs in en gång i 3D-modellen minskar risken för mänskliga fel. Kvaliteten blir även högre p.g.a. det är leverantörerna själva som har ansvar för att information är korrekt. Då objekten är kopior av verkliga produkter blir även 3D-modellen mer detaljrik och ger en bättre bild av den framtida byggnaden.

Det finns vissa brister i de leverantörsspecifika objekten idag och nivån på de olika objekten skiljer sig. Antalet objekt som finns tillgängliga på marknaden är fortfarande relativt låg jämfört med antalet produkter som används i en byggnad. Detta tillsammans med att det krävs organisationsförändringar i entreprenadföretagen, men även i hur leverantörerna och konsulterna arbetar, medför att de leverantörsspecifika objekten ännu inte har fått genomslag i byggbranschen. Precis som alla förändringar kommer detta ta

tid. Ändra om arbetsprocessen i byggbranschen är en långprocess och det kommer dröja ytterligare några år innan leverantörsspecifika får fullskalig implementering i byggbranschen. Samtidigt finns det projekt idag som använder mer eller mindre leverantörsspecifika objekt fullt ut och dessa kommer att bli fler med tiden.

För vidare studier föreslår författarna att det ska studeras ett specifikt projekt som använder sig av leverantörsspecifika objekt direkt i projekteringen. En kvantitativ studie där tids- och kostnadsvinster kan studeras närmre. Det kan även studeras hur de leverantörsspecifika objektens LOD-nivån upplevs i de i olika skeden av projekteringen. Ett annat angreppssätt är att studera hur leverantörsspecifika objekt påverkar förvaltning och utveckla resonemangen som denna studie berört och hitta ett pilotprojekt där leverantörsspecifika produkter använts och se hur de påverkat förvaltningsskedet.

En annan studie som vore intressant är en jämförelsestudie mellan beställare som har tydlig BIM-inriktat byggande och förvaltande och de som inte har det. Syftet blir att det då ska klargöra beställarnas roll för att öka BIM-användandet, med exempelvis leverantörsspecifika objekt, i byggprocessen.

8. Referenser

- AIA (2008). *AIA Document E202-2008: Building Information Modeling Protocol Exhibit*, Kalifornien: AIA.
- Appelberg, E. & Bremberg, M. (2013). *Effektivisering av byggproduktion med VDC och förstärkt verklighet*, Stockholm: KTH.
- Arbetsmiljöverket (2016). *Arbetsmiljölagen*. <https://www.av.se/arbetsmiljoarbete-och-inspektioner/lagar-och-regler-om-arbetsmiljo/arbetsmiljolagen/> [2017-01-20].
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership & Management in Engineering*, 11(3), ss. 241-252.
- Azhar, S., Khalfan, M. & Maqsood, T. (2015). Building information modelling (BIM): now and beyond. *Construction Economics and Building*, 12(3), ss. 15-28.
- Becerik-Gerber, B. & Rice, S. (2010). The perceived value of building information modeling in the U.S building industry. *ITcon*, 15, ss. 185-201.
- Bergqvist, P.-O., Hane, J. & Johansson, S. (2012). *Offetlig upphandling av entreprenader - inom byggsektorn*. Stockholm: AB Svensk byggtjänst.
- BIM Alliance (2011). *Infoblad: Information om utrymmen förs vidare med hjälp av BIM*.
http://www.bimalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Information_om_utrymmen_fors_vidare_med_hjalp_av_BIM.ashx [2017-02-07].
- BIM Alliance (2013a). *Infoblad: Bättre information i BIM med BSAB*.
http://www.bimalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Battre_informationsflode_i_BIM_med_BSAB-systemet.ashx [2017-02-03].
- BIM Alliance (2013b). *Infoblad: Fastställda detaljeringsnivåer kan ge ökad nytta av BIM*.
http://www.bimalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Faststallda_detaljeringsnivauer_kan_ge_okad_nytta_av_BIM.ashx [2017-02-09].
- BIM Alliance (2016). *BIM – påverkan på affär och avtal*, Stockholm: SBUF.
- BIM Alliance (2017). *Förstudie kring LOD, Level of Development*.
http://www.bimalliance.se/aktuellt/nyheter/161121_forstudie_lod [2017-02-07].
- BIM Forum (2016). *Level of Development Specification, 2016*. <http://bimforum.org/lo/> [2017-02-07].

