



JÖNKÖPING UNIVERSITY

*School of Engineering*

**PÅVERKAN AV KOMMUNIKATION OCH  
EFFEKTIVITET I BYGGPRODUKTION  
MED HJÄLP AV DALUX FIELD**

**DALUX FIELD'S IMPACT ON COMMUNICATION AND  
EFFICIENCY IN CONSTRUCTION**

Olivia Fredriksson

Olle Persson

**EXAMENSARBETE** 2019

**Byggnadsteknik**

Detta examensarbete är utfört vid Tekniska Högskolan i Jönköping inom Byggnadsteknik. Författarna svarar själva för framförda åsikter, slutsatser och resultat.

Examinator: Geza Fischl

Handledare: Amjad Al-Musaed

Omfattning: 15 hp

Datum: 2019-08-01

## **Abstract**

**Purpose:** By improving the communication and the efficiency in construction site production large savings may emerge. The main intentions with this thesis are therefore to examine whether how Dalux Field affects the production phase in construction by answering (1) How the use of Dalux Field affects the communication in the production on a construction site? and (2) How the use of Dalux Field affects the efficiency in the production on a construction site?

**Method:** The work includes a literature study and a case study with interviews on NCC:s construction site D1 Ryhov in Jönköping. Four foremen have been interviewed whereof two use the software and two did not. Beyond these, three leading installers who actively use the software have been interviewed. The literature study was used to either confirm or contradict the collected data.

**Findings:** Dalux Field reduces the communication on a construction site since the foreman and the leading installer have access to the model on site. In the event of a collision, decisions can be made instantly because the surrounding installations are visible in the model. This increases the efficiency, since smaller stops occur in production. Since a building's various objects consists of a great deal of information Dalux Field is advantageously used as a supplement since all this information cannot be reported on a 2D drawing. Furthermore, the respondents consider that Dalux Field is also advantageously used as a visual supplement to give a complete picture of the end product.

**Implications:** When answering the questions at hand, the conclusions were that the use of Dalux Field makes the communication more effective, which in turn makes the production phase in construction more efficient. In order to further improve the tool, features such as the measuring tool and height recommended to be reviewed. If Dalux Field is to be utilized to its full potential, it is also required that all parties in the construction phase have access to and use the program.

**Limitations:** On the reference project an internal platform for communication is used primarily. The validity of the result would be strengthened if Dalux Field was the primary communication tool. Since NCC is a big company in the sector with a big number of projects, resources and assets, a generalization with the whole sector is not possible. The result can be generalized with equal building companies with similar projects, resources and assets.

**Keywords:** Building Information Modeling, Communication tool, Construction production, information transfer, collision, efficiency, communication, Dalux Field.

## Sammanfattning

**Syfte:** Genom att förbättra kommunikationen och effektiviteten i produktionen på en arbetsplats kan stora besparingar göras. Målet med examensarbetet är därför att undersöka hur Dalux Field påverkar produktionen på en byggarbetsplats genom att besvara (1) Hur påverkar användningen av Dalux Field kommunikationen i produktionen på en byggarbetsplats? och (2) Hur påverkar användningen av Dalux Field effektiviteten i produktionen på en byggarbetsplats?

**Metod:** Arbetet innefattar en litteraturstudie samt en fallstudie med intervjuer på NCC:s byggarbetsplats D1 Ryhov i Jönköping. Fyra Arbetsledare har intervjuats varav två använder programvaran och två inte gör det. Utöver dessa intervjuas tre ledande montörer som aktivt använder sig utav programvaran. Litteraturstudien används för att bekräfta eller motsäga den insamlade empirin.

**Resultat:** Dalux Field minskar kommunikationen på byggarbetsplatsen då arbetsledaren och den ledande montören har tillgång till modellen ute på arbetsplatsen. Vid eventuella kollisioner kan beslut tas direkt eftersom att de kringliggande installationerna är synliga i modellen. Detta ökar i sin tur effektiviteten eftersom att mindre stopp förekommer i produktionen. Eftersom en byggnads olika objekt består av en stor del information används med fördel Dalux Field som ett komplement då all denna information inte kan redovisas på en 2D-ritning. Vidare anser respondenterna att Dalux Field med fördel även används som ett visuellt komplement för att ge en helhetsbild av slutprodukten.

**Konsekvenser:** Vid bevarandet av frågeställningarna drogs slutsatserna att användandet av Dalux Field effektiviserar kommunikationen som i sin tur effektiviserar byggproduktionen. För att förbättra verktyget ytterligare rekommenderas funktioner som mätverktyg och höjdsättning att ses över. Om Dalux Field ska utnyttjas till sin fulla potential krävs även att samtliga parter på byggarbetsplatsen har tillgång till och använder programmet.

**Begränsningar:** På referensprojektet användes i första hand en intern plattform som kommunikationsverktyg. Resultatets giltighet hade stärkts om Dalux Field används primärt på helt byggarbetsplatsen. Eftersom NCC är ett stort företag inom byggsektorn med stora projekt, resurser och tillgångar är en generalisering med hela byggbranschen vag. Resultatet går att generalisera med liknande stora byggföretag med liknande projektstorlek, resurser och tillgångar.

**Nyckelord:** Byggnads Informations Modeller, Modeller, Kommunikationsverktyg, Byggproduktion, Informationsöverföring, Kollisionshantering, Effektivitet, Kommunikation, Dalux Field.

# Innehållsförteckning

<b>I</b>	<b>Inledning .....</b>	<b>5</b>
1.1	BAKGRUND.....	5
1.2	PROBLEMBESKRIVNING .....	5
1.3	MÅL OCH FRÅGESTÄLLNINGAR .....	6
1.4	AVGRÄNSNINGAR.....	6
1.5	DISPOSITION .....	6
<b>2</b>	<b>Metod och genomförande.....</b>	<b>8</b>
2.1	UNDERSÖKNINGSSTRATEGI .....	8
2.2	KOPPLING MELLAN FRÅGESTÄLLNINGAR OCH METODER FÖR DATAINSAMLING.....	8
2.3	LITTERATURSTUDIE.....	8
2.4	VALDA METODER FÖR DATAINSAMLING.....	8
2.4.1	<i>Litteraturanlys</i> .....	8
2.4.2	<i>Intervjuer</i> .....	8
2.5	ARBETSGÅNG .....	9
2.6	TROVÄRDIGHET.....	9
<b>3</b>	<b>Teoretiskt ramverk .....</b>	<b>11</b>
3.1	KOPPLING MELLAN FRÅGESTÄLLNINGAR OCH TEORI .....	11
3.2	BIM.....	11
3.2.1	<i>BIM som visuellt verktyg för att förbättra kommunikationen på arbetsplatsen</i> .....	12
3.3	PRODUKTIONSSKEDET .....	12
3.3.1	<i>Byggarbetsplatsens roller</i> .....	13
3.3.2	<i>Installationsarbeten</i> .....	13
3.4	DALUX FIELD .....	14
3.5	SAMMANFATTNING AV VALDA TEORIER.....	14
<b>4</b>	<b>Empiri .....</b>	<b>15</b>
4.1	INTERVJUER ARBETSLEDARE .....	15
4.1.1	<i>Arbetsledare 1</i> .....	15
4.1.2	<i>Arbetsledare 2</i> .....	16
4.1.3	<i>Arbetsledare 3</i> .....	16
4.1.4	<i>Arbetsledare 4</i> .....	16
4.2	INTERVJUER LEDANDE MONTÖRER .....	17
4.2.1	<i>Ledande montör 1</i> .....	17
4.2.2	<i>Ledande montör 2</i> .....	18
4.2.3	<i>Ledande montör 3</i> .....	18
4.3	SAMMANFATTNING AV INSAMLAD EMPIRI.....	18
<b>5</b>	<b>Analys och resultat .....</b>	<b>21</b>
5.1	ANALYS.....	21
5.2	HUR PÅVERKAR ANVÄNDNINGEN AV DALUX FIELD KOMMUNIKATIONEN I PRODUKTIONEN PÅ EN BYGGARBETSPLATS?.....	23
5.3	HUR PÅVERKAR ANVÄNDNINGEN AV DALUX FIELD EFFEKTIVITETEN I PRODUKTIONEN PÅ EN BYGGARBETSPLATS?.....	24
5.4	KOPPLING TILL MÅLET .....	24
<b>6</b>	<b>Diskussion och slutsatser .....</b>	<b>25</b>
6.1	RESULTATDISKUSSION .....	25
6.2	METODDISKUSSION .....	25
6.3	BEGRÄNSNINGAR .....	26
6.4	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER.....	26

