



CHALMERS



# Effektivisering inom byggbranschen

Möjligheter och begränsningar med BIM, partnering och JIT

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet  
Samhällsbyggnadsteknik

AMANDA MORKVIST WAERNQUIST

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK  
AVDELNINGEN FÖR CONSTRUCTION MANAGEMENT



EXAMENSARBETE ACEX20

# Effektivisering inom byggbranschen

Möjligheter och begränsningar med BIM, partnering och JIT

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*

*Samhällsbyggnadsteknik*

AMANDA MORKVIST WAERNQUIST

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2020

Effektivisering inom byggbranschen  
Möjligheter och begränsningar med BIM, partnering och JIT  
*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*  
*Samhällsbyggnadsteknik*  
AMANDA MORKVIST WAERNQUIST

© AMANDA MORKVIST WAERNQUIST, 2020

Examensarbete ACEX20  
Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik  
Chalmers tekniska högskola 2020

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik  
Avdelningen för Construction Management  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:  
Bild av ar130405 från Pixabay

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik  
Göteborg 2020

Effektivisering inom byggbranschen

Möjligheter och begränsningar med BIM, partnering och JIT

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*

*Samhällsbyggnadsteknik*

AMANDA MORQVIST WAERNQUIST

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

## **SAMMANFATTNING**

Miljö och hållbarhet är ytterst aktuellt i dagens samhälle. Efterfrågan på miljötank och kraven från samhället har lett till att nya arbetssätt och metoder arbetats fram.

För att kunna utveckla och förbättra metoderna krävs dock identifiering av deras möjligheter och begränsningar. Byggbranschen ställs inför stora utmaningar kopplat till urbanisering, skärpta miljökrav, föråldrad infrastruktur och bostadsbrist.

Detta har bland annat lett till ökade krav på snabbt färdigställande till låga kostnader.

Det har även medfört att flertalet projekt är verksamma samtidigt och i närheten av varandra. För att kunna leva upp till de ökade kraven behöver byggbranschen effektiviseras. Effektiviseringen kan ske på flera olika sätt och med hjälp av flertalet olika metoder. Dessa metoder kan till exempel vara BIM, partnering och/eller JIT.

I denna rapport undersöks möjligheter och begränsningar kopplat till BIM, partnering och JIT i byggbranschens huvudskeden (projektering, produktion och förvaltning); med syfte att öka medvetenheten om metoderna och därigenom öka effektiviteten i byggbranschen.

Rapporten skrivs i samarbete med Västfastigheter och baseras främst på litteraturstudier och intervjuer med yrkesverksamma inom branschen i Sverige.

Studierna visade att det finns en stor okunskap kopplat till metoderna i branschen. Denna okunskap skapar en osäkerhet kring vad respektive metod innebär vilket i värsta fall leder till onödiga konflikter. Studierna visade även att det är viktigt att komma ihåg att ingen av metoderna är den ”perfekta lösningen på allt” utan alla metoderna är krävande och har sina begränsningar likväl som möjligheter. Studierna visade även att de olika metoderna är mer eller mindre lämpliga i olika typer av projekt. Partnering är bra framförallt i större, komplexa projekt där det förväntas kunna bli mycket ändringar under projektets gång. JIT är framförallt bra i större projekt i urbana miljöer eller på platser med begränsade lagerytor. BIM är bra i alla projekt men hänsyn bör tas till detaljnivå, syfte och kunskapsnivå. Studierna visade också på att metoderna inte nödvändigtvis är mer ekonomiskt fördelaktiga än traditionella metoder; dock kan det finnas mjuka vinningar på både kort och lång sikt som traditionella metoder saknar. Huruvida metoderna blir effektiva eller inte beror dock helt på om företaget/organisationen klarar av att bemöta kraven som metoden ställer.

Nyckelord: BIM, partnering, JIT, effektivisering, projektering, produktion,

förvaltning, byggbranschen

Efficiency within the construction industry  
Opportunities and limitations of BIM, partnering and JIT

*Degree Project in the Engineering Programme  
Civil and Environmental Engineering*

AMANDA MORKVIST WAERNQUIST

Department of Architecture and Civil Engineering  
Division of Construction Management  
Chalmers University of Technology

## **ABSTRACT**

Sustainability and the environment are of utmost importance in today's society. The demand for environmental thinking and the demands of society have led to the development of new methods and ways of working. However, in order to develop and improve the methods, identification of their possibilities and limitations is required. The construction industry is facing major challenges due to urbanization, stricter environmental requirements, obsolete infrastructure and housing shortages. This among other things has led to an increased demand of rapid completion at a low cost. This has also resulted in a lot of projects being forced to operate simultaneously and in close proximity to each other. In order to live up to the increased demands, the construction industry needs to become more efficient. Increased efficiency can be achieved in several different ways and with the help of several different methods. These methods can, for example be BIM, partnering and/or JIT.

This thesis explores the opportunities and limitations of BIM, partnering and JIT in the construction industry's main stages (design, production and management); with the aim to raise awareness regarding these methods, thus increasing the efficiency within the construction industry.

The thesis is written in collaboration with Västfastigheter and is mainly based on literature studies and interviews with professionals within the construction industry in Sweden.

The studies showed that there is a lack of knowledge linked to the methods in the industry. The lack of knowledge creates uncertainty regarding the meaning of each method, which in worst case leads to unnecessary conflicts. Furthermore, the studies showed that it is important to remember that neither of these methods are the "perfect solution to everything". Each method is demanding and has its own limitations as well as possibilities. The studies also showed that the different methods are more or less suitable in different types of projects. Partnering is especially good in larger, complex projects with expectations of many changes during the course of the project. JIT is especially good in larger projects in urban environments or in places with limited storage areas. BIM is good in all types of projects; however, it is important to be aware of the limitations in each specific project regarding level of detail, purpose and level of knowledge. The studies also showed that the methods are not necessarily more economically advantageous than traditional methods; however, there may be

“soft gains” both short and long term that traditional methods lack. Whether the methods are efficient or not depends entirely on whether the company/ organization is able to meet the requirements set by the method.

Key words: BIM, partnering, JIT, efficiency, construction management, facility management, construction industry

# Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	III
INNEHÅLL	V
FÖRORD	VII
ORDLISTA/BEGREPP	VIII
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsning	2
1.4 Frågeställning	2
2 METOD	3
2.1 Litteraturstudier	3
2.2 Intervjuer	3
2.2.1 Valda intervjupersoner	3
3 TEORI	5
3.1 Vad är hållbarhet?	5
3.2 Vad är effektivisering?	5
4 LITTERATURSTUDIE	6
4.1 Byggprocessens skeden	6
4.1.1 Projektering	6
4.1.2 Produktion	6
4.1.3 Förvaltning	6
4.2 BIM	6
4.2.1 Bakgrund och användning	6
4.3 Partnering	11
4.3.1 Bakgrund och användning	11
4.4 JIT	13
4.4.1 Bakgrund och användning	13
5 INTERVJUER	17
5.1 Sammanfattning av intervjuer	17
5.1.1 BIM	17
5.1.2 Partnering	19
5.1.3 JIT	21

6	DISKUSSION	22
6.1	Möjligheter och begränsningar	22
6.1.1	BIM	22
6.1.2	Partnering	25
6.1.3	JIT	28
6.2	Vilken metod bör användas när	31
6.2.1	BIM	31
6.2.2	Partnering	31
6.2.3	JIT	31
6.3	Metoderna tillsammans eller var för sig	32
6.4	Framtida arbeten	33
7	SLUTSATS	34
8	REFERENSER	36
8.1	Övriga källor	38

## **Förord**

Denna rapport utgör det avslutande examensarbetet om 15 högskolepoäng för examination som högskoleingenjör inom samhällsbyggnadsteknik. Examensarbetet har utförts vid intuitionen för arkitektur och samhällsbyggnad, avdelning för Construction Management vid Chalmers Tekniska Högskola, i samarbete med Västfastigheter. Examensarbetet är utfört vårterminen 2020 under coronapandemin.

Stort tack till alla intervjurespondenter som gjort detta arbete möjligt. Tack till min handledare på Västfastigheter, Daniel Kilfjord samt min handledare och examinator på Chalmers, Bert Luvö för er stöttning och feedback.

Göteborg april 2020  
Amanda Morkvist Waernquist

## Ordlista/Begrepp

**AM** – Asset Management/ Kapitalförvaltning

**APD-plan** – Arbetsplatsdispositionsplan

**AR** – Augmented Reality/ förstärkt datorgenererad verklighet

**BIM** – Building Information Model/Management alternativt Byggnads Informations Modell/modellering

**BIM-modell** – 3D-modell med information, kallas ibland 4D/5D-modell där de två dimensionerna över 3D avser informationen.

**BIP-koder** – Building Information Properties, system med koder för att kunna beskriva egenskaper på objekt i fastigheter.

**BIM-viewer** – Programvara som är kompatibel med flera olika enheter, exempelvis datorer och smartphones. Viewern är framförlit till för att kunna hantera pdf-ritningar och BIM-modeller på byggarbetsplatsen.

**BSAB** – BSAB-systemet, system av koder som beskriver olika typer av byggdelar eller produktionsresultat

**CAD** – Computer Aided Design

**CoClass** – Klassifikationssystem för dokumentation av byggnadsverk

**Digital tvilling** – Digital kopia av ett verkligt objekt, kan användas till exempelvis simuleringar av “påhittade” scenarion men kan även notifiera när objektet behöver tillsyn för till exempel underhåll.

**FIM** – Facility Information Modelling

**FM** – Facility Management/ förvaltning av facilitet (byggnad/fastighet)

**GIS** – Geografiskt informationssystem

**IFC** – Industry Foundation Classes, öppet filformat som stöds av och som är kompatibelt med de flesta mjukvaror och CAD-program.

**Interoperabilitet** – Datorsystems förmåga att fungera och kommunicera med varandra.

**IoT** - Internet of Things

**JIT** – Just-In-Time

**Multi-touch table** – Elektronisk skärm som kan liknas vid en stor surfplatta.

**PDF** – Portable Document Format, elektroniskt filformat som är kompatibelt med de flesta operativsystem.

**Standard-bibliotek** – Samling med CAD-komponenter/objekt.

**UE** – Underentreprenör

**VDC** – Virtual Design and Construction

**VR** – Virtual Reality/ Virtuellt verklighet

**VR-set** – VR-glasögon och tillhörande handkontroller. Glasögonen visar användaren den virtuellt skapade verkligheten och med hjälp av de tillhörande handkontrollerna kan användaren förflytta sig i denna.

**ÄTA** – Ändrings, Tilläggs och/eller Avgående arbeten







# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Det finns flera allmänt kända problem inom byggbranschen; bland annat ineffektivitet och konservatism mot nya metoder; även om det sistnämnda sakteligen håller på att förändras.

Byggbranschen är projektorienterad och det är inte ovanligt att personer på ett eller annat sätt är delaktiga i flera projekt samtidigt. I samtliga projekt skapas ett visst ömsesidigt beroende mellan alla involverade parter. Därav kan en lyckad effektivisering i ett projekt även indirekt påverka ett eller flera andra projekt positivt. I byggbranschen är det vanligt att samma fel görs om flera gånger på grund av bristande kunskapsåterföring; det är även vanligt att information ”försvinner” och måste återskapas. För att kunna skapa en hållbar bransch och ett hållbart samhälle behövs kunskap om hur resurser kan nyttjas på bästa sätt samt en förståelse för vilka konsekvenser ett beslut kan leda till.

Byggbranschen står i dagsläget inför flertalet utmaningar så som urbanisering, skärpta miljökrav, föråldrad infrastruktur och bostadsbrist. Detta har bland annat lett till ökade krav på snabbt färdigställande till låga kostnader samtidigt som det medfört att flertalet projekt är verksamma parallellt och i närheten av varandra. För att kunna leva upp till de ökade kraven behöver byggbranschen effektiviseras. Effektiviseringen kan ske på flera olika sätt och med hjälp av flertalet olika metoder. Dessa metoder kan till exempel vara BIM, partnering och/eller JIT.

Västfastigheter arbetar kontinuerligt mot sveriges miljömål och med hållbarhet i alla sina projekt. Företaget har även som mål att ligga i framkant och testa nya metoder för att kunna effektivisera sin verksamhet samt vara en förebild för andra företag. Verksamheten innefattar förvaltning, underhåll samt nyproduktion av offentliga byggnader, till större delen lokaler för vård. Som regionägt företag finansieras verksamheten helt av skattemedel. Ledord för all personal inom Västfastigheter är ”att värna om varje skattekrona som den vore min egen”. Under en längre tid har Västfastigheter befunnit sig i ett expansivt skede med flera stora investeringar. Som led i detta har frågeställningen väckts om hur projekten kan drivas mer kostnadseffektivt.

Sammanfattningsvis är miljö, hållbarhet och effektivisering ytterst aktuellt i dagens samhälle. Efterfrågan på hållbarhetstänk och krav från samhället har lett till att nya arbetssätt och metoder arbetats fram. För att kunna utveckla, förbättra och implementera dessa krävs dock identifiering av metodernas möjligheter och begränsningar.

## **1.2 Syfte**

Syftet med rapporten är att undersöka hur byggbranschen kan effektiviseras med hjälp av BIM, partnering och JIT för att bli mer hållbar. Rapporten syftar även till att öka medvetenhet om metoderna samt deras möjligheter och begränsningar inom byggbranschen.

## **1.3 Avgränsning**

En avgränsning har gjorts till tre metoder (BIM, partnering, JIT) i byggbranschens huvudskeden (projektering, produktion, förvaltning). Rapporten baseras främst på litteraturstudier samt intervjuer med yrkesverksamma inom byggbranschen i Sverige.

## **1.4 Frågeställning**

Frågor som besvaras i rapporten är följande:

- Vad innebär effektiviseringsmetoderna inom byggbranschen och vilka möjligheter och begränsningar kan kopplas till dessa?
- Vad anser yrkesverksamma inom branschen om nämnda metoder, samt dess begränsningar/möjligheter i praktiken?

## 2 Metod

Metod som valts är en kombination av litteraturstudier och intervjuer.

### 2.1 Litteraturstudier

Litteraturstudierna baseras främst på vetenskapliga artiklar och examensarbeten. Litteraturen är inte begränsad till Sverige utan även utländsk litteratur förekommer i rapporten. Detta för att få en bredare bild och utöka antalet relevanta ”träffar”. Vald litteratur är på svenska eller engelska.

Relevant litteratur har valts ut från kända databaser och sökningarna har i samtliga databaser begränsats med ett eller flera nyckelord som: construction management, BIM, JIT, partnering, efficiency, facility management. Litteratur har därefter valts ut baserat på inlednings/sammanfattningens relevans kopplat till denna rapport. Visst beaktande har även tagits till att litteratur med flertalet citeringar vägt något högre än de utan.

### 2.2 Intervjuer

Intervjuerna har genomförts under februari-mars 2020 och har skett med personer som arbetar inom byggbranschen i Sverige. Intervjufrågorna är baserade på litteraturstudier, reflektioner utifrån litteratur och kunskaper från tidigare kurser med syfte att fånga upp verkliga erfarenheter gällande metoderna och hur dessa fungerar i praktiken. För att få en så bred spridning som möjligt har personerna valts utifrån såväl kön/ålder som olika roller inom samhällsbyggnadssektorn.

Intervjustudien är ämnad vara kvalitativ snarare än kvantitativ för att undersöka hur specifika upplevelser/erfarenheter på ett personligt plan kan påverka synen på metoderna. Därav anses det i denna rapport vara en fördel att personerna har olika roller med olika mål. I framtida forskning skulle det dock vara möjligt att utifrån bland annat dessa intervjuer bygga upp en kvantitativ enkät för att kontrollera hur vanlig en viss uppfattning är i branschen.

#### 2.2.1 Valda intervjupersoner

##### 2.2.1.1 Projektledare 1 – (BIM, partnering, JIT)

Respondenten arbetar som projektingenjör inom byggproduktion och har gjort det under ett års tid. Respondenten har även tre års erfarenhet som projektingenjör inom anläggning. När denna rapport skrivs arbetar responderten i produktions-skedet och är just nu delaktig i nybyggnationen av ett större sjukhus i Västra Götalandsregionen.

Vid intervjutillfället angående JIT framgick att respondenten inte ansåg sig ha tillräcklig kunskap om metoden för att kunna reflektera kring den. Metoden ur ett projektledarperspektiv lämnas därför till framtida studier.

### **2.2.1.2 Projektledare 2 – (Partnering)**

Respondenten arbetar som affärsutvecklare för sjukhus men har tidigare arbetat som projektledare i cirka tolv år. Respondenten har varit delaktig i alla faser och i flertalet olika projekt där den övervägande majoriteten varit partnering-projekt med koppling till vården.

### **2.2.1.3 Forskare 1 – (BIM, partnering)**

Respondenten slutförde sin ingenjörsexamen 1988 och har sedan arbetat som forskare till och från inom byggbranschen under en sammanlagd tid på cirka 20 år. Respondenten har även erfarenhet inom statsvetenskap. Respondentens forskning innefattar alla faser av en “byggnads liv” och baseras på både kvantitativa och kvalitativa studier i form av bland annat case-studies, intervjuer, litteratur, fältstudier och enkäter.

### **2.2.1.4 Forskare 2 – (JIT)**

Respondenten arbetar som universitetslektor och forskar samt undervisar inom supply chain management. Respondenten doktorerade 2014 och har arbetat inom byggbranschen i åtta år. Respondentens forskning är kvalitativ och framförallt inriktad på produktion. Forskningen bygger på/består av bland annat case-studies, intervjuer och observationer. Respondenten har även tidigare erfarenhet av supply chain management inom intern-organisation och textil-branschen.

### **2.2.1.5 Förvaltare – (BIM, partnering, JIT)**

På grund av rådande omständigheter kopplat till Covid-19 kunde inte denna intervju genomföras. En förvaltares perspektiv och erfarenheter kopplat till metoderna lämnas därför till framtida studier.

### **2.2.1.6 Drift – (BIM, partnering, JIT)**

Respondenten arbetar som driftchef och har ett års erfarenhet inom byggbranschen. Respondenten är delaktig i till- och ombyggnadsprojekt samt mindre projekt som driften själva driver. Respondenten är således delaktig under hela “byggnadens liv” men främst i driftfasen.

Vid intervjutillfället framgick att respondenten inte ansåg sig ha tillräcklig kunskap om partnering och JIT för att kunna reflektera kring dessa. Dessa metoder ur ett drifts-perspektiv lämnas därför till framtida studier.

## 3 Teori

Denna del av rapporten syftar till att ge en teoretisk bakgrund till avgränsningen som gjorts med avseende på viktiga begrepp och hur dessa tolkats i rapporten.

### 3.1 Vad är hållbarhet?

En allmänt känd definition av hållbar utveckling återfinns i Bruntlandkommisionens rapport *Our common future*, (1987), ”En hållbar utveckling är en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov”. Denna rapport har definitionen i åtanke men utgår från hållbarhet som en ”modell” i tre delar: ekonomisk, social och ekologisk. Där både långsiktiga och kortsiktiga perspektiv anses viktiga för att kunna dra slutsatser kring en methods möjligheter respektive begränsningar. Hållbarhet som begrepp används ofta indirekt i rapporten.

### 3.2 Vad är effektivisering?

I denna rapport anses effektivisering vara ett relativt begrepp. Det vill säga att metoderna i jämförelse med varandra kan vara mer eller mindre effektiva. Att en metod är effektiv innebär i denna rapport att resultatet är av betydande kvalitet och att produktiviteten är hög. Det innebär även att vinningen/nyttan är stor i förhållande till insatsen. Att en metod är ineffektiv innebär således det motsatta. Att en metod är mer effektiv än en annan innebär i denna rapport att vid lika insats är utdelningen/vinningen större för den mest effektiva. Med effektivisering av byggbranschen menas att insatsen är konstant samtidigt som utdelning/vinningen ökar. Effektivitet och effektivisering som begrepp används ofta indirekt i rapporten.

## **4 Litteraturstudie**

### **4.1 Byggprocessens skeden**

Byggprocessen kan se något olika ut beroende på bland annat avtal, företag och projektyp. Nedan beskrivs processen generellt utifrån hur den tolkats i rapporten.

#### **4.1.1 Projektering**

Projekteringen är det första skedet efter det att en behovsanalys har genomförts. I detta skede sker upphandlingar och beslut fattas angående val av entreprenadform, funktioner, ytor, system med mera. Dokumentation tas fram för hur projektet ska planeras och genomföras med hjälp av flertalet handlingar; bland annat avtal, tekniska beskrivningar, ritningar, planhandling, systemhandling och programhandling.

#### **4.1.2 Produktion**

Produktionsskedet är det skede då projektet förverkligas fysiskt baserat på handlingar från projekteringen.

#### **4.1.3 Förvaltning**

När produktionen är avslutad och en godkänd slutbesiktning är gjord övergår projektet till förvaltningsskedet. Förvaltningsskedet är tidsmässigt det längsta skedet i objektets livstid och innefattar framförallt drift, underhåll och renoveringar till det att objektet fysiskt rivs.

## **4.2 BIM**

### **4.2.1 Bakgrund och användning**

BIM, ibland även kallat 4D/5D-CAD innebär att modellera byggbara objekt som till exempel hus, broar eller vägar digitalt i 3D. Dessa modeller kan sedan berikas med intelligent information som är relevant för modellens framtida användning (vilket utgör de två dimensionerna över 3D). Informationen kan avse fysisk och/eller funktionell data och kan vara väldigt detaljerad/detaljrik eller inte beroende på syfte (Svenska Institutet för Standarder, 2013). BIM-modellen innehåller tillskillnad mot 2D-CAD både geometrisk och icke geometrisk information om bland annat: förhållanden mellan komponenter, geografisk position, mängder, material med mera. BIM-modellen kan även användas vid framtagning av kalkyler, vid inventering och planering (Guillen m.fl., 2016).

Från BIM-modeller kan ”döda modeller” produceras. En ”död modell” kan jämföras med en pdf. Det vill säga all information i dokumentet finns tillgänglig men inga ändringar kan göras. Dock går det att göra markeringar och skriva kommentarer. Ur BIM-modellen går det även att producera ritningar för att se specifika detaljer ur olika vinklar och på varierande detaljnivå. Det är även möjligt att dölja en eller flera komponenter och ”röra” sig fritt i modellens alla riktningar tillskillnad mot 2D och pappersritningar. BIM-modellen visar även hur en förändring/förflyttning av något

påverkar samtliga vyer. Vidare är BIM-modellen kompatibel med diverse plug-in-tjänster för att kunna användas tillsammans med bland annat VR, GIS eller AR.

Värt att nämna är att det i dagsläget endast är 2D-ritningar som är giltiga som juridiska handlingar vilket medför att dessa mer eller mindre krävs i ett projekt. Det medför även att det ligger en viss tyngd i att hålla kvar gamla metoder till dess att även BIM-modellen är juridiskt bindande.

Enligt Shen m.fl. (2010), finns ett visst driv att utveckla och föra metoden framåt. I en undersökning av Shen m.fl. (2010), såg 67 % av de tillfrågade en trend med mer webbaserade samarbeten och projektledningssystem, 43 % såg även en integrering av programverktyg som följer projektets livscykel. Enligt Shen m.fl. (2010), har liknande studier gjorts i flertalet länder med liknande resultat.

Hampson och Brandon (2004) skriver om hur byggbranschen i Australien kan förbättras. Ur rapporten framgår nio punkter som extra viktiga, bland annat miljömässigt hållbara konstruktioner, förbättrad arbetsmiljö, välmående och utveckling av arbetskraft, tekniker för information och kommunikation kopplat till konstruktion samt virtuella prototyper för design, tillverkning och drift. För att kunna förverkliga visionen om en förbättrad byggbransch krävs utbildning och träning av både junior och senior arbetskraft. I rapporten framgår att det finns olika starka samband mellan de nio punkterna däribland stor potentiell påverkan av hållbarheten med hjälp av information- och kommunikationstekniker. Dessa tekniker kan till exempel innefatta kunskap och föreskrifter om hantering av olika program, överflödiga data, uppdatering av information, samt förlust och repetering av data (Guillen m.fl., 2016).

I andra länder har bland annat staten/regeringen själva gått in och ställt krav alternativt givit rekommendationer på användning av BIM i projekt av viss karaktär. Detta för att främja utvecklingen i branschen och för att kunna öka produktiviteten samt effektiviteten. Krav har även ställts på överlämning av data till förvaltningen (Guillen m.fl., 2016).

#### **4.2.1.1 Projektering**

I rapporten *Virtuell produktions planering med hjälp av BIM och visualisering*, skriver Roupé m.fl. (2014), att ”Tillgången på BIM-modeller möjliggör inte enbart en mer effektiv projektering utan också helt andra typer av informations- och diskussionsunderlag som kan användas i produktionsplanering” (s. 3).

Det finns i dagsläget möjlighet att kombinera BIM-modellen med olika program för att kunna utvinna mer än bara ritningar. Till exempel finns det mjukvaror för att kunna mängda och skapa en kostnadskalkyl utifrån modellen. När kostnadskalkylen skapas digitalt från BIM-modellen synkroniseras ändringar i modellen med kalkylen. Således innehåller kalkylen endast aktuell information med hjälp av några knapptryck. Alternativet till digital kalkylering är att göra det manuellt och räkna om efter varje revidering; vilket visat sig mindre tillförlitligt och mer tidskrävande. Vidare finns det även möjlighet att simulera/visualisera tidsplanen men även att kunna ”gå runt” i modellen med hjälp av till exempel VR-glasögon (Roupé m.fl., 2014).

Det är även möjligt att koppla ihop modellen med Virtual Design and Construction (VDC). VDC kan betraktas som ett arbetssätt som skapar en länk mellan BIM, de olika processerna, organisationen och mätetal (Eklund och Galliher, 2018).

Büchmann-Slorup och Andersson, (2010) skriver att BIM-modeller kan bidra till en större förståelse och ett ökat engagemang. Simuleringar har även en förmåga att stötta upp kommunikationen mellan de inblandade parterna. Dock finns i dagsläget svårigheter kopplat till simuleringar och framförallt BIM-modeller. Bland annat finns det utvecklingspotential när det kommer till att förbättra samordningen med hjälp av BIM (Zhou m.fl., 2012). Ett problem är att det saknas standardisering och interoperabilitet mellan programvaror som gör att informationsflödet och samverkan blir lidande (Büchmann-Slorup och Andersson, 2010). Detta är dock något som utvecklats med tiden. I dagsläget finns möjlighet att skapa IFC-filer som är kompatibla med nästan alla CAD-program.

För att skapa en gemensam målbild och kunna utnyttja samtliga kompetenser i ett projekt är det viktigt att tidigt involvera personer med olika kunskap och erfarenheter. Att få med de som ska utföra arbetet (underleverantörer och tillverkare) tidigt och utnyttja deras erfarenheter kan medföra att fel kopplat till tidsplanen byggs bort och att problem undviks i en högre utsträckning (Büchmann-Slorup och Andersson, 2010). BIM-modellen kan ses som ett sätt att minska mellanrummet/glappet mellan 3D-modelleringen i designfasen och planeringen i konstruktionsfasen.

I en studie av Roupé m.fl. (2019), baserad på workshops framgick att ytplaneringen förbättrades när slutkunden visuellt kunde överblicka och vara med och skapa sina framtida lokaler. Karlsson och Lönqvist (2019) studerade den kollaborativa dialogprocessen vid två workshops liknande de utförda av Roupé m.fl. (2019). Vid workshoppen fick deltagarna som kan betraktas som slutkund tillgång till VR-set och multi-touch table.

Roupé m.fl. (2019) genomförde workshops där deltagarna fick testa att skapa en operationssal medan deltagarna i Karlsson och Lönqvist (2019)s studie fick skapa ett klassrum. Från bägge studier framgår att slutkunden fick en tydligare förståelse för det faktiska rummet, att samtliga röster blev hörda och att arkitekten och projektören kunde få feedback direkt. Det visade sig även i bägge studier att det projekterade rummet inte var optimalt för den avsedda användningen vilket upptäcktes först när slutkunden befann sig i rummet med hjälp av VR-setet.

Båda studierna visade på flertalet fördelar men pekade även på framtida förbättringspotential vad gäller bland annat urval av möbler, optimering av antalet personer och indelning av grupper vid workshops.

I projekteringen är byggbarheten av stor vikt och BIM-modellen kan betraktas som ett hjälpmedel för att genomföra granskningar. Ett sätt att kontrollera byggbarheten och även kollisioner är att formulera en digital kravställning.

I vissa fall finns färdiga krav i exempelvis Plan-och bygglagen gällande till exempel avstånd för att säkra tillgänglighet.

Utifrån regler och krav kan en kravställning skapas. Med hjälp av kravställningen kan modellen sedan ”granska sig själv” med endast några knapptryckningar från

användaren. Programmet sammanställer sedan en lista över samtliga fel i modellen. Genom att klicka på respektive fel visar programmet upp det visuellt i modellen.

En nackdel med kontrollen är att även om själva granskningen inte kräver speciellt stor kunskap så kräver ändringarna och skapandet av modellen det. För att kunna granska med hjälp av kravställningen krävs att rätt information i form av BSAB-koder, CoClass, BIP-koder med mera finns angivet på rätt sätt. Är informationen bristfällig eller felaktig kan det medföra att fel inte upptäcks alternativt att det ser ut att finnas fler fel än vad som egentligen är fallet. Det är därför viktigt att beställaren har kunskap och förståelse inte bara för BIM-modellen utan även för vilken typ av information som bör finnas med (Do, 2016; Solibri, u.å.).

Med hjälp av BIM kan felaktigheter så väl som oförutsedda problem lättare identifieras genom kontinuerlig granskning. En styrka med BIM är att kunna identifiera, hantera och beakta dessa aspekter redan i ett tidigt skede och undvika att de ”följer med projektet” och inte uppmärksammas förens ute i produktionen när det redan är ”för sent” (Koo och Fischer, 2000). Generellt gäller att ju senare i byggprocessens skede en ändring görs desto dyrare och mer komplicerad blir den att genomföra.

#### **4.2.1.2 Produktion**

I dagsläget är det flesta program generellt utvecklade och anpassade för att användas i projekteringen snarare än produktionen. På samma sätt som det finns brist på kunskap kopplat till BIM bland UE och beställare saknas även kunskap bland yrkesarbetarna (Thorpö och Westerlund, 2019). En lösning är att förbättra användarvänligheten och utveckla redan existerande program. I en intervjustudie av Roupé m.fl. (2014), undersöktes huruvida implementeringen av en BIM-viewer och produktionsmodeller kunde underlätta arbetet på byggarbetsplatsen. Resultatet visade på positiva effekter och möjlighet för ökad produktivitet och en effektivare arbetsberedning. En av fördelarna var att yrkesarbetarna kunde kontrollera viktiga detaljer kopplat till bland annat installationer som inte fanns på befintliga ritningar. Studien visade även på efterfrågade förbättringar som till exempel filtrering, färgkodning och information om specifika komponenter något som i dagsläget är tillgängligt i BIM-modellen i projekteringen.

Enligt en studie gjord av Thorpö och Westerlund (2019) framgår att det uppstår en del problem i produktionen till följd av att BIM ännu är relativt ny metod i skedet. Problemen grundar sig framförallt på tidigare nämnda problem som okunskap och avsaknad av funktioner i tillgängliga program. I produktionen används BIM-modellen framförallt för att få en överblick över det som ska byggas; det krävs därför inte samma kunskap för att kunna hantera modellen som i projekteringsskedet. Från studien (Thorpö och Westerlund, 2019) framgår att en omfattande introduktion eller workshop samt möjlighet att kunna ställa frågor hade underlättat självutbildningen och troligtvis varit tillräckligt för att yrkesarbetarna ska kunna klara sig utan pappersritningar. Dock visade studien på att det finns en rädsla och brist på tillit till modellen kopplat till uppdatering/revidering av ritningar. Problemet bygger framförallt på osäkerheten och risken att bli ansvarig för att ha gjort fel vid motstridiga uppgifter.

Ytterligare ett problem som tas upp av Thorpö och Westerlund (2019) är svårigheten att implementera BIM med hjälp av mobil/surfplatta innan tätt hus. Det finns alltså förbättringspotential för att praktiskt kunna överblicka stora ytor på en liten skärm utomhus i dåligt väder (framförallt vid nederbörd). Thorpö och Westerlund (2019) noterar även att det krävs tillräcklig kapacitet och täckning för att kunna komma åt/ansluta till modellen som ofta är i behov av någon typ av nätverksuppkoppling.

#### 4.2.1.3 Förvaltning

Förvaltningsskedet (drift och underhåll) estimeras stå för ca 60 % av en byggnads totala kostnad (Guillen m.fl., 2016). I en studie av Gallaher m.fl. (2004) sponsrad av US National Institute of Standards and Technology (NIST) visade det sig att det årligen spenderas stora summor pengar (15.8 billioner USD under 2002) på grund av otillräckligt interoperabilitet mellan mjukvarusystem. Summan är framtagen med hjälp av intervjuer och enkäter och bör enligt (Gallaher m.fl. 2004) betraktas som konservativ. Förutom den höga kostnaden visade studien på att interoperabiliteten även påverkar effektiviteten (Gallaher m.fl. 2004). Två tredjedelar av kostnaden på grund av otillräcklig interoperabilitet av olika program kunde kopplas till förvaltningens drift och underhåll (Guillen m.fl., 2016).

Guillen m.fl. (2016), anser att BIM inte är eller bör ses som en ensam lösning på interoperabilitet utan metoden bör kopplas samman med facilitetsförvaltning (FM) och kapitalförvaltning (AM) för att uppnå ett helhetsperspektiv. Guillen m.fl. (2016), anser att det finns flera vinningar med att ha en lyckad kapitalförvaltning. Bland annat kan det öka förståelsen vid jämförelse av värden/kostnader kopplat till miljö, sociala kostnader, risker och kvalitet. AM systemen består vanligtvis av stora mängder av varierande information och data varför dessa ofta blir komplexa att hantera. Därav blir kontrollering och dokumentering av informationen ett kritiskt moment med stor påverkan på hur effektiv användningen av BIM blir i förvaltningsskedet. Att kunna kombinera all data på ett ställe ger en tydligare överblick vid värdering och analys av befintligt kapital och vid reinvesteringsbeslut.

En fördel med BIM är möjligheten att i förvaltningsskedet kunna scanna in objekt i efterhand. Med hjälp av till exempel Autodesk ReCap kan befintliga ytor skapas i CAD och BIM (Autodesk, u.å.). Dessa ytor kan sedan kopplas ihop eller jämföras med tidigare modeller eller användas för att skapa en modell för en fastighet som innan bara existerat på pappersritningar och i verkligheten. Fördelen med detta är framförallt att kunna undvika användning av utdaterad information. Nackdelen är att endast det som är synligt scannas, med andra ord måste information om till exempel material inuti väggar kompletteras manuellt.

En annan möjlighet är kombinera BIM med FIM (Facility Information Modeling), IoT (Internet of Things) och en digital tvilling. Chrabaszcz och Hellberg (2019) skriver att implementering av uppkopplade enheter och sensorer kan förenkla en optimerad användning av byggnader. Med hjälp av uppkopplade sensorer kan byggnaden övervakas i realtid samtidigt som insamlad data kan analyseras för att bättre förstå dess användningsområden. Datan och analyserna kan till exempel innefatta luftkvalité, nyttjandegrad av olika utrymmen, rörelsemönster eller kvarvarande livslängd på en specifik glödlampa. Chrabaszcz och Hellberg (2019) skriver dock att det finns vissa svårigheter kopplat till bland annat sensorerna i och med att det skapar

juridiska och etiska frågeställningar huruvida det är okej att "övervaka" personer; men även hur den insamlade datan ska kunna lagras på ett säkert sätt.

## 4.3 Partnering

### 4.3.1 Bakgrund och användning

Partnering är ett strukturerat sätt att samarbeta och innebär att samtliga involverade i ett projekt arbetar tillsammans mot ett gemensamt mål och stöttar varandra för att nå dit på bästa sätt. Syftet med metoden är att ta tillvara på alla kompetenser och skapa en gemensam vinning för att undvika scenarion som till exempel "beställare mot entreprenör" där parterna arbetar för sin egen vinning. En av grundtankarna med metoden är att slopa det egoistiska-tänkandet och ersätta det med ett "vi-tänk". I byggbranschen håller sig företag ofta en "armlängds avstånd" från varandra för att undvika beroende. Partnering kräver det motsatta. Det vill säga en gemensam kultur, förståelse för varandra och lika värderingar (Gadde och Dubois, 2012).

Enligt (Gadde och Dubois, 2012) är följande grundläggande kännetecken för partnering: *"Ett långsiktigt gemensamt åtagande mellan två eller flera organisationer med syfte att uppnå specifika affärsmål genom att på bästa sätt ta till vara alla medverkandes resurser. Detta kräver förändring från traditionella relationer till en gemensam kultur utan hänsyn till organisatoriska gränser. Relationer baseras på förtroende, hängivenhet till gemensamma mål och förståelse för individuella förväntningar och värden"* (s. 6).

Partnering kan delas in i två typer av samverkansformer; projektpartnering och strategisk partnering. Ljung och Sonne (2009), skriver att projektpartnering innebär projekt som upphandlats i konkurrens och där samverkan endast omfattar det upphandlade projektet. Vidare skriver Ljung och Sonne (2009) att strategisk partnering avser långsiktiga samarbeten där upphandlingen baserats på förtroende snarar än pris.

#### 4.3.1.1 Projektering

Om partnering ska användas i ett projekt är det viktigt att det beslutas så tidigt som möjligt oavsett mellan vilka aktörer det gäller. Partnering kan till exempel vara mellan beställare och entreprenör eller entreprenör och leverantör. Oberoende av vilka aktörer som är inblandade ställs liknande krav. Att införa partnering redan i projekteringen kan leda till förbättrad kommunikation och ett ökat engagemang från projektörer (Andersson och Gergesa, 2015). Detta i kombination med att tidigt satsa på gemensamma aktiviteter så som kick-offs och workshops kan ha stor betydelse för den potentiella vinningen.

Enligt Kadefors (2002) ses gemensamma aktiviteter ofta som något negativt då det tar tid och kostar pengar. Det bör dock betraktas som en investering för en förbättrad projektering. Kadefors (2002), betonar även vikten av att skapa gemensamma mål för att öka aktörernas intressen att nå den bästa gemensamma lösningen. Den uppnås bland annat genom att aktörerna blir "tvingade" (vid bland annat workshops) att lyssna på sina med-aktörers önskemål och åsikter men även att de tydliggör sina egna behov tidigt. Vidare är det även viktigt att välja rätt personer och att i samband med upphandlingen genomföra intervjuer. Kadefors (2002) menar att det är viktigt att välja

rätt personer och att dessa bör vara duktiga/beredda på att ta ansvar och ha en förmåga att kunna kommunicera öppet för att metoden ska vara lönsam.

Enligt Loraine och Williams (2000) krävs även ett engagemang för att motverka de kulturkrockar som annars lätt uppstår vid skapandet/initieringen av täta relationer i byggbranschen. Loraine och Williams (2000) menar på att det finns en tendens i branschen att fokus läggs på att hitta vem som orsakat ett problem snarare än att hitta en lösning. Det föreligger även problem i att enskilda aktörer inte vill upplevas som ansvariga och att det därav skapas en bristande tillit. Loraine och Williams (2000) menar därför att det är viktigt att sätta upp en ram tidigt gällande förväntningar kopplat till bland annat beteende och attityd som sedan fastställs av samtliga aktörer under en gemensam workshop. Ramen kan även utfärdas i form av ett kontrakt, en så kallad partneringdeklaration som skrivs på av samtliga inblandade.

I en studie undersökte Eriksson (2011) fyra projekt som bedrevs av samma svenska gruvföretag. Trots att projekten bedrevs av samma företag förekom skillnader kopplat till implementeringen av partnering. Eriksson (2011) identifierade fyra aspekter/dimensioner: "Width: How many and which companies shall get involved?", "Depth: What people in the companies should get involved?", "Duration: When and for how long shall they get involved?" och "Intensity: How intense shall we collaborate?". Eriksson (2011) skriver att det är vanligt att partneringprojekt tenderar att fokusera på beställare-entreprenör trots att UE, konsulter och leverantörer även de har en stor roll i projekten. Om fokuset stannar vid beställaren och entreprenören finns en risk att även "partnering-tänket" gör det. Därför bör samtliga nyckelaktörer och även nyckelpersoner involveras tidigt, det innefattar bland annat slutkunden.

Fortsättningsvis skriver Eriksson (2011) att partnering är en blandning av obligatoriska och frivilliga moment. Där de obligatoriska bland annat innefattar utvärdering av anbud samt verktyg för att kunna samarbeta, till exempel workshops och/eller gemensamma tekniker för att hantera konflikter. Eriksson (2011) skriver att de frivilliga momenten bland annat innefattar incitament, möjlighet till bonus och gemensamma projektkontor. Eriksson (2011) studie visade att en gemensam belöning var att föredra då det stärkte samarbetet i projekt. Den gemensamma belöningen bör dock inkludera alla inblandade som bidragit till arbetet för största positiva effekt. När aktörerna fick belöning för sina prestationer enskilt fanns en risk att de suboptimerade sitt eget arbete.

Chan m.fl. (2006) studerade sex partneringprojekt (två i offentlig sektor, två i privat sektor och två inom infrastruktur). Studien visade att samtliga projekt höll budget och att tre av sex blev klara vid slutdatum och tre innan.

Chan m.fl. (2006) poängterar dock att partnering inte är lösningen på alla problem utan ett sätt att förbättra kommunikationen samt undvika missförstånd och konflikter, dock kräver det mycket arbete och engagemang från alla inblandade för att bli lyckat.

Som tidigare nämnt är workshops av stor vikt. Chan m.fl. (2006) skriver om en kombination av tre sorters workshops: "Initiala", "pågående" och "avslutande". Den "initiala" är den första workshopen som sker i ett tidigt skede med syfte att bland annat skapa gemensamma mål, ta fram en handlingsplan samt diskutera kritiska

framgångsfaktorer, "konflikthanteringstrappan" och de olika aktörernas styrkor. Konflikthanteringstrappan innebär att konflikter hanteras på så "låg" hierarkisk nivå som möjligt. Detta uppnås genom att försöka lösa varje konflikt två gånger inom två dagar innan problemet "får gå" vidare till nästa "högre trappsteg".

De "pågående" workshoparna sker under projektets gång med syfte att bland annat se över hinder och diskutera strategier, åtgärder och möjligheter. Efter att projektet är avslutat sker den "avslutande" workshopen med syfte att bland annat utvärdera och diskutera vad som gått bra/dåligt. Detta för att kunna lyfta fram samtliga involverades upplevelser och åsikter samt för att utnyttja kunskapsåterföringen i gruppen och lära till framtida projekt.

#### **4.3.1.2 Produktion**

Så vitt författaren av denna rapport vet finns ingen specifik forskning kring partnering i produktionsskedet, dock nämns det ibland "i förbifarten". Som tidigare nämnt i kapitel 4, avsnitt 4.3.1.1 skriver Chan m.fl. (2006) om pågående workshops.

Eriksson (2011) skriver om vikten av att involvera arbetare från produktionen redan i projekteringen för att dessa ska kunna förstå syftet med partnering i det specifika projektet; men även för att "partneringtänket" ska följa med ut i produktionen. Vidare betonar Chan m.fl. (2006) att det tar tid att bygga upp en gemenskap och sätta sig in i "partneringbetendet". För att inte tappa "partneringtänket" när projektet byter fas är det därför viktigt att fortsätta ha ett gemensamt projektkontor för att behålla närheten och minska risken att de involverade faller tillbaka till sina traditionella roller (Eriksson, 2011).

#### **4.3.1.3 Förvaltning**

Partnering är inte en metod som egentligen används/tillämpas i förvaltningsskedet då driften ofta har egna resurser för att genomföra projekt utan utomstående arbetskraft. Metoden kan däremot användas vid större renoveringsprojekt så som ombyggnationer. Det finns eventuellt även möjlighet att på samma sätt som partnering idag ofta används i projekteringen applicera arbetssättet även i förvaltningen. Ett nära samarbete och en samverkan behöver inte nödvändigtvis vara beställare - entreprenör. Det skulle lika gärna kunna vara mellan drift och kund. Dock är det oklart hur lönsamt ett sådant partnering-förhållande skulle vara. Så vitt författaren av denna rapport känner till finns ännu inte någon forskning om detta.

## **4.4 JIT**

### **4.4.1 Bakgrund och användning**

JIT/Just-in-time begreppet kommer ursprungligen från bilindustrins Lean. Liker har i sin bok *The Toyota Way: Lean för världsklass* (2009), delat in Lean i fyra olika avdelningar: 1. "långsiktigt tänkande", 2. "rätt process ger rätt resultat", 3. "tillför organisationen värde genom att utveckla personal och samarbetspartners", 4. "att ständigt söka grundorsaken till problem driver på lärandet inom organisationen". JIT innehåller dessa fyra avdelningar men handlar framförallt om logistikplanering och att få rätt material på rätt plats i rätt tid. Tanken är även att minimera upplagsytor och slippa förvara material på byggarbetsplatsen.

Tidigare forskning har visat på att antalet godstransporter på vägar ökar i Sverige. Transporter till och från byggarbetsplatser stod 2010 för cirka 20 % av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser (Sveriges Byggingustrier, 2010). Ett stort byggprojekt kan under en period mellan ett och ett-och-ett-halvt år mottaga omkring 100 000 transporter (Dubois m.fl., 2019). Av alla dessa transporter är det få som lever upp till de förväntade/ställda kraven.

I en studie kopplad till nybyggnationen av ett äldreboende för 6-10 miljoner EUR ansatte Thunberg och Persson (2014) att en ”perfekt transport” är en transport som innehåller rätt produkter, kvantitet, dokument, kvalitet och utan skador. Vidare skall även leveransen ske på rätt plats i rätt tid. Vid matematiska beräkningar enligt Supply chain operations reference (SCOR) modellen och Perfect order fullfilment (POF) visade det sig att endast 38 % av de undersökta transporterna var ”perfekta”. Resultaten visade även att den största utmaningen var att leverera material i rätt tid, endast 69 % av transporterna uppfyllde tids-kravet medan 98 % levererades utan skador. Studien visade även att dörrleverantörer endast klarade av att leverera i tid 33 % av gångerna medan fönsterleverantörerna klarade 80 %. Logistik är därför inte bara en miljöfråga utan även en kostnads- och kvalitetsfråga (Sveriges Byggingustrier, 2016).

#### **4.4.1.1 Projektering**

För att kunna dra nytta av fördelarna med JIT är det viktigt att bestämma sig för om metoden ska användas så tidigt som möjligt eftersom det underlättar och stärker logistikplaneringen. Enligt Sveriges Byggingustrier (2016) ligger den största effektiviseringspotentialen i att förbättra kopplingen mellan byggplatslogistiken och försörjningslogistiken. Byggplatslogistik innefattar aktiviteter utförda internt på byggarbetsplatsen medan försörjningslogistik berör anskaffning av material och leveranser till byggarbetsplatsen.

Ökad urbanisering och komplexitet i projekt medför att samspelet mellan den externa och interna logistikhanteringen får allt större betydelse. Det är därför viktigt att det finns en stark samverkan och gärna också ett långsiktigt samarbete mellan aktörerna. För att uppnå en lyckad logistik krävs logistikinstruktioner i upphandlingen gällande frågor som till exempel leveransprecision, transport, hantering och minimerad lagring av material på plats. För att öka förståelsen och komma fram till en så optimal lösning som möjligt är det därför av stor vikt att även underentreprenörer (UE) får ta del av APD-planen i ett tidigt skede (Sveriges Byggingustrier, 2016).

Enligt Ying m.fl. (2014) är det vanligt med bristande planering på flera nivåer. På kontraktsnivå är logistikplaneringen ofta limiterad vilket ger negativa följder i produktionen. En bra logistikplanering innebär minskat antal oplanerade leveranser genom att redan i ett tidigt skede prioritera optimering av materialflöden och ledtider framför planering av användningen av resurser (Sveriges Byggingustrier, 2010). Att minska mängden oplanerade leveranser kan även medföra en förbättrad fyllnadsgrad, det vill säga hur mycket av till exempel en lastbils fulla kapacitet som används. En god planering ger även större flexibilitet vid val av transportslag och möjliggör användning av mer tidskrävande, miljövänligare alternativ.

Enligt Sveriges Byggindustrier (2010) är det beställaren som i första hand har möjlighet att påverka och skapa förutsättningarna för logistikoptimeringen i hela kedjan. Därför bör stor vikt läggas på att beställaren har den kunskap som krävs för att kunna ställa krav och följa upp dessa i projekt. Val av entreprenadform kan även det ha betydelse och bör beaktas. Vid exempelvis totalentreprenad skapas större möjligheter för entreprenören att vara delaktig i planeringen tidigt, vilket kan underlätta optimeringen i det fall entreprenören besitter en helhetssyn av logistikplaneringen (Sveriges Byggindustrier, 2010).

#### 4.4.1.2 Produktion

I produktionen finns det möjlighet att använda sig av flertalet hjälpmedel för att uppnå en förbättrad logistik. Vid JIT är det ännu viktigare än vid traditionella metoder att leveranserna sker vid rätt tid eftersom lagerhållningen ofta är begränsad. För att underlätta planeringen i produktion finns bland annat digitala molnbaserade leveransplaneringsverktyg. Ett exempel på ett sådant verktyg är LogNet som fungerar snarlikt en kalender med tidsbokning där framförallt leverantörerna ansöker om en tidslucka. Tidsluckan måste sedan godkännas av logistikansvarig för att leverans ska få ske (Bygglogistik, u.å.).

Baserat på platsobservationer av Ying m.fl. (2014) vid ett projekt med ca 6 300 transporter framgick att det inte fanns någon övervakning/kontroll om den givna tidsluckan för leveransen var tillräcklig respektive otillräcklig. Kontroller gjordes endast för att se till att tidsluckor inte blev dubbelbokade. Det medförde att i det fall då en leverans tog längre tid än väntat fick samtliga efterföljande leveranser vänta på sin tur. Från observationerna framgick också att förare sällan meddelade byggarbetsplatsen om eventuella hinder och inte heller lämnade notifiering om att de var på väg. Observera att den undersökta byggarbetsplatsen inte använde sig av molnbaserade leveransplaneringsverktyg utan white-board och penna. Kvarstår gör dock problematiken om de givna tidsluckorna är tidsmässigt korrekta eller inte.

Som tidigare nämnt i kapitel 3, avsnitt 3.3.3 finns en problematik med att leveranser inte kommer i tid. Ett sätt att bemöta problemet är genom att ha omlastningsstationer/centrallager där flertalet aktörer/leverantörer kan förvara material under en kortare tid för att sedan lasta gemensamt i till exempel en större lastbil för att öka fyllnadsgraden och för att kunna använda sig av mindre transportfordon till stationen. En sådan central medför större flexibilitet i leverans- och ruttplaneringen (Sveriges Byggindustrier, 2010). Dock fungerar endast samlastningen i det fall då materialet/varorna behövs/kan tas emot vid samma tidpunkt utan att det behövs lageryta på byggarbetsplatsen. Ett annat alternativ är att ha en ”checkpoint” i närheten av byggarbetsplatsens infart utrustad med vakt och grindsystem. ”Checkpointen” samverkar med logistiksystemets tidsluckor och endast inbokade lastbilar som kontrollerats får köra in på byggarbetsplatsen (Sveriges Byggindustrier, 2016).

Ett tredje alternativ som kan kombineras med de tidigare nämnda är att anlita en bygglogistikspecialist. I en studie av Sveriges Byggindustrier (2016) av en om- och tillbyggnad av ett sjukhus hade bygglogistikspecialisten ansvar för byggplatslogistiken, schemalagningen av inleveranser, materialhantering, APD-

planer med mera. Logistikspecialisten skötte alla leveranser efter ordinarie byggarbets tid och placerade ut materialet på rätt plats så att yrkesarbetarna hade allt förberett när de började arbeta på morgonen. Resultatet blev en säkrare produktionsprocess med lägre kostnader eftersom bortfall av material på grund av spill och skador kunde undvikas i en högre grad än vanligt. Även nyttjandegraden av resurser höjdes i och med att kranar och hissar kunde användas till logistik under kvällarna och till ordinarie byggproduktion under byggarbets tid. Att entreprenören inte behövde lägga tid på materialhanteringen medförde att de istället kunde fokusera på sin kärnverksamhet, något som fick blandade reaktioner. Enligt Sveriges Byggingustrier (2016) upplevde vissa entreprenörer att det var en ”välbehövlig paus” medan andra tyckte det var positivt att inte behöva ”springa runt och leta efter material”.

Ett fjärde alternativ som också går att kombinera med tidigare nämnda är att använda sig av intelligenta transportsystem (ITS) och ruttplanering. På så sätt blir det lättare att övervaka trafiken samtidigt som det ger en överblick över de olika leverantörernas lager. Det förenklar även för samtransporter, gör det enklare att identifiera den bästa körsträckan och skapar jämnare flöden vilket gynnar både miljön och hälsan (Sveriges Byggingustrier, 2016).

#### **4.4.1.3 Förvaltning**

Eftersom det flesta leveranser sker i produktionsskedet och planeras i projekteringsskedet finns det antagligen ingen användning för metoden i förvaltningsskedet. På samma sätt som det inte finns någon egentlig vinning med att satsa på JIT i mindre projekt finns det kanske inte heller någon anledning att implementera det i förvaltningen då det eventuellt komplicerar mer än det ger. Dock förekommer liknande problem i förvaltningsskedet som i produktionsskedet, framförallt brist på lageryta. Därför kan det vara värt att förstå metoden för att effektivt kunna planera sin logistik och implementera en mindre utarbetad version även i förvaltningen. På grund av att metoden i dagsläget inte tillämpas i skedet finns inte heller någon forskning om detta så vitt författaren av denna rapport känner till.

Värt att nämna är att det kan finnas kopplingar mellan JIT i tidigare skeden och kvalitén på slutprodukten (Sveriges Byggingustrier, 2016). Därav har metoden en viss inverkan på bland annat drifts- och renoveringskostnader.

## **5 Intervjuer**

### **5.1 Sammanfattning av intervjuer**

Sammanfattning av det som kommit fram under intervjuerna med intervjufrågorna som främsta underlag.

#### **5.1.1 BIM**

##### **5.1.1.1 Projektledare 1**

Respondenten har själv använt BIM i sitt arbete och upplever att det är kostsamt men användbart i större projekt. I små projekt anser respondenten att det är mer lönsamt att hitta en lösning på plats ute i produktionen. En fördel med användningen av BIM som respondenten nämner är möjligheten att utföra kollisionskontroller mellan olika aktörer. Exempelvis kan El och Ventilation kontrollera att de inte placerat sina elstegar och kanaler så att det är i vägen för varandra.

Respondenten berättar att det är viktigt att försöka hitta en lämplig ambitionsnivå i projekten. För att hitta en lämplig nivå värdesätts olika parametrar för att prioritering ska kunna ske avseende tid, kostnad, projektets komplexitet och innehåll för beställare. Exempelvis kan vissa delar av ett projekt modelleras i BIM medan andra ritas upp separat i till exempel 2D-CAD. Detta kan enligt respondenten vara mer lönsamt vid mindre komplexa projekt. I mindre projekt kan de disciplinerna som i det specifika projektet anses vara kritiska ritas upp i BIM för att kollisionskontroller och så vidare ska kunna utföras.

Respondenten upplever att det funnits ett visst motstånd kopplat till metoden för två-tre år sedan men att det minskat med tiden och att BIM är mer accepterat idag. Vidare upplever respondenten att det finns problem med att beställare inte har tillräcklig kunskap om vad de vill få ut av BIM-modellen; vilket medför en risk att inblandade aktörer lägger tid på att producera onödig data och att förvaltningens potentiella användning av modellen glöms bort.

Enligt respondenten skall krav avseende kommunikation vara kravställt i beställarens förfrågningsunderlag för att undvika problem som att olika aktörer har olika nollpunkt i sina koordinatsystem. Om olika aktörer har olika koordinatsystem innebär det att modellerna inte kan kopplas ihop till en gemensam BIM-modell och kollisionskontroller kan då inte genomföras. Vidare berättar respondenten att det alltid finns problem med att brist på kunskap hos en person kopplat till metoden kan medföra problem för flera personer. Respondenten anser att personer bör utbildas så att de har grundläggande kunskap innan de kopplas in i ett projekt och att personer som har svårt kan ha externt stöd.

##### **5.1.1.2 Forskare 1**

Respondenten forskar inom bland annat BIM och upplever att det finns ett motstånd i branschen kopplat till metoden men att det främst handlar om att överkomma barriärer. För att överkomma dessa barriärer krävs bra ledarskap. Fortsättningsvis berättar respondenten att BIM ofta framställs som modernt och ”vägen framåt” därav föreligger en risk att aktörer inte vill prata negativt om metoden även om de upplever

den som sådan. Respondenten berättar även att vissa företag använder sig av BIM på grund av efterfrågan och inte för att de själva ser någon ekonomisk vinning i det. Mycket på grund av att BIM ibland anses komplicerat och tidskrävande utan att ge bättre resultat. Respondenten berättar också att byggherren kan ha svårt att ställa krav på grund av bristande kompetens men att till exempel UE kan ställa krav på sig själva för att utveckla BIM istället för att vänta på krav från "någon annan".

Respondenten har själv varit delaktig i en studie där enkäter skickades ut till 350 projekt. Resultatet visade en kostnadsreduktion på 14 % vid användandet av BIM. Dock visade det sig att det endast är ekonomiskt lönsamt för vissa discipliner, för till exempel el-disciplinen var det inte ekonomiskt lönsamt. För att öka vinningen bör standard-bibliotek utformas med vanligt förekommande komponenter. Respondenten menar även att alla discipliner kanske inte heller "hör hemma" i BIM-modellen eftersom det ger en väldigt laddad modell. Istället är det bättre att satsa på integreringen av de i det aktuella projektet viktigaste disciplinerna (med hänsyn till mottagaren) för att kunna granska och genomföra kollisionskontroller mellan disciplinerna.

Fortsättningsvis berättar respondenten att det finns problem med kommunikation kopplat till modellen. Det är exempelvis vanligt med falska krokar och att olika discipliner använder olika koordinatsystem. Bortsett från detta anser respondenten att kollisionskontroller är fantastiskt bra och att det gör stor skillnad att kunna identifiera dessa i ett tidigt skede.

Respondenten berättar att brist på kunskap hos en person kopplat till metoden kan medföra problem för flera personer och även att en del av den potentiella vinningen går förlorad. Generellt läggs inte tillräckligt med tid och resurser på kompetensutveckling på grund av tidspress i projekten men konsekvenserna syns även i senare skeden. Det finns exempelvis risk i förvaltningen/driften att avsaknad kompetens medför att modellen inte uppdateras. Respondenten menar att det är viktigt att se affärsvärdet i modellen och inte fastna i att arbetet endast ska vara fysiskt, i och med att det inte går att lukta/knacka/okulärt besiktiga exempelvis väggar i BIM-modellen. Dock kan modellen visa genomskärningar, lager, specifik data för berörda komponenter och så vidare som kanske inte syns i verkligheten utan åtgärder.

Respondenten menar att det är viktigt att hitta en balans mellan BIM och verkligheten och ger exempel på två stereotyper.

Den ena personen är en ung BIM-entusiast som inte kan bygga något i verkligheten. Den andra är en äldre person som byggt hus hela sitt yrkesliv men som inte har kunskap i BIM. För att få ut mesta möjliga av metoden behöver dessa två kunna dra nytta av varandra och arbeta tillsammans.

Vidare berättar respondenten att BIM idag framförallt används som ett projekteringsverktyg där den stora vinningen ligger i en effektiv mängdning. Dock har metoden även börjat användas mer i produktions-skedet. Respondenten nämner även VDC som ett försök till att kombinera BIM och partnering och är öppen till en eventuell framtida kombination med även JIT. Respondenten anser dock att produktionen blir mer jämn utan implementering av JIT.

### 5.1.1.3 Drift

Respondenten har inte använt sig av BIM i sitt arbete men har sett det användas i projekt. Respondenten upplevde dock att det blev tydligare för alla inblandade med BIM och att risken för missförstånd mellan olika discipliner minskade.

Respondenten har inte upplevt att det finns något motstånd eller brist på kunskap inom branschen kopplat till metoden men påpekar att det kan bli problematiskt om inte alla inblandade klarar av att hantera modellen. Det bör därför finnas en kombination av BIM och nuvarande arbetssätt till dess att alla är insatta i metoden. Respondenten anser även att det finns en risk att inblandade aktörer lägger tid på att producera onödiga data och att förvaltningens potentiella användning av modellen glöms bort och att ”man proppar in allt man kan tänkas få fram bara för ”att man kan””.

Vidare berättar respondenten att driften har stora problem med att ritningarna inte uppdateras och att det därför kan bli ett stort bekymmer att BIM-modellen inte uppdateras. Exempelvis att en disciplin byter ut alla lampor i en lokal och glömmet uppdatera modellen med den nya informationen vilket gör att driften ändå måste gå ut på ”plats” och kontrollera vilka komponenter som ska beställas när de till exempel ska byta glödlampa i de nya lamporna. Alternativt att driften endast kollar modellen och beställer glödlampor som är anpassade efter tidigare (nu felaktiga) lampor.

## 5.1.2 Partnering

### 5.1.2.1 Projektledare 1 + 2

Bägge respondenter har erfarenhet från att ha arbetat med partnering, dock har projektledare 2 erfarenhet från samtliga skeden och flertalet projekt. Projektledare 2 upplever att partnering medför bättre arbetsklimate och berättar att det är bra för stora, komplexa projekt samt projekt som ligger i framkant med mycket nytt. Komplexa projekt kräver mycket av de inblandade och systemet behöver växa fram vilket partnering tillåter. Projektledare 2 berättar att partnering medför att den som är mest lämpad ”tar uppgiften”, på så sätt kan alla inblandades kompetenser tillvaratas på bästa sätt. Partnering ger även närmare kontakt med beställaren vilket medför att det blir lättare att ta beslut. Det ställer därför också större krav på beställare och entreprenör att vara engagerad och närvarande. Detta är dock inget projektledare 1 märkt av.

Partnering innebär att arbeta för projektets bästa. Projektledare 2 berättar att det ibland kan vara svårt att veta vad som är projektets bästa och vem som ska ta det beslutet. Både projektledare 1 + 2 berättar att partnering är kostsamt och resurskrävande och att det därför inte är värt att satsa på metoden i mindre projekt. Partnering kostar framförallt i början och det är viktigt att satsa på workshops eller samarbetsövningar i ett tidigt skede då det kan ge väldigt mycket positivt senare i projektet. Framförallt berättar projektledare 1 + 2 att partnering eliminerar ÅTA-arbeten vilket annars är en stor kostnad i många projekt.

Projektledare 2 berättar att några av de viktigaste parametrarna för att lyckas med partnering är ”öppna böcker”, mognad, ömsesidigt förtroende, en tro på metoden och en egen vilja att arbeta med den. Vidare berättar projektledare 2 att det inte är alla

aktörer i ett projekt som behöver vara inblandade i partnering utan det är framförallt viktigt att de som har stor påverkan på projektet är med. Alla kan inte och bör kanske inte heller vara med helt ut. Projektledare 2 berättar att det är nödvändigt att ha kompetenta människor. Det är därför viktigt att inte gå på ramavtal utan istället utvärdera, hålla intervjuer och eventuellt anordna en tävling för att hitta rätt personer. Det är av stor vikt att de valda personerna har de rätta kompetenserna men även den rätta inställningen för att undvika merarbete och irritation.

### **5.1.2.2 Forskare 1**

Respondenten forskar inom bland annat partnering och har varit delaktig i tre studier där enkäter skickades ut (2013, 2014, 2018). De tre studierna visade på en utveckling och förbättring av metoden över tiden. Enkäterna från 2013 visade att det kostade mer att använda partnering än traditionella metoder. Enkäterna från 2014 visade även de att kostnaden var större dock var de inblandande nöjdare över resultatet. Slutligen visade enkäterna från 2018 att användningen av partnering var ekonomiskt lönsamt och att de inblandade var nöjdare över resultatet.

Respondenten berättar att partnering är en samarbetsform som kan utföras på flera olika sätt och att det finns 10–15 olika svar på vad metoden innebär. Samverkan är en berg-och-dalbana och partnering innebär att projektet görs som ett lag. Därav blir projektet beroende av de involverades erfarenheter och förmåga att koordinera samt samarbeta. Det är även viktigt att ha en tro på metoden, ”öppna böcker”, ärlighet, tillit och engagemang.

Respondenten berättar att det är bra med kick-offs vid tillämpning av partnering då det är ett relativt ”luddigt” begrepp. Kick-offs kan användas för att diskutera och komma fram till en i det aktuella projektet gemensam bild. Hur metoden ska användas och vad resultatet av det blir i slutändan beror på de inblandades visioner och tolkningar. Respondenten berättar att det finns stora risker med metoden och att det därför inte är värt att satsa på partnering om osäkerhet föreligger. Respondenten anser även att det är viktigt att hålla sig till antingen partnering eller en mer traditionell metod och inte byta när det inte fungerar utan istället bemöta eventuella problem.

### 5.1.3 JIT

#### 5.1.3.1 Forskare 2

Respondenten forskar inom bland annat JIT och har märkt stor skillnad kopplat till metoden under de senaste åren. För sju-åtta år sedan fanns ett visst motstånd men idag är metoden accepterad och tillhör de större aktörernas vardag. Detta på grund av bland annat urbaniseringen som tvingat fram principen ur ett byggplats-perspektiv. Dock nämner respondenten att det är många aktörer som använder sig av JIT utan att ”veta om det”. Respondenten nämner även att det inte bara är tvånget som drivit utvecklingen av metoden utan även det faktum att de som utövat metoden sett vinningen i det.

Respondenten berättar att JIT som metod ställer höga krav på leverantören som fått anpassa sig efter förändringarna som det medfört avseende bland annat märkning, spårbarhet och klockslags-leveranser. För fem år sedan var det svårt att få med sig leverantörerna på detta men idag är det inga problem eftersom de nu gjort den omställningen.

Utvecklingen av JIT är även kopplat till den ökade industrialisering av byggbranschen med leveranser av exempelvis stora prefab-element som måste monteras direkt. Vidare berättar respondenten att digitaliseringen stärkt metoden med bland annat app-lösningar, spårning och kontakt med förare samt tidsbokningar.

JIT innebär minskad lagerhållning på plats vilket i sin tur medför mindre materialhantering. Respondenten berättar att vid användning av mer traditionella metoder flyttas ett kolli i genomsnitt sju gånger på byggarbetsplatsen. Det är även vanligt att yrkesarbetare till följd av detta behöver leta efter sitt material på byggarbetsplatsen. Viktigt att komma ihåg är att JIT påverkar olika discipliner på olika sätt. Discipliner som är aktiva i ett tidigt skede som exempelvis mark och grundläggning har gott om plats och påverkas därför inte lika mycket som senare discipliner med många små leveranser.

Respondenten berättar att implementering av JIT ställer krav på planering och framförhållning vilket medfört positiv påverkan på arbets säkerheten i och med att leveranser planeras noggrant och krav ställs på packning och märkning redan i ett tidigt skede. Således får de inblandade mer kontroll och arbetet blir mer strukturerat än vid spontana leveranser. Brist på plats medför även att avfall måste tas omhand vilket till viss del motverkar olyckor på byggarbetsplatsen.

JIT ställer även krav på kompetens hos de inblandade kopplat till framförallt logistikplanering vilket medfört att ett antal företag valt att specialisera sig (logistikspecialister). Respondenten berättar att det framförallt är dessa företag som driver utvecklingen av metoden och tillhörande digitala hjälpmedel. I dagsläget ligger den största vinningen i ekonomin men skärpta lagstiftningar medför att även ekologin spelar roll. En risk med dålig logistikplanering är att det medför låg fyllnadsgrad och fler transporter. Respondenten berättar att det därför är viktigt att besluta om JIT ska implementeras i ett projekt eller inte så tidigt som möjligt. Om logistikspecialister ska användas är det bra om dessa handlas upp innan entreprenören.

## 6 Diskussion

### 6.1 Möjligheter och begränsningar

Nedanstående tabeller 1–3 är författarens egna reflektioner, baserat på framförallt litteraturstudier, intervjuer, övriga källor och kunskap från studier vid Chalmers Tekniska Högskola. Observera att dessa reflektioner således inte nödvändigtvis är vetenskapligt prövade.

#### 6.1.1 BIM

Tabell 1. Tabellen visar potentiell positiv/negativ påverkan vid specifika val kopplat till BIM. Färgerna och symbolerna innebär: grönt (+) = positivt, rött (-) = negativt och gult (+/-) = relativt.

<b>BIM</b>					
<b>Scenario/ åtgärd</b>	<b>Påverkan ekonomiskt</b>	<b>Påverkan socialt</b>	<b>Påverkan ekologiskt</b>	<b>Total påverkan kort sikt</b>	<b>Total påverkan lång sikt</b>
Brist på kunskap kopplat till metoden	<p><i>Kostnaden kan ses som initial då erfarenhet byggs upp under tiden ett projekt fortgår och tas sedan med till framtida projekt. Dock finns en risk att felaktiga kollisioner inte upptäcks och att dessa fel följer med modellen under en längre tid.</i></p> <p><i>Finns även risk att olika aktörer använder olika koordinations-system samt att data skapas i onödan alternativt inte skapas alls.</i></p> <p><i>Finns olika risker i de olika skedena men en av de största riskerna är att modellen skapas i projekteringen utan hänsyn till senare skedens kunskapsnivå och nytta.</i></p>	<p><i>Att använda BIM utan tillräcklig kunskap för att kunna behärska metoden kan leda till oönskade konflikter.</i></p>	<p><i>Eftersom modellen är digital kan den modifieras och användas på flera digitala enheter samtidigt. Detta innebär att BIM-modellen inte nödvändigtvis behöver skrivas ut på papper eller fraktas fysiskt efter varje revidering. Det vill säga traditionella ritnings-leveranser undviks.</i></p> <p><i>Det är möjligt att återuppta och förbättra modellen i framtiden när ytterliggarekunskap finns.</i></p>	-	+/-

<p>Kommunikation med slutkunden med hjälp av BIM</p>	<p><i>Att kommunicera med slutkunden är av yttersta vikt i och med att det är dessa som ska nyttja det som producerats. Att kunna visualisera och enkelt ändra i en modell är därför viktigt för att bland annat kunna minska missförstånd, speciellt i de fall då slutkunden inte själv är van med "byggtermer" och ritningar.</i></p>	<p><i>Kommunikation med slutkunden kan vara olika mycket krävande, beroende på hur insatt denne är i byggbranschen och det aktuella projektet samt hur stort intresse denne har av att vara involverad.</i></p>	<p><i>Att ha en öppen kommunikation med slutkunden kan medföra bättre och mer långsiktiga val i och med att slutkunden känner till sin egen verksamhet och dess framtida behov.</i></p>	+	+
<p>Bristande krav på BIM från beställare</p>	<p><i>Bristande och/eller otydliga krav kan medföra att fel data skapas eller att för lite/för mycket data skapas. (Att skapa data kostar pengar.) Dock kan bristande krav eventuellt ses som en frihetsgrad för aktörer som själva ligger i framkant och har höga krav på sig själva.</i></p>	<p><i>Bristande och/eller otydliga krav kan bidra till oönskade konflikter angående vem som är ansvarig för vad, vad som ska skapas, för vem det skapas och så vidare.</i></p>	<p><i>Vid bristande och/eller otydliga krav finns en risk att BIM-modellen som skapas inte uppfyller de oskrivna förväntningarna och således inte används. Den potentiella nyttan går då förlorad. Dock finns möjligheten att återuppta och förbättra modellen i framtiden.</i></p>	+/-	-
<p>BIM-modellen blir juridiskt bindande</p>	<p><i>Att BIM-modellen blir juridiskt bindande innebär att det inte längre finns ett tvång att tillverka 2D-ritningar vilket minskar arbetsmängden samtidigt som de underlättar i flera skeden i och med att alla ändringar sker i samma modell och i samtliga vyer samtidigt.</i></p>	<p><i>Att kunna ha all information på samma ställe och veta att den är tillförlitlig kan framförallt minska den frustration som annars kan uppstå.</i></p>	<p><i>Indirekt påverkan bland annat genom minskad hantering och tillverkning av pappersritningar.</i></p>	+	+

<p>Involverade har en egen vilja att använda metoden</p>	<p><i>Att de inblandade vill arbeta med BIM kan leda till att de snabbare tar till sig arbetssättet och lär sig hantera och effektivt använda programvaror och således gör mindre fel kopplade till exempelvis BIM-modellen.</i></p>	<p><i>Det är framförallt de som tror på BIM som fört metoden framåt och utvecklat denna. Att de involverade har viljan att använda metoden kan betyda mycket för samanhållningen, kommunikationen och känslan i gruppen. En vilja att använda metoden oavsett tidigare kunskaper kopplat till denna kan vara en "dragande" faktor för att kunna övervinna problem och motgångar kopplat till metoden.</i></p>	<p><i>BIM använt på rätt sätt kan medföra positiva ekologiska vinningar. En vilja att använda metoden borde således innebära en positiv ekologisk påverkan.</i></p>	+	+
<p>Beslut att använda metoden tas i ett sent skede</p>	<p><i>För att kunna få ut så mycket som möjligt av BIM-modellen är det viktigt att utnyttja dennes potential i samtliga skeden. Ju senare modellen skapas desto fler potentiella användningsområden går "förlorade". Att skapa modellen redan i projekteringen medför att den kan användas till visualisering, kommunikation, kalkyler med mera. Skapas modellen inte förens i förvaltningsskedet går dessa "vinningar" till spillo.</i></p>	<p><i>Ett sent beslut kan medföra svårigheter vid omställningen från påbörjad arbetsmetod framförallt för personer som inte har kunskap eller vilja att ställa om och anpassa sig till BIM. Det kan i vissa fall leda till spänningar inom arbetsgruppen.</i></p>	<p><i>Många av de fördelar som nämns i litteratur kopplat till BIM uppnås i tidiga skeden. Bland annat mängdningar som motverkar materialspill.</i></p>	+/-	-

## 6.1.2 Partnering

Tabell 2. Tabellen visar potentiell positiv/negativ påverkan vid specifika val kopplat till partnering. Färgerna och symbolerna innebär: grönt (+) = positivt, rött (-) = negativt och gult (+/-) = relativt.

Partnering					
Scenario/ åtgärd	Påverkan ekonomiskt	Påverkan socialt	Påverkan ekologiskt	Total påverkan kort sikt	Total påverkan lång sikt
Noga val av inblandade personer.	<i>Att hålla intervjuer och så vidare för att hitta "rätt" personer kan medföra extra kostnader vid upphandling. Kostnaden bör dock betraktas som mjuk.</i>	<i>Ett noga urval av medverkande personer som alla vill det bästa för projektet kan leda till bättre gemenskap och erfarenhets-återföring i gruppen</i>	<i>Ett lyckat val av personer där alla vill projektets bästa innebär sannolikt mindre slarv, materialspill och ÅTA-arbeten.  Sannolikt finns också ett större driv att vilja uppnå en hög standard genom att göra bra val snarare än att tänka på vad som är billigast och lättast utifrån sitt eget perspektiv. Om flera discipliner vill göra bra val kan det även leda till att ett visst "gruppträck" skapas där normen blir "bra val", att då till exempel vilja välja ett "sämre" material avviker från normen och blir inte lika vanligt.</i>	+	+

Tvingande beslut (att använda metoden) tas på ett högre hierarkiskt plan	<i>För att dra nytta av partnering krävs att de involverade själva vill använda metoden och är mogna för detta. En av de potentiella styrkorna med partnering är minskningen av ÄTA vilket framförallt sker till följd av att de involverade vill arbeta för projektets bästa. Detta genuina driv går sannolikt förlorat om de involverade tvingas in i "partneringtänket".</i>	<i>Från samtlig litteratur framgår vikten av att tro på metoden. Att tvingas använda metoden mot sin vilja påverkar således framförallt gruppdynamiken negativt.</i>	<i>Indirekt påverkan beroende på hur väl bland annat ÄTA hanteras.</i>	-	-
Brist på kunskap kopplat till metoden	<i>Kostnaden kan ses som initial då erfarenhet byggs upp och insikter nås under tiden ett projekt fortgår och tas sedan med till framtida projekt.</i>	<i>Det finns flera olika definitioner av vad partnering är och vad det innebär. För att ett projekt ska bli lyckat och missförstånd och negativa konflikter ska undvikas är det viktigt att i projektet skapa ett gemensamt "partneringtänk".</i>	<i>Indirekt påverkan beroende på hur okunskapen hanteras i gruppen.</i>	-	+/-
Gemensamma aktiviteter/workshops	<i>Initialt kostar det att genomföra gemensamma aktiviteter/workshops, det bör dock betraktas som en mjuk kostnad då projektet som helhet tjänar på det.</i>	<i>Det är viktigt ur den sociala aspekten att genomföra aktiviteter/workshops eftersom det är under dessa som de involverade bygger upp den gemensamma helhetssynen (bilden av vad partnering innebär i projektet och vem som ansvarar för vad). Utan aktiviteter/workshops finns en risk att de involverade låser sig i sina roller och inte litar på och inte heller lär känna varandra vilket bland annat hämmar öppna diskussioner och "partneringtänket".</i>	<i>Gemensamma aktiviteter/workshops skapar en bra grund för gruppen att tillsammans göra det bästa för projektet.</i>	+	+

<p>Beslut att använda metoden tas i ett sent skede</p>	<p><i>Från flertalet litterära källor samt intervjuer framgår vikten av att implementera metoden tidigt för att det ska bli lyckat. Att göra en omställning från traditionella roller kan bli komplicerat dock är det svårt att säga hur mycket det hade kunnat påverka ekonomin beroende på hur avtalen mellan parterna är konstruerade gällande ekonomiska incitament, ÄTA med mera.</i></p>	<p><i>Det tar tid att komma in i "partneringtänket" och skapa den tillit som krävs i arbetsgruppen för att metoden ska bli lyckad. Tas beslutet sent finns bland annat risk att gruppen aldrig hinner skapa en gemensam bild av projektet. Det kan till exempel leda till spänningar och konflikter. Om det inte finns någon/liten tillit mellan de involverade när dessa konflikter uppstår finns en risk att de involverade går tillbaka till sina traditionella roller.</i></p>	<p><i>I det fall då "partneringtänket" går förlorat och parterna stannar /faller tillbaka i sina traditionella roller finns en risk att de involverade till följd av konflikter handlar snabbt samt egoistiskt och gör "sämre" val för miljön än i normala fall på grund av dålig stämning i projektet och gruppen i allmänhet.</i></p>	<p>-</p>	<p>-</p>
--	--	--	---	----------	----------

### 6.1.3 JIT

Tabell 3. Tabellen visar potentiell positiv/negativ påverkan vid specifika val kopplat till JIT. Färgerna och symbolerna innebär: grönt (+) = positivt, rött (-) = negativt och gult (+/-) = relativt.

JIT					
Scenario/ åtgärd	Påverkan ekonomiskt	Påverkan socialt	Påverkan ekologiskt	Total påverkan kort sikt	Total påverkan lång sikt
Beslut att använda metoden tas i ett sent skede	<i>För att JIT ska vara effektivt krävs tid för att kunna planera logistiken. Ju mer tid till förfogande desto bättre blir generellt resultatet. Detta eftersom mängden förhastade beslut minimeras samtidigt som potentiella problem kan bemötas och idéer kan bollas fram och tillbaka och så vidare. Bristande planering kan även medföra krockar i tidsluckor på grund av just oförutsedda hinder eller dåligt planerade rutter/samleveranser.</i>	<i>Att inte få tillräcklig med tid till JIT i ett tidigt skede där samliga involverade kan bistå med sina kunskaper kan medföra negativa konsekvenser framförallt i produktionen; då det är då som metoden "sätts på prov". Om förutsättningarna från projekteringen inte finns för ett bra arbete föreligger risk att stress uppstår och konflikter skapas.</i>	<i>Otillräckligt med tid till planering kan medföra förhastade beslut som kan ha negativ inverkan på fyllnadsgraden och antalet transporter.</i>	-	-

<p>Minskad lagerhållning</p>	<p><i>Rent generellt innebär JIT mindre lagerhållning än traditionella metoder. Framförallt uppnås detta vid klockslagsleveranser där materialet monteras direkt. I de fall leveranser sker utanför ordinarie arbetstid finns ett begränsat "utspritt" lager under natten. Detta innebär att även om det förekommer viss lagringhållning så är den tidsbegränsad, organiserad och utplacerad på flera olika ställen vilket medför att det blir mer omständligt att stjäla material/verktyg än vid traditionell lagerhållning. Färre stölder innebär mindre kostnader i och med att material/verktyg inte behöver ersättas samtidigt som arbetet kan fortgå utan avbrott. Tid sparas även in då yrkesarbetarna inte själva behöver flytta/leta material.</i></p>	<p><i>Att slippa leta eller ersätta material/verktyg som stulits eller blivit förstört på grund av till exempel väder har troligtvis en positiv påverkan då onödiga konflikter kopplat till exempelvis försäkringar och ansvar kan undvikas samtidigt som arbetarnas tid istället kan läggas på adekvata arbetsuppgifter.</i></p>	<p><i>Minskad lagerhållning innebär att mindre material blir förstört vilket medför färre onödiga transporter. Pengar som sparas in kan till exempel läggas på mer miljövänliga material.</i></p>	+	+
------------------------------	---	---	---	---	---

Brist på kunskap kopplat till metoden	<p><i>Beroende på vem som saknar kunskapen kommer konsekvenserna att variera och således även det ekonomiska utfallet. En följd av okunskap kan till exempel vara att yrkesarbetare i produktionen beställer "lite spik" som "vanligt" utan den framförhållning som krävs för tidsbokning. Risken blir då att detta material inte kan levereras utan i värsta fall måste skickas tillbaka för att planeras in på rätt sätt och sedan levereras vid ett korrekt inbokat tillfälle. Ett annat problem som kan uppstå är att de inbokade tidsluckorna är för korta.</i></p>	<p><i>Brist på kunskap kan bland annat leda till bristande förståelse för vad JIT innebär. JIT är känsligt för störningar i planeringen och beroende på hur novis logistikansvarige är kan även små problem upplevas som stora. I och med att leveranser ska levereras i rätt tid till rätt plats skapas lätt stress och oro om detta inte sker. Försening för en disciplin kan även medföra förseningar för andra discipliner vilket kan leda till att stressen och oron sprids i projektet.</i></p>	<p><i>Som nämnt i de två kolumnerna till vänster finns flertalet potentiella problem till följd av brist på kunskap. Beroende på hur dessa hanteras påverkas miljön mer eller mindre negativt.</i></p>		
Brist på kommunikation	<p><i>Vid bristande kommunikation finns risk att leveranser blir felaktiga, att tidsluckor missas med mera. Alla dessa "onödiga" problem medför negativa konsekvenser som kostar pengar. En konsekvens kan till exempel vara att lastbilschauffören inte haft kontakt med logistikansvarige vilket medför att lastbilschauffören blir tvungen att vänta på en ny tidslucka och yrkesarbetarna blir tvungna att vänta på sitt material.</i></p>	<p><i>Vid bristande kommunikation finns risk att stress och spänningar skapas inom de olika disciplinerna. Beroende på hur hårt de blir påverkade kan de även påverka andra discipliner och känslan i det aktuella projektet negativt.</i></p>	<p><i>Bristande kommunikation kan bland annat påverka samtransporter, fyllnadsgrad, antalet transporter och kvalitén på dessa negativt.</i></p>		

## **6.2 Vilken metod bör användas när**

### **6.2.1 BIM**

BIM kan användas i alla typer av projekt oavsett storlek och kan anpassas efter kunskap och behov. En fördel med BIM-modellen är att den som tidigare nämnt kan kompletteras i efterhand. På så sätt kan modellen utvecklas i takt med att erfarenheten och kunskapen kring metoden byggs upp. För att få ut så mycket som möjligt bör den dock implementeras så tidigt som möjligt.

För att BIM-modellen ska bli så användbar som möjligt är det viktigt att beakta kunskapsnivån hos de potentiella användarna. Från egna erfarenheter och intervjuer framgår att framförallt beställare i dagsläget sällan har tillräcklig kompetens för att kunna ta tillvara på modellen. Det är därför viktigt att få med både produktionsarbetarna och förvaltare/drift tidigt för att undvika att data skapas ”i onödan”. Till exempel kan det vara värt att börja skapa en modell med de discipliner som ”tjänar” på det för att kunna genomföra kollisionskontroller och mängda. Dock bör ”småpill” som ofta ändras och således frekvent behöver uppdateras undvikas. Beroende på hur långt de respektive inblandade yrkeskategorierna har kommit i sin förståelse och implementering av BIM bör detaljnivå anpassas till mest användbara nivå.

Därav är det kanske inte heller lönsamt att satsa på BIM i väldigt små projekt innan tillräcklig kompetens finns. I små, enkla projekt med få komponenter kan det vara mer värt att modellera komponenterna i efterhand med anpassning till driftens behov. Detta förutsatt att det inte redan finns en påbörjad modell.

### **6.2.2 Partnering**

Partnering är en resurskrävande metod och bör därför inte användas i mindre projekt. I mindre projekt föreligger risk att metoden tar mer än den ger, framförallt om de inblandade inte är vana att arbeta i partnering och/eller tillsammans. Som tidigare nämnt finns flertalet faktorer att ta hänsyn till för att partnering ska bli lyckat. Flera av dessa faktorer är person-baserade.

Normalt ger partnering störst utdelning i komplexa och/eller stora projekt med risk för förändringar. Dock gäller detta endast då det finns ”rätt personer” och tillräckliga resurser inom den egna organisationen. Om detta inte kan tillgodoses kan det vara mer värt att använda traditionella metoder även i större, komplexa projekt.

### **6.2.3 JIT**

JIT bör inte användas i mindre projekt då metoden är relativt krävande. JIT kräver framförallt kunskap, tid, resurser och framförhållning då metoden innebär mycket planering för att allt ska fungera; speciellt vid klockslagsleveranser. På grund av detta gör sig metoden bäst i stora och/eller urbana och/eller logistiskt komplexa projekt.

I mindre projekt finns risk att metoden tar mer än den ger och det kan därför vara mer lönsamt att använda traditionella metoder. Dock kan det vara värt att ha ”JIT-tänket” i åtanke även vid mindre projekt; genom att planera vissa transporter i ett tidigt skede för att kunna samköra laster samt öka fyllnadsgraden. Dock är det viktigt att inte gå in

på planeringen allt för detaljerat i mindre projekt utan behålla det traditionella med sporadiska leveranser men tänka på att ha god framförhållning i den mån som är rimlig i det aktuella projektet.

En fördel med JIT är att produktionsarbetarna inte behöver lägga tid på att leta material utan istället kan fokusera på sina arbetsuppgifter. Dock kan de tillfälligt behöva avbryta sitt arbete för att ta emot en leverans vid klockslagsleveranser. Detta kan dock undvikas om ansvaret för samtlig logistik tas av logistikansvarig. Att ha en logistikansvarig som tar emot samtliga leveranser är även en fördel ekonomiskt eftersom logistikarbetare generellt har betydligt lägre timkostnad än produktionsarbetare på byggarbetsplatsen. Ett annat alternativt är att leveranser sker efter ordinarie arbetstid men en fördel med klockslagsleveranser är att stöldriskan minimeras i och med att det inte finns något löst material på byggarbetsplatsen efter ordinarie arbetstid.

Den mest effektiva lösningen är dock troligtvis att ha en kombination av klockslagsleveranser och leveranser efter ordinarie arbetstid; detta för att kunna optimera användning av resurser samt öka fyllningsgrad och antalet samkörningar. Samtidigt som det innebär mer flexibilitet och färre störningsmoment för produktionsarbetarna på byggarbetsplatsen.

### **6.3 Metoderna tillsammans eller var för sig**

Enligt Sveriges Byggindustrier (2010) krävs ett utökat samarbete mellan aktörerna i distributionskedjan för att kunna effektivisera byggtransporterna. Det framgår inte i rapporten huruvida det skulle kunna vara en kombination av BIM, partnering och JIT. Dock tyder det på att partnering och JIT skulle kunna användas tillsammans för att kunna dra nytta av styrkorna i partnering för att stötta upp svårigheterna med JIT. En fördel kan till exempel vara utökad kommunikation och engagemang för projektets bästa vilket kan underlätta vid problem med försenade och/eller felaktiga leveranser.

En annan tänkbar kombination är BIM och JIT. En av fördelarna med BIM är att snabbt kunna få ut tillförlitliga kalkyler, littera och mängder. För att kunna få ut så mycket som möjligt från JIT är det viktigt att kunna planera effektiva transporter. Genom att kombinera metoderna kan BIM bli ett komplement till JIT, där tidsplanen kan implementeras i BIM-modellen. På så sätt kan planering sedan göras med hjälp av exempelvis LogNet utifrån data i BIM-modellen. Samtidigt som hela projektets produktionsprocess kan visualiseras med hjälp av BIM.

I dagsläget förekommer kombinationer av BIM och partnering, dock endast i några få större projekt.

Som tidigare nämnt ställer de tre metoderna höga krav; framförallt på de inblandade personerna. Därför kan det vara en fördel att bli lite ”varm i kläderna” innan metoderna kombineras för att undvika motsatt synergieffekt. På längre sikt kan det däremot bli lönsamt att genomföra en kombination av alla tre förutsatt att grundvillkoren för respektive metod kan uppfyllas. Kan inte grundvillkoren uppfyllas är det mer lönsamt att endast använda den eller de metoder där villkoren kan uppfyllas. Det är till exempel inte värt att kombinera BIM och partnering i ett litet projekt eftersom partnering inte nödvändigtvis är lönsamt i ett sådant projekt.

## 6.4 Framtida arbeten

Mycket av dagens forskning fokuserar på metoderna i projekteringen vilket kan vara en följd av kunskapsparadoxen. Det vill säga att de inblandade generellt har mest inflytande när de har minst kunskap och det är som lättast och minst kostsamt att göra förändringar. I framtida studier kan det därför varit intressant att se hur metoderna förändras i de olika skedena. För att få ut så mycket som möjligt av metoderna är det viktigt att vara medveten om eventuella fallgropar och problem som kan komma upp i de senare skedena för att kunna förebygga dessa i projekteringen och uppnå en långsiktig vinning.

I framtida studier kan det även vara intressant att följa upp med case-studier som ger en ännu större bredd och kunskap om metoderna. Framförallt studier kring hur metoderna kan användas i förvaltningsskedet men även hur arbetet kopplat till metoderna förändras när projektet byter fas.

Det hade till exempel varit intressant att studera hur ”partneringtänket” förändras när projektet byter fas. I projekteringen är det många gemensamma möten med samma personer. När projektet övergår till produktionen tillkommer flera arbetare som inte varit delaktiga i skapandet av den gemensamma bilden av partnering i det specifika projektet. Hur påverkas ”vi-tänket” av att disciplinerna börjar arbeta mer enskilt samtidigt som konsekvenserna och kostnaderna av dåliga beslut ökar?

## 7 Slutsats

I dagsläget finns en stor okunskap kring metoderna i branschen. Ett problem med okunskapen är att det är relativt vanligt att metoderna implementeras på grund av att någon i en högre hierarkisk position har hört att metoden ska vara bra och utifrån det tar ett tvingande beslut att implementera metoden; för att till exempel ligga i framkant gentemot konkurrenter.

Gemensamt för de tre metoderna är att beslut att använda metoden bör komma från de som faktiskt är delaktiga i det enskilda projektet. Om metoden tvingas fram finns risk att det driv och den vilja som krävs saknas. Gemensamt för de tre metoderna är även att deras innebörd är relativt vag vilket medför att uppfattning om vad respektive metod innebär kan variera inom samma företag/organisation. Det finns därmed risk att de tvingade inte själva vet vad metoden innebär vilket leder till att metoden stjälper snarare än hjälper. Detta eftersom metoderna påverkar arbetssättet i hela projektet. Det är därför viktigt att i respektive projekt komma överens om vad som menas/förväntas kopplat till metoden. I framtiden kan detta undvikas med hjälp av ökad medvetenhet och standardisering.

Från litteratur och/eller intervjuer framgår:

- Vikten av att beställaren vet vad denne ger sig in i och att denne finns där och visar engagemang och stöttar upp de inblandade genom hela projektet för att det ska bli lyckat.
- Vikten av att få med drift och förvaltning så tidigt som möjligt i ett projekt för att få med deras perspektiv av vad som är viktigt att ta hänsyn till och vad som funkar i det specifika projektet då de ofta har koll på fastighetens begränsningar.
- Vikten av att skapa branschgemensamma riktlinjer för respektive metod som bygger på en gemensam grund (liknande standardavtal som AB06) och som sedan kan kompletteras/utvecklas från projekt till projekt. Detta för att öka medvetenhet om metoden/metoderna och för att fler ska förstå grund-tänket oavsett befattning/roll innan de implementeras i ett projekt. Att inte behöva sätta sig in i nya riktlinjer och försöka förstå vad som menas med metoden/metoderna inför varje projekt utan istället bara behöva läsa in sig på eventuella tillägg/förändringar hade således effektiviserat implementeringen.
- I dagsläget är metoderna mest användbara i större komplexa projekt, detta kan dock förändras något i takt med att en gemensam ”kunskapsbank” byggs upp i branschen. I dagsläget gäller att: partnering och JIT gör sig bäst i större, mer krävande, komplexa projekt. Partnering är bra framförallt i projekt där det förväntas kunna bli många ändringar under projektets gång. JIT är framförallt bra i större projekt i urbana miljöer eller på platser med begränsade lagerytor. BIM är bra i alla projekt men hänsyn bör tas till detaljnivå, syfte och kunskapsnivå.

Avslutningsvis är det viktigt att komma ihåg att ingen av metoderna är den ”perfekta lösningen på allt” utan alla metoderna är krävande och har sina begränsningar likväl som möjligheter. Det är också viktigt att komma ihåg att metoderna inte nödvändigtvis är mer ekonomiskt fördelaktiga än traditionella metoder; dock kan det finnas mjuka vinningar på både kort och lång sikt som traditionella metoder saknar. Huruvida metoderna blir effektiva eller inte beror dock helt på om företaget/organisationen klarar av att bemöta kraven som metoden ställer.

När byggbranschens aktörer känner till metodernas möjligheter och begränsningar kan de använda dem på ett sätt som bidrar till effektivisering.

## 8 Referenser

Andersson, R., & Gergesa, I. (2015). *Analys av kommunikation under projektering i partnering* (Examensarbete). Jönköping: Tekniska Högskolan i Jönköping. Hämtad från: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:854778/FULLTEXT01.pdf>

Autodesk. (u.å.). *ReCap*. Hämtad 2020-04-08 från <https://www.autodesk.com/products/recap/overview>

Brundtland, G. H., Khalid, M., Agnelli, S., Al-Athel, S., & Chidzero, B. (1987). *Our common future*. New York.

Büchmann-Slorup, R., & Andersson, N. (2010). BIM-based scheduling of Construction—A comparative analysis of prevailing and BIM-based scheduling processes. I *Proc., 27 th Int. Conf. of the CIB W78* (s. 113-123). Hämtad från: <https://itc.scix.net/pdfs/w78-2010-113.pdf>

Bygglogistik. (u.å.). *Så effektiviserar leveransplaneringssystemet LogNet stora byggprojekt*. Hämtad 2020-03-16 från <https://bygglogistik.se/sa-effektiviserar-leveransplaneringssystemet-lognet-stora-byggprojekt/>

Chan, A. P., Chan, D. W., Fan, L. C., Lam, P. T., & Yeung, J. F. (2006). Partnering for construction excellence - A reality or myth?. *Building and environment*, 41(12), 1924-1933.

Chrabaszcz, J., & Hellberg, N. (2019). *BIM berikat med realtidsdata för en effektivare fastighetsförvaltning* (Examensarbete). Göteborg: Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, Chalmers Tekniska Högskola. Hämtad från: <https://hdl.handle.net/20.500.12380/257200>

Do, M. (2016). *Effektivisera samverkan i BIM-projektering: Kommunikation & BSAB* (Examensarbete). Halmstad: Högskolan i Halmstad. Hämtad från: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:954094/FULLTEXT02.pdf>

Dubois, A., Hulthén, K., & Sundquist, V. (2019). Organising logistics and transport activities in construction. *The International Journal of Logistics Management*, 30(2), 620-640.

Eklund, A., & Galliher, A. (2018). *CHANGE MANAGEMENT FÖR VDC-Effektivare förändringsstrategier* (Examensarbete). Göteborg: Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, Chalmers Tekniska Högskola. Hämtad från: <https://hdl.handle.net/20.500.12380/255230>

Eriksson, P. E. (2011). Partnering and the four dimensions of collaboration. I *Nordic Conference on Construction Economics and Organisation*, Vol. 2, s. 259-270. Danish Building Research Institute, Aalborg University. Hämtad från: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1009091/FULLTEXT01.pdf>

- Gadde, L. E., & Dubois, A. (2012). Partnering med leverantörer - en outnyttjad möjlighet, *Sveriges Byggindustrier*. Hämtad från: [https://www.celsa-steelservice.se/broschyer/BYGG1\\_Partnering\\_V3/Partnering\\_120829.pdf](https://www.celsa-steelservice.se/broschyer/BYGG1_Partnering_V3/Partnering_120829.pdf)
- Gallagher, M. P., O'connor, A., Dettbarn, J. L., & Gilday, L. T. (2004). Cost analysis of inadequate interoperability in the US capital facilities industry. *National Institute of Standards and Technology*. (NIST GCR 04-867)  
Hämtad från: <https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/b04022.pdf>
- Guillen, A. J., Crespo, A., Gómez, J., González-Prida, V., Kobbacy, K., & Shariff, S. (2016). Building Information Modeling as Assesment Management Tool. *Ifac-Papersonline*, 49(28), 191-196.
- Kadefors, A. (2002). *Förtroende och samverkan i byggprocessen: förutsättningar och erfarenheter*. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.
- Karlsson, M., & Lönqvist, C. (2019). *Kollaborativ dialogprocess med hjälp av interaktivt visualiseringsverktyg-Kunskapsöverföring mellan yrkeskategorier* (Examensarbete). Göteborg: Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, Chalmers Tekniska Högskola.  
Hämtad från: <https://hdl.handle.net/20.500.12380/257197>
- Koo, B., & Fischer, M. (2000). Feasibility study of 4D CAD in commercial construction. *Journal of construction engineering and management*, 126(4), 251-260.
- Liker, J. K. (2009). *The Toyota Way: Lean för världsklass*. Malmö: Liber.
- Ljung, K., & Sonne, A. (2009). *Resan mot partnering* (Examensarbete). Stockholm: Institutionen för företagande och ledning, Handelshögskolan i Stockholm.  
Hämtad från: <http://arc.hhs.se/download.aspx?MediumId=673>
- Lorraine, R. K., & Williams, I. (2000). *Partnering in the social housing sector: A handbook*. London: Thomas Telford.
- Roupé, M., Viklund Tallgren, M., Johansson, M., & Andersson, R. (2014). *Virtuell produktionsplanering med BIM och visualisering*. Chalmers University of Technology. Hämtad från: [http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/205896/local\\_205896.pdf](http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/205896/local_205896.pdf)
- Roupé, M., Johansson, M., Maftai, L., Lundstedt, R., & Viklund-Tallgren, M. (2019). Seamless Integration of Multi-touch Table and Immersive VR for Collaborative Design. I *Advances in Informatics and Computing in Civil and Construction Engineering* (s. 263-270).  
Hämtad från: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-00220-6\\_32](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-00220-6_32)
- Shen, W., Hao, Q., Mak, H., Neelamkavil, J., Xie, H., Dickinson, J., ... & Xue, H. (2010). Systems integration and collaboration in architecture, engineering, construction, and facilities management: A review. *Advanced engineering informatics*, 24(2), 196-207.

Solibri. (u.å.). *How it works*. Hämtad 2020-03-19 från <https://www.solibri.com/how-it-works>

Svenska Institutet för Standarder. (2013). *Bygginformationsmodell (BIM) - Manual för överföring av data -- Del 1: Metodologi och format (ISO 29481-1:2010, IDT)*.

Hämtad från: <https://www.sis.se/produkter/byggnadsmaterial-och-byggnader/byggnadsindustrin/allmant/ssiso2948112013/>

Sveriges Byggindustrier. (2016). *Logistikens roll i effektiva byggprocesser*. Sveriges Byggindustrier.

Sveriges Byggindustrier. (2010). Effektiva Byggtransporter. Hämtad från: <https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/4872cf5c-b4e9-494f-b83d-80f5febf80ad/FinalReport/SBUF%2012235%20Slutrapport%20Effektiva%20Byggtransporter.pdf>

Thorpö, C., & Westerlund, F. (2019). *Digitalisering av byggproduktionen - En studie om implementeringen av BIM i byggproduktionen* (Examensarbete). Göteborg: Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, Chalmers Tekniska Högskola. Hämtad från: <https://hdl.handle.net/20.500.12380/257225>

Thunberg, M., & Persson, F. (2014). Using the SCOR model's performance measurements to improve construction logistics. *Production Planning & Control*, 25(13-14), 1065-1078.

Ying, F., Tookey, J., & Roberti, J. (2014). Addressing effective construction logistics through the lens of vehicle movements. *Engineering, construction and architectural management*, 21(3), 261-275.

Zhou, W., Georgakis, P., Heesom, D., & Feng, X. (2012). Model-based groupware solution for distributed real-time collaborative 4D planning through teamwork. *Journal of computing in civil engineering*, 26(5), 597-611.

## 8.1 Övriga källor

Övriga källor avser källor som inte refereras till i denna rapport men som ligger till grund för den initiala förståelsen för metoderna och uppbyggnaden av intervjufrågorna.

Friblick, F. (2005). Byggmaterial som levereras exakt i tid sparar pengar.

*Husbyggaren*, (Nr 6 / 2005). Hämtad från:

<http://www.husbyggaren.se/artiklar/915079352.html>

Hane, J. (2016). Partnering inom entreprenad – när, hur och varför?. *Foyen*.

Hämtad från: <https://www.foyen.se/partnering-inom-entreprenad-nar-hur-och-varfor/>

Köhler, N. (2009). BIM gör att arenabygge ligger långt före tidsplanen. *Byggindustrin*. Hämtad från: <https://byggindustrin.se/artikel/nyhet/bim-gor-att-arenabygge-ligger-langt-fore-tidsplanen-16316>

Lindblad, T. (2019). BIM är en process – inte ett statistiskt verktyg. *Betong*. Hämtad från: <http://betong.se/2019/10/19/bim-ar-en-process-inte-ett-statiskt-verktyg/>

Siljevall, A. (2018). Nya logistikkrav utmanar leverantör och kund. *Byggindustrin*. Hämtad från: <https://byggindustrin.se/artikel/nyhet/nya-logistikkrav-utmanar-leverantor-och-kund-26714>

Wikfors, Ö. (2019). Debatt: ”Dags att syna BIM-bluffen”. *Fastighetsnytt*. Hämtad från: <https://www.fastighetsnytt.se/fastighetsmarknad/historiskt/debatt-dags-att-syna-bim-bluffen/>

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH  
SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2020  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



**CHALMERS**