- BIM Alliance (2015). *IT Bygg och Fastighet*. http://www.bimalliance.se/natverk_och_utveckling/projekt/projektkatalog/it_bygg_och_fastighet [2017-01-20].
- Bimobject (2016). *BIMobject Hercules*. <http://info.bimobject.com/hercules-sv> [2017-02-10].
- BIP-koder (2017). *Om BIP*. <http://www.bipkoder.se/#/info> [2017-04-03].
- Bosch, P., Isaksson, A., Linderöth, H. & Lennartsson, M. (2010). *BIM För Byggherrarna/Entreprenörer*. Jönköping: SBUF.
- Boverket (2016). *Boverkets byggregler - BBR*. <http://www.boverket.se/sv/lag--ratt/forfattningssamling/gallande/bbr---bfs-20116/> [2017-01-20].
- Boverket (2016). *Om Boverkets konstruktionsregler, EKS*. <http://www.boverket.se/sv/byggande/regler-for-byggande/om-boverkets-konstruktionsregler-eks/> [2017-03-07].
- Bryde, D., Broquetas, M. & Marc Volm, J. (2013). The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31(7), ss. 971-980.
- Bryman, A. (2002). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Malmö: Liber.
- Byggherrarna (2017). *Samverkan & Partnering - vägledning och mallar*. <http://www.byggherre.se/avtal-och-juridik/samverkan-partnering-vaegledning-och-mallar/> [2017-05-03].
- Byggindustri, S. (2016). *Rakt flöde av information sparar miljarder*. <http://byggindustrin.se/artikel/fordjupning/rakt-flode-av-information-sparar-miljarder-23077#> [2017-02-03].
- Byggtjänst, S. (2016). *BSAB*. <https://byggtjanst.se/tjanster/bsab/> [2017-01-29].
- Davies, R. & Harty, C. (2013). Implementing 'Site BIM': A case study of ICT innovation on a large hospital project. *Automation in Construction*, 30(1), ss. 15-24.
- Depoy, E. & Gitlin, L. N. (1999). *Forskning - en introduktion*. Lund: Studentlitteratur.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. (2008). *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Ejvegård, R. (2009). *Vetenskaplig metod*. 4. uppl., Lund: Studentlitteratur.
- Ekholm, A., Blom, H., Eckerberg, K., Löwnertz, K. & Tarandi, V. (2013). *BIM – Standardiseringsbehov*. Stockholm: SBUF.
- Ekholm, A. (2003). *Teoretiska grunder för informationssystem för byggande och förvaltning. Kapitel 6 i Byggandets informationsteknologi. (red.) Wikforss, Ö.* Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.

- Fox, S. (2014). Getting real about BIM. *International Journal of Managing Projects in Business*, 7, ss. 405-422.
- Gao, G., Liu, Y., Lin, P., Wang, M., Gu, M. & Yong, J. (2017). BIMTag: Concept-based automatic semantic annotation of online BIM product resources. *Advanced Engineering Informatics*, 31, ss. 48-61.
- Gohary, H. (2006). *Kvarteret Forskningen. Kapitel 3 i Kampen om kommunikationen - Om projekledningens informationsteknologi. (red.) Wikforss, Ö.* Stockholm: KTH.
- Graner, O. (2004). *Vad tar tid i detaljplaneprocessen i Stockholm?* Stockholm: KTH.
- Granroth, M. (2011). *BIM - ByggnadsInformationsModellering. Orientering i en modern arbetsmetod*, Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan.
- Graphisoft (2017). *Om BIM & IFC*. <http://www.graphisoft.se/om-bim--ifc> [2017-02-10].
- Grilo, A. & Jardim-Goncalves, R. (2010). Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. 19(5), ss. 522-530.
- Gustavsson, H., Hörestrand, M., Furenberg, A., Knutsson, M., Udd, A., Liberg, K. & Hansson, P. (2012). *Detaljeringsnivå i BIM*. Stockholm: SBUF.
- Hamon, E. (2017). *Digitala krafter 2017 – effektivt byggande!*. <http://byggindustrin.se/blogg/digitala-krafter-2017-effektivt-byggande-24406> [2017-03-23].
- Holme, I. M. & Solvang, B. K. (1991). *Forskningsmetodik - om kvalitativa och kvantitativa metoder*. 2. uppl., Lund: Studentlitteratur.
- Hooper, M. (2015). *BIM Anatomy II: Standardisation Needs & Support Systems*. Lund: Design Methodology, Department of Construction Sciences, Lund University.
- Inchaurregui, J. (2016). *Computer aided design/CAD: a brief history*. <http://www.csun.edu/~ji687095/618/files/assignments/03-flash/html/maini2.html> [2017-01-11].
- Isaksson, A. & Linderöth, H. (2016). *What is the "Potential" of new ICT and how are perceptions shaped by experience of use and practise*. Stockholm: SBUF.
- Isaksson, A., Linderöth, H., Bosch, P. & Lennartsson, M. (2016). *Hinder och drivkrafter för BIM i medelstora entreprenadföretag*. Jönköping: SBUF.
- Jacobsson, M. & Linderöth, H. (2009). The influence of contextual elements, actors' frames of reference and technology on the adoption and use of ICT in construction projects: a Swedish case study. *Construction Management and Economics*, 28(1), ss. 13-23.
- 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, institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser, byggkonstruktion och -produktion.

- Karmehag, J. & Granroth, H. (2013). *Kommunikation inom projektering*, Göteborg: Chalmers.
- Konkurrensverket (2017). *Om offentlig upphandling*.
<http://www.konkurrensverket.se/upphandling/om-upphandlingsreglerna/> [2017-01-20].
- Landin, E. & Kindahl, N. (2013). *Information and communication in the swedish construction industry*. Stockholm: KTH.
- Lantz, A. (2007). *Intervjumetodik*. 2. uppl., Lund: Studentlitteratur.
- Linderoth, H. (2010). Understanding adoption and use of BIM as the creation of actor networks. *Automation in Construction*, 19(1), ss. 66-72.
- Linderoth, H. (2013). *BIM i byggproduktionen: organisatoriska hinder och drivkrafter*. Göteborg: Centrum för management i byggsektorn.
- Löfgren, A. (2006). *Projektnätverk – dokumenthantering eller kommunikation?. Kapitel 6 i Kampen om kommunikationen - Om projektedningens informationsteknologi. (red.) Wikforss, Ö.* Stockholm: KTH.
- Löwnertz, K. (2006). *Sockenplans tunnelbanestation. Kapitel 4 i Kampen om kommunikationen - Om projektedningens informationsteknologi. (red.) Wikforss, Ö.* Stockholm: KTH.
- McKinsey Global Institute (2017). *Reinventing Construction: A route to higher productivity*. McKinsey & Company.
- Mell, P. & Grance, T. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing*. Gaithersburg: NIST.
- Merriam, S. B. (1994). *Fallstudien som forskningsmetod*. Lund: Studentlitteratur.
- Merriam, S. & Simpson, E. (2000). *A guide to research for educators and trainers of adults*. Malabar, Florida: Krieger.
- Naturvårdsverket (2015). *Hållbar utveckling med miljöbalken*.
<http://naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Rattsinformation/Miljobalken/> [2017-01-20].
- Nilsson, G. (2016). *Information på objektsnivå och i livscykelperspektiv*.
http://www.bimalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Information_pa_objektsniv_a_och_i_livscykelperspektiv.ashx [2017-01-11].
- Patel, R. & Davidson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder : att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. 4. uppl., Lund: Studentlitteratur.
- Révai, E. (2012). *Byggstyrning*. 4. uppl., Stockholm: Liber.
- Söderberg, J. (1999). *Byggprocessen*. Lund: LTH instutionen för byggnadsekonomi.
- Söderström, M. (2013). *Ny framtid för bim - i molnet*.
<http://byggindustrin.se/artikel/debatt/ny-framtid-bim-i-molnet-18732> [2017-02-10].

- SISAB (2017). *Förord om Projekteringsanvisningar*. <http://sisab.se/siteassets/vara-fastigheter/projekt/projekteringsanvisningar/forord-till-projekteringsanvisningar.pdf> [2017-04-02].
- SOI (2015). *En av fyra är inte datorkunnig*. <http://www.soi2015.se/kunskap-och-delaktighet/en-av-fyra-ar-inte-datorkunnig/> [2017-02-22].
- Stukát, S. (2005). *Att skriva examensarbete inom utbildningsvetenskap*. Lund: Studentlitteratur.
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), ss. 357-375.
- Swedish Standards Institute (2017). *Om SIS*. <http://www.sis.se/omstandardisering> [2017-04-19].
- Svensk Byggtjänst (2005). *BSAB 96 System & tillämpningar*. 3. uppl., Stockholm: Svensk Byggtjänst.
- Svergies Byggindustrier (2015). *Fakta om Byggandet*. Stockholm: Svergies Byggindustrier.
- Tarandi, V. (2003). *Process- och byggproduktmodellering. Kapitel 7 i Byggandets informationsteknologi. (red.) Wikforss, Ö.* Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.
- Veidekke (2016). *VDC*. <http://veidekke.se/om-oss/kompetenser/article15019.ece> [2017-02-13].
- Weygant, R. S. (2011). *BIM Content Development : Standards, Strategies, and Best Practices*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Wikforss, Ö. & Löfgren, A. (2007). Rethinking communication in construction. *ITCON*, 12, ss. 337-345.
- Wikforss, Ö. (2006). *Projektledningens informationsteknologi. Kapitel 5 i Kampen om kommunikationen - Om projektledningens informationsteknologi. (red.) Wikforss, Ö.* Stockholm: KTH.
- Wong, J., Wang, X., Li, H., Chan, G. & Li, H. (2014). A review of cloud-based BIM technology in the construction sector. *ITcon*, 19, ss. 281-291.

Bilaga 1

I denna bilaga presenteras de frågor som har ställts under intervjuerna. För de intervjupersoner där det ordinarie intervjufrågorna inte har känts relevanta har istället formulär 2 eller 3 använts.

Formulär 1 - Ordinarie intervjufrågor

(3a & 3b är för de som har jobbat med leverantörsspecifika objekt)

1. Hur ser informationsflödet ut idag när ni projekterar? Vilka utmaningar ser du med detta?
 - Hur ser tillgången ut till information, informell och formell, under projektets gång?
 - Hur ser strukturen ut i ett projektnätverk? Hur upplevs tillgängligheten för dokument etc.?
 - Upplever du några fördelar med att arbeta med VDC? Hur upplevs kommunikationen?
 - Vad ser du för hinder med dagens BIM-användande, vad är det som hämmar BIM-användandet från att ta ytterligare kliv i utvecklingen?
 - Om du skulle vilja ändra något från ditt föregående projekt där BIM har används, vad är det då?
2. På vilket sätt försöker ni underlätta det obrutna informationsflöde genom byggprocessen?
3. Hur tror du att leverantörsspecifika objekt kan påverka informationsflödet i byggprocessen? Vilka begränsningar och fördelar finns?
 - a. Vilken skillnad ser du med att jobba med leverantörsspecifika objekt? Att bara arbeta med ett begränsat antal produkter?
 - b. Vilken information anses du saknas i dagens leverantörsspecifika objekt?
4. Vilken information (LOD) finns idag i era digitala modeller?
5. Vilken Level of Development (LOD) anser du bör finnas i modellen?
 - Önskemål om vilken information som ska finnas tillgänglig i objekten?
6. Har du något att tillägga som berör informationsflödet som du tror kan vara till användning för studien?

Formulär 2 - Intervjufrågor till leverantör

1. Vilka fördelar och nackdelar ser du med att digitalisera era produkter?
2. Hur skiljer sig informationsflödet jämfört med att man inte skulle ha leverantörsspecifika objekt?
3. Vilken typ av information tror ni att de vill ha in i de digitala objekten?
4. Vilka problem ser du med det digitala objektet?
5. Vilka hinder ser du med det digitala objektet?

Formulär 3 - Intervjufrågor till förvaltning

1. Vad upplever ni för hinder idag i byggbranschen kopplat till förvaltningen och varför har ni börjat undersöka förvaltningen?
2. Varför tror du inte man inte lägger mer fokus på förvaltningen i projekteringen, då det är den längsta fasen i byggprocessen?
3. Vad tror du är de största utmaningarna för att arbeta mer med förvaltningsskedet tidigt i projekten?
 - Hur påverkas inblandandet av förvaltningen av mottagaren (alltså vem som ska få ta över förvaltningen, brukaren eller företaget)?
 - Hur påverkas man av upphandlingsformen? Totalentreprenad, etc.?
4. Hur arbetar ni för att få in förvaltningen i projekteringen/produktionen?
 - Hur tror ni BIM-modeller kan underlätta ert arbete?
 - Vad tror ni att ni kan få ut av att arbeta med förvaltningen redan i projekteringen?
5. Vilka digitala processer tror du kan underlätta överlämnandet från produktion till förvaltning?
 - Idag lämnas det väldigt mycket papper över till alla parter i utskriven form.
6. Hur tror du att leverantörsspecifika objekt kan underlätta ert arbete med att få in förvaltningen tidigt i projekteringen?