6.5	FÖRSLAG TILL VIDARE FORSKNING.....	26
	<b>Referenser.....</b>	<b>27</b>

## **1 Inledning**

Detta examensarbete på 15 högskolepoäng skrivs på Jönköpings tekniska högskola och går ut på att undersöka NCC:s användning av 3D-ritningar med hjälp av Dalux Fields programvara på projekt D1 Ryhov, som är en utbyggnation av länssjukhuset Ryhov. Då byggbranschen har återkommande byggfel som i sin tur leder till ökad tidsåtgång och onödiga kostnader vill skribenterna med hjälp av 3D-ritningar ta reda på hur man kan förbättra kommunikationen och effektiviteten i produktionen och på så sätt undvika dessa fel.

### **1.1 Bakgrund**

Enligt en studie som beställts av Svensk Byggtjänst (2017) är den digitala utvecklingen inom branschen oroväckande låg. Användningen av digitala verktyg inom byggbranschen blir dock allt mer vanligt varav Building Information Modelling (BIM) är en stor del. Med hjälp av BIM finns det möjligheter att bygga upp en 3D-modell utifrån 2D-ritningar med mängder av information som på olika sätt kan implementeras i produktionen.

Problem med kommunikation i produktionen är av stort intresse för att förbättra effektiviteten i branschen. Detta på grund av dess direkta påverkan av kvaliteten på det utfärdade arbetet. Genom att använda sig av diverse BIM-verktyg kan man underlätta informationsöverföringen mellan olika parter (Dubas & Paslawski, 2017).

På arbetsplatsen används i stor utsträckning enbart 2D-ritningar. Dessa utförs oftast med separata discipliner på varje ritning utan större möjlighet att kontrollera kollisioner. Detta eftersom att de samordningsritningar som finns är svåra att tyda. Dalux Field är ett webbaserat program som kan användas i dator, mobil eller surfplatta. Med hjälp av programvaran ges möjlighet att nå samtliga ritningar på samma ställe, både i 2D och 3D. Dalux Field är tänkt att användas ute på en byggarbetsplats och med hjälp av checklistor och avvikelshanteringar direkt i programvaran nås berörda parter av den aktuella informationen (Dalux, 2019).

### **1.2 Problembeskrivning**

En effektivare kommunikation i byggbranschen med en genomsnittlig förbättring på 13% skulle innebära en total besparing på 31.775 Mkr per år. Det finns många olika faktorer till varför ett effektivare arbete kan öka besparingarna, några utav dem är tydligare underlag, ökad kunskap hos installatörer, kvalitativ information samt minskade missförstånd mellan arbetsledare (AL) och yrkesarbetare (YA) (Svensk byggtjänst, 2014).

Enligt Granroth (2017) ger BIM mindre byggfel och högre produktivitet och kvalitet i produktionen med hjälp av bättre samordning. Missförstånd kan minskas genom att använda 3D-modellen som ett komplement till 2D-ritningar och kan användas av AL för att skapa en bättre förståelse för de olika disciplinerna samt för att förbättra kommunikationen.

En byggnads installationer såsom värme, vatten, sanitet (VVS), el samt ventilation är viktiga beståndsdelar för ett lyckat projekt och en väl fungerande byggnad. Vid projektering av byggnaden görs ofta den strukturella och arkitektoniska utformningen innan hänsyn tas till installationerna. När sedan alla discipliner förs ihop kan kollisioner

uppstå. Dessa kollisioner upptäcks i första hand med hjälp av olika programvaror, men tar sällan hänsyn till de komplexa arbeten som ska utföras samt den yta som krävs för att lösa problemet (Wang & Leite, 2016).

Byggbranschen i sig är känd för att utvecklas långsamt, samtidigt som byggnaderna med installationer, så väl som andra anläggningar blir allt mer komplexa. Det krävs därför ny kompetens, processer samt teknologi för att lösa de problem som följer av denna utveckling (Ericsson et al., 2002).

Samma gäller på den byggarbetsplats som detta arbete har som referensprojekt. Flera olika discipliner ska jobba tillsammans och parallellt med varandra för att nå fram till slutprodukten. De arbetsuppgifter som görs utgår från de handlingar som finns ute på arbetsplatsen samt utifrån den information som ges ut av AL och projektansvarig. YA utgår ifrån att de ritningar som finns ute på arbetsplatsen är uppdaterade samt korrekt reviderade och arbetar utifrån dem. Det är därför av största vikt att de handlingar som tillhandahålls är korrekta, samt att kommunikationen mellan berörda parter fungerar.

### **1.3 Mål och frågeställningar**

Målet med denna avhandling är att undersöka hur Dalux Field påverkar produktionen på en byggarbetsplats.

- Hur påverkar användningen av Dalux Field kommunikationen i produktionen på en byggarbetsplats?
- Hur påverkar användningen av Dalux Field effektiviteten i produktionen på en byggarbetsplats?

### **1.4 Avgränsningar**

Kommunikation på en arbetsplats är en viktig del för att byggprocessen skall fungera. Potential till förbättring finns inom flertalet områden, därför avgränsas projekterings- och förvaltningsskedet i denna rapport. Andra former av digitala kommunikationsverktyg som används på arbetsplatsen avgränsas och fokus ligger på Dalux programvara Field.

### **1.5 Disposition**

Rapporten är uppdelad i sex olika kapitel:

#### **1. Inledning:**

Kapitlet behandlar en översiktlig introduktion av arbetet med bakgrund och problembeskrivning. Här presenteras även studiens mål och frågeställningar samt det avgränsade området.

#### **2. Metod och genomförande:**

Kapitlet ger en översiktlig beskrivning av tillvägagångssättet samt en diskussion kring trovärdigheten av dessa.

#### **3. Teoretiskt ramverk:**

Här presenteras den vetenskapliga teorin som ligger till grund för de studien.

#### **4. Empiri:**

I kapitlet presenteras all den insamlade data som tagits fram med hjälp av intervjuer.

#### **5. Analys och resultat:**

Empirin från tidigare kapitel analyseras och kopplas ihop med det teoretiska ramverket, här besvaras även frågeställningarna.



**6. Diskussion och slutsatser:**

Här diskuteras resultatet samt tillvägagångssättets relevans för studien. Därefter presenteras begränsningar, rekommendationer samt förslag till vidare forskning.

Avslutningsvis redovisas referenser.

## 2 Metod och genomförande

Förstudien utgörs av en litteraturstudie där skribenterna skaffat sig en djupare kunskap kring Dalux Field och hur den används inom byggbranschen. Litteraturstudie kring hur man på olika sätt kan kommunicera på en byggarbetsplats har också analyserats för att få grund till de intervjuer som gjorts ute på referensprojektet. Den insamlade informationen har analyserats för att besvara frågeställningarna.

### 2.1 Undersökningsstrategi

Informationsinsamlingen utgörs av en kvalitativ fallstudie i form av intervjuer med AL och ledande montörer (LM) på referensprojektet D1 Ryhov. En fallstudie innebär att skribenterna undersöker en mindre avgränsad grupp, i detta fall AL och LM på en byggarbetsplats. Detta för att få ett helhetsperspektiv för att kunna studera en förändring (Davidson & Patel, 2011).

### 2.2 Koppling mellan frågeställningar och metoder för datainsamling

Följande kapitel redovisar vilka metodval som skall besvara frågeställningarna.

#### (1) Hur påverkar användningen av Dalux Field kommunikationen i produktionen på en byggarbetsplats?

Den första frågeställningen syftar till att undersöka hur kommunikationen mellan AL och LM påverkas genom användandet av Dalux Field. Informationen som fås av intervjuerna samt litteraturstudier ska ligga till grund för att besvara frågeställningen.

#### (2) Hur påverkar användningen av Dalux Field effektiviteten i produktionen på en byggarbetsplats?

Den andra frågeställningen handlar om hur Dalux Field påverkar effektiviteten i produktionsfasen på en byggarbetsplats. För att kunna besvara denna frågeställning används data från intervjuer samt litteraturstudier.

### 2.3 Litteraturstudie

För att stärka rapportens aktualitet har artiklar som är högst 5 år gamla studerats. Vissa avvikelser har gjorts då skribenterna anser att problemet är så pass generaliserbart att det kan implementeras på den nuvarande situationen.

Skribenterna har använt sig av olika söktjänster som Scopus, Google scholar och Primo för att lokalisera litteratur. Sökord som "BIM", "Communication", "Construction" och "Collision control" har tillämpats i olika former. Vidare litteraturinsamling har gjorts då förslag på liknande artiklar kommit upp vid sökningarna.

### 2.4 Valda metoder för datainsamling

#### 2.4.1 Litteraturanalys

Litteraturstudien har gjorts genom att skribenterna läst vetenskapliga artiklar kring användandet av BIM i produktion, effektivisering av produktion, samt kommunikation på en byggarbetsplats. Genom litteraturstudien hämtas kunskap dels från teorier och modeller, dels från tidigare undersökningar inom ovan nämnda områden. Detta för att senare kunna göra en analys av detta innehåll som använts till grund till både teoretiskt ramverk och intervjuformulär (Davidson & Patel, 2011)."

### **2.4.2 Intervjuer**

Totalt sju personer har intervjuats till denna studie, fyra arbetsledare och tre ledande montörer. Intervjuerna som gjorts hänvisar till hur programvaran Dalux Field påverkar kommunikation och effektivitet på arbetsplatsen samt hur den kan förbättras. Detta genom att besvara frågor som undersöker användandet av den aktuella programvaran och jämföra samma arbetsgång med utskrivna 2D-ritningar.

För att stärka individens villighet att svara trovärdigt på intervjufrågorna har de svarande varit anonyma genom hela rapporten. Intervjuerna har spelats in för att sedan raderas efter transkribering. Detta för att ge studenterna en enklare möjlighet att återkoppla till intervjutillfället (Davidson & Patel, 2011).

Vid skapandet av intervjuformulär diskuterade skribenterna kring huruvida frågorna skulle vara högt eller lågt standardiserade samt strukturerade. Resultatet av diskussionen blev att intervjufrågorna skulle ha en hög standardisering med låg strukturering för att i första hand få svar på de grundläggande frågeställningarna, men i andra hand ge utrymme för mer utvecklade svar.

## **2.5 Arbetsgång**

En litteraturanalys gjordes i ursprungsläget för att skribenterna skulle skaffa sig relevant information och kunskap kring det valda ämnet. Detta som grund till både det teoretiska ramverket och de intervjuer som genomfördes. Litteraturen har tillhandahållits genom att använda olika sökmotorer och sökord, därefter har vidare litteraturinsamling gjorts då förslag på liknande artiklar kommit upp vid sökningarna.

Efter gjord litteraturanalys kontaktade skribenterna de utvalda intervjupersonerna och bokade in möten på arbetsplatsen. Intervjufrågorna skickades ut till personerna i förväg för att ge dem möjlighet att förbereda sina svar. De frågor som ställdes grundar sig i de frågeställningar studenterna skapat för att kunna genomföra fallstudien. Vid intervjutillfällena användes båda författarnas mobiltelefoner för att spela in samtalet. Samma dag har intervjuerna transkriberats för att underlätta transkriberingen, därefter har ljudfilen raderats. Anledningen till att intervjuerna spelades in var för att skribenterna skulle ha möjlighet att fokusera fullt ut på samtalet för att få en nyanserad intervju.

Empirin har presenterats på ett strukturerat sätt i tabellform som sammanfattningar av de olika frågor som ställts under intervjun. Dessa analyserades sedan parallellt med det teoretiska ramverket för att besvara frågeställningarna.

## **2.6 Trovärdighet**

För att stärka validiteten i denna rapport har rapportförfattarna diskuterat de olika tillvägagångssätt av metodval för att ge svar på de frågor som faktiskt skall besvaras. Den kvalitativa ståndpunkten som skribenterna antog för att besvara frågeställningen stärktes med hjälp av data från litteraturstudier och intervjuer.

På intervjufrågorna valdes hög standardisering och låg strukturering för att säkerställa att rätt frågor besvaras i första hand men att även för att ge utrymme för vidare tolkning och nyanserade svar. Ytterligare förstärkning på validiteten har erhållits genom att

skribenterna är varit väl förberedda och pålästa på ämnet innan intervjuer gjorts. Den insamlade informationen har fåtts via litteraturstudier samt dialog med handledare.

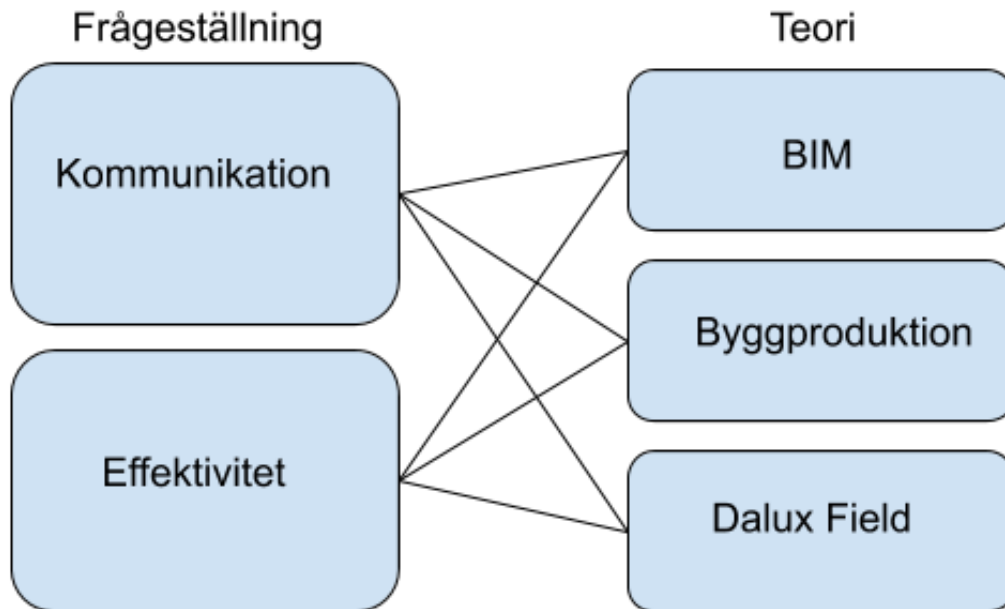
Intervjuerna har spelats in och transkriberats. För att öka validiteten av intervjuerna har studenterna reflekterat över på vilket sätt intervjuerna transkriberas. Detta eftersom att talspråk skiljer sig mycket ifrån skriftspråk och delar av dialogerna "försvinner" vid transkription.

Vid en kvalitativ fallstudie kan begreppet reliabilitet och validitet kopplas samman, detta eftersom att de intervjuer som gjorts analyserats och sammanställts utifrån respondentens åsikter och uppfattning kring den rådande situationen. Att erhålla olika svar på samma intervjufråga har därför inte att sänkt det som i kvantitativa studier kallas för reliabilitet, istället har detta berikat den studie som gjorts då djupare analyser har erhållits (Davidson & Patel, 2011).

### 3 Teoretiskt ramverk

Nedan visas en koppling mellan frågeställningar och teori följt av de områden som tillsammans utgör det teoretiska ramverket. Dessa områden är BIM, produktionsskedet samt roller och de arbetsuppgifter som äger rum på en byggarbetsplats.

#### 3.1 Koppling mellan frågeställningar och teori

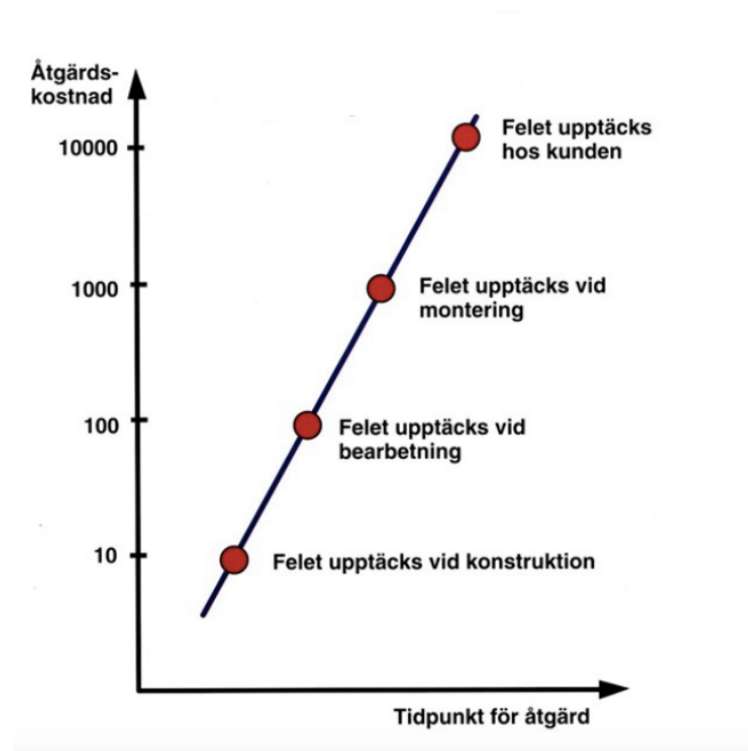


Figur 1: Koppling mellan frågeställning och teori

#### 3.2 BIM

BIM är att genom en 3D-modell samla information som kan kopplas till objekt som i sin tur kan kommuniceras vidare och överföras. BIM kan utföras på en byggarbetsplats på flertalet olika sätt med olika sorters program, gemensamt för detta är att informationen skall kunna nås av alla berörda parter för att minska informationsglappet (Jacobsson & Linderöth, 2010).

Med hjälp av BIM-teknologi ges möjligheten att koppla information till objekt som tillsammans utgör en byggnad. BIM-modellen baseras på en 3D-figur av byggnaden vilken i första hand enkelt visualiserar objekt och element och i andra hand förgyller dessa med en beskrivning av nödvändig information. Följaktligen ges möjligheten att lokalisera och åtgärda kollisioner mellan objekt och därefter skapa korrekta ritningar av byggnaden. Ju senare en kollision upptäcks desto dyrare blir kostnaden för att åtgärda byggfelet i produktionen (Nordstrand, 2013). I 3D-visualiseringen kan man utföra ändringar på objekt för att antingen ändra dess geometriska form eller dess information (Ignatova, 2018).



Figur 2: Koppling mellan kostnad och tid för åtgärd av byggfel.  
Nordstrand, U (2013).

Som Granroth (2017) nämner i boken *Byggnadsinformationsmodellering* har BIM potential att generera färre byggfel samt öka produktiviteten i produktionen med grund i en förbättrad samordning. Genom att använda 3D-modellen som ett komplement till 2D-ritningar reduceras antalet steg i kommunikationen mellan AL och discipliner som i sin tur genererar tydlighet och färre missförstånd.

### 3.2.1 BIM som visuellt verktyg för att förbättra kommunikationen på arbetsplatsen

Enligt Matta et al (2018) är det viktigt med god kommunikation i produktionskedet, speciellt mellan arbetare och beslutstagare. Fallstudien visar hur användningen av BIM som ett visuellt verktyg kan påverka hur man levererar instruktioner ute på arbetsplatsen. Resultatet av fallstudien visade att implementeringen av BIM förbättrade kommunikationen på så sätt att rätt information finns på rätt plats för att kunna lösa problem på ett effektivt sätt.

Fallstudien visade även att efter implementeringen hade 76% av respondenterna haft användning för deras verktyg och sparat tid ute på arbetsplatsen. 46% svarade att det vid något tillfälle haft användning av modellen för att lösa problem virtuellt. Hela 67% ansåg att BIM modellen och deras verktyg är ett fundamentalt kommunikationsverktyg på arbetsplatsen.

## 3.3 Produktionsskedet

En byggnads livscykel kan delas in tre övergripande processer; projekteringsprocessen, produktionsprocessen och förvaltningsprocessen. När projektet är i produktionsprocessen, skedet där nyttjandet av resurser såsom arbetskraft, material och

maskiner är aktuellt, styrs verksamheten tekniskt och ekonomiskt (Aulin, Hansson, Landin, Olander, Persson, 2015). Under själva produktionen är grundprincipen att vid tillverkningen av en produkt måste en eller flera aktiviteter utföras samt en eller flera resurser användas. Det är själva utnyttjandet av resurserna som medför kostnader (Nordstrand, 2013).

Produktionen är tidsmässigt styrd genom hela processen med hjälp av planering och utformade tidsplaner. Många olika instanser jobbar parallellt med varandra på en byggarbetsplats och ibland tvingas vissa discipliner göra sitt arbete före någon annan då dennes utförda jobb ligger till grund för nästa persons arbete. Projekteringen är av yttersta vikt för att olika instanser som kräver arbete på samma utrymme inte ska tvingas arbeta samtidigt. Kommunikationen mellan dessa blir då extra betydelsefull eftersom de inte kan föra en dialog på plats. Tyngden ligger i ritningarnas tydlighet och att samtliga parter har den senast reviderade ritningen till hands och utgår från denna (Hansson et al., 2017).

Ett viktigt verktyg för att säkerställa kvaliteten och informationsflödet i projekteringen är att ha en strukturerad byggprocess. Med hjälp av samarbete mellan projekteringsgruppen och produktionsgruppen kan byggprocessen effektiviseras (Granroth, 2017).

### **3.3.1 Byggarbetsplatsens roller**

På en byggarbetsplats finns ofta en tydlig hierarki för att fördela arbetsuppgifter utefter kompetens och behörighet. Platschefen har övergripande ansvar för tidsplan och ekonomi tillsammans med en projekteringsgrupp. AL fungerar som länken mellan platschefen och YA samt ser till att produktionen styrs enligt tidplan. AL genomför arbetsberedningar med YA där materialåtgång, tillvägagångssätt samt eventuella risker går igenom inför ett kommande arbetsmoment. De material som används av YA skall tillhandahållas av AL. YA är den person som utför merparten av det praktiska arbetet. Detta utefter de utsättningar, ritningar, detaljer samt direktiv som tillhandahålls av AL samt projektledning (Byggledarskap 2014).

### **3.3.2 Installationsarbeten**

En allt större del av byggkostnaderna tas upp av installationerna och genomförandet påverkas mer och mer. Det vanligaste tillvägagångssättet är att låta installatörerna genomföra sina arbeten i den ordning installationerna tar plats. De installationer som görs kan vara bland annat ventilation, kabelstegar för el, avloppsrör, ledningar för kall- och varmvatten (Hansson et al., 2017). Med åren har installationerna blivit mer komplicerade, fler och har större krav på utrymme samtidigt som man vill effektivisera den volym som utnyttjas i en byggnad (Nordstrand, 2013).

Enligt Hansson et al (2017) utgörs ventilationsarbeten dels av att försörja byggarbetsplatsen med provisorisk ventilation för att uppfylla de krav på ventilation som ställs på en arbetsplats. Utöver detta ska även alla ursprungliga installationer göras som i slutskedet ska försörja fastigheten med ventilation.

De arbeten som utförs av VVS kommer i slutskedet försörja byggnaden med tappvatten samt ta hand om dagvatten och spillvatten. Genom olika rörledningar ska vattnet föras till respektive destination och det är av yttersta vikt att de hålls separata samt inte kolliderar med andra installationer av sanitetsskäl.

Arbetet med de olika elinstallationerna som krävs för att tillhandahålla en byggnads olika funktioner sprider sig över hela produktionsskedet. Från en början i grundarbetet då all inkommande el går under byggnaden och in i ställverket. Vid väggjutningar då armaturer för lysknappar, dörröppnare etc ska vara förmonterade i platsbyggda väggar. Vidare då all el i en byggnad ska transporteras i undertak för att försörja den komplexa slutprodukten.

I de fall då brandsäkerhet skall säkerställas måste sprinklersystem installeras. Dessa kanaler måste dras obehindrat genom undertaket för att förse sprinklerhuvudena med vatten. Då det finns en mängd olika installationer i undertaket är det viktigt att krockar förhindras (Hansson et al., 2017).

### **3.4 Dalux Field**

Dalux Field är ett webbaserat program som kan användas av dator, mobil eller surfplatta i ett byggprojekt. Med Dalux Field ges möjligheten att få en 3D-modell av en byggnad och därefter få en djupare förståelse för byggnadens helhet men framförallt detaljerna. Dalux Field belyser tyngden av att visuellt illustrera produkten i 3D för att ge ökad förståelse om slutresultatet (Dalux, 2019). Framsteg och ändringar kan registreras i applikationen vilket gör att alla med åtkomst till programvaran tydligt kan bilda en egen uppfattning om projektets status. Vid eventuella byggfel och skador på material kan även dessa registreras i form av avvikelser direkt i Dalux Field och med det verktyget erhåller berörd disciplin den information som krävs för att åtgärda problemet.

Programvaran är tänkt att användas ute på byggarbetsplatsen och har stöd för olika filformat såsom PDF, RVT, DWG och IFC. Informationen kan visualiseras både i 2D och 3D. Dalux Field belyser tyngden av att ha möjlighet att nå all information på ett och samma ställe, i detta fall en mobil eller surfplatta. Eftersom att dessa redan används som hjälpmedel på många byggarbetsplatser är det en fördel då ytterligare mobila enheter ej behövs för att bruka programvaran.

### **3.5 Sammanfattning av valda teorier**

För att göra det möjligt att undersöka hur Dalux Field påverkar kommunikationen samt effektiviteten i produktionsskedet behövs utförligare information om hur BIM fungerar i dagsläget. En djupare analys av BIM skapar bättre förutsättningar att se potentialen och möjligheterna tekniken har att effektivisera arbetet.

En analys av produktionsskedet i byggprocessen är väsentlig då det är i detta skede som tekniken är tänkt att användas. En djupare inblick är då givande för att stärka uppfattningen om varför olika instanser kräver tydlig kommunikation mellan parterna. Då arbeten sker både parallellt och enskilt ställs det krav på formuleringen och tydligheten i ritningarna så att samtliga discipliner kan utföra sitt eget arbete utan att någon annan missgynnas.

Då applikationen Dalux Field används främst i de mobila enheterna är det av yttersta vikt att förklara hur programvaran fungerar och används. För att visa hur arbetet kan effektiviseras krävs en noggrann bearbetning av applikationen och dess funktioner. Med hjälp av analys av applikationen och data från intervjuer av brukare av Dalux Field blir det möjligt att analysera hur kommunikationen fungerar, hur effektiviteten påverkas och förslag på förändringar som kan komma att gynna produktionen ännu mer.



## 4 Empiri

I kommande kapitel kommer skribenternas insamlade empiri presenteras i form av tabeller samt löpande text.

### 4.1 Intervjuer arbetsledare

Fyra intervjuer har gjorts med AL på projekt D1 Ryhov. AL 1 och 2 använder sig aktivt av Dalux Field i sitt dagliga arbete medan AL 3 och 4 inte har introducerats för programvaran. I tabell 1 redovisas när intervjuerna har genomförts samt hur länge de varade.

*Tabell 1: Sammanfattning av intervjuer med arbetsledare*

Arbetsroll	Datum	Varaktighet	Plats
Arbetsledare 1	2019-03-18	00:17:28	D1, Ryhov
Arbetsledare 2	2019-03-19	00:19:08	D1, Ryhov
Arbetsledare 3	2019-03-19	00:11:03	D1, Ryhov
Arbetsledare 4	2019-03-22	00:26:33	D1, Ryhov

#### 4.1.1 Arbetsledare 1

AL 1 säger att en stor fördel med Dalux är att alltid ha tillgång till uppdaterade ritningar ute på arbetsplatsen. Det medför att AL1 inte behöver leta efter aktuell utskrivna ritning ute på arbetsplatsen eller att behöva gå in boden.

Funktionen att kunna mäta i applikationen anser AL1 vara till sin fördel ifall en övergripande uppfattning sökes. Dock använder inte AL1 applikationen för att göra exakta måttsättningar då strecken i applikationen är för tjocka och mätverktyget hittar inte rätt start och slutpunkt.

AL1 använder 3D-funktionen främst för att få en övergripande bild av slutresultatet. Funktionen fungerar främst som ett förstärkande verktyg till de 2D-ritningar som finns. AL1 anser att funktionen då hen kan klicka på ett objekt, exempelvis en dörr, är en bra funktion eftersom att all information om objektet då fås direkt i modellen. Detta istället för att gå in i en uppställningsritning som enbart finns antingen i boden eller i den projektportal som tillhandahålls via AL:s jobbdator.

AL1 och hans YA jobbar vid tillfället med gipsning av innerväggar, hen säger att det då inte behövs detaljer eller specifika ritningar för att utföra arbetet eftersom att yrkesarbetarna själva bestämmer tillvägagångssättet för uppgiften. Arbetsberedningen blir därför inte särskilt omfattande.

Vid andra arbetsuppgifter, till exempel som vägguppställning ser dock AL1 ett stort användningsområde för 3D-modellen som Dalux Field tillhandahåller då den ger en tydlig bild av de installationer som måste tas hänsyn till samt var dessa installationer även tar vägen.

AL1 upplever att mätfunktionen i 3D har förbättringspotential då enbart plushöjden för ett objekt ges ut istället för ett avstånd från färdigt golv.

#### **4.1.2 Arbetsledare 2**

AL2 har inte fått någon genomgång kring programvarans funktioner utan har själv gått in och utforskat användningsområden. Hen jobbar med det utvändiga på arbetsplatsen där inte särskilt många detaljer finns och anser att den tidigare programvaran som användes till liknande arbetsuppgifter var bättre, dock anser hen att Dalux som programvara är enklare att jobba med än tidigare programvara då den tillhandahåller de funktioner som faktiskt nyttjas och inte överflödiga funktioner. AL2 använder programvaran mestadels på sin dator och inte i mobil eller surfplatta.

AL2 har upptäckt funktionen där en avvikelshantering kan göras direkt i programvaran. Hen ger ett exempel på när en vägg har fått en defekt av till exempel påkörning så kan en bild tas, hänvisa till en ritning och även göra en kommentar för att sedan skicka iväg detta till ansvarig part. Detta kan även appliceras på andra områden, till exempel bristfällig städning eller förhindrade arbetsmöjligheter. AL2 anser att detta tillvägagångssätt sparar tid eftersom att alla berörda kan ha tillgång till informationen.

AL2 uppskattar att hen lägger ungefär 10 % av sin arbetstid på arbetsberedningar och använder sig då utav både 2D- och 3D-ritningar. Hen uppfattar det som att yrkesarbetarna uppskattar när modellen används som ett komplement till 2D-ritningarna. Hen anser även att yrkesarbetarna hade haft nytta av att själva ha tillgång till modellen genom Dalux Field ute på arbetsplatsen för att få en tydligare bild av slutresultatet.

Vid frågan på vad för funktioner hen saknar i programvaran får skribenterna svaret att mätverktyget behöver utvecklas. Vidare önskar AL2 att när snitt görs i till exempel ett väggparti ska alla skikt redovisas detaljerat. Hen misstänker att Dalux-modellen är mer förenklad just för att vara hanterbar i en mobil enhet.

#### **4.1.3 Arbetsledare 3**

AL3 använder inte Dalux Field främst på grund av okunskap kring 3D-modeller men är intresserad av att lära sig för att kunna utnyttja de funktioner som en modell innebär. Hen ser smidigheten i programmet när andra använder den men de nuvarande arbetsuppgifterna kräver inte riktigt den formen av detaljering. Däremot ser personen att i framtida arbetsuppgifter kunna ha nytta av programmet.

AL3 använder sig i nuläget enbart av 2D-ritningar så långt som den tillhandahållna informationen räcker till. Uppstår otydligheter kring en detalj och 2D-ritningar samt tidigare kunskaper inte räcker till frågar AL3 någon som har tillgång till modellen om hjälp.

På de 2D-ritningar som finns saknar AL3 installationer för att få en övergripande bild av slutprodukten. Hen ser också möjligheten kring att få mindre frågor från YA och installatörer då de med hjälp av programvaran kan lösa enklare problem på egen hand.

#### **4.1.4 Arbetsledare 4**

AL4 använder sig inte alls av programvaran utan enbart av eget utskrivna ritningar och ser heller inte något större behov av att använda en modell som komplement till sitt

arbetssätt.

Genom att själv gå in i de ritningsunderlag som berör de arbetsområden som är aktuella för AL4 samt att föra en kontinuerlig kommunikation med berörda parter tillhandahåller hen tillräckligt med information för att utföra sitt arbete.

AL4 ser värdet i att förstärka den visuella bilden av slutprodukten genom att använda en modell som komplement till 2D-ritningar men ser det inte som en nödvändighet för att utföra sitt arbete.

## 4.2 Intervjuer ledande montörer

Tre intervjuer med LM på NCC:s arbetsplats D1 Ryhov har gjorts. Ingen av montörerna arbetar med samma sorts installationer.

*Tabell 2: Sammanfattning av intervjuer med ledande montörer*

Arbetsroll	Datum	Varaktighet	Plats
Ledande montör 1	2019-04-10	00:15:02	D1, Ryhov
Ledande montör 2	2019-04-11	00:16:54	D1, Ryhov
Ledande montör 3	2019-04-11	00:16:54	D1, Ryhov

### 4.2.1 Ledande montör 1

LM 1 har fått en kortfattad genomgång kring en del användningsområden men anser att det säkerligen finns mer att tillgå. Hen använder applikationen främst för att få en överblick av 2D- och 3D-ritningar samt för att mäta. LM 1 använder sig dagligen av verktyget och anser att applikationen underlättar det dagliga arbetet. Det huvudsakliga användningsområdet är mätningen i 3D, det underlättar på så vis att alltid ha ritningar/modell tillgänglig ute på arbetsplatsen. Mätningen kan göras direkt i modellen och minimerar då tidsåtgången som krävs för att gå från arbetsmomentet till en dator eller bod där aktuell ritning finns tillgänglig. LM 1 har också stor användning för 3D-modellen för att visa de montörer som arbeten sker tillsammans med, detta genom att lokalisera eventuella krockar i ett tidigt skede. LM 1 menar att beslut då kan tas direkt på plats istället för att kontrollera med berörda parter.

LM 1 ser tidsaspekten som en stor faktor som ändrats sedan implementeringen av Dalux Field. Istället för att ringa någon som kan ge ut en höjd är det nu möjligt att ta reda på det och mycket annat på egen hand. Problemlösningen har också ändrats då exempelvis krockar nu upptäcks i ett tidigare skede eftersom att man har tillgång till andras ritningar på ett mycket enklare sätt i programmet och får då möjlighet att åtgärda dem omgående.

Det finns delar som kan förbättras med programvaran enligt LM 1, till exempel saknas vissa komponenter som finns på 2D-ritningen men inte i modellen. Det finns utvecklingspotential i mätfunktionen, till exempel att kunna panorera även i mätläget.

#### 4.2.2 Ledande montör 2

LM 2 använder sig utav Dalux Field dagligen i sitt arbete och har lärt sig de nödvändiga funktionerna på egen hand. Hen anser att det dagliga arbetet har underlättats då modellen alltid finns tillgänglig för problemlösning. Funktionen där LM 2 går in i modellen, klickar på önskat objekt och får fram detaljinformation, exempelvis längder och vinklar, anser hen vara mer användbar jämfört med informationen som erhålls från 2D-ritningar. För att få fram liknande information i de fall då en 3D-modell inte finns tillgänglig måste LM 2 kontakta ansvarig part. LM 2 anser att detta tillvägagångssätt är tidskrävande samt stannar upp produktionen jämfört med att få fram informationen på egen hand. LM 2 anser att det i modellen är tydligt var man kan gå in och göra ändringar utan att påverka någon annan installatör. Vidare anser LM 2 att mätfunktionen i 3D har potential till förbättring då installationernas höjder över färdigt golv inte redovisas.

#### 4.2.3 Ledande montör 3

LM 3 använder sig av applikationen och är självlärd kring dess funktioner. LM 3 är positiv till att hen i det dagliga arbetet kan använda applikationen som ett komplement till 2D-ritningar. Modellen bidrar med ytterligare information som ger förklaring på de oklarheter som dyker upp och kan användas vid problemlösning.

I dagsläget saknar LM 3 höjdförändringar på 2D-ritningar. Detta är något som lätt kan ses i modellen. Vidare anser LM 3 att modellen hjälper vid planeringen av arbetsgången. Genom att se hur andra installationer ska dras undviks de krockar när installationerna görs och varje berörd part kan erhålla de bästa arbetsförhållandena vad gäller utrymme som är möjligt.

LM 3 är överlag inte insatt i andra installatörers ritningar men med hjälp av 3D-modellen får hen en överblick av de närliggande installationer som kan beröra arbetsgången.

Den färgkodning som görs i modellen ger en tydlig bild kring vilken installation som tillhör respektive disciplin. Det förenklar tillvägagångssättet då eventuella frågor uppstår kring andras installationer.

### 4.3 Sammanfattning av insamlad empiri

I följande avsnitt presenteras respondenternas svar i tabellform. ”x” står för att respondenten har gett ett positivt svar på frågan, alltså antingen ”ja” eller bekräftat frågan med andra ord. ”-” står för att respondenten har svarat negativt på en fråga, alltså ”nej” eller dementerat frågan med andra ord.

Tabell 3: Respondenternas svar om Dalux Field

Om Dalux Field	AL1	AL2	AL3	AL4	LM1	LM2	LM3
Använder?	x	x	-	-	x	x	x
Genomgång?	x	-	ej apl.	ej apl.	x	-	-
Komplement?	x	x	ej apl.	ej apl.	x	x	x
Underlättar?	x	x/-	ej apl.	ej apl.	x	x	x

Majoriteten av respondenterna använder sig utav Dalux Field i sitt arbete och har inte fått någon genomgång kring de funktioner som finns i programvaran. De använder sig

främst av den som ett komplement till befintliga 2D-ritningar och anser att den underlättar deras dagliga arbete.

Tabell 4: Respondenternas svar kring användningsområden

Användningsområden	AL1	AL2	LM1	LM2	LM3
Arbetsberedning	x	x	ej apl.	ej apl.	ej apl.
Mätning	x	-	x	x	-
Visuellt verktyg	x	x	x	x	x
Ritningar	x	x	x	x	x
Detaljinformation	-	-	-	x	-
Problemlösning	x	-	x	x	x
Avvikelsehantering	-	x	-	-	x
Checklista	-	x	-	-	x

Brukarna menar att de främsta användningsområdena för applikationen är vid arbetsberedningar, mätning, visuellt verktyg, tillgång till ritningar och vid problemlösning. Vidare använder inte majoriteten av brukarna programvaran vid avläsning av detaljinformation, avvikelsehantering eller checklistor.

Tabell 5: AL3 och AL4 svar kring om Dalux Field hade underlättat deras arbetsgång

Tillfällen då Dalux hade underlättat	AL3	AL4
Arbetsberedning	x	x
Mätning	ej apl.	ej apl.
Visuellt verktyg	x	-
Ritningar	x	-
Detaljinformation	ej apl.	ej apl.
Problemlösning	x	x
Avvikelsehantering	-	-
Checklista	-	-

De respondenter som inte använder Dalux Field i sitt anser att de klarar sig utan programmet i sitt dagliga arbete. Vid vissa situationer inser dock respondenterna att de begränsas utan programmet, till exempel vid arbetsberedningar och vid problemlösning.

Tabell 6: Respondenternas svar kring Dalux påverkan på kommunikation och effektivitet

Dalux kommunikation/effektivitet	AL1	AL2	LM1	LM2	LM3
Arbetsberedning	x/x	x/x	ej apl.	ej apl.	ej apl.
Mätning	ej apl./-	ej apl./-	-/x	-/x	-/-
Visuellt verktyg	x/x	-/-	x/x	x/x	x/x
Ritningar	x/x	x/x	x/x	x/x	x/x
Detaljinformation	x/x	-/-	x/-	x/x	-/-
Problemlösning	x/x	-/-	x/x	x/x	x/x
Avvikelsehantering	-/-	x/x	-/-	-/-	x/x
Checklista	-/-	x/x	-/-	-/-	x/x

Tabellen ovan visar hur respondenterna svarat kring hur Dalux Field påverkat kommunikationen och effektiviteten i deras dagliga arbete. Vänster om snedstreck avser kommunikationen och höger om snedstreck avser effektiviteten. Alla respondenter anser att tillgången av ritningarna i programmet påverkar både kommunikationen mellan parter och effektiviteten i deras arbete positivt. Vidare anser arbetsledarna att Dalux Field har en positiv verkan på kommunikationen och effektiviteten vid arbetsberedningar och som visuellt verktyg. De ledande montörerna anser att mätverktyget, att använda programvaran som visuellt verktyg och som verktyg vid problemlösning påverkar kommunikationen och effektiviteten positivt. Däremot anser dem att detaljinformationen i ett fall leder till förbättrad kommunikation men oförändrad effektivitet, positivt i båda fall och oförändrat i båda fall.

## **5 Analys och resultat**

Följande kapitel analyserar skribenternas insamlade empiri tillsammans med det teoretiska ramverket och svarar sedan på de två frågeställningar som ställts.

### **5.1 Analys**

Det teoretiska ramverket presenterar att potential finns att förbättra kommunikationen och således effektiviteten i produktionsskedet i byggbranschen (Matta et al, 2018). Ofta innebär det generella uttrycket "god kommunikation" att berörda parter kommunicerar mer med varandra. Å andra sidan kan god kommunikation även innebära en effektivare kommunikation som istället reducerar antalet samtal och frågor mellan berörda parter.

Enligt respondenterna kan arbetsberedningen underlättas med hjälp av digitala hjälpmedel. Detta genom att ge tydligare information för berörda parter genom en helhetsbild av slutprodukten. Används en modell innehållandes kompletta installationer fås en större förståelse av kringliggande arbeten. I de fall då installationer är färgkodade eller tydligt kopplade till berörd disciplin kan rätt person kontaktas på ett effektivt sätt.

En korrekt byggnad kräver en korrekt måttsättning, med andra ord är mätning en vanligt förekommande arbetsuppgift. Mätning kan göras på olika sätt, men för att utföra arbetet korrekt används med fördel ett digitalt verktyg. Som tidigare nämnts i teorin läggs tyngd på att när digitala verktyg tillhandahålls av projekteringsgruppen krävs samarbete mellan dem och produktionsgruppen för att effektivisera produktionen (Granroth, 2017). Att istället ha tillgång till ett sådant verktyg ute på arbetsplatsen leder till att AL och LM minimerar tiden för anskaffning av en måttsättning. Följaktligen undviks samtal till projektledning samt transport mellan projektbod och arbetsplats. Eventuella felmarginaler reduceras även då den digitala modellen medför ett mer precist mått än mätning med tumstock på utskrivna 2D-ritningar. Med ett digitalt verktyg kan alltid rätt och senast reviderat ritningsunderlag finnas tillgängligt vilket säkerställer att arbetet utförs efter rätt handling. Detta medför även att om en utskrift saknas finns den ändå tillgänglig i digital form vilket även det minimerar transporter. Detta bekräftas av respondenterna då den mest förekommande användningen av Dalux Field är mätningsverktyget. De anser att förbättringsområden finns i funktionen, men att den i dagsläget är tillräcklig för att underlätta det dagliga arbetet. Hur tillvägagångssättet sett ut utan tillgång till Dalux Field förklarade de respondenterna som använder programmet som tidskrävande och kommunikativt invecklad.

AL och LM står som länken mellan projektledningen och de som utför arbetet, således uppkommer dagligen flertalet frågor kring produktionen. En 3D-modell ute på arbetsplatsen kan verka som ett visuellt komplement till 2D-ritningar i de fall då tillräcklig information saknas. Modellen ger istället en helhetsbild av slutprodukten och en förståelse för kringliggande arbeten. Om en montör från en viss disciplin upptäcker en oförklarlig avvikelse i sina ritningar kan modellen som innehåller samtliga discipliners installationer ge en förklaring på denna avvikelse. På samma sätt kan eventuella problem lösas på ett effektivt sätt utan att riskera kollision med kringliggande installationer. Produktionen löper vidare utan avbrott eftersom att LM tar eget beslut utan kommunikation med projektledning.

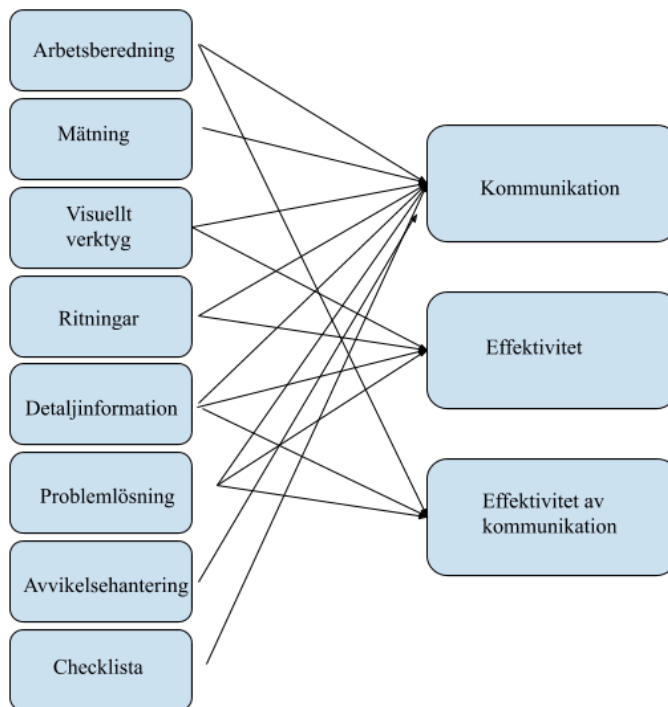
En byggnad består som känt av flertalet installationer, lokaliseringen för dessa är i första hand i utrymmet mellan undertak och bjälklag. För att erhålla en så stor rumsvolym

som möjligt ställs höga krav på optimering av denna yta. Följaktligen arbetar de olika installatörerna parallellt med varandra och höga krav på arbetsordningen ställs för att undvika krockar i produktionen. Respondenterna har uttryckt hur stor tyngd god arbetsmiljö har vid utförandet av dessa installationer. Med hjälp av en 3D-modell med alla installationer samlade kan arbetsordningen optimeras med god arbetsmiljö för installatörer i åtanke. Även när problem uppstår vid eget arbete kan en installatör enkelt se hur en problemlösning ter sig gentemot andras installationer. De ledande montörerna som intervjuats poängterar nyttan i att ha tillgång till samtliga ritningar samt möjligheten att få upp resultatet i 3D. Med hjälp av Dalux Field fick de då möjlighet att mäta, granska eller erhålla detaljer kring deras och kringliggande arbeten och kunde på så sätt undvika onödigt arbete som annars skulle krävts. Som tidigare nämnt i kapitel 3.2 *BIM* ökar kostnader för åtgärdande av byggfel ju senare de upptäcks.

Den information som ska finnas på en 2D-ritning kan i många fall vara omfattande. Med hjälp av *BIM* kan information kopplas till enskilda objekt i en modell och sedan avläsas och tolkas på ett effektivt sätt. I de fall då *BIM* inte är implementerat på en arbetsplats hade istället projektledningen kontaktats då information saknas på 2D-ritning. Således innebär det ett arbetssätt som är mer tidskrävande och även kräver mer kommunikation mellan olika parter.

För att effektivisera arbetet på en byggarbetsplats kan olika former av checklistor användas för att säkerställa att alla delmoment utförs. Genom att använda sig av en digital checklista som alla berörda parter har tillgång till minimeras stopp i produktion eftersom att alla vet vilket arbetsmoment som ska göras närmast. På så sätt undviks onödig kommunikation i form av frågor mellan YA och AL och arbetet effektiviseras. När eventuella byggfel och skador uppstår behöver dessa åtgärdas. För att effektivisera kommunikationen av hur skadan eller byggelet uppkommit, hur det ska åtgärdas och var den är lokaliserad kan hjälpmedel användas i form av avvikelshanteringar digitalt. Genom att beskriva vad som behöver åtgärdas, tilldela en ansvarig part och markera på ritning var skadan ägt rum, förenklas kommunikationen och arbetsgången för att åtgärda avvikelser effektiviseras.





Figur 3: Användningsområden kopplade till frågesättningar

I figur 3 illustreras hur de olika användningsområden med Dalux Field kan påverka kommunikation och effektivitet men även hur kommunikation påverkar effektiviteten. En god kommunikation genererar ett effektivare arbete men ett effektivt arbete genererar inte alltid god kommunikation.

## 5.2 Hur påverkar användningen av Dalux Field kommunikationen i produktionen på en byggarbetsplats?

Med hjälp av Dalux Field som BIM-verktyg ute på arbetsplatsen minskar kommunikationen mellan AL och projektledning, LM och AL, LM och montörer, samt LM och projektledning.

Den omfattande informationen som tillhandahålls i programvaran är till stor fördel för LM och montörer. Frågor kring detaljer besvaras med hjälp av den information som erhålls i modellen och samtal till projektledning reduceras.

Dalux Field presenterar de olika disciplinernas installationer med en färgkodning. Detta ger en tydlig bild av vilken part som ska kontaktas om frågor uppstår installatörer emellan. Således förkortas och förenklas kommunikationsprocessen mellan disciplinerna.

Vid en arbetsberedning används Dalux Field med fördel som ett visuellt verktyg. Genom att ge en tydlig bild av slutprodukten förbättras kommunikationen mellan AL och YA då frågor kring otydligheter förminskas.

### **5.3 Hur påverkar användningen av Dalux Field effektiviteten i produktionen på en byggarbetsplats?**

Som tidigare nämnt genererar god kommunikation ett effektivare arbete. Detta bekräftas då den minskade kommunikationen mellan projekteringsgrupp och produktionsgrupp medför mindre avbrott i produktionen. Då kommunikationen med hjälp av Dalux Field i flera olika avseenden minskas kommer således produktionsstoppen minskas och arbetet effektiviseras.

Med hjälp av Dalux Field kan 3D-modellen kontinuerligt kontrolleras vilket medför att eventuella krockar upptäcks i ett tidigare skede. Detta i sin tur leder till minskade byggkostnader då byggfel som upptäcks i ett senare skede ofta kostar mer pengar. Det samma gäller arbetsordningen. När de olika disciplinerna får en helhetsbild av kringliggande installationer optimeras arbetsordningen på ett effektivt sätt och minskar risken för kollisioner och underlättar arbetsutförandet.

Genom att ständigt ha tillgång till senast reviderad bygghandling direkt i surfplattan eller mobilen kommer mindre byggfel ske i form av byggnation efter fel handling. Att dessutom ha tillgång till alla ritningar i den mobila enheten reduceras transporttider mellan produktionsplats och projekteringsbod vilket även det reducerar tidsåtgången för produktionen.

### **5.4 Koppling till målet**

**Målet med detta examensarbete var att undersöka hur Dalux Field påverkar produktionen på en byggarbetsplats.** De frågeställningar som framtagits för att besvara målet har presenterat hur användandet av Dalux Field påverkar kommunikationen och effektiviteten i produktionsskedet på en byggarbetsplats.

Resultatet visar att de som använder Dalux Field i sitt dagliga arbete anser att programvaran underlättar arbetsmomenten. De som inte brukar Dalux Field medger att de i vissa moment ser nyttan i programmet för att förbättra sin arbetsgång.

Frågeställning ett besvarar att kommunikationen faktiskt förbättras med hjälp av Dalux Field då den i själva verket minskas vilket i sin tur reducerar produktionsstoppen och förbättrar därmed effektiviteten på arbetsplatsen. Detta besvarar arbetets andra frågeställning som då gick ut på att analysera hur produktionsskedets effektivitet påverkas med hjälp av Dalux Field. Vidare påverkas effektiviteten ytterligare då Dalux Field ger brukaren en möjlighet att nå information ute på arbetsplatsen. Då modellen är tillgänglig för kontinuerliga kontroller kommer även eventuella kollisioner upptäckas i ett tidigare skede.

## **6 Diskussion och slutsatser**

I följande kapitel diskuteras validiteten och reliabiliteten kring studiens resultat. Vidare beskrivs relevansen av tillvägagångssättet samt de begränsningar som utgjorts av arbetet. Slutligen presenteras slutsatser, rekommendationer och förslag på vidare forskning.

### **6.1 Resultatdiskussion**

Respondenterna på intervjuerna har varit anonyma för att öka reliabiliteten då intervjufrågorna främst utformas för att ta reda på deras åsikter kring rådande situation och dess förbättringar. Anonymiteten