

BIM och samarbete

– En studie över användandet av BIM i mer integrerat projekteringsarbete

Tom Erlandsson
Martin Ängfors

© Tom Erlandsson & Martin Ängfors
Lunds Tekniska Högskola
Avdelningen för byggproduktion
Box 118
221 00 Lund Telefon 046-2227421

ISRN LUTVDG/TVBP—10/5412—SE

Tryckt av Media-Tryck 2011

Sammanfattning

- Titel:** BIM och samarbete – En studie över användandet av BIM i mer integrerat projekteringsarbete
- Författare:** Tom Erlandsson & Martin Ängfors
- Handledare:** Kristian Widén, LTH, Avdelningen för byggproduktion
Jens Kindt, NCC Construction
- Problemställning:** Ett stort problem med dagens byggbransch är fragmentering mellan olika aktörer där respektive aktör i en stafettliknande struktur lämnar över ansvaret i en linjär process. BIM ses som en potentiell lösning på detta problem, men det råder viss oklarhet kring hur en byggprocess ska se ut för att BIM ska utnyttjas optimalt. Vilka fördelar finns det i att jobba med BIM i mer integrerade samarbeten?
- Projektformerna Partnering och IPD sägs leda till mer integrerade samarbeten aktörer emellan. Partnering har funnits ett tag men IPD är ett nytt koncept som främst finns i USA. Vilka är skillnaderna mellan dessa koncept och stödjer de BIM bättre än en traditionell byggprocess?
- Syfte:** Syftet är att undersöka om projektformer med större grad av integrering mellan olika aktörer stödjer BIM bättre än mer traditionella byggprocesser.
- Metod:** För att besvara rapportens frågeställningar görs en litteraturstudie på tidigare skrivet material i ämnet, samt fallstudier baserade på halvstrukturerade intervjuer.
- Slutsatser:** Projekt med högre grad av integrering tenderar att använda BIM mer som ett samarbetsverktyg än enbart som ett ritningsverktyg. De komponenter som samarbetsformerna partnering och IPD består av kan ha en samverkan med hur BIM används. Många av dessa komponenter kan kopplas till BIM så att tekniken utnyttjas mer optimalt.
- Ju fler komponenter som används i partnering, ju mer likt blir det IPD i teorin. Dock uppvisas vissa skillnader koncepten emellan även när partnering använder samtliga av sina komponenter. Den viktigaste skillnaden är att BIM har en betydligt större roll i IPD.
- Nyckelord:** BIM, partnering, IPD, samarbete

BIM och samarbete

Abstract

Title: BIM and collaboration – A study on the use of BIM in more integrated work process

Author: Tom Erlandsson & Martin Ängfors

Supervisors: Kristian Widén, LTH, Faculty of Engineering

Problem: A serious problem with today's construction industry is the fragmentation between different actors, where each player is thinking what is best for him and not for the whole project. BIM is seen as a potential solution for the fragmentation, but there is some ambiguity about how a collaborative process should look for BIM to get maximum benefit

The collaboration forms partnering and IPD are said to lead to more integrated collaboration among the actors. Partnering has been around for a while but IPD is a new concept which is mainly located in the U.S. What are the differences between these concepts and do they support BIM better than a traditional building process?

Purpose: The purpose is to investigate how project types with higher levels of integration between different actors are supporting BIM better than more traditional building processes.

Method: To answer the questions is a literature review of previous writer reports on the subject made in addition to a case studies based on semi-structured interviews.

Conclusions: Projects with higher levels of integration tend to use BIM more as a collaboration tool than as a drawing tool. The components of partnering and IPD consists of can have an interaction with the how BIM is being used. Many of these components has the potential to take action to get more out of BIM if it is being used correctly.

The more components used in partnering, the more similar it get to IPD in theory. However, some differences between the two concepts are presented even when partnering uses all of its' components. The main differences are that BIM have a significantly larger role in IPD than in partnering and that IPD uses a multi-party contract between many parties.

Keywords: BIM, partnering, IPD, collaboration

BIM och samarbete

Förord

Detta examensarbete utgör den avslutande delen i vår civilingenjörsutbildning i Väg- och Vattenbyggnad på Lunds Tekniska Högskola. Arbetet har utförts under höstterminen 2010, samt under vårterminen 2011, vid avdelningen för byggproduktion på LTH och i samarbete med NCC.

Vi vill rikta ett stort tack samtliga medarbetare på NCC i Malmö som visat intresse, bidragit till en stimulerande och bra arbetsmiljö och bjudit oss på en fantastisk frukost varje morgon. Ett extra stort tack till vår handledare på NCC, Jens Kindt, samt David Karlsson, som kommit med input och värdefulla kontakter när vi behövt det. Vill även tacka vår handledare Kristian Widén på LTH för vägledning och bra åsikter.

Dessutom vill vi tacka alla er som varit vänliga att ställa upp på våra intervjuer, utan er hade detta arbete inte gått att genomföra.

Till sist vill vi tacka alla våra med-exjobbare på NCC i Malmö för att ha bidragit till en fantastisk arbetsmiljö att skriva i.

Lund 2011-01-26

Tom Erlandsson & Martin Ängfors

BIM och samarbete

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1.	Bakgrund.....	1
1.2.	Problemformulering	1
1.3.	Syfte	2
1.4.	Mål	2
1.5.	Frågeställning.....	2
1.6.	Avgränsningar.....	2
2.	Metod.....	3
2.1.	Litteraturstudie	3
2.2.	Fallstudie.....	3
2.3.	Metoden för denna rapport.....	4
3.	Teori	7
3.1.	BIM.....	7
3.1.1.	Bakgrund	7
3.1.2.	Definition	7
3.1.3.	Arbetsättet.....	8
3.1.4.	Nuläget	9
3.1.5.	Hinder och möjligheter.....	9
3.2.	Partnering	12
3.2.1.	Bakgrund	12
3.2.2.	Definition	12
3.2.3.	Arbetsättet.....	13
3.2.4.	Nulägesanalys	15
3.2.5.	Hinder och möjligheter.....	16
3.3.	IPD	17
3.3.1.	Bakgrund	17
3.3.2.	Definition	17
3.3.3.	Arbetsättet.....	17
3.3.4.	Nulägesanalys	21
3.3.5.	Hinder och möjligheter.....	22
3.4.	Teorislutsats	23
3.4.1.	BIM och partnering – Gemensamma nyttoområden	23
3.4.2.	Partnering och IPD – En teoretisk jämförelse	25

BIM och samarbete

3.4.3.	Kommunikationsmodell – Vilken roll har BIM?	27
4.	Resultat	31
4.1.	Fallstudie 1 - Nautilus	31
4.1.1.	Bakgrund	31
4.1.2.	Arbetsättet	31
4.1.3.	Så användes BIM	32
4.2.	Fallstudie 2 – Kristianstad Arena	34
4.2.1.	Bakgrund	34
4.2.2.	Arbetsättet	34
4.2.3.	Så användes BIM	36
4.3.	Fallstudie 3 - Stockholmsarenan	38
4.3.1.	Bakgrund	38
4.3.2.	Arbetsättet	38
4.3.3.	Så användes BIM	39
4.4.	Kompletterande fallstudie – Sutter Medical Center	41
4.4.1.	Bakgrund	41
4.4.2.	Arbetsättet	41
4.4.3.	Så användes BIM	41
5.	Analys	43
5.1.	Fallstudie 1 - Nautilus	43
5.1.1.	Integration	43
5.1.2.	Så användes BIM	43
5.1.3.	Nyttoeffekter BIM	46
5.1.4.	BIM och samarbetsformen	47
5.2.	Fallstudie 2 - Kristianstad Arena	48
5.2.1.	Integration	48
5.2.2.	Så användes BIM	49
5.2.3.	Nyttoeffekter BIM	51
5.2.4.	BIM och samarbetsformen	52
5.3.	Fallstudie 3 - Stockholmsarenan	54
5.3.1.	Integration	54
5.3.2.	Så användes BIM	54
5.3.3.	Nyttoeffekter BIM	57
5.3.4.	BIM och samarbetsformen	59
5.4.	Kompletterande fallstudie - Sutter Medical Center	61
5.4.1.	Integration	61

BIM och samarbete

5.4.2.	Så användes BIM	62
5.4.3.	Nyttoeffekter BIM.....	62
6.	Slutsats och diskussion	65
6.1.	Vilka fördelar finns det i att jobba med BIM i mer integrerade samarbeten?	65
6.1.1.	Slutsats	70
6.1.2.	Diskussion	70
6.1.3.	Rekommendationer med anledning av slutsats	71
6.2.	Vilka skillnader finns det mellan partnering och IPD?	71
6.2.1.	Slutsats	73
6.2.2.	Diskussion	73
6.3.	Rekommendationer för fortsatta studier.....	73
7.	Referenslitteratur	75
7.1.	Tryckta källor.....	75
7.2.	Internet	77

BIM och samarbete

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Då många branscher går mot en utveckling av minskande priser och högre produktivitet så går byggbranschen i motsatt riktning. Detta medför att branschen står inför många förändringar den närmsta framtiden (McKinsey&Company, 2006). Ett av problemen är att byggprocessen har en stafettliknande struktur där respektive aktör lämnar över ansvaret för sin del i en linjär process. Dessa gränsdragningar beror på en fragmentering av byggsektorns aktörer där samarbetet parter emellan är litet (SOU 2000:44).

Den traditionella processen anses skapa brister i form av att kvaliteten sjunker, tidsåtgången blir större och att antalet tvister ökar. Denna process har länge förblivit densamma eftersom det funnits litet omvandlingstryck på byggföretagen (SOU 2000:44). I början av 00-talet blev dock problemen i byggbranschen uppmärksammade av en rad rapporter och en debatt om hur byggandet skulle kunna förbättras tog vid. Detta har givit upphov till att aktörer inom byggbranschen börjat se över hur de bedriver sina projekt samt till att de börjat implementera nya tekniker och metoder (Rhodin, 2002).

Användandet av BIM har de senaste åren ökat inom byggbranschen. Dock så används BIM mest som ett verktyg som kompletterar den traditionella byggprocessen, när den största fördelen med BIM istället fås i en mer samarbetspräglad byggprocess. På grund av detta finns en motsättning mellan det traditionella sättet att förhålla sig till andra parter i ett byggprojekt och till att utnyttja fördelarna med BIM till fullo (Ashcraft, 2008).

Ett annat begrepp som inom byggbranschen blivit allt vanligare är partnering. Det finns många definitioner om begreppets innebörd men allmänt kan sägas att det är en projektform där samarbete och öppenhet mellan de olika parterna i ett byggprojekt förstärks genom till exempel speciella kontraktsförhållanden och organisationsformer (Rhodin, 2002).

Integrated Project Delivery är ett nytt byggkoncept som börjat användas i USA. Konceptet fokuserar i likhet med partnering på samarbete och öppenhet parterna emellan. Konceptet fokuserar på förändringar i byggprojektens avtal, ledning, informationshantering och processer (Thomsen, 2009c). Bland de komponenter som används i konceptet beskrivs BIM som ett av de viktigaste (Ashcraft 2008; Becerig-Gerber, 2010).

1.2. Problemformulering

Att BIM kommer ha en viktig del i framtidens byggprocess märks inte minst på de satsningar som de största byggföretagen just nu gör. Det är lätt att se fördelarna med BIM, men då det fortfarande är ett relativt nytt koncept råder en viss oklarhet kring

hur BIM ska utnyttjas på bästa sätt. Smith och Tardif (2009) menar att den viktigaste, men samtidigt minst diskuterade frågan för att kunna utnyttja BIM mest effektivt, är den om de förändringar i affärsstrukturer som krävs. Många verkar vara eniga om att BIM utnyttjas bäst i en mer samarbetspräglad byggprocess (Aschcraft, 2008; Thomsen, 2009c). Men vilka fördelar kan då BIM få i mer samarbetspräglade byggprocesser?

Tanken på en fullt integrerad BIM är enligt Samuelsson (2010) en närmast radikal innovation i byggbranschen. Samuelsson (2010) beskriver i sin rapport att det sällan är tekniska eller användarmässiga hinder som står i vägen för användningen av BIM, han menar att det snarare är metod- och processändringar som krävs för att tekniken ska användas optimalt.

Ett exempel på en samarbetspräglad projektform är konceptet partnering som har använts i Sverige i ett antal år (Fernström, 2006). Partnering integrerar parternas arbete genom en rad verktyg och aktiviteter. En annan process, som sägs sätta integrering av parterna i första hand, är IPD-konceptet som börjat användas i USA. Vilka är skillnaderna på dessa processer och stödjer de BIM bättre än en traditionell byggprocess?

1.3. Syfte

Syftet med detta examensarbete är att undersöka om projektformer med större grad av integrering mellan parterna stödjer BIM mer än traditionella byggprocesser. Vidare ska komponenter i de integrerade samarbetsformerna kopplas mot arbetssättet för BIM i syfte att identifiera *hur* samarbetsformen påverkar BIM. Dessutom görs en jämförelse mellan koncepten partnering och IPD för att se hur de skiljer sig.

1.4. Mål

Målet med arbetet är en teoretiskt och empiriskt stödd slutsats om hur projektformer med högre grad av integrering påverkar arbete med BIM. Ett annat mål är att utreda koncepten partnering och IPD med en jämförelse där skillnaderna mellan projektformerna synliggörs genom dels teori men även genom empiri, en av skillnaderna som ska utredas är vilken roll BIM har i de två koncepten. Slutsatserna som dras ska också leda till rekommendationer för hur integrerade samarbetsformer ska användas för att stödja BIM.

1.5. Frågeställning

- Vilka fördelar finns det i att jobba med BIM i mer integrerade samarbeten?
- Vilka skillnader finns det mellan partnering och IPD?

1.6. Avgränsningar

Rapporten inriktar sig på att undersöka BIM-utnyttjandet i projekteringskedet.

2. Metod

2.1. Litteraturstudie

En litteraturstudie är viktig i en rapport för att först och främst lära sig om ämnet som ska behandlas. Den är dessutom bra för att få en inblick i vad som redan skrivits i ämnet och på så vis minska risken för att missa lärdomar som redan gjorts i äldre rapporter (Höst et al. 2006).

Litteraturstudier är en iterativ process. Med det menas att det inte är en process som görs i början av arbetet för att sedan överges. Utan litteraturstudien är en process som genomförs allteftersom arbetet med rapporten fortgår. Exempelvis när problem och avgränsningar klarnar kan det vara bra att gå tillbaka och göra ytterligare studier, men nu mer specifikt än innan. Ett annat exempel är när resultatkapitlet skrivs, då är det viktigt att gå tillbaka till litteraturen igen och jämföra med vad andra rapporter kommit fram till (Höst et al. 2006).

I en litteraturstudie är det väldigt viktigt att redovisa relevanta källor för att läsaren ska kunna förstå bakomliggande teori och kunna använda sig av rapporten för att bygga vidare på egna studier. Därför är det också väldigt viktigt att värdera sina källor på rätt sätt. För varje källa som eventuellt ska användas bör följande frågor ställas:

- Hur och av vem är materialet granskat?
- Vem kan understödja materialets trovärdighet?
- Motsvarar resultatet den information som är relevant för frågeställningen?
- Ha resultatet blivit refererat till i andra sammanhang?

Olika källor har olika trovärdighet, och vissa resultat bygger på en persons erfarenhet eller åsikter, medan andra resultat bygger på omfattande granskningar av olika slag. Men även åsikter och lite mer osäkra resultat kan vara betydande i en rapport, så länge medvetenhet finns om resultatets natur och dess begränsningar (Höst et al. 2006).

2.2. Fallstudie

En fallstudie har i syfte att på djupet beskriva ett specifikt fall som väljs ut för ett specifikt ändamål. Detta kan ge en betydligt djupare kunskap än en vanlig kartläggning kan. En indelning i kvalitativ- och kvantitativ studie brukar göras. Med kvalitativ menas att studien är väldigt rik på detaljer och nyanser medan en kvantitativ studie görs i större upplaga av sådant som kan mätas eller klassificeras (Höst et al. 2006).

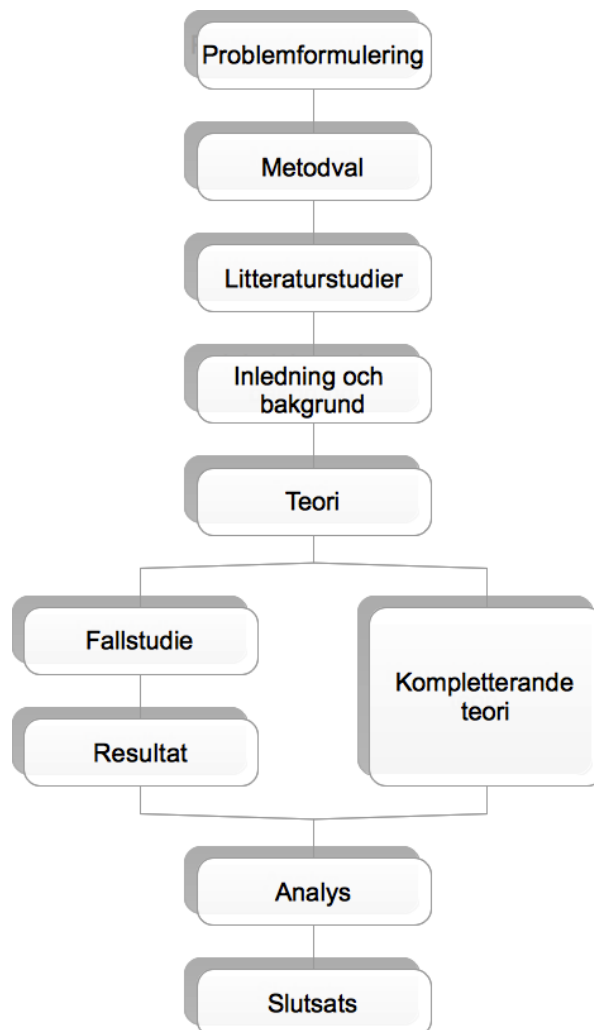
I en fallstudie kan tre olika metoder användas; intervjuer som går ut på att frågor ställs till utvalda personer, observationer där ett skeende studeras eller arkivanalys där

dokumentationer går igenom. Intervjuer i sin tur kan vara strukturerade, halvstrukturerade eller öppet riktade:

- Strukturerade – Baseras på ett fördefinierat frågeformulär som måste följas exakt.
- Halvstrukturerade – Baseras på ett frågeformulär, men där ordning och formulering på frågorna får ändras.
- Öppet riktade – Låter den intervjuade styra vad som tas upp, men intervjuaren kan styra in den intervjuade på rätt område.

2.3. Metoden för denna rapport

Arbetet började med att arbeta fram en problemformulering tillsammans med handledaren från LTH, som senare förfinades och blev mer precis tillsammans med handledaren från NCC. En översiktlig bild över arbetets gång fås i figur 1.



Figur 1 – Översiktlig bild över arbetets gång

Metoden för denna rapport är en fallstudie baserad på halvstrukturerade intervjuer. Syftet med fallstudien är att undersöka hur BIM utnyttjas olika i olika integrerade projekt. Fyra olika byggobjekt har därför valts ut med hänsyn till deras olika förutsättningar. Objekt nummer ett är en traditionell totalentreprenad utan några speciella samarbetsverktyg. Objekt nummer två är lite mer integrerat då det är ett partneringsarbete. Objekt nummer tre är än mer integrerat då de i projektet använder sig utan ett gemensamt projektkontor. Detta projekt har dock inget uttalat partneringsarbete men är ändå intressant för denna rapport just på grund av det gemensamma projektkontoret som medför en hög integrationsnivå i detta projekt. Till sist görs en kompletterande fallstudie på ett objekt som använt sig av IPD-konceptet, och som därför borde vara allra mest integrerat.

I dessa fyra olika objekt har ett antal intervjupersoner valts ut. Här har kriterierna i urvalsprocessen varit att personerna som intervjuas ska ha varit projekterare i BIM som kan svara på hur arbetet kring BIM fungerat i projektet, alternativt en projektledare som kan svara på mer övergripande frågor om och kring projektet. I objekt ett och två har en projektledare och två projekterare valts ut. I objekt tre intervjuades två projektörer, en CAD-samordnare och en BIM-samordnare. Objekt fyra är lite speciellt då det är ett projekt i Kalifornien, USA. Detta försvårade intervjuprocessen, och endast en intervju kunde göras och denna per mail.

Halvstrukturerade intervjuer har valts för att så öppna frågor som möjligt har varit målsättningen. Men öppen struktur på intervjuerna har inte fungerat då vi vill ställa samma frågor till alla intervjuade i samtliga objekt så att det senare går att jämföra de olika svaren. Dessa intervjuer har sedan sammanställts i ett resultatskapitel, uppdelat i varje objekt för sig.

För att kunna besvara frågeställningarna har sedan resultaten för de olika objekten jämförts med teorin i ett analyskapitel. Analysen är även den uppdelad i varje objekt för sig, detta för att se om integrationsnivån för varje projekt ledde till det som är angivet i teorikapitlet. Analysen följs av ett kapitel där slutsatser kring analysen, teorin och resultatet dras.

3. Teori

I teorikapitlet behandlas BIM, partnering och IPD. Begreppen definieras och deras respektive arbetssätt utreds, dessutom ges en inblick i konceptens roll i nuläget såväl som möjligheterna för arbetssättet i framtiden. I slutet av kapitlet (teorislutsats kapitel 3.4.) sammanfattas också delar av teorin på ett mer överskådligt sätt i syfte att underlätta analyser senare i rapporten.

3.1. BIM

3.1.1. Bakgrund

Sedan mitten av 1990-talet är CAD det vanligaste projekteringsverktyget inom svensk byggsektor (Samuelsson, 2010). För att illustrera en byggnad i CAD har länge 2D-ritningar samt olika beskrivningar till dessa använts, detta är fortfarande relativt vanligt (Jongeling, 2008). En nackdel med detta system är att mycket information återskapas många gånger om. Exempelvis ritas både arkitekten och konstruktören upp byggnaden var för sig för sitt ändamål. Inköparen och kalkylatorn måste sedan manuellt läsa av dessa ritningar för att utföra sina jobb (Samuelsson, 2010).

En annan nackdel med systemet är att det kan ta tid att tolka och förstå ritningar, samt att dela med sig av dem, då de är utspridda över många olika dokument. Detta kan leda till missförstånd eller till att vissa aktörer inte förstår innehållet (Jongeling, 2008). Ytterligare nackdelar som kan uppstå är om ändringar i en ritning måste göras. Andra ritningar och dokument som hör ihop med denna ritning, exempelvis mängd- och materialförteckningar, tvingas då uppdateras manuellt som en följd av ändringen (Jongeling, 2008).

Det senaste decenniet har dock utvecklingen gått mer från vanlig 2D-CAD mot objektbaserad CAD, alltså CAD i 3D. Samuelsson (2010) visar i sina studier att mellan år 2000 och 2007 fördubblades användningen av objektbaserad CAD hos arkitekter och gick från 0 % till 30 % hos teknik konsulter. Ur 3D-CAD kan visualiseringar göras. Den stora fördelen med 3D-visualisering är att alla inblandade får en helt annan inblick och förståelse för byggnaden. Nackdelen är att dessa visualiseringar ofta tas fram vid sidan av projekteringsprocessen vilket kan leda till att visualiseringarna ofta är lite efter byggskedet och att de inte är helt kompletta eftersom det tar extra tid och resurser att göra dessa modeller (Jongeling, 2008).

Samuelsson (2010) visar även att år 2007 var det mer än 15 % av de tillfrågade arkitekterna och tekniska konsulterna som i någon grad använde sig utav objektbaserad CAD i databaser där flera parter hade tillgång till samma information samtidigt.

3.1.2. Definition

BIM, som står för Building Information Model (byggnadsinformationsmodell) eller Building Information Modeling (byggnadsinformationsmodellering), förknippas ofta

med 3D-modellering. Detta stämmer, men 3D-modelleringen är bara en liten del av vad BIM är. Det finns många olika definitioner på vad BIM är och innebär. Exempelvis skriver Jongeling (2008) att BIM inte ska ses som ett verktyg, utan mer en process, en kvalitetssäkrad process som genererar och förvaltar den information som skapas, lagras och används inom ett projekt. Han menar att en 3D-modell inte är en BIM så länge den inte innehåller information om byggprocessen och produkten. Thomsen (2009a) ger en bredare definition där även delning av den rent geometriska datan tolkas som en del av informationsdelen i BIM. Brohn (2010) beskriver flera olika definitioner och menar att för vissa är BIM en teknologi eller ett verktyg, medan för andra är det arbetssättet att skapa modellerna och sedan använda dem i produktionen.

En skillnad på en BIM och en vanlig 3D-modell är som sagt att modellen även innehåller information om processen och produkten. Informationen är knuten till olika objekt i modellen och finns lagrad i en databas. Viss information kallas för dimensioner, exempelvis brukar tiden sägas vara den fjärde dimensionen (Jongeling, 2008). Detta betyder rent praktiskt att till en vanlig 3D-modell finns tid knutet till mindre objekt, till exempel en vägg, i ett byggnadsobjekt. Information om hur lång tid det tar att uppföra just den väggen i just det projektet kan då hämtas ut ur modellen. Ytterligare exempel på information som kan knytas till en BIM är kostnad, material, utförande och hållfasthet m.m. Smith och Tardif (2009) menar att denna informationsdel ofta hamnar i skymundan när det talas om BIM, och att för stor vikt fästs vid den geometriska (3D) informationen.

3.1.3. Arbetssättet

Det råder inom byggbranschen delade meningar om vad ett BIM-projekt faktiskt innebär. En viktig del är enligt Jongeling (2008) att projekten bör innebära en delning av information parter emellan på ett eller annat sätt. Ashcraft (2008) menar att BIM kan användas utan något som helst samarbete parter emellan, men största nyttan fås genom att använda BIM gemensamt. Ernstrom et al. (2006) menar att det räcker om någon part inom projektet använder sig utav BIM, även om det enbart är för det egna arbetet, så kan det kallas ett BIM-projekt. Dock så fungerar BIM allra bäst i ett nära samarbete inom projektet där mycket av informationen delas (Ernstrom et al. 2006).

Jongeling (2008) delar in arbetssättet för BIM i en rad områden med vissa aktiviteter som kan hänföras till de olika områdena. För att få en översikt över vad arbetssättet BIM kan innebära i ett byggprojekt anges nedan dessa områden, de områden som anges är direkt kopplade till projekteringsprocessen.

Projektering – samlad modell

Genom att informationen samlas i en gemensam modell kan projektdeltagare generera plan- och sektioner, ritningar, materiallistor och beskrivningar direkt ur modellen. Den samlade modellen gör detta arbete enklare, när informationen en gång infogats i modellen kan den sedan användas till många olika saker. Dessutom blir underlaget som genereras mer aktuellt med en högre kvalitet (Jongeling, 2008; Samuelsson, 2010).

Presentation och beslutsprocesser

Genom modellen kan visualiseringar göras, dessa kan användas vid presentationer av objektet. Visualisering kan göras som ett komplement vid beslutsfattande för till exempel projektledare (Brohn, 2010). Visualiseringen kan också ske mellan teknikkonsulter i deras arbete med den tekniska utformningen, här kan projektörerna enklare beskriva sina tankegångar med utformningen med hjälp av den tydlighet som 3D-underlaget ger (Jongeling, 2008).

Samordning

Genom att de olika aktörernas system finns samlade i en modell så kan BIM användas till att samgranska byggnaden i sin helhet och ge projektörerna en bättre inblick i utformningen. Kollisionskontrollering görs mellan de olika systemen, detta kan göras automatiskt med hjälp av programvara. Modellen kan också hjälpa de i projekteringen med att kommunicera med de som sköter planering, kalkyl och produktion (Jongeling, 2008).

Kalkyl och analyser

Informationen som finns i modellen kan användas till många olika saker inom projekteringen, exempelvis kan mängdning ske utifrån modellen och olika slags analyser kan kopplas till den. Mängdningen kan fungera som underlag vid ekonomiska kalkyler och analyser av till exempel energi eller hållfasthet kan använda modellens information som indata (Brohn, 2010). Genom att knyta information om till exempel kostnader direkt till modellens objekt finns även möjlighet att direkt ur modellen generera kostnadskalkyler (Jongeling, 2008).

Planering och produktion

Om tids- och kostnadsinformation knyts till modellen kan produktionen ha en direkt användning av modellen i sin planering och senare också uppföljning. Tidplaner kan genereras och optimeras, samma sak gäller för kostnadskalkyler (Jongeling, 2008).

3.1.4. Nuläget

BIM har funnits i ett antal år men har inte slagit igenom lika mycket i Sverige som i till exempel Finland och USA. En förklaring till detta är att efterfrågan har varit låg då projekt har haft svårt att se de ekonomiska fördelarna med BIM (Thorell, 2010). Dock har användningen på senare år blivit vanligare och Thorell (2010) menar att de vanligaste användningsområdena i Sverige idag bland annat är att ta fram volymer på schaktmassor, kollisionskontrollering, mängdning och tidsplanering.

3.1.5. Hinder och möjligheter

Iterativt arbetssätt

Ashcraft (2008) beskriver en BIM som simuleringen av en byggnad där den ingående informationen kan användas till att under projekteringsarbetet hela tiden testa olika utformningar för att optimera byggnadens utformning. Ashcraft menar att detta förfarande medför ett iterativt projekteringsarbete. Som en motsats till traditionell "stafettliknande" projektering så sker alltså analyser och utvärdering av byggnaden

parallellt mellan de olika parternas system. I och med det parallella arbetet med utformningen finns möjlighet att optimera systemet eftersom projektörerna kan påverka varandras delar.

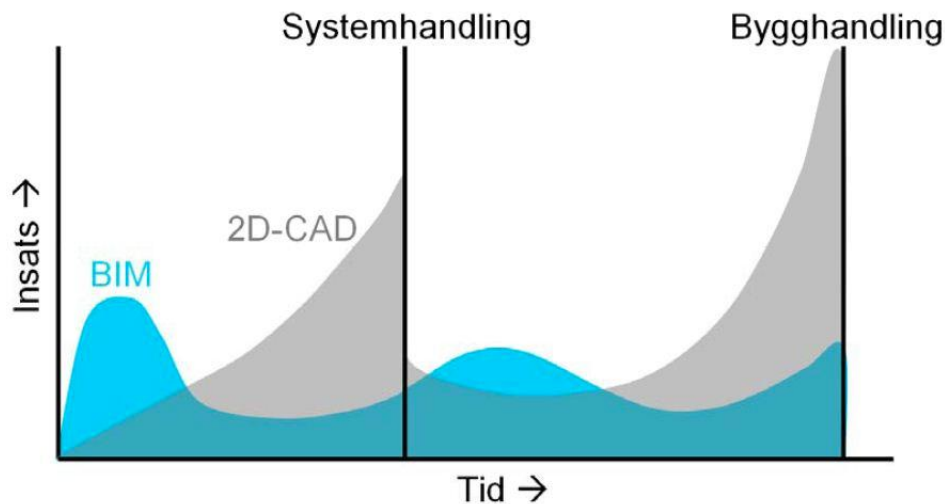
Hardin (2009) menar att en fördel med BIM är det flexibla arbetssättet det kan medföra. Han menar att BIM kan medföra en snabb delning av information parter emellan som i sin tur kan leda till att alternativa utföranden undersöks på ett betydligt snabbare sätt än annars. Detta menar han är ett iterativt arbetssätt.

Framtug arbetsprocess

En framtug arbetsprocess och ett iterativt arbetssätt hänger till viss del samman. Att arbeta med BIM i ett iterativt arbetssätt innebär att flera parter arbetar med ritningar parallellt, vilket kan leda till tidigare insikt i utformningsproblem, vilket i sin tur betyder mindre arbete i ett senare skede i arbetsprocessen (Eastman et al. 2008).

Att fler parter arbetar med ritningar parallellt kan också leda till att de i ett tidigare skede kan se om byggnaden uppfyller de krav som finns. Dessutom fås möjligheten att analysera eventuella alternativa utföranden tidigare samt att i ett tidigare skede få information om kostnader och tider för projektet (Eastman et al. 2008). Det kan också resultera i att snabbare insikt i utformningsproblem fås, vilket kan leda till besparingar jämfört med om felet upptäckts i ett senare skede.

Att göra projekteringen i BIM leder inte automatiskt till en kortare projekteringstid, dock så leder det till en omfördelning av arbetsbelastning (Jongeling, 2008). Istället för att det mesta av projekteringen sker i ett stafettliknande flödesschema kan den nu ske mer parallellt och på så vis hamnar det mesta av projekteringsarbetet i ett tidigare skede (Olofsson et al. 2004).



Figur 2 - Arbetsbelastning i traditionellt projekt jämfört med ett BIM-projekt (Jongeling, 2008)

Kvalitetssäker process

Att upptäcka utformningsfel tidigare är ett område där BIM kan öka kvaliteten i ett projekt. Ett annat är den visualisering av byggnaden som kan fås ut av BIM. Användning av BIM i ett byggprojekt ger en klarare och bättre 3D-visualisering av objektet än vad vanliga ritningar i 2D gör. Detta gör att alla inblandade får en bättre bild och förståelse till vad som ska byggas (Eastman et al. 2008).

Genom att projektörerna jobbar mot samma modell fås en större överblick över byggnaden, tillsammans med att kollisionskontroller kan göras så blir det mycket enklare att upptäcka och rätta till fel i modellen vilket ger en högre kvalitet på det som projekteras (Ashcraft, 2008).

Om mängdningen i projektet också kan ske genom BIM kan det ge både snabbare och mer tillförlitliga beräkningar av hur mycket material som behövs och vad det kommer att kosta (Eastman et al. 2008).

Hinder

Det största hindret mot att BIM ska fungera är att det krävs stora ändringar i relationerna mellan olika parter under projektet jämfört med mer traditionella projekt. Detta i och med att BIM kräver ett betydligt tidigare samarbete mellan till exempel arkitekter, konstruktörer och entreprenörer. Det krävs att samtliga parter är mer öppna för samarbete vilket innebär en ändring i de traditionella kontraktsformerna. Det krävs att samtliga parter kommer överens om en metod att dela på väsentlig information, att alla använder BIM-verktyg som är kompatibla med varandra och att alla är eniga om vem som äger, ansvarar och betalar för BIM (Eastman et al. 2008).

Ernstrom et al. (2006) skriver att BIM inte leder automatiskt till ökat samarbete, däremot så tillåter det integrerade projekt att bli än mer integrerade. Att få ut maximal nytta av BIM i ett projekt är, enligt dem, i direkt relation med förmågan att maximera samarbetet. Smith och Tardif (2009) menar att, för att få största möjliga nytta med BIM, är måldefinition för modellen viktig och att denna kan utföras i en rad steg där följande frågeställningar behöver diskuteras:

- Finns det några nya typer av information som kan infogas i modellen som är nyttig för parterna?
- Vilka typer av information kan vara till nytta för projektdeltagarna ifall de infogas i modellen?
- Hur används informationen i respektive parts arbetsprocess?
- Finns möjligheter för frekvent informationsutbyte för att undvika dubbelarbete?
- Kan informationsutbyte underlätta för iterativt arbetsflöde?

I denna målformulering menar Smith och Tardif (2009) också att varje part bör ställa sig frågan vilken sorts information just den hanterar och om den är mest lämplig att tillfoga denna information till modellen.

3.2. Partnering

3.2.1. Bakgrund

I en traditionell byggprocess delas olika delar av projektet upp mellan olika aktörer som jobbar med respektive del separat, denna sorts process ger upphov till en kommunikationsstruktur där de olika parterna kommunicerar med varandra två åt gången istället för att alla parter kommunicerar samtidigt (Eriksson, 2007). En dålig kommunikation och en fragmenterad byggbransch anges som några av de problem som har gjort att utvecklingen har varit svag i branschen (Stadskontoret, 2009:6).

Fragmenteringen har uppkommit till följd av att den tekniska utvecklingen har varit svag i byggbranschen, omvandlingstrycket på företagen att införa ny produktionsteknik har historiskt sett varit litet (SOU, 2000:44). Problemen inom branschen har dock uppmärksammats genom en rad utredningar som visat att det traditionella sättet att bygga medför en rad problem (Rhodin, 2002).

Intresset för projektformer med högre grad av samarbete har ökat det senaste decenniet, partnering är den mest frekvent diskuterade formen för samarbete i byggbranschen. Partnering framställs ofta som en samarbetsform som för med sig fördelar i form av bland annat innovation, tids- och kostnadsvinster (Eriksson, 2010).

3.2.2. Definition

Eriksson (2007) definierar två typer av partnering, dels en projektspecifik typ som syftar till att öka samarbetet i ett enskilt projekt och dels strategisk partnering som innebär att två företag jobbar mot gemensamma strategiska mål under en längre tid. Den typ av partnering som mest anknyter till frågeställningen i denna rapport är den projektspecifika.

Eriksson (2010) diskuterar olika sätt att definiera projektspecifik partnering, en viss typ av definition beskriver de viktigaste delarna för att åstadkomma partnering. Cheung et al. (2003), som ger en definition av denna typ, skriver att partnering kan beskrivas som ett försök att etablera icke motsättande arbetsrelationer mellan projektdeltagare genom gemensamma åtaganden och öppen kommunikation. Många andra typer av definitioner finns.

Att det finns många definitioner på begreppet kan enligt Nyström (2005) förklaras av att olika partneringprojekt skiljer sig ifrån varandra. Rhodin (2002) diskuterar också definitionen av begreppet och anser att partnering bör ses mer som ett så kallat spårhundbegrepp där det inte finns en entydig definition, utan att begreppet tillåts påverkas av det sammanhang det används i. I en övergripande tolkning beskriver Rhodin (2002) dock partnering som ”ett arrangemang där kund och leverantörer söker en gemensam effektiv form av samarbete”.

Nyström (2005) diskuterar i sin rapport begreppets definition, han drar paralleller till en teori som säger att så pass komplexa processer inte går att definiera entydigt.

Istället ställer han upp en rad komponenter som ofta nämns i forskningsrapporter där partnering definieras. I studien, som gjordes utifrån 13 forskningsrapporter, visas att två komponenter omnämns i dem alla; tillit och ömsesidig förståelse. Dessa två komponenter är en förutsättning för att det ska vara ett partneringprojekt, men enbart dessa två räcker inte. Istället menar Nyström (2005) att de två komponenterna kan kombineras med andra omnämnda komponenter som anges i forskningsrapporterna:

- Ekonomiska incitamentskontrakt
- Relationsbyggande aktiviteter
- Kontinuerliga och strukturerade möten
- Moderator (oberoende mötes/diskussions-ledare)
- Val av medarbetare
- Förutbestämd konflikthanteringsmetod
- Öppenhet

De två grundkomponenterna bildar med olika kombinationer av de övriga komponenterna olika sorters partneringförhållanden. I en undersökning bland yrkesverksamma som arbetat med partnering visade det sig också att uppfattningen som var tagen ur forskningsrapporterna till stor del överrensstämde med de yrkesverksammans (Nyström, 2005).

Partnering är på framfart i Sverige där fler och fler inser fördelarna att öka samarbetet i byggprocessen (Fernström, 2006). Bland företagen som börjat arbeta enligt konceptet finns många definitioner, ett exempel på en sådan definition är den som NCC ger på sin hemsida:

”För NCC är partnering en strukturerad samarbetsform i byggbranschen, där byggherren, konsulterna, entreprenörerna och andra nyckelaktörer gemensamt löser en bygguppgift. Det hela baseras på ett förtroendefullt samarbete, där alla spelar med öppna kort och där allas yrkeskunskaper kompletterar varandra genom alla skeden av byggprocessen.” (ncc.se)

3.2.3. Arbetssättet

Eriksson (2010) beskriver på ett konkret sätt vilka aktiviteter och verktyg han anser bör användas för att arbeta enligt partneringkonceptet. Han nämner kärnkomponenter och valfria komponenter. Kärnkomponenterna är:

- Anbudvärdering grundat på mjuka parametrar.
- Kompensationsform baserat på öppna böcker.
- Användning av de grundläggande samarbetsverktygen:
 - Uppstartsworkshop
 - Gemensamma mål
 - Uppföljningsworkshops
 - Teambuilding

- Konfliktanteringsteknik

De valfria momenten är:

- Tidig inblandning av entreprenörer i projektering
- Begränsad anbudsfrågan
- Gemensamt val av underentreprenörer
- Samarbetsklausuler i kontraktet som fastslår förhållningsregler
- Incitament och bonus kopplat till gruppens prestationer
- Användande av kompletterande samarbetsverktyg, till exempel:
 - Gemensamt projektkontor
 - Gemensamma IT-verktyg

Vidare skriver Eriksson (2010) att användandet av de valfria komponenterna bör vara relaterat till hur pass komplexa och specifika projekten är. Ju mer komplext och specifikt projektet är, desto mer samarbete krävs och därmed bör fler av de valfria komponenterna implementeras. En lämplig grad av samarbete är viktig att hitta eftersom ett överdrivet fokus på partneringsprocessen till och med kan vara dåligt menar Eriksson (2010).

Arbetsättet partnering som beskrivet i komponentform av Eriksson (2010) används genom rapporten för att identifiera integrationsgraden av de fallstudieobjekt som behandlas senare. Med anledning av detta anses en vidareutveckling av komponenterna meningsfull.

Anbudsvärdering grundat på mjuka parametrar

Partnering bygger på samarbete och tillit, därför är det viktigt med rätt medarbetare. Ett sätt att undvika problemet med medarbetare som inte drar åt samma håll är att använda sig utav mjuka parametrar i anbudsfrågan och inte enbart gå efter lägsta pris. Exempel på mjuka parametrar kan vara: kompetens, samarbetsförmåga, rykte, tidigare erfarenheter och gemensamma värderingar. Mjuka parametrar ger också beställaren en möjlighet att säkerställa att en entreprenör med rätt kunskap väljs (Eriksson et al. 2008).

Kompensationsform baserat på öppna böcker

Med öppna böcker menas en öppenhet av den finansiella situationen för projektet, alltså att beställaren alltid har tillgång till det aktuella projektets finansiella status. Detta anses av Nyström (2005) viktigt av två anledningar; han menar att det bidrar till ökad förståelse mellan beställaren och entreprenören som kan leda till bättre lösningar samt att förfarandet kan ses som god vilja till samarbete från entreprenörens sida.

Grundläggande samarbetsverktyg

Teambuilding i ett projekt är bra för att få alla inblandade att lära känna varandra bättre för att lättare kunna arbeta fram gemensamma mål som är bäst för hela projektet (Nyström, 2005). Eftersom partnering bygger på samarbete bör en

förutbestämd konflikthanteringsteknik finnas för att lösa eventuella konflikter mellan parter för att få så produktiva lösningar som möjligt (Nyström, 2005).

Eriksson et al. (2008) menar att gemensamma värderingar, förtroende och engagemang mellan aktörer kan fås med hjälp av bland annat gemensamma mål, teambuilding och förutbestämda tvistelösningar.

Tidig inblandning av entreprenör i projektering

Ett problem med dagens upphandlingsförfarande är enligt Eriksson et al. (2008) den sena inblandningen av entreprenören. En tidigare inblandning av entreprenören ger denne större inflytande över val av medarbetare och utformning av byggnaden vilket i längden kan leda till en kortare projekttid.

Begränsad anbudsfrågning

Ett problem i byggbranschen är att de flesta relationer parter emellan är projektspecifika och därmed ofta kortvariga. En relation stärks ofta av långvarighet, och ett sätt att få långvariga relationer i byggbranschen är genom en begränsad anbudsfrågning där enbart ett par entreprenörer som arbetats med tidigare tillfrågas att lämna anbud (Eriksson et al. 2008).

Gemensamt val av UE

De båda parterna kommer tillsammans överens om samarbetspartners för att få till ett så smidigt samarbete som möjligt (Nyström, 2005).

Samarbetsklausuler i kontraktet som fastslår förhållningsregler

Klausuler som fastslår förhållningsregler och normer för projektet kan skrivas till i standardkontraktet (Nyström, 2005).

Incitament

Incitament mellan beställare och entreprenör handlar ofta om budget och betyder då att avvikelser från riktpriiset delas med en förutbestämd procentsats mellan de båda parterna. Dock kan incitament också handla om annat än pengar, till exempel tid, kvalitet och samarbete. I dessa fall handlar det om en bonus till entreprenören (Nyström, 2005).

Kompletterande samarbetsverktyg

Eriksson et al. (2008) menar att ett gemensamt projektkontor och gemensamma IT-verktyg är ytterligare exempel på saker som kan hjälpa till att ge gemensamma värderingar, förtroende och engagemang bland projektdeltagarna. Med gemensamma IT-verktyg menas digitala informationsbaser som tillåter parter att utbyta information digitalt (Cheng et al. 2001).

3.2.4. Nulägesanalys

Enligt Fernström (2006) är partneringskonceptet på frammarsch i den Svenska byggbranschen, i andra länder som England och Danmark så har utvecklingen gått längre. Fernström (2006) menar att partnering kommer bli det naturliga sättet att

genomföra projekt, att visa upp referensobjekt på framgångsrikt genomförda projekt blir allt viktigare för leverantörer och entreprenörer. Konceptet är dock inte helt implementerat i branschen. I en enkätundersökning bland svenska byggherrar visar en studie att användandet av samarbetsverktyg var litet och att upphandlingsförfarandet i allmänhet inte gjordes på ett sätt som motverkar de nackdelar som finns i traditionella byggprocesser (Eriksson et al. 2008).

3.2.5. Hinder och möjligheter

Eriksson et al. (2008) undersöker upplevda barriärer för implementering av partneringskonceptet bland svenska beställare. Undersökningen delar upp barriärerna i tre kategorier:

- Kulturella hinder
- Organisatoriska hinder
- Industrispecifika hinder

Som kulturella hinder nämns till exempel den traditionella byggprocessens motsättande arbetsrelationer, de kulturella hindren visade sig vara de största. Organisatoriska hinder var det näst största, till denna kategori räknas bland annat hinder som har med rutiner, processer och resurser att göra. Bland de industriella hindren nämndes till exempel de standardkontrakt som används i byggprojekt och som etableras av en tredje part.

Även om arbetet med partneringskonceptet verkar ha en stor förbättringspotential har erfarenheter från redan genomförda projekt visat på förbättringar. Rhodin (2002) nämner ett antal storskaliga studier av projekt genomförda enligt partneringsprinciper, studierna visar på positiva resultat. De visar bland annat vinster i form av:

- Tidplan följs bättre
- Ekonomimålen följs bättre
- Designbrister blir färre

I undersökningarna framkommer också att mer formella sätt att bedriva partnering är mer effektivt än informella sätt, formella verktyg och tekniker föreslås (Rhodin, 2002).

Viljan att förändra sättet som byggprojekt bedrivs på är stor bland aktörer i branschen. Fernström (2006) ser det som en självklarhet att konceptet kommer bli standard allt eftersom byggbranschen förnyas. Nyström (2005) undersöker de motiv som yrkesverksamma ser för att arbeta med partnering, de tre viktigaste faktorerna (av 11) listas nedan:

- Att få ut mer ur ett projekt för samma summa pengar
- Att förbereda vägen för ett mer samarbetsbetonat arbetsklimat
- Att säkra kvaliteten

3.3. IPD

3.3.1. Bakgrund

AIA (2007) skriver att byggbranschen i USA kritiserats för ineffektivitet efter rapporter om stort slöseri och låg produktivitet framkommit. Thomsen et al. (2009b) menar att det är den traditionella byggprocessens brister som ligger till grund för utvecklingen av IPD-konceptet. De beskriver att problemen i den traditionella processen beror på att de olika parterna jobbar som separata enheter med mer fokus på sin egen vinst än framgång i projektet. Enligt Thomsen et al. (2009b) för detta traditionella sätt att bedriva byggprojekt med sig en rad negativa faktorer:

- Slöseri
- Ökad kostnad
- Ökad tidsåtgång
- Mer motsättningsfullt förhållande parterna emellan

3.3.2. Definition

AIA (2007) definierar IPD som:

*En projektmetod som integrerar personer, system, affärsstrukturer och tillvägagångssätt till en process som utnyttjar all den potential och kunskap som projektgruppen besitter för att optimera projektets resultat, skapa mervärde, minska onödigt arbete och maximera effektiviteten genom alla faser i projektets gång.
(översatt från AIA, 2007)*

AIA (2007) beskriver också de grundläggande principerna för att arbeta enligt IPD-konceptet:

- Ömsesidig respekt och tillit
- Ömsesidiga fördelar och vinster
- Samarbete kring innovation och beslutsfattande
- Tidig inblandning av huvudaktörer
- Tidig målformulering
- Utökad planering
- Öppen kommunikation
- Lämplig teknologi
- Bättre organisation och ledarskap

3.3.3. Arbetssättet

Thomsen (2009c) menar att IPD-projekt i hög grad är anpassade efter projektets art och att det därför inte går att ge en allomfattande definition om vad IPD är. Att hela tiden anpassa och söka den bästa lösningen för just det aktuella projektet är i sig en

IPD-egenskap. Han menar dock att IPD-konceptet grundar sig på fyra grundområden inom vilka de nya idéerna om byggprojekt tillämpas:

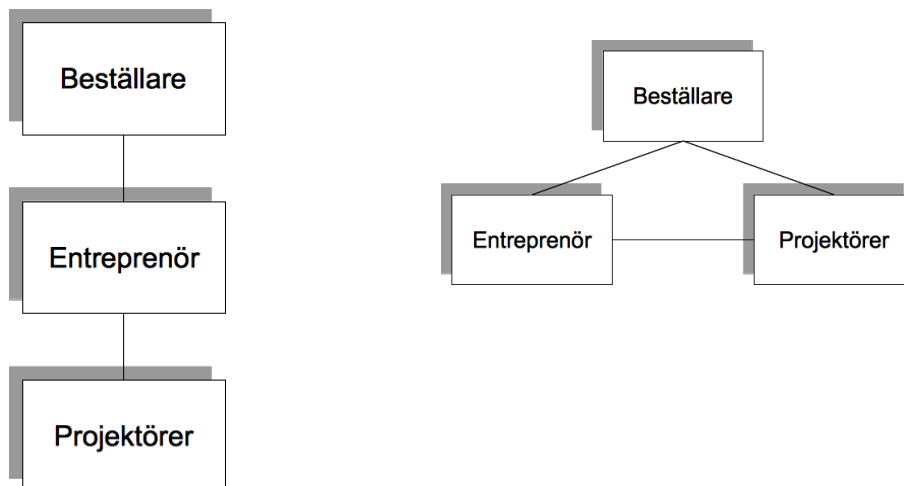
- Avtal
- Ledning
- Information
- Processer

Ledordet i teorin är integration och tanken är att parterna i processen ska integreras inom de fyra områdena (Thomsen, 2009c).

De inblandade parterna i ett IPD-projekt brukar delas in i huvudaktörer och stödjande aktörer. Bland huvudaktörerna ingår de som är bundna till projektets flerpartskontrakt. Vanligen består huvudaktörerna av beställaren, entreprenören, arkitekten och konstruktören men kan även inkludera andra konsulter. De stödjande aktörerna är då övriga inblandade i projektet (Thomsen, 2009c).

Integrerade avtal

Eftersom IPD-konceptet försöker integrera parterna skapas en egen projektorganisation, nästan som ett eget företag i sig. I en traditionell totalentreprenad har beställaren endast kontrakt med entreprenören som i sin tur har ett separat kontrakt med varje projektör. Projektörerna har då endast skyldigheter gentemot entreprenören trots att olika projektörs arbete beror mycket på varandras. I ett IPD-projekt är det istället så att ett avtal skrivs där alla huvudaktörer knyts till samma kontrakt. I detta kontrakt avtalas om förhållanden och åtaganden både mot beställaren och mellan parterna, kontrakten kan också innehålla förhållningsregler mellan parterna (Thomsen, 2009c).



Figur 3 – Kontrakt i traditionella byggprojekt respektive i IPD-projekt

Avtalen är ofta utformade så att det finns incitament för parterna att jobba enligt specifikt uppsatta mål, här finns ofta ekonomiska mål, tids- och kvalitetsmål men även ”mjuka parametrar” så som hållbarhet och säkerhet kan vara en del av målbilden (Thomsen, 2009c). För att minimera risken för tvister kring om målen uppnåtts eller inte så utformas avtalen noggrant med en stor tydlighet om vad målen innebär (AIA, 2007). Thomsen (2009c) beskriver tre vanliga incitamentstyper för kontrakten:

Delad buffert	Huvudaktörerna delar på den buffert som läggs upp för oförutsedda händelser, på detta sätt skapas incitament för aktörerna att se till att ingen av parterna får oförutsedda kostnader.
Delad vinst/förlust	Parternas vinst läggs i en gemensam post, om projektmålen nås så får varje part del av vinsten enligt en förutbestämd andel. Om inte projektmålen nås så försvinner delar av vinsten för parterna.
Bonusavtal	Kontraktet läggs upp så att målen i projektet är kopplat mot bonusar som aktörerna får ta del av ifall målen nås.

Att huvudparterna arbetar efter samma mål nämns som en viktig egenskap, i traditionella projekt är det ofta tvärt om så att det finns olika mål hos parterna. Exempelvis nämns att entreprenören ofta har mål för att spara kostnader medan arkitekten har mer mål kring utformningen. De olika målen motverkar varandra och förhindrar samarbete i projektet (Thomsen, 2009c). I IPD skapar istället de gemensamt bestämda målen tillsammans med kompensationsformen en drivkraft för projektdeltagarna att jobba som ett lag (AIA, 2007).

Andra parter som inte räknas till huvudparterna, som till exempel underentreprenörer och teknik konsulter, behöver inte vara en del av det gemensamma kontraktet, de bör däremot vara bundna till de samarbetsmetoder som projektet använder sig av (AIA, 2007).

Integrerad ledning

I ett IPD-projekt är representanter från de olika nyckelaktörerna med från projektets tidiga stadier. Detta ger en större gemensam förståelse för projektet som kan fortskrida med kontinuerlig input från de olika disciplinerna (Thomsen et al. 2009b).

Valet av samarbetsparter i projektets tidiga skeden går till så att beställaren bjuder in parter för att presentera sina kvalifikationer, när några få valts ut förs urvalsprocessen vidare genom att tillvägagångssättet för att utföra projektet diskuteras. Beställaren utvärderar vilket företag som är mest lämpat att utföra jobbet. När sedan valet av underentreprenörer så görs det gemensamt av huvudaktörerna (Thomsen, 2009c). Thomsen (2009c) betonar också att det är av stor betydelse att beställaren är kunnig för att ett IPD-projekt ska bli lyckat, om inte beställaren besitter kompetensen bör enligt honom ett projektledningsföretag användas från beställarens håll.

Styrningen av projektet sköts av en styrgrupp med representanter från de olika huvudaktörerna representerade, denna styrgrupp leder projektet genom beslut som fattas gemensamt (Thomsen, 2009c). Styrgruppen kan se olika ut från projekt till projekt, i allmänhet är underentreprenörer och teknikkonsulter inte en del av styrgruppen men fungerar som rådgivare vid frågor som berör deras område (AIA, 2007). Olika nivåer av projektet sköts av olika styrgrupper, det finns styrgrupper som hanterar mindre frågor på arbetsplatsen, men också sådana som ligger på en högre operativ nivå. Frågor som inte kan lösas i någon av de undre nivåerna kan föras uppåt i hierarkin (Thomsen, 2009c). Principen för en ledningsgrupp i ett IPD-projekt är att de alltid ska fatta det beslut som är bäst för projektet (AIA, 2007).

Integrerad information

I IPD-konceptet är gemensamma informationssystem en förutsättning för samarbetet menar Thomsen (2009c). De ger en gemensam förståelse för projektet. Som informationsbärare nämns två system:

BIM	Byggnadsinformationsmodellen bär informationen om projektet och ses som en databas, ur denna hämtas den information som kan behövas. AIA (2007) benämner BIM som ett av de mest kraftfulla verktygen för att stödja ett IPD-samarbete. Projektteamet bestämmer tillsammans vad BIM ska användas till och hur den ska tas fram. De bestämmer också i vilken detaljeringsgrad den ska modelleras (AIA, 2007).
PMIS	Project Management Information System, ett system där information om processen finns att tillgå. Här finns information om förutsättningar för projektet som kostnads och tidskrav, men också organisationsplan och kontrakt.

Integrerade processer

Många IPD-projekt implementerar vissa verktyg för att förbättra sin process, många av dessa hämtas från Lean construction-teorin. Det finns många exempel på sådana verktyg, det som är gemensamt för dem är att de utförs för att eliminera slöseri, öka värdeskapandet och jämna ut arbetsflödet (Thomsen, 2009c). Exempel på sådana verktyg kan vara:

- A3-rapporter
- Target Value Design
- Last Planner System
- Flow and batch processing

Som del av de integrerade processerna beskriver Thomsen (2009c) så kallade ”big-rooms”, detta innebär att projektdeltagarna sitter och arbetar på samma ställe. I stora projekt kan detta innebära ett gemensamt projektkontor där alla projektörer jobbar

sida vid sida. I mindre projekt kan projektdeltagarna istället samlas vissa dagar då de får arbeta med projektet tillsammans (Thomsen, 2009c). Samlokaliseringen innebär väldigt korta kommunikationsvägar, frågor inom projektteamet besvaras snabbt och problemlösning sker enklare. Den stora graden av samarbete innebär också att parterna utvecklar ett närmare förhållande som är mer produktivt (Thomsen et al. 2009b).

3.3.4. Nulägesanalys

I en enkätundersökning bland byggare i USA gjord av Kent och Becerik-Gerber (2010) konstateras att IPD-konceptet fortfarande är i sin linda, cirka hälften hade erfarenheter av arbetssättet och ca 25 % av de tillfrågade var inte bekanta med begreppet. Men samtidigt visas att majoriteten av aktörerna tycker att det traditionella sättet att bedriva projekt är ineffektivt och att de som väl arbetat med IPD föredrar detta arbetssätt. Vidare framkom i undersökningen att de projekt, vilket enligt respondenterna utförts som IPD, inte uppfyllt alla de krav som beskrivs i teorin. Bland annat förekom att kontraktsförhållandena inte var förenliga med IPD-konceptet, samt att alla huvudaktörer inte var inblandade från projektets start.

Ett antal faktorer som ansågs vara viktiga för att ett IPD-projekt skulle nå framgång identifierades också (Kent och Becerik-Gerber, 2010):

- Väldefinierade kontraktsförhållanden
- Tidig definiering av projektmål
- Tidig sammansättning av projektteam

Vidare visade undersökningen att BIM inte ansågs som en förutsättning för att det skulle kallas för IPD-projekt. Cirka hälften som arbetat med IPD ansåg dock att ett mer utbrett användande av BIM är en av de vinster som konceptet för med sig, och att de som arbetade i IPD-projekt utnyttjade mer av de fördelar som BIM kan föra med sig (Becerick-Gerber, 2010).

I en fallstudie över sex byggprojekt som använt sig av IPD-konceptet i olika grad finner Cohen (2010) en rad karakteristiska drag hos projekt som bedrivs på detta vis:

- Gränsdragning mellan olika parter i projektet blir mer flytande.
- Gränser mellan olika steg i byggprocessen flyter ihop till större grad
- Beställaren är mer involverad i processen.
- Tid som innan gått till anbudsprocessen används istället till designarbete i tidigt skede.
- Tidig inblandning av entreprenörer gör att de kan bedöma risken bättre.

Vidare visar Cohen (2010) att alla de undersökta projekten mötte byggarnas och projektörens ekonomiska mål samtidigt som beställarens mål om tid, kostnad,

slutproduktens kvalitet och hållbarhet uppfylldes. Vidare poängterar Cohen (2010) att IPD passar bäst när det finns en aktiv beställare med i bilden.

3.3.5. Hinder och möjligheter

I sin fallstudie på IPD-projekt påvisade Cohen (2010) också vad som upplevdes som svårigheter med att implementera IPD-konceptet:

- Entreprenörerna var inte vana vid det iterativa arbete som tidig projektering präglas av, de upplevde därför svårigheter med att vara med i det tidiga skedet.
- Frågan om ekonomiska incitament var omdiskuterad bland de olika personerna i projekten. Vissa ansåg att det finns en risk att ekonomiska incitament kan verka kontraproduktivt när det gäller samarbetet, andra tyckte att den ökade säkerheten som incitamenten medförde övervägde den ökade kostnaden i form av större ersättning till parterna.

I en kritisk artikel beskriver Post (2010) också några svårigheter som upplevs av de yrkesverksamma inom byggbranschen:

- Det finns inte försäkringar som täcker de sorts flerparterskontrakt som används i IPD.
- Beställare bekymras av att flerparterskontrakten inte ger ett garanterat högsta pris.
- Vissa anser att risken inte behöver delas för att samarbeta på ett bra sätt.
- Det är svårt att handla upp ett IPD-projekt med offentlig upphandling eftersom anbuds vägningen görs på mjuka parametrar.
- Det krävs en kunnig beställare för att bedriva IPD-projekt.

Kent och Becerek-Gerber (2010) visar dock i sin undersökning att en majoritet av de som jobbat i IPD-projekt tror att konceptet kommer bli vitt utbredd projektform i USA, de med erfarenhet av projektformen ansåg också att konceptet förde med sig en rad vinster:

- Färre ändringsarbeten
- Kostnadsbesparingar
- Kortare genomförandetid
- Mindre efterfrågningar av information
- Mer utbrett användande av BIM

3.4. Teorislutsats

I detta kapitel sammanfattas delar av teorin på ett mer överskådligt sätt i syfte att underlätta analyser senare i rapporten.

3.4.1. BIM och partnering – Gemensamma nyttoområden

Nedan presenteras områden där likheter i teorin hittats mellan partneringsteori och teori kring BIM. Sammankopplingen av dessa likheter används senare i rapporten som en fingervisning om potentiella förbättringar i partneringförfarandet som kan vara arbete med BIM till gagn.

Teorin kring BIM och dess nyttoeffekter uppvisar som sagt likheter med vad som skrivs om partnering och dess processverktyg, nedan följer en rad områden där partnering och BIM kan tänkas samverka.

Val av samarbetsparter

Anbudsvärdering på mjuka parametrar – Att väja sina BIM-medarbetare

Genom att ha mjuka parametrar med i anbudsvärderingen kan en samarbetspart med önskvärda kvalifikationer väljas, detta kan skapa en projektorganisation med rätt egenskaper (Eriksson et al. 2008). Thomsen (2009a) säger att det är viktigt att de olika parterna har samma vana att arbeta med BIM, annars blir det lätt så att tekniken inte utnyttjas optimalt.

Begränsad anbudsfrågning – Rutin i BIM-arbetet

En begränsad anbudsfrågning har enligt Eriksson et al. (2008) den fördelen att företag kan bygga en mer långsiktig relation där en gemensam värdegrund kan skapas. Samuelsson (2010) menar att BIM-frågor, hur arbetet med BIM ska gå till, är så komplext att många företag strävar efter lösningar som kan användas flera gånger och därmed efter mer långvariga samarbeten mellan parter.

Mål

Gemensamma mål – Vad ska BIM användas till?

En gemensam målbild ger enligt Eriksson et al. (2008) positiv inverkan på samarbetet, genom att jobba mot tydligt definierade mål skapas lagkänsla. Rhodin (2002) menar att dessa mål är ett av de viktigaste verktygen för samarbete och att målen även kan innefatta konkreta mål kring arbetssättet. Jongeling (2008) menar att det ofta råder förvirring kring vad BIM innebär och att detta kan leda till missförstånd och felaktiga förväntningar. Han rekommenderar att aktörerna i projekt tidigt skapar en gemensam definition om vad BIM är samt vad målet med BIM är.

Incitament kopplat till gruppens prestationer – Alla ska tjäna på BIM

Enligt Rhodin (2002) anses kontraktet som en viktig del för att öka samarbetet i ett partneringsprojekt, kontraktet ska utformas så att alla känner att de tjänar på samarbetet. Nyström (2005) menar att ekonomiska incitament kan avtalas i kontraktet

för att öka fokuset på andra faktorer än just de ekonomiska, exempel på sådana är kvalitet, teknisk utveckling och samarbete. Holzer (2007) beskriver i sin artikel att det behövs mer incitament för parter i projekteringsprocessen att jobba med BIM. Detta behövs enligt honom för att fördela de ekonomiska vinsterna som fås genom att jobba med BIM, nu är det så att mycket av de ekonomiska vinsterna fås i ett annat skede än just projekteringen samtidigt som kostnaderna uppstår i projekteringen.

Samarbete

Tidig inblandning av entreprenör – BIM som produktionsstöd

En tidig inblandning av entreprenören i ett projekt anses av Eriksson et al. (2008) ge partneringsprojektet en mer integrerad lösning för byggnadens utformning och dess planering. BIM kan kopplas mot tid- och kostnadsplanering i de så kallade 4e och 5e dimensionerna, ingångsdata är den beräknade tidsåtgången och kostnad för uppförande (Jongeling, 2008).

Uppstartsworkshop – Sammanfoga viljor kring BIM

Workshops kan ha många olika funktioner beroende på i vilket skede i processen de hålls, gemensamt för dem är att de ger ett tillfälle att diskutera målsättningar och arbetssätt i projektet (Cheng, 2001). I arbete med BIM är det viktigt med konsensus kring hur BIM ska användas, annars kan felaktiga förväntningar och krav på tekniken uppstå (Jongeling, 2008).

Teambuilding och konflikthanteringsteknik – Sammansvetsat team ger bättre BIM

Teambuilding och konflikthanteringsteknik är verktyg för att sammansvetsa projektteamet, dessa verkar för att skapa tilltro och engagemang bland parterna (Eriksson et al. 2008). Enligt Ashcraft (2008) är BIM i sig själv en samarbetsprocess där högre grad av samarbete mellan parterna ger en bättre modell.

Gemensamma IT-verktyg – Att dela modellen är BIM

Gemensamma IT-verktyg kan betyda många olika saker. Som Cheng et al. (2001) beskriver i sin rapport kan det till exempel innebära att all data om projektet samlas på ett ställe som alla projektdeltagare har tillgång till. Syftet med gemensamma IT-verktyg är enligt Cheng et al. (2001) att alla ska ha insikt i projektet. I arbete med BIM så samlas alla modeller och sammanfogas för att kunna kollisionskontrolleras och så vidare. En av de viktigaste egenskaperna i ett BIM-projekt är att parterna delar på information (Jongeling, 2008). Ashcraft (2008) menar att för att BIM ska fungera optimalt måste samtliga projektmedlemmar även använda sig utav kompatibla programvaror.

Gemensamt projektkontor – Kommunikation och BIM

Ett gemensamt projektkontor har visat sig ha positiv inverkan på produktivitet och effektivitet i projektering (Thomsen, 2009c). I höga grader av samarbete identifierar sig projektdeltagarna till större grad med projektet än med sitt företag, ett gemensamt projektkontor är en komponent som kan medföra ett samarbete av denna typ (Eriksson, 2010). Ashcraft (2008) menar att BIM används mest effektivt med stor gemenskap och intensiv kommunikation där varje part kan kommunicera fritt. Han

säger också att ett optimalt projektsamarbete ska kännetecknas av öppet, aktuellt och tillförlitligt informationsutbyte. En samlokalisering ger också en plattform för att kommunicera information som inte går att kommunicera via gemensamma kommunikationsverktyg, som till exempel en BIM, och kan därför ses som ett komplement till denna (Berente et al. 2010).

3.4.2. Partnering och IPD – En teoretisk jämförelse

I kapitel 3.2.1 och 3.3.1 ses att bakgrunden till koncepten partnering respektive IPD är likartade, i detta kapitel jämförs konceptens definition och arbetssätt utifrån teorin.

Definition

Vid en jämförelse hur de olika koncepten partnering och IPD beskrivs ses likheter, en övergripande definition av partnering ger NCC på sin hemsida (se kapitel 3.2.2.):

”För NCC är partnering en strukturerad samarbetsform i byggbranschen, där byggherren, konsulterna, entreprenörerna och andra nyckelaktörer gemensamt löser en bygguppgift. Det hela baseras på ett förtroendefullt samarbete, där alla spelar med öppna kort och där allas yrkeskunskaper kompletterar varandra genom alla skeden av byggprocessen.”

Definitionen av IPD given av AIA lyder (se kapitel 3.3.2.):

En projektmetod som integrerar personer, system, affärsstrukturer och praktik tillvägagångssätt till en process som utnyttjar all den potential och kunskap som projektgruppen besitter för att optimera projektets resultat, skapa mervärde, minska onödigt arbete och maximera effektiviteten genom alla faser i projektets gång.

Medan IPD-definitionen mer betonar vad konceptet ska skänka projektet, ”optimera projektets resultat, skapa mervärde, minska onödigt arbete och maximera effektiviteten genom alla faser i projektets gång”, så beskriver NCCs partneringdefinition mer vad partneringarbetssättet innebär.

I övrigt uppvisar definitionerna stora likheter. Definitionen av partnering nämner samarbete, den nämner också att uppgiften ska lösas gemensamt och att de olika yrkeskunskaperna ska komplettera varandra genom byggprocessens alla skeden. IPD-definitionen säger att all potential och kunskap som projektgruppen besitter ska utnyttjas och att integrering i olika aspekter ska leda till detta. IPD-definitionen betonar också på ett liknande sätt att detta ska ske i projektets alla faser.

Arbetssätt

Vad koncepten IPD och partnering kan innebära rent konkret redovisas i kapitel 3.2.3. och 3.3.3. I tabellen nedan listas vad ett arbetssätt enligt partnering respektive IPD kan innebära i ett projekt, i jämförande syfte placeras punkterna i kategorierna avtal, ledning, information och processer. Detta är de områden som IPD-konceptets arbetssätt indelas i under kapitel 3.3.3., och partneringkomponenterna infogas under

BIM och samarbete

området med störst överensstämmelse. Kärnkomponenterna för ett partneringsamarbete fetmarkeras, övriga komponenter är valbara enligt kapitel 3.2.3.

	Partnering	IPD
Avtal	<ul style="list-style-type: none"> • Kompensationsform på öppna böcker • Incitament och bonus kopplat till gruppens prestationer • Samarbetsklausuler i kontrakt som fastslår förhållningsregler 	<ul style="list-style-type: none"> • Ett kontrakt för alla huvudparterna gemensamt • Incitament kopplade till gruppens prestationer • Mål kopplade till incitament • Samarbetsklausuler • Underentreprenörer och teknik konsulter också bundna till det integrerade arbetssättet
Ledning	<ul style="list-style-type: none"> • Tidig inblandning av entreprenören i projektering • Anbudsvärdering på mjuka parametrar • Begränsad anbudsförfrågning • Gemensamt val av underentreprenörer 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidig inblandning av alla huvudaktörer • Val av samarbetsparter grundat på mjuka parametrar • Väljer huvudsamarbetsparter genom presenterat lösningsförslag • Huvudaktörer väljer underentreprenörer och teknik konsulter gemensamt • Styrgupp med representanter från huvudaktörerna
Information	Kompletterande samarbetsverktyg: <ul style="list-style-type: none"> • Gemensamma IT-verktyg 	<ul style="list-style-type: none"> • BIM som informationbärare för objektet • PMIS för utbyte av allmän information kring projektet
Process	Samarbetsverktygen: <ul style="list-style-type: none"> • Upstartworkshop • Gemensamma mål • Uppföljningsworkshops • Teambuilding • Konflikthanteringsteknik Kompletterande samarbetsverktyg: <ul style="list-style-type: none"> • Gemensamt projektkontor 	<ul style="list-style-type: none"> • Lean-verktyg • Gemensamt projektkontor

Tabell 1 – Jämförelse av partnering- respektive IPD-komponenter

Som ses i tabellen finns likheter mellan arbetssätten. Om många av komponenterna enligt Eriksson (2010) används finns fler likheter i konceptens arbetssätt, det finns dock delar där de skiljer sig. Framst är det IPD som nämner fler verktyg än partnering. Nedan redovisas det som ingår i IPD-konceptet men som inte nämns i partnering:

Avtal

- Avtalet knyts mellan alla de som räknas till huvudparter i projektet.
- De stödjande parterna är också kontraktsevenligt bundna till samarbetsmetoden som finns i projektet.

I teorin kring IPD-projektens avtal så läggs stor vikt vid att kontraktet sluts med samtliga av dem som räknas till huvudparterna i projektet (Thomsen, 2009c).

Ledning

- Styrgruppen används med representanter från huvudaktörerna, de stödjande parterna fungerar som rådgivare till dessa styrgrupper när beslutet berör deras arbete.
- Samarbetspartners väljs inte genom en traditionell anbudsprocess utan på kvalifikationsbasis och genom presenterat lösningsförslag.
- Tidig inblandning av alla huvudaktörer och inte bara entreprenören.

Information

- IPD-teorin nämner integrerad information som ett specifikt område för förbättring där framför allt BIM har en viktig roll. I partnering nämns det kompletterade samarbetsverktyget gemensamma IT-verktyg som kan ses som en motsvarighet. Partnering-teorin nämner dock inte BIM specifikt.

Processer

- IPD konceptet använder sig ofta av Lean-verktyg för att integrera sin process. De som kan tänkas motsvara detta i partneringsarbetssättet till störst grad är samarbetsverktygen. Lean-verktygen som de omnämns i Thomsens (2009c) rapport är till för ökat samarbete mellan parterna såväl som att öka värdeskapandet, medan de verktyg som anses som motsvarande i partnering mer fokuserar enbart på samarbete.

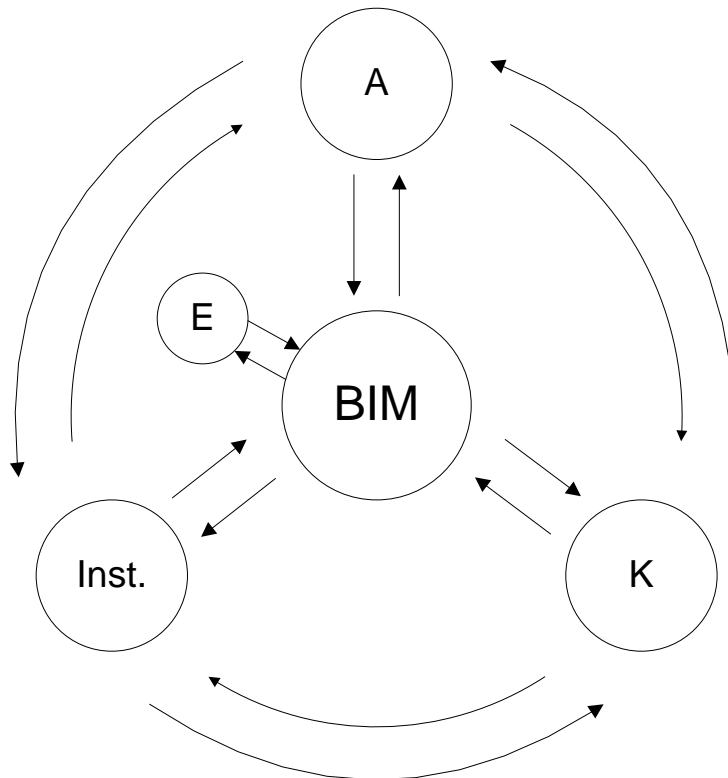
3.4.3. Kommunikationsmodell – Vilken roll har BIM?

I detta kapitel presenteras en modell över kommunikationen i ett projekt som projekterar med BIM. Modellen tas fram utifrån teorin och används för att analysera fallstudier senare i rapporten.

De projektformer som diskuteras i rapporten är partnering och IPD, ett av målen som beskrivs i partnering är att åstadkomma en öppen kommunikation (Cheung et al. 2003), på samma sätt beskrivs öppen kommunikation som ett mål med IPD. (AIA, 2007) Ökat samarbete och integrering mellan parter nämns som de faktorer som ska medföra den öppna kommunikationen.

I en integrerad byggprocess har BIM en roll som informationscentral där alla parter kan lägga till och hämta information kontinuerligt under byggprocessens skeden (Thomsen, 2009c). BIM har enligt Jongeling (2008) olika roller i olika faser av byggprocessen. I denna rapport behandlas den roll BIM haft i projekteringsfasen. Enligt Thomsen (2009c) är information som kan läggas in i modellen ofta saker som materialdata, prisangivelser osv. Andra viktiga data i BIM är den rent geometriska utformningen som projektdeltagarna får en bättre insikt i och kan använda för sin utformning (Thomsen, 2009a).

Nedan presenteras en modell för kommunikationen i projekteringsprocessen, modellen utgår ifrån teorin om att information samlas i en gemensam BIM (Jongeling, 2008; Samuelsson, 2010). BIM funkar som en databas där de olika aktörerna både infogar och hämtar information. Förutom den kommunikation som sker genom att infoga och hämta information från modellen så sker också kommunikation utanför modellen i form av till exempel telefonsamtal och e-mail.



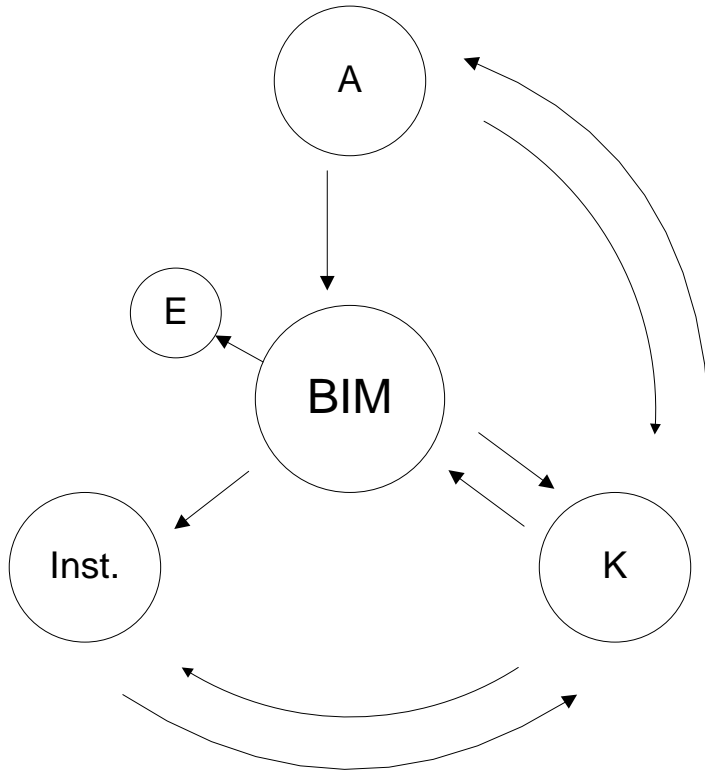
Figur 4 – Kommunikationsmodell

Modellen förklarar det handfasta arbetet kring de tekniska utformningarna, här antas att entreprenören har en övergripande roll. Detta medför att kommunikationen mellan entreprenör och projektörer utanför BIM sker på en mer övergripande nivå än den som kommunikationsmodellen representerar.

Parterna utbyter information via BIM såväl som utanför denna. Entreprenören är som sagt i allmänhet inblandad i projekteringen på en mer övergripande nivå än modellen representerar, det kan dock hända att de inför data i modellen i form av kostnads- och tidsuppgifter. Entreprenören kan även hämta information ur modellen så som mängder till exempel. Samordningen av modellen sker också ofta av entreprenören.

Ett jämt informationsflöde via BIM medför att pilarna som går till och från BIM är lika stora för alla parter. Ett iterativt arbetssätt medför att det går pilar till och från alla parter eftersom ett iterativt arbetssätt kräver input och output från alla parter.

I en traditionell byggprocess är arbetet ofta uppbyggt som ett stafettlopp där olika parter gör sin del för att sedan lämna över arbetet till nästa part, ett informationsutbyte i en sådan process skulle ge följande utseende på kommunikationsmodellen



Figur 5 – Kommunikationsmodell traditionell byggprocess

Informationen i modellen förs vidare i kedjan sekventiellt, kommunikation sker med den part som tillhandahållit modellen senast. I slutet fås en modell som tillvaratas av entreprenören som tar ut handlingar för produktion.

Modellen hänger samman med frågeställningen om BIM-arbete i projekt med olika grader av integrerat samarbete, det kan tänkas att mer integrerade samarbeten ger upphov till en kommunikationsmodell som har större likhet med den i figur 4 än den i figur 5.

4. Resultat

4.1. Fallstudie 1 - Nautilus

Denna fallstudie ämnar beskriva hur arbetet med BIM fungerar i ett projekt som inte använder sig av partnering. Först beskrivs projektet allmänt, efter detta följer hur arbetssättet i projektet sett ut och till sist beskrivs hur BIM använts i projektet. Fallstudien är baserad på intervjuer med projektledare, arkitekt och VS-projektör i projektet. (Sammanfattning av intervjuerna bilaga D-F.)

4.1.1. Bakgrund

Objektet är ett 15-vånings bostadshus på Ön i Malmö. Projektet är i produktionsskedet. Beställaren utgörs av ett kommanditbolag som entreprenören och en extern byggherre äger. Det genomförs som en totalentreprenad och eftersom entreprenören är med i beställarorganisationen så kom de in i projektet innan förfrågningsunderlaget var utformat. Ventilation, el- och VS-entreprenad handlades upp som totalentreprenader. Byggnadens utformning hade till viss del bestämts i ett tidigt skede i och med en arkitekttävling som ägde rum.

Ersättningsformen är löpande räkning med incitament, incitamentsdelen i kontraktet är dock litet och projektledaren menar att det i praktiken mer liknar ett fast pris kontrakt.

Projektet har fördröjts en del, till största delen till följd av att huset började projekteras med prefabricerade element till stommen som sedan fick bytas till platsgjutet då stabiliseringsproblem upptäcktes i det ursprungliga systemet.

I projekteringen används från början 2D-projektering, krav om BIM-projektering uppkom senare varpå en viss del av ritningsarbetet därefter fick göras om. Kravet om att projektera i BIM kom från entreprenören. Modellerna sammansattes i en modell som lades ut på en gemensam projektserver. Konstruktören använde dock inte BIM-projektering i någon utsträckning under någon del av projekteringen.

Det sattes inte upp några speciella mål för projektet parterna emellan, däremot hade de respektive intervjuade parterna mål med att optimera sin egen del av entreprenaden.

4.1.2. Arbetssättet

Enligt projektledaren har projektet inte utförts enligt partneringkonceptet. Det har inte förekommit några speciella aktiviteter eller verktyg som kan kopplas till partnering.

Mellan parterna har information utbytt via en gemensam projektserver där modellen laddats upp. Det har dock inte funnits några krav i projektet på att uppdatera sin modell regelbundet. Mycket kommunikation har också skett via telefon och e-mail.

Tidsglapp har uppstått i informationsutbytet mellan parterna, väntan har till exempel uppstått när en projektör behövt veta om någon annan kan ändra något i sin del.

Projekteringsmöten hölls var tredje vecka ungefär, samgranskningsmöten hölls också där BIM-modellen används för att undersöka kollisioner och utformningsproblem.

De intervjuade parterna upplevde att de kommit med tidigt i projektet, detta anses ha gett en bra insyn och bra möjligheter att påverka i projektet. Arkitekten tyckte dock inte att medverkan vid alternativutformning var tillfredställande, detta mycket på grund av att arbetet med BIM inte fungerade tillräckligt bra.

Om projektet går bra utvärderades av entreprenören med projektekonomi och tid som parameter, detta följdes upp kvartalsvis.

De intervjuade såg inga speciella aktiviteter som har fungerat för att skapa tilltro mellan de olika parterna. Däremot kan själva BIM-projekteringen, på grund av att det varit relativt nytt för projektdeltagarna, skänkt en viss ”pionjäranda” som kan ha skapat mer öppenhet och tilltro menar arkitekten. Från VS-projektören framhölls också att installationssamordnare från entreprenörens sida verkat för att sammansvetsa installatörerna. Projektet har också präglats av personkonflikter som till viss del kan ha försämrat samarbetet och minskat tilltron parterna emellan.

4.1.3. Så användes BIM

I detta projekt har BIM använts till framförallt kollisionsskontroller men också till visualisering. Visualiseringen omfattar mest förtydligande vid arbetsberedning.

Problem som upplevdes i arbetet med BIM var bland annat ojämnheten i hur stor detaljeringsgrad de olika parterna ritade sina modeller. El-projektörerna hade enligt projektledaren en för låg detaljeringsgrad där sladdbuntar inte kom med i modellen. Arkitekten upplevde samtidigt att dess del hade en hög detaljeringsnivå som inte utnyttjades av övriga parter.

Vidare så upplevdes det som ett stort problem att konstruktörens del inte fanns helt representerad i modellen. Arkitekten ritade till viss del upp 3D-objekt av de saker som konstruktören ritat i 2D. Mycket av samgranskningen försämrades dock menar arkitekten. Samtidigt ser VS-projektören problem i de delar som aldrig kom med i modellen från konstruktörens håll, så som balkar till exempel. Det var för VS-konstruktören viktigt att ha sådana objekt representerade i modellen för att kunna göra sin rördragning med hjälp av BIM på smidigt sätt.

BIM användes inte som stöd på de allmänna projekteringsmötena eller för att presentera alternativa utformningar parterna emellan. Arkitekten upplevde att samarbetet kring de tekniska lösningarna inte var fulländad, delvis på grund av att BIM inte användes i tillräcklig utsträckning.

Arkitekten upplevde att folk ute på arbetsplatsen inte hade koll på att BIM fanns att tillgå och fick många frågor som kunde besvarats direkt genom att kolla i modellen.

BIM har också använts mycket för att effektivisera det egna arbetet internt, från arkitektens håll har visualisering använts för gestaltning. Från VS-projektörens håll har mängdning kunnat användas till viss del.

De största fördelarna med BIM i detta projekt ser projektledare och VS-projektör med kollisionskollen, undvikandet av fel till följd av kollisionskontrollen understryks av projektledaren. Arkitekten ser den främsta fördelen i att det är roligare att projektera med BIM.

Det som sågs som hinder med BIM-projektering i projektet är att det fortfarande finns en stor okunskap och omognad för tekniken menar arkitekt och projektledare.

4.2. Fallstudie 2 – Kristianstad Arena

Denna fallstudie beskriver hur BIM användes i ett projekt som utfördes enligt partneringskonceptet. Först beskrivs projektet allmänt, sedan utreds hur arbetet med BIM i projektet fungerat och till sist beskrivs den roll BIM haft i projektet. Fallstudien baseras på intervjuer med projektledare, arkitekt och konstruktör i projektet. (Sammanfattning av intervjuerna återfinns i bilaga A-C.)

4.2.1. Bakgrund

Objektet utgörs av en arena och projektet är upphandlat som totalentreprenad. I projektets tidiga skeden så ägde en arkitekttävling rum och efter att vinnande förslag utsetts gick projektet vidare med att konstruktör och entreprenör upphandlades. Även en ny arkitektfirma upphandlades, denna arkitektfirma tog över efter att systemhandlingar var upprättade och var sedan med till projektets slut. Eftersom upphandling skedde efter att systemhandlingar utarbetades så rör det sig om en styrd totalentreprenad där byggnadens utformning till stor del var bestämd redan innan de flesta parter kommit in i projektet. Ersättningsformen är riktpolis med incitament och det är bestämt på öppna böcker.

Projektet genomfördes som ett partneringsprojekt, men eftersom entreprenör och teknikkonsulter kom in först när byggnadens utformning till stor del bestämts i arkitekttävlingen, menar projektledaren att det rörde sig om en sorts partneringshybrid på grund av det begränsade inflytandet på utformningen som det medförde för dem. Vid upphandlingen hade beställaren till viss del mjuka kravparametrar i form av att erfarenhet av stora projekt och av projekt genomförda i partneringsform värderades.

4.2.2. Arbetssättet

Vissa aktiviteter och verktyg har använts i projektet som stämmer överens med partnerings teorin:

Uppstartsworkshop

När entreprenör och de parter som var inblandade i projekteringen upphandlas så samlades parterna på en uppstartsworkshop. Det var ledande representanter från parterna som var med, alltså inte alla de som skulle jobba med projekteringen. Under denna diskuterades projektet parterna emellan, det som diskuterades var bland annat målen med projektet.

Gemensam målformulering

Under uppstartsworkshopen definierades målen för projektet. Alla fick definiera egna mål med projektet och alla mål diskuterades för att få fram vilka mål som ansågs viktigast gemensamt. Som mål för projektet sades bland annat att alla parter skulle prioritera detta projekt och att det inte skulle dröja mer än ett dygn med att höra av sig om någon part hörde av sig med frågor.

Teambuilding

I samband med uppstartsworkshopen hölls också aktiviteter för att bygga upp en lagkänsla.

Gemensamt val av underentreprenörer

Beställare och entreprenör valde alla underentreprenörer gemensamt och projektledaren uppfattade att beställarens stora inblandning var bra för projektet.

Konflikthanteringsteknik

För projektet var överrenskomet att frågor där värdet var över 0,5 Mkr skulle lösas av en styrgrupp som hade möte en gång i månaden.

De mål som sattes upp i den gemensamma målformuleringen följdes upp informellt och inga kontinuerliga uppföljningsworkshops hölls, de hade bara ett kort uppföljningsmöte under projektets gång. Alla de intervjuade var heller inte informerade om projektets målformulering, vilket kan bero på att målformuleringen inte hölls med alla de som skulle arbeta med projekteringen från respektive part. Vid den ekonomiska uppföljningen, som skedde kvartalsvis, så användes BIM som ett stöd genom att mängdning skedde utifrån denna.

BIM användes i projektet och de intervjuade var av uppfattningen att den varit mycket hjälpsam när det kom till att få ut information de behövt från de andra parterna. Det fanns ett krav på att varje projektör var tvungna att uppdatera sin del av modellen en gång i veckan de tre första månaderna, på så vis fanns det uppdaterad information att tillgå hela tiden under projektering. Förutom att utbyta information via BIM skedde också mycket kommunikation via telefon och e-mail. Ofta kompletterades e-mailed med någon sektion tagen ur modellen samt kompletterande text och anvisningar. Allmänna samordningsmöten för projektering hölls ungefär var tredje vecka, förutom dessa hölls också fem till sex BIM-samordningsmöten under projekteringsgången där kollisionkontroller utfördes.

Informationsutbytet har till stor del berört den rent geometriska utformningen, informationsdelningen har gått till så att parten lyft in den andra partens del i sin modell för att sedan kunna modellera sin egen del.

Att parterna varit inblandade från ett relativt tidigt skede har upplevts som positivt av de intervjuade, ett tidigt samarbete kring tekniska lösningar anses ha förhindrat konflikter i projektet. Dessutom ger tidig inblandning av fler parter bättre insyn och bättre lösningar i projektet menar arkitekten.

Beställaren var också väldigt aktiv igenom hela projektet genom att vara med och utvärdera olika alternativlösningar vilket projektledaren anser har varit bra för projektet. Det har enligt projektledaren också funnits en ”vi-känsla” i projektet, detta anses av projektledaren ha medfört ett samarbetsklimat där folk hjälpt varandra.

4.2.3. Så användes BIM

Projektet använde sig främst av tre uttalade BIM verktyg, nämligen kollisionskontroll, mängdning och visualisering.

Kollisionskontroller Kontrollerna utfördes med en BIM-samordnare hos entreprenören.

Mängdning Mängdning användes då olika kostnadsberäkningar skulle göras, både under arbetet med anbudsberäkning och vid ekonomisk uppföljning under projektets gång samt vid utvärdering av alternativutformningar.

Visualisering Visualisering har använts på byggarbetsplatsen för att gå igenom komplexa utföranden under arbetsberedningen. Visualisering har också använts för att introducera nya parter i projektet.

BIM användes som en informationsbärare, de intervjuade är av uppfattningen att information hämtades ur modellen på ett enkelt sätt och att mycket information hämtades ur modellen. En förutsättning för detta var att modellen hölls uppdaterad. Det fanns ett krav på att en uppdaterad version skulle läggas upp på en projektserver av respektive part veckovis, vilket också följdes. De ansåg att samarbete kring tekniska lösningar ökade genom att BIM-modellen kunde användas för att få ut information snabbt.

Det förekom en viss förvirring om hur mycket information som skulle infogas i modellen, arkitekten upplevde att de lade till information som sedan inte nyttjades av övriga parter. De framhäver vikten av att anpassa mängden information som läggs in i modellen i förhållande till projektets art, och att alla i projektet bör vara informerade om vilken information som ska in i modellen samt vilken information som finns att tillgå i denna.

Programvaran var inte helt kompatibel mellan parterna i projektet, arkitekten påpekar att konstruktören hade en inkompatibel programvara som gjorde att information föll ur deras del av modellen. Deras del kunde dock infogas i modellen i form av informationslösa 3D-objekt, så att kollisionskontroll och visualisering ändå kunde göras.

BIM användes inte som visualiseringsverktyg vid de rena projekteringsmötena, däremot genomfördes BIM-samordningsmöten där projektörer från de olika disciplinerna var med och kollade kollisioner och problemområden.

Arkitekten i projektet kände sig ansvarig för att modellen hängde ihop och fungerade i viss mån också som support för de andra när de uppstod frågor kring användningen av programvaran.

Fördelarna med BIM sågs av de intervjuade främst i att fel upptäcktes tidigare. Det anses ha blivit en högre kvalitet på handlingarna, även om flest fel fortfarande anses upptäckas ute på byggarbetsplatsen. En anledning till att fel fortfarande upptäcks där kan enligt arkitekten vara att modell och verklighet inte alltid stämmer överens. Fel som upptäcktes i BIM var dels av sådan art att de olika parternas system kolliderade, men projekteringen i BIM medförde också att fler fel hittades i parternas egna system. En annan stor fördel med att ha arbetat med BIM i projektet ansågs vara det snabba informationsutbyte som det medförde.

Arkitekten upplevde att mer tid i projekteringsskedet har lagts ner i ett tidigare skede i detta projekt jämfört med andra projekt. Han upplevde också att storleken på BIM måste anpassas för storleken och komplexiteten för projektet. Det som ansågs mest hämmande för att kunna använda BIM till sin fulla potential i projektet var att BIM fortfarande är väldigt nytt för många och att alla inte är lika positiva till ny teknik.

4.3. Fallstudie 3 - Stockholmsarenan

Denna fallstudie ämnar beskriva hur arbetet med BIM, i ett projekt där parterna är ännu mer integrerade i sitt projekteringsarbete än de två tidigare fallen fungerat. Först beskrivs projektet allmänt, efter detta följer hur arbetssättet i projektet sett ut och till sist beskrivs hur BIM använts i projektet. Fallstudien baseras på intervjuer med arkitekt, VVS-projektör, BIM-samordnare och CAD-samordnare. (Sammanfattning av intervjuerna återfinns i bilaga G-J.)

4.3.1. Bakgrund

Objektet utgörs av en arena, det rör sig om ett relativt stort projekt och det råder en allmän uppfattning om att projektet är tidspressat. Vid tiden för fallstudien hade byggnation påbörjats samtidigt som projektering var i full gång.

Projektet nyttjar sig av ett gemensamt projektkontor där de olika projektörerna samlats i ett kontor en bit ifrån arbetsplatsen. Projektets storlek medför ett relativt stort antal projektörer, som exempel kan nämnas att det satt cirka 15-20 arkitekter på det gemensamma projektkontoret. I kontoret satt de olika teknikkonsulterna i ett öppet kontorslandskap som var indelat efter vilken disciplin de tillhörde. Längs med väggarna fanns halvöppna kontor, här satt i huvudsak de från entreprenören men också andra projektörer vars arbetsuppgifter låg mer åt det administrativa hållet.

Entreprenadformen är totalentreprenad. Projektet är inget uttalat partneringsprojekt men de intervjuade upplever att projektörernas arbete är väldigt integrerat i och med det gemensamma projektkontoret.

De intervjuade är inte medvetna om att några specifika mål satts upp för projektet gemensamt, men ett generellt mål för projektet som samtliga angav var att bygga en arena i världsklass.

4.3.2. Arbetssättet

Det gemensamma projektkontoret medförde många informella möten där projektörerna direkt kunde diskutera problem som uppkom mellan deras olika system. Förutom dessa informella möten så hölls också mer formella projekteringsmöten där olika lösningar av större vikt diskuterades.

Dessutom hölls BIM-samordningsmöten för att diskutera problem med kollisioner mellan de olika disciplinernas system. De användes också för att informera de olika parterna om hur långt de andra var komna i deras del av projekteringen. På så sätt användes BIM-samordningsmötena även för avstämningar mot tidplaneringen för projekteringen.

Projektet använde sig av en gemensam projektdatabas där modellerna laddades upp, detta gjordes veckovis för att modellerna skulle vara uppdaterade till BIM-

samordningsmötena. Kravet om veckovis uppdatering bestämdes gemensamt mellan projektörerna.

När informationen inte fanns att tillgå i modellen så gick projektören bara och frågade den som arbetade med den delen och kunde på så sätt få informationen. Det gemensamma projektkontoret har på så vis gjort att ingen kunnat ”smita” från sitt ansvar för sin del av modellen och den har gjort att de frågor som uppkommit behövt behandlas direkt. VS-projektören menar att detta har medfört en viss utvidgning av hans arbetsuppgifter, när frågor i vanliga fall kommer till hans chef så är det i och med det gemensamma projektkontoret mer vanligt att han får frågor direkt som han tvingas ta ställning till. I och med den direkta involveringen kände han också större ansvar för att hans svar är korrekt.

Vidare anses det gemensamma projektkontoret haft en rad andra positiva effekter på projekteringsarbetet. Parterna upplevde att de hade en större insikt i projektet, de menar också att de fick en större förståelse för de andras arbete. Genom att veta vad de andra projektörerna höll på med uppstod mindre irritation när vissa delar från andra parter dröjde. De intervjuade menade också att genom att jobba så pass tätt inpå varandra skapades en mer personlig relation till de andra, detta medförde att samarbetet kunde flyta på bättre.

Att byggnation påbörjats redan när projekteringen är i en intensiv fas har medfört att konstruktören har varit tvungen att färdigställa mycket av sitt system för att leverera underlag till byggarbetsplatsen. På så sätt har den, enligt de intervjuade, ovanliga situationen att konstruktören ligger före arkitekten i utformningen uppkommit.

4.3.3. Så användes BIM

I detta projekt har två olika modeller upprättats parallellt, en för projekteringsarbetet och en för produktionsplanering. Entreprenören valde att upprätta en egen modell för produktionen, detta för att de inte såg att de kunde få projektörerna att utforma modellen på ett sådant sätt som de behövde för att kunna använda den för tids- och kostnadskalkylering. Enligt BIM-samordnaren skedde detta beslutet mycket på grund av att entreprenören ville välja en metod som de var bekanta med. Vid tiden för fallstudien fanns dock planer på att även använda modellen från projekteringen i ett senare skede för produktionen, och då använda den för mer detaljerad planering.

Modellen i produktionsplaneringen har använts för mängdning och även till viss del kopplats mot planeringsprogrammet vico. BIM-samordnaren betonar dock att entreprenörens BIM skiljde sig från projekterings, detta gör den opålitlig och den användes därför mer för översiktlig planering av produktionen.

Modellen i projekteringen användes för kollisionskontrollering mellan de olika systemen. VS-projektör anger också att deras del kopplats mot beräkningar delvis. Arkitekten har också använt modellen mycket för visualisering då de presenterat alternativlösningar och förslag för de andra projektörerna informellt på det gemensamma projektkontoret.

Förutom på BIM-samordningsmötena har inte modellen används som stöd på projekteringsmötena. BIM-samordnaren menar att detta har mycket att göra med att de som sitter i projekteringsmötena i allmänhet inte haft den kunskap kring tekniken för att se fördelarna med att använda BIM som stöd där.

Modellen har använts av de olika parterna för att ”skissa”, genom att rita utformningen för sitt eget system utan att fundera på om det kommer krocka med andra system. På detta sätt kan modellen användas för att diskutera fram hur viljorna ska sammanjämkas på BIM-samordningsmötena.

I skedet då fallstudien utfördes hade inte kollisionskontrollering börjat utföras till en särskilt stor grad, BIM-samordningen handlade här mer om att diskutera utifrån modellen och lägga upp projekteringsarbetet.

VVS-projektören säger att det finns vissa problem kopplat till att använda modellen för att skissa och åskådliggöra sina tankegångar kring utformningen. Det är ofta svårt att veta vad i modellen som är definitivt och vad som är skiss, vid tidpunkten för fallstudien var arbete med att formulera regler för hur färdig utformningen skulle vara för att få infogas i modellen. Det finns heller inga regler om hur mycket information som ska in i modellen, detta gör att de olika projektörerna lägger in olika mängder information.

Det fanns problem med kompatibiliteten mellan de olika programvaror som projektörerna använde. Detta har lett till att ett visst dubbelarbete har fått utföras, det har handlat om att vissa delar har ramlat ur modellen när en annans del av modellen har importerats. Det har enligt CAD-samordnaren inte givits några riktlinjer kring vilka programvaror som ska användas av projektörerna, hon menar att projektledningen ofta saknar förståelse för kompatibilitetsproblematiken.

De största fördelarna med att använda BIM, enligt projektdeltagarna, har setts i samgranskningen vilken anses ha medfört att projektörerna kunnat skapa sig en övergripande bild av byggnadens alla delar. Att kunna koppla modellen till beräkningar är också ett område där de intervjuade upplever fördelar, ur denna aspekt upplevs dock tekniken som omogen.

De största hindren att utnyttja tekniken optimalt ses mycket i brister i mjukvara och hårdvara, det vill säga att programmen inte är optimala och att datorerna inte är tillräckligt starka. BIM-samordnaren anser också att det rör sig mycket om en generationsfråga, där en allmänt låg datorvana inom byggbranschen hindrar att tekniken används mer.

4.4. Kompletterande fallstudie – Sutter Medical Center

Denna fallstudie beskriver hur BIM användes i ett projekt som utfördes som ett IPD-projekt. Först beskrivs projektet allmänt, sedan berörs arbetssättet i projektet och till sist beskrivs rollen BIM haft i projektet. Fallstudien är kompletterande mot de andra och ska ge en inblick i hur BIM använts i ett projekt med stor grad av integration, fallstudien är baserad på mailkontakt med en projektledare för projektet. (Sammanfattning i Bilaga K)

4.4.1. Bakgrund

Sutter Medical Center ligger i Kalifornien, USA, objektet utgörs av en nybyggnad av ett sjukhus som byggs intill ett redan befintligt sjukhus. Projektet drivs som ett IPD-projekt med kontrakt mellan 11 olika parter som alla varit med från början. Kontrakten mellan dessa parter är baserade på öppna böcker och alla parter valdes baserat på kvalifikation.

Mål som sattes upp för projektet var att leverera det 30 % snabbare än utsatt tid samt att det inte fick kosta mer än 320 miljoner dollar. Dessa mål följs upp kontinuerligt genom budgetrapporteringar och möten.

4.4.2. Arbetssättet

I Sutter Medical Center har de använt sig av en rad olika aktiviteter och verktyg:

- Uppstartsworkshop
- Uppföljningsworkshop
- Gemensam målsättning
- Teambuilding
- Gemensamt projektkontor
- Gemensamma IT-verktyg
- Kontinuerlig uppföljning av processen

Projektet har använt target value design som är ett Lean-verktyg.

Målen för projektet följdes upp kontinuerligt genom dagliga byggmöten och genom en frekvent och öppen kostnadsrapportering. BIM användes i uppföljningsarbetet, utifrån denna har rapporter av olika slag hämtats. Dessa rapporter har sedan använts som underlag i uppföljningen.

4.4.3. Så användes BIM

Enligt den intervjuade har projektet använt sig av BIM till mer eller mindre allt, men han nämner speciellt några områden:

Kostnadsberäkning Modellen har använts för att hämta ut budgetrapporter kontinuerligt under processen. Detta

BIM och samarbete

	medförde att den ekonomiska statusen för projektet kontinuerligt kunde följas med hjälp av modellen.
Samordning	Detaljeringsnivån på modellen har varit väldigt hög, detta har medfört att samordningen har kunnat göras till en väldigt detaljerad nivå.
Utsättning	Informationen från modellen har kopplats till totalstationerna på bygget vilket har förenklat utsättningen som också har kunnat göras med stor precision.
Ritningsunderlag	Alla 2D-ritningar hämtades ur modellen. Ifall fel upptäcktes i en 2D-ritning så ändrades felet först i BIM-modellen för att hela tiden försäkra sig om att det är modellen som är källan till alla handlingar.
Tidplanering	Modellen har haft en stor roll i planeringsmöten. Den har använts för att få förståelse i aktivitetsföljden men också för att hantera komplexa koordinationsfrågor kring uppförandet av byggnaden.
Verifiering av utförande	För att kontrollera att installationerna byggts som de modellerats så har delar av byggnaden laser-skannats. Genom skanningen samlades data ihop om hur de färdigbyggda delarna såg ut och infogade sedan detta i modellen för att säkerställa att modell och verklighet överrensstämde. Om de inte överrensstämde så rättades installationerna till för att slippa få problem i senare skeden.

Alla ritningar i projektet ritades direkt i BIM från början. Modellen uppdateras sedan automatiskt i realtid via den gemensamma projektdatabasen, det vill säga att varje gång någon öppnade modellen hade den automatiskt tillgång till allas senaste modeller. Olika programvaror har använts mellan de olika parterna i projektet. Dock upplever den intervjuade inga problem med inkompatibilitet mellan dessa, problematiken har lösts med olika sorters insticksprogram.

Den största fördelen med BIM i detta projekt upplever den intervjuade låg i det som den samlade modellen medförde. Genom att modellen uppdaterades om ett fel upptäcktes, även om det upptäcktes på en 2D-ritning hämtad från modellen, så blev modellen hela tiden grunden till den information som hämtades. Detta gjorde att underlaget hela tiden var korrekt.

De största problemen som upplevts med arbetet kring BIM är den tiden det kräver samt att det krävt en väldigt stor framsynhet.

5. Analys

I det här kapitlet jämförs de olika objekten med teorin. Först jämförs projektet mot komponenter i kapitel 3.2.3. och 3.3.3. för att få en bild av hur integrerat samarbetet varit. Sedan beskrivs hur BIM har använts i de olika projekten, vilken roll den fått och hur den påverkat projektet i fråga. Till sist under rubriken "BIM och samarbetsformen" jämförs de tänkbara gemensamma nyttoområden som framställts i kapitel 3.4.1. med de olika projektens arbetssätt för att se om tänkbara samverkans effekter enligt detta kapitel uppvisats i de olika objekten.

5.1. Fallstudie 1 - Nautilus

5.1.1. Integration

Nedan ses en tabell som beskriver vilka komponenter som använts i projektet. Projektet utförs inte enligt partneringskonceptet, vilket framgår av tabellen.

Verktyg/aktivitet	Nautilus	Hur
Anbudsvärdering på mjuka parametrar	Nej	
Kompensationsform på öppna böcker	Nej	
Uppstartsworkshop	Nej	
Gemensamma mål	Nej	
Uppföljningsworkshop	Nej	
Teambuilding	Nej	
Konflikthanteringsteknik	Nej	
Tidig inblandning av entreprenör	Delvis	Totalentreprenad medför tidig inblandning av de flesta parter, dock var utformningen till viss del bestämd innan upphandling
Begränsad anbudsfrågan	Nej	
Gemensamt val av underentreprenör	Nej	
Samarbetsklausuler i kontrakt	Nej	
Incitament	Delvis	En liten incitamentsdel som enligt projektledaren mer liknar fastpriskontrakt i praktiken
Gemensamt projektkontor	Nej	
Gemensamma IT-verktyg	Delvis	BIM har använts av vissa projektörer, projektering började som 2D-projektering.
Flerpartskontrakt	Nej	
Styrgrupp med representanter från alla huvudparter	Nej	
Tidig inblandning av alla huvudaktörer	Nej	
Lean-verktyg	Nej	

Tabell 2 – Användandet av komponenter i fallstudie 1

5.1.2. Så användes BIM

Nedan jämförs hur BIM använts i projektet med det arbetssätt som det beskrivs i teori kapitel 3.1.3.

Projektering – samlad modell

I fallstudie 1 användes en gemensam projektdatabas där modellerna samlades. Det fanns inga krav på när modellerna skulle uppdateras vilket kan ha lett till att det ligger ouppdaterade modeller i databasen. Dessutom modellerade konstruktören i projektet inte i 3D, vilket ledde till att denna part inte bidrog direkt till modellen med varken geometrisk eller annan information. Konstruktörens del infogades dock till viss del av arkitekten i projektet som upprättade en 3D-modell av konstruktörens del baserat på deras 2D-underlag. Mycket information i projektet skedde också via telefon och e-mail.

I projektet upplevdes problem med hur mycket information som skulle läggas till i modellen. Arkitekten hade med information som aldrig utnyttjades medan vissa upplevde att EI-projektören hade en alldeles för låg detaljeringsgrad på sina delar. Det fanns heller inga krav på vilken information som skulle in i modellen.

Presentation och beslutsprocesser

Modellen har inte använts vid allmänna projekteringsmöten för att visualisera utformningar och utvärdera dessa.

Samordning

Samgranskning av modellerna har skett, dock har den till viss del blivit lidande eftersom konstruktörens del inte kommit med helt. Samordningen, som hållits av entreprenören, anses av de intervjuade ändå ha medfört att färre fel i handlingarna upptäckts i byggskedet.

Kalkyl och analyser

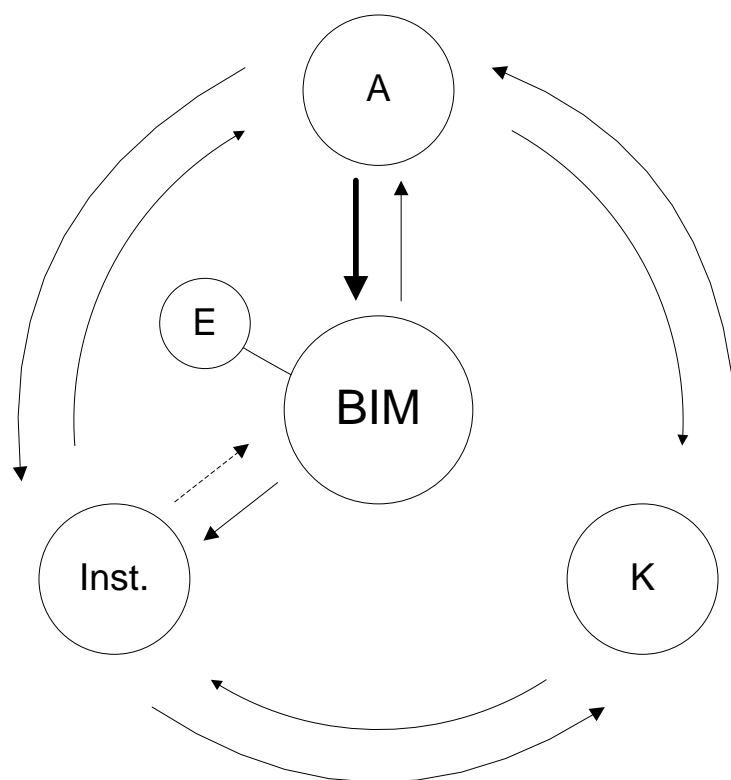
Modellen har inte använts till mängdning av entreprenören. Den samlade modellens information har heller inte använts för att koppla mot beräkningar för de andra parterna.

Planering och produktion

Modellen har inte innehållit data om kostnader och tid.

Kommunikationsmodell

Med hänvisning till hur BIM använts i projektet kan en kommunikationsmodell av följande utseende tänkas förklara den roll BIM haft som kommunikationsverktyg enligt kapitel 3.4.3.



Figur 6 – Kommunikationsmodell fallstudie 1

Modellen har följande observationer som indata:

- Arkitekten har fått rita in delar av konstruktörens del i modellen och således tillfört mer information.
- Konstruktören har inte projekterat i 3D och på sätt inte lagt in eller hämtat något från BIM.
- Projektör för installationer, i detta fall VS-projektör, har hämtat information från modellen. Ingen av de övriga parter upplever dock att de hämtat information om VS-projektörens del ur modellen, därför ritas denna pil som sträckad.
- Entreprenören har haft en roll som samordnare, de har dock inte använt modellen till mängdning eller lagt in information i modellen och därför ritas ett kopplingssträck in och inte en pil.
- Kommunikationspilarna utanför BIM har ett oförändrat utseende eftersom sidokommunikationen har skett via vanliga kommunikationsvägar som telefon och e-mail.

5.1.3. Nyttoeffekter BIM

Arbetsättet BIM som det presenteras i kapitel 3.1.5. kan ha flera sorters inverkan på byggprocessen, nedan presenteras dessa områden med en analys kring hur BIM-arbetet kan ha påverkat detta projekt:

Iterativt arbetsätt

Projektet har haft ett visst utbyte av information i modellen, detta har stött en mer iterativ arbetsprocess. Men det finns också en rad faktorer som talar emot att modellen kunnat användas som stöd för en sådan process:

Att krav saknats på att modellen ska hållas uppdaterad kan ha medfört en inaktuell modell som därmed inte kunnat användas som ett tillförlitligt underlag för analyser och utvärdering av alternativutformningar. Det kan också ha medfört att den tidigare insikten i utformningsproblem och krockar mellan olika system blivit lidande.

Den upplevda förvirringen kring vilken information som modellen ska innehålla kan ha medfört att information saknats för att analysera och utvärdera alternativutformningar. Det nämns att El-projektörens del, som ändå funnits representerad i modellen, har varit för odetaljerad för att kunna användas på önskat sätt. Konstruktörens del har varit väldigt underrepresenterad i modellen vilket också kan ha försvårat analyser och utvärdering. I fallet med konstruktörens del har informationen varit så pass underrepresenterad att även kollisionskontrollering försvårats.

Att arkitektens utformning till stor del gjorts innan övriga projektörer kan ha medfört att möjligheten att optimera byggnaden minskats eftersom det lett till att vissa delar varit låsta innan deras projektering startat. Detta kan ha förhindrat att BIM kunnat användas till en iterativ arbetsprocess.

Modellen har inte använts för mängdning och har därför inte fungerat som ett stöd vid ekonomisk utvärdering av alternativutformningar, därmed har BIM inte fungerat som ett stöd för en iterativt arbetsätt i detta avseende.

Framtvingad arbetsprocess

Här kan en uppdaterad modell ha lett till att fel upptäckts senare, vilket förskjuter arbetet till senare skede i projekteringsprocessen.

Förfarandet med samgranskning av modellen har gjort att fel kunnat upptäckas tidigare upplever de intervjuade. De nämnda bristerna i kollisionskontrolleringen spelar dock även in här.

Kvalitetssäker process

Sättet som BIM använts på kan medföra en rad kvalitetssäkrande moment. Den nämnda kollisionskontrollen spelar in även här, de intervjuade upplever att de upptäckt fler utformningsfel på grund av denna. Ingen nämner dock att de använt modellen för som stöd för att få ut sektion- och planritningar under projektering,

vilket tyder på att den ökade kvalitetssäkring som kan fås genom att ta fram underlag från en gemensam modell i detta avseende inte har utnyttjats.

En del av den inneboende kvalitetssäkringen som kan sammankopplas med projektering i BIM är också den översikt över byggnaden som fås, denna har försämrats genom att konstruktörens del varit underrepresenterad.

5.1.4. BIM och samarbetsformen

Nedan följer en analys av hur samarbetsformen och BIM-arbetet samspelar, denna analys görs genom att samverkan mellan de komponenter som nämns i teori kapitel 3.4.1. kontrolleras.

Val av samarbetsparter

Detta projekt är inte utfört som ett partneringsprojekt och har inte använt några mjuka parametrar i anbudsvärderingen eller haft en begränsad anbudsfrågan. Det finns alltså inget samband mellan hur parterna valts ut och deras vana att arbeta med BIM.

Mål

Projektet har inte satt upp projektspecifika mål, inga mål kring BIM har heller inte definierats. Parterna i projektet upplevde förvirring kring hur mycket information som skulle finnas i modellen och till vilken grad den skulle användas. Vissa parter hade för mycket information i sin modell som aldrig kom till användning, medan andra hade för lite information i sina delar.

En gemensam målformulering i projektets tidiga skeden kanske också hade kunnat medföra att konsensus kring projektering i BIM hade nåtts tidigt. Detta hade kunnat förhindra att projekteringen först utfördes som 2D, men sedan ritades om till 3D. Det hade också kunnat medföra att konstruktören också känt sig motiverad att använda sig av BIM i projekteringen.

Incitament har använts i projektet, även mot underentreprenörerna. Ett incitament kan enligt kapitel 3.4.1. fungera som en drivkraft för användning av BIM, ett samband finns alltså här. Enligt projektledaren var dock detta incitament väldigt lågt vilket enligt honom i praktiken mer liknade ersättningsformen fastpris.

Samarbete

I och med att projektet inte utförts som ett partneringsprojekt har få av de nämnda samarbetsverktygen som nämns i kapitel 3.2.3. använts. I projektet har enligt de intervjuade en viss osämja funnits, denna kan tänkas ha motverkat den öppenhet och samarbetsanda som ett arbetssätt enligt BIM kan kräva.

Det i projektet som uppvisar likheter med partneringsverktygen är de gemensamma IT-verktygen. Dessa, som de är definierade i teorin, kan innefatta den gemensamma databasen som använts, men också BIM i sig självt. Databasen kan sägas vara en förutsättning för BIM-arbetet eftersom det är där de olika modellerna samlas.

5.2. Fallstudie 2 - Kristianstad Arena

5.2.1. Integration

Projektet har utfört enligt partneringskonceptet, eller som en partneringshybrid som projektledaren beskriver det, vilket innebär att formella åtgärder för att öka samarbetet åtagits. En tabell som beskriver vilka komponenter som använts i projektet ses nedan. Som ses i tabellen använde sig projektet av de kärnkomponenter som finns i partneringskonceptet enligt Eriksson (2010).

Verktyg/aktivitet	Kristianstad Arena	Hur
Anbudsvärdering på mjuka parametrar	Ja	Mjuka parametrar som erfarenheter av stora projekt samt partnering har ställts, men inga krav på BIM eller BIM-erfarenheter.
Kompensationsform på öppna böcker	Ja	
Uppstartsworkshop	Ja	
Gemensamma mål	Ja	Här var flera parter vara med att definiera projektets gemensamma mål. Alla de intervjuade var dock inte informerade om målen.
Uppföljningsworkshop	Ja	Ja, en gång.
Teambuilding	Ja	Skedde under workshopen.
Konflikthanteringsteknik	Ja	Frågor som berör kostnader över en viss summa behandlas av styrgrupp
Tidig inblandning av entreprenör	Delvis	De flesta parter kom in i projektet efter att utformningen till stor del var färdigställd.
Begränsad anbudsfrågan	Nej	
Gemensamt val av underentreprenör	Ja	
Samarbetsklausuler i kontraktet	Nej	
Incitament	Ja	
Gemensamt projektkontor	Nej	
Gemensamma IT-verktyg	Ja	BIM har använts av samtliga projektörer från start och en gemensam projektdatabas har använts.
Flerpartskontrakt	Nej	
Styrgrupp med representater från alla huvudparter	Nej	
Tidig inblandning av alla huvudparter	Nej	
Lean-verktyg	Nej	

Tabell 3 - Användandet av komponenter i fallstudie 2

5.2.2. Så användes BIM

Projektering – samlad modell

I detta projekt har BIM fungerat som en informationsbärare. Arkitekten och konstruktören har bytt information mellan varandra via BIM, men upplever att de inte hämtat ut information från installatörernas del av modellen. Entreprenören har använt modellen för att hämta information om mängder. Den information som hämtats ur modellen av projektörerna har främst varit den geometriska utformningen. För kommunikation som inte kunnat ske via BIM har e-mail och telefonsamtal använts. BIM har till viss del fungerat som stöd även här eftersom parterna tagit sektions- och planritningar ut modellen för att underlätta kommunikation.

Informationsutbytet via BIM har dock varit ojämnt mellan parterna. Det har inte funnits några specifika krav på vilken information som ska infogas i modellen, och förvirring har upplevts kring hur mycket och vilken information som ska in. Arkitekten menar att den infogat information som sedan inte använts av någon annan part och att arbete på så vis till viss del gjorts i onödan.

Kompatibilitetsproblem mellan programvaror har gjort att konstruktörens del endast kunnat delas som geometrisk modell utan information.

Presentation och beslutsprocesser

Modellen har inte använts vid allmänna projekteringsmöten för att visualisera utformningar och utvärdera dessa.

Samordning

Modellen har hållits uppdaterad i projekteringen eftersom det funnits ett krav på att alla projektörer skulle skicka in sin del av modellen in en gång i veckan. Genom att modellen har varit uppdaterad har modellerna kunnat samordnas kontinuerligt genom projekteringsprocessen. Samordningen har inneburit kollisionskontrollering och identifiering av problem mellan de olika parternas system. Det är entreprenören som har haft rollen som samordnare och samtliga intervjuade anser att samordningen höjt kvaliteten på handlingarna och att det lett till att färre fel i handlingarna har upptäckts i byggskedet.

Kalkyl och analyser

Entreprenören har mängdat från modellen, på så sätt har entreprenören kunnat använda modellen i sin planering. Kostnadsberäkningar baserade på mängdavgift från modellen har gjorts vid anbudsberäkning, utvärdering såväl som uppföljning.

Ingen av de övriga intervjuade parterna anger att de utnyttjat den samlade modellens information för att koppla mot egna beräkningar.

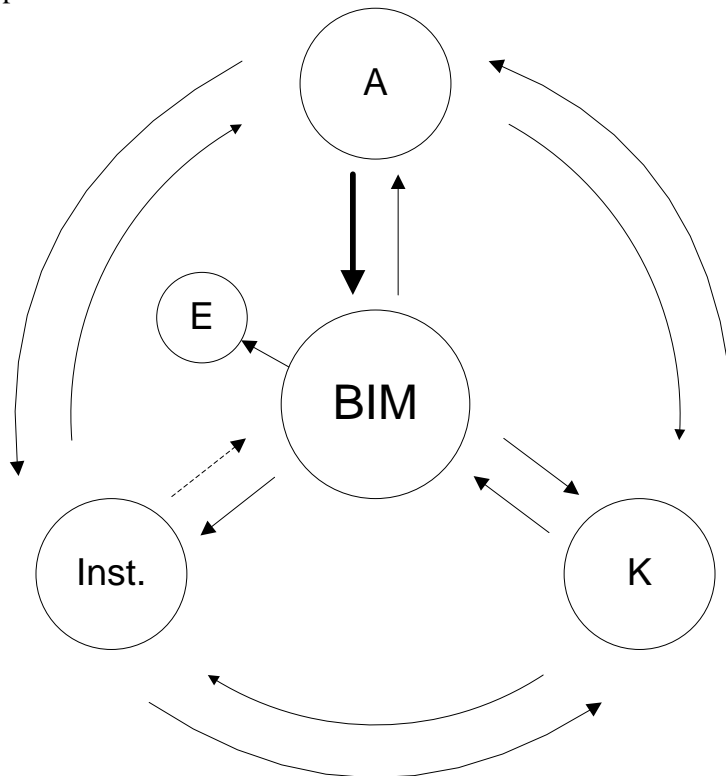
De olika delmodellerna har dock använts internt av parterna till vissa saker, konstruktören menar till exempel att deras modell hjälpt dem att kommunicera med tillverkarna av de prefabelement som de använt.

Planering och produktion

Modellen har inte innehållt data om kostnader och tid.

Kommunikationsmodell

Med hänvisning till hur BIM använts i projektet kan en kommunikationsmodell av följande utseende tänkas förklara modellens roll som kommunikationsverktyg enligt kapitel. 3.4.3.



Figur 7 - Kommunikationsmodell fallstudie 2

Modellen har följande observationer som indata:

- Arkitekten lade in mer information än de andra, dess informationsflödespil blir således bredare än de andras.
- Installatören lade in information i modellen som ingen av de andra parterna utnyttjade och ritas därför som sträckad
- Entreprenören hämtade information ur modellen till mängdning och därför ritas ett informationsflöde ut även till dem.
- Kommunikationspilarna utanför BIM har ett oförändrat utseende eftersom sidokommunikationen har skett via vanliga kommunikationsvägar som telefon och e-mail.

5.2.3. Nyttoeffekter BIM

Arbetsättet BIM som det presenteras i kapitel 3.1.5. kan ha flera sorters inverkan på byggprocessen, nedan presenteras dessa områden med en analys kring hur BIM-arbetet kan ha påverkat detta projekt:

Iterativt arbetssätt

Kravet på att modellerna ska uppdateras varje vecka har medfört att informationen i databasen alltid varit den senaste, detta stödjer ett iterativt arbetssätt eftersom projektörerna alltid kan utgå från en modell som de vet är aktuell och kan utgöra underlag för analyser och utvärderingar av alternativutformningar.

Informationsutbytet via modellen upplevs som stort av de intervjuade, dock upplever arkitekt och konstruktör att de hämtat mest information från varandra och inte från övriga parter. Detta tyder på att den samlade modellen stött en iterativ arbetsprocess som mest betytt att arkitekt och konstruktör sökt optimeringar i sina delar, medan övriga parter inte varit lika inblandade i deras utformning.

Bristen på krav om vilken information upplevs som ett problem av de intervjuade, detta kan ha medfört att information saknats i modellen från vissa håll. Det kan också ha inneburit att onödig tid som annars kunnat läggas på optimering av utformningen istället lagts på att infoga information som inte använts.

Utformningen av objektet har till stor del bestämts genom en arkitektävling, projektledaren kallar projektet för en styrd totalentreprenad, detta betyder att en optimering av byggnadens system försvårats och att iterativt arbetssätt kring utformningen kan ha haft dåliga förutsättningar.

Modellen har använts för mängdning vilket medfört att den stött utvärderingsprocessen av alternativutformningar, alltså har modellen fungerat som stöd för ett iterativt arbetssätt i detta avseende.

Framtug arbetsprocess

Den uppdaterade modellen har inneburit kontinuerlig tillgång till uppdaterad information om objektet. Att ha hela tiden ha tillgång till detta medför att projektörerna kan påbörja utformning av sitt system så fort det underlaget som utgörs av de andra delarna är tillgängliga i modellen, således har modellen stött en arbetsprocess med mer arbetsbelastning i tidigare skede.

Samgranskningen har inneburit en gemensam identifiering av problemområden inom systemet, att samgranskningen kunnat ske kontinuerligt under processen har inneburit att fel kunnat identifieras i ett tidigt skede.

Kvalitetssäker process

I detta projekt har arbetsättet medfört vissa kvalitetssäkrande moment. Kollisionskontrollen, som kunnat utföras kontinuerligt med en uppdaterad modell, upplevs som en faktor till att de producerade handlingarna innehöll mindre fel.

Modellen användes också för att ta plan- och sektionsritningar från i projekteringen, vilket betyder att kvalitetssäkringen som uppkommer i och med att alla handlingar hämtas från samma källa har nyttjats.

En bättre översikt över byggnaden anses av de intervjuade ha fåtts genom att projektera i BIM, detta i sig kan också leda till kvalitetssäkring.

5.2.4. BIM och samarbetsformen

Nedan följer en analys av hur samarbetsformen och BIM-arbetet samspelar, denna analys görs genom att samverka mellan de komponenter som nämns i teori kapitel 3.4.1. kontrolleras.

Val av samarbetsparter

Upphandlingen av entreprenören såväl som underentreprenörer har gjorts med mjuka utvärderingsparametrar som berört entreprenörernas erfarenhet av stora projekt och deras erfarenhet av konceptet partnering. Mognadsnivå i att arbeta med BIM har dock inte använts som en utvärderingsparameter vid detta förfarande.

Mål

Den målformulering som skett har inte berört arbetet kring BIM specifikt, däremot berörde ett mål att kommunikationen skulle vara bra i projektet. Detta formulerades så att när frågor uppkom skulle berörd part höra av sig på något sätt inom ett dygn. Kommunikationsmålet kan ha påverkat projektet att hålla modellen uppdaterad för att underlätta kommunikationen. Avsaknaden av specifika mål kring BIM däremot ses som en nackdel som kan ha ett samband med förvirringen kring vilken information skulle in i modellen.

En incitamentskonstruktion har funnits i avtalet, denna har dock bara kopplats mellan entreprenör och beställare. De ekonomiska vinsterna för att arbeta med den nya tekniken har därmed inte funnits för teknik konsulterna på samma sätt som för entreprenören.

Samarbete

Den tidiga inblandningen av entreprenören i synnerhet beror givetvis på att entreprenaden upphandlats som totalentreprenad. Entreprenören upplever att denne har varit med aktivt även under projekteringsarbetet och därmed kunnat ekonomiskt utvärdera de alternativlösningar som framarbetats i projekteringen. Denna utvärdering har som sagt skett med hjälp av BIM till stor del eftersom mängdning skett utifrån modellen.

Under workshopen som ägde rum så gjordes den målformulering som omnämns ovan, inga specifikt kring BIM-arbetet bestämdes under denna.

Teambuilding ägde rum under workshopen och en allmän upplevelse av sammansvetsning mellan parter har indikerats från vissa av de intervjuade. Projektledaren menar dock att teambuildingen antagligen bara var en av orsakerna till

sammansvetsningen i projektet. En ökad förståelse och tillit mellan parter anges av arkitekten i projektet som en av de faktorer som förenklat samarbetet mellan parterna. Eftersom ett samarbete kring BIM funnits antas den goda stämningen i projektet ha skänkt fördelar vid arbetet med modellen.

Den gemensamma projektdatabasen (gemensamt IT-verktyg) har fungerat som en förutsättning för den samlade modellen. Den har också utnyttjats i och med att parter hämtat information ur den samlade modellen när de utformat sin egen del.

5.3. Fallstudie 3 - Stockholmsarenan

5.3.1. Integration

Stockholmsarenan är inte ett uttalat partneringsprojekt och uppfyller därmed inte så många av de komponenter som omnämns i teorin. Projektet använder sig dock av ett gemensamt projektkontor vilket enligt teorin borde medföra ett integrerat arbetssätt i projekteringen.

Verktyg/aktivitet	Stockholms-arenan	Hur
Anbudsvärdering på mjuka parametrar	?	
Kompensationsform på öppna böcker	?	
Uppstartsworkshop	Nej	
Gemensamma mål	Nej	
Uppföljningsworkshop	Nej	
Teambuilding	Nej	
Konflikthanteringsteknik	Nej	
Tidig inblandning av entreprenör	Delvis	Kom in i projektet efter att utformningen till viss del var färdigställd.
Begränsad anbudsförfrågan	Nej	
Gemensamt val av underentreprenör	Nej	
Samarbetsklausuler i kontrakt	Nej	
Incitament	?	
Gemensamt projektkontor	Ja	Samlokalisering av projektörer.
Gemensamma IT-verktyg	Ja	BIM har använts av samtliga projektörer från start och en gemensam projektdatabas har använts.
Flerpartskontrakt	Nej	
Styrgrupp med representanter från alla huvudaktörer	?	
Tidig inblandning av alla huvudaktörer	Nej	
Lean-verktyg	Nej	

Tabell 4 - Användandet av komponenter i fallstudie 3

5.3.2. Så användes BIM

Projektering – samlad modell

BIM har haft en central roll för kommunikationsflödet i detta projekt. Den gemensamma projektdatabasen, tillsammans med regeln om veckovis uppdatering av modeller, har gjort att den senaste informationen ständigt funnits tillgänglig för alla parter. Modellen har kunnat användas som visualiseringsverktyg mellan projektörerna, i och med att de suttit i samma kontor har visualiseringen direkt utifrån modellen hela tiden kunnat användas som ett stöd för kommunikationen dem emellan. Uttagande av underlag i form av plan- och sektionsritningar från modellen i syfte att

kommunicera mellan projektörerna, kan på grund av detta blivit en mindre viktig funktion hos modellen.

Även i detta projekt har det funnits en viss oklarhet om vilken information som ska in i modellen, oklarhet har upplevts ur två olika aspekter. Dels fanns oklarheten om hur mycket information som skulle in och vad den skulle användas till, dels fanns oklarhet kring hur färdigt ritningen skulle vara innan den infogades i modellen. Oklarheten kring vilken information som skulle in kan ha medfört att underlaget som använts att kommunicera med saknat information. Oklarheten kring hur färdigt och definitivt det som finns att hitta i modellen var kan ha gjort att vissa utgått från underlag som inte var färdigställt.

Det har funnits problematik med kompatibilitet mellan de olika programvaror som använts, detta har gjort att vissa saker har fått ritas om när de infogats i en annan parts modell. Kompatibilitetsproblemen kan ha medfört att det underlag som tagits ur modellen inte blivit korrekt representerat i det programmet som informationen infogats i.

Presentation och beslutsprocesser

BIM har som nämnts ovan haft en roll som skissunderlag för vissa i projektet. Här har då förslag på utföranden ritats in i modellen som sedan presenterats som ett förslag till övriga deltagare. Däremot har BIM inte använts som stöd vid projekteringsmöten utöver BIM-samordningsmötena.

Samordning

Tack vara den veckovisa uppdateringen av modellerna kan samordningsmöten hållas en gång per vecka. Samordningen har i det skede som fallstudien gjordes fått en annan funktion än just bara kollisionskontrollering. Med den samlade modellen som stöd har projektörerna samordnat sitt projekteringsarbete. Genom att studera modellen och jämföra mot projekteringsplanen fås en bild av hur de olika parterna ligger till tidsmässigt. Modellen har med detta också gett en kontinuerlig insyn i hur de olika delarna i projekteringen framskrider. Att modellen till viss del använts som skissverktyg har också betytt att samordningen inneburit en sorts presentation av hur de olika parterna har för avsikt att utforma sina system.

Kollisionskontrollering hade inte genomförts i någon större grad vid tidpunkten för fallstudien. Detta var dock någonting som planerades att komma till stånd i ett senare skede av projekteringen.

Kalkyl och analyser

Entreprenören har använt en modell för att mäta. Denna modell är dock inte samma som framarbetats av de som projekterat, utan en modell som entreprenören upprättat på egen hand. BIM-samordnaren i projektet menar att denna modell använts till översiktlig planering då den saknar den detaljeringsgrad som krävs för att kunna göra en detaljerad planering. Att jobba utifrån separata modeller frångår vad som nämns i teorin beträffande BIM som en samlad databas för projektet. Att modellen

delats upp beror enligt BIM-samordnaren på att entreprenören inte haft den erfarenheten eller verktygen för att kunna se till att projektörerna utformar modellen på det sätt som krävs för att den ska kunna användas som planeringsverktyg. Vid tiden för fallstudien fanns dock planer att försöka anpassa modellen som skapas ur projekteringen för att kunna användas som planeringsverktyg i ett senare skede.

Av de projekterande teknikkonsulterna har modellen till viss del använts för att utföra analyser av systemet. Den samlade modellen har dock inte utgjort underlag för koppling mot analyser.

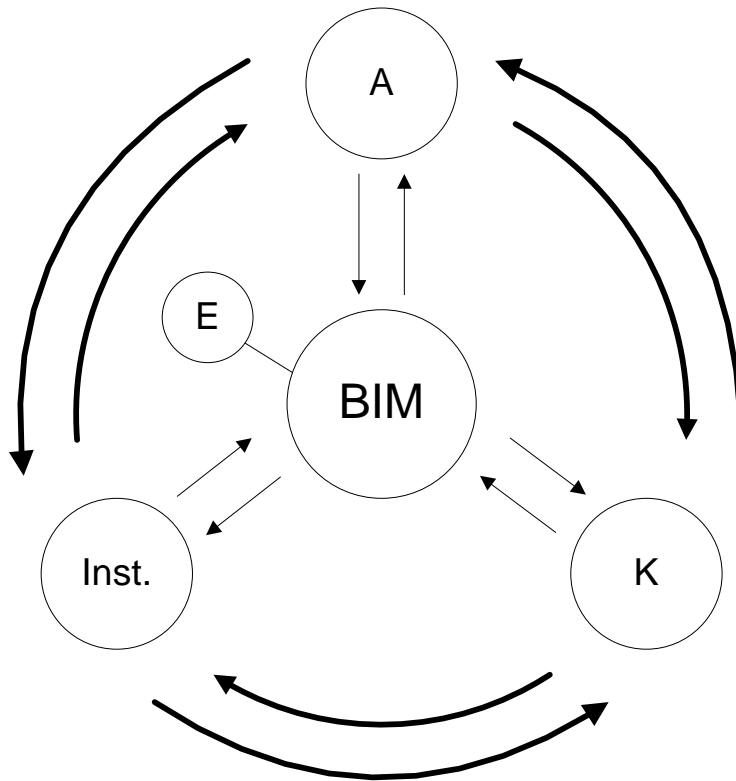
Planering och produktion

Den modell som upprättats av entreprenören har som sagt använts för planering av produktionen, den har därför haft information om tid och kostnad knutet till objekten. Som tidigare nämnt var dock denna modell odetaljerad och användes för övergripande planering.

Eftersom projektet i fallstudie 3 fortfarande är i ett väldigt tidigt skede vad gäller själva byggandet har inte BIM börjat användas till allt den är tänkt för. Men planer finns på att använda BIM även ute i produktionen, BIM-samordnaren menar att modellen då får rollen som visualiseringsverktyg ute på byggarbetsplatsen där olika lösningar enkelt och smidigt kan presenteras.

Kommunikationsmodell

Med hänvisning till hur BIM använts i projektet kan en kommunikationsmodell av följande utseende tänkas förklara den roll BIM haft som kommunikationsverktyg enligt kapitel 3.4.3.



Figur 8 - Kommunikationsmodell fallstudie 3

Modellen har följande observationer som indata:

- Projektdeltagarna upplever att de alla hämtat och lagt in information från övriga deltagare i projektet, pilarna mot BIM blir således jämna till de olika parterna.
- Kommunikationen vid sidan av BIM har blivit intensifierad i och med de snabba kommunikationsvägar som det gemensamma projektkontoret medfört.
- Entreprenören har inte hämtat eller lagt till information från den samlade modell som framarbetats i projekteringen. De har däremot tagit in en konsult som har skött samordningen av modellen, en enkel koppling ritas in.

5.3.3. Nyttoeffekter BIM

Arbetsättet BIM som det presenteras i kapitel 3.1.5. kan ha flera sorters inverkan på byggprocessen, nedan presenteras dessa områden med en analys kring hur BIM-arbetet kan ha påverkat detta projekt:

Iterativt arbetsätt

En förutsättning för ett iterativt arbetsätt, som beskrivs i kapitel 3.1.5. är att flera parter arbetar med projekteringen parallellt. Att projektörerna använt modellen för att ”skissa” fram utformningen i modellen är i sig en iterativ process. Genom att de olika

systemen ritas parallellt under projekteringen medför att parterna hela tiden måste anpassa sina system efter varandra. Detta förfarande kan bidra till en mer optimal lösning där nyttan för alla system beaktas i sin helhet.

Samordningsmötenas uppbyggnad som inte utgjordes enbart av kollisionskontrollering utan också till stor del fungerade som samordning av själva projekteringsarbetet har bidragit till att systemens utformning kunnat diskuteras mellan projektörerna.

En annan förutsättning är snabb delning av information vilket även det uppfyllts av projektet. BIM och en gemensam projektdatabas är ett väldigt snabbt sätt att dela med sig av och hämta information på. Kravet på uppdaterad modell har gjort att den information som hämtats ur modellen varit aktuell, däremot kan oklarheten kring vad i modellen som är definitivt och vad som är ”skiss” gjort att informationen inte varit helt tillförlitlig.

Det har inte funnits några regler som specificerat vilken information som ska in i modellen, detta kan ha lett till att information saknats för vissa analyser och utvärderingar. Oklarheterna kring hur pass färdig en del ska vara för att få vara representerad i den samlade modellen räknas också till detta problemområde. Det gemensamma projektkontoret har dock medfört att även den information som inte finns att tillgå i modellen snabbt kan inhämtas på grund av att projektörerna sitter samlade.

Den separata modell som upprättats för produktionsplanering har som sagt inte varit kopplad till de projekterande teknikonsulterna, den anses därmed inte kunna ha använts för utvärdering av de olika alternativutformningarna som framarbetats i projekteringen.

Förutom på BIM-samordningsmötena har inte modellen använts på projekteringsmötena som ett stöd för kommunikation och utvärdering, här har BIM alltså inte nyttjats fullt ut för en iterativ process i utformningen.

Framtvingad arbetsprocess

Sättet som BIM har nyttjats i projektet har till viss del stött en fördelning av arbetsbelastningen till ett tidigare skede av projekteringsprocessen. Den uppdaterade modellen har medfört att det funnits underlag att jobba utifrån, men förvirringen kring om de delar som finns i modellen är slutgiltiga eller inte har varit till viss nackdel även här.

Men det parallella arbetet mellan projektörerna och sättet de lagt in ofärdiga delar kan också haft positiv inverkan. Genom att systemen anpassats efter varandra parallellt har risken minskat för att någons del förbisetts vilket hade kunnat medföra omarbete i senare skeden av projekteringen.

Den ökade informationsdelningen som uppkommer i och med det gemensamma projektkontoret har också haft en inverkan på hur BIM stött en framgångsrik arbetsprocess, det snabbare informationsflödet som uppkommer när direkt kontakt med den som har informationen kan tas, gör att utformningsproblem kan lösas tidigare.

Kvalitetssäker process

Kollisionskontroller har gjorts i viss mån i projektet vid samordningsmötena. Men eftersom projektet fortfarande är i ett relativt tidigt stadium kommer detta göras mer och mer ju längre projektet lider. Vid samordningsmötena idag används BIM mest till visualisering för att ge projektdeltagarna en övergripande bild av vad de olika parterna jobbar med just nu samt att gemensamt kunna diskutera vissa utföranden.

Även de veckovisa uppdateringarna av modellerna har bidragit till kvalitetssäkringen. Att modellerna alltid är uppdaterade garanterar projektörerna att det är den senaste informationen de arbetar med.

Parter har inte använt modellen för att ta fram plan- och sektionsskisser under projekteringen i någon större grad, detta har inte alltid varit nödvändigt för projektörerna eftersom det gemensamma projektkontoret medfört att parter kunnat visa direkt i modellen. Det tidiga skedet som projektet befinner sig i betyder också att underlag för produktion inte behövs tas fram i någon större grad ännu, vilket också kan vara en anledning till att modellen inte använts på detta sätt.

5.3.4. BIM och samarbetsformen

Nedan följer en analys av hur samarbetsformen och BIM-arbetet samspelar, denna analys görs genom att samverkan mellan de komponenter som nämns i teori kapitel 3.4.1. kontrolleras.

Val av samarbetsparter

Ur fallstudien av detta projekt framgår inte i vilken grad, om ens alls, projektet använt sig av några komponenter i partneringskonceptet avseende valet av samarbetsparter. Det som kan konstateras är att de olika parterna haft problem med kompatibilitet mellan programvaror, vilket betyder att parter valts utan hänsyn till vilken programvara de använder.

Mål

Några specifika projektmål, mer än att bygga en arena i världsklass, har inte definierats i detta projekt. Samband mellan målformulering för projektet och målformulering kring BIM anses därför inte finnas. Det framkommer att målet kring att ha en veckovis uppdatering av modellen var någonting som projektörerna kom fram till gemensamt, någon gemensam formell målformulering kring BIM har dock inte skett. Projektörerna har som nämnts också varit osäkra på vilken information som ska in i modellen.

Samarbete

Inblandningen av entreprenören, som driver projektet som en totalentreprenad, har skett via projekteringsmöten. Här har BIM inte använts som ett stöd. Att entreprenören också upprättat en egen modell för visst planeringsarbete innebär att information som skapats i projektörernas modell inte utnyttjats fullt ut.

Det har inte förekommit några formella workshops i projektet, under BIM-samordningsmötena som hölls så fastställdes dock vissa målsättningar. Dessa målsättningar var dels kring hur projekteringsarbetet skulle framskrida, men också kring hur svårigheter kring BIM skulle hanteras. Samordningsmötena uppvisar alltså likheter med vad som kallas för workshop i partneringteorin.

Några uttalade relationsbyggande aktiviteter har inte förekommit i projektet. Det gemensamma projektkontoret har dock i sig fungerat som en relationsbyggande faktor i projektet, enligt de intervjuade har samlokaliseringen skänkt en större förståelse för sina kollegor och för deras arbetsbörda. De fördelar för samarbete som detta skänker kan ha förbättrat BIM-arbetet enligt kapitel 3.4.1.

Den gemensamma databasen har i projektet fungerat som en förutsättning för att delmodellerna samlats på ett ställe. BIM har också haft en central roll i samarbetet mellan konsulterna.

Som framgått av detta kapitel finns en rad samband mellan användningen av ett gemensamt projektkontor och användningen av BIM. Som en sammanfattning av samverkansområdena återges de i punktform:

- Information som inte finns i modellen hämtas enkelt på grund av samlokaliseringen
- Projektörerna kan kommunicera med modellen som direkt stöd
- Sammansvetsningen som fås genom att samlokaliseras kan verka positivt för BIM-arbetet

5.4. Kompletterande fallstudie - Sutter Medical Center

Analysen på detta projekt har en annan uppbyggnad än analyserna på de övriga fallstudieobjekten, denna analys görs för att ge ett exempel på hur pass implementerad en BIM kan bli i ett IPD-projekt. En jämförelse mellan vilka av de verktyg som använts görs för att sedan klargöra i vilken mån BIM använts och vilka fördelar BIM medfört.

5.4.1. Integration

Projektet har utförts som ett IPD-projekt, graden av överensstämmelse med IPD-teorin ger en indikation på hur integrerat projektet varit.

Verktyg/aktivitet	Sutter Medical Center	Hur
Anbudsvärdering på mjuka parametrar	Ja	Parterna har valts på kvalifikationsbasis
Kompensationsform på öppna böcker	?	
Uppstartworkshop	Ja	
Gemensamma mål	Ja	
Uppföljningsworkshop	Ja	
Teambuilding	Ja	
Konflikthanteringsteknik	Ja	
Tidig inblandning av entreprenör	Ja	
Begränsad anbudsfrågan	?	
Gemensamt val av underentreprenör	?	
Samarbetsklausuler i kontraktet	?	
Incitament	?	
Gemensamt projektkontor	Ja	
Gemensamma IT-verktyg	Ja	Gemensam databas och BIM
Flerpartskontrakt	Ja	
Styrgrupp med representater från alla huvudparter	Ja	
Tidig inblandning av alla huvudparter	Ja	.
Lean-verktyg	Ja	Target Value Design användes.

Tabell 5 Användandet av komponenter i kompletterande fallstudie

Intervjun gjordes på en person som mest varit inblandad i byggskedet. Detta minskar möjligheterna att få en korrekt bild av hur mycket av det som nämnts i IPD-teorin verkligen använts, formuläret ovan får därmed ett par frågetecken i sig. Det som kan sägas är att många av de komponenter som hör till parteringsteorin använts samtidigt som de tre representerade IPD specifika komponenterna har använts. Den intervjuade har också gett en inblick i hur BIM använts i produktionen.

5.4.2. Så användes BIM

Projektering – samlad modell

I detta projekt används en gemensam projektdatabas där alla modeller finns samlade. Dessa modeller är dessutom ständigt uppdaterade i realtid för alla. Den samordnade modellen har sedan använts för att generera alla plan- och sektionsritningar i 2D. Så fort någonting ändrades i BIM-modellen genererades ändringen automatiskt även i de digitala handlingar som hämtats ur modellen. Modellen har också innehållit tillräckligt med information för att generera annan information om kostnader till exempel.

Presentation och beslutsprocesser

Modellen har varit väldigt detaljerad och använts enligt den intervjuade genom alla skeden av processen. Genom att detaljeringsgraden varit så hög och mycket information funnits i modellen så har den kunnat användas som beslutsunderlag.

Samordning

Samgranskning av modellen och kollisionkontroller har hållits i projektet. Det har även förekommit verifiering av överrensstämelsen mellan modellen och det som byggts. Genom att samordna modellen med verkligheten så säkerställs att modellen är en korrekt representation av byggnaden, vilket gör att modellen kan fortsätta användas som databas för projektet genom hela processen.

Kalkyl och analyser

Modellen har använts för att simulera aktiviteterna i byggfasen redan i projekteringsstadiet. Aktivitetsplanering har ägt rum och uppgifter om kostnader och tid har kunnat hämtas direkt ur modellen.

Planering och produktion

BIM-modellen spelade stor roll i de olika planeringsmötena i detta projekt. Modellen användes mycket för att få en insikt i sekvenser av aktiviteter, den fungerade också som stöd när komplexa moment planerats. Modellen har också modellerats med tillräcklig information för att kunna koppla till totalstationer för utsättning.

5.4.3. Nyttoeffekter BIM

Arbetsättet BIM som det presenteras i kapitel. 3.1.5. kan ha flera sorters inverkan på byggprocessen, nedan presenteras dessa områden med en analys kring hur BIM-arbetet kan ha påverkat detta projekt:

Iterativt arbetssätt

En modell som uppdateras i realtid för alla i projektet samtidigt stödjer ett iterativt arbetssätt eftersom en kontinuerlig insikt i hur arbetet framskrider fås av alla parter parallellt. Att information om tid och kostnad knutits till modellens objekt är också ett stöd eftersom kontinuerlig utvärdering av alternativlösningar kan göras.

Den höga detaljeringsgraden i modellen och den stora mängden information som infogats är en förutsättning för de användningsområden som nämns ovan. En stor detaljeringsgrad och en stor informationsmängd stödjer ett iterativt arbetssätt eftersom den information som kan behövas vid olika slags analyser och utvärderingar finns tillgänglig.

Framtug arbetsprocess

Att samtliga parter kom med i projektet ända från start stödjer en framtug arbetsprocess. Dessutom gör den uppdaterade BIM-modellen att fel kan upptäckas i ett tidigt skede.

Kvalitetssäker process

BIM har varit med och kvalitetssäkrat detta projekt på flera olika sätt. Dels har den nämnda uppdaterade och snabba informationen hjälpt. Dessutom hjälper användandet av modellen för att generera sektions- och planritningar i 2D till att höja kvaliteten då det garanterar att korrekt information finns på ritningarna samt att det är den allra senaste informationen. Verifieringen av modellen mot det som byggs säkerställer riktigheten i modellen och gör denna pålitlig. Att BIM använts som visualiseringsverktyg vid planeringsmöten kan också bidra till ökad kvalitet.

6. Slutsats och diskussion

6.1. Vilka fördelar finns det i att jobba med BIM i mer integrerade samarbeten?

I följande kapitel dras slutsatser om frågeställningen genom att dela upp komponenterna i integrerade samarbetsformer i de rubriker som återfinns i kapitel 3.1.4. Under var och en av dessa rubriker dras slutsatser kring de komponenter som ingår med en mindre diskussion efter. Delslutsatserna sammanfogas sist i en slutgiltig slutsats med svar på frågeställningen.

Genom att studera kommunikationsmodellernas utseende för de olika fallstudieobjekten inses att det finns skillnader i hur pass central roll BIM har haft i projekten. Hur integrerade parterna i projekteringen är verkar ha ett samband med användningen av BIM, mer integrerade projekt använder BIM i större omfattning. I den kompletterande fallstudien, där IPD använts, hade BIM en ännu större roll än de tre ordinarie fallstudierna vilket ger en fingervisning om att väldigt integrerade projekt kan utnyttja tekniken i väldigt hög grad. Genom analys av fallstudieobjekten i kapitel 5.1, 5.2. och 5.3. ses hur utsträckningen av BIM-användningen påverkat de processförändrande möjligheter med BIM som beskrivs i teori kapitel 3.1.5. De projekt där BIM utnyttjats i större grad tenderar att få fler av de processförändringar som tekniken stödjer. Processförändringarna medför att BIM får en annan roll, tekniken används mer som ett samarbetsverktyg än ett ritningsverktyg. Detta kan ses bland annat genom att BIM stött en mer iterativ projekteringsprocess i fallstudie 3.

En utredning av vad det är i samarbetsformen som påverkar BIM-användandet känns meningsfull. Nedan presenteras komponenter som identifierats i kapitel 3.4.1. i syfte att dra slutsatser om specifik inverkan på BIM.

Val av samarbetsparter

Anbudsvärdering på mjuka parametrar

Upphandling med värdering av mjuka parametrar är en av grundkomponenterna i partnering. Att välja samarbetsparter med mjuka parametrar istället för bara på pris kan tänkas påverka hur BIM används i projektet. Om erfarenheter av komplexa projekt värderas är det större chans att parten är förtrogna med tekniken till exempel. Om de mjuka parametrarna dessutom specifikt berör BIM kan samverkan uppstå på det sätt som berörs i kapitel 3.4.1.

I fallstudien över partneringprojektet (fallstudie 2) hade mjuka parametrar använts vid upphandling, dessa hade dock inte berört BIM. En utvärderingsparameter om genomförande av större projekt fanns dock i urvalet av entreprenör, något som kan ha medfört att en part med mer BIM-erfarenhet valts ut. Projektet utnyttjade BIM till en större grad än projektet i fallstudie 1, om BIM hade varit en utvärderingsparameter hade problemet med att alla projektörer inte använde BIM i fallstudie 1 kunnat

undvikas. Problemen med BIM i fallstudie 1 kan också tänkas bero på andra komponenter i samarbetsformen och behandlas vidare senare i detta kapitel.

Begränsad anbudsfrågan

En begränsad anbudsfrågan kan vara ett verktyg för att välja ut parter där samarbetet visat sig fungera i tidigare projekt. En del av detta samarbete kan beröra hur arbetet kring BIM fungerar. Dessutom kan en rutin i BIM-arbetet skapas enligt kapitel 3.4.1.

Ingen av fallstudieobjekten har använt sig av begränsad anbudsfrågan. Det kan tänkas att den konkurrenshämmande effekten ett sådant förfarande medför inte väger upp de fördelar som ses i en bättre BIM.

Delslutsats

En rad av de komponenter i partnering som berör valet av samarbetsparter kan tänkas ha samband med användningen av BIM. Fallstudierna har inte visat några tydliga tecken på att användning av dessa komponenter samspelas med BIM-användningen. Det finns ytterligare tänkbara effekter på BIM-användningen som dessa partneringkomponenter kan ha som inte utnyttjats i någon större grad i fallstudieobjekten.

Deldiskussion

Parter måste inse vilka fördelar en bra BIM kan ge för projektet för att göra sitt urval med BIM-erfarenhet i åtanke.

Mål

Gemensamma mål

En gemensam målformulering räknas till en av kärnkomponenterna i partnering. Projektets mål kan ha inverkan på arbetssättet för BIM, exempelvis kan mål kring processen i allmänhet tänkas påverka hur BIM används. Dessutom kan specifika mål kring BIM i samband med projektets målformulering ge fördelar enligt kapitel 3.4.1.

I fallstudie 2 användes en gemensam målformulering, ingen av målen behandlade direkt BIM, men det fanns mål kring kommunikationen i projektet och detta kan ha haft en effekt på hur BIM utnyttjades. Genom att understryka vikten av kommunikation i målformuleringen så kan BIM, som i viss mån stödjer kommunikation, ha fått en större roll.

I fallstudie 1-3 upplevdes förvirring kring informationen som infogades i modellen. I de två första fallstudierna handlade det i större mån om hur mycket information som skulle in, medan det i fallstudie 3 handlade om hur färdiga delmodellerna skulle vara för att få representeras i den samlade modellen. Om mål kring BIM formulerats hade dessa problem kunnat förebyggas.

Incitament kopplat till gruppens prestationer

Incitamentsstrukturer i kontraktet är till för att motivera projektdeltagarna att jobba för projektets bästa. De fördelar som en bra BIM för med sig kan förbättra projektet och därmed kan en påverkan på BIM-användningen vara tänkbar. Dessutom är samverkan av den typ som nämns i kapitel 3.4.1. möjlig, nämligen att incitamentsstrukturer kan återföra vinster som fås i senare skede till de som projekterar.

Incitamentsstrukturer har funnits i kontraktet både i fallstudie 1 och fallstudie 2, i det första fallet var det dock så pass litet att det bortses ifrån. Som tidigare konstaterats användes BIM mer till sin fulla potential i fallstudie 2. Det kan tänkas att incitamentet motiverat projektörerna att göra en bra BIM för att få ut de positiva egenskaper en sådan för med sig för projektet. Ett större incitament i fallstudie 1 hade kanske motiverat alla parter att projektera i BIM.

Delslutsats

De mål som sätts upp i partneringsprojekt kan tänkas medföra en rad positiva inverkan på BIM. I fallstudie 2 kan ett sådant samband finnas i de mål om kommunikation som satts upp. Också incitamentsstrukturen i fallstudie 2 kan ha påverkat hur projektörerna arbetade med BIM. Det finns ytterligare tänkbara samverkansområden där en koppling inte kunnat ses.

Deldiskussion

Något som kan ses som en brist i den studerade målformuleringen i fallstudie 2 var att vissa av de intervjuade som utförde det handfasta projekteringsarbetet inte var informerade om projektets målformulering, det kan dock tänkas att målformuleringen ändå påverkat dem genom att deras chefer varit informerade om målen.

Alla fallstudieobjekt har varit totalentreprenader vilket har medfört att observationer kring de effekter som incitamentsstrukturer i kontraktet som nämns i kapitel 3.4.1. inte gått att analysera.

Observationerna om hur incitamentskonstruktionerna varit uppbyggda i de olika fallstudierna har också varit lite bristfälliga, att studera hur incitament kan ha motiverat parterna att jobba med BIM har därmed försvårats.

Samarbete

Tidig inblandning av entreprenör

Både partnering och IPD nämner tidig inblandning av aktörer som en komponent vilken medför fördelen att input från alla håll kan ge en mer optimal utformning. I partnering nämns den tidiga inblandningen av entreprenören. Genom att denna är involverad från ett tidigt skede i projekteringen så kan byggbarhet och ekonomi utvärderas kontinuerligt under projekteringsgången. Vilken roll i projektet BIM får kan påverkas av när parterna kommer in. En iterativ, framtung och kvalitetssäkrad process som kapitel 3.1.5. beskriver hör till stor del samman med att parter kommer in

tidigt i projektet. Dessutom är en tidig inblandning en förutsättning för att koppla objekt i BIM mot tid och kostnad som nämns i kapitel 3.4.1.

I fallstudierna kan ett tydligt mönster ses i hur stor roll BIM har haft i främst ekonomisk utvärdering. Medan det första objektet inte använt modellen som stöd i detta avseende så har de andra mängdat från modellen och sedan använt dessa mängder för ekonomisk utvärdering, det tredje objektet hade till och med tid och ekonomi knutna till objekten i en modell. Denna modell var dock separat från den samlade modellen som framarbetades i projekteringen, vilket frångår en grundtanke med BIM som är att en samlad modell ska framarbetas gemensamt av projektteamet.

Den tidiga inblandningen av entreprenören har inte nödvändigtvis haft ett samband med samarbetsformen. Fallstudie 1-3 är totalentreprenader vilket innebär att entreprenören alltid är inblandad från början, oavsett samarbetsform. Det kan dock tänkas att entreprenörens tidiga inblandning i kombination med de övriga komponenterna i samarbetsformen gjort att modellen använts till ekonomisk utvärdering i de mer integrerade samarbetsformerna.

Uppstartsworkshop

En workshop i tidigt skede ger möjligheten att diskutera om hur projektet ska genomföras. En gemensam syn på hur projektet ska genomföras kan underlätta samarbetet och därmed ha en påverkan på BIM-arbetet. Som nämns i kapitel 3.4.1. kan en konsensus kring hur arbetet med BIM ska gå till medföra positiva effekter.

Projektet i fallstudie 2 hade en uppstartsworkshop och där har samarbetet varit bra, och BIM utnyttjades mer än i fallstudie 1. Workshopen berörde dock inte BIM specifikt. Som sagt upplevdes problem med att arbetssättet kring BIM inte varit tillräckligt tydligt definierat, parter upplevde förvirring kring informationen som skulle in. En uppstartsworkshop där arbetet med BIM diskuterats hade kunnat förebygga denna problematik.

Teambuilding och konflikthanteringsteknik

Ett av de grundläggande ledorden i partering är samarbete. De flesta av de komponenter som nämns i partneringteorin kan sägas vara samarbetshöjande, de komponenter som kan sägas vara direkt kopplade till samarbetet är saker som konflikthanteringsteknik och teambuilding där en mer sammansvetsad projektgrupp är målet. Teorin kring BIM nämner att en mer sammansvetsad grupp fungerar som en förutsättning för en bra BIM enligt kapitel 3.4.1.

Fallstudierna har varit illustrativa när det kommit till hur en sammansvetsad projektgrupp påverkat arbetet med BIM. I fallstudie 1 präglades projektet till viss del av personkonflikter vilka kan ha haft ett samband med att alla parter system inte var representerade i modellen. Det kan också ha gett upphov till ett dåligt samarbetsklimat där parter inte var beredda att gå utanför det som vanligtvis utgjorde deras arbetsuppgifter, något som kan vara viktigt när en ny teknik som BIM implementeras. I fallstudie 2 hade samarbetsverktyg använts och sammansvetsningen

var större. Här utnyttjades BIM också bättre. I fallstudie 3 användes ett gemensamt projektkontor, här användes BIM i störst utsträckning. Det gemensamma projektkontoret ger en sammansvetsning men innebär också en rad andra saker för projekteringsarbetet, förfarandet behandlas senare i detta kapitel.

Kompletterande samarbetsverktyg: gemensamma IT-verktyg

Gemensamma IT-verktyg anges i partneringteorin som ett kompletterande samarbetsverktyg. BIM kan i sig ses som ett gemensamt IT-verktyg, vilket projekten i alla fallstudierna nyttjade. Den gemensamma projektdatabasen kan sägas vara en förutsättning för den gemensamma modellen, utnyttjandet av den gemensamma modellen borde därför vara en indikation på hur stor roll gemensamma IT-verktyg spelade i projekten.

Genom att studera kommunikationsmodellerna fås en insikt i vilken grad modellerna användes för att infoga och hämta information. Jämnare informationsflöde uppvisas ju mer integrerat projekteringsarbetet har varit, det vill säga att parterna utnyttjar den samlade modellen till större potential när projekteringsarbetet är mer samarbetsbetonat.

Kompletterande samarbetsverktyg: gemensamt projektkontor

Ett gemensamt projektkontor medför enligt teorin kring partnering och IPD en mer sammansvetsad projektgrupp. Denna effekt kan ha flera olika orsaker, en större inblick i de andra parternas arbete och den personliga kontakt som skapas är två exempel. Ett gemensamt projektkontor beskrivs också som produktivitetshöjande i projekteringsarbetet. Som tidigare nämnts kan en mer sammansvetsad projekteringsgrupp påverka hur BIM används, och som nämns i kapitel 3.4.1. kan den öppna och intensiva kommunikation som ett gemensamt projektkontor skapar påverka BIM-arbetet i projektet.

Bland effekterna som ett gemensamt projektkontor medför finns också de förenklade kommunikationsvägar som uppkommer. Dessa gör kommunikationen ”brevid” BIM mycket större, vilket stödjer BIM-arbetet eftersom information som saknas där kan uppmärksammas direkt till den som skulle infogat informationen vilken därmed får instruktioner om att förbättra sin del av modellen. I kapitel 3.4.1. beskrivs gemensamt projektkontor som ett komplement till kommunikation som sker via gemensamma kommunikationsverktyg.

I fallstudie 1 och 2 upplevdes att det fanns en fördröjning mellan att efterfråga och att få information, denna fördröjning fanns till stor del i den kommunikation som skedde ”utanför” BIM. I fallstudie 3 upplevdes ingen fördröjning av information, något som kan ha påverkat hur BIM använts eftersom kommunikationen blir mer intensiv. I fallstudien över objekt 3 sågs också att ansvaret för riktigheten i de uppgifter som lämnas var större, något som kan bero på den personliga kontakten som skapas.

Förutom att kommunikationsmodellen är jämnare i projektet med gemensamt projektkontor så skiljde också BIM-användningen på andra sätt, i detta projekt

användes BIM som ett stöd för en mer iterativ projekteringsprocess. Den större implementeringen av BIM har nämligen också inneburit att planering av projekteringen har skett med hjälp av modellen och att den har använts som ett "skissverktyg" där olika alternativutformningar diskuterats vid samordningsmöten. Det samarbetsbetonade arbetsklimatet och den stora implementeringen av modellen har gjort att den fått en central roll i arbetet.

Delslutsats

Komponenter i samarbetsformen som anknyter mer direkt till samarbetet kan samverka med användandet av BIM. I fallstudie 2 där många partneringskomponenter använts ses att en mer sammansvetsad projektgrupp kan ha förbättrat BIM-arbetet. I fallstudie 3 där gemensamt projektkontor använts så nyttjades BIM i ännu större utsträckning. Det finns ytterligare tänkbara samverkansområden där en koppling inte kunnat ses.

Deldiskussion

Gemensamt projektkontor har en rad komplexa effekter på hur projekteringsarbetet bedrivs. Det kan tänkas att det finns fler saker än sammansvetsning och ökad kommunikation som spelar in.

6.1.1. Slutsats

Det finns samband mellan hur integrerat samarbetet mellan parterna är och hur BIM används. Projekt med högre grad av integrering visar tendenser på att använda BIM som ett samarbetsverktyg istället för enbart ett ritningsverktyg. De komponenter som samarbetsformen består av kan ha samverkan med hur BIM används, olika komponenter påverkar på olika sätt. Det finns potential att med hjälp av samma komponenter som används i samarbetsformer som partnering, vidta åtgärder för att implementera BIM till en större grad genom att relatera dessa komponenter till BIM.

Med slutsatserna ovan samt den som analys som härrör ur resultat och teori anses denna frågeställning besvarad.

6.1.2. Diskussion

Hur BIM använts i projekten har också att göra med den allmänna mognaden för tekniken som fanns när projekten genomfördes. Eftersom utvecklingen inom området ter sig tämligen snabb kan de slutsatser som dragits utifrån fallstudierna påverkas av när projekten projekterades.

Frågan i rapporten har varit hur samarbetsformen kan stödja användandet av BIM. Frågan går också att ställa i omvänd ordning, det vill säga hur BIM kan stödja arbetet i samverkansformen. Frågan behandlas till viss del i kapitel 3.1.5. där processförändringar som BIM kan medföra beskrivs.

De komponenter som partneringsprojektet i fallstudie 2 använde gav en relativt liten påverkan på BIM i jämfört med fallstudie 1 ifall det ställs emot skillnaderna i BIM-användning mellan fallstudie 2 och fallstudie 3. Det verkar därför som att det

gemensamma projektkontoret är en komponent som har mycket större inverkan på BIM-användningen än de andra komponenterna.

6.1.3. Rekommendationer med anledning av slutsats

- Mer samarbetspräglade byggprocesser bör användas för att få ut maximal nytta av BIM.
- Kolla på parternas BIM-erfarenheter vid anbudsvärdering, ha arbetssättet för BIM i åtanke redan i detta skede.
- Formulera mål kring BIM i projektet.
- Se till att alla tjänar på att arbeta med BIM.
- Formulera en gemensam plan för BIM-arbetet i projektet bland projektdeltagarna.
- Vidta åtgärder för att skapa ett sammansvetsat projektteam.
- Prova gemensamt projektkontor, lämpligast i ett större projekt. Gemensamt projektkontor kan, som nämns i IPD-teorin, även nyttjas bara några dagar i veckan.

6.2. Vilka skillnader finns det mellan partnering och IPD?

I följande kapitel dras slutsatser om skillnaderna i konceptet partnering och konceptet IPD. Dessa slutsatser görs dels utifrån den litteraturstudie som genomförts men till viss del även genom de fallstudier som utförts.

I kapitel 3.4.2 redogörs skillnader mellan de komponenter som omnämns i partnering- respektive IPD-teorin. I denna ses att många komponenter är likartade samt att IPD teorin har fler komponenter som till ännu större grad fokuserar på integrering mellan parter. Nedan återges de områden i teorin där IPD särskiljer sig från partnering.

<i>Avtal</i>	Ett IPD projekt använder sig av ett kontrakt som skrivs mellan många parter, i partnering skrivs ett kontrakt för varje part.
<i>Ledning</i>	<p>I IPD väljs samarbetspartners ut baserat på kvalifikationer, i partnering väljs de genom en anbudsprocess.</p> <p>I IPD används styrgrupper med representanter från alla huvudaktörer för viktiga beslut.</p> <p>I IPD kommer alla huvudaktörer in i ett tidigt skede, partneringteorin nämner enbart tidig inblandning av entreprenören.</p>
<i>Information</i>	BIM har en tydligare roll i IPD än i partnering.

BIM och samarbete

Process IPD använder sig av Lean-verktyg för att öka integrering i projekt och göra projektet mer värdeskapande.

Eftersom IPD nämner fler komponenter än partnering som utvidgar graden av integration mellan parter kan konceptet tolkas som en utvidgning av partnering.

Tabell 6 visar en sammanställning av de tabeller som finns i kapitel 5.2.1. och 5.4.1. som visar vilka komponenter som använts i det partnering och det IPD-projekt som presenterats i fallstudierna.

Verktyg/aktivitet	Kristianstad Arena	Sutter Medical Center
Anbudsvärdering på mjuka parametrar	Ja	Ja
Kompensationsform på öppna böcker	Ja	?
Uppstartsworkshop	Ja	Ja
Gemensamma mål	Ja	Ja
Uppföljningsworkshop	Ja	Ja
Teambuilding	Ja	Ja
Konflikthanteringsteknik	Ja	Ja
Tidig inblandning av entreprenör	Delvis	Ja
Begränsad anbudsfrågan	Nej	?
Gemensamt val av underentreprenör	Ja	?
Samarbetsklausuler i kontraktet	Nej	?
Incitament	Ja	?
Gemensamt projektkontor	Nej	Ja
Gemensamma IT-verktyg	Ja	Ja
Flerpartskontrakt	Nej	Ja
Styrgrupp med representater från alla huvudparter	Nej	Ja
Tidig inblandning av alla huvudparter	Nej	Ja
Lean-verktyg	Nej	Ja

Tabell 6 – Komponenter använda i Kristianstad Arena respektive Sutter Medical Center

Som ses i tabellen ovan är skillnaden i användningen av komponenter mellan partneringprojektet och IPD-projektet inte särskilt stor. Hade dessutom Kristianstad Arena använt sig av ett gemensamt projektkontor likt Stockholmsarenan skiljer sig projekten enbart på någon enstaka punkt. Dock har fallstudierna visat på en stor skillnad som inte framgår av tabellen ovan. Användningen av BIM har varierat väldigt mycket mellan de två projekten. Nedan följer en tabell som visar användningen av BIM-verktyg i de två projekten:

Kristianstad Arena	Sutter Medical Center
Kollisionskontroll	Kollisionskontroll
Mängdning	Kostnadsberäkning
Visualisering	Utsättning
	Håltagningar
	Ritningsunderlag
	Tidplanering
	Verifiering av utföranden

Tabell 7 – BIM-användning i Kristianstad Arena respektive Sutter Medical Center

I IPD projektet verkar BIM vara implementerad till en mycket större grad. Detta trots att många av de komponenter som koncepten nämner är likartade. Det kan tänkas att de komponenter som finns i IPD men inte i partnering har en större inverkan på BIM-användningen än övriga komponenter. Observationer om att vissa komponenter har en väldigt mer betydande roll för BIM diskuterades även i samband med föregående slutsats.

6.2.1. Slutsats

Ju fler komponenter i partneringkonceptet som används, ju likare blir det ett IPD-projekt i teorin. IPD kan ses som en utvidgning av partneringkonceptet där det finns ett ökat fokus på integrering av projektteamet i en rad avseenden. BIM har en större roll i IPD-projekt och observationer tyder på att BIM utnyttjas till en större grad i IPD-projekt.

Med slutsatserna ovan samt den som analys som härrör ur resultat och teori anses denna frågeställning besvarad.

6.2.2. Diskussion

Att det IPD projekt som studerats i den kompletterande fallstudien utnyttjat BIM till en högre grad kan också bero på mognadsgraden för BIM. Det kan tänkas att verksamma i USA:s byggbransch har en större vana att jobba med BIM än aktörer i Sveriges byggbransch har.

6.3. Rekommendationer för fortsatta studier

Med anledning av studiens begränsade tidsintervall har vissa områden inte hunnits med att undersökas. Dessa områden, samt andra funderingar kring framtida undersökningar, presenteras nedan:

Mätfaktorer kopplade till BIM. Vissa fördelar med BIM har som sagt insetts inom branschen. Dessa fördelar ses ofta i BIM som ett ritningsverktyg. En studie kring sätt att mäta de processförändrade egenskaperna hos BIM upplevs som relevant. Vilka vinster kan fås i en mer iterativ, framgång och kvalitetssäkrad process. Och hur stora är dessa vinster?

Mognadsgrad för BIM-projektering. Under studiens gång har ett samband mellan hur vana projektörerna är att arbeta med BIM och hur de använder BIM setts. En studie som utreder hur parter med olika BIM-vana använder tekniken hade kunnat medföra kunskap om hur tekniken bäst implementeras. Kunskap hade också kunnat genereras om hur en part kan välja samarbetsparter med BIM som utvärderingsparameter.

Vem äger modellen? I litteratursökningen insågs att ett problem som upplevts i USA, där BIM verkar implementerat till en större grad än i Sverige, är hur det juridiska förhållandet till BIM ska vara. Frågor som äganderätten till modellen, vem är ansvarig för dess riktighet och till vilken grad modellen skall anses förlitlig är heta ämnen i USA:s byggbransch. I takt med att tekniken vinner mark i den Svenska byggsektorn upplevs en undersökning kring Svensk bygglagstiftning i förhållande till BIM som relevant.

Partneringkonceptet+, ett partnersamarbete med en fullt implementerad BIM. Denna rapport har redogjort för en rad områden där partneringkonceptet och BIM-projektering kan samverka. Att partnering och BIM samverkar har påvisats. Även en utveckling av komponenterna i konceptet, i syfte att till ännu större grad implementera tekniken, har föreslagits. Hur dessa komponenter kan anpassas för att på bästa sätt stödja BIM har inte utretts fullt ut. En studie i detta anses intressant.

En viktad jämförelse av komponenterna i partneringkonceptet. I denna studie har det framkommit att vissa av partneringkomponenterna verkar ha olika stor inverkan på byggprocessen i allmänhet och BIM i synnerhet. En undersökning av hur stor inverkan olika komponenter hade kunnat medföra en större förståelse för hur partneringkonceptet används på bästa sätt.

7. Referenslitteratur

7.1. Tryckta källor

AIA. 2007. *Integrated Project Delivery: A Guide*

Ashcraft, Howard W. 2008. *Building Information Modeling: A Framework for Collaboration*

Construction Lawyer, Volume 28, Number 3

Berente, Nicholas, Baxter, Ryan, Lyytinen, Kalle. 2010.

Dynamics of inter-organizational knowledge creation and information technology use across object worlds: the case of an innovative construction project

Journal of Management in Engineering

Brohn, C. 2010. *BIM, Byggnadsinformationsmodeller för byggmästare*

Cheng, Eddie W.L. Li, Heng, Drew D.S. Yeung, Nicolas. 2001

Infrastructure of Partnering for Construction Projects

Journal of Management in Engineering

Cheung, Sai-On, Ng, Thomas S.T. Wong, Shek-Pui, Suen, Henry C.H. 2003.

Behavioral aspects in construction partnering

Journal of Management in Engineering

Cohen, Jonathan. 2010. *Integrated Project Delivery: Case Studies*

AIA California Council

Eastman, C. Teicholz, P. Sacks, R. & Liston, K. 2008. *BIM Handbook*

New Jersey, John Wiley & Sons, Inc. ISBN: 978-0-470-18528-5

Eriksson, Per Erik. 2010.

Partnering: what is it, when should it be used, and how should it be implemented?

Luleå, Business Administration and Social Sciences, Luleå Tekniska Universitet,

ISSN: 0144-6193

Eriksson, Per, Erik, Nilsson, TorBjörn, Atkin, Brian. 2008.

Client perceptions of barriers to partnering

Engineering, Construction and Architecture Management, Volume 15, Number 6,

ISSN: 0969-9988

Ernstrom, B. Hanson, D. Hill, D. Jarboe, J. Kenig, M. Nies, D. Russell, D. Snyder III, L. & Webster, T. 2006. *The Contractors' Guide to BIM*

Fernström, Gösta. 2006. *Från byggherre till strategisk partnering*

Fernia Consulting, ISBN: 9789163187896

Hardin, Brad. 2009. *BIM and construction management*
John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 9780470402351

Holzer, Dominik. 2007. *Are you talking to me? Why BIM alone is not the answer*
Melbourne, Spatial Information Architecture Laboratory, School of, Architecture and Design, Royal Melbourne Institute of Technology University

Höst, Martin, Regnell, Björn, Runesson, Per. 2006. *Att genomföra examensarbete*
Lund, Studentlitteratur, ISBN: 978-91-4400-521-8

Jongeling, Rogier. 2008.
BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt – En jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM
Luleå, Avdelningen för byggproduktion, Institution för samhällsbyggnad, Luleå Tekniska, Universitet, ISSN: 1402-1528

Kent, David C. & Becerik-Gerber, Burcin. 2010.
Understanding Construction Industry Experience and Attitudes toward Integrated Project Delivery
Journal of Management in Engineering

McKinsey & Company. 2006.
Sweden's Economic Performance: Recent Development, Current Priorities Construction
McKinsey Global Institute

Nyström, Johan. 2005. *Partnering; definition, theory and the procurement phase*
Stockholm, Building and Real Estate Economics, Department of Infrastructure, Kungliga Tekniska Högskolan, ISBN: 91-975358-2-6

Olofsson, T. Cassel, E. Stehn L. Ruuth, S. Edgar, J. & Lindbäck, S. 2004.
Produktmodeller i ett flexibelt industriellt byggande
Luleå, Avdelningen för Byggkonstruktion, Institutionen för Samhällsbyggnad, Luleå Tekniska Universitet, ISSN: 1402-1536

Post, M. Nadine. 2010.
Integrated-Project-Delivery Boosters Ignore Many Flashing Red Lights
Engineering News-Record

Rhodin, Anna. 2002. *Interaktionsprocesser i byggprojekt*
Luleå, Institutionen för Väg- och vattenbyggnad, Avdelningen för Produktionsledning, Luleå Tekniska Universitet, ISSN: 1402-1757

Samuelsson, Olle. 2010. *IT-Innovationer i svenska bygg- och fastighetssektorn*
Helsingfors, Svenska Handelshögskolan, Institutionen för företagsledning och
organisation,
ISSN: 0424-7256

Smith, Dana K. Tardif, Michael. 2009.
Building Information Modeling, A Strategic Implementation Guide
New Jersey, John Wiley & Sons, Inc. ISBN: 978-0-470-25003-7

SOU 2000:44. *Från byggsekt till byggsektor*

Stadskontoret 2009:6. *Sega Gubbar?*

Thomsen, Charles. 2009a. *BIM: Building Information Modeling*

Thomsen, Chuck, Darrington, Joel, Dunne, Dennis, Lichtig, Will. 2009b.
Managing Integrated Project Delivery

Thomsen, Chuck. 2009c. *Integrated Project Delivery: An Overview*

Thorell, Ulf. 2010. *BIM på bygget – en förstudie*

7.2. Internet

Ncc.se (2010-12-17)

<http://ncc.se/sv/Projekt-och-koncept/NCC-Partnering/Vad-ar-partnering/>

En kalasrapport om samarbete och BIM

Bilageförteckning

- A. Man A - Arkitekt Kristianstad Arena
- B. Man B – Konstruktör Kristianstad Arena
- C. Man C – Projektledare Kristianstad Arena
- D. Kvinna D – Arkitekt Nautilus
- E. Man E – Projektledare Nautilus
- F. Man F – VS-projektör Nautilus
- G. Man G – VVS-projektör Stockholmsarenan
- H. Kvinna H – CAD-samordnare Stockholmsarenan
- I. Man I – Arkitekt Stockholmsarenan
- J. Man J – BIM-samordnare Stockholmsarenan
- K. Man K – Projektledare Sutter Medical Center

A. Man A - Arkitekt Kristianstad Arena

Om projektet

Man A berättar att eftersom utformningen av Kristianstad Arena var resultatet av en arkitekttävling fanns redan färdiga systemhandlingar när han kom in i projektet. Därmed var redan en grundläggande BIM redan upprättad. Han berättar även att han hade ett nära samarbete med konstruktören och att det var dessa två som kom in första i projektet, övriga aktörer kom in i ett senare skede.

Mål

Man A förklarar att kommunen hade målen att använda BIM i detta projekt, detta blev därför projektmålen. Partneringmålen var dock oklara för Man A.

Arbetsättet

Första veckorna i projektet satt Man A i många möten, därefter bestod den mesta av kommunikationen av telefonsamtal. Dessutom fanns en projektsida där alla parter skulle lägga upp sin senaste BIM varje fredag, även om den inte uppdaterats sedan fredagen innan. Detta, menar Man A, var väldigt nyttigt då han kunde få ut information från andras filer på ett snabbt och smidigt sätt. Man A har utnyttjat både konstruktörens och andra aktörers BIM vid utformningen. Ett problem var dock att olika parter använde sig av olika programvaror vilket ledde till viss information kunde försvinna i hanteringen.

Att Man A kom in tidigt i projektet ser han som en stor fördel. Detta tycker han ledde till att han fick en tidigare uppfattning om projektet och mer att säga till om vilket i sin tur ledde till att bättre lösningar togs fram.

Man A berättade att han ibland med hjälp av BIM kunde hitta utformningsfel. När han sedan i BIM rättade till dessa fel tog han bilder på ändringarna i modellen och mailade dessa till berörda parter. Att samarbete så här kring BIM tycker han bättrar på samarbetet i projektet vilket han tror leder till mindre konflikter och större förståelse. Han upptäckte också under projektets gång att BIM kan effektivisera hans eget arbete. Han försökte också lägga in ytterligare information i BIM som t.ex. rumsnummer, detta utnyttjades dock dåligt av övriga parter.

Det mest hämmande med BIM anser Man A är att det kan vara svårt att få med alla parter i projektet att använda BIM fullt ut.

B. Man B – Konstruktör Kristianstad Arena

Om projektet

Man B kom in i projektet efter det att systemhandlingarna upprättats. Att han kom in i så tidigt skede tycker han var väldigt positivt.

Mål

För Man B var projektmålen i detta projekt oklara.

Arbetsättet

Man B beskriver att alla parter la upp sin BIM på projektdatabasen varje vecka. Här kunde han således hämta ut och jobba även med andras modeller. Han säger att han hämtade ut mycket information på detta sett, framför allt från arkitektens modell. Dock så var inkompatibilitet mellan olika programvaror lite av ett problem.

Problem med bland annat utformning hittades ofta vid kollisionskontrollen med hjälp av BIM som konstruktörsfirman gjorde själva. Dessutom hade entreprenören speciella samgranskningsmöten där ytterligare kollisioner uppdagades.

Man B kände inte till några speciella verktyg eller aktiviteter, förutom studiebesök på arbetsplatsen, som använts i projektet för att få projektgruppen att känna sig mer sammansvetsad. Men han anser att samarbetet kring tekniska lösningar och BIM hjälper till att förhindra konflikter.

Den största fördelen med BIM tycker Man B är att man kan spara tid genom att få ut information snabbt och enkelt. Däremot anser han att det är tidskrävande att upprätta en BIM, men han tror att den tiden kan tas igen vid slutet av projektet.

C. Man C – Projektledare Kristianstad Arena

Om projektet

Man C beskriver projektet som en totalentreprenad som också är en partneringhybrid. Han menar att eftersom det från första början var en styrd totalentreprenad och sedan gjorts om till ett partneringsamarbete i ett lite senare skede kan det inte riktigt klassas som ett äkta partneringsprojekt. Eftersom systemhandlingarna redan var upprättade när han kom in i projektet minskade det hans inflytande, därför kallar han det för en partneringshybrid. Han berättar också att erättningsformen är ett riktpolis med incitament. Kompensationsformen är även baserad på öppna böcker.

Man C berättar att kommunen (beställaren) hade som krav på projektet att alla inblandade skulle ha erfarenhet från liknande större projekt tidigare, men att BIM ej var ett krav från kommunens sida.

I projektet har de haft två olika uppstartsworkshops, en för projekteringen och en för produktionen. Det var under dessa workshops som projektets gemensamma mål arbetades fram. Dessutom har en uppföljningsworkshop hållits i projektet. I övrigt har de en styrgrupp där flera olika parter sitter representerade som har träffats en gång i månaden. Denna grupp hade i uppgift att lösa frågor över 500 000 kr samt att göra alla stora upphandlingar.

Mål

De gemensamma målen med projektet var, förutom att klara de ekonomiska målen och på utsatt tid, att alla i projektet ska ha rätt prioriteringar samt att alla frågor en part till en annan, ska besvaras med någon sort av respons inom 24 timmar. Under projektets gång gjordes en målavstämning förutom de ekonomiska avstämningarna som gjordes varje månad bland annat med hjälp av BIM-mängdning.

Arbetsättet

Man C berättar att NCC hade idéer för alternativa utformningar men efterfrågade samtidigt olika lösningar vid upphandlingarna. Ibland tog de även hjälp av BIM för att analysera olika alternativa lösningar, t.ex. då ventilationen krävde en taksänkning med en meter. Vid utvärderingen av alternativa lösningar var även beställaren involverad. Detta, menar Man C, var en av framgångsfaktorerna i projektet, att just beställaren varit så pass involverad.

En annan viktig framgångsfaktor menar Man C är att det har funnits en stark ”vi-känsla” i projektet, folk i projektet har hjälpt varandra. Dessutom har den massmediala uppmärksamheten hjälpt till att tillföra engagemang till projektdeltagarna. Man C förklarar också att samarbetet kring tekniska lösningar, t.ex. med BIM, har hjälpt till att förhindra konflikter i projektet. BIM har även använts för att introducera nya parter i projektet. Bland annat genom att via en projektor visa upp modellen för nya parter.

En kalasrapport om samarbete och BIM

Den största fördelen med BIM är, enligt Man C, undvikandet av fel på arbetsplatsen samt förståelsen man kan få ut av visualiseringen. Det mest hämmande för att använda BIM fullt ut är att många i branschen fortfarande är nybörjare vad gäller 3D-modellering och att många därför ligger efter i implementeringen.

D. Kvinna D – Arkitekt Nautilus

Om projektet

Kvinna D förklarar att projektet till 50 % ägs av Riksbyggen och 50 % av NCC och att det var NCC, i ett tillkommande krav, som krävde att de skulle använda sig av BIM. Hon säger också att eftersom konstruktören inte var med i projektet från början kunde de först i ett sent skede säga att stommen var tvungen att platsgutas vilket ledde till en omprojektering.

Mål

Något gemensamt projektmål visste Kvinna C inte om förutom pengar, men arkitekternas eget mål att använda BIM till kollisionskontroller och såg projektet lite som ett pilotprojekt.

Arbetsättet

Kommunikationen i projektet bestod till stor del av samgransningsmöten samt den gemensamma projektdatabasen där deltagarna kunde lägga upp sina modeller. På grund av att man kunde gå in och titta på andas ritningar i projektdatabasen upplevde Kvinna D inte att hon behövde vänta på någon information. Dock fanns lite problem med att få ut information från konstruktörens modell då de inte projekterade i 3D som övriga deltagare gjorde.

Kvinna D upplevde att BIM inte utnyttjades så mycket som de borde i projektet, t.ex. kände hon att BIM kunde användas mer vid alternativa utformningar, ute på arbetsplatsen samt ännu mer samgranskning.

En stor fördel med BIM anser Kvinna D är att det blir roligare att jobba och hon menar att ju mer man jobbar med det ju mer ser man möjligheterna. Men hon påpekar även några hinder med BIM, t.ex. att det finns stor okunskap inom branschen samt att det finns juridiska och ekonomiska hinder för att använda BIM mer till fullo.

E. Man E – Projektledare Nautilus

Om projektet

Projektledaren från entreprenören (Man E) uppger att han kom in i projektet 2006, då fanns redan detaljplan och husritning färdig men det var dock innan förfrågningsunderlaget framtagits. Ritningsunderlaget var framtaget i 2D från början men man valde senare att i stället göra om till 3D-projektering.

Efter en rätt så långtgående projekteringsprocess så upptäcktes att stomsystemet som från början projekterats i form av prefabricerade element, inte var stabilt. Därför fick man byta till ett platsgjutet stomsystem.

Projektet utförs som en totalentreprenad. Ersättningsformen är löpande räkning med incitament, Man E uppger att incitamentsdelen är liten. Incitamentet är kopplat till beställare och underentreprenörer.

El, VS och Vent upphandlades som totalentreprenader. Efter komplikationer med El-entreprenaden så valdes dock istället att handla upp en annan El-projektör och att beställa El-utförandet som en generalentreprenad.

Man E uppger att projekteringsmöten hölls var 3:e vecka.

Mål

Man E uppger att inga gemensamma mål sattes upp för parterna i projektet.

Arbetsättet

Enligt Man E har projektet använt BIM till visualisering, kollisionskontroll och i viss mån även vid olika sorters genomgångar av projektet. I början av projektet hölls en utbildning för egna såväl som installatörernas tjänstemän, i denna utbildning presenterades BIM övergripande.

Informationsutbyte skedde till viss del genom PDSen (projektservern) uppger Man E. Det fanns dock inga krav på att modellen skulle hållas uppdaterad. Man E har uppfattningen att tidsglapp förekom mellan förfrågan och mottagande av information, detta anser Man E dock alltid förekommer i projekt.

Man E uppger att det funnits vissa problem med projekteringen, Konstruktören 3D-projekterade inte, information från konstruktören fanns alltså inte representerad fullt ut i modellen. Man E säger också att El-projektörens 3D-projektering hade sina brister, detta på grund av att detaljeringen i dennes projektering var låg. Det som kom med var mest elstegar och större objekt, sladdragningar och mindre objekt saknades. Dessa mindre objekt tillsammans menar Man E utgör en rätt viktig del i modellen som skulle behöva representeras för en bättre samordning.

BIM användes inte vid utvärdering av alternativa utformningar menar Man E.

En kalasrapport om samarbete och BIM

Uppföljning av projektet sker genom främst ekonomisk uppföljning en gång i kvartalet, andra parametrar som tid och kvalitet uppföljs mer eller mindre automatiskt eftersom de ger utslag på projektekonomi anser Man E.

Man E menar att det är knepigt att veta vem som betalar för BIM arbetet, han är säger sig vara villig att betala mer för teknik konsulter om de projekterar på detta vis eftersom han anser att man i slutändan tjänar pengar på det. Vidare menar Man E att det finns områden där förtjänsterna av BIM projektering synliggörs bättre än andra, att kunna spara tid i projektet med BIM projektering kan visa sig i kalkylerna men att undvika fel i handlingar är svårare att räkna på till exempel.

Man E anser att den främsta fördelen med BIM-projektering är undvikandet av fel. Saker som mängdavgtagning med hjälp av BIM tycker han inte fungerat bra för dem i detta projekt.

Det största hindret för användandet av BIM i branschen enligt Man E är ojämnheten i mognaden för tekniken. Om inte alla är med på det försvinner mycket av fördelarna menar Man E.

F. Man F – VS-projektör Nautilus

Mål

Man F visste inga speciella projektmål som var gemensamma för hela projektet, men hans egna mål var att vara en god samarbetspartner samt optimera arbetet för rörläggarna.

Arbetsättet

Kommunikationen i projektet bestod av telefonsamtal, mail samt genom den gemensamma projektdatabasen. Projektdatabasen ansåg Man F vara mycket smidig då det var enkelt att lägga in och hämta ut den informationen man ville åt från andras modeller. När han dock ville åt information som inte fanns tillgänglig via databasen kunde tidsglapp uppstå mellan det att han efterfrågade informationen till det att han fick den.

Man F beskriver att de gjorde interna granskningar och kollisionskontroller av sin modell inom företaget, och när de tror att allt är ok gör de en större kollisionskontroll tillsammans med övriga parter i projektet.

Man F kom in relativt tidigt i projektet, detta ansåg han vara mycket bra då han kunde säga till tidigt var just han behövde samt att gå fler parter kunde vara med i utformningen i projektet. Han ansåg dessutom att samarbetet i projektet ledde till större tilltro och förståelse till övriga projektdeltagare.

Den största fördelen med BIM anser Man F vara kollisionskontrollerna och visualiseringen. Det största hindret anser han är att det tar lång tid att upprätta en BIM.

G.Man G – VVS-projektör Stockholmsarenan

Om projektet

Man G berättar att Stockholmsarenan drivs som en totalentreprenad med fast pris. Han kom in i projektet en bit efter hans kollegor som kom in i bygghandlingskedet. I det här projektet använder de just nu BIM till kollisionskontroller och visualisering men ska i senare skede också använda det till mängdning och beräkningar.

Mål

Man G vet inte om ifall det fanns några gemensamma projektmål mer än att de ska bygga en arena i världsklass.

Arbetsättet

Man G berättar att han en gång i veckan deltar i ett samordningsmöte alla projektörer emellan. Syftet med dessa möten är att alla projektörer kan visa upp nytillkommet material i sina modeller samt göra vissa kollisionskontroller. Dock så tycker Man G att samordningsmöten varje vecka är lite för ofta då det blir lite för många ofärdiga modeller på mötena. Dock är det på gång med regler för vad som ska vara med och vad som inte ska vara med i modellerna till dessa möten så detta problem inte ska uppstå. Mötena går till som så att alla projektörer laddar upp sin modell en gång i veckan till den gemensamma projektdatabasen där sedan BIM-samordnaren i projektet samordnar dessa och kallar till möte. Utöver dessa möten blir det många inofficiella möten tack vare det gemensamma projektkontoret där projektörerna sitter.

Tack vare den gemensamma projektdatabasen där alla projektörer laddar upp en ny modell varje vecka är det enkelt att få ut information och använda sig av andras modeller anser Man G. Han förklarar att så fort man uppdaterat sin modell måste man avisera detta till andra så att man hela tiden vet att man använder den senaste versionen. Hittar man dock inte den informationen man behöver i modellerna är det enkelt att bara gå och fråga en person som borde veta tack vare det gemensamma projektkontoret. Tack vare detta kontor anser Man G att han lärt känna sina medarbetare bättre och därmed fått större insikt och förståelse för deras arbete vilket kan leda till mindre irritation bland projektdeltagarna. Han känner också att detta gör att han måste vara mer noga i de svar han ger på frågor eftersom han här inte kan gömma sig bakom någon annan.

Ett problem som dock har uppstått i projektet är att många projektörer använder sig utav olika programvaror. Exempelvis kan Man G inte gå in i arkitektens modeller p.g.a. att deras programvaror inte samspelar på ett bra sätt.

De största fördelarna med BIM är enligt Man G att man enkelt hittar fel samt kan göra uträkningar direkt från modellen. Det mest hämmande i dagsläget är att många datorer inte har den kraft som krävs samt att vanliga 2D-ritningar som används ute på arbetsplatsen blir sämre. Han anser att det bästa vore om de kunde använda sig av 3D-modellerna även ute på arbetsplatserna.

H. Kvinna H – CAD-samordnare Stockholmsarenan

Om projektet

Kvinna H kom in i bygghandlingsskedet och är den i projektet som ansvarar för den gemensamma projektdatabasen dit projektörer laddar upp sina modeller. Hon tar också fram en CAD-manual för projektet samt hanterar problem med filformat och leveranser av ritningar. Hon berättar också att entreprenören i projektet tog fram en egen BIM och använde sig alltså inte av den BIM som togs fram av projektörerna.

Mål

Kvinna H vet inte om det fanns några gemensamma projektmål mer än att de ska bygga en arena i världsklass. Hennes egna mål var att se hur det fungerar i så pass stora projekt.

Arbetsättet

Kvinna H förklarar att meningen är att alla ska vara delaktiga i den tekniska utformningen och att det därför blir väldigt många möten. Dock uppstår en del problem p.g.a. att många projektörer ligger i ofas med varandra.

Hon berättar också att det inte finns några speciellt regler för vilken information som ska vara med i modellerna och vilken information som inte ska vara med. Ett annat problem som uppstått är att många använder sig utav olika programvaror p.g.a. att inga krav om programvara har ställts till någon projektör. Detta kan bero på att projektledningen inte förstår problemen med inkompatibla programvaror menar hon. Kvinna H säger att det som är mest hämmande för att använda BIM i större utsträckning är de stora investeringskostnaderna som uppstår samt att alldeles för få beställare efterfrågar BIM.

I. Man I – Arkitekt Stockholmsarenan

Om projektet

Man I berättar att det var arkitektfirman som ritade arenan från början och att det inte var någon tävling som avgjorde utformningen. Han anser att de i projektet inte dragit så många fördelar ur BIM utan mest använt det som ett samarbetsverktyg projektörerna emellan.

Mål

Målet med projektet menar Man I är att bygga en arena i världsklass. Arkitekternas egna mål att få en miljöcertifiering.

Arbetsättet

Man I säger att han personligen inte hämtar ut så mycket information från andras modeller utan mest information får han vid direkt kontakt med andra på kontoret. Dock så finns viss information knutet till vissa objekt i hans modeller, exempelvis finns brandklasser och dörrbeslag angivet på många av rummen i arenan. Han säger också att eftersom han ser hur hårt andra jobbar tänker han efter en extra gång innan han ställer en fråga till en medarbetare.

Det som Man I använt BIM till är bland annat till alternativa utformningar, både internt bland arkitekterna, men också tillsammans med andra parter. Dessutom har Bim hjälpt honom att upptäcka utformningsfel genom visualisering samt kollisionskontroller.

Man I menar att de största fördelarna med BIM fås om man jobbar mer integrerat i ett projekt. Det som är mest hämmande för att använda BIM till fullo är mjukvaran samt hårdvaran. Han tillägger att komplexiteten i ett projekt borde vara det som bestämmer hur BIMen ska utformas.

J. Man J – BIM-samordnare Stockholmsarenan

Arbetsättet

Man J menar att det finns två huvudsakliga användningsområden för BIM i detta projekt. Det första är de samordningsmöten de gör varje vecka med projektörerna. Här är det inte så mycket kollisionskontroller utan mer visualisering och diskussioner med modellen som grund. Med tiden kommer det dock bli mer kollisionskontroller. Det andra användningsområdet är den mängdning som entreprenören gör i entreprenörens egna BIM. Man J menar att entreprenören inte vågar lita på projektörernas modell i ett så pass stort projekt som detta är, så de har upprättat en egen modell. Man J tillägger dock att det finns planer från entreprenörens sida att använda projektörernas modell i ett senare skede för detaljplanering.

I detta projekt är det arkitektens och konstruktörens modeller tillsammans som bildat grundmodellen som skickats ut till övriga projektörer. Dock har olika konsulter lagt in olika mycket information i modellen plus att problem med inkompatibilitet mellan programvaror uppstått. Detta menar Man J har lett till dubbelarbete. Man J berättar också att arkitekterna i projektet har arbetat mycket med alternativa utformningar samt att visa upp dessa alternativlösningar med hjälp av sin modell till övriga projektdeltagare. Även VVS visar ofta hur de tänker vissa lösningar genom att visa upp skisser i sin modell. Dessutom finns planer på att använda BIM ute i produktionen.

Man J säger att man får olika fördelar med BIM i olika skeden av projektet. I projekteringen är BIM som samordningsverktyg viktigast. Han menar att man kan spara väldigt mycket pengar på att göra kollisionskontroller. Det mest hämmande för att utnyttja BIM fullt ut menar han är okunskap. Han menar att det är en generationsfråga och att många har för dålig datorvana. Dessutom anser han att beställare idag har svårt att se deras vinster med BIM.

K. Man K – Projektledare Sutter Medical Center

Is the financial contract based on open books?

Yes

In what ways do you use your BIM (for example; quantifying, collision control, time scheduling, financial monitoring, visualization, energy analysis)?

We use BIM for just about everything:

Estimating: *A large part of our processes in target value design were made possible through the use of model based estimating. Through this, we were able to perform by monthly budget report outs for drywall (both framing, drywall, & hard-lid ceilings), doors, frames, & hardware, and concrete*

Coordination: *All of our mechanical, fire protection, electrical, plumbing, critical stud framing, medical equipment supports, skin deck embeds, etc. were modeled & used to facilitate a complete interstitial & in-wall coordination.*

Layout: *after coordinating our interstitial spaces, we coordinated all of the MEP hangers, after which, we coordinated their seismic zones of influence with respect to one another, & exported the point data out of our coordinated model & uploaded into trimble total station survey equipment to layout on our decks – taking the information directly out of the model & installing it in the field with a high level of accuracy.*

Installation: *We've created exact framing layout drawings which incorporate all MEP penetrations & systems that will need to be missed as well as all rough openings & locations that need to be framed for fire smoke dampers, large penetrations, and critical stud backing which virtually eliminated the need for other trades to layout their systems as they affect our walls on the deck.*

Drawings: *We modeled just about everything. If it's on a 2D drawing, it was modeled. Virtually all content found on a 2D drawing came from a 3D model. Thus, we ensured our contract documents, by default, were in-line with the same 3D content we were coordinating against i.e. if something needed to change in 2D, it needed to change in the model first & we ensured that we could assess the change's impact during our 3D coordination.*

Drawing Validation: *we've taken shop drawings that were derived from a conceptual model & then remodeled them from scratch off those documents. We did this to ensure that we were doing our due diligence to confirm the information we were going to be building off of was sound & that we were coordinating to a fabrication level of detail.*

Scheduling: *The model plays a large role in our scheduling meetings – both understanding the sequencing of activities & tight coordination issues that need to be preplanned & talked about at length.*

Installation verification: *we've strategically laser scanned portions of the project to validate installation. For example, on slab on grade pours, we'd laser scan, bring the scanned data into the model, verify it against our modeled data, and then confirm whether or not it needed to be shifted. If it did, we'd have the chance to shift the element pre-concrete pour to avoid the costly effort of chipping things out post-pour.*

How did you evaluate which technical consultants and subcontractors that you chose?
Qualification based.

Do you have a project management team, and if so, who is represented in this team?
Each company in the integrated form of agreement has its own management team. For DPR, it consists of a project executive, a senior project manager, an estimator, a BIM engineer, 4 superintendants, 4 project engineers and a front office coordinator.

Were all the key participants in the project involved from an early stage?
Yes

Do you use any of the following collaboration tools; startup and/or follow up workshop, common goal identification, teambuilding exercises, joint project office, joint IT tools, continuous project performance monitoring?
We use forms of all of them

What are the common goals for the project?
Meet project programming, deliver the project for the estimated max price of 320 million, deliver the project 30% faster

How were these goals established? How do you follow up your goals during the project?
Transparent & frequent budget reporting, daily construction commitment meetings

Was BIM used in the follow up process?
Yes. We modeled & coordinated everything. From medical equipment supports to in-wall devices, we modeled it.

What was the main means of exchanging information between parties?
Projectwise. It was used for our direct digital exchange.

Was there any delay in requesting and receiving information between parties?
No. Everything was real time via the use of projectwise

Did you use BIM to introduce new parties to the project?
Yes. BIM was used for everything

How did you solve the problem with incompatible software?
We use navisworks & object enablers to view everyone's content

En kalasrapport om samarbete och BIM

How did you evaluate alternative designs? Was BIM being used in this process? If a change in design was made, how was it presented among the projects parties? How long did it take for the change to appear in the BIM?

All changes were reviewed, coordinated, and implemented in 3D using BIM. All changes happened real time. Every time anyone opened the model, they had everyone's latest files

What are the greatest advantages of BIM in your opinion?

We generated our 2D submittals / contract documents directly out of the model. When something needed to be changed, it had to change in 3D first and then have the 2D documents generated after. That way, no change could not be evaluated in 3D to address any subsequent impacts. Generating layout drawings / prefab from the model allowed us to optimize the utility gained from our preconstruction efforts.

What do you feel is the greatest obstacles of using BIM to its fullest potential?
Time & foresight.