



UPPSALA
UNIVERSITET

UPTEC STS12039

Examensarbete 30 hp
December 2012

Implementering av Virtuellt Byggande i byggprocessen

Fallstudie av NCC Construction Sverige AB

Oskar Mellgren

Förord

Rapporten är ett resultat av författarens examensarbete och avslutar Civilingenjörsutbildningen System i Teknik och Samhälle vid Uppsala Universitet. Examensarbetet har utförts i samarbete med NCC Construction Sverige AB.

Studien hade inte varit möjlig att utföra utan den hjälp och det stöd som personer i NCC:s organisation har bidragit med. Ett stort tack riktas till alla respondenter som ställt upp med sin tid och sitt engagemang trots ofta redan pressade tidsscheman. I studien har personer hjälpt till genom att svara på frågor och ge råd vilket har varit en viktig del av arbetet. Ett stort tack till Kajsa Simu som har i egenskap av handledare gett mig möjligheten att skriva examensarbetet och bidragit med råd under arbetets gång. Tack även till min ämnesgranskare Marcus Lindahl på Uppsala Universitet som har följt och bidragit med kommentarer till arbetet.

Oskar Mellgren

Uppsala, december 2012



UPPSALA
UNIVERSITET

**Teknisk- naturvetenskaplig fakultet
UTH-enheten**

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Hus 4, Plan 0

Postadress:
Box 536
751 21 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 03

Telefax:
018 – 471 30 00

Hemsida:
<http://www.teknat.uu.se/student>

Abstract

Implementation of Virtual Design and Construction in the construction process

Oskar Mellgren

Virtual Design and Construction (VDC) is the definition for using BIM in the construction process to simulate and analyse the building. Resulting use of the technology will according to proponents lead to fewer construction errors, a better understanding between stakeholders for the construction project, less communication

problems and a smoother construction process. Although BIM has according to researchers a big potential, few companies have succeeded in broad and continuous implementation.

The study aims to identify the factors affecting the implementation. More precisely identify what factors influencing the decision to adopt VDC and potential barriers in the diffusion process. The empirical findings are based on a case study of NCC Construction Sweden. Data has been gathered thru interviews, field trips and internal documents. The results of the study indicates that four factors influence the decision to adopt VDC; the perceived benefits, associated effort to use the technology, social influences and supporting conditions. Experience from the technology, knowledge about it and how to use will have a positive impact on the decision to adopt. The process of implementing VDC into the organisation is affected by the complex nature of the technology. The technology needs to adapt to the projects context. The barriers

identified in the diffusion process can be categorised into three levels; Individual level includes knowledge about the technology and how to use it. Organisational level includes lack of resources, process owner, design of the building process and economy. Interorganizational level includes institutions, standards and knowledge transfer.

Handledare: Kajsa Simu
Ämnesgranskare: Marcus Lindahl
Examinator: Elisabet Andrésdóttir
ISSN: 1650-8319, UPTec STS12039

Populärvetenskaplig sammanfattning

Virtuellt Byggande (VB) definieras som användningen av BIM i byggprocessen för att simulera och analysera slutprodukten (byggnaden). BIM kan förenklat sägas vara en 3D modell innehållande information. Tillämpning av tekniken kommer enligt förespråkarna leda till färre byggfel, en bättre förståelse mellan intressenterna för projektet, mindre kommunikationsproblem och en smidigare byggprocess. Enligt forskare har BIM en stor potential men få företag har lyckats med en bred och kontinuerlig tillämpning.

Studien syftar till att öka kunskapen om de faktorer som påverkar implementeringen av en innovation, Virtuellt Byggande, inom NCC:s organisation. Mer exakt identifiera vilka faktorer som påverkar beslutet att införa VB i ett projekt och identifiera potentiella hinder i spridningen av innovationen. De empiriska resultaten baseras på en fallstudie av NCC Construction Sverige. Data har samlats in genom intervjuer, studiebesök och interna kunskapsdokument. Resultaten från studien visar att fyra faktorer påverkar beslutet att införa VB; den upplevda nyttan som förknippas med tekniken, associerad ansträngning för att använda tekniken, sociala influenser och stödjande förutsättningar. Tidigare erfarenhet av tekniken tillsammans med kunskap om och hur den bör tillämpas har en positiv inverkan på beslutet. Beslutet fattas främst av chefer i projektet. Processen att sprida VB i organisationen påverkas av dess komplexa natur och att tekniken måste anpassas till projektets kontext. De hinder som identifieras i implementeringsprocessen kan delas in i tre nivåer; Individuell: kunskap om tekniken och hur den bör tillämpas. Organisatorisk: brist på resurser, processägare, byggprocessens utformning och ekonomi. Interorganisationell: befintliga institutioner, standarder och kunskapsöverföring.

Ordlista

Bygghandlingar 90: Rekommendationer för utformning av enhetliga och ändamålsenliga bygghandlingar

CAD: Computer Aided Design; digitalt skapande av tekniska ritningar och design.

CAD PM: Innehåller riktlinjer och omfattning för CAD projektering

CoP: Communities of practice

EE: Effort expectancy; Förväntad ansträngning

FC: Facilitating conditions; Stödjande förutsättningar

IFC: Industry foundation classes

IT: Informationsteknologi

ICT: Informations- och kommunikationsteknologi

Mängdavgtagning: Beräkning av material, arbete, hjälpmedel och varor som krävs utifrån ritningar och andra handlingar

PE: Performance expectancy; Uppfattad nytta

Plottfil: En form av ritningsfil, där data som sänds till plotter eller skrivare vid utskrift lagras. En fil helt utan intelligens

SI: Social influence; Social påverkan

UTAUT: Unified Theory of Acceptance and Use of Technology; Modell för acceptans och användning av teknik

VB: Virtuellt Byggande

VDC: Virtual Design and Construction

VVS: Värme ventilation och sanitet

VU: Voluntariness of use; Frivillighet att tillämpa en innovation

ÄTA: Ändringar och tilläggsarbeten

Innehållsförteckning

1 Inledning	2
1.1 Problemdiskussion.....	3
1.2 Syfte och forskningsfrågor	4
2 Vad innebär Virtuellt Byggande?	5
2.1 Byggprocessen	5
2.2 Att organisera ett byggprojekt	6
2.3 BIM i byggprocessen.....	8
2.4 Implementering Virtuellt Byggande	11
3 Teoretiskt ramverk	13
3.1 Vad är en innovation?	13
3.2 Innovationsspridning	13
3.3 Teorier för spridning av IT	15
3.4 Spridning i interorganisationella system.....	20
3.5 Byggsektorn	23
3.6 Motstånd till förändring.....	24
3.7 Teori, sammanfattning och diskussion	26
4 Metodval	27
4.1 Fallstudie.....	27
4.2 Metod och urvalsstrategi	28
4.3 Fallstudiens genomförande.....	30
4.4 Intervjuer, interna dokument och studiebesök	30
4.5 Studiens fokus.....	33
4.6 Analys strategi.....	33
4.7 Studiens trovärdighet	34
5 Empiriska resultat	36
5.1 Strategi och mål	37
5.2 Uppfattningen av Virtuellt Byggande inom NCC	38
5.3 Implementeringen av Virtuellt Byggande	39
5.4 Beslut att inte använda VB.....	47
5.5 Uppfattade hinder för införande och användning av Virtuellt Byggande	49
6 Analys.....	56
7 Slutsatser	70
Individuella	71
Organisation.....	71
Interorganisationell	71
8 Diskussion	73
Referenser.....	74
Intervjuer	74
Tryckta källor.....	74

1 Inledning

Statistik från SCB har visat på att kostnaderna för produktion av byggnader de senaste åren i Sverige har ökat kraftigt. Det pågår en debatt huruvida dessa siffror stämmer eller ej och vad kostnadsökningen beror på. En del förklarar kostnadsökningen med större användning av exklusiva material och en uppgång av marknadspriser. Kostnadsökningen är ett problem i byggbranschen eftersom det i förlängningen kommer bidra till ett minskat byggande. Kritik har riktats mot branschen för dålig kvalitet och effektivitet (SOU, 2002). Poängen är enligt NCCs VD Tomas Carlsson att ökande kostnader leder till att människor väljer att investera inom andra områden (byggindustrin, 2012).

Oberoende om kostnaderna har ökat eller inte finns det enligt en rapport från Chalmers ett stort slöseri inom byggbranschen i form av exempelvis tid och kostnader för att korrigera fel, ändring och tilläggsarbeten, materialspill, kommunikation och dokumentation. Samma rapport visar att personer inom byggbranschen använder lägre andel tid till värdeskapande arbete jämfört med industrin (Per-Erik Josephson & Lasse Saukkoriipi). För att minska kostnaderna gick Tomas Carlsson ut 2007 med ett mål att sänka byggkostnaderna med 5 procent årligen fram till 2012. En del i strategin för att lyckas med detta mål var användning av Virtuellt Byggande där han uttryckte sig, *"Vi kommer nu att införa virtuellt byggande på bred front. Det finns flera skäl till att jobba med virtuellt byggande men det viktigaste är att få grepp om byggkostnaderna"* (byggvarlden, 2012).

Virtuellt byggande (VB) definieras av NCC som *"Processen att med hjälp av BIM simulera förutsäga och analysera slutprodukten"* (NCCa, 2012). BIM betyder här förenklat en objektorienterad 3D modell som innehåller information om en byggnad. Först och främst har 3D modeller använts i projekteringsstadiet, men även under senare delen av byggprocessen som produktion och förvaltning är tanken att tekniken ska användas. Idén med 3D modellen är att den ska användas genom hela byggprocessen och fungera som en gemensam nämnare för alla inblandade i ett projekt. Det resulterar bland annat i mindre kommunikationsproblem och en gemensam förståelse för byggprojektet vilket enligt förespråkare medför färre fel och en smidigare byggprocess.

Att börja använda VB i byggprojekten innebär en förändring i arbetssättet från det traditionella. En förändring som påverkar människor i organisationen. Vanligtvis används pappersritningar i 2D som underlag. Tanken är inte att 2D ritningar ska tas ur bruk utan de ska genereras ur den gemensamma 3D modellen. Utöver att generera 2D ritningar ska 3D modellen bland annat användas till att visualisera, göra mängdberäkningar, skapa kalkyler och utföra analyser (Jongeling, 2008).

1.1 Problemdiskussion

Dagens samhälle består av många olika sektorer och industrier. De flesta av dessa industrier och sektorer stödjer sin verksamhet med IT verktyg på olika nivåer. Tillverkningsindustrin använder produktion- och designsystem för att effektivisera till exempel materialhantering, tillverkning och logistik. Fabriksarbetares tillvaro har gått från tunga arbetsmoment till att övervaka datacentraler och robotar. Andra hälften av 1990-talet sjönk priserna på halvledarkomponenter vilket gjorde det möjligt för en spridning av persondatorer (Jorgenson, 2001). Dagens höga datorkraft på nästan varje persons skrivbord tillsammans med de sammansatta nätverken har skapat nya system och effektiviserat gamla arbetssätt. Alltifrån ordbehandling, kalkylering, beräkningssystem, analys och projektering kan utföras med hjälp av datorns kraft. Stora mängder data tillåts nu sparas för att alla medarbetare i ett företag ska kunna använda informationen.

Datorernas kommunikationsmöjligheter har även minskat många fysiska barriärer och förändrat yrkesroller. Problemet är att införande av IT system i företag inte enbart tas emot med öppna armar och innebär en snabb och växande användning. Det finns många komplexa samband och faktorer som påverkar hur människor tar till sig teknik och arbetssätt. Människan har en tendens att vilja bevara den rådande situationen vilket skapar en ovilja att förändra etablerade arbetssätt och tekniker. Det finns därför ofta en tröghet när ny teknik införs i ett företag. För att kunna förklara och till viss del förutsäga dessa beteenden när ny teknik införs i företag har forskare använt innovationsteorier (Rogers, 2003), implementeringsmodeller (Cooper & Zmud, 1990) och identifierat olika faktorer som påverkar spridning (Venkatesh m.f.l., 2003). Det är idag viktigt att företag ser till både tekniken och insatser kring implementering och utbildning för att nå önskad effekt av en innovation (Samuelsson, 2010).

Byggsektorn anses ofta vara en bakåtsträvande och konservativ bransch som har varit dåliga på att ta tillvara på innovationer. Enligt Widén (2010) är det här en dels missvisande bild och han påpekar hur intresset för forskning inom byggbranschen har ökat de senaste decennierna. Forskningen pekar på att innovationsförmågan behöver bli bättre. När datorer började användas i projektering inom byggsektorn var det en tänkbar ersättning till traditionella arbetssättet med ritbräda och penna. Eastman m.fl. (2008) beskrev redan 1975 hur projektering med hjälp av datorstöd skulle kunna generera fördelar. I dagsläget vid traditionell projektering skapas ritningar för hand och genom 2D CAD. Forskare har utvärderat effekten av att använda 3D/4D modeller med ett positivt resultat i olika utbildnings- och industrimiljöer och utövare har erkänt teknikens potential. Introduktionen av objektorienterad 3D baserad CAD är ett av de viktigaste nya tillvägagångssätten inom byggsektorn för att öka effektiviteten och skapa ett värde för projektägaren genom hela projektets livscykel (Teicholz, 2004). Tomas Carlsson säger, "*VDC is a potential game changer for the entire construction industry*" (NCCA, 2012).

Trots denna potential och vision har få projekt lyckats utnyttja 3D/4D modellering med en bred och kontinuerlig användning. Det finns en brist på kunskap kring implementeringsprocessen och dess påverkan av 3D/4D modellering i projekt (Gao & Fischer, 2008). Vilken problematik som uppstår när en ny teknik förs in i en organisation har studerats tidigare. Vad som tycks vara viktigt för att sprida en innovation i en organisation är dess kontext. Implementeringen av VB formas av projektets karaktär och företagsbakgrund (Gao & Fischer, (2008). Byggsektorn är

projektbaserad vilket betyder att företag och personer ofta jobbar tillsammans genom kortare engagemang och det finns ett brett spektrum av produkter som produceras. Eftersom det är en projektbaserad sektor så skapas det temporära organisationer som innehåller organisationer och individer med olika språk, mål och motivation (Widén, 2010). Det här står i kontrast mot tillverkningsindustrin där det finns mer kontinuitet och produktionen innefattar ofta stora volymer med samma människor i en gemensam process (Olofsson m.fl., 2004). Forskning har funnit att det också är svårare att sprida innovationer i byggsektorn än i tillverkningsindustrin (Widén, 2010). Enligt Widén (2010) finns det lite teorier kring spridning av innovationer i projektbaserade sektorer som byggsektorn. Här finns det därför ett behov av att undersöka vilka mekanismer som påverkar spridningen av en innovation, i det här fallet VB och hur NCC ska nå en bred implementering runt om i organisationen.

1.2 Syfte och forskningsfrågor

Examensarbetet har utförts på NCC Construction Sverige AB som är verksamt inom hus- och anläggningsbyggande samt inom byggservice i Sverige. Omsättningen inom NCC Construction Sverige var under 2011 ca 23,5 miljarder kronor och antalet anställda runt 7 500. NCC anses av många vara en ledande aktör inom användningen av Virtuellt Byggande. Bland annat säger Professor Martin Fischer från Stanford så här om NCC och Virtuellt Byggande, *"With over 160 projects using VDC to help manage the construction phase, NCC is leading general contractors around the world in the widespread application of VDC to improve the construction of buildings and infrastructure."* (NCCa, 2012)

Utifrån problemdiskussionen så kommer syftet med examensarbetet vara att analysera de faktorer som påverkar implementering av en innovation, Virtuellt Byggande, inom NCC:s organisation. Mer specifikt kommer undersökningen utgå från projekt inom hus- och bostadsbyggande samt de personer som är medlemmar i organisationen. Utifrån syftet ovan kommer examensarbetet ha följande forskningsfrågor:

- Vilka faktorer påverkar beslutet att använda Virtuellt Byggande i ett projekt?
- Vilka hinder finns det för att införa Virtuellt Byggande på bred front inom NCC?
Hinder som är kopplat till införande av Virtuellt Byggande delas upp i tre nivåer,
 - a) Individnivå
 - b) Organisationsnivå
 - c) Interorganisationsnivå

2 Vad innebär Virtuellt Byggande?

Kapitlet avser skapa en förståelse för vilka intressenter och viktiga skeden som implementeringen av VB innebär. Tanken är inte att göra en heltäckande beskrivning utan belysa läsaren med dess komplexitet och omfattning.

NCC har ett samarbete med Stanford Universitetet som anses vara världsledande inom Virtuellt Design and Construction (VDC) (NCCa, 2012). Definitionen för VDC som används av NCC uttrycktes av Professor Martin Fischer från Stanford universitetet, *"Processen att med hjälp av BIM simulera förutsäga och analysera slutprodukten"*. Slutprodukten kan i det här fallet betyda exempelvis ett nybyggt lägenhetskomplex, bro eller sjukhus. *"I en process är det något som behandlas, bearbetas eller omvandlas och därigenom får ett ökat värde för ett företag eller annan organisation eller för en person"* (Persson, 2005). En process är alltså något dynamiskt och inte en enskild händelse, aktivitet eller situation. Virtuellt Byggande (VB) är en direktöversättning av VDC.

Autodesk som är en av de stora leverantörerna av programvaror till CAD beskriver BIM på sin hemsida som *"Building Information Modeling (BIM) is an intelligent model-based process that provides insight for creating and managing building and infrastructure projects faster, more economically, and with less environmental impact"* (Autodesk, 2012). Jongeling (2008) beskriver en bredare definition, *"BIM är all information som genereras och förvaltas under byggnads livscykel strukturerad och representerad med hjälp av (3D) objekt där objekt kan vara byggdelar, men även mer abstrakta objekt såsom utrymmen"* Vidare menar Jongeling (2008) att *"BIM är alltså ingen teknik, men ett samlingsbegrepp på hur informationen skapas, lagras, används på ett systematiskt och kvalitetsäkrat sätt"*. En 3D modell som enbart innehåller "död" grafik av till exempel ytor eller solider är inte en BIM eftersom den inte innehåller objektorienterad struktur med tillhörande information om de olika objekten (Jongeling, 2008).

VB kan alltså sägas innehålla en process där all information genereras, förvaltas under hela byggnadens livscykel och representeras av en 3D modell som är objektorienterad. Denna information skapar ett värde för företaget eftersom den används till att förutsäga och analysera slutprodukten. Hur är det då tänkt att VB ska användas i ett byggprojekt? För att kunna förklara hur VB ska användas i byggprocessen krävs det kunskap om hur en sådan process ser ut. Vi börjar därför med att gå igenom de viktigaste faserna i ett byggprojekt.

2.1 Byggprocessen

Byggprocessen består av fyra faser; utredning, projektering, byggandet och förvaltning (Byggforskningsrådet, 1996). Processen börjar med att någon vill uppföra en ny byggnad, ombyggnad eller tillbyggnad och den som tänker upplåta byggnaden kallas för byggherre. Det kan vara en organisation, företag eller privatperson som fattar ett beslut om att en byggnad ska uppföras efter att behoven har klarlagts (utredning). Byggprojektet ska leda till en färdig byggnad som uppnår de krav och önskemål som byggherren har. (Nordstrand, 2008)

Andra fasen blir att bestämma hur byggnaden ska vara konstruerad och se ut både utvändigt och invändigt (produktbestämning) i form av handlingar. Det innefattar till

exempel material, konstruktionssystem, ventilationssystem, uppvärmning, byggnadsdetaljer med mera. Fasen ska utmynna i ritningar och beskrivningar (bygghandlingar) av den blivande byggnaden. Den här fasen brukar benämnas projektering och utförs av olika konsulter som till exempel arkitekt, konstruktör, el och VVS och så vidare. De bygghandlingar som projekteringen producerar ska användas vid uppförandet av byggnaden.(Nordstrand, 2008) Bygghandlingar innefattar alla dokument som krävs för tillverkning och produktion av byggnaden och utgör grunden i byggandet (Byggeforskningsrådet, 1996).

Tredje fasen är när byggnaden ska börja framställas (produktframställning) och brukar benämnas byggproduktion eller byggande. Byggproduktionen utförs av de entreprenörer som byggherren väljer att involvera i projektet. Det här går att göra på olika sätt vilket kommer förklaras mer ingående nedan. Byggprojektet anses avslutat (garantiarbeten kan återstå) när den färdiga byggnaden överlämnas till byggherren. Sista fasen i byggprocessen är när byggnaden börjar användas (produktanvändning) av dess brukare. I den här fasen krävs det förvaltnings-åtgärder som till exempel drift och underhåll för att byggnaden ska fungera på ett bra sätt.(Nordstrand, 2008)

Det här är en förenklad bild hur en byggprocess ser ut. Det viktigaste att ta med sig för att kunna förstå studiens resultat är de olika huvud faserna, projektering, byggproduktion och förvaltning och vad det i stora drag innebär.

2.2 Att organisera ett byggprojekt

Det finns olika sätt att organisera ett byggprojekt och de som beskrivs här är endast det mest förekommande och relevanta för studien. Byggherren är som sagt den som initierar byggprojektet och upplåter en byggnad för sin räkning. Ofta behöver byggherren hjälp av en projektledare i ett tidigt skede för att få hjälp med planering och ledning i byggprojektet. Det är byggherren som i slutändan godkänner de förslag som lämnas av projektledaren. Exempel på förslag som byggherren är med och bestämmer om är utformningen av byggnaden, kvalitet, standard och miljökrav. Utöver detta bestämmer byggherren vilka resurser som ska anskaffas (entreprenörer, konsulter, pengar) och när byggproduktionen ska starta och vara klar. Oftast kommer byggherren att äga byggnaden efter avslutat projekt.(Nordstrand, 2008)

2.2.1 Utförandeentreprenad

I en utförandeentreprenad anlitar byggherren en projektledare antingen från sin egen organisation eller från ett konsultföretag. De första två faserna i byggprocessen, beskrivna ovan (utredning och projektering), utförs här av konsulter som utarbetar färdiga bygghandlingar åt byggherren. När bygghandlingarna har skapats upphandlas byggandet av en eller flera entreprenörer. Entreprenören har ansvar för att uppföra byggnaden enligt det underlag som framställdes vid projekteringen (bygghandlingar). Detta kallas utförandeentreprenad och om endast en entreprenör blir tilldelad jobbet kallas det för generalentreprenad medan om två eller flera upphandlas kallas det för delad entreprenad. Entreprenörens ansvar under en utförandeentreprenad är begränsat till att följa de beskrivningar och ritningar som arbetades fram under projekteringen. Ofta upphandlas utförandeentreprenader genom att flera entreprenörer får konkurrera om anbudet, där vinnaren exempelvis kan få jobbet genom lägre pris, kvalitet eller god relation.(Nordstrand, 2008)

2.2.2 Totalentreprenad

Under en totalentreprenad utför entreprenören både projektering och byggande under ledning av en egen projektledare. Byggherren låter ofta först göra utredningar för att kunna fastställa de krav som ska vara på den färdiga byggnaden. Kraven kan innehålla kvantitetsmått, materialval eller utrustning men också funktionskrav som beskriver på vilket sätt byggnaden ska fungera när den är färdig. Dessa krav används som underlag i upphandlingen av totalentreprenören och sammanställs i ett så kallat ramprogram. Totalentreprenören har här ett funktionsansvar som betyder att den färdiga byggnaden senare ska uppfylla de funktionskrav som ställdes upp. Totalentreprenader upphandlas genom konkurrens eller efter förhandlingar och beställs då direkt av en entreprenör. (Nordstrand, 2008)

2.2.3 Partnering

Partnering har varit ett sätt för byggbranschen att svara på den kritik som funnits kring entreprenadformernas svagheter som att byggherren har för svagt inflytande, aktörer har olika mål och deras insatser är för strikt avgränsade. Det kan betyda att helheten för byggnaden och det slutgiltiga målet får för liten betydelse i byggprocessen. Detta tillsammans med bristande kommunikation medverkar till att resurserna inte används på ett effektivt sätt (Nordstrand, 2008). NCCb (2012) beskriver det som, *"Partnering är en samarbetsform som handlar om effektivt samarbete mellan de olika aktörerna i ett byggprojekt. Det bygger på fullständig ärlighet och öppenhet parterna emellan"*. I en partnering skapar ofta byggherren en arbetsgrupp med personer och företag som han har förtroende för (Nordstrand, 2008). Det bör ske tidigt i processen för att kunna realisera projektet (NCCb, 2012). Förutom beställare (ofta byggherre) och byggentreprenören kan övriga projektörer, arkitekter, installatörer, viktiga materialleverantörer och ibland brukare ingå i gruppen. Företagens respektive specialister ingår ofta i gruppen där målet är att skapa ett gemensamt mål kring kvalitet, utformning, ekonomi, tid med mera. Gemensamma incitamentavtal bidrar till kostnadssänkningar och tidsbesparingar. Projektering och produktion kännetecknas av öppenhet kring ekonomi och en gemensam upphandling av underentreprenörer och leverantörer. (Nordstrand, 2008)

2.2.4 Egen regi

Egen regi är egentligen ingen entreprenadform utan betyder att byggherren har egna resurser för att genomföra en byggproduktion. Egen regi benämns ofta projektutveckling och har blivit en viktig affär för större byggentreprenörer. Egen regi innebär att företaget skaffar mark, genomför kompletta byggprojekt och säljer sedan oftast den slutliga produkten till en kund. Oftast sker en försäljning av exempelvis bostäder redan innan byggnationen har börjat. Det här innebär ett helhetsåtagande från entreprenörens sida från idé, finansiering, projektering, byggande, förvaltning och försäljning. (Nordstrand, 2008)

2.3 BIM i byggprocessen

2.3.1 Projektering

I projekteringsprocessen använder arkitekter och teknikkonsulter CAD verktyg för att skapa digitala underlag till de två nästkommande faserna bygg- och förvaltningsprocessen. Leveransen av de olika underlagen kan delas upp i tidiga skeden (bygglov, systemhandlingar) och bygghandlingar.(Jongeling, 2008) Underlaget som skapas ur projekteringsfasen består av ritningar, beskrivningar och mängdförteckningar. De olika projektörerna ansvarar för olika delar och ritningarna redovisar projektet i form av våningsplan, sektioner och detaljer.(Nordstrand, 2008) Traditionellt har 2D CAD modeller redovisat projektet horisontellt per våningsplan och vertikalt för att se våningshöjden och för att beskriva komplicerade delar så som trapphus eller fläkttrum. Konsulterna skapar även uppställningsritningar och detaljritningar där alla ritningar skapas med hjälp av 2D linjer, måttsättning och symboler från ett bibliotek. 2D modellen omvandlas med en så kallad ritningsdefinitionsfil som visar det område av 2D modellen som ska redovisas på den utskrivna ritningen.

Förutom 2D modellen och plottfiler levereras även beskrivningar och listor som sammanställts från de olika 2D modellerna för att beskriva innehållet i projektet. Det medför ofta att exempelvis antal typer av dörrar räknas för hand. För varje dörr samlas ett antal parametrar från 2D modellen men även från exempelvis produktbeskrivningar. Utöver plan- och sektionsritningar samlas all information ihop och sammanställs i uppställningsritningar och produktblad som sedan levereras. De olika beskrivna underlagen bör stämma överens vilket ofta orsakar problem.(Jongeling, 2008) En vägg med en dörr förekommer ofta i flera olika ritningar och utöver alla ritningarna finns det information i listor med materielmängder. Om underlaget revideras och väggen med dörren tas bort innebär det att flera olika dokument behöver uppdateras som inte har någon relation till varandra. Revideringsprocessen blir därför tidsödande, känslig för fel och upplevs som gammaldags och tråkig.(Jongeling, 2008)

Istället för 2D CAD kan BIM användas i projekteringsprocessen med skillnaden att endast en modell används som består av 3D objekt. Ur modellen genereras sedan de underlag som anses nödvändiga för att genomföra projektet. De olika 3D objekten har en objektstruktur innehållandes parametrar som gör att datorn kan tolka dessa. Det kan vara exempelvis objektets läge och vad de representerar men även höjd, area, volym material, egenskaper med mera.(Smith & Tardif 2009) Till skillnad mot traditionella tillvägagångssättet att ta fram 2D ritningar genereras här ritningarna automatiskt utifrån BIM modellen med horisontella eller vertikala snitt. Måtten på dessa ritningar kan till viss del även måttsättas automatiskt av datorn vilket resulterar i färdiga plottfiler. Jongeling (2008) menar att snitten som tas från BIM modellen är i regel 50-80 procent färdiga ritningar.

Fördelen med att jobba utifrån en modell är att all information hämtas från samma källa vilket minimerar risken för fel i underlagen och är en slags kvalitetssäkringsprocess. Utöver minskad risk för fel bidrar BIM projekteringen till en produktivare och rationellare projekteringsprocess där informationen skapas en gång och kan sedan användas för en mängd olika andra situationer.(Jongeling, 2008)

Jongeling (2008) visar i sin forskningsrapport på vinsterna med att använda BIM istället för 2D CAD. Bland annat redovisas skillnaderna i att ta fram underlag (system- och bygglovshandlingar respektive bygghandlingar) i form av kvalitet och tid. Tidsmässigt visar siffrorna på en marginell minskning (0-20 procent) i tidiga skeden (system- och bygglovshandlingar). I senare skeden (bygghandlingar) rapporteras en tidsminskning i intervallet 0-50 procent beroende på vilken bygghandling som avses. Bygghandling A (arkitekt) sparar exempelvis in 30-50 procent i tid jämfört med traditionell 2D CAD projektering. Kvaliteten på alla handlingarna ökar från "högre" till "mycket högre". Största vinsterna görs när beskrivningar, materielmängder och rapporter ska tas fram; 50-70 procent för A (arkitekt), K (Konstruktion), VVS (värme, ventilation och sanitet) och 30-40 procent för el. Det ska dock påpekas att det tar tid att skapa den ursprungliga modellen och förse den med rätt data och definitioner för att ovanstående handlingar ska vara möjliga att ta fram. Dessutom baserar Jongeling (2008) sina siffror på uttalanden från arkitekter och teknik konsulter som är uppskattningar och inte riktiga mätvärden. Poängen är dock att när väl modellen har skapats tjänas tiden igen i senare skeden när handlingarna och rapporterna ska tas fram.

BIM verktygen är mer komplexa än traditionell 2D CAD och kräver mer tid för utbildning och underhåll. Speciellt vid byte av verktyg anses arbetsinsatsen vara krävande. Förutom att använda BIM modellens ritningar används den som bas för olika analyser som exempelvis kalkylering, inköp, produktionsplanering, och visualisering. Med BIM behöver de olika teknik konsulterna och arkitekterna arbeta mer integrerat och intensivt med andra discipliner i projektet. Användarna av BIM upplever att arbetsprocessen blir mer motiverande och inspirerande jämfört med 2D CAD. Detta gör det lättare för företag att rekrytera nya medarbetare och företaget blir i grunden intressantare. (Jongeling, 2008) Att bygga upp BIM modeller kräver en större arbetsinsats än vid traditionellt 2D CAD ritande. För att den större arbetsinsatsen ska löna sig krävs det att informationen används i byggprocessen på ett sådant sätt att processen effektiviseras och den eventuella kostnaden det medför sparas in i senare skeden. Det är därför viktigt att BIM modellen fortsätter användas under produktionsfasen. (IT Bygg och fastighet, 2002)

2.3.2 Samordning

Eftersom de olika aktörerna är ansvariga för respektive del i projekteringen är det en utmaning att integrera allas lösningar så de passar ihop. El och sprinklersystem ska monteras i samband med ventilationssystemet, stommen ska passa in i arkitektens utformning av huset och så vidare. Det finns flertalet problem likt dessa och det är ett kontinuerligt arbete under projekteringsprocessen att få dessa system att passa ihop. Ibland påverkas samordningsprocessen av lösningar som gör att val måste göras inom en tidsrymd som inte är optimal. I slutändan måste allt passa ihop vilket ställer krav på projekteringsledare och projektörer att hantera informationsmängderna. Traditionellt hanteras denna problematik med 2D ritningar och beskrivningar där ritningarna är disciplinspecifika. Eftersom det behövs flera olika ritningar för att kunna få en komplett bild av en lösning måste den berörda aktören skapa bilden i huvudet för hur systemen passar ihop. Det här skapar samordningsresultat med låg kvalitet och många frågor måste därför lösas under produktionsfasen. BIM modellen från projekteringen kan lösa det här problemet genom att de olika disciplinernas modeller integreras till en samordningsmodell. Projekteringsledaren kan nu granska projekteringsresultaten med hjälp av samordningsmodellen. Det finns även möjlighet att utföra så kallad kollisionsskontroll där datorn per automatik kontrollerar om exempelvis rörledningar

kolliderar i modellen.(Jongeling, 2008) Kollisioner mellan konstruktion och ventilation är lätta att upptäcka och kan förebyggas genom en revidering av projekteringen. Hade kollisionen upptäckts ute i produktionen hade det blivit betydligt mer kostsamt och tagit tid att åtgärda.(Smith & Tardiff 2009)

2.3.3 Planering och Produktion

Produktionsprocessen utförs med hjälp av underlag (bygghandlingar) från projekteringsprocessen. Under produktionsfasen planeras och utförs byggnationen av flera olika parter vilket skapar en utmaning i att få alla att vilja uppnå samma mål. Projektet måste ledas, övervakas, koordinera underentreprenörer, byggarbetare, material, verktyg, utrustning, försändningar, inspektioner, säkerhet, kvalitet, städning och besökare på plats.(Jackson, 2004)

Utmaningen ligger i att samordna, integrera och kommunicera alla dessa aspekter så att alla förstår. Vid BIM projektering får alla en gemensam bild av problemen vilket leder till färre feltolkningar, underlagen har högre kvalitet vilket minskar risken för missförstånd, kommunikationen mellan aktörer förenklas och ÄTA arbeten minskar. Jongeling (2008) beskriver i sin rapport att tiden som spenderas för konflikter och fel på grund av underlagen, minskar med upp till 90 procent och ÄTA arbeten minskar med hälften. BIM modellen som skapades i projekteringsfasen kan även kopplas till tidsplan och kostnadskalkyler vilket gör det möjligt att spela upp planeringen och kostnadsutveckling av projektet.(Jongeling, 2008)

2.3.4 En gemensam bild av projektet

Under hela byggprocessen uppstår det beslutsprocesser där många aktörer är inblandade. Dessa processer överlappar ofta eller pågår parallellt under projektets gång. För att uppnå projektmålet är det därför viktigt att kunna skapa en gemensam bild av projektet hos alla berörda parter. Traditionellt har 2D ritningar med tillhörande beskrivningar använts vid många beslutssituationer. Det gör att det finns en risk för att aktörer tolkar problemet eller lösningen på olika sätt. Många aktörer stängs ute från beslutsprocessen eftersom det krävs kompetens för att läsa ritningar och skapa sig en helhetsbild. Stor mängd information gör det svårt att dela och distribuera och det tar tid att tolka ritningar. Ur BIM projekteringen skapas det automatiskt möjligheten att kunna 3D visualisera. Det ökar sannolikheten att människor får samma bild av projektet. 3D visualisering kan användas exempelvis användas vid problemlösning.(Jongeling, 2008)

2.3.5 Informationsöverföring

I ett byggprojekt överförs komplex information mellan olika aktörer. Förutom ritningar och 3D modeller vill byggindustrin överföra mängder, volymer, tid och kostnader. Det här gör att information behöver delas mellan olika applikationer som exempelvis byggnadselement mellan två olika CAD program, byggnadselement till analysverktyg, mängder till kostnadsestimerings applikationer och komponenter och delar från databaser till CAD system.(Tarandi, 2003) Ett sätt att överbrygga problemen att överföra information mellan olika applikationer är Industry Foundation Class (IFC) som är en standard men inte fått något genomslag i branschen (Kiviniemi, 2006). Flera byggföretag delar problemet med att få olika applikationer kompatibla (Kunz & Fischer, 2012).

2.3.6 Kalkyl och analyser

För att kunna leverera slutprodukten enligt kundens krav och hålla projektet inom tidsplan och budget utförs olika kalkyler och analyser under projekteringsprocessen. Kalkylerna bygger ofta på information om mängder av exempelvis material, volymer och ytor. Traditionellt räknas det fram för hand genom mätningar från 2D pappersritningar. Det är ett tidsödande arbete, skapar osäkerhet, krävs förenklingar, är kostsamt och ses även som omodernt vilket skapar svårigheter för företag att rekrytera personal. Ur BIM modellen kan mängder genereras och analyser och kalkyler göras på ett effektivt sätt. Kvaliteten blir därmed högre och tiden för mängdavgivning minskar. Arbetet blir även roligare och inspirerande och resultaten baseras mer på underlaget och mindre på erfarenhet. Det går även att göra energi och klimatanalyser.(Jongeling, 2008)

2.3.7 Förvaltning

När produktionen är färdig och slutresultatet lämnas över till beställaren tas byggnaden i bruk och kallas förvaltning. Under en byggnads livscykel anpassas oftast huset flera gånger efter brukare eller ägares önskemål och krav. Informationshanteringen under denna fas berör främst areor och en rationell hantering är viktigt för förvaltaren. Frågor som berörs kan vara storleksoptimering, användning av ytor, hyresgästanpassningar, planering och genomförande av drift och underhåll.(Jongeling, 2008) Förutom areahantering kan livscykelrelaterad nytta vara att komplettera verkliga produkten med en förvaltningsmodell skapad ur projekteringsmodellen. Förvaltningsmodellen kan kontinuerligt uppdateras under livscykeln vid förändringar och renoveringar. Simuleringar och marknadsföring kan även skapa ett värde under förvaltningsskedet.(NCCa, 2012)

2.4 Implementering Virtuellt Byggande

Virtual Design and Construction (VDC) myntades av Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) vid Stanford Universitetet. I ett byggprojekt är det många olika saker som ska länkas ihop. Till exempel ska ett projekts design definieras, den övergripande designen ska länkas ihop med respektive aktörs design, produktledning ska länkas till produktionsledning, finansiella system och så vidare. De olika länkarna i ett projekt har traditionellt gjorts manuellt och genom sociala interaktioner. Detta skapar stora kostnader, fördröjning och missförstånd. Det traditionella sättet att uppföra byggnader på i dagsläget använder datorer för att generera de olika dokumenten som behövs i byggprocessen. Projektets tidsplan genereras med hjälp av ett planeringsprogram och ritningar genereras med CAD program. Dessa pappersritningar fungerar och har ofta en hög upplösning. Problemet är att med hjälp av pappersritningar går det inte att integrera olika discipliner och vid enklare förändringar i projektet krävs det mycket arbete för att uppdatera alla relevanta dokument. Formatet på pappersdokument i projektet är även svårförståeliga för intressenter. Med VB kan intressenter tolka modeller, tidsplaner och kalkyler, dela med sig av information på ett effektivt sätt. Projekteringen kan ske på stora bildskärmar för att göra det möjligt att diskutera och att flera får en bild av projektet.(Kunz & Fischer, 2012) CIFE har visat att användare implementerar VB i tre olika distinkta faser och dessutom ofta går igenom stegen sekventiellt. Modellen som kallas ”VDC maturity model” används även av NCC.

2.4.1 Visualisering

I första fasen skapas produkten i 3D (till exempel en husbyggnad) av de olika disciplinerna; konstruktion, arkitekt, VVS och el. För att visualisering ska fungera på ett bra sätt måste alla intressenter utveckla kompetens för att tolka och även utveckla kärnkompetens för att bygga modellerna. Det här innebär att det krävs en strategisk investering i metoder och dess användning. För att visualisering ska fungera mellan intressenter (samordning) måste det även vara möjligt och finnas incitament för att vilja delge information sinsemellan.(Kunz & Fischer, 2012)

2.4.2 Integrering

I den här fasen utvecklas datorbaserade automatiseringsmetoder för att överföra data mellan olika modellerings och analys metoder. Vissa leverantörer stödjer dataöverföring mellan applikationer genom egenutvecklade överföringsmetoder vilket ofta fungerar väl för applikationer skapade av leverantören själv. Byggbranschen har inte lyckats enas om gemensamma standarder (Samuelsson, 2010). Vid integrering krävs det att leverantörer för datorprogram kommer överens om en standard vilket kan kräva strategiska överenskommelser. Dessutom är det viktigt att intressenter i projektet vill dela med sig av information vilket kräver incitament. I integreringssteget ingår mängdberäkning, kalkyl och analys.

2.4.3 Automatisering

I den här fasen använder projekten automatiserade metoder för att bygga underenheter i fabriker eller att utföra rutinmässiga konstruktionsuppgifter. För att automatiseringen ska effektivisera projektet krävs det normalt sätt att projektorganisationen förändrar sina processer dramatiskt. Det skapar en möjlighet att utföra mer avancerade konstruktioner och analyser och lägga mindre tid och arbete på rutinmässiga arbetsmoment. För att kunna stödja fabrikstillverkning måste projektet gå från konstruktion-bygg eller konstruktion-bud-bygg till konstruktion-tillverkning-montering vilket kräver strategiskt engagemang för att stödja nya samarbeten.

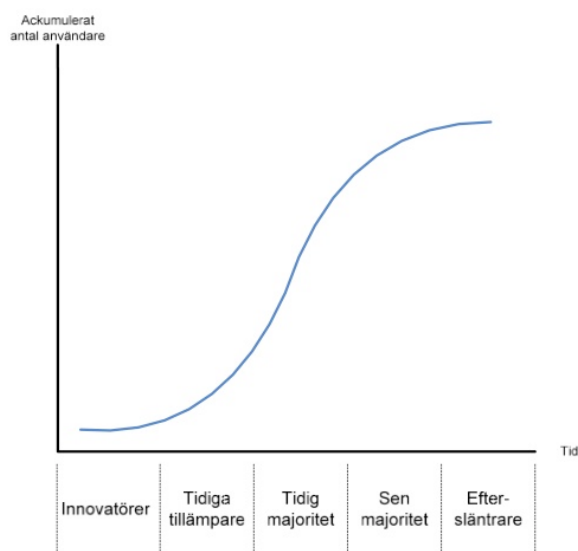
3 Teoretiskt ramverk

3.1 Vad är en innovation?

Många är överens om vikten av innovationer och entreprenörskap när det kommer till ekonomisk och social utveckling. Processen för innovationer definieras av Van de Ven (1986) som utveckling och implementering av nya idéer av människor som över tid deltar i transaktioner med andra inom en institutionell kontext. Definitionen går att applicera på ett brett spektra av teknik, produkt, process och administrativa slag av innovationer. Det finns flera olika definitioner av vad ordet innovation innebär. I dess bredaste bemärkelse betyder ordet "att göra någonting nytt" och kommer från det latinska ordet innovare. Likheten enligt Tidd (2008) mellan de olika definitionerna är att någonting nytt skapas, en produkt eller process, och sedan används. Det behöver heller inte vara nytt för alla utan det räcker att det exempelvis är nytt för en organisation som väljer att ta till sig innovationen. Innovationer innebär förändring, antingen genom hur en produkt skapas eller levereras (process innovation) eller vad som levereras (produkt innovation). Innovationer behöver inte starta med en uppfinning, det kan vara kunskap som hämtas exempelvis från en annan sektor eller företag. Lösningar till problem hämtas, utvecklas och implementeras. Alla innovationer behöver anpassas till en kontext eftersom innovationsprocessen inte äger rum i ett vakuum. (Tidd, 2008)

3.2 Innovationsspridning

Diffusion är den process där en innovation kommuniceras genom olika kanaler över tid mellan aktörer i ett socialt system. Rogers (2003) är en av de ledande forskarna på området som kallas Innovation Diffusion Theory. Teorin försöker förklara och beskriva de tilltänkta tillämparnas attityder och beteenden. Ett vanligt sätt att beskriva spridning av en innovation är genom en så kallad S-kurva. Kurvan beskriver antalet ackumulerade tillämpare över tiden och klassificeras enligt figur. 1 från innovatörer till sena eftersläntrare.



Figur 1: Kurvan beskriver antalet ackumulerade tillämpare av en innovation. (Samuelsson, 2010)

De olika kategorierna är klassificerade utifrån de olika tillämparnas benägenhet att ta till sig en innovation över tid. Innovatörer spelar en viktig roll i sammanhanget eftersom de vågar ta risker och tar in en ny idé i ett socialt system. Innovatörer uppfattas ofta med skepsis av andra medlemmar i det sociala systemet. Tidiga tillämpare agerar ofta opinionsledare och är mer integrerade än innovatörer i det sociala systemet. Opinionsledare agerar rådgivare till resterande medlemmar och har ofta en lokal förankring i sociala systemet. Tidiga tillämpare har en viktig roll för att spridningen av innovationen ska nå en kritisk massa. Tidig majoritet tillämpar innovationen precis innan den stora majoriteten och som figur 1 visar spelar en viktig roll eftersom kurvan accelererar i takt med tidig majoritet tar till sig innovationen. Anledningen till att kurvan accelereras är enligt Rogers (2003) den ökade kommunikationen i personliga nätverk. Kategorin präglas av en eftertänksamhet och baserar ofta sin tillämpning på att innovationen har fungerat för andra i nätverket. Sena majoriteten är skeptisk till innovationen. Trycket från övriga medlemmar i det sociala systemet spelar en viktig roll för att övertyga om innovationens nytta. Efterslätrare har den längsta beslutsprocessen och använder ofta det förflutna som en referens. Enligt personerna själva är motståndet rationellt och det finns inte utrymme för att ta några risker. Osäkerheter kring idén och om den ska lyckas måste vara liten. (Rogers, 2003)

Beslutsprocessen för att införa en innovation beskrivs av Rogers (2003) enligt fem steg, se figur 2. Dessa steg gäller för såväl individer som en organisation. Först erhålls kunskap om innovationen, därefter en övertygelse (positiv eller negativ), sedan tas ett beslut om tillämpning, faktiskt implementering och vartefter bekräfta de uppnådda förväntningarna med innovationen. Vid varje steg går det av avstå att gå vidare i processen varför det måste uppstå ett positivt resultat vid varje delsteg för att en implementering ska ske.



Figur 2: Schematisk bild över beslutsprocessen för införande av en innovation. (Samuelsson, 2010)

3.2.1 Beslutsnivåer

Ursprungligen sker beslutsprocessen enligt figur 2 hos individer. De individer som är aktiva i processen kan dock verka på olika nivåer med olika inflytande över andra individer i det sociala systemet. En uppdelning av nivåer kan göras enligt (Samuelsson, 2010),

- Individer
- Organisation
- Interorganisationella system.

Eftersom NCC driver sin verksamhet främst genom projekt är nivåerna relevanta, där individer finns i varje projekt (organisation) och tillämpningen av VB sker i flera projekt där utvecklingen är beroende av hela organisationen (interorganisationella system).

På individnivån tas beslutet kring innovationen av individen själv och påverkar därför bara de egna aktiviteterna, dock kan konsekvenser för andra i systemet uppstå. På organisationsnivå fattas beslutet av någon annan än individen själv som ska tillämpa innovationen (Gallivan, 2001). I det interorganisationella systemet avses här specifikt projektorganisationer, där samarbete mellan nya företagskonstellationer sker i varje nytt projekt. Det enskilda projektet är ofta unikt och erfarenheterna är svåra att återföra till nya projekt. Beslutsordningen är ofta fastställd i ett projekt men utgör ändå en dålig grund för innovationer. Det är svårt att påverka det egna företags interna rutiner vilket kan behövas för att en innovation ska implementeras. Dessutom sitter projektmedlemmar långt ifrån ledningen både fysiskt och organisatoriskt och har därför begränsad kontakt inåt i organisationen.(Hobday, 1998)

I den interorganisationella nivån kan även byggsektorn anses ingå. Arbetsprocessen, arbetssätt och samarbetsformer kan vara nödvändigt att ändra för att en innovation ska kunna implementeras på ett lyckat sätt. Ofta måste därför konsensus finnas bland aktörerna eller att en stor andel av organisationerna tar ett beslut. Innovationsbeslut kan indelas i tre kategorier (Rogers, 2003).

- Frivilliga
- Kollektiva
- Auktoritära

Vid frivilliga beslut väljer individen själv om innovationen ska implementeras eller inte. Kollektiva beslut tas genom konsensusbeslut i ett socialt system där medlemmarna förväntas agera efter beslutet. Auktoritära beslut tas av en person med beslutsrätt över andra medlemmar i det sociala systemet. De olika besluten förekommer ofta i kombination med de olika nivåerna presenterade ovan; frivilliga - individ, auktoritetsbeslut - organisation, kollektiva beslut - interorganisationella beslut. (Samuelsson, 2010)

3.3 Teorier för spridning av IT

Eftersom den här studien undersöker Virtuellt Byggnade, som består av en process där BIM är en central del, är det rimligt att teorier kring IT- eller ICT innovationer används. Flera olika faktorer påverkar en individ när beslut tas att förändra beteende och använda exempelvis en ny teknik eller ett nytt sätt att genomföra arbetet. Relationerna och hur de påverkar varandra är komplexa samband.

3.3.2 UTAUT modellen

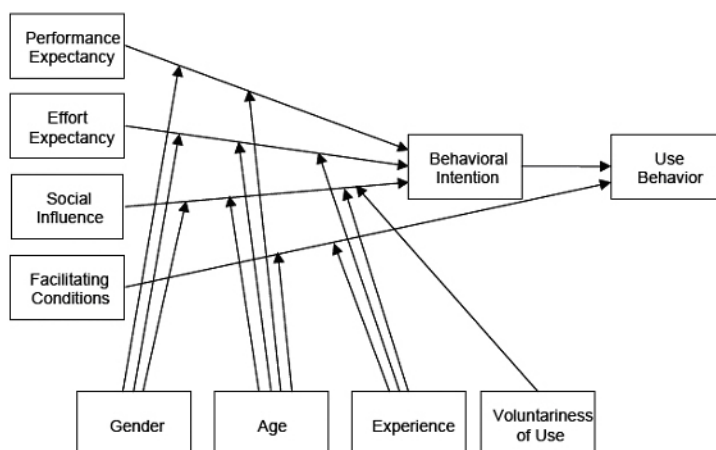
Det finns flertalet modeller som baseras på faktorer som påverkar beslutet att använda en teknik. Venkatesh m.fl. (2003) jämförde åtta olika modeller och sammanställde dessa i en samordnad modell där de ursprungliga modellernas begrepp och kategorier integrerades i nya. De ursprungliga modellerna har alla validerats och signifikans finns mellan faktorerna. De olika modellerna kan sägas förklara samma verklighet på olika sätt (Venkatesh m.fl. 2003). Den nya modellen validerades empiriskt och benämns Unified Theory of Accetance and Use of Technology (UTAUT), se figur 3.

UTAUT är ett användbart verktyg för managers att analysera sannolikheten att en ny teknik accepteras av personer i organisationen. Modellen bidrar även med förståelse för

vilka drivkrafter som ligger bakom acceptans av ny teknik vilket kan stödja proaktiva beslut, insatser och åtgärder. Modellen tar även hänsyn till den dynamik som uppstår i spridning av innovationer och inkluderar kontext, användarupplevelse och demografiska aspekter. (Venkatesh m.fl. 2003) Modellen innehåller fyra centrala faktorer som påverkar i olika grad användning av ny teknologi:

- PE (Performance expectancy) – Förklarar hur en individ tror att användningen av innovationen kommer hjälpa till och effektivisera en viss arbetsuppgift. Det är enligt Venkatesh m.fl. (2003) den faktor som påverkar intentionen mest att använda ny teknik. I fallet med VB kan det innebära att projektet blir klart på kortare tid, att kostnaderna minskar, kvaliteten ökar och så vidare.
- EE (Effort expectancy) Graden av ansträngning som en individ associerar till användningen av systemet. Hur svårt det är att lära sig VB och hur ansträngande det är att använda VB går till exempel under faktorn EE.
- SI (Social influence) Graden av en individs uppfattning om hur andra i omgivningen, (för individen viktiga personer), tror att individen kommer att använda systemet. Delas upp i två delar, ena delen är en subjektiv uppfattning och den andra är den för personen internaliserade gruppkultur och vad som informellt har bestämts hur beteende ser ut i vissa situationer. I faktorn SI ingår även faktorer som exempelvis förändringsbenägenhet.
- FC (Facilitating conditions) – Graden av övertygelse hos en individ om att en organisatorisk och teknisk infrastruktur finns för att stödja användningen av systemet. Kan delas in i tre delar; Upplevd beteende kontroll vilket betyder att det finns tillräcklig kunskap och infrastruktur för att använda tekniken. Kompatibilitet med hur arbetet utförs i dagsläget. Stödjande förutsättningar runtomkring innovationen för att den ska kunna användas i arbetsuppgifter.

Utöver de fyra faktorerna finns det modererande faktorer i modellen så som erfarenhet, ålder, kön och graden av frivillighet (VU), som kommer från innovation diffusion theory (Rogers, 2003).



Figur 3: UTAUT modellen beskriver intentionen och faktiska användningen av en IT innovation. (Okonkwo, 2012)

De tre faktorerna PE, EE och SI har en direkt inverkan på intentionen att använda tekniken. Venkatesh m.fl. (2003) har visat på att intentionen att använda en ny teknik har en stark korrelation till faktiskt användande. Faktorn FC har en direkt inverkan på faktiska användningen. De stödjande förutsättningarna påverkar användningen av tekniken medan de tre andra faktorerna påverkar beslutet att använda tekniken. Venkatesh m.fl. (2003) påpekar att modellen bör anpassas för den kontext den ska användas i.

Först och främst är modellen till för att studera individuella beteenden vilket är användbart, men eftersom studien undersöker en innovation inom en organisation tillämpas modellen annorlunda. Spridningen av innovationer inom organisationer förklaras av en helt annan process än mellan individer.(Cooper & Zmud, 1990) Alla faktorer spelar en roll i beslutet hos både högsta ledningen och yrkesarbetarna som ska tillämpa innovationen. Två av faktorerna och en modererande faktor anses spela en extra stor roll vid spridning inom organisationer.(Samuelsson, 2010)

3.3.3 Spridning inom organisationer

Tre faktorer kan anses spela en extra stor roll vid spridning av innovationer inom organisationer enligt Samuelsson (2010). Det baseras på att det finns tre övergripande forskningsinriktningar enligt Zmud och Cooper (1990) som behandlar de tre kategorierna:

- VU (Voluntariness of use) – Beslutet att implementera en innovation i en organisation kan tas av någon annan än den tänkta tillämparen.
- PE (Performance expectancy) – Den uppfattade nyttan eller den förväntade prestationen en innovation bidrar med kan bedömas på olika sätt på olika nivåer i en organisation.
- FC (Facilitating conditions) – Skillnaden mellan en individuell och en organisatorisk implementering är den kontext och organisatorisk infrastruktur som innovationen implementeras inom.

3.3.4 Frivillighet (VU)

Innovationsbeslut kan beskrivas som tidigare nämnt med tre olika kategorier: frivilligt-, kollektivt- och auktoritärt beslut. Dessa beslut kan finnas samtidigt i organisationen. I organisationer kan medlemmar vara tvingade att tillämpa en innovation vilket gör att beslutet inte är baserat på egen vilja. Resultatet för undersökningar som studerar faktorer likt de som nämnts ovan och dess påverkan på införande av ny teknik faller bort då beslutet inte baseras på egen vilja. De andra faktorerna som PE, EE, SI, och FC kan inte påverka utfallet och därför blir de underordnade frivilligheten (VU). (Samuelsson, 2010) Intuitivt är det rimligt eftersom en person blir tvingad att använda tekniken även fast det kan kräva mer jobb och den inte skapar det resultat som avses.

Kopplat till detta beskriver Leonard-Barton och Deschamps (1988) genom en fallstudie hur graden av VU påverkar ledningens möjlighet att påverka tillämpningen av en innovation genom stöd eller krav. Studien påvisar en positiv korrelation mellan ledningens krav eller stöd och tillämpningen av en innovation när personen innehar följande beskrivning:

- Har låg innovationskraft
- Anser att innovationen har en låg nytta i arbetet
- Innehar låg kunskap om innovationen och dess område
- Är lågpresterande

Det innebär att ledningen kan ha en stor påverkan på dessa personer. För personer med höga värden på de fyra punkterna finns enligt Leonard-Barton och Deschamps (1988) ingen korrelation till ledningens påverkan eftersom de tillämpar innovationen utifrån de fyra faktorerna i UTAUT modellen. En individs position i ett företag kan påverka både sin egen och andras användning av ett informationssystem.(Goodhue & Thompson, 1995) Till exempel kommer en person i högsta ledningen påverka andra. Positionen kommer även påverka hur den personen använder teknologin vilket kan kopplas ihop med olika PE för olika nivåer i företaget. När inte användningen är frivillig (VU) kommer kraven på PE och FC att öka.(Goodhue & Thompson, 1995)

En innovation kan tillämpas både genom ledningsbeslut och användarbeslut. Gallivan (2001) beskriver fyra olika sätt ett beslut om implementering av en innovation kan ske, se figur 4.

		Beslutar organisationen att implementera innovationen?	
Beslutar medarbetarna i organisationen att implementera innovationen?		Ja	Nej
	Ja	Auktoritetsbaserat beslut om implementering	Bottom-Up implementering
	Nej	Implementering men ingen användning	Ingen implementering

Figur 4: Fyra olika beslut för att implementera en innovation. (Samuelsson, 2010)

3.3.5 Förväntad prestation (PE)

PE är den faktor som inverkar mest på beslutet att tillämpa en innovation enligt Venkatesh m.fl. (2003). Den förväntade prestationen (PE) mäts inom företaget på alla nivåer mot de alternativ som finns (Rogers, 2003). För en innovation som enkelt går att mäta och uppvisar positiva ”objektiva” resultat kan fördelen enkelt påvisas från ledning till arbetare. Problemet blir om innovationen är svår att mäta vilket då ofta gör att olika aktörer inte uppfattar lika PE eller till och med negativt PE. Det kan finnas enskilda aktörer som upplever en negativ PE för en innovation fast den är positiv på organisationsnivå. PE kan vara starkt kopplat till sättet prestationer mäts eller belöningssystem vilket kan motverka innovationer (Leonard-Barton & Kraus, 1985). Förväntad prestation kan för en innovation vara otydlig och kräva stora förändringar i processer eller affärsmodeller inom verksamheten (Cooper & Zmud, 1990). Enligt Gallivan (2001) kan implementeringsprocessen försvåras om innovationer kräver hög kunskap av olika aktörer och användare vid tillämpning. Konflikter kan uppstå om kraven skiljer sig mellan företagsnivå och på projektnivå (Samuelsson, 2010). Om den uppfattade nyttan av innovationen (PE) skiljer sig mellan nivåer kommer den fulla

potentialen inte kunna utnyttjas (Cooper & Zmud, 1990). Om ledningen är medveten om innovationens stora potential men personer i verksamheten, exempelvis produktionspersonal anser att PE är lågt kommer förmodligen potentialen inte utnyttjas. I de fall där personer i verksamheten ser till innovationens stora potential men ledningen inte gör det kommer ingen effektiv spridning och utveckling ske. Stöd från högsta ledningen är viktigt för att få till en effektiv implementeringsprocess (Cooper & Zmud, 1990; Peansupap & Walker 2006b). Leonard-Barton & Kraus (1985) påpekar vikten av att ledningen definierar och konkretiserar lösningen för att uppnå goda effekter i implementeringsprocessen.

3.3.6 Stödjande förutsättningar (FC)

Som tidigare nämnt ser implementeringsprocessen för ny teknik olika ut för individer och organisationer. En implementeringsprocess inom en organisation kommer bero på hur den hanteras. Cooper och Zmud (1990) beskriver innovationsprocessen med sju delsteg. Direkt översatt till svenska blir dessa:

1. Initiering
2. Beslut att införa
3. Införande och anpassning
4. Acceptans och användning
5. Rutinmässig användning
6. Effektiviserad användning

Slutmålet för en innovationsprocess i en organisation är dess rutinmässiga användning, se Cooper och Zmud (1990). Framförallt verkar en innovationsprocess bero på vilken kontext den genomförs inom. Gallivan (2011) menar på att spridning av innovationer inom organisationer måste studeras både ur individers beteende och processer inom organisationen.

Ökad interaktion mellan och runt en innovation i ett socialt nätverk kan enligt Pittaway m.fl. (2004) öka spridningen av innovationer. Ytterligare faktorer som påverkar spridningen är enligt Rogers (2003) förekomsten av så kallade opinionsledare eller "change agents". Opinionsledare är som tidigare nämnts en person som har andra medlemmars förtroende och agerar ofta rådgivare i innovationsprocessen. "Change agents" är personer som oftare exponeras för extern kommunikation. Enligt Rogers (2003) är det en person som medlar mellan det sociala systemet och förändringsorganet och påverkar andra i beslut kring innovationen som är önskvärda sett ur förändringsorganets perspektiv. Leonard-Barton och Kraus (1985) menar på att det är viktigt att involvera både högsta ledningen och tillämpare av innovationen, att tillsätta resurser, identifiera och tillsätta opinionsledare, projektledare, och en person som integrerar sociala systemet med innovationsprocessen liknande Rogers (2003) "change agents".

I ett innovationsprojekt kommer intressenter antingen hjälpa till att bestämma målet för innovationen, utföra uppgifter, sätta gränser eller påverkas av själva innovationsprocessen och dess resultat. Dessa intressenter kommer därför antingen ha

en positiv eller negativ inverkan på spridningen av innovationen (Vos & Achterkamp, 2006). För att innovationsprocesser ska vara lyckosamma bör de tekniska aspekterna av innovationen matcha användarnas behov och i långa loppet även övriga intressenter (Barlow m.fl., 2006). Beroende på vad intressenter har för uppfattning, vilket formas av deras referensram, synpunkter och fakta kommer de spela olika roll i innovationsprocessen (Weisenfeld, 2003). Brown (2003) visade på att intressenter kan ha en direkt inverkan på spridning av innovationer men samtidigt är det ofta svårt att mobilisera och behålla deras deltagande i processen. Om intressenter har olika uppfattningar om en innovation krävs det informationsutbyte och en villighet att lära från varandra. Har intressenter olika intressen kring en innovation kommer det krävas förhandlingar och en villighet att kompromissa (Weisenfeld, 2003). Peansupap & Walker (2006) undersökte spridningen av ICT i byggbranschen och kom fram till att viktiga faktorer är styrning på både makro och mikro nivå. Högsta ledningen är en viktig del eftersom de har en stark potential att påverka. Det är viktigt att de stödjer tekniken, individer och omgivningen (Peansupap & Walker 2006b).

"Innovation is not the enterprise of a single entrepreneur. Instead, it is a network-building effort that centers on the creation, adoption, and sustained implementation of a set of ideas among people who, through transactions, become sufficiently committed to these ideas to transform them into good currency" (Van de Ven, 1986).

3.4 Spridning i interorganisationella system

Hobday (1998) menar att projektorganisationer är en önskvärd form att sprida och utveckla innovationer inom eftersom det finns en tidsbegränsning, ett mål fastställt av marknaden och resurser i form av sammansatta specialistediscipliner. Byggsektorn brukar anklagas för låg- produktivitet utveckling och förändringsbenägenhet. Om företagen involverade i ett byggprojekt kan integrera sina kulturer, affärsidéer och mål genom att dela på resurser, kunskap och färdigheter kan den fragmenterade naturen snarare främja innovationsförmågan än motverka den.(Hobday, 1998)

3.4.1 Typ av innovation

Vad gäller spridning av till exempel BIM inom byggsektorn kan tekniken i sig lösa några problem kopplat till den fragmenterade naturen, se till exempel Jongeling (2008). Införande av BIM och dess mjukvara är en produkt men när den används ingår den i en process. Införande av BIM är en komplex företeelse eftersom det är flera aktörer inblandade som ska använda tekniken, den utvecklas som en produkt, ska integreras i både tekniska och organisatoriska processer och bidrar till komplexitet genom sin natur (Samuelsson, 2010). En innovation kan kategoriseras utifrån vilken effekt den har. Från inkrementell till radikal där inkrementell innebär mer "förbättra det vi redan gör" medan radikal innebär "helt nytt sätt att göra något" (Tidd, 2008).

3.4.2 Kunskap och lärande

Wenger (2008) menar att lärande inte är någon individuell process utan lärande uppstår i en kontext utifrån vår erfarenhet och från den värld vi lever och deltar i. När vi engagerar oss i företagen och deltar i dess utförande tillsammans samverkar vi med varandra och således också med den miljö som finns runtomkring. Det betyder att vi lär (Wenger, 2008). Över tiden kommer det kollektiva lärandet att resultera i så kallad Practice som reflekterar både utförandet av vårt företag men också av de medföljande sociala relationerna. Practice som utvecklas över tiden kommer då tillhöra en slags

Community som skapas över tiden genom fortsatt utövande (Wenger, 2008). Communities of Practice (CoP) uppkommer genom att människor har ett ömsesidigt engagemang i ett gemensamt förfarande där de delar samma kunskapsbas (Brown & Duguid, 1991). I företag uppkommer CoP när människor adresserar återkommande uppsättning av problem tillsammans. Genom att delta i Communities skapas ett slags gemensamt minne vilket gör att människor kan utföra sina jobb utan att behöva komma ihåg allt själva (Koskela, 2008). *"In brief, they are groups of people informally bound together by shared expertise and passion for a joint enterprise"* (Wenger & Snyder, 2000).

Projektbaserade organisationer kan delas upp i projektgrupper och centrala grupper. (Gann & Salter, 2000) De centrala grupperna kan innehålla staber, tekniskt stöd och olika chefsnivåer i företaget. I en projektorienterad organisation är ofta avståndet mellan ledning och projektgrupper stort vilket medför svårigheter att dra nytta av lärdomar (erfarenhetsåterföring) och att sprida innovationer inom företaget (Samuelsson, 2010). Så kallade "silos", kunskapsöar tenderar att skapas både inom projekten mellan exempelvis projektering och produktion (Olofsson m.fl, 2004) men även i företaget för varje enskilt projekt (Samuelsson, 2010). Det betyder att kunskapen ofta hamnar hos individer och inte i företaget. Upp till 90 procent av felen under projekterings- och produktionsfasen i byggsektorn upprepas i senare projekt. Det beror på att erfarenheten från ett specifikt projekt stannar hos individen eftersom det saknas ofta mekanismer som överför den typ av kunskap till affärsprocesserna i företaget (Borgbrant, 2003). Utbildning har svårt att lösa dessa problem eftersom det enligt Edqvist (2001) kategoriseras som individuellt lärande. Som vi sett är individuellt lärande en förutsättning för innovationsprocessen.

Kollektiva kunskapen kan anses vara uppbyggd av olika individers kunskap (Wenger, 2008). Den kollektiva kunskapen finns på en organisatorisk och interorganisatorisk nivå. Den kollektiva kunskapen har ofta en "tacit" komponent vilket betyder att den är svår att artikulera eller skriva ned på papper (Wenger, 2008). Att kunna överföra sådan typ av kunskap inom företaget och mellan projekten är viktigt för innovationsprocessen (Hobday, 1998). I ett socialt nätverk finns det informella relationer som överför så kallad "tacit knowledge" (Pittaway m.fl. 2004). Att skapa kollektiv kunskap på organisationsnivån ger störst effekt vad gäller kunskapsspridning. Att skapa incitament för att dela kunskap på en organisationsnivå ökar viljan hos experter att delta (Wenger, 2008). Kollektiv kunskap eller intelligens betyder gruppens förmåga att lösa flera problem än respektive individ (Kim, 2012). Kunskap som skapas inom en CoP kan vara användbar även till andra Communities. Medlemmar ur respektive CoP kan hjälpas åt att lösa problem genom exempelvis skapa sammansatta möten med andra Communities (McDermott, 1999).

När CoP sprider sig över avdelningar och affärsenheter kan de utveckla strategiska perspektiv som överskrider den fragmentering som finns i byggbranschen. Exempelvis kan CoP föreslå utveckling av nya CAD standarder för produktionsritningar som ingen enhet skulle kunna på egen hand utveckla eftersom det krävs en utveckling på organisatorisk nivå. I vissa fall blir därför CoP användbar i att överskrida organisatoriska gränser. (Koskela, 2008) Aktiva CoP har en balans mellan att ge och ta i form av kunskapsöverföring mellan människor i Communityen (Wenger, 2008; Kim, 2012). Det är viktigt att ledare i CoP samlar ihop kunskap i form av "know how" och delar med sig och konsulterar andra. CoP kan utföra strategiska val, genererar nya

affärsmöjligheter, lösa problem, utveckla människors kompetens, marknadsföra och främja så kallade Best Practice.(Wenger & Snyder, 2000)

3.4.3 Best Practice

Kunskap som blir väletablerad i riktiga arbetssituationer kan beskrivas som Best Practice (McDermott, 2000). En CoP som är aktiv kommer kunna utveckla Best Practice på en hög nivå (Kim, 2012). Kunskapen går att dela med sig till andra genom exempelvis workshops eller möten (Kim, 2012). *"Best Practice is the knowledge that underpins examples of excellence. We can take this knowledge, share it and implement it throughout the construction industry"* (SECBE, 2005).

Att överföra Best Practice inom ett företag har en relativt konkret och entydig innebörd för utövare. Practice innebär organisationens rutinmässiga användning av kunskap som ofta har en Tacit komponent inbäddad i individers färdigheter och sociala arrangemang. Överföring av Best Practice betecknar företagets kopiering av intern Practice som utförs på ett överlägset sätt i vissa delar av organisationen och kända alternativ utanför.(Kogut & Zander, 1992)

3.4.4 Standarder och regler

Hobday (1998) menar att det är viktigt för företag att skapa standarder för att kunna samverka och förenkla kommunikationen mellan varandra inom ett interorganisationellt system. Standarder är även viktigt för att kunna integrera olika system med varandra.

Institutioner anses vara de rutiner, etablerad praxis, vanor och regler som reglerar hur individer, grupper och organisationer interagerar med varandra. Det gör att institutioner spelar en viktig roll i spridning av innovationer inom byggsektorn (Kadefors, 1995). Institutioner återfinns på olika nivåer. På interorganisationsnivå inom byggsektorn kan exempel på institutioner vara hur byggprojekt genomförs där olika aktörer delas in i avgränsade roller ofta med en skarp gräns exempelvis mellan projektering och produktion. Ytterligare institutioner kan vara hur handlingar och ritningar ska redovisas och de upphandlings- och ersättningsformer som finns (Samuelsson, 2010). Enligt Edqvist (2001) verkar institutioner inom ett avgränsat område så som geografiskt (globalt, nationellt, regionalt), funktionellt eller indelat efter sektorer. Det är ofta svårt att definiera precisa gränser både för institutioner och för innovationer men genom att sätta in en innovation i ett sammanhang kan det öka förståelsen för hur den påverkar och påverkas. En IT innovation har ofta en funktionell karaktär vilket gör att den kan lättare spridas över sektorer och geografiska gränser. BIM däremot har en mer sektorindelad karaktär eftersom den kräver stora anpassningar (Samuelsson, 2010).

Kadefors (1995) menar att institutioner är ett svar på den fragmenterade naturen av byggsektorn och skapas så att människor inte ska behöva "uppfinna hjulet" på nytt eller att helt improvisera inför varje nytt projekt. Dessa institutioner består av informella och formella regler, kultur, arbetssätt, hur byggprocessen ser ut och vilka roller som är nödvändiga för att driva ett projekt. Det bidrar till att stödja de olika aktörerna i processen och underlätta kommunikation och koordinera arbeten. Enligt Kadefors (1995) har institutionerna i byggsektorn naturligt uppkommit och motsvarar de rutiner och interna processer inom tillverkningsindustrin som företagen kan kontrollera. Det gör att institutionerna finns där för att bidra till högre effektivitet och att samordna byggprocessen men samtidigt skapar ett inflexibelt system (Kadefors, 1995).

Institutionerna är därför hämmande i en innovationsprocess eftersom de vill bevara befintliga teknologier och beteenden samtidigt som de har standardiserat hur projektering går till och vilka lösningar som framställs (Samuelsson, 2010).

3.5 Byggsektorn

I byggsektorn är produktionen huvudsakligen projektorienterad och kräver ett stort antal specialiserade aktörer från olika sektorer. Design är ofta separerad från produktion och organisering av varje byggprojekt blir en form av experiment verkstad vilket bör öka möjligheten att sprida innovationer. Så är dock inte fallet eftersom byggprojekten tenderar att ha lösa kopplingar mellan projekten och inom projekten som gör att det skapas barriärer för spridning av innovationer (Widen m.fl., 2009). De lösa kopplingarna tillsammans med att projekten ofta är permanenta organisationer gör att det är svårt att överföra innovationer mellan projekten och få till en användning inom projekten (Dubois & Gadde, 2002). Byggsektorn innehåller en rad olika aktiviteter och aktörer som påverkas av dess omgivning i olika grad (Widen m.fl., 2009). Varje projekt anses ha ett eget liv utan historia eller framtid (Dubois & Gadde, 2002). Marknads och organisationsstrukturen hos byggnadssektorn är kraftigt fragmenterad och diversifierad med många aktörer som är specialister (Cheng & Heng, 2001). Hinder för spridning av innovationer är det enstaka projektets korta tidsram och "project scope" (projektets resultat och funktioner) (Widen m.fl., 2009).

De senaste 20 åren har tillverkningsindustrin upptäckt problem med en kraftig specialisering av specifika funktioner. Ofta brukar dessa problem uppstå utifrån separerade funktioner så som design, konstruktion och produktion och dess oförmåga att kommunicera effektivt mellan varandra (Hardcastle, 1999). Tiden för att utveckla nya produkter förlängs inom komplexa projekt och kostnaderna börjar stiga. Ungefär samma problem står byggsektorn inför idag där design och konstruktion separeras, underliggande antaganden att byggprojekt är unika och det därför inte går att applicera metoder från tillverkningsindustrin, tillsammans med att projektorganisationen byts ut efter varje projekt. Det har det skapats en stark betoning på det enskilda projektlaget att formulera den bästa organiseringen för design och konstruktionsprocessen för att genomföra ett lyckat projekt (Hardcastle, 1999).

Som med andra industrier så ska konstruktionen av byggnaden uppfylla eller överskrida kundens förväntningar på kvalitet, kostnad och tid. Inom byggsektorn idag görs detta genom att maximera kundens deltagande i designfasen av ett projekt, så att kundens önskelista översätts till kriterier i processen från första början. Paradoxalt saknar ofta kunden tillräcklig erfarenhet för att kunna artikulera krav i förväg. Ofta vet inte kunderna vad de vill ha förutom immateriella saker som "hög kvalitet" eller "prestige" (Hardcastle, 1999). Projekten ses ofta som flexibla, unika och situationsspecifika organisationer och mindre byråkratiska än permanenta. Samtidigt har byggsektorn dragits med ett rykte att vara konservativ och dåliga på förändring. Eftersom varje projekt startar från noll så är det en paradox (Kadefors, 1995). Projektorganisationerna innehåller ofta stort antal olika aktörer med olika mål och intressen. Många av dessa har ingen kontroll över hela projektet och träffas aldrig eftersom de deltar i olika faser av byggprocessen. Kadefors (1995) menar att byggprojekt inte endast kan studeras ur synen att varje projekt är unikt och resultatet av varje enskilt projekt beror på ledningen. Det beror även på temporära bestämmelser mellan institutioner i byggsektorn.

3.6 Motstånd till förändring

Som tidigare nämnt kommer en innovation att leda till förändring. Vid förändringar så kommer det uppstå motstånd från människor runt om i organisationen. Av olika anledningar reagerar individer eller grupper väldigt olika på förändring. Det kan innebära passivt motstånd, aggressivt försöka underminera idén till att uppriktigt omfamna den (Kotter, 2008). Enligt Dent (1999) motstår inte människor själva förändringen i sig utan de vill skydda sin status och trygghet. Ofta gör människor motstånd mot förändringar för att de berörda inte tycker en idé är realistiskt eller helt enkelt okänd. För att kunna förutspå vilken form av motstånd som kan gestaltas behöver chefer enligt Kotter (2008) vara medvetna om det fyra vanligaste anledningarna till att människor motsätter sig förändringar; en önskan att inte förlora något av värde, missförstånd av förändringen och dess konsekvenser, en övertygelse om att förändringen inte är meningsfull för organisationen och en låg tolerans mot förändring. I en organisation är få förhållanden "objektiva" i den meningen att det bara skulle finnas en riktig beskrivning (Jacobssen, 2005). Drivkrafter måste tolkas och översättas och konsekvenser för organisationen måste konstrueras vilket möjliggör ett motstånd till förändring som grundar sig på oenighet om hur verkligheten "faktiskt" är (Jacobssen, 2005). En grupp kan se behovet av en förändring men ändå välja att motarbeta den eftersom gruppen själv förlorar på förändringen (Jacobssen, 2005).

Vad gäller individuella förhållanden kan motstånd gestaltas på flera olika sätt. Det kan uppstå yrkesmässig oenighet kring behovet av förändring och om förändringen verkligen kommer leda till det resultat som förespråkas (Jacobssen, 2005). Förändringar skapar alltid en emotionell reaktion och i många fall aktiveras de som kallas sociala försvarsmekanismer (Argyris, 1990). Grunden till försvarsmekanismerna är att alla människor innehar så kallade bruksteorier som är en uppsättning grundvärderingar och styr beteendet vid förändringsprocesser. Bruksteorierna gör att fokus handlar om att några vinner och några förlorar på förändringen. Därmed betraktas förändringen som ett hot eftersom personer ofta uppfattar det som att andra människor tänker likadant och det uppstår en vinna eller förlora situation.

Personer försöker göra rationella bedömningar och analysera aktörerna motiv och intentioner ur deras perspektiv. Att testa antaganden från förändringen i offentligheten anses ofta alltför riskabelt (Jacobssen, 2005). Diamond (1986) menar att individuellt motstånd bottnar i en rädsla för det okända och det nya. En förändring innebär därför ofta att frågor uppstår som exempelvis "kommer jag klara detta?", "vad händer med mitt jobb?". Resultatet av denna process uppenbarar sig ofta genom psykologisk stress vilket upplevs som obehagligt. Konsekvensen blir att personen får problem att ta till sig information, att lyssna och motsätter sig förändringen. Naturligt utifrån dessa förutsättningar gör att människor försöker reducera stressen och gör det genom att bevara rådande situation (Jacobssen, 2005). Appelbaum, (1990) gjorde en undersökning där 85 procent kände en rädsla för att förlora kontrollen och "skämma ut sig" vid införande av ny teknik. Appelbaum (1990) menar att ledningens största ansvar är att ta rollen som "change agents" som beskrevs tidigare i kapitlet. Det kraftfullaste verktyget för att minska motståndet i en förändringsprocess är att kommunicera med anställda att förändringens syfte är att öka effektiviteten och resultaten i organisationen. Motstånd till teknologiska förändringar uppstår när chefer inte själva kan acceptera förändringarna utan oro. De tjänar då som modeller för motvillighet (Appelbaum, 1990). McHugh (1997) menar på att motstånd kan vara rationellt förankrat genom att förändringen i sig kräver en större arbetsinsats av de inblandade. Det uppstår ofta

dubbelarbete vid förändringsprocesser. En förändringsprocess innehållande ny teknik, nya uppgifter och nya arbetsprocesser innebär att många människor måste utbilda sig och kräver investering i ny kunskap. Vid en förändring krävs det därför ofta utbildning parallellt med utförande av de vanliga arbetsuppgifterna vilket ökar arbetsbelastningen. Det blir extra problematiskt om gamla arbetssätt även ska fasas ut. Det här kan därför vara en mödosam process vilket kan resultera i motstånd till förändringen (Jacobssen, 2005).

Varje organisation har en kärna av uppgifter som ska lösas genom en användning av teknologi och människor. Teknologin kan sägas bestå av två delar där ena delen är fysiska (maskiner) och den andra mjuka (kunskap) (Jacobssen & Thorsvik, 2002). Att förändra båda dessa kan ofta leda till motstånd i form av trögrörlighet (Jacobssen, 2005). När det gäller förändring av kunskap, ofta kallat kunskapskapitalet uppstår det ofta problem inom professionella organisationer där människor ofta har investerat mycket i en speciell typ av kunskap som är knuten till en speciell typ av verksamhet. De personer som har investerat mycket i kunskapen har ett egenintresse i att bevara den status som varit förknippad med kunskapen. Det gör också att dessa personer ofta är reaktionära- istället för progressiva krafter och vill bevara traditionella positioner och kännetecken. Starka professioner kan därför skapa en tröghet i organisationer som ökar ju mer professionen har investerat i kunskapen. Ju mer trögheten ökar ju mindre chans är det att förändringar med införande av ny kunskap kommer välkomnas (Jacobssen, 2005). Simu (2009) visar i sin avhandling att exempelvis platschefer har ett mindre behov av förändring i sitt arbete och därför ofta uppfattas som konservativa. Platschefer har ofta lång erfarenhet och stor kunskap om byggproduktion.

Motstånd till förändringar kan vara positivt vilket innebär att människor i organisationen engagerar sig och invänder kritiskt mot olika lösningar. Motstånd kan därför betraktas som en kontinuerlig debatt om vad som är den korrekta "objektiva" beskrivningen av dagens tillstånd, problem och lösningar. Vad är det då som påverkar graden av motstånd vid en förändring? Det är enligt Jacobssen (2005) svårt att ge entydiga svar på den frågan men det finns några element som anses centrala.

Hur tydlig och entydig förändringsidén är har att göra med hur klart och objektivt det går att argumentera för att förändringen är nödvändig. En av anledningarna till att förändringar ibland misslyckas är enligt Strebel (1996) att anställda och deras chefer ser på förändringen olika. För ledande befattningshavare innebär förändring en möjlighet både för företaget och dem själva men för många anställda betyder förändring ett störande och påträngande moment. Förutom tydligheten varför en förändring är nödvändig påverkar även vilka åtgärder som används och hur tydligt dessa åtgärder kan kopplas till önskvärda effekter. Första punkten kan även kopplas till tidselementet i förändringen. En proaktiv förändring kommer per definition basera sig på en relativt oklar förändringsidé eftersom grunden i idén kommer från antaganden vad som kommer hända i framtiden. Det skapar därför svårigheter för chefer att argumentera objektivt för en förändring. (Jacobssen, 2005) Kopplat till osäkerheten kring förändringsidén är de politiska aktiviteterna som enligt Mintzberg (1983) tenderar att öka med graden av osäkerhet och därmed kunna ge upphov till motstånd. Osäkerheten går även att koppla till individers stressnivå som nämnts tidigare. Kotter (1995) menar att etablera en "sense of urgency" är viktigt för att få igenom en förändring. Det ska helst finnas en känsla att förändringen är nödvändig och det är bråttom att komma ifrån nuvarande läge. Kotter (1995) citerar en VD, *"The purpose of all this activity is to make the status quo seem*

more danger-ous than launching into the unknown” Reaktiva förändringar går att koppla till ”urgency” eftersom en sådan förändring ofta är ett svar på någon förändring i omgivningen som exempelvis dåliga ekonomiska resultat. Därför kan en förändring som kan förklaras empiriskt öka ”sense of urgency”. Kotter (2007) menar också på att den vision som skapats som resultat av förändringen bör kommuniceras till berörda intressenter för att öka chansen för en effektiv förändringsprocess.

3.7 Teori, sammanfattning och diskussion

Teorikapitlet beskriver hur den generella innovationsprocessen ser ut. Utifrån studiens syfte och forskningsfrågor har störst fokus lagts på den delen i innovationsprocessen som kallas spridning. Enligt teorin kan en implementerings-process anses vara lyckad när användningen av en teknik har rutiniserats och effektiviserats i företagets processer. För att kunna behandla frågor som uppkommer när en ny teknik ska användas har en modell kallad UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) skapad av Venkatesh m.fl. (2003) använts. Modellen bygger på att det finns fyra faktorer; Performance expectancy (PE), Effort expectancy (EE), Social influence (SI) och Facilitating conditions (FC) som påverkar en individ i beslutet att använda en ny teknik. Varje beslut att använda en teknik kommer i slutändan tas av en individ varför modellen är relevant i sammanhanget. Spridning av innovationer inom en organisation sker inte alltid på en individuell nivå. Beslut att tillämpa en innovation kan ske enligt ”bottom up” eller genom auktoritära beslut. Andra personer än den som ska tillämpa innovationen kan ha ta beslutet. Det gör att i en organisatorisk kontext är tre faktorer extra viktiga där en av dessa ursprungligen varit en modererande faktor i UTAUT modellen; Performance expectancy (PE), Facilitating conditions, (FC), och graden av frivillighet (VU). Modellen är användbar för att analysera beslutet att tillämpa en ny teknik.

Tre nivåer; individ, organisatorisk och interorganisatorisk skapas (Samuelsson, 2010) för att kunna kategorisera hinder som uppstår i implementeringsprocessen presenterad som sex steg av Zmud & Cooper (1990). Enligt teorin är byggsektorn och dess projektorienterade karaktär speciell vilket gör att svårigheter kan uppstå på alla nivåer. Organisationerna kan delas upp i projektgrupper och centrala grupper (Gann & Salter, 2000) där avståndet mellan grupperna ofta är stort vilket medför svårigheter att sprida innovationer (Samuelsson, 2010). De institutioner som Kadefors (1995) beskriver hämmar spridning av innovationer. Den speciella kontexten gör att kunskapsöverföring och specifikt sådan kunskap som skapas genom så kallad ”practice” är svår att överföra mellan projekten. Ett sätt att göra det är genom Communities of Practice (CoP) (Wenger, 2008). Slutligen förs en diskussion kring motstånd till förändring som kan uppkomma i en innovationsprocess.

4 Metodval

Enligt Patel och Davidson (1994) innehåller forskningsprocessen sex steg: identifiera problemet, litteraturgenomgång, välja forskningsdesign och teknik, utföra undersökningen, analysera och tillslut rapportera. Första steget, att identifiera problemet, gjordes i samarbete med NCC Construction Sverige AB. Eftersom syftet med uppsatsen är att analysera de faktorer som påverkar implementeringen av VB inom NCC finns det ett antal metoder som är aktuella. Enligt Yin (1994) finns det tre villkor som påverkar vilken undersökningsstrategi som bör väljas.

- Typ av forskningsfråga
- Forskarens kontroll över händelser
- Nutid mot historiskt fokus.

Syftet beskrivet ovan har till sin natur ambitionen att besvara frågor som "hur" och "varför". Enligt Yin är forskningsfrågor av denna typ relaterade till forskningsstrategier som experiment, historier och fallstudier. När forskaren inte har kontroll över händelserna så är experiment som metod inte aktuellt. Historiska metoder, exempelvis dokumentstudier, är att föredra om det finns en begränsad tillgänglighet och nutida händelser inte är i fokus. (Yin 1994).

Studien har inte problem med tillgänglighet, händelser som är kopplade till implementeringen av VB är utom forskarens kontroll och nutiden är i fokus. Detta tillsammans med frågor av typen "hur" och "varför" gör att en fallstudie är att föredra.

Yin (1994) definierar fallstudien enligt: *"A case study is an empirical inquiry that investigates a contemporary phenomenon within its real life context, especially when the boundaries between phenomenon and context are not clearly evident"*

4.1 Fallstudie

Om syftet är att lära sig bygga ett hus så kan antingen ett eller flera olika husbyggen, studeras. Forskaren kommer få göra en avvägning mellan att studera några få fall djupgående eller studera ett stort antal fall mer ytligt. Uppsatsen är en fallstudie av NCC Construction Sverige AB där flera olika oberoende byggnadsprojekt inom organisationen studeras. Det kan tolkas som att det finns flera mindre fallstudier i den stora övergripande fallstudien. Beslutet att implementera VB i NCC:s byggprojekt är ett centralt beslut taget av ledningen. För att skapa en förståelse och hitta gemensamma mekanismer kring implementeringsproblematiken så krävs det att flera olika interna projekt studeras. Enligt (Yin, 1994) kan det här angreppssättet stärka den övergripande designen av studien. Att basera fallstudien på flera olika fall hjälper till att formulera insikter och separera de som bara gäller för ett enskilt fall med de som gäller för flera fall. Fallstudien får dock inte innehålla för många fall eftersom det då inte går att undersöka varje fall på djupet, och därmed per definition inte blir någon fallstudie. (Gerring 2007)

Att få en djup förståelse innebär ofta att lära sig deltagarnas "mentala modeller" i studien (Senge 1990; Huff, 1990). Gerring(2007) definierar "mentala modeller" enligt, *"A mental model is the set of propositions a participant in a case understands to be reality"*

4.1.1 Kvalitativ datainsamling

En fallstudie undersöker en speciell enhet och Robert Stake (2008) kallar det "functioning -unit" eller "bounded system". Det som är avgörande för att kunna definiera studien som en fallstudie är valet av enhet som ska studeras och dess gränser. Enheten som ska studeras, i det här fallet NCC Construction Sverige AB, kan studeras med hjälp av till exempel kvalitativ eller kvantitativ, analytisk eller hermeneutisk eller med en blandning av metoderna. Poängen med fallstudie är att kunna studera enheten intensivt och på djupet och fokuserar på relationen till det omkringliggande, det vill säga kontexten. Det är här avgränsningen för fallet kommer in eftersom det är den gränsen som bestämmer vad som är fallet och vad som är kontexten. (Bent Flyvbjerg, 2011) Datainsamlingsmetoden som används i studien är kvalitativ i form interna dokument och intervjuer. Till skillnad mot kvantitativ forskning, där kausala samband, förutsägelser och generalisering av resultat är kärnan letar kvalitativ forskning efter upplysning, förståelse och extrapolation till liknande situationer (Hoepfl, 1997).

Det attraktiva med kvalitativ data är enligt Miles (1979) att den är "rich, full, earthy, holistic" och blir direktöversatt ungefär rik, fullständig, jordnära, och har en helhetssyn. Miles (1979) menar att kvalitativ data bevarar den kronologiska ordningen där det är viktigt och retoperspektiva förvridningar av händelser minimeras. Båda dessa två aspekter är viktigt för studien eftersom personers uppfattning kring ny teknik beror på händelser som tidigare ägt rum (Rogers (2003)). Det skulle gå att undersöka implementeringsproblematiken av VB genom att skicka ut enkäter till olika personer i organisationen och göra en statistisk analys av resultatet. Det skulle dock vara svårt att fånga personernas bild av tidigare händelser, och hur de själva tolkar situationen. Dessutom är implementeringen av VB mycket en fråga om människor enligt NCCa (2012) vilket betyder att det är ett socialt sammanhang som ska undersökas. Enligt Cronbach (1975) kan inte statistiska metoder ta full hänsyn till alla de interaktions-effekter som sker i sociala sammanhang.

4.2 Metod och urvalsstrategi

När studien inleddes fanns bara en övergripande problemformulering att förhålla sig till och inga explicita hypoteser. Miles och Hyberman (1994) menar att dessa förutsättningar möjliggör en gradvis utveckling av forskningsfrågor och begreppsram. Frågor angående urvalsstrategi kommer utifrån detta att skjutas in i framtiden och så kallad snöbollsstrategi kan användas. Trots att fallet som ska undersökas bestämdes i förväg så är det många beslut kring vilka projekt, personer, geografiskt område och händelser som ska studeras. Stake (1994) menar att träning och intuition bidrar till att ett bra urval sker. Det finns problem med denna typ av angreppssätt, så kallat "data overload" eller "data asphyxiation" vilket betyder att forskaren översvämmas av data eller har tillgång till för mycket data. Det kan medföra att det är svårt att urskilja vad som är relevant data och inte. Risker för det ökar ju mindre definierad ursprungliga designen på studien är. Detta eftersom det blir svårare att vara selektiv vid insamlande av data. All data kan tyckas viktig som bakgrund om forskaren väntar på nyckelfaktorer, mekanismer och regelbundenhet att framgå från fallet (Miles & Huberman, 1994).

Även fast risken för "data overload" eller "data asphyxiation" finns så kan det i detta fall vara att föredra att ha en svagt definierad undersökningsstrategi. Speciellt eftersom studien inte ämnar göra gränsöverskridande jämförelser eller statistiska analyser. Det är en undersökande snarare än bekräftande fallstudie som ämnar förklara problematiken

kring implementering av VB i NCC:s organisation. Förutom den beskrivna problematiken finns det inga förutbestämda koncept eller teorier, bara ett arbetssätt definierat av NCC som Virtuellt Bygande. Utifrån teorin i kapitel tre är varje organisation unik, byggbranschen är horisontalt och vertikalt fragmenterad och spridningen av innovationer är kontextberoende. Därför behövs det en rik beskrivning av dess kontext för att kunna beskriva och undersöka spridningen av tekniken i organisationen. Fallstudien är därför baserad på kvalitativ data utan några ambitioner att göra generaliseringar utanför studieobjektet (NCC). Utifrån dessa faktorer så är en svagt definierad forskningsdesign att föredra (Miles & Huberman, 1994).

Trots att studien har en svagt definierad design så influeras den av fallets naturliga avgränsningar, teorier och forskarens intressen. I det här fallet har valet av projekt till stor del bestämt riktningen på studien vilken har utförts på uppdrag av NCC. Dessutom har forskningsfrågorna påverkat studiens inriktning.

NCC driver hundratals projekt per år vilket gör att studien står inför ett beslut hur många projekt som ska studeras. Under inledningen av studien togs i samråd med personer ur staben för VB beslutet att fokus ligger på projekt som kan påverka projekteringen och har ett värde över 20 miljoner kronor. Det krävs en avvägning mellan att studera några få intensivt eller flera mera ytligt. Enligt Gerring (2007) så bör flera fall studeras för att kunna dra mer representativa slutsatser för populationen som studeras (NCC), men inte så många så det inte går att studera varje fall intensivt. Det blir en tolkningsfråga i slutändan, dock anses en handfull projekt vardera av VB projekt och projekt som inte använder tekniken skapa en möjlighet att studera varje projekt på djupet och hitta gemensamma mekanismer.

Förutom att välja vilka projekt och hur många som ska studeras måste även personer som är av intresse för studien väljas ut. Utifrån syftet så krävdes det en kartläggning vilka de viktigaste intressenterna var i implementeringen av VB för att kunna intervjua dessa. Här innebär intressenter de personer som har mycket makt, påverkas mycket eller har ett stort intresse i att införa tekniken. Även här krävs en avvägning mellan hur många personer och på vilka nivåer intervjuer ska genomföras. Det kan tänkas att flera högt uppsatta chefer intervjuas eller personer på olika nivåer i organisationen intervjuas. Vad som ansågs viktigt i det här fallet var att kartlägga personer på olika nivåer för att få en nyanserad bild av implementeringen. Uppfattningen kring VB och dess nytta kan skilja sig mellan nivåer i företaget enligt teorin men också divergerande uppfattningar om varför VB används.

Det ska klargöras att urvalet av intervjupersoner förmodligen kan skapa ett resultat som är snedvridet. Framförallt handlar det om att studien främst har undersökt hinder för bred implementering i NCC:s organisation och därför kan resultatet av upplevda hinder vara skilt från medelvärdet över hela organisationen. Eftersom strategin dock är att få till en bred användning bör resultaten vara värdefulla eftersom det är dessa hinder som måste överbryggas för att få till en spridning till den stora majoriteten. Vad som studien inledningsvis inriktade sig på är de projekt som inte använder VB. Det skulle senare visa sig att användningen på bredden i organisationen påverkas av vilka nyttor som uppfattas av personer som har använt VB. Därför är studien även inriktad på projekt och personer som har kunskap och använt VB i en större omfattning än steg ett 3D projektering.

4.3 Fallstudiens genomförande

För att få djupare kunskap om problemet och generera hypoteser började studien inledningsvis med ett antal studiebesök, inläsning av interna dokument och intervjuer/samtal. Dessa tre beskrivs mer utförligt nedan. Att kombinera olika metoder för datainsamling, så kallad "triangulation", minskar risken för att forskaren påverkas eller influeras av fallet (Miles och Huberman, 1994). Inledande delen av studien gav bland annat kunskap om VB, NCC:s organisation, människors uppfattning av tekniken, människors uppfattning kring införande av tekniken och positiva och negativa åsikter av tekniken. Nya frågor skapades ur den inledande fasen vilket influerade senare del av studien och de intervjufrågor som senare skapades. Intervjuerna/samtalen gjordes med personer från olika nivåer i organisationen vilket också minskar risken för så kallade "elite respondents" (Miles och Huberman, 1994). Inledningsfasen skapade frågor som exempelvis vikten av kunskap, kostnaden för att projektera i 3D, vilka som tog beslutet att använda VB eller inte och så vidare. Dessa frågor följde med senare delen av studien som diskussionsunderlag vid senare intervjuer. Tillsammans med frågorna som genererades ur inledningsfasen tillkom ytterligare viktiga aspekter som identifierades ur litteratur från bland annat innovationsteori, motstånd till förändring, införande av IT och communities of practice.

Efter inledningsfasen kunde organisationen kartläggas och utifrån de data som samlades in kunde ett antal nyckelintressenter identifieras vilka var affärschef, entreprenadchef, projekteringsledare, platschef, teknikspecialist och modellsamordnare. Tillsammans med staben för VB bestämdes att fokus för studien är projekt som inte använder VB. Det uppkom sedermera problem att identifiera projekt som stämde in på dessa kriterier varpå fokus kom att hamna på intressenter och inte enskilda projekt. Det som är fördelaktigt med att fokusera mer på intressenter än enskilda projekt är att det skapas en mer generell uppfattning kring implementeringsproblematiken. Studiens syfte är trots allt att ge omfattande beskrivning av problematiken. Problemet med att fokusera på intressenter är att dynamiken kring varje enskilt projekt kan förbises.

Eftersom NCC driver sin verksamhet genom projekt som är temporära organisationer intervjuades personer från olika nivåer kopplade till samma affärschefsgrupp. I affärschefsgruppen kan det skapas grupptillhörighet och uppfattningarna kan skilja sig mellan olika affärschefsgrupper. Förutom att intervjua personer på olika nivåer inom varje affärschefsgrupp intervjuades personer ur olika affärschefsgrupper. Det här medför att studien får även en geografisk spridning eftersom affärschefsgrupperna ofta har ansvar för ett geografiskt område. Att studien inte fokuserar på ett specifikt geografiskt område kan skapa problem eftersom kontexten kan skilja sig åt. Eftersom studien inte kontrollerar för faktorer som till exempel konkurrenstryck och underleverantörers kompetens kan det uppstå liknande resultat men där förklaringen är olika. Det har därför varit viktigt under hela studien att resonera och argumentera för förklaringsfaktorer och resultat baserade på enstaka intervjuer.

4.4 Intervjuer, interna dokument och studiebesök

Under studien gjordes 20 formella intervjuer där respondenterna blev informerade innan om studiens syfte. Utöver dessa formella intervjuer gjordes det mer informella intervjuer ute i projekten och möten på NCC:s kontor. Intervjuerna varade mellan 30 och 90 minuter. Det var en blandning mellan personliga möten och telefonintervjuer. Många gånger följdes intervjuerna upp med telefonsamtal eller mail med ytterligare

frågor eller klargöranden kring saker som kom upp under intervjuerna. I den inledande fasen hade intervjuerna en mer löst strukturerad form för att kunna fånga upp intressanta synpunkter och få nya infallsvinklar kring användningen av VB. Inledningsfasen fungerade också som en sorts träning i intervjumetodik och vilka frågor som ansågs fungera bra. Exempelvis kunde intervjuerna ha löst formulerade punkter att diskutera kring som "fördelar med tekniken", eller "vad ser du är det största hindret för implementering av tekniken". Enligt Kvale (1996) så kräver studier som har en undersökande karaktär en relativt lös struktur på intervjuerna.

Efter de första intervjuerna kunde semi-strukturerade intervjuer formuleras för att kunna gå in mer på djupet kring problemställningen. Målet med en semi-strukturerad intervju är inte att bindas till ramverket som skapats utan att fungera som en slags minneslista för att vara säkra på att alla viktiga frågor behandlas (Easterby-Smith, et al., 2002; Johnson & Christensen, 2008). Strukturen för intervjuerna såg olika ut beroende på vem respondenten var. Exempelvis syftade intervjuer med affärschefer att undersöka strategi, utbildning och målformulering och intervjuer med yrkesarbetare syftade mer på teknikanvändning. Under inledningsfasen av studien gjordes anteckningar vid intervjuerna för att minnas viktiga faktorer. Efter intervjuerna sammanfattades sedan anteckningarna. I mellan och slutskedet av studien spelades intervjuerna in efter att respondenten hade tillfrågats. Efter intervjuerna transkriberades materialet och viktiga faktorer identifierades. Under inledningsfasen identifierades några faktorer som ansågs vara viktiga och centrala för studien. Exempel på sådana faktorer var: uppföljning och formulering av kravbeställningar, konsulternas kompetens, dålig återkoppling, projekt separeras med projektering och produktion. Senare kunde intervjufrågor formuleras kring faktorerna för att undersöka mer på djupet. När sådana faktorer identifierades var det viktigt att ställa frågan till flera personer på olika nivåer för att se om det var ett lokalt problem eller om det gällde generellt i organisationen.

En anledning till att intervjuer är en bra metod för att samla in data för studiens syfte är att de kan skapa en förståelse för respondentens egna "värld" (Easterby-Smith m.fl. 2002; Johnson & Christensen, 2008). Hur människor upplever samma fenomen, eller i detta fall hur människor upplever en förändring kan variera (Jacobssen, 2005). Det är av intresse för studien att fånga människors olika uppfattning kring införande av VB i NCC:s organisation. Wenger (2008) pratar om hur människor uppfattar och skapar olika mening av händelser, se kapitel tre. Därför började intervjuerna alltid med att be respondenten att klargöra för vad som ingick i benämningen VB och vad det betydde personligen. Respondenten fick även svara på hur de uppfattade förändringsprocessen som följer av VB implementeringen. Gerring (2007) menar att hela syftet med fallstudier är dels att kartlägga hur människor skapar mening av händelser och hur denna process går till. Detta tillvägagångssätt gjorde att många viktiga faktorer och händelser kring implementeringen av VB kunde identifieras av respondenterna själva.

20 intervjuer genomfördes under studien. Personerna som intervjuades identifierades tillsammans med respondenter ur inledningsfasen och med hjälp av personer från NCC. Målet var att få en spridning av respondenter både geografiskt och på olika nivåer i företaget. Se tabell två för lista över intervjuer under studiens gång. Mall över intervjufrågor finns i bilaga ett.

Tabell 2: Personer som intervjuades under studien.

Två chefer centrala grupper	Telefonintervjuer
Fyra affärschefer	Två personliga intervjuer och två telefonintervjuer
Tre entreprenadchefer	Telefonintervjuer
Två projekteringsledare	Telefonintervjuer
Två platschefer	Telefonintervjuer
Tre arbetsledare	Två personliga intervjuer och en telefonintervju
En teknikspecialist	Personlig intervju
En modellsamordnare	Telefonintervju
Två ingenjörer	Personlig intervju och telefonintervju

Några projekt besöktes för att se hur tekniken används i praktiken. Under studiebesöken visade personer upp hur tekniken används och 3D modeller för det givna projektet analyserades och visades upp. Under studiebesöken fördes även mer informella samtal med yrkesarbetare för att få höra synpunkter från olika människor ute på bygget. Studiebesöken gjorde så tekniken förankrades i verkligheten vilket skapade en bättre förståelse för vad VB innebär. Även ett personligt möte genomfördes med personer ur VB staben på huvudkontoret.

Interna dokument bestod av NCC:s verksamhetssystem, användningsmanual för programmet Naviswork, CAD-PM och en checklista för VB projekt. Dessa dokument förklarar hur ett VB projekt bör genomföras och vilka krav som ställs på konsulter. Dokumenten hjälpte till att identifiera viktiga skeden i byggprocessen vad gäller VB och personer som var av intresse för studien. Ofta tillfrågades intervjupersonerna vad de tyckte om dokumenten och om de varit i kontakt med dem. Det gjordes även en jämförelse med hur arbetet utfördes i praktiken.

4.5 Studiens fokus

Syftet med uppsatsen är att analysera förändringsprocessen som äger rum inom NCC Construction Sverige AB när VB införs i organisationen. Processen analyseras utifrån att en innovation, i det här fallet VB, ska implementeras i organisationen. För att lyckas med en bred implementering krävs det att människor i de olika projekten går ifrån det traditionella sättet att driva byggnadsprojekt. Eftersom ledningen i NCC har tagit beslutet att införa VB på bred front i organisationen kan förändringen anses vara planerad. Strategin är alltså att implementera på bredden, det vill säga så många projekt som möjligt ska använda tekniken istället för att enskilda projekt använder VB på ett mer avancerat sätt. Det finns omfattande litteratur kring hur en planerad förändring genomförs på ett effektivt sätt vilket skulle passa studien bra. Problemet är att VB som beskrivet i bakgrunden kan anses likna ett koncept som innehåller på det teoretiska planet produktmodellen, organisationen och processen som följer. Det bör vara rimligt att jämföra konceptet med att införa management koncept, exempelvis Toyota Production system eller Lean i organisationer. Koncepten är tvetydiga och beroende av den kontext den ska implementeras i. Det skapas ett tolkningsutrymme av olika aktörer för innebörden och hur det ska användas (Benders & Van Veen; Giroux, 2006). Det här gör att förändringsprocessen blir svår att förutse. Benders & Van Veen (2001) menar på att det kan vara en fördel med denna tvetydighet för ett koncept eftersom det tillåter tolkning och kan användas i ett bredare spektra därmed också möjligheten att utvecklas till en institutionaliserad standard.

När NCC implementerar VB i organisationen uppstår det tolkningar av konceptet ute i varje enskilt projekt av personer som är involverade. Det är viktigt att ta vara på dessa tolkningar och kunskapen som ackumuleras runt om i organisationen. Kontexten för varje enskilt projekt som nämnt tidigare kan även skilja sig vilket ytterligare talar för att implementeringen blir svår att förutse. En viktig del är därför att få personers uppfattning om tekniken från olika nivåer och positioner i organisationen. Utifrån de data som samlades in skapades därför olika kategorier som påverkade implementeringen av VB i organisationen. Studien kan sägas vara indelad i två delar där ena behandlar beslutet att tillämpa VB och andra delen behandlar användningen och spridningen av tekniken.

4.6 Analys strategi

Som beskrivet i början av detta kapitel var studiens design inledningsvis vag. Det fanns få hypoteser och frågor att förhålla sig till. Det gjorde också att stora mängder data genererades vilket måste komprimeras för att kunna göra en effektiv analys (Silverman, 2006). Det har därför varit en iterativ process där relevant data har sorterats ut för att undersökas djupare senare i studien. Inledningsvis handlade det mycket om att förstå hur organisationen var uppbyggd och vilka som tog beslut kring VB. Efter ett antal intervjuer och inläsning av litteratur identifierades personer som anses vara nyckelpersoner i förändringsprocessen och hur motstånd till denna förändring kunde se ut. Data som samlades in under intervjuerna skapade även en ökad förståelse för litteraturen på området vilket gjorde att det blev en slags interaktion mellan datainsamling och teori. Det här är en naturlig del av forskningsprocessen (Pettigrew, 1997). Idéer från olika teorier kristalliserades gradvis för att testas på materialet. Senare justerades idéerna från teorin för att slutligen söka efter trender och gemensamma

mekanismer som påverkade implementeringen av VB. För varje iteration mellan data och teori ökade förståelsen och målet med processen är att utveckla förklaringar.

Studien utgick i början från forskningsfrågorna men det är inte ett tillräckligt ramverk för att komprimera data och kunna göra en bra analys som Silverman (2006) påpekar. Ju fler intervjuer som gjordes ökade förståelsen för hur förändringen är en dynamisk process och att den processen är svår att förutse. Det gjorde att analysen utvecklades till att använda teorier från spridning av IT innovationer specifikt i projektorganisationer, motstånd mot förändring och hur den implementeringsprocess som undersöks ska utmynna i en så kallad best practice. Yin (1994) menar på att studier som försöker bygga en förklaring för ett problem är iterativ till naturen, varför det slutgiltiga ramverket inte kan vara färdigutvecklat i början av studien.

För att kunna analysera data på ett systematiskt sätt och för att stärka reliabiliteten har analysnivåer och en intressentkarta skapas för att täcka upp de viktigaste personerna och grupperingarna i förändringsprocessen. Det här gör att analysprocessen förenklas eftersom varje intressent då kan kopplas till bland annat motstånd, engagemang, politiskt makt men även få en mer övergripande bild av problematiken och hur informationen flödar mellan intressenterna.

4.7 Studiens trovärdighet

Vid analys av flera fall ska huvudfokus vara vid övergripande mönster från resultaten och till vilken omfattning som ett observerat mönster kan förutse ett annat. Ur ett enskilt fall kan ett mönster identifieras varvid det bör jämföras med de övriga fallen. Om det ursprungliga mönstret inte går att finna vid ytterligare fall bör ursprungshypotesen revideras (Yin, 1994). En fallstudie är till naturen argumenterande så det är viktigt att forskaren hela tiden tar hänsyn till mothypoteser och resultat som pekar emot det som eftersöks (Miles, 1979).

Som tidigare nämnt finns risken för "data overload" vilket i fallstudier påverkar reliabiliteten och validiteten. Risken finns att forskaren endast tar hänsyn till de mest intressanta eller unika händelserna, antar att korrelation föreligger felaktigt mellan händelser eller litar på första intrycket. Valet att undersöka flera fall bidrar till att öka den externa validiteten och interna validiteten men också till "data overload". Externa validiteten förklarar om resultaten från fallstudien går att generalisera till en bredare omgivning. Det uppnås genom att upprepa undersökningen och få liknande resultat för flera fall och medför att resultaten anses mer robusta (Yin, 1994). De olika fallen som studien bygger på ger användbara exempel kring spridningen av VB i NCC:s organisation och bidrar till en slags upprepning vilket stärker både interna och externa validiteten för den övergripande studien. Byggbranschen är dock till sin natur projektorienterad och fragmenterad både vertikalt och horisontalt (Widen m.fl., 2009) vilket gör att det kan uppkomma unika resultat för olika projekt och intressenter som gör det svårt att dra generella slutsatser utifrån. Ambitionen har dock varit att hitta gemensamma mekanismer som påverkar implementeringen av VB i organisationen.

Interna validiteten för fallstudien förklarar de kausala sambanden mellan händelser. Ett sätt att stärka interna validiteten för studien är enligt Miles och Huberman (1994) att forskaren håller en låg profil för att inte påverka fallet. Om forskaren vill visa att Y leder till Z måste denne visa att relationen är sann, inte slumpmässig och oberoende av

kontextuella faktorer som inte studien tar hänsyn till (Yin, 1994). Valet att studera flera projekt inom NCC bidrar även till att öka interna validiteten.

Det största problemet med att använda kvalitativ data är enligt Miles (1979) att det inte finns några välformulerade riktlinjer för hur data ska analyseras. För kvantitativ data finns det klara regler som forskaren kan använda. En forskare med kvalitativ data har få riktlinjer för att skydda sig mot vanföreställningar eller osäkra och felaktiga resultat vilket påverkar både reliabiliteten och validiteten. Hur kan forskaren vara säker på att de attraktiva delarna med kvalitativ data faktiskt inte är fel? Ett sätt att motverka detta är genom att fråga personer som känner till organisationen vad de själva tror om ett resultat (Miles, 1979). När exempelvis ett resultat uppkom från en intervju att ett hinder för att implementera VB på arbetsplatsen är ålder och datorvana togs detta resultat upp med nästkommande respondent och en diskussion skapades. Frågan ställdes inte i början av intervjun för att påverka svaret. På det här sättet kunde resultaten stärkas och feltolkningar kunde undvikas. Även fast det uppkom två olika svar kring ett resultat, exempelvis om det är dyrare att projektera i 3D, är resultatet i sig intressant eftersom det finns delade meningar. Några tumregler för att stärka studien beskrivs av Miles (1979) och skapades ursprungligen av Sam Sieber:

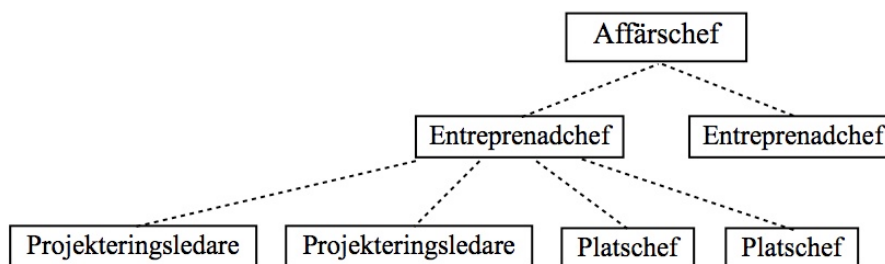
- Pröva validiteten för en viss generalisering: Finns det stödjande bevis någon annanstans i data? Håller generaliseringen för flera personer, händelser, grupper etc.? Leta efter negativa bevis: Ett resultat pekar på att ålder påverkar implementeringen av VB negativt, om det då inte finns några personer med hög ålder i organisationen hade det varit ett negativt bevis.
- Givet en generalisering, gör en förutsägelse: Vad övrigt är sant om denna generalisering är sann? Leta efter detta övrigt för att se om det finns i data eller inte.
- Testa påståenden: Går alltid datorvana med ålder? Är det rimligt att tro att ålder påverkar datorvana? Finns det vissa villkor som krävs för att ålder påverkar datorvana? Är dessa bevis tillräckliga?
- Titta på fall som kan vara extremt partiska: Om den mest självintresserade rollen eller grupp ger en liknande förklaring som din egen, även fast det talar emot individens eller gruppens intressen eller partiskhet, då blir slutsatsen starkare
- Kvalitativ data är mer sårbar mot partiskhet och inkonsekvens än kvantitativ data. För att säkra reliabiliteten är det viktigt att följa samma procedur under kodningsprocessen. (Miles, 1979)

5 Empiriska resultat

Empiriska resultaten baseras på en fallstudie av NCC Construction Sverige AB som kommer benämnas endast NCC. Då det syftas till andra delar av NCC koncernen kommer det nämnas.

NCC:s organisation är relativt komplex men kan sägas vara indelat i regioner från ett övergripande perspektiv. De fyra regionerna, Syd, Väst, Stockholm/Mälardalen och Norrland är sedan indelade i olika avdelningar. Stockholm/Mälardalen är till exempel indelat i Hus, Mark, Bostad, Anläggning och avdelning Mälardalen. Ofta finns det i varje avdelning en så kallad affärschefsgrupp, se figur 5. Vardera affärschefsgrupp har ofta en traditionell hierarkisk struktur uppdelat på funktionsansvar. Det ska även nämnas att en omorganisering utfördes under studiens gång och kommer inte tas hänsyn till i den här rapporten. Arbetsgruppen Virtuellt Byggbande (VB) är en form av stab och tillhör ett kompetenscentrum som bidrar med bland annat rådgivning till projekt i tidiga skeden, kompetensutveckling i projekt, starthjälp och praktiska råd, riktat stöd genom utvecklingsprojekt, ordnar löpande kursverksamhet och förvaltar CAD-PM och manualer. Till VB gruppen finns det även rådgivande grupper bestående av personer upp till koncernnivå. Chefen för Virtuellt Byggbande har personer under sig som ansvarar för fyra regioner, Syd, Väst, Stockholm/Mälardalen och Norr (NCCa, 2012). Till dessa regioner är också teknikspecialister inom VB knutna som även kallas implementeringsledare.

Ett vanligt sätt att organisera sig inom hus och bostadsbyggande är i en affärschefsgrupp. Antalet entreprenadchefer, projekteringsledare och platschefer knutna till en affärschef varierar inom organisationen. För varje avdelning, exempelvis hus eller bostad finns det en affärschef som ansvarar för försäljning och ekonomi i verksamheten. Till detta tillkommer ansvar för tjänstemän och yrkesarbetare (Affärschef, 2012). Vid en projektstart har entreprenadchefen ett övergripande ansvar för ekonomi, tidsplan, och att fördela underställd personal (Entreprenadchef, 2012). Projekteringsledaren har det övergripande ansvaret för projektering (projekteringsledare, 2012) och platschefen ansvarar för produktionen ute i verksamheten (Platschef, 2012). I ett projekt finns exempelvis också arbetsledare, entreprenadingenjörer och anbudsingenjörer. Entreprenadingenjören är en stödfunktion och arbetar bland annat med kalkyl, planering och inköp. Arbetsledare medverkar i planering och fördelar arbete ute i projektet. Anbudsingenjören arbetar med till exempel mängdberäkningar, upphandlingar och tid- och prissättningar. Beskrivningen ovan är en förenkling av verkligheten men anses tillräcklig för att kunna förstå innehållet i kapitlet.



Figur 5: Schematisk bild över en så kallad affärschefsgrupp.

Skillnaden mellan ett VB projekt och ett projekt som inte använder VB är att det knyts en så kallad modellsamordnare till projektet. En modellsamordnarens huvudsakliga uppgift är att övervaka och se till så att kraven för att kunna sätta ihop en modell finns och att projektören ska få rätt förutsättningar och kunna ställa rätt krav i ett tidigt skede. Beroende på projektets förutsättningar sätter modellsamordnaren ihop modellerna löpande. Modellsamordnaren håller även i samgranskningsmöten, kommer med synpunkter kring krockar och lösningar, ser till så det går att hämta ut mängder med mera. *"Administrera och ha en helhetsbild lite grann, se till att hjälpa projektet med de frågor som dyker upp"* (Modellsamordnare, 2012).

Personer som intervjuats finns på koncernnivå till verksamhetsnivå. För att inte avslöja respondenternas identitet kommer personer från centralt i organisationen kopplas till "centrala grupper" och personer ur en affärschefsgrupp kommer benämnas med namnen affärschef, entreprenadchef och så vidare. Tillkommer gör också modellsamordnare och teknikspecialister/implementeringsledare. Det betyder att en person benämnd "Chef centrala grupper" kan innebära olika chefer från olika delar centralt i företaget. Vissa personer kan ha flera roller som är kopplat till både projektering, anbud och ingenjörsmässiga frågor. En sådan person kommer benämnas med namnet "Ingenjör".

5.1 Strategi och mål

NCC:s vision för Virtueellt Byggnad (VB) är att vara det ledande företaget i utvecklingen (NCCa, 2012). *"När man pratar om användning av VB ska vi vara referensföretaget"* (Chef centrala grupper, 2012).

NCC gjorde tillsammans med NCC Teknik år 2006 en utredning där bedömningar gjordes vilka effekter som kan uppnås och hur situationen såg ut. Utredningen utmynnade i ett beslutsunderlag och genomförandeplan. Många av NCC:s konkurrenter hade en imponerande spetsanvändning i enskilda projekt. NCC valde att fokusera på bred tillämpning i organisationens projekt där det själv går att påverka projekteringen (Chef centrala grupper, 2012). Strategin för att implementera VB har tagits från Stanford och består av de tre delarna, visualisering, integrering och automatisering. Chef centrala grupper (2012) menar att det svåra valet i implementeringsprocessen var i vilken vid vilken tidpunkt som beslutet för bred implementering skulle tas. *"Det är en strategisk magkänsla, det svåra är att bestämma när i tiden man ska göra det och inte om, tillslut kommer alla använda tekniken"* Är företaget för sent ute med implementering kan det innebära tappad konkurrenskraft och förs VB in för tidigt kan det innebära svårigheter och uppgivenhet i organisationen. Chef centrala grupper (2012) påpekar att beslutet att gå för bred användning inledningsvis var ett proaktivt beslut medan det i dagsläget är mer ett reaktivt beslut eftersom företag mer eller mindre tvingas att använda tekniken för att behålla konkurrenskraft. NCC håller kvar vid den initiala strategin i dagsläget.(Chef centrala grupper, 2012)

NCC har bland annat ett samarbete med Stanford Universitetet (NCCa, 2012) i frågor rörande VB. De har även använt sig av konsulter från NCC Teknik och Rogier Longien ledande inom VB och BIM användning i Sverige (Chef centrala grupper, 2012). Longien var inledningsvis med och drev implementeringsfrågan internt hos NCC. För att uppnå bred användning i organisationen har NCC satsat på utbildning och stöd till projekten (Chef centrala grupper, 2012). Utbildningen består av internutbildningar inom VB, både mellan och i projekten. Exempelvis höll en teknikspecialist en informations-

träff för yrkesarbetare där det informeras om hur VB kan användas och vilka fördelar det kan innebära i verksamheten. Informationsträffen var under arbetstid och var frivillig. Utav de inbjudna var det nästan alla som valde att gå på träffen. Tekniskspecialisten håller även utbildningar för tjänstemännen (Tekniskspecialist, 2012). Utbildningsfrågan har varit frivillig men det kommer i framtiden vara obligatoriskt för affärschefer att genomgå en utbildning. Utbildningen kommer vara enkel och målet är att affärscheferna ska förstå hur VB kan stärka deras affärer och hur de skapar förutsättningar för att det ska kunna användas (Chef Centrala grupper, 2012).

Långsiktiga målet för NCC vad gäller användning av VB är 100 procent av projekt i egen regi och 70 procent i projekt där det bör kunna tillämpas till 2015. Kortsiktiga målet har varit 50 procent av projekten som kan påverka projekteringen. (Chef centrala grupper, 2012) *"Man måste snarare inneha tålamod än snabbhet. Det här ska vara en del i vardagen snarare än något tvingande. Folk måste tro på det här. Jobbar du med projektering och så vidare jobbar du med en modell och jobbar du med kalkylering har du en modell"* (Chef centrala grupper, 2012).

För några år sen beslutade NCC:s koncernledning att så kallade modellsamordnare skulle användas och det tillsattes ett antal modellsamordnare (Chef centrala grupper, 2012). *"Modellsamordnarens roll syftar till att säkerställa rätt kvalitet i hanteringen av 3D-CAD-/BIM i projektens alla skeden, från tidigt skede till förvaltning"* (NCCa, 2012) NCC använder sig även av tekniskspecialister även kallade implementeringsledare knutna till arbetsgruppen för VB. Implementeringsledarna huvudsakliga uppgift är att ge stöd kring tekniska frågor angående VB men även ha kontinuerlig kontakt med projekten i sitt ansvarsområde (Tekniskspecialist, 2012).

"På kort sikt är målet med VB att öka implementeringen, komma in i projekt som inte i dagsläget använder det medan det på lång sikt är att öka nyttjandegraden och använda mer komplexa funktioner och få sammanhållande information genom hela processen, framförallt användning i tidiga skeden men också i produktion" (Chef centrala grupper, 2012).

5.2 Uppfattningen av Virtuetl Byggande inom NCC

En del av studien innefattade att prata med människor på olika nivåer och positioner för att höra deras uppfattningar om VB och vilket syfte det spelade för organisationen. Uppfattningarna varierade beroende på position och nivå i företaget. Överlag var personer centralt i företaget, tekniskspecialister och relativt nya arbetsledare mest positiva till VB och hade störst engagemang. Personer som hade lång erfarenhet och hade viktiga nyckelpositioner ute i verksamheten var i större omfattning mindre engagerade och positiva till konceptet VB. Det fanns dock ett fåtal personer som både hade lång erfarenhet, knutna till verksamheten och hade ett engagemang och positiv inställning till VB.

Virtuetl Byggande som begrepp uppfattades av personer i studien som brett och svårdefinierbart. Personer knutna till projektgrupper hade svårt att redogöra för exakt vad VB innebar för verksamheten sett till teknik och processer. Det skiljde sig vad begreppet VB innebar mellan personer ute i projektgrupper men också mellan personer från centrala grupper. Personer från centrala grupper tenderade att prata mer om processer och gemensamt informationsflöde medan personer knutna till projektgrupper

och speciellt personer ute i verksamheten pratade om mer handfasta delar som 3D projektering, visualisering och mängdavtagning. Ingen såg dock ett problem i att VB var svårt att definiera.

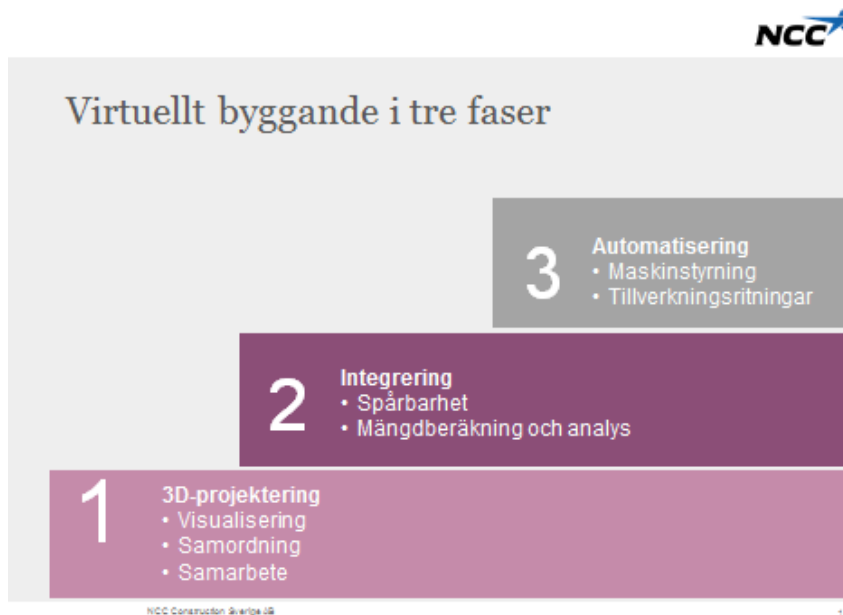
En entreprenadchef menade att VB innebär, *"Att man planerar gemensamt med post-it lappar. Man får alla delaktiga"* (Entreprenadchef, 2012). En annan entreprenadchef sa, *"Det är ett väldigt brett begrepp, stort spann, alltifrån 3D proj till BIM och mängdavtagning"* Projekteringsledare uttryckte det som *"VB för mig betyder att man strukturerat skapar modeller som man kan ha hjälp till i projektering, produktion, ett verktyg som kan vara väldigt kraftfullt"* En Affärschef uttryckte sig, *"Du bryter ner projektet i olika produktionsfaser och hanterar tillfälliga fabriker, etableringsytor, kranar etc. Att man får arbetsplatsen delaktig så man så småningom kan vara lite papperslös på bygget"*

På frågan vilket syfte som införande av VB har i organisationen tenderade personer från centrala grupper att svara att det skulle effektivisera byggprocessen. Större delen av personer knutna till projektgrupper svarade med att det skulle vara en form av hjälpmedel och att det var en naturlig utveckling i branschen. Vad för mål och vision som NCC har med införande av VB i organisationen var det ingen i projektgrupperna som kunde svara på. Målet kopplades ofta ihop med att det var en naturlig utveckling som kommer ta några år. Det tenderar vara mer engagemang vad VB kan bidra med för organisationen på en strategisk nivå än på verksamhetsnivå.

5.3 Implementeringen av Virtuellt Byggande

Hur många projekt som verkligen utnyttjar VB och till vilken omfattning har varit svårt att kartlägga under studien och har heller inte varit dess fokus. Enligt NCC använder ungefär 50 procent av projekten VB som agerar totalentreprenad, har ett värde över 20 miljoner och modellen används för mer funktioner än att skapa 2D ritningar. Den interna definitionen av VB projekt är *"Projektet har en modellsamordnare, modellen används för mer funktioner än att skapa 2D-ritningar"* (NCCa, 2012). Uppskattningen görs mellan modellsamordnare. En Modellsamordnare tror inte siffran 50 procent stämmer. Verktygen för att mäta VB användning är trubbiga och det är svårt att mäta hur många projekt som använder VB och i vilken omfattning. En arbetsledare menar på att det varit lite *"spel för galleriet"* vad gäller den faktiska användningen jämfört med den registrerade. Det här är dock något som kommer förbättras enligt Chef centrala grupper, *"alla ställen där vi har implementeringsledare har man en dialog och hör om man kan och varför man inte nyttjar VB. Vi kommer kunna följa upp det på ett mycket bättre sätt. Det är en fråga för varje regionansvarig som ska samla in informationen. I samband med det vara proaktiv med implementeringen av VB"*.

Tre nivåer av VB tillämpning används av NCC, se figur 6 (NCCa, 2012). De tre nivåerna implementeras sekventiellt.



Figur 6: Tre nivåer för tillämpning av VB (NCCa, 2012).

På hur utvecklingen har sett ut för VB svarar en chef från centrala grupper *"Relativt snabb skulle jag säga. Man upplever alltid det som långsamt men med tanke på att projekten har så långa cykler så tycker jag det gått snabbt. Finns mycket kvar men en projektcykel är minst 2 år och ser man tillbaka 2 år så är det inte så konstigt att inte så många hoppade på då."* Affärschef menar på att *"Min övertygelse är att det här är etablerat inom fem år. Då har vi hittat former och standarder för hur vi ska arbeta med det"* En platschef uttrycker sig *"Det är ju i sin linda, vi har använt det mest i projektering och produktionen kommer väl. Det händer inte på en dag utan en process som tar 5-10 år"* Projekteringsledare menar på att *"Vi har inte ens kommit ur startgroparna"* Affärschef: *"Vad det betyder idag och det man tänker på är 3D projektering och det är ju inget märkvärdigt om man har resurserna. Tekniken finns och programvaran kommer ordna sig ganska snart tror jag om några år."*

Det är de två första nivåerna 3D projektering och integrering som har implementerats i olika omfattning runt om i projekten och kommer beröras i den här studien. Integreringsfasen och framförallt automatiseringsfasen anses som relativt avancerad tillämpning av VB. I studien är det främst visualisering, samordning och mängdberäkning som berörs eftersom det är dessa områden som respondenterna har haft kontakt med.

5.3.1 3D projektering och integrering

Vad beslutet att använda VB i enskilda projekt baseras på varierar. En förutsättning för att kunna använda VB är att projekteringen utförs i 3D. Beslutet att alla projekt som kan påverka projekteringen ska projekteras i 3D har tagits centralt av ledningen. Det här är någonting som de flesta av intervjupersonerna anser att NCC har kommit långt inom. Enligt projektledare är 3D projekteringen något som har givit sig själv och har tagit ungefär tre år att få ordning på. De projektörer som inte är beredda att lära sig 3D kommer inte vara med i nästa projekt. Affärschef menar på att konsulterna börjar förstå att man måste kunna rita i 3D för att vara med och göra affärer. *"Dom som inte vill vara med och projja i 3D och underkonsulter som inte kan det här är en utbildningsfråga,*

kanske en resursfråga för mindre konsultföretag, det har skett en klar förändring så det är positivt” (Affärschef). Samma person tycker att mognadsgraden inom konsultverksamheten har de senaste 18 månaderna ökat markant. Det finns inte så många utbildningshinder inom konsultföretagen idag. En entreprenadchef menar på att alla projekt som kan har tillämpat 3D projektering, tillämpat visualisering och kollisionsskontroll. Personen anser dock att VB inte använts tillräckligt mycket i projekteringen för att verkligen ha nytta av den.

”Vi kunde vara mycket mer aktiva både i projektering och produktion, vi har projekterat virtuellt men det är svårare att få ut det i produktionen” (Projekteringsledare). Flera personer anser att 3D projektering inte är så problematiskt men att det har varit svårt att få ut det i produktionen. ”Projektera i 3D är ju en sak och det har ju inte varit så svårt, men att sedan använda det, både visualisera och ute i produktion har vi inte gjort så mycket som vi kunna. Ofta har vi bra modeller” (Affärschef).

”Vi håller på och implementerar det. Vi har bestämt att vi ska ha VB i alla projekt som vi startar upp och då utvecklar vi först CAD-PM. Målsättningen är naturligtvis i produktionen mycket mer i dagsläget är det mest i proj och tillsammans med kunden. Vi vill använda det till mängdavgivning, beställningar och papperslösa ritningar. Vi har inte nyttjat produktionsfördelarna än. Vi håller på och testat oss fram” (Affärschef).

Flera personer har uppfattningen att implementeringen av VB inledningsvis skedde snabbt och med stora förväntningar för att efter en stund bromsas in. *”Man drog igång med buller och bång och det var inga jättesvårigheter att skapa 3D men att koppla ihop modeller och ta ut mängder och kollisioner och kalkyl dröjde ett tag och var svårare” (Projekteringsledare). Affärschef tycker sig se att de var på väg att bryta igenom men utvecklingen stannade upp. Projektera i 3D görs i nästan alla projekt som går att påverka, men sen utnyttjas inte VB mer för att skapa fördelar varför det måste ske ett genombrott på det området enligt Affärschef.*

Affärschef menar på att de inte riktigt vet hur de ska komma vidare, de har inte hittat något *”Alexander-hugg”* ännu. *”Vi har ju provat att köra spets, som en isbrytare och då kör man ifrån alla andra, eller med bredden men då går det för tungt och för sakta, gäller och hitta en mellanform”* Mycket av problemen kopplade till det här fenomenet kan bero på att projektmedarbetare byts ut efter varje projekt och formen de ingår i stöps om varje gång. Kunskapen som byggs upp förs inte vidare och det finns även en tröghet i systemet. (Affärschef)

”I boendeprojekten har vi gjort avtal med ett antal arkitektkontor som har fått ordentlig genomgång med vad vi förväntar oss i projekteringen tillsammans med vad som gäller för VB [...]” (Affärschef)

De projekt som har gått till integreringssteget och börjat använda modellen till mängdavgivning och kalkylering har ofta gjort det parallellt med traditionella arbetssätt. *”Vi har testat det i nya projekt, mängdavgivningar och kalkyler men då har vi jobbat dubbelt och kört traditionellt bredvid. För att se om vi vågar lita på det. Det kräver en väldigt hög detaljeringsgrad i ritandet för att kunna göra det” (Affärschef).*

Ett vanligt fenomen enligt många av respondenterna är att projekten startas upp med höga ambitioner vad gäller VB för att sedan tappa fart ju längre projektet fortskrider. *"Det är otroligt många projekt som startat med ambitionen att i det här projektet ska vi köra VB i en viss nivå, och så har man gått igenom noga CAD-PM och samordnare, haft möten med konsulter och lagt ribban. Sen när man går tillbaks i projektet kan man se att det är många av dom här ambitionerna som man kan se har kroknat på vägen"* (Affärschef). Ett resultat av detta är att många konsulter har lagt ner ett ganska omfattande jobb för att skapa modellen enligt de krav som satts upp initialt i projektet. Konsulterna ser då att modellen inte används till exempelvis mängdavtagning eller kalkylering och får därför ingen respons på sitt arbete. Det vill säga hur de ska göra för att konstruera modellerna tills nästa gång. Svaret blir enligt Affärschefen på den frågan att, *"Vi svarar bara att det inte gick, att det blev lite fel"*. Det här gör att de uppsatta målen initialt i projekten inte nås och det kommer aldrig ett riktigt genombrott i hur VB bör användas i steg två integrering. Det blir dålig feedback till konsulterna vilket i sig resulterar i svårigheter även till nästa projekt. Dessutom finns det ofta en uppfattning att mängdavtagning fungerar bra vilket då under projektet upptäcks har brister. *"Speciellt mängdavtagningen är ett typexempel på den delen, men som varje gång man går in i det så ser man att det är mindre mängd mängder, svårt att identifiera dom och hantera det är en väldigt jobbig process att göra. Och sen att vi får det försent i processen för att kunna utnyttja det. Man startar upp som en sol och ner som en pannkaka, det har jag upplevt många gånger"* (Affärschef).

Det påpekas även att projekt ett som presenterats nedan är ett slags "flaggskepp" för NCC vad gäller tillämpning av VB. Trots det så har projektet problem speciellt i integreringsfasen. Enligt Affärschef har projektet varit väldigt lärorikt för hur VB ska användas men nyttorna har inte skapats. Budgetplanering har inte gått att använda i tidiga skeden utan det har handlat om efterkontroller. En person hade gjort mängdavtagning som fungerade på ett bra sätt. Dock användes inte den mängdavtagningen till något mer utan det var fortfarande traditionella arbetssätt som användes. Mängdavtagningen och kalkylen utfördes i ett för sent skede för att fungera som ett styrmedel. (Ingenjör)

En entreprenadchef uttryckte sig, *"3D projektering är det ju krav på. Senare skeden finns det ju inget krav. Vi har testat mängdavtagning och kalkyl i tidigare projekt och det blev ju ett hästgöra. Vi skulle behöva växa enormt i organisationen för att klara av det. Det var nått med kommunikation mellan program eller programvaror"*

"Kalkyl är en viktig sak för oss alltså. Vare sig hur vi räknar får det inte bli fel. Vi har så liten marginal, vi pratar 2-3-4 procent och ett fel i en mängdavtagning kan få katastrofala konsekvenser. Även i produktionen är det viktigt eftersom det inte är bra om man väl står där och det finns fel grejer och det fattas grejer. BIM måste vara tillförlitligt för att vi ska klara vår marginal. Där måste det byggas upp ett förtroende" (Affärschef).

"Jag stångades ju flera år med att man trodde centralt att tekniken fungerar för då hade man kört det i små enklare projekt. Men när man kommer till ett verkligt projekt som är lite storlek på då orkar man inte med för då är det för tungrott och det kraschar ur" Personen menar på att förbättringar har gjorts men det aldrig blivit ett genombrott i tekniken. *"Det är inte så konstigt att det är så eftersom dom som driver utvecklingen på*

den nivån får inte vara med i dom verkliga projekten och med den kunskap som finns där” (Affärschef).

För att skapa ett engagemang för virtuella tekniker har programmet Google Sketchup marknadsförts. Programmet har enklare funktioner och ofta lättare att använda för oerfarna. Exempelvis redovisas APD planer på ett pedagogiskt sätt med Google Sketchup (Teknikspecialist, 2012). *”Det har vi sätt skapar en aha-upplevelse för folk och att till exempel få med platschefen i planeringens tidiga skede. Men vi är inte där än att han är beredd att sätta sig ner och göra det själv”* (Affärschef) Det är lägre trösklar till Google Sketchup mot exempelvis de tyngre programmen Revit eller Naviswork.

”Vi har riktigt dåliga exempel på VB projektering som inte alls har gått bra, på grund av organisatoriska brister och ledningsbrister där projekteringen har blivit dubbel så dyr och vi inte tjänar igen det i produktionen heller. Jag tror stenhårt på det här alltså därför måste vi hitta rätt” (Affärschef). Användningen av VB och i vilken omfattning är upp till varje enskilt projekt att ta ställning till. Beslutet ska enligt NCC:s riktlinjer tas av någon i projektets ledning och kommunicera det tidigt till resterande medlemmar. (NCCa, 2012) De projekt som studien undersökte som använde VB baserade beslutet på att det skulle effektivisera processen. Främst argumenterades det för att mindre fel skulle begås, personer får en gemensam bild av projektet, och kollisioner upptäcks tidigt. Samordning mellan disciplinerna sågs som en stor fördel. För att VB ska användas i projektet måste det finnas någon drivande person i projektets ledning.

Det presenteras nedan fyra projekt där VB används på olika nivåer. Projekt ett anses inom organisationen vara ett ”spetsprojekt” som har kommit långt i tillämpningen. Projekt två har en jämförelsevis låg tillämpning med en modell som inte är tillräckligt utvecklad för att skapa nyttor. Slutligen beskrivs två projekt som startades upp med höga ambitioner från projektets ledning, projekteringen utfördes i 3D och resulterade i en välutvecklad modell. Användningen av modellen ”dör” senare ut eftersom det saknas intresse av personer kopplade till produktion. Senare börjar modellen återigen användas av två relativt nyexaminerade arbetsledare som ser nyttan hos modellen. Projekten har valts så det skapas en helhetsbild kring tillämpningen av VB där både resultat från avancerad och låg tillämpning finns med. De två projekt där en bottom-up implementering sker är intressant eftersom det är ett fenomen som identifierats av många respondenter. Projekten finns även utspridda geografiskt sett och tillhör inte samma avdelning.

5.3.2 Projekt ett, ”Spetsprojekt”

Projektet är en så kallad samverkansentreprenad vilket motsvarar beskrivningen för partnering av NCCb (2012) och byggherren ansvarar för projekteringen. Byggherren har höga mål med användningen av VB i projektet. Initialt fanns det ett mål att driva projektet helt papperslöst. Byggherren avser att använda modellen genom hela projektets livscykel. Värdet för projektet är över 500 miljoner kronor och är ett komplext bygge (Ingenjör). Byggherren har tillstått med modellsamordnare i projektet som ser till så modellen är riktig och uppdaterad vilket görs manuellt. Ingenjör säger att en kollisionsskontroll i modellen utfördes och identifierade över 1000 träffar. Framförallt i trånga passager för installationer. Många av kollisionerna inträffar i problemområden som med traditionella metoder hade analyserats noggrant. Genom erfarenhet går det att förutspå var kollisioner ska inträffa enligt Ingenjör.

I modellen gör personer i projektet anteckningar som blir till diskussionsunderlag på samordningsmöten. När produktionen kommer igång avser NCC att sätta upp en storbildsskärm på platskontoret. I arbetsberedningarna används modellen till att visualisera och fungera som diskussionsunderlag.

Ingenjör gjorde utifrån modellen en grovkalkyl samtidigt som en annan konsultfirma gjorde en kalkyl traditionsenligt på papper. Det här gjordes på begäran från byggherren. Kalkylerna överensstämde bra med varandra och arbetet gjordes så att kalkylerna kunde jämföras och anses riktiga. Där olika kostnader uppstår diskuteras detta parterna emellan. Grovkalkylen utvecklas allteftersom projektet fortskrider och underentreprenörer upphandlas. Ingenjör tycker att kalkylering med hjälp av modellen går betydligt snabbare jämfört med traditionellt sätt och speciellt för stora volymer som exempelvis betong som vanligtvis tar lång tid att mänga.

För att kunna utföra arbetet på ett bra sätt är Ingenjör beroende av en komplett modell som är kvalitetssäkrad. I modellen för projekt ett finns det ett volymfel som upptäcktes eftersom golvvolymen var större än totalvolymen. Sådana fel upptäcks när stickprov utförs och modellen undersöks. Ingenjör påpekar dock att om felmarginalen är mindre än exempelvis 30 procent på stora volymer är det svårare att upptäcka. Ett problem med VB anser Ingenjören vara att konsulter inte tar juridiskt ansvar för modellen. *”Det är konstigt eftersom 2D ritningarna genereras ju utifrån 3D modellen”* VB och möjligheten att kunna visualisera är mycket användbart för komplexa byggkonstruktioner. Ett exempel som Ingenjör tar upp är några stålrör som sitter i en vinkel genom en vägg. Det hade varit svårt att se på en 2D ritning hur det ser ut. Ingenjör tror att det är viktigt med ett intresse för att vilja använda tekniken.

Arbetsledare och platschef är nyckelpersoner för att få till en användning ute i produktionen. VB för Ingenjör omfattar främst visualisering, mängdavgivning och kollisionsskontroll. Från början i projektet var det tänkt att tidsplan skulle kopplas till modellen. Det gick dock inte eftersom vissa delar i modellen inte var objektorienterade. Ingenjör menar att det är vanligt att modell och bygghandling används parallellt tills uppdateringar görs och modellen dör ut. Det krävs att någon kontinuerligt uppdaterar modellen. Att göra kontinuerliga uppdateringar stärker även modellens trovärdighet som ofta kan vara ett problem. Enligt Ingenjör tar inte 3D projektering längre tid jämfört med traditionella arbetssätt. Det blir dessutom mindre krockar och fel i byggprocessen.

5.3.3 Projekt två

Projekt två bygger bostadsrättslägenheter. Projektet är uppdelat i två etapper där etapp ett under studiebesöket hade kommit ungefär halvvägs. Projektet har en 3D modell över byggnaden och en arbetsledare har utsetts till samordnare för modellen. Arbetsledare ansvarar för användningen av modellen under projektet och ser till så den uppdateras under projektets gång med ritningar från el, VVS och så vidare. Projektet genererar inte 2D ritningar ur 3D modellen. Att generera 2D ritningar utifrån 3D modellen är alldeles för osäkert eftersom 3D modellen inte är fullständig och osäkert om den stämmer. (Arbetsledare) *”Beräkningsingenjören vill ju inte rita i 3D när han sitter och projar för hur kåken ser ut va, först när han har ritat upp hur kåken ser ut då konverterar han till 3D, då får man en lättare och billigare resa under projen”* (Projekteringsledare). Enligt Entreprenadchef kostar det mer pengar att bygga med hjälp av VB än på traditionellt sätt eftersom projekteringen blir dyrare. Dels är det direkta pengar som betalas till

konsulter men även indirekt eftersom projekteringen tar mycket längre tid. Projekteringsledare menar att, *"Det kostar pengar, det är en dyrare projektering och ska man få ut så det går att ta ut till exempel mängder så måste det vara projat på rätt sätt"* *"Säkert 20 till 30 procent dyrare att projektera i 3D"* (Projekteringsledare). Produktionsfasen går generellt sätt lika fort med VB som utan och det utmynnar till slut i samma sak, det vill säga 2D ritningar (Entreprenadchef).

Projekteringsledare tycker att en fördel med VB under projekteringen är projekteringsmöten då arkitekten finns med och en storbild finns närvarande. Då kan de som projekterar se hur huset ska se ut när det är färdigt. Även i produktionen vid arbetsberedningar är det en fördel med att använda VB. *"Man kan ju hoppas på att man kan tjäna igen den dyrare projen i senare skeden i projektet"* (Entreprenadchef). Projektet använder modellen endast genom visualisering i frågor som rör produktionen. Modellen används ibland för att diskutera fram lösningar i produktionen (Arbetsledare). Att modellen endast används till att visualisera är enligt Projektledare *"Vår kalkyleringssida har inte varit så bevandrade i tekniken tidigare"* Förutsättningarna för användningen av VB kommer från centralt håll men det är enligt arbetsledare de själva som bestämmer hur de ska använda VB. Projektet registreras som om de använder VB men inte i vilken omfattning. Arbetsledare kan därför tycka att det ibland är lite *"spel för galleriet"* eftersom det endast då går ut på att visa upp att VB används.

Under projektet har NCC en gemensam server där modellen ligger på, det gäller dock inte för El och VVS företagen. Arbetsledare tror att det är en insynsfråga. NCC vill helt enkelt inte visa alla handlingarna för de andra företagen. Det här är också en av anledningarna till varför Arbetsledare måste uppdatera modellen manuellt. *"Ofta måste man jaga fatt på till exempel el och VVS killarna för att få tag på de senaste uppdateringarna"* Arbetsledare påpekar att det ofta inte är fel i de ursprungliga bygghandlingarna och görs det ändringar ute på bygget ändras inte alltid detta i modellen eftersom det blir alldeles för mycket jobb.

Enligt Entreprenadchef finns en fördel med VB eftersom det går att skapa sig en visuell uppfattning. För att kunna läsa in en 2D ritning krävs det en del vana och erfarenhet varför VB är en fördel för nya inom byggbranschen. Entreprenadchef anser att det finns en mycket större potential inom komplexa byggprojekt. *"Bostadsprojekt ser ju relativt lika ut hela tiden, ur kollisionssynpunkt vet man av erfarenhet var de uppkommer, det går fort att se dom bitarna"*. Entreprenadchef påpekar att det inte går att tvinga någon att använda VB och att det måste finnas ett intresse. Det finns också personer som vill använda tekniken bara för teknikens skull. Entreprenadchef tycker att tillgängligheten och kontakten med modellsamordnare kan vara problematisk. Dels innebär det att ytterligare en person blir involverad i projektet men också att modellsamordnare inte finns tillgängliga när det behövs. Entreprenadchef påpekar att det hade underlättat om personen satt på samma kontor för då skulle direkta frågor kunna ställas. Att ta frågor och funderingar kring VB på distans är svårt.

I dagsläget så är det problematiskt med att många discipliner och personer vill rita i sitt eget program. Att få programvarorna att kommunicera med varandra är problematiskt. Entreprenadchef har varit med i projekt där mängdavgivning och kalkyl gjordes utifrån en modell. *"Det blev ett hästgöra, vi skulle behöva växa enormt i organisationen för att klara av det"*. Projekteringsledare tycker att det finns stöd för VB i organisationen och kunskapsnivån för en själv är tillräcklig för att kunna styra projektering på ett bra sätt.

"Utvecklingen går åt det hållet idag och i de större byggena finns det alltid någon yngre person som är slipad i datorkunskap så det finns personer som kan dra nytta av det här" (Projekteringsledare). Arbetsledare ser potentialen men tror att det är långt kvar (10 till 15 år) till dess riktiga potential visar sig. Enligt Arbetsledare är det stort motstånd till implementering av VB ute på byggena. Det efterfrågas inte och kan ha att göra med hög medelålder och svårigheter att överge det traditionella sättet att bygga som alltid har använts. *"När det tidigare har fungerat varför då byta"* (Arbetsledare).

5.3.3 Projekt tre och fyra, "Bottom up implementering"

Två projekt studerades där det hade projekterats i 3D och en modell skapats för att sedan inte användas mer i byggprocessen. Båda projekten tog upp användningen under produktionsfasen för att det fanns två relativt nyexaminerade arbetsledare som efterfrågade tekniken.

Projekt tre har samma byggherre som projekt ett ovan och är komplext och tekniskt avancerat byggnadsprojekt. Det är en samverkansentreprenad (partnering) och har ett värde över 200 miljoner kronor. I projektet har 2D ritningar genererats utifrån 3D modellen. Under studiebesöket kom det fram yrkesarbetare och installationssamordnare som uttryckte sig positivt kring att använda en 3D modell. *"Vissa saker går inte att få någon uppfattning kring utifrån 2D ritningar då är 3D modellen kanon"* (Yrkesarbetare) Arbetsledare har inte blivit tillsagd att använda 3D modellen. Det startade med att Arbetsledare hade svårigheter att få en överblickande vy för hur byggnaden skulle se ut och hade hört att en 3D modell fanns tillgänglig. Arbetsledare fick tillgång till modellen och är den enda av arbetsledarna i projektet som använder den. Enligt en installationssamordnare fanns det en hög ambition i början av projektet men användningen av modellen dog ut. I platskontoret finns nu en stor datorskärm som visualiserar modellen som alla får använda för att titta på (Arbetsledare).

Det andra projektet hade också höga ambitioner från början. Att använda VB i projektet var ett beslut som togs i ett tidigt skede. Resurser tillsattes och CAD-PM utvecklades på en ganska hög nivå för organisationen. Inledningsvis var det problem med konsulterna vad gäller 3D projektering och krävdes mycket jobb. Konstruktörsritningar var det inga problem med utan det var resterande discipliner som hade bristande kompetens. (Affärschef) Det resulterade till slut i en ganska välutvecklad modell (Arbetsledare). En bit in i projektet tappade användningen av VB fart och målsättningen i projektet fick sänkas under projekteringen mycket beroende på bristande intresse i produktionsfasen. Modellen och användningen av VB börjar sedan tillämpas mycket beroende på engagemang av personer ute i produktionen (Affärschef). *"Innan jag kom var tanken att det skulle användas ganska mycket men det fungerade inte på grund av kunskap och engagemang"* (Arbetsledare). Hur det ska tillämpas i produktionen finns det inte några riktlinjer för. *"Det är vi nu som tittar på hur vi ska göra, dels hur man ska använda det och i vilken omfattning men det finns inga klara standarder eller riktlinjer. Vi kommer mer på idéer så tycker någon det är en bra ide. Gemensamma skärmen var bara nått som jag snappade upp i mitt exjobb. Vi ställde den vid ritningsbordet vid matsalen. Men finns inga instruktioner. Vi kan kalla det pilotprojekt"* (Arbetsledare).

5.4 Beslut att inte använda VB

Det finns flera projekt som inte använder VB där byggherren kontrollerar projekteringen och inte vill projektera i 3D vilket är en förutsättning. Det finns även projekt som inte projekterar i 3D trots att det går att påverka projekteringen enligt entreprenadformerna beskrivna i kapitel två. I dessa fall kan därför VB potentiellt användas i processen.

5.4.1 Projekt fem

Ett exempel är projekt fem som har ett värde på ungefär 50 miljoner kronor. Byggherren är inte någon professionell beställare utan byggnationen är av engångskaraktär. I projektet finns det inte något krav på 3D projektering från beställaren. NCC kontrollerar projekteringen och gör det enligt traditionella arbetsmetoder. Projekteringsledaren säger *"Det fanns inga sådana krav i beställningen, så det blev inget utav det"* På frågan om det skulle tillföra något och varför projektet inte använde 3D projektering svarade samma person *"Det skulle det säkert göra, dock är byggnaden av enkel konstruktion men vi kan ju inte något om VB heller"* Projekteringsledare tror att det kommer vara nödvändigt att lära sig VB i framtiden och tycker även att det ska bli spännande.

5.4.2 Projekt sex

Andra exemplet berör ett projekt som har ett värde på ungefär 150 miljoner kronor. Det är en totalentreprenad där NCC vann upphandlingen i konkurrens med andra företag genom att lämna det billigaste anbudet. Även fast NCC vann upphandlingen hade inte kunden råd att genomföra projektet eftersom det fortfarande kostade för mycket pengar. Beställare och NCC satte sig ned för att utveckla projektet och komma fram till en lösning vilket tog ungefär tre månader. När lösningen hade arbetats fram var det bråttom att börja bygga. Nu fanns inga handlingar i 3D vilket enligt Affärschef kanske borde diskuterats från första början och utvecklats gradvis. Det är dock enligt Entreprenadchef för dyrt och det viktigaste i det här läget är att få hem jobbet och starta byggnationen. Eftersom ingen nytta ses med VB genomförs projektet med traditionella arbetsmetoder. En anledning till att 3D projektering inte genomförs i projektet är enligt Affärschef också en resursbrist, *"Vi kanske lägger för tungt ansvar hos dom som har kompetensen"* och syftar till entreprenadchefen som är den person som redan har ett stort ansvarsområde. Att under pressade förutsättningar påbörja utveckling av VB i projektet blir både för dyrt och tungt för ansvariga (Affärschef).

5.4.3 Projekt sju

Tredje exemplet har liknande karaktär som projekt två. Projektet är en totalentreprenad och varför VB inte används i projektet är en kostnadsfråga enligt Projekteringsledare, *"Det viktigaste var att få hem projektet och man drog därför ned på projekteringen"* Samma person tror dock inte att de ansvariga för projektet var medvetna om vilka kostnader det innebär att projektera i 3D. Hur mycket det kostar att projektera i 3D jämfört med traditionella metoder har varit svårt att utreda under studien. En handfull personer har uppfattningen att det inte kostar mer att 3D projektera jämfört med traditionellt. Gruppen som har den uppfattningen tenderar att vara mer insatta i VB. Om det beror på att det finns ett fel i uppskattningen är svårt att avgöra. Störst andel av intervjupersonerna har uppfattningen att 3D projektering kostar mer än traditionella metoder. En del av den gruppen har uppfattningen att den kostnad det medför att 3D projektera sparas in i senare skeden genom minskade fel, effektivare process och så

vidare. Resterande personer i gruppen anser att VB och dess 3D projektering är en kostnad rakt igenom. Enligt Projekteringsledare bör det här dock vara något som kan undersökas och ger förslag på två liknande byggen där kostnaderna kan undersökas och jämföras mot varandra. Projekteringsledare menar att det skulle underlätta för personer att ta beslut för VB tillämpning om kostnaden kunde uppskattas på ett bättre sätt. Eftersom det är väldigt osäkert i dagsläget blir det därför ibland inte någon 3D projektering som exemplet ovan. Affärschef påpekar att det även var en resursfråga som bidrog till att projektet inte tillämpar VB. Dels hade entreprenadchefen inte tillgång till en projektledare som hade kunskap inom 3D projektering men också att konsulterna som upphandlades i projektet hade dålig kompetens inom 3D CAD.

Entreprenadchefen i projekt sju har ett stort ansvarsområde inkluderat både personalansvar, projekteringsledning och det ekonomiska ansvaret för projektet. Det är därför svårt att tillämpa 3D i projektet (Affärschef). *"Han skulle inte orka med det. Han skulle behöva en drillad projekteringsledare och det har vi inte. Det är resursbrist"* Enligt Affärschef kan kravet på 3D projektering och användningen av VB gått lite för fort fram jämfört med vad organisationen klarar av vilket också projekt sju tyder på. *"Det har blivit mer framgångsrikt än vad vi trodde"* Det påpekas även att NCC fick rita om huset som var ursprungligen för dyrt ritat och därför hade en 3D projektering enligt Affärschef tidsmässigt inte varit möjligt.

5.4.4 Projekt åtta

Fjärde exemplet är ett projekt som har projekterats i 3D enligt de krav som ställs från NCC men det har inte tillsatts någon modellsamordnare. Modellen har inte använts för samordning mellan discipliner eller använts för exempelvis visualisering. Enligt Entreprenadchef projekteras alla boendeprojekt i 3D. Vidare menar personen på att *"VB för mig är planeringen på arbetsplatsen det handlar om, samordningsmöten och så vidare"* Anledningen till att projektet inte använder VB är enligt Entreprenadchef ett svagt intresse från projekteringsledare, platschef och arbetsledare. Det påpekas också att det har varit informationsträffar ute på projektet men ingen såg riktigt nyttan med VB. Personen själv har även försökt sälja in VB som koncept i projektet eftersom det finns krav på 3D projektering från NCC men ingen har visat något intresse. Förutom ett svagt intresse är det också en resursbrist som gör att VB inte används i projektet enligt Entreprenadchef. Det finns för få projekteringsledare som har kompetensen kring 3D CAD.

5.4.5 Projekt nio

Ett annat projekt som studien undersökt utmynnar i en intervju med en chef som menar på att VB inte används i något projekt. Anledningen till det är att det inte finns resurser och intresse till att driva igenom VB i projekten. *"Dels är det ett bristande intresse och ingen ser nyttan av det, vi bygger enligt ett mer traditionellt synsätt"* Personen menar på att det i slutändan är entreprenadchefen tillsammans med platschefen som driver igenom frågor om VB. Den viktigaste frågan enligt Affärschef är att de i grunden är ett producerande företag och det är också produktionen de vill fokusera på och inte VB. *"Vi vill bara bli lämnade i fred och bygga. Vi måste fokusera på produktionen"* (Affärschef). Det är även problematiskt med tillgång på resurser, *"Vi spjärnar emot eftersom vi inte har resurser bland annat modellsamordnare"* Personen menar på att frågan kring VB är liten i sammanhanget och problematiken kring resurser uppkommer även i andra frågor. Avståndet till huvudkontor och regionkontor är problematiskt

eftersom det ofta är där resurserna samlas. VB i sammanhanget anpassas efter storstadsperspektiv och passar därför inte in i platser långt ifrån resurstäta områden. Om man behöver ha hjälp med något är det därför viktigt att det finns resurser som kan problematiken i närheten och dessa resurser finns inte enligt Affärschef. *"Ingen har tagit något beslut kring att använda Virtuellt Byggnande eftersom naturliga tillståndet är att inte använda det. Vi har inte något projekt vi har använt tekniken i"* (Affärschef).

Nackdelen enligt Affärschef med 3D projektering är att man måste rita ganska långt fram innan man kan ta ut några ritningar. *"Om man ritar i 2D kan man rita grunden och köra ut dom och börja bygga och om man måste rita i 3D måste man knyta ihop hela modellen och då tappar man tid innan byggnationen kan starta"*. Enligt Affärschef finns det konsulter som kan rita i 3D och de har även en dialog kring 3D projektering och konsulter med NCC Teknik. Dock är det inte kunskapen eller den pedagogiska biten som gör att projekten inte använder VB enligt Affärschefen. *"Det är inte pedagogiken som brister utan det som kommer fram är inte lämpligt i småskalig användning på landsorten. Om det var det skulle jag påstå att vi skulle fatta det utan den pedagogiska biten"*

"Viktigare att driva det decentraliserat och anledningen är att vår kärnverksamhet har en speciell karaktär mot om vi till exempel skulle tillverka kuvert. Då är det en helt annan sak. Det vi håller på med är entreprenörsverksamhet. Då är det viktigt med kreativitet och engagerade personer. Det är hela tanken med entreprenörskap. Om man inser det, kan man inte tvinga fram en lagstiftning, rutiner och skit. De måste komma inifrån människorna" (Affärschef).

5.5 Uppfattade hinder för införande och användning av Virtuellt Byggnande

Användningen av VB i projekten skapar en ganska omfattande förändring enligt vissa personer där processer, organisation och teknik påverkas. Dessutom berör strategin att implementera VB på bred front väldigt mycket människor runt om i organisationen. Nedan presenteras de hinder som uppfattats av respondenter under studien. De flesta upplevda hindren har kopplingar och beror till stor del på varandra vilket gör att indelningen främst ska ses som ett hjälpmedel för att skapa en överblick istället för strikta benämningar. De olika hindren som uppfattats av respondenterna är kopplade både till nivå ett 3D projektering och nivå två integrering. Det är en svårighet att dela upp dessa nivåer utifrån hinder eftersom ofta bidrar exempelvis problem i integreringsfasen till att personer tycker den totala nyttan med VB minskar. Därför kan ett hinder i integreringsfasen även bidra till en minskad spridning av nivå ett 3D projektering i organisationen.

5.5.1 Kostnaden

Flera personer ser kostnaden som ett hinder för att implementera VB. De flesta personer i verksamheten tror att kostnaden för att projektera i 3D är större än med traditionella metoder. Det som dock skiljer grupper åt är att några tror att kostnaden sedan sparas in genom ökat mervärde i senare del av byggprocessen. Problemet med kostnaden blir att de personer som har ett ekonomiskt ansvar för byggprocessen ser det som ett hinder även fast utvecklingen av VB kan vara lönsamt på lång sikt. Kostnaden är även ett problem eftersom den totala nyttan är svår att räkna på och det finns inget objektivt sätt att mäta fördelarna.

"Det kostar ju i utvecklingspengar visst blir det. Det blir både dyrare konsultkostnader och mer arbetstimmar eftersom många personer i processen behöver lära sig något nytt och fintrimma det" (Affärschef).

"Nackdelen är att det kostar mer pengar. Dels direkta pengar från projektörerna sen en indirekt grej att det tar längre tid att rita. Och det blir pengar indirekt eftersom projen tar längre tid" (Entreprenadchef).

"Bara projekteringen kan nog kosta mer. Kräver mer tid. Man kan inte bara ändra mått i siffror. Man måste verkligen rita om. Man kan därför inte fuska. Man får dock högre mervärde i både produktion och proj" (Modellsamordnare).

"Det är inte tekniken som är grunden till problemet det är att vi inte tjänar pengar på tekniken" (Affärschef). *"Jag tror det finns en oro bland många som har ett ekonomiskt ansvar [...] de tror att det kan bli en väldigt bra process och väldigt bra virtuellt byggande process men är det ekonomiskt optimalt?"* (Affärschef).

5.5.2 Resursbrist

Vikten av att ha utbildad personal som snabbt och enkelt kan använda och "köra runt" i modellen efterfrågas. Tilltro tappas till VB om det dröjer länge och krånglar när modellen ska användas. För tillfället är det många personer som kan ett specifikt område som exempelvis rita CAD, produktionsteknik, kalkyl och så vidare och mycket av kunskapen i projekten kring VB i dagsläget kommer från modellsamordnare. *"CAD-samordnaren hoppar bara in kort tid och kan tekniken men vi behöver någon längre tid"* (Affärschef). För att få människor engagerade och kunna utnyttja VB på ett effektivt sätt efterfrågas personer som både har kunskap om hela byggprocessen och hur VB bör användas. *"Kanske är det den kompetensen vi saknar. Den som verkligen har koll på hela processen och förstår hur det ska gå till"* (Affärschef). En person som identifierades som har stor erfarenhet och kunnande om hela byggprocessen är entreprenadcheferna. Problemet är att dessa ofta redan har en hög arbetsbelastning och många andra viktiga frågor att hantera som bland annat ekonomi, personal, hantera kund (Affärschef). Även projekteringsledare med kunskap om projekteringsprocessen, produktionskunnande och kalkylkunnande efterfrågas för att kunna skapa modeller som går att använda effektivt. Även tidsbrist uppges vara en faktor, *"Entreprenadingenjörer har häcken fulla med att ta fram kalkyler så dom hinner inte sätta sig ner i lugn och ro och lära in processerna"* (Affärschef).

En Affärschef, (se beskrivning projekt fem) upplevde det problematiskt att få till resurser när det var ett avstånd till centrala kontor. Resurserna samlas enligt Affärschef vid regionkontor och huvudkontor. Personen ansåg att det i storstäder är lättare att exempelvis gå tvärs över genom korridoren för att kontakta en modellsamordnare. En platschef utanför storstadsregioner har två till tre projekt medan i storstäderna har de ett projekt och två arbetsledare. *"Det går en och halv fler tjänstemän i storstäderna än utanför, inklusive modellsamordnare"* (Affärschef). Några personer uttryckte svårigheten att få tillgång till modellsamordnare som problematiskt. Till exempel uttryckte en Entreprenadchef sig, *"Modellsamordnarna är svårtillgängliga. Kanske inte finns tillgängliga alltid när dom behövs. Finns dom nära och sitter på samma kontor är du ju lättare, då kan man bara gå dit och fråga hörnu, kan du titta på det här, kan du slå ihop dom här"*.

"Eftersom mycket av förändringsprojekten drivs från huvudkontoret blir det utifrån deras perspektiv. Det finns väldigt gott om exempel på att världen ser olika ut på olika ställen. Affärsverksamheten ser olika ut på landsbygden och storstad. Men man kan också skilja på landsbygder, konkurrenssituationer, kunder, marknad därför måste man anpassa sig till dom här lokala förutsättningarna" (Affärschef).

Enligt Affärschef påverkar den dåliga konjunkturen implementeringen av VB. Som ett exempel togs siffror från byggfakta där projektstarterna har gått ner trettio procent på en tre års period. Under samma period har projekteringsstarterna ökat med trettio procent. Det finns därför för tillfället stor mängd projekteringsjobb som ligger och ingen vågar starta byggprojekt. *"Vi har fullt upp med kalkyler och säga upp produktionspersonal samtidigt. Vid omorganisering och dåligt ekonomiskt klimat är det svårt att föra igenom förändringsprojekt"* (Affärschef). Om konjunkturen vänder så kan det innebära flera projektstarter vid halvårsskiftet. Kontentan av det här är enligt Affärschef att införande av VB inte bör "smittas" ned av dåligt ekonomiskt klimat eller omorganiseringar. Eftersom VB är en del av framtiden bör frågan frigöras mot konjunkturen. De olika cheferna bör arbeta med de ekonomiska frågorna, permittera personal, omorganisera, jobba med kunder och så vidare. Det krävs att resurser frigörs (Affärschef).

5.5.3 Att lita på modellen

Flera personer upplever svårigheter att lita på modellerna. Dels kan det uppstå när konsulter har modellerat fel men också för att användningen av modeller är ett nytt arbetssätt som inte ännu fullt ut accepterats. *"[...] det handlar också om en rädsla att använda och lita på modellen"*. (Projekteringsledare)

Rädslan för att lita på modellen uppkommer också därför att kalkylarbetet är en viktig del för NCC. Även i det spetsprojekt som beskrivits krävs det att kalkyler utförs med traditionella arbetssätt parallellt. Beräkningar får inte bli fel eftersom marginalen för varje projekt ligger ofta på ungefär två, tre eller fyra procent och därför kan ett fel få förödande konsekvenser för ekonomin. Det gäller främst i anbudsskedet men även i produktion där det är viktigt att få rätt material och att det inte får fattas något. *"BIM måste vara tillförlitligt för att vi ska klara vår marginal där måste det byggas upp ett förtroende"* (Affärschef). *"Vi experimenterar fortfarande va, vi vågar inte använda det som skarpt verktyg"* (Affärschef).

5.5.4 Erfarenhetsåterföring, kontinuitet och kunskap

För dålig kontinuitet i användning av VB har nämnts som ett av hindren för att sprida VB. Det här uppkommer dels från att en projektcykel är ofta över två år (Chef centrala grupper) och att personer byts ut vartefter ett projekt är klart och nya startas upp (Affärschef). Det är för glest mellan tillämpningarna, *"Det är in i ordinarie verkstaden och testa det här vilket gör att vi hittills inte fått någon kontinuitet att utveckla det där heller"* (Affärschef). Problemet uppstår främst vid mängdavgtagning eller kalkyl där det aldrig riktigt hittills skett något genombrott. Projekten avslutas och ingen har riktigt tagit med sig lösningen för att gå hela vägen vilket gör att nästa projekt så börjas det om från noll igen och samma problem uppstår (Affärschef). Även att projektmedlemmarna byts ut och projektformen stöps om efter varje projekt ses som ett hinder för att fortsätta på kunskapen som byggts upp tidigare. Det gör också att de som byggt upp en kunskap om VB kanske inte kan utnyttja den i nästa projekt eftersom personen måste anpassa sig

efter kritiska massans kunskap. *"Det här gör att det blir ofullständiga lösningar, det finns inte tid och resurser att använda det för mängdavgivning, för där ligger de olika stegen i byggprocessen fel i förhållande till en fulländad modell"* (Affärschef).

Kunskap är något som uttrycks som ett hinder hos större delen av respondenterna. Dels handlar det om att kunna hantera VB på ett effektivt sätt, vilket enligt många är något som för tillfället håller på att undersöka och experimenteras kring. Men också att det är kunskapsbrist hos personer som anser att VB inte är effektivt och inte går att implementera. Det är främst personer kopplade till centrala grupper och de som har ett djupt teknikkunnande som uttrycker bristen på kunskap om vad VB tillför i projektet som ett hinder. Kunskapen som behövs för att använda VB är ett hinder både vad gäller steg ett 3D projektering och steg två integrering. Att ta ut mängder och göra kalkyler ses som en komplicerad process. En anbudsingenjör som beskrivet tidigare skapar ofta kalkyler på tunna underlag och tillsammans med VB i den processen ses som ett stort hinder. Enligt en Affärschef är det väldigt få människor i organisationen som kan hantera det båda delarna och kan delvis bero på tidigare åldersstruktur. Det här jämförs även med projekteringsledare och installationsledare där kunskaperna i hur man tar sig fram i modellerna är begränsade vilket är ett stort hinder för implementeringen av VB (Affärschef).

En person som har varit framgångsrik i kalkylprocessen kommenteras av en Affärschef, *"Han sitter ju på bygget till 2015 så han kommer inte smitta ner någon närmsta tiden"* Enligt en teknikspezialist finns det en tendens att människor i de olika projekten uppfinner hjulet på nytt. Även Projekteringsledare påpekar att det inte finns någon återkoppling mellan projekten, *"Ett projekt som får problem med något kommer vi här på kontoret förmodligen inte få ta del av"*

En Arbetsledare tycker det vore intressant att få djupare kunskap om hur VB och dess processer ska användas ute i produktionen. Arbetsledare är inblandad i en form av pilotprojekt eftersom riktlinjerna kring hur VB ska användas i produktionsfasen inte finns (Arbetsledare).

5.5.5 Byggprocessens utformning

"Standarder och grundläggande hur vi driver projekten är de största hindren" (Affärschef). Enligt Chef centrala grupper sker den största processförändringen om de riktlinjerna som beskrivits för traditionella metoder inte efterföljs för att sedan implementera VB i projektet. Flera personer menar på att en färdig modell levereras alldeles för sent i byggprocessen för att kunna användas effektivt. Det beror delvis på att i många projekt arbetas kostnadskalkyler fram på tunna handlingar varefter beslut tas för att gå vidare i projektet om ekonomin ser ut att hålla. Projekteringen går därför framåt i inkrementella steg där kostnader diskuteras fram och tillbaka varefter ändringar görs i konstruktionen. Det innebär att modellen inte är färdigutvecklad för att exempelvis ta ut mängder innan projekteringen är avslutad och den slutliga prisnivån är lagd. Det krävs därför duktiga anbudsingenjörer under projektets gång. Ofta har produktionen även startat innan projekteringen och en färdigutvecklad modell finns tillgänglig. Även fast NCC är involverade i ett tidigt skede i ett projekt kan det ofta ha hänt mycket innan kunden tar kontakt.

Samverkansentreprenader och partnering kan innebära att produkten förändras och bearbetas ända in i produktionsfasen för att få till en bra lösning (Affärschef).

"BIM hade funkade om man hade en projekterings-fas, leverans-fas och sen produktionsfas. Men vi jobbar inte så utan vi jobbar enligt: projektering, inköp under projektering, produktion och när projekteringen är klar är stommen redan uppe" (Affärschef).

"Nackdelen med 3D proj är att man måste rita ganska långt fram innan man kan ta ut några ritningar. Om man ritar i 2D kan man rita grunden och köra ut dom och börja bygga. Om man måste rita i 3D måste man knyta ihop hela modellen och då tappar man tid innan man kan börja bygga" (Affärschef).

"Oftast i våra anbudsarbeten så får vi inte några tidiga modeller. Man får börja när man väl har fått jobbet så att säga" (Projekteringsledare).

Ett annat scenario är att beställaren i projekten redan har anlitat en arkitekt som har svagt intresse att projektera i 3D. Det innebär en kostnad för NCC att projektera handlingarna i 3D vilket inte betalas av kunden utan i sådana fall på eget initiativ av NCC. Utvecklingen av projektet på arkitektnivå har då redan skett mellan beställare och arkitekten. Många parter och en konkurrensupphandling för konsulter kan påverka negativt på utvecklingen och implementering av VB. *"Dom är så rädda för att arbeta exklusivt och med få parter. Vi är så beroende av konkurrensupphandlingar. Vi har ingen tillit till andra parter"* (Affärschef).

5.5.6 Standarder

Två hinder har uttryckts av respondenter gällande standarder. Det finns inte någon gemensam standard för de olika programmen som hanterar modeller. En gemensam fil-standard skulle underlätta överföring av data mellan program av olika tillverkare. Även en standardisering hur olika objekt benämns och märks i modellen, det vill säga en gemensam littera efterfrågas. Det kan skilja sig mellan hur olika discipliner väljer att skapa littera för objekten. *"När man ska göra mängdavtagning eller koppla till tidsplan måste man känna igen företeelsen eller målet så man vet att det är rätt objekt man jobbar med"* (Affärschef).

Förutom ett standardiserat sätt att skapa littera för objekt skulle en katalog över produkter NCC bygger med på ett standardiserat sätt öka potentialen för BIM. Som ett exempel så skapar en arkitekt ett fönster. Detta fönster finns inte som en beteckning varken hos arkitekten eller hos NCC vilket gör att arkitekten benämner fönstret enligt egna beteckningar och NCC använder måtten för att köpa in ett fönster av en tillverkare. Om fönstren fanns i en katalog hos NCC hade arkitekten kunnat välja ett standardiserat fönster och potentialen och användningen av BIM skulle därmed öka. Både elbranschen och företaget JM nämns som företrädare inom det här sättet att arbeta med standarder (Affärschef). För mycket standarder skulle dock eventuellt kunna förstöra innovationskraften och det måste finnas utrymme för kreativitet (Projekteringsledare). Ett projekt där modellen var otillräcklig kommenteras av Projekteringsledare, *"Man ställer kravet men får ändå en otillräcklig modell. Konsultföretaget tjänar pengar på revisioner. Både konsulter och NCC vet inte vad det är för krav som ställs, och vad som förväntas av båda parterna. NCC vet knappt själva vad för krav de ställer. För dåliga standarder och kravbilder helt enkelt"*

Teknikhinder upplever personer främst vara kopplade till nivå två integrering för införande av VB. Både mängdavgtagning och kalkylering har personer upplevt att det skapar problem med bland annat kommunikation mellan program. *"Just att börja med en modell och förädla till samma kalkyl och föra över och exportera det verkar inte fungera så bra. Just när det kommer en kraftig revidering måste man börja om och gå igenom hela processen igen"* (Affärschef). *"Den behöver utvecklas och blir bättre så man inte behöver hoppa mellan program och versioner osv. Inte använda Revit för att mängda och använda Navis för att visualisera. En gemensam standard skulle underlätta väldigt mycket. Att man får in funktionerna i samma program"* (Arbetsledare).

5.5.7 Förändring av arbetssätt

Största hindret för att införa VB i projekten är enligt Chef centrala grupper att det kräver en liten förändring i arbetssättet. *"I en allmänt stressad vardag kan det ta lite tid när man gör det första gången. Sen är den i praktiken mindre än vad man tror att det är men ofta upplever jag det som är det största hindret. En förändringsprocess man ska gå igenom"*

En affärschef har en syn på förändring historiskt sätt inom NCC, *"Jag ser historiskt när vi har haft nya kalkylsystem, nya inköpssystem så ser man att det är de kunniga och erfarna som nästan sist köper att det kommer något nytt, man har ett speciellt mindset hur man jobbar och löser frågorna"* (Affärschef). I studien är det främst de unga arbetsledarna med låg erfarenhet som tar till sig VB snabbt och med stort engagemang i produktion. *"De är de yngre och utan erfarenhet som ser nyttorna med ny teknik men eftersom organisationen består av blandning av människor så skapar det en broms. Det är dom tunga duktiga platscheferna som har svårast att införa Virtuell Byggande"* (Affärschef). Några respondenter uttrycker förändring i arbetssättet som det största hindret för implementering av VB. *"Största utmaningen att få folk att byta arbetssätt. Det är en attitydfråga, måste bli mer förändringsbenägna"* (Modellsamordnare). Både konsulter och anställda inom NCC måste byta arbetssätt och våga pröva nya vägar för att utnyttja VB i större utsträckning än som görs idag. Tekniskspecialist påpekar vikten av att våga förändra sig och tror engagemang och intresse måste komma underifrån. En svårighet enligt tekniskspecialist har varit att få entreprenadcheferna intresserade av VB. Det beror till stor del på en redan hög arbetsbelastning och låg kunskap om vad VB innebär.

"Det finns många människor som är rädda för förändring i organisationen, många är oroliga" (Affärschef). Att människor ser förändringen som något negativt handlar om ledarskap enligt Affärschef, *"Det är min uppgift att arbeta med övertalning"* (Affärschef). Angående tillämpning av VB i produktionsfasen säger Entreprenadchef, *"Jag tror dom är trygga med så som dom har kört i 30 år. Dom är inte sugna på nymodigheter"*

"Dom som har lyckats bra är ju tända på det och vill göra om det igen för dom har sätt fördelarna va men dom som ännu inte prövat på ser bara kostnader och säkert en osäkerhet och oro, klarar vi av det här" (Affärschef). Ett hinder för att använda VB har uppfattats av respondenterna vara datorvana. Dock har ingen respondent själv påpekat att datorvana för dem själva är ett hinder utan snarare kunskapen om hur VB ska användas. Datorer har varit en del av vardagen inom byggbranschen flera år. *"Vi hade stora bekymmer att bara få folk att använda datorer en gång i tiden, men nu använder*

alla det och det är en del av vardagen” (Platschef). ”En del är ålder och datorvana vilket löses med tiden de går i pension, det kommer ju en ny generation ut på marknaden” (Projekteringsledare). Enligt Arbetsledare och Projekteringsledare är kunskapen och användning av datorer en kulturfråga där yngre generationen har vuxit upp med datorer och det har inte äldre generationen gjort.

5.5.8 Övriga kommentarer

Projekteringsledare menar att det är viktigt att alla avsteg under byggprojektet skrivs in och att det är dels en kulturfråga. Det handlar mycket om kultur enligt Ingenjör och påpekar att det är vanligt att man använder traditionella bygghandlingar och en modell för att några ändringar senare så ”dör” modellen ut. *”Om man bygger annorlunda så måste man rita in det någonstans modellen dör ut tillslut annars”* (Ingenjör). En projekteringsledare menar på att bygghandlingar-90 bara uppfylls till 45-50 procent. Både kunskap och komplexitet bidrar till detta och modellen skulle lösa många av dessa problem eftersom handlingarna skulle behövas göras med större kvalitet. Att det inte går att fuska i projekteringen och ritningar får högre kvalitet bekräftas av Modell-samordnare. Projekteringsledare beskriver den kultur som finns inom byggsektorn, *”Helst vill man ju ha så lite dokument som möjligt när man bygger”*

En Affärschef ser problemet med korta anbudstider och projektering för att hinna utveckla både en produkt och en process. Det görs en jämförelse till Volvo som utvecklar lastbilar under flera år. I byggbranschen är det pressade tider och projekten ser inte likadana ut varje gång. Flera personer påpekar vikten av att kunna ha en grundläggande kunskap för byggprocessen. Många erfarna duktiga medarbetare har under många år utvecklat en kompetens kring byggande. En del i det innefattar förmågan att kunna skapa en helhetsbild av en byggnad från 2D ritningar. Den kunskapen tar ett tag att träna upp. För att kunna läsa av 2D ritningar eller göra tidsplaner så krävs det en djupare kunskap jämfört med att läsa av tidsplaner eller modeller i ett VB projekt. Det blir en genväg kunskapsmässigt vilket kan vara problematiskt (Entreprenadchef).

”Jag tycker snarare att frågeställningen är så att de äldre klarar sig utan tekniken. De kan rita tidsplan på en bräda. Dom som klarar det bevisar för mig att dom kan sitt jobb. Den stora faran är att de nya som kommer använder nya tekniken utan att egentligen kunna grunderna. Om dom har tryckt ut en tidsplan i fyrfärg kan det se helt galen ut, ritar man för hand måste man kunna jobbet. Den som inte kan sitt yrke kan klara sig ändå eftersom det ser snyggt ut med färger etc. och då är det svårt att upptäcka att det är fel” (Affärschef).

6 Analys

Analysdelen är tänkt att knyta ihop de teorier som presenteras i kapitel tre med det empiriska materialet från kapitel fyra. Analysen kommer använda ramverket innehållande UTAUT modellen, analysnivåer och implementeringsprocessen för att diskutera det empiriska materialet.

Som kapitel fyra visar är det svårt att definiera exakt vad som Virtuellt Byggande innebär. Det finns en definition på ett teoretiskt plan från Stanford och Jongeling (2008) beskriver hur användningen av BIM kan se ut i byggprocessen. Det som framgår av studien är att NCC har anammat ett mer pragmatiskt sätt att se på Virtuellt Byggande och det handlar inte om att skapa den ”gemensamma informationskällan” likt det beskrivet av Kiviniemi (2005). De program och fil standarder som finns används på ett så bra sätt som möjligt för att kunna exportera till andra program och bearbetas vidare.

Upprepar NCC:s interna definition för vad som klassas som VB projekt: *”Projektet har en modellsamordnare, modellen används för mer funktioner än att skapa 2D-ritningar”* Det finns tre stycken delar som påverkar spridning och användning av VB i NCC:s organisation; beslut att skapa 3D handlingar i projekteringen, beslut att använda VB, och den faktiska implementeringen av VB i projekten. Enligt teorin behöver inte en innovation nödvändigtvis börja med en uppfinning utan kan även innebära att företag hämtar kunskap och idéer från andra sektorer och implementerar det i sin verksamhet. Både 3D projektering och användning av VB får i det här fallet klassas som en innovation i organisationen och kan därför analyseras med hjälp av UTAUT modellen se figur 3.

6.1 Beslut att 3D projektera

NCC:s ledning har tagit ett auktoritärt beslut på interorganisatorisk nivå om att projekt som kan påverka projekteringen ska projektera sina handlingar i 3D. Enligt det empiriska materialet kan 3D projektering klassificeras utifrån figur 4 i kvadrant ett och tre. De flesta projekten hamnar enligt respondenterna i kvadrant ett vilket betyder att kravet efterföljs i de flesta fallen. Som beskrivs av Projekteringsledare så är 3D projekteringen en process som har tagit en tid att få ordning på och de konsulter som inte är beredda att arbeta i 3D i framtiden kommer inte vara med i nästa projekt.

Den största kostnadsfrågan som respondenterna associerar med användning av VB uppkommer i projekteringsfasen. De projekt som inte har projekterats i 3D baserar bland annat sitt beslut på den ökade kostnaden i projekteringen. *”Nackdelen är att det kostar mer pengar, dels direkta pengar från projektörerna sen en indirekt grej att det tar längre tid att rita och det blir pengar indirekt eftersom projen tar längre tid”* (Entreprenadchef). Projekt fem anser att nyttan (PE) är låg, tekniken tillför inget till projektets värde. Projekt sex baserar beslutet att inte 3D-projektera på kostnaden (PE) och en ökad arbetsbelastning (EE) för entreprenadchefen som faktorer. Projekt sju baserar beslutet på kostnad (PE) och ökad arbetsbelastning (EE). Projekt åtta anser att nyttan (PE) är låg och inget intresse finns men även att det saknas kompetens i form av projekteringsledare (FC). Projekt nio baserar beslutet på lågt (PE), brist på resurser (FC) och en missanpassning mellan tekniken och hur byggprocessen för tillfället ser ut (FC). De som tar beslutet i de flesta fall är entreprenadchef eller projekteringsledare (NCCc, 2012). I projekt tio är det bristande intresse från platschef som påverkar beslutet.

Alla projekten ovan har gemensamt att ledningen anser att 3D projektering inte tillför ett värde i projektet (PE). Det är den faktor som enligt Venkatesh m.fl (2003) påverkar beslutet att använda en innovation mest. Det låga PE som associeras med 3D projektering kopplas ibland ihop med upphandlingen av projekten som sker i konkurrens vilket gör att 3D projektering väljs bort. Ser vi till hur innovationer sprider sig i organisationer är graden av frivillighet (VU) en faktor som påverkar tillämpning av en innovation. I UTAUT-modellen faller faktorn SI bort om användningen av innovationen inte är frivillig. Om en person tvingas använda en innovation kommer inte personer som anses viktiga i personens omgivning påverka beslutet. Det som är intressant här är att projekt trots krav inte 3D projekterar. För låg uppfattad nytta (PE) och brist på stödjande förutsättningar (FC) i form av kompetent personal och hur projekten genomförs (FC), bidrar till att trots krav tillämpas inte innovationen.

Att kravet inte uppfylls kan även härledas ur organisationens utformning där varje projekt tar egna beslut och framställer en produkt inför varje projektstart (Widén, 2010) men också att den politiska makten är stark hos projektets ledning. I de projekt som framställer sina handlingar i 3D har kravet överbryggat den kostnad som många anser 3D projektering bidrar till. Det beslut som ligger till grund för att handlingar ska projekteras i 3D sker på en organisationsnivå. Om inget beslut tas av projektets ledning kommer det inte vara möjligt för individer att välja att tillämpa innovationen eftersom det inte kommer finnas stödjande förutsättningar (FC) i form av en modell för att tillämpa innovationen. Många respondenter anser att intresset måste komma underifrån i projekten eftersom det inte går att tvinga någon att tillämpa VB. Intresset kan uppstå, men ingen tillämpning kan ske om det inte tas ett auktoritetsbeslut av det enskilda projektets ledning att projektera i 3D. Det är därför en kritisk beslutspunkt för spridningen av VB i organisationen.

I de fall där en stark beställare i projektet efterfrågar 3D-projektering och VB, bidrar det till att många av de hinder som uppfattades av respondenterna, som till exempel kostnadsfrågan och att beställare redan har anlitat en arkitekt innan NCC blir involverade i processen elimineras. Det finns få incitament för enskilda intressenter att projektera i 3D eftersom en av de stora fördelarna med arbetssättet är samordning mellan projektets intressenter. Det gör att det underlättar om det finns ett krav från en beställare. I projekt fem till nio finns det ingen stark beställare som efterfrågar handlingar i 3D och ingen i projektets ledning driver ett sådant beslut varpå 3D projektering uteblir.

6.2 Beslut att införa Virtuellt Byggande

Till skillnad mot 3D projektering är användningen av VB ett frivilligt val och tas av projektgruppen. Att tillsätta modellsamordnare och använda modellen till något mer än generera 2D ritningar tas främst av entreprenadchefer eller projekteringsledare (NCCc, 2012). Beslutet sker därför på organisationsnivå beskrivet av Gallivan (2001) och är steg nummer två i implementeringsprocessen skapad av Cooper och Zmud (1990).

1. Initiering
2. Beslut att införa
3. Införande och anpassning

4. Acceptens och användning
5. Rutinmässig användning
6. Effektiviserad användning

6.2.1 Frivillighet att välja Virtuellt Byggande

Eftersom ett auktoritetsbeslut tagits på interorganisatorisk nivå så kommer 3D projektering i en majoritet av fallen automatiskt ur projekteringsprocessen. Steget till att börja använda VB blir därför inte lika stort eftersom de stödjande förutsättningar (FC) i form av 3D handlingar finns tillgängliga. Som beskrivet i empirin uppkommer användning av VB främst genom att en intressent uppfattar en nytta och efterfrågar en implementering. Om ingen nytta tillskrivs VB i projektet kommer ingen modellsamordnare tillsättas och ingen samordningsmodell skapas. Vad som tycks underlätta en implementering av VB i ett projekt är om det finns en stark beställare som ställer krav på användning av VB. Se projekt ett och projekt tre.

Där intresset uppkommer på individnivå krävs det att projektets ledning måste ta beslut om att tillsätta resurser som exempelvis modellsamordnare. I projekt tre och fyra uppkommer intresse från arbetsledare i produktionen. I båda fallen har projekteringen utförts i 3D och stödjande förutsättningar (FC) bidrar till att en tillämpning kan ske. Det betyder att frivilligheten skapar ett utrymme för varje projekt att ta beslut i frågan. Det kan därför ske en tillämpning både genom bottom-up i form av intresse från en arbetsledare, eller top-down genom beslut av en högt uppsatt intressent i projektet. Det krav som tagits av NCC:s ledning angående 3D projektering har skapat förutsättningar för att beslut om tillämpning av innovationen kan uppstå på olika nivåer i organisationen. Frivilligheten bidrar till att personer tillämpar VB utifrån de faktorer beskrivna i UTAUT modellen.

6.2.2 Förväntad prestation (PE)

Den faktor som enligt Venkatesh m.fl. (2003) påverkade användning av ny teknik mest var vilken förväntad prestation (PE) som tillskrivs innovationen av personer. Enligt Rogers (2003) mäts PE på olika nivåer mot vilka alternativ som finns tillgängliga. Sett till det empiriska materialet tillskrivs VB ett större PE från centrala grupper, personer som sett fördelarna och relativt nyexaminerade personer utan lång erfarenhet av byggbranschen. Det förefaller svårt för chefer att "objektivt" påvisa positiva resultat med VB i det empiriska materialet vilket enligt Jacobssen (2005) kan ge upphov till motstånd. I figur 1 som beskriver antalet ackumulerade tillämpare av en innovation accelereras kurvan precis innan den stora majoriteten tar till sig innovationen. Problemet är att kategorin präglas av en eftertänksamhet och baserar tillämpningen på att innovationen har fungerat för andra i det sociala systemet. Därför blir det extra problematiskt att inte kunna objektivt visa på fördelar med VB. Att kunna konkretisera och definiera innovationen är enligt Leonad-Barton och Kraus (1985) viktigt för att uppnå goda effekter. Denna svårighet kan även bidra till att personer som tillskriver VB ett lågt PE från början är svåra att övertala.

De projekt som inte använder VB i dagsläget hade alla gemensamt att chefer ansåg VB ha ett lågt PE. Enligt Cooper och Zmud (1990) och Peansupap och Walker (2006b) är det viktigt med ledningens stöd. En entreprenadchef menade att VB inte används i projektet eftersom det är ett svårt intresse från platschef och arbetsledare trots

informationsträffar ute i projektet. Ingen i projekten såg en nytta med tekniken. En arbetsledare menade att ingen ute i verksamheten efterfrågar VB. Eftersom den förväntade prestationen (PE) är viktig för intentionen att använda innovationen är det viktigt att på ett enkelt och objektivt sätt kunna påvisa en positiv nytta i varje projekt. Det är viktigt att cheferna i projektet, entreprenadchef, projekteringsledare och platschef tillskriver VB en stor PE, se vikten av att involvera nyckelintressenter från Widen m.fl. (2009).

I det empiriska materialet uppkommer användningen av VB i produktionen i två projekt efter att arbetsledare har efterfrågat en modell. De ser nyttan av att kunna visualisera modellen och skapa sig en mer övergripande förståelse och även kunna förenkla kommunikationen kring byggtekniska frågor. Vissa av de fördelar som uppfattas med VB anser personer med lång erfarenhet och djup kunskap om byggprocessen vara en nackdel. Många erfarna duktiga medarbetare har under många år utvecklat en kompetens kring byggande. En del i det innefattar förmågan att kunna skapa en helhetsbild av en byggnad från 2D ritningar och den kunskapen tar ett tag att träna upp. För att kunna läsa av 2D ritningar eller göra tidsplaner så krävs det en djupare kunskap jämfört med att läsa av tidsplaner eller modeller i ett VB projekt. Det blir en slags genväg kunskapsmässigt vilket kan vara problematiskt (Entreprenadchef). Det är tvärt emot de fördelar med BIM som Jongeling (2008) beskriver, där arbetet blir roligare, inspirerande och resultaten baseras mer på underlaget och mindre på erfarenhet. Jämför med de starka professionerna beskrivna av Jacobssen (2005) och förändrings-benägenheten hos platschefer Simu (2009).

Enligt Leonard-Barton och Kraus (1985) kan PE vara starkt kopplat till det sätt prestationer mäts eller belöningssystem vilket kan motverka innovationsspridning. Det är svårt att mäta användningen och omfattningen av VB. Varje enskilt projekt ska drivas så kostnadseffektivt som möjligt och kan ha en motverkande effekt på beslutet att införa VB. Att varje projekt inte med säkerhet kan räkna hem investeringen i projekteringsfasen, utbildning, och utveckling av processer i dagsläget kan därför skapa sub-optimeringsproblem. Nyttan hos VB ligger i dagsläget på en interorganisatorisk nivå vilket strategin från högsta ledningen pekar på. Chef centrala grupper och flera respondenter menar på att det är en naturlig utveckling och företag måste börja tillämpa modeller för att behålla konkurrenskraft. Det kan finnas enskilda aktörer som upplever en negativ PE för en innovation fast den är positiv på organisation- eller interorganisatorisk nivå i det här fallet.

"Jag tror det finns en oro bland många som har ett ekonomiskt ansvar [...] det tror att det kan bli en väldigt bra process och väldigt bra virtuellt byggande process men är det ekonomiskt optimalt?" (Affärschef). Den uppfattade nyttan (PE) kan påverkas av hur byggprocessen är utformad. I de projekt som inte tillämpar VB i dagsläget anses 3D projekteringen och färdigställande av en modell ske för sent i byggprocessen. Det gör att nyttan PE anses vara låg och modellens potential kan inte utnyttjas optimalt. Det räcker dock inte endast att en person har uppfattningen att VB bidrar med nytta för att ett beslut om tillämpning ska tas. Resterande faktorer som sociala faktorer (SI), förväntad ansträngning (EE), och stödjande förutsättningar (FC) påverkar också beslutet.

6.2.3 Sociala faktorer

Sett till UTAUT modellen påverkar frivilligheten (VU) tillämpningen av en innovation genom att öka eller minska vikten av faktorn SI. Eftersom användningen av VB är frivillig ökar vikten av att personer influerar varandra till att använda VB. Personer som influerar andra människors beteende i projekten påverkar användningen av ny teknik. Projekteringsledare, entreprenadchef och platschef har alla ett personalansvar. De personer som är underordnade kommer därför påverkas av hur deras chefer uppfattar användningen och om personer bör använda VB. Därför är det viktigt att dessa personer anser att tekniken har ett högt PE och kommunicerar det till andra i projekten. Det finns få exempel i det empiriska materialet att så är fallet.

I faktorn SI ingår också den kultur och de informella överenskommelserna mellan individer kring beteende i en specifik social situation. Det som därför kan bidra med en negativ inverkan i varje enskilt projekt och ökar svårigheten att överge de traditionella arbetssätten, är de institutioner som uppstått inom byggsektorn. Enligt Kadefors (1995) har institutionerna bidragit till att skapa en bestämd syn på hur ett byggprojekt ska utföras, vilka roller som ska finnas, deras åtaganden, och kunskap. *"Jag tror dom är trygga med det dom har kört i 30 år så dom är inte sugna på nymodigheter"* (Entreprenadchef). Flera respondenter uppgav viljan eller svårigheten att förändra sig som ett problem för införande av VB i projekten. Det finns en tröghet hos individer att överge traditionella arbetssätt mot nya. *"Största utmaningen är att få folk att byta arbetssätt. Det är en attitydfråga, måste bli mer förändringsbenägna"* (Modellsamordnare). Motståndet i det empiriska resultatet får klassificeras enligt passivt motstånd (Kotter, 2008), det vill säga personer väljer att avstå användning och ignorera tekniken. Entreprenadchefer och platschefer anses vara så kallade "starka professioner" vilket gör att dessa personer ofta är reaktionära krafter istället för progressiva och tenderar att vilja bevara traditionella positioner och kännetecken. Starka professioner kan därför skapa en tröghet i förändringsprocessen och ökar ju mer professionen har investerat i kunskapen. Ju mer trögheten ökar ju mindre chans är det att förändringar med införande av ny kunskap kommer välkomnas (Jacobssen 2005). *"Jag ser historiskt när vi har haft nya kalkylsystem, nya inköpssystem, etcetera så ser man att det är de kunniga och erfarna som nästan sist köper att det kommer något nytt, man har ett speciellt mindset hur man jobbar och löser frågorna"* (Affärschef).

Det som tidigare beskrevs i analysen, där personerna med lång erfarenhet och djup kunskap anser vissa fördelar med VB vara en nackdel kan även kopplas till denna problematik. Den kunskapen som många personer har byggt upp under lång tid kan därför bli till stor del överflödigt när beslut tas att tillämpa VB. Motståndet kan enligt Diamond (1986) baseras på en rädsla av att förlora sin kompetens. Jacobssen (2005) menar att grupper kan motstå en förändring som är positiv för företaget men negativ för gruppen. Erfarenheten och kunskapen hos de mest erfarna bör med hjälp av VB kunna spridas till övriga medarbetare snabbare och effektivare genom en modell. Se exempelvis Arbetsledares beskrivning av förenklad kommunikation i det empiriska materialet.

Att det är svårt att beskriva anledningen till förändringen objektivt kan kopplas till den proaktiva karaktären av förändringen som beskrivs i empirin men också att VB är svårdefinierbart och komplex till sin natur. Enligt Strebel (1996) kan förändringar misslyckas för att anställda och deras chefer ser på förändringen olika. För ledande befattningshavare innebär förändring en möjlighet både för företaget och dem själva,

men för många anställda betyder förändring ett störande och påträngande moment. Det kan exemplifieras med den strategi som beskrivs och är bestämt av ledningsgruppen. *"Det är inte så konstigt att det är så eftersom dom som driver utvecklingen på den nivån får inte vara med i dom verkliga projekten och med den kunskap som finns där"* (Affärschef). Citatet bekräftar delvis det Samuelsson (2010) säger om avstånd mellan ledning och projektgrupper i byggsektorn. Alla respondenterna hade åsikten att det var en naturlig utveckling där arbetet med modeller kommer vara en del av vardagen i framtiden. Det kan dock inte identifieras det som Kotter (1995) kallar "sense of urgency" vilket ökar trögheten och förändringsviljan hos individer. Det ska helst finnas en känsla att förändringen är nödvändig och det är bråttom att komma ifrån nuvarande läge (Kotter, 1995).

6.2.4 Förväntad ansträngning (EE)

Förväntad ansträngning betyder här vilken ansträngning som förväntas och krävs för att tillämpa innovationen. Införande av VB i byggprocessen betyder en förändring av processer, teknik och kunskap vilket enligt Jacobssen (2005) ofta skapar motstånd till förändring. Vid användning av VB krävs det även en ökad arbetsbelastning i tidiga skeden i projektet. Att behöva både utveckla en produkt (projektet) och utveckla en process (VB) anses öka arbetsbelastningen (Affärschef). Det här kan innebära ett motstånd som är rationellt förankrat enligt McHugh (1997) vilket kan lösas med hjälp av tillförda resurser. En annan affärschef ser problemet med korta anbudstider och projektering för att hinna utveckla både en produkt och en process. Den förväntade ansträngningen påverkas av den komplexa natur som BIM innehar (Samuelsson, 2010).

"Det kostar ju i utvecklingspengar visst blir det det. Det blir både dyrare konsult kostnader och mer arbetstimmar eftersom många personer i processen behöver lära sig något nytt och fintrimma det" (Affärschef). Eftersom ansträngningen att tillämpa VB anses relativt stor i vissa fall och att processen behöver "fintrimmas", påverkar det även faktorn PE hos många personer. Fasen där processerna utvecklas kommer innebära ökad ansträngning (EE) men spelar en viktig roll för att uppnå långsiktig nytta (PE) med tekniken.

6.2.5 Stödjande förutsättningar (FC)

Faktorer som påverkar tillämpningen av ny teknik och som innefattar organisatorisk och teknisk infrastruktur kan sägas tillhöra kategorin stödjande förutsättningar (FC). I det empiriska materialet bidrar FC till att VB inte används i ett projekt och exemplifieras genom brist på resurser. *"Han skulle inte orka med det. Han skulle behöva en drillad projekteringsledare och det har vi inte det är resursbrist"* (Affärschef). Resurser i form av personer som kan VB och projekteringsprocessen saknas, se exempelvis projekt fem, sex och sju och påverkar därför beslutet om tillämpning. Det finns även en brist på modellsamordnare *"Vi spjärnar emot eftersom vi inte har resurser bland annat modellsamordnare"* (Affärschef). Modellsamordnare och en projekteringsledare som har kunskaper kring 3D projektering krävs för att det ska gå att tillämpa VB i projekten. Om inte resurser finns spelar det ingen roll att intresse uppkommer från produktionspersonal eftersom tillgång på modeller saknas.

I det empiriska materialet, där flera respondenter påpekar att det finns en övertro på tekniken, framförallt i integreringsfasen kan motståndet därför ha en rationell förankring enligt det beskrivet av McHugh (1997). Om inte tekniken klarar av att skapa de resultat

som förväntades initialt när beslut tas i projektet är det en brist i stödjande förutsättningar (FC). Det betyder att brister i tekniken kan påverka beslutet i nästa projekt och därmed hindra spridning.

6.2.6 Påverkande faktorer i beslutet att använda Virtuellt Byggnad

De faktorer som påverkar beslutet att använda VB i ett projekt kan enligt det empiriska materialet och teorin vara PE, EE, SI och FC. De projekt som inte använder VB har alla gemensamt att personer på chefspositioner tillsätter VB lågt PE. Personer från centrala grupper tillskrev VB i större omfattning högre PE vilket kan förklaras av det avstånd som finns mellan ledning och projektgrupper enligt Samuelsson (2010). Ett hinder för att använda VB har uppfattats av intervjupersoner vara datorvana. Dock har ingen respondent själv påpekat att datorvana för dem själva är ett hinder utan snarare kunskapen om hur VB ska användas. Datorer har varit en del av vardagen inom byggbranschen i flera år. *"Vi hade stora bekymmer att bara få folk använda datorer en gång i tiden, men nu använder alla det och det är en del av vardagen"* (Platschef). *"En del är ålder och datorvana vilket löses med tiden de går i pension, det kommer ju en ny generation ut på marknaden"* (Projekteringsledare). Enligt Arbetsledare och Projekteringsledare är kunskapen kring användning av datorer en kulturfråga där yngre generationen har vuxit upp med datorer. Datorvana påverkar enligt modellen EE, SI och FC och den räknas till modererande faktorn "experience" i UTAUT modellen. En affärschef påpekar vikten av att ha personer med god datorvana som snabbt kan "köra" runt i modellen. Det kan därför sägas påverka beslutet indirekt eftersom ansträngningen (EE) att lära sig VB och möjligheten att skapa ett önskat resultat med tekniken minskar med låg datorvana. De modererande faktorerna "gender" och "age" i UTAUT modellen påverkar inte beslutet enligt det empiriska materialet.

En intressant aspekt är att tidigare erfarenhet "experience" i UTAUT modellen, påverkar de tre faktorerna EE, SI och FC. I det här fallet, när varje enskilt projekt väljer om VB ska införas, påverkar erfarenheten av tidigare användning på vilket sätt personer upplever teknikens fördelar. *"Dom som har lyckats bra är ju tända på det och vill göra om det igen för dom har satt fördelarna va men dom som ännu inte provat på ser bara kostnader och säkert en osäkerhet och oro, klarar vi av det här?"* (Affärschef). Personer som kommit i kontakt med VB och fått en positiv uppfattning tillskriver alltså i regel tekniken ett högre PE. Det kan bero på att många respondenter hade en svårighet att definiera vad VB innebär för den dagliga verksamheten. När VB sedan tillämpas i verkligheten så konkretiseras tekniken vilket var viktigt enligt Leonard-Barton och Skrauf (1985).

VB innehåller de två faserna 3D projektering och Integrering där tidigare försök i integreringsfasen påverkar faktorn EE enligt Entreprenadchef, *"3D projektering är det ju krav på. Senare skeden finns det ju inget krav. Vi har testat mängdavgivning och kalkyl i tidigare projekt och det blev ju ett hästgöra. Vi skulle behöva växa enormt i organisationen för att klara av det. Det var nått med kommunikation mellan program eller programvaror"* Beroende på vilken nivå inom ett projekt en person befinner sig på påverkar de fyra faktorerna olika på beslutet att införa VB. Som ett exempel: Entreprenadchef tillsätter VB lågt PE, tycker att det är jobbigt att lära sig processen EE, samtidigt som affärschefen inte kommunicerar vikten av att använda VB i projektet. Det kommer förmodligen leda till att tekniken inte tillämpas och påverkar personer som till exempel arbetsledare. Arbetsledare anser att VB har ett högt PE men inga stödjande förutsättningar FC tillsätts av ledningen, och ingen viktig person, i det här fallet

platschef eller entreprenadchef kommunicerar vikten av att tillämpa tekniken SI. Ingen tillämpning av VB äger rum i projektet.

De två projekten som exemplifierades genom bottom-up implementering hade båda två stödjande förutsättningar (FC) i form av tillgängliga 3D handlingar vilket gjorde att beslutet kunde tas av arbetsledare i produktionen. Det här pekar ytterligare på vikten av att projektets ledning, entreprenadchef, platschef och projekteringsledare kommunicerar vad förändringen innebär och hur den kan användas för att skapa nytta i projektet. Många personer hade uppfattningen att VB fungerar bäst vid komplexa byggen. Det står i kontrast till byggsektorns anseende och ”unika” projekt. Om bostadsprojekten ser relativt lika ut borde det gå att jobba med standarder och 3D modeller mer effektivt.

6.3 Implementeringsprocessen

Enligt respondenterna har 3D projektering införts i de flesta projekten där det är möjligt. Det är svårt att klassificera användningen enligt processen skapad av Cooper och Zmud (1990) men varken 3D projektering eller användningen av VB kan anses uppnått rutinmässig tillämpning i organisationen.

Det som blir tydligt vad gäller användningen av VB är att det sker ett experimenterande ute i projekten hur processen ska se ut. Klara riktlinjer för produktionen finns inga enligt Arbetsledare. Projekteringsarbetet är något som är nytt och enligt projekteringsledare tagit några år för att få konsulter involverade i. Jongeling (2008) menar på att modellen måste användas i produktionen för att skapa fördelar från projekteringen. Det har inte gjorts i någon större utsträckning enligt alla respondenter. Sett på sikt är det viktigt att de kunskaper som nu byggs upp kring VB sprids i organisationen liksom de institutioner och kunskap som skapats över lång tid enligt Kadefors (1995). Den vision som NCC satt upp med användning av VB är sett till det empiriska materialet inte känd. Enligt Kotter (1997) är det en viktig del av en förändringsprocess att skapa och kommunicera en vision och skapa kortsiktiga mål för att uppnå goda resultat. Den vision och de mål som NCC bestämt och som beskrivs i empiriska materialet är något som kan öka viljan att tillämpa VB i projekten. Visionen och de mål som kretsar kring antalet procent av projekten som ska tillämpa tekniken kan vara svårt för enskilda personer i projekten att konkretisera. Ett stort problem för implementeringsprocessen skulle vara om kunskapen om VB ansågs vara hög men nyttan (PE) anses vara låg. Det är dock ingenting som det empiriska materialet kan visa på.

6.3.1 Svårigheten att få till en rutinmässig användning

Som det empiriska materialet visar på har det i flera projekt uppstått problem kring integreringsfasen. Det har enligt flera personer inte skett något genombrott. *”Vi har ju provat att köra spets, som en isbrytare och då kör man ifrån alla andra, eller med bredden men då går det för tungt och för sakta gäller och hitta en mellanform”* (Affärschef). Mycket av problemen kopplade till det här fenomenet kan bero på att projektmedarbetare byts ut efter varje projekt och formen de ingår i stöps om varje gång. Det gör att kunskapen, speciellt den kollektiva kunskapen som Wenger (2008) kallar ”practice” inte blir etablerad vare sig i projekten eller mellan projekten. *”Ofta projekterar vi alla disciplinerna men det tar liksom slut där, att det används till kollisionskontroller och samgranskning mellan discipliner men steget vidare det är svårt och inte fått fart på. Inte fått ut det i produktionen”* (Affärschef).

Kopplat till att ingen rutinmässig användning skapas är också den relativt dåliga återkopplingen som uppstår mellan projektorganisationen och konsulter där konsulterna inte får någon feedback på sitt arbete. Det kan bidra till att steget beskrivet som införande och anpassning av Cooper och Zmud (1990) måste bearbetas även kommande projekt. Sett till hur implementeringsprocessen ser ut enligt Rogers (2003), se figur 2, uppkommer det ingen bekräftelse i det sista steget varför implementeringssteget måste upprepas inför varje projekt. Det kan även vara kopplat till dålig utvärdering eller erfarenhetsåterföring mellan projekten. Upp till 90 procent av felen under projekterings- och produktionsfasen i byggsektorn upprepas i senare projekt enligt Borgbrant (2003).

6.4 Hämmande faktorer i implementeringsprocessen

Många av de faktorer som togs upp under beslutsfasen gäller även implementeringsprocessen. De faktorer som listas kan sägas tillhöra faktorn stödjande förutsättningar (FC). Det betyder graden av övertygelse hos en individ om att en organisatorisk och teknisk infrastruktur finns för att stödja användningen av systemet. FC kan delas in i tre delar; upplevd beteende kontroll, vilket betyder att det finns tillräcklig kunskap för att använda tekniken; teknisk infrastruktur att använda tekniken och kompatibilitet med hur arbetet utförs i dagsläget; stödjande förutsättningar runtomkring innovationen för att den ska kunna användas i arbetsuppgifter.

6.4.1 Kunskap

Kunskap hos individer om vad VB innebär och hur det ska användas i verksamheten behöver ökas enligt flera respondenter. Ofta gör människor motstånd mot förändringar för att de berörda inte tycker en idé är realistiskt eller helt enkelt okänd (Dent, 1999). Kunskapen hos individer kan ökas genom utbildning vilket kategoriseras som individuellt lärande (Edqvist, 2001). Att kunskapen saknas i vissa fall är naturligt eftersom VB är relativt nytt inom NCC. Det som är viktigt är att ledande befattningshavare i projekten innehar kunskap om VB för att kunna påverka andra och styra processen. Förmodligen kommer en ökad kunskap också påverka faktorn PE hos många personer. NCC kommer att införa obligatorisk utbildning för exempelvis affärschefer.

Leonard-Barton och Deschamps (1988) menar på att ledningens möjlighet att påverka tillämpningen av en innovation genom stöd eller krav ökar om personen innehar följande beskrivning:

- Har låg innovationskraft
- Anser att innovationen har en låg nytta i arbetet
- Innehar låg kunskap om innovationen och dess område
- Är lågpresterande

Stöd och utbildning kan höja den individuella kunskapen (Edqvist, 2001), men inte den kunskap som Wenger (2008) kallar ”practice” och som formas genom dagligt arbete i verksamheten tillsammans med andra personer. Ett sätt som NCC har använt för att öka engagemanget och påvisa hur virtuella tekniker kan användas är genom enklare program likt Google Sketchup. Det gör att kunskapsgapet inte blir lika stort som till de

tyngre programvarorna. Att använda mer enklare programvaror till en början kan ta bort en del av det motstånd som Diamond (1986) menar på är kopplat till ”klaras jag av detta?”

6.4.2 Resursbrist

Resursbrist är något som uppkommer på organisationsnivå. Resursbrist i form av modellsamordnare har påpekats av Entreprenadchef som, *”Modellsamordnarna är svårtillgängliga. Kanske inte finns tillgängliga alltid när dom behövs. Finns dom nära och sitter på samma kontor är du ju lättare, då kan man bara gå dit och fråga hörru, kan du titta på det hör, kan du slå ihop dom här”*. Projekteringsledare med kunskap om projekteringsprocessen, produktionskunnande och kalkylkunnande efterfrågas för att kunna skapa modeller som går att använda effektivt.

6.4.3 Avsaknad av processägare

Hardcastle (1999) beskriver det problem som industrin hade för 20 år sedan vilket var uppdelning av arbete och specialisering av funktioner. Det stämmer in även på användningen av VB där en processägare saknas. *”Kanske är det den kompetensen vi saknar, den som verkligen har koll på hela processen och förstår hur det ska gå till”* (Affärschef). En person som identifierades att ha stor erfarenhet och kunskap om hela byggprocessen är entreprenadcheferna. Problemet är att dessa ofta redan har hög arbetsbelastning och många andra viktiga frågor att hantera som ekonomi, personal, hantera kund och så vidare. Modellsamordnare identifierades av vissa som en person som skulle kunna agera processägare men har generellt för låg kunskap om byggproduktion. *”CAD samordnaren hoppar bara in kort tid och kan tekniken men vi behöver någon längre tid”* (Affärschef). Avsaknaden av en processägare kopplas även ihop med den problematik som beskrevs i empirin och berörde det nuvarande ekonomiska läget. Om en person är ansvarig för processen VB i varje projekt ”smittas” inte det dagliga arbetet ned av implementeringen. En processägare hade också kunnat minska det problem som Kadefors (1995), Widen m.fl., (2009) och Cheng and Heng (2001) beskriver med fragmenterad sektor. VB innebär ju i sig ett ökat informationsflöde i processen. *”Vi har riktigt dåliga exempel på VB projektering som inte alls har gått bra, på grund av organisatoriska brister och ledningsbrister där projekteringen har blivit dubbel så dyr. Och vi inte tjänar igen det i produktionen heller. Jag tror stenhårt på det här alltså därför måste vi hitta rätt”* (Affärschef).

Ett fenomen som beskrivs av många personer är att projekt ofta sätter upp mål för användning av VB för att senare i processen så ”dör” modellen ut. Att användningen av modellen ”dör” ut i processen kan kopplas till att personer inte gör avsteg och modellen uppdateras inte kontinuerligt under projektet. *”Om man bygger annorlunda så måste man rita in det någonstans. Modellen dör ut tillslut annars”* (Ingenjör). Enligt en projekteringsledare var det mycket en kulturfråga där personer i verksamheten ofta vill använda så liten mängd papper som möjligt. Om en person har ansvar för processen VB kan dessa problem minska eftersom någon tar ansvar över gränsen mellan projektering och produktion. I dagsläget är det ofta projekteringspersonal som är involverad tidigt i projektet för att senare lämna över till personer med produktionskunnande. Modellsamordnare involveras endast kortare tid vilket inte anses skapa tillräckliga effekter.

6.4.4 Byggprocessens utformning

Hur byggprocessen är utformad anser personer ha en dämpande effekt på spridning och potentialen PE hos VB. Hur processen ser ut beror på entreprenadform. När det gäller projekt som NCC kan påverka projekteringen som exempelvis totalentreprenader anser flera personer överlag att färdigställande av en modell sker för sent för dess fulla potential ska kunna utnyttjas. *"Nackedelen med 3D proj är att man måste rita ganska långt fram innan man kan ta ut några ritningar. Om man ritar i 2D kan man rita grunden och köra ut dom och börja bygga. Om man måste rita i 3D måste man knyta ihop hela modellen och då tappar man tid innan man kan börja bygga"* (Affärschef). Projekteringen går därför framåt i inkrementella steg där kostnader diskuteras fram och tillbaka vartefter ändringar görs i konstruktionen. Det innebär att modellen inte är färdigutvecklad för att exempelvis ta ut mängder innan projekteringen är avslutad och den slutliga prisnivån är lagd. För att använda VB som ett projektstyrningsverktyg krävs det att en fulländad modell levereras innan produktionen. *"BIM hade funkat om man hade en projekteringsfas, leveransfas och sen produktionsfas. Men vi jobbar inte så utan vi jobbar enligt: projektering, inköp under projektering, produktion och när projekteringen är klar är stommen redan uppe"* (Affärschef). Många av de fördelar med BIM som nämns av Jongeling (2008) går därför inte att utnyttja. En affärschef efterfrågade användning av modeller i tidigt skede med kund för att lättare se kostnadsutveckling i projektet vilket inte går som byggprocessen ser ut just nu. Som nämns i det empiriska materialet är kalkyl en viktig del för NCC och kan i dagsläget inte göras i tidiga skeden och styra kostnader i projektet. Uppfattade nyttan PE minskar för VB när inte kalkyldelen kan utnyttjas effektivt.

6.4.5 Ekonomi

De kostnader som uppstår i projekten och svårigheten som många respondenter har att utvärdera hur VB påverkar varje projekt får anses vara ett hinder för spridning av VB. Eftersom varje projekt drivs efter en egen budget kan det bidra till motstånd. Enligt Strebel (1996) kan en förändring möta motstånd om ledande befattningshavare och anställda har olika incitament. Att VB har en organisatorisk nytta för NCC långsiktigt är klarlagt, men för varje projekt i dagsläget är det svårare att objektivt bevisa vilken nytta tekniken bidrar med.

6.4.6 Institutioner

Kadefors (1995), Samuelson (2010) och Widén m.fl. (2009) beskriver byggsektorn som kortsiktiga samarbeten vilket är ett hinder för spridning av innovationer. Det sätt som byggprojekten genomförs och hur det förväntas genomföras är ett problem vad gäller innovationsspridning (Hobday, 1998). *"Dom är så rädda för att arbeta exklusivt och med få parter. Vi är så beroende av konkurrensupphandlingar. Vi har ingen tillit till andra parter"* (Affärschef). Det gör att utvecklingen av processer och teknik inte sker tillsammans med leverantörer eller kunder som i den traditionella industrin. Kadefors (1995) menar på att institutioner är ett svar på den fragmenterade naturen av byggsektorn och skapas så att människor inte ska behöva "uppfinna hjulet" på nytt eller att helt improvisera inför varje nytt projekt. En teknikspecialist menar på att det finns en tendens att personer uppfinner hjulet på nytt när det gäller VB i projekten. Det betyder att institutionerna som finns är hämmande och att förändra dem så att de passar VB skapar en tröghet. Institutionerna som finns inom organisationen vill bevara befintliga teknologier och beteenden samtidigt som de har standardiserat hur projektering går till och vilka lösningar som framställs (Samuelsson, 2010).

Ytterligare exempel på institutioner är hur relationen kund-säljare ser ut i byggprojekt. *"Även fast vi blir involverade i ett tidigt skede så kan det ha hänt mycket i projektet"* (Affärschef). Det kan innebära att produkten görs om tillsammans med beställaren för att få en bra lösning. *"Man kanske håller på ändå in i produktionstiden att förbättra slutprodukten"* (Affärschef). Enligt Hardcastle (1999) bidrar kundens deltagande tidigt i processen ofta inte till en effektiviserad projektutveckling.

Många respondenter anser att VB inte är kompatibelt med hur byggprojekten genomförs. En projekteringsledare menar på att bygghandlingar 90 uppfylls till endast 45-50 procent och att det beror på både kunskap och komplexitet. Användning av en modell kräver att handlingarna skapas med högre kvalitet enligt Modellsamordnare och Projekteringsledare. Att just handlingarna måste vara utvecklade innan modellen går att använda anses av många vara ett problem. Vid traditionella arbetssätt går det att starta produktionen innan alla handlingar är klara. En projekteringsledare menar att personer i byggbranschen ofta vill ha så få dokument som möjligt när projekten genomförs.

6.4.7 Standarder

Hobday (1998) menar att det är viktigt för företag att skapa standarder för att kunna samverka och förenkla kommunikationen mellan varandra inom ett interorganisatoriskt-system. Standarder är även viktigt för att kunna integrera olika system med varandra. Gemensamma standarder för hur modeller skapas och hur objekt benämns mellan NCC och konsulter kan öka potentialen för BIM i byggprocessen. Om ett standardiserat sätt att skapa och benämna objekten finns kan modellen användas i större utsträckning som projektstyrningsverktyg. Standarder hur modellerna konstrueras, byggs upp och hur objekten benämns kan utvecklas i ett samarbete mellan konsulter och NCC på en interorganisatorisk nivå (Hobday, 1998).

Gemensamma fil-standarder likt IFC som Kiviniemi (2006) beskriver efterfrågas av Arbetsledare för att överföra data mellan olika program. *"En gemensam standard skulle underlätta väldigt mycket. Att man får in funktionerna i samma program"* (Arbetsledare). Gemensamma fil-standarder är ett problem som behöver lösas inom sektorn på en interorganisatorisk nivå. NCC själva har svårt att skapa gemensamma filformat utan det behövs en överenskommelse i branschen i form av ett konsensusbeslut. Enligt Koskela (2008) har CoP potentialen att kunna utveckla sådana problem eftersom inget projekt själv kan göra det utan det måste ske mellan organisatoriska gränser. När CoP sprider sig över avdelningar, affärsenheter och företag kan de utveckla strategiska perspektiv som överskrider den fragmentering som finns i byggbranschen.

De teknikhinder som respondenterna identifierade var kopplade till integreringsnivån så som mängdavtagning och kalkylering. *"Den behöver utvecklas och blir bättre så man inte behöver hoppa mellan program och versioner osv. Inte använda Revit för att mängda och använda Navis för att visualisera. En gemensam standard skulle underlätta väldigt mycket. Att man får in funktionerna i samma program"* (Arbetsledare). En affärschef menar på att brister i tekniken har funnits i flera år men att detta inte uppfattas från centralt håll. *"Vi har haft ett antal år av det och sen har det kommit nya versioner av olika hjälpmedel och programvaror, och dom har aldrig varit sådär 100 procent avlusade och krävt en del kryssande och omstarter och alla såna saker. Det är*

inte så konstigt att det är så eftersom dom som driver utvecklingen på den nivån får inte vara med i dom verkliga projekten och med den kunskap som finns där” (Affärschef).

6.4.8 Kunskapsspridning, inteorganisationell nivå

Det är för glest mellan tillämpningarna *”Det är in i ordinarie verkstaden och testa det här” vilket gör att vi hittills inte fått någon kontinuitet att utveckla det där heller”* (Affärschef). Problemet uppstår främst vid mängdavgivning eller kalkyl där det aldrig riktigt skett något genombrott. När inga fullständiga lösningar skapats efter att ett projekt avslutas finns det en tendens att nästa projekt startar från samma utgångspunkt som tidigare och försöker lösa samma problem. Tidigare erfarenheter överförs inte till nästa projekt på ett effektivt sätt. En bidragande faktor till problemet är att medlemmar och organisationsform förändras efter varje projekt.

Vilken typ av innovation som ska spridas inom en organisation påverkar resultatet. En IT innovation som har en funktionell karaktär gör att den lättare kan spridas över sektorer och geografiska gränser. BIM däremot har en mer sektorindeldad karaktär eftersom den kräver ganska stora anpassningar (Samuelsson, 2010). ”Best Practice” definieras av McDermott (1999) som kunskap som blir väletablerad i riktiga arbetssituationer. Kogut och Zander (1992) menar att överföring av Best Practice betecknar företagets kopiering av den interna ”Practice” som utförs på ett överlägset sätt i vissa delar av organisationen. Spetsprojektet som beskrivs i det empiriska materialet kan bidra till att utveckla processen och tekniken ytterligare inom organisationen. Fördelen med att engagera personer från sådana projekt i CoP är enligt Kim (2012) att Best Practice kommer utvecklas inom ”communitien” på en hög nivå. Personer involverade tenderar att bry sig och vara insatta i problemen. Kunskapen som utvecklas inom dessa CoP kommer exempelvis genom de informella ledarna att kunna spridas genom workshops eller möten (Kim, 2012).

Det finns riktlinjer från Stanford för hur tekniken kan användas. I projekten uppstår det problem och VB tillämpas på olika sätt. Kunskapen som försöker nå ut i projekten innehåller en stor ”tacit” komponent (Nonaka, 1994) och ett osäkert orsakssamband för den förmåga som ska överföras (Szulanski, 1996). Anledningen till att ”tacit” kunskap är svår att överföra är för att den är svår att skriva ner eller artikulera (Nonaka, 1994). Samtidigt är kollektiv kunskap ofta en form av ”tacit” kunskap (Wenger, 2008). Enligt Jacobssen (2005) brukar försök att överföra sådan kunskap bara fungera delvis som det var tänkt eftersom det uppstår effekter som inte går att förutspå. Om kunskapen för att bedriva VB effektivt genom hela byggprocessen innehåller till stor del ”tacit-kunskap” kommer en nyckelfaktor i spridningen av VB vara i respektive projekts förmåga att överföra deras ”Best Practice”.

Szulanski (1994) visar på att en faktor som påverkar så kallad ”internal stickiness”, svårigheten att överföra kunskap, är bland annat relationer som är mödosamma och fjärran. Det här påpekas av en affärschef som kommenterar en person som anses besitta djup kunskap om VB och arbetar i spetsprojektet *”Han sitter ju på bygget till 2015 så han kommer inte smitta ner nån närmsta tiden”*. Att det inte finns starka kopplingar mellan relationer förklaras av projektorganisationens utformning. Så kallade ”silos”, kunskapsöar tenderar att skapas inom projekten (Olofsson m.fl, 2004). Enligt en teknikspecialist finns det en tendens att människor i de olika projekten uppfinner hjulet på nytt vilket bekräftar svårigheten att ackumulera kollektiv kunskap i organisationen. Även Projekteringsledare påpekar att det inte finns någon återkoppling mellan

projekten, *"Ett projekt som får problem med något kommer vi här på kontoret förmodligen inte få ta del av"* Kopplat till den skillnad som finns i hur personer uppfattar nyttan PE till VB mellan projektgrupper och centrala grupper kan vara svårigheten att överföra kunskap, men också att personer centralt befinner sig för långt ifrån projekten (Samuelsson, 2010).

Nyckelpersoner för att ackumulera kollektiv kunskap på interorganisatorisk nivå är modellsamordnare och teknikspecialister som har en kontinuerlig kontakt med projekten och diskuterar frågor kring VB tillämpning. *"[...] det är en fråga för varje regionansvarig som ska samla in informationen. I samband med det vara proaktiv med implementeringen av VB"* (Chef centrala grupper). Både teknikspecialister och modellsamordnare kan agera det Rogers (2003) kallar för "change agents" och opinionsledare. Tidiga tillämpare av en innovation agerar ofta opinionsledare och har en viktig roll för att spridningen av innovationen ska nå en kritisk massa. Change agents exponeras oftare för extern kommunikation vilket i det här fallet betyder mellan projekten och övriga organisationen. Både modellsamordnare och teknikspecialister har en viktig roll för att VB ska nå den kritiska massa där användningen accelererar, se figur 1. Anledningen till att kurvan accelereras är enligt Rogers (2003) och Pittaway (2004) den ökade kommunikationen i personliga nätverk.

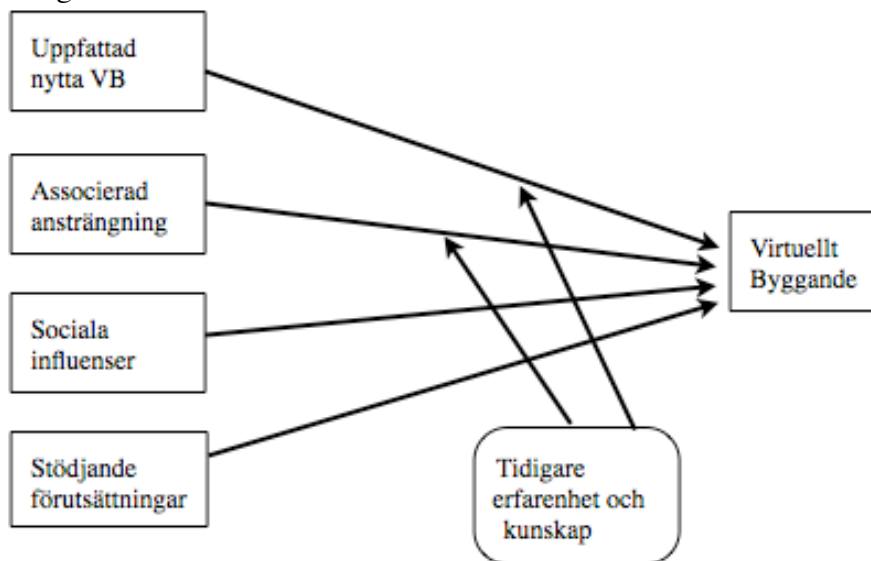
7 Slutsatser

Implementering av Virtuellt Byggande i ett projekt kan ske på organisationsnivå genom top-down eller på individnivå genom bottom-up. Finns det ett starkt stöd i projektets ledning kommer det förmodligen ha en större effekt. I de fallen en bottom-up implementering sker krävs det att stödjande förutsättningar finns tillgängliga i form av 3D handlingar. Om inget ledningsbeslut tagits att projektera 3D handlingar går det inte att tillämpa VB i projektet.

Examensarbetets första forskningsfråga löd:

- **Vilka faktorer påverkar beslutet att använda Virtuellt Byggande i ett projekt?**

Sett till analysen i kapitel tre påverkar fyra faktorer beslutet att tillämpa VB i ett projekt, se figur 6.



Figur 6: Faktorer som påverkar beslutet att tillämpa Virtuellt Byggande i ett projekt.

Den uppfattade nyttan vad VB kan bidra med i projektet är den starkast bidragande faktorn till beslut om tillämpning. Gemensamt för de projekt som i dagsläget inte tillämpar VB är att den uppfattade nyttan med tekniken anses vara låg. Om personer i projektets ledning inte ser någon nytta med VB och det inte finns någon stark beställare som efterfrågar tekniken kommer det förmodligen inte ske någon tillämpning. Finns det ingen uppfattad nytta kommer inga stödjande förutsättningar i form av modellsamordnare att tillsättas. Den uppfattade nyttan med VB anses av många personer uppstå i framtiden efter några års utveckling. Det kan därför finnas ett incitamentproblem eftersom projekten drivs självständigt utefter ekonomiska resultat. Det auktoritetsbeslut som tagits av NCC:s ledning om 3D projektering har överbryggat den kostnad som många personer kopplar till VB. Det har dock inte påverkat alla projekt. Även fast krav finns på 3D projektering i de projekt som kan påverka projekteringsfasen kan en låg uppfattad nytta med VB bidra till utebliven tillämpning. Tidigare erfarenheter och kunskap om VB resulterar i en större uppfattad nytta.

Ökad arbetsbelastning som tillämpning av VB i projektet medför påverkar beslutet om tillämpning. Ledningsbeslut taget av exempelvis entreprenadchefen, att inte tillämpa 3D projektering och därför inte VB, kan bero på den ökade arbetsbelastning (associerad

ansträngning) det medför att utveckla både en produkt (projekt) och process (VB). På grund av innovationens (VB) komplexa natur anses den associerade ansträngningen att tillämpa tekniken vara relativt hög men påverkas av tidigare erfarenheter. En hög kunskap och tidigare erfarenhet av att tillämpa tekniken anses minska den associerade ansträngningen.

Stödjande förutsättningar (FC) i form av modellsamordnare och kompetent personal med kunskap inom VB är nödvändiga för att kunna driva igenom ett beslut om tillämpning. Avstånd till centrala kontor kan öka svårigheten att få tillgång till stödjande förutsättningar. Teknisk infrastruktur för nivå ett 3D projektering anses inte vara något problem. Vissa personer uppfattar problem med tekniken för nivå två integrering vilket kan påverka tillämpningsnivå i projektet. Kalkyler är ett kritiskt moment i processen och gör att det kan vara svårt att lita på modellen. Uppfattade nyttan PE minskar för VB när inte kalkyldelen kan utnyttjas effektivt. I de projekt som inte tillämpar VB i dagsläget anses stödjande förutsättningar FC i form av byggprocessens utformning påverka beslutet för tillämpning. Vid 3D projektering behöver modellen färdigställas innan 2D ritningar kan genereras vilket gör att en större arbetsinsats (EE) i tidigt skede krävs och anses av några personer minska nyttan med VB.

Sociala influenser påverkar beslutet att tillämpa VB. Graden av förändringsbenägenhet hos personer i projektet påverkar beslut om tillämpning. Motståndet kan grunda sig i individuella osäkerheter och institutionella fenomen. Så kallade starka professioner som till exempel entreprenadchefer och platschefer motsätter sig ofta förändringar eftersom de har investerat mycket i sin kunskap och vill behålla nuvarande teknik och arbetssätt. Vid individuella beslut kan för individen viktiga personer påverka tillämpning. Exempelvis kan ledningens stöd och kommunikation påverka individen att tillämpa VB.

Andra forskningsfrågan för examensarbetet var:

- **Vilka hinder finns det för att införa Virtueellt Byggande inom NCC:s organisation på bred front?**

De hinder som kunde identifieras i analysen delas upp i tre nivåer och presenteras i tabell 1.

Tabell 1: Identifierade hinder som påverkar implementeringen av Virtueellt Byggande i projekten.

Individuella	Organisation	Interorganisatorisk
Kunskap	Resursbrist	Institutioner
	Avsaknad av processägare	Standarder
	Byggprocessens utformning	Kunskapsspridning
	Ekonomi	

De flesta hinder som identifierats består av stödjande förutsättningar och påverkar resultatet av implementeringen. Hinder på den individuella nivån är brist på kunskap. Högre kunskap om vad VB innebär och hur det tillämpas hos individer bidrar till större

spridning och högre tillämpning. Kunskapen hos individer kan ökas genom utbildning och genom deltagande i CoP. Kunskapen anses påverka beslutet i figur 6 ovan genom ökad uppfattad nytta (PE). En låg kunskap om VB kan bidra till att människor motsätter sig den förändring som införande av tekniken innebär. Kunskapen hos projektets ledning anses viktig för att kunna påverka andra och styra processen.

Ett hinder på organisationsnivå är brist på resurser i form av personer som har kunskap om VB. Projekteringsledare med kunskap om projekteringsprocessen, produktionskunnande och kalkylkunnande efterfrågas för att kunna skapa modeller som går att använda på ett effektivt sätt. Tillgängligheten och avståndet till modellsamordnare anses vara viktigt. Vid svårigheter i relationen till modellsamordnare anses det inverka negativt på implementeringsprocessen. I dagsläget bidrar modellsamordnare till en stor del av kunskapen kring VB i projektet men är bara involverad en kortare tidsperiod. Konsulternas kompetens anses inte vara ett stort problem och har förbättrats.

Avsaknad av processägare betyder att ingen person i dagsläget ansvarar för användningen av VB under hela byggprocessen. För bästa effekt bör processägaren inneha djup kunskap om både byggprocessen och VB processen. Entreprenadchefer identifierades som potentiella processägare, problemet är en redan stressad vardag och andra arbetsuppgifter. Avsaknad av processägare kan vara en bidragande faktor till att användning av modeller ”dör ut” i projekten.

Hur byggprocessen är utformad anses minska potentialen hos VB och viljan att projektera i 3D. För tillfället utförs många projekt enligt projektering-produktion-projektering vilket gör att när projekteringen är klar och en fullständig modell finns tillgänglig är det för sent för att modellen ska kunna användas som projektstyrningsverktyg.

Ekonomi syftar till svårigheten att räkna hem användningen av VB och att projekteringsfasen uppfattas som en kostnad. Hindret beror till stor del på den komplexa naturen hos VB och att det påverkar många olika delar i byggprocessen.

På en interorganisatorisk nivå motverkar de institutioner som finns i byggsektorn och inom NCC. Det vill säga hur ett byggprojekt förväntas genomföras och vilka roller som finns i projektet. Det skapas en tröghet i implementeringsprocessen och effekten av VB minskar. Institutionerna vill bevara befintliga teknologier och beteenden samtidigt som de har standardiserat hur projektering går till och de lösningar som framställs.

Gemensamma standarder mellan programvaror anses vara ett hinder för utvecklingen av VB. Teknikbrister finns i integreringsfasen där mängdavtagning och kalkylering anses vara krångligt och svårt. Även standarder hur olika aktörer skapar modeller minskar effektiviteten i 3D projekteringen. En produktkatalog som NCC kan erbjuda både kunder och konsulter anses öka effektiviteten och användning av modeller. Standarder bör utvecklas på en interorganisatorisk nivå, exempelvis genom CoP.

Svårigheter att överföra kunskap mellan projekt skapar ett hinder för spridning av VB. Många projekt experimenterar hur VB processen ska se ut utan att kunskap ackumuleras på en interorganisatorisk nivå. Att skapa kunskap kring användningen, så kallad ”practice” på en interorganisatorisk nivå anses öka spridningen och effektiviteten för VB. Nyckelpersoner i det här arbetet är modellsamordnare och teknikspecialister som agerar ”change agents” och opinionsledare i förändringen.

8 Diskussion

Studien har identifierat faktorer som både påverkar beslutet och den process som senare följer av beslutet. Resultaten visar på att de projekt i dagsläget som inte använder VB anser projektets ledning att VB har låg förväntad nytta. Faktorn påverkar beslutet att implementera VB. Det påverkar även indirekt beslutet hos andra projektmedlemmar eftersom ledningen ute i projekten inte uppmanar andra och kommunicerar teknikens potential.

Jongeling (2008) och NCC:s ledande befattningshavare har kommit till slutsatsen att tekniken effektiviserar byggprocessen. Det finns med andra ord en diskrepans mellan uppfattningen i vissa projekt på organisationsnivå och på interorganisatorisk nivå. Både litteraturen och respondenterna pekar på potentialen med tekniken i framtiden och vilka konkurrensfördelar det kan medföra. Tekniken kan revolutionera hur byggprojekt genomförs och vilka intressenter som kan bidra tack vare 3D modeller. Om det finns en uppfattning att VB bidrar till positiva nyttor i ett projekt, bör viljan öka att tillsätta de nödvändiga resurser som krävs. Problemet är hur den uppfattade nyttan ska kunna ökas. Utbildning, stöd och kommunikation kan bidra till att fler väljer att tillämpa tekniken. Frågan är om inte den strategiska frågan VB, är så pass viktig i dagsläget för NCC, att varje projekt med relevant entreprenadform bör tvingas tillsätta en modellsamordnare vid projektstart. Modellsamordnare har kunskapen och kan på så sätt sprida information och hjälpa projektets medlemmar att börja tillämpa VB. Att förändra de institutioner som finns i dagsläget och få chefer och projektmedlemmar att se modellsamordnare som en naturlig medlem av projektet är viktigt men svårt. Går det implementera VB på bred front med frivillighet och personers engagemang?

Både för 3D projektering och VB finns det en nytta på företagsnivå att processerna utvecklas och kunskap ackumuleras. Problemet är de strukturer och incitament som finns ute i projekten. Nyttan på företagsnivå, där VB är en strategisk fråga och konkurrensmedel, är inte alltid det ute i projekten. Suboptimering sker i delar av organisationen och det är svårt att objektivt visa på fördelar och få till en rutinemässig användning. En del på vägen kan vara att införa obligatorisk utbildning för chefer i projekten.

Varje projekt ska genomföras så kostnadsekonomiskt som möjligt. En studie av hur användningen av VB i ett projekt påverkar de olika kostnadsposterna i projektet skulle vara intressant att genomföra. Dels kan det skapa en mer realistisk uppfattning om tekniken, men också identifiera de områden som är problematiska. Enligt en projekteringsledare är det fullt möjligt att jämföra två liknande projekt där det ena projektet använder VB för att utvärdera hur kostnaderna i respektive projekt utvecklas. Många tidigare undersökningar kring BIM har fokuserat på vad tekniken har för potential när den utnyttjas optimalt vilket får anses vara orealistiskt i dagsläget. NCC har till exempel ett mer pragmatisk förhållningssätt till tekniken utan gemensamma modellservrar och informationskällor. Ytterligare intressanta områden för vidare studier som har identifierats är vilken roll en stark beställare har i implementeringsprocessen. I studien är ett resultat att beslut och implementering underlättas med en stark beställare som efterfrågar tekniken. Det vore intressant på vilket sätt en stark beställare påverkar processen. En annan faktor som identifierades i studien var på det sätt ett byggprojekt genomförs. Finns det exempel på projekt som genomförs med; projektering-leverans av modell-inköp-produktion och hur påverkar det tillämpningen?

Referenser

Intervjuer

Chef centrala grupper [telefonintervju] (08-10-2012)
Chef centrala grupper [telefonintervju] (01-11-2012)
Affärschef [telefonintervju] (12-10-2012)
Affärschef [telefonintervju] (01-11-2012)
Affärschef [intervju] (05-11-2012)
Affärschef [intervju] (05-11-2012)
Entreprenadchef [telefonintervju] (10-10-2012)
Entreprenadchef [telefonintervju] (12-10-2012)
Projekteringsledare [telefonintervju] (10-10-2012)
Projekteringsledare [telefonintervju] (05-09-2012)
Platschef [telefonintervju] (09-10-2012)
Platschef [telefonintervju] (30-08-2012)
Arbetsledare [telefonintervju] (02-11-2012)
Arbetsledare [intervju] (27-08-2012)
Arbetsledare [intervju] (05-09-2012)
Modellsamordnare [telefonintervju] (14-09-2012)
Teknikspecialist [intervju] (20-08-2012)
Ingenjör [intervju] (29-08-2012)
Ingenjör [intervju] (06-09-2012)

Tryckta källor

Abernathy, W. & J. Utterback (1978) Patterns of industrial innovation. Technology Review, nr. 80, s. 40-47.

Appelbaum, S.,H., (1990) COMPUTERPHOBIA: TRAINING MANAGERS TO REDUCE THE FEARS AND LOVE THE MACHINES, Industrial and Commercial Training, Vol. 22 nr. 6

Argyris, C. (1990), Overcoming Organizational Defences. Facilitating Organizational Learning, Boston, Allyn & Bacon

Autodesk, (2012) (Hämtad 12-09-2012) <http://usa.autodesk.com/building-information-modeling/about-bim/>

Barlow, J., Bayer, S. and Curry, R. (2006) Implementing complex innovations in fluid multi-stakeholder environments: Experiences of 'telecare'. Technovation, Vol. 26, s. 396-406.

Bazjanac, V. (Dikbas. A., and Scherer, R.) (2004). "Virtual building environments (VBE) - applying information modelling to buildings". ECPPM 2004 - eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction, Istanbul, Turkey

Borgbrant, J., (2003), Byggprocessen i ett strategiskt perspektiv, Byggkommissionen, Stockholm, Sverige.

Brown, M. M. (2003) Technology diffusion and the "knowledge barrier": The dilemma of stakeholder participation, *Public Performance & Management Review*, Vol. 26(4), s. 345-359.

Byggeforskningsrådet, (1996), BA1 Byggprocessen, Byggeforskningsrådet.

Cheng, E. W. L. & Heng, L. (2001) Development of a conceptual model of construction partnering. *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 8, s. 292-303.

Cronbach, L. J. (1975, February). Beyond the two disciplines of scientific psychology. *American Psychologist*, Vol. 30(2), s. 116-127.

Dean Andersson, Linda Ackerman Andersson 2010, *Beyond Change Management: How to Achieve Breakthrough Results Through Conscious Change Leadership*, 2:a uppl, Pfeifer

Dent, E. (1999), Challenging "Resistance to change", the journal of *Applied Behavioral Science*, vol. 35, nr. 1

Deetz, A., & Tracy, J., S., & Simpson, J., L., (2000), *Leading Organizations Through Transitions*

Dierickx, I. & K. Cool (1989). Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage, *Management Science*, 35(12), s. 1504- 1513.

Diamond, A., (1986), Resistance to Change: A Psychoanalytical Critique of Argyris and Schons Contributions to Organization Theory and Intervention. *Journal of Management Studies*, Vol. 23, s. 543-562

Dubois, A. & Gadde, L. E. (2002) The construction industry as a loosely coupled system: implications for productivity and innovation. *Construction Management and Economics*, Vol. 20, s.621-631.

Egbu, C., Kurul, E., Quintas, P., Hitchinson, V., Anumba, C.J., Ruikar, K., Al-Ghassani, A. (2003) Techniques and technologies for knowledge management, *Knowledge Management for sustainable Construction Competitiveness project, Partners in Innovation*, Final report

Easterby-Smith, M., Thorpe, R. & Lowe, A., 2002. *Management Research: An Introduction*. 2:a uppl. London: SAGE

Eastman, C. Teicholz, P. Sacks, R. Liston, K. (2008) *A BIM Handbook A Guide to building information modeling*. John Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey, United States of America. s.1-24.

Edqvist, C., (2001), <http://folk.uio.no/ivai/ESST/Outline%20V05/edquist02.pdf> (Hämtad 03-11-2012)

Fisher .M, Hartman .H, Gao, JU., (2008), *Journal of construction engineering and management*.

Flyvbjerg, B., Norman K. Denzin, Yvonna S. (2011) Case Study, The Sage Handbook of Qualitative Research, 4:e upl, Thousand Oaks Sage, 2011 s. 301-316. (Hämtad 17-10-2012)

<http://www.sbs.ox.ac.uk/centres/bt/directory/Documents/CaseStudy4%20HBQR11PRI NT.pdf>

Fischer, M. Kunz, J., (2012), Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions, Center for integrated facility engineering, Stanford University,

Gerring, J., (2007) Case study research: Principles and practice, Cambridge university press.

Gallivan, M.J., (2001), Organizational Adoption and Assimilation of Complex Technological Innovations: Development and Application of a New Framework, The data base for Advances in Information Systems, Vol. 32, nr. 3, s. 51-85.

Gao & Fischer, (2008), Framework & Case Studies Comparing Implementations & Impacts of 3D/4D Modeling Across Projects, Center For Integrated Facility Engineering, Stanford University

Giroux, H. (2006), It was such a handy term: management fashions and pragmatic ambiguity, journal of management studies, Vol. 43, nr 6

Ghoshal, S. & C. A. Bartlett (1994). Linking organizational context and managerial action: The dimensions of quality of management, Strategic Management Journal, nr, 15, s. 91-112

Persson, G., (2005), Processer, SIS Förlag.

Gongla, P. & Rizzuto, C.R. (2001), Evolving communities of practice: IBM global services experience, IBM Systems Journal, Vol. 40, nr. 4, s. 842-862

Guptil, J. (2005). Knowledge management in health care. Journal of Health Care Finance, Vol.31(3) s. 10-15.

Goffin, K. & Koners, U. (2011), Tacit Knowledge, Lessons Learnt, and New Product Development Journal of Product Innovation Management 2011;Vol. 28, s.300-318

Hardcastle, C., & Tookey, J., E., (1999) RE-ENGINEERING THE BUILDING PROCUREMENT DECISION MAKING PROCESS, Department of Building and Surveying, Glasgow Caledonian University

Hobday, M., (1998) Product Complexity, Innovation and Industrial Organisation, Working paper, Vol. 26, nr. 6, s. 698-710.

Hoepfl, M. C. (1997). Choosing qualitative research: A primer for technology education researchers. Journal of Technology Education, Vol. 9(1), s. 47-63. <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v9n1/pdf/hoepfl.pdf> (hämtad 10-11-2012)

IT Bygg och Fastighet, (2002), Prodit, IT Bygg och Fastighet

Jackson, B. J. (2004) Construction management JumpStart [Elektronisk resurs], San Francisco, U.S., SYBEX.

Jacobssen, D., A., (2005), Organisationsförändringar och förändringsledarskap, Studentlitteratur, Lund

Jacobsen, D.I., & Thorsvik, J., (2002). Hur moderna organisationer fungerar. Lund: Studentlitteratur

Josephson, P., E. & Saukkoriipi, L., (2005), Slöseri i byggprojekt: Behov av förändrat synsätt, Chalmers

Johnson, B. & Christensen, L., (2008), Educational Research: Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches. 3:e upl. Los Angeles: Sage Publications

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.

Jorgenson, D., (2001) Information Technology and the U.S. Economy, American Economic Review, Vol. 91, nr. 1, s. 1-32.

Karlsson, F., Byggvarlden, (2012), Nu kommer virtuellt byggande på bred front, <http://www.byggvarlden.se/nyheter/naringsliv/article88165.ece> (hämtad 2012-11-02)

Kiviniemi, A. (2006), Ten Years of IFC Development; Why are we not yet there?, VTT Technical Management Research Centre of Finland

Kogut, B. & U. Zander (1992). Knowledge of the firm. combinative capabilities and the replication of technology, Organisation Science, Vol. 3, s. 383- 397.

Kotter, Leading Change (1995), Why transformation efforts fail, Harvard Business review

Kvale, S. (1996), Interviews: An introduction to qualitative research interviewing , London, Sage Publications, Inc.

Koskela, L., Ruikar, K., Sexton, M. (2008), Communities of practice in construction case study organisations, Questions and insights, Construction Innovation: Information, Process, Management, Vol. 9 s. 434 - 448

Kim, S.J, Hong, J. Y., Suh, E. H., (2012) A diagnosis framework for identifying the current knowledge sharing activity status in a community of practice, Expert Systems with Applications Vol. 39 (2012) s. 13093–13107

Leonard-Barton, D. (1990). 'The intraorganizational environment: Point-to-point versus diffusion'. från F. Williams and D. V. Gibson (eds.), Technology Transfer: A Communication Perspective. Sage, London, s. 43-62.

Matthew B. Miles, 1979, Qualitative Data as an Attractive Nuisance: The Problem of Analysis, Administrative Science Quarterly, December 1979, Vol. 24, s. 590-601.

Miles, M.B. and Huberman, A.M. (1994), Qualitative data analysis: An Expanded Sourcebook, Thousand Oaks, Sage.

Mintzberg, H. & Westley, F. (1992): Cycles of of Organizational Change. Strategic Management Journal, Vol. 13: s. 39-59

McDermott, R. (1999) Why Information Technology Inspired, But Cannot Deliver Knowledge Management, California Management review, Vol. 41, nr. 4, 1999

McHugh, M. (1997), The Stress Factor, Another Item for the Change Management Agenda? Journal of Organizational Change Management, vol. 10, s. 345-362

Moore, G. A. (1999), Crossing the Chasm - marketing and selling hightech products to mainstream customers, Harper Business, New York

NCCa, (2012), Virtuellt Byggande på NCC, Internt kunskapsdokument

NCCb, (2012), <http://www.ncc.se/partnering> (hämtad 05-10-2012)

NCCc, (2012), Checklista för Virtuellt Byggande projekt, Internt kunskapsdokument

NCC Teknik, (2011), RFID och BIM i byggproduktion, SBUF, Göteborg

Nonaka, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation: Organizational Science, Vol. 5(1), s. 14-37.

Norberg, H., (2008), ON-SITE PRODUCTION SYNCHRONISATION IMPROVING THE RESOURCE-FLOW IN CONSTRUCTION PROJECTS, Luleå Universitet

Olander, S. (2007) Stakeholder impact analysis in construction project management, Construction Management and Economics, Vol. 25(3), s. 277-287.

Okonkwo, I., (2012), Behavioral Intention to Adopt Internet Banking, Luleå Universitet.

Patel, R. & Davidsson, B. (1994) Forskningsmetodikens grunder: att planera, genomföra och rapportera en undersökning, Lund, Studentlitteratur.

Peansupap & Walker (2006a) Information communication technology (ICT) implementation constraints A construction industry perspective, Engineering, Construction and Architectural Management Vol. 13 nr. 4, s. 364-379

Peansupap & Walker (2006b) Innovation diffusion at the implementation stage of a construction project: a case study of information communication technology, Construction Management and Economics, Vol. 24(3), s. 321-332.

Pettigrew, A.M. (1990), "longitudinal Field Research on Change: Theory and Practice, "Organization Science, Vol. 1 No. 3, s. 267-293

Pettigrew, A., Whipp, R., (1991), Managing Change for Competitive Success, Blackwell Publishers Ltd, Oxford

Pittaway, L., Robertson, M., Munir, K., Denyer, D. & Neely, A. (2004) Networking and innovation: a systematic review of the evidence. International Journal of Management Reviews, 137–168.

Por, G. (2004), What is New an Innovative in Collaboration Tools that your Organisation Can Use for Strategic Advantages? Introduction to Technology Platforms for Communities of Practice, V. 24, 2004

Rogers, E. M. (1983). Diffusion of innovations 3:e upl. New York: Free Press.
Rogers, E. 1995, Diffusion of Innovations, 4:e upl., New York: Free Press

SECBE (2005), An introductory guide for Best Practice in the Construction, South East Centre for the Built Environment, hämtad (2012-11-01) från http://www.secbe.org.uk/documents/introductory_best_practice_guide.pdf

Smith, D.K. Tardif, M. (2009): Building Information Modeling- A Strategic Implementation Guide. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, USA

Stake, R. E. (2008). Qualitative case studies. In N.K Denzin & Y.S. Lincoln (eds), Strategies of qualitative inquiry 3:e upl ,s.119-150, Thousands Oaks, Ca: Sage.

Stake, R.E. (1994), "Case studies", in Denzin, N.K. and Lincoln, Y.S. (Eds.), Handbook of qualitative research, London, Sage, s. 236-247.

Strebel, P., (1996) Why do employees resist change?, Harvard Business Review, Vol. 73:3, s. 86-

Silverman, D. (2006), Interpreting qualitative data: Methods for analyzing talk, text, and interaction, London, Sage Publications.

SOU 2002:115, Skärpning gubbar!, Betänkande av byggkommisionen, Stockholm 2002.

Tarandi, V., (2003) IFC - Product models for the EAC arena. Journal of Information Technology in Construction, Vol 8, s. 135-137.

Tidd, J., & Bessant, J., 2008, Managing Innovation; Integrating Technological, Market and Organizational Change, 4:e upl, Wiley & Sons, Ltd

Teicholz, P. (2004), Labor Productivity Declines in the Construction Industry: Causes and Remedies, AECbytes Viewpoint #4: http://www.aecbytes.com/viewpoint/2004/issue_4.html (Hämtad 05-10-2012)

Thomas Olofsson, Elin Casse, Lars Stehn, Staffan Ruuth, Jan-Olov Edgar, Stefan Lindbäck, 2004, Produktmodeller i ett flexibelt industriellt byggande, Luleå tekniska universitet.

Uno Nordstrand, (2008), Byggprocessen, Liber, 4:e uplg.

Van De Ven, A.H. & Poole, M.S. (1990), Methods for studying innovation development in the Minnesota innovation Research Program, Organization Science

Van de Ven, A., H., (1985) Central Problems in the Management of Innovation, Management Science, Vol. 32, No 5.

Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, G.B., Davis, F.D. (2003) User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View, MS Quarterly, Vol. 27, nr. 3, s. 425-478.

Vos, J, F. J. & Achterkamp, M. C. (2006) Stakeholder identification in innovation projects: Going beyond classification, European Journal of Innovation Management, Vol. 9 (2), s. 161-178.

Wenger, E.C., Snyder, W.M., (2000), Communities of Practice: The Organizational Frontier, Harvard Business Review, s. 139-145, Januari-Februari 2000.

Weisenfeld, U. (2003) Engagement in Innovation Management: Perceptions and Interests in the GM Debate, Creativity And Innovation Management, 12(4), 211-220.

Widén, K., Christiansson, P., Syvertsen, T. G., Hjelseth, E., Storgaard, K., (2009), ICT innovation diffusion in the construction sector: A framework for succes, Division of Construction Management Lund University

Widen, K., (2010), Utveckling, implementering och spridning av innovationer i byggsektorn, Management of Technology, nr 2, 2 maj 2010)

Woodside, A., G., (2010), Case study research: Theory, method, practice. Boston College

Yin, R. (1994), Case study research: Design and methods, Thousand Oaks, Sage, 2nd ed.

Bilaga 1.

Intervjuguiden som har använts har varit semi-strukturerad. Varje intervju har försökt efterlikna ett samtal där respondenten har uppmanats att prata fritt utifrån egna åsikter. Frågorna har nödvändigtvis inte ställts som de nedan eller i den ordningen. Frågorna har snarare använts som en slags minneslista för att komma ihåg viktiga områden. Eftersom personer på de olika nivåerna har olika arbetsuppgifter och ansvarsområden har guiden modifierats. Exempelvis har intervjuer med personer från centrala grupper fokuserat på strategi och intervjuer med personer i verksamheten har mer fokuserat på användning av tekniken.

1. Hur länge har du jobbat inom NCC och med vad?
2. Vad betyder Virtuellt Byggande för dig? Vad betyder termen?
3. Vad innebär Virtuellt Byggande för det dagliga arbetet? Metoder, principer?
 1. fördelar/nackdelar
4. Hur skulle du beskriva vad syftet är med införandet av Virtuellt Byggande?
5. Har du kommit i kontakt med Virtuellt sedan tidigare, om ja, på vilket sätt och hur var reaktionerna? personer i omgivningen?
6. Beslutet att använda/inte använda Virtuellt Byggande

Vem, vilka tog beslutet?

Vad baserar sig beslutet på?
7. Relationer till andra personer, t ex platschef, projekteringsledare etc
8. Vilka är de viktigaste intressenterna för att få igenom en bred användning av Virtuellt Byggande?
9. Enligt dig, vilka är de största hindrena för implementering? Beskriv varför
10. Beskriv Implementeringen av Virtuellt Byggande? tidsperspektiv, motstånd, utbildning
11. Finns det klara riktlinjer för hur tekniken ska användas? Beskriv
12. Finns det några incitament i dagsläget för att använda Virtuellt Byggande? Kostnadseffektivt?
13. Finns det tillräckligt med resurser för att använda tekniken?
14. De stödjande förutsättningar som krävs, t ex modellsamordnare/teknikspecialister, hur fungerar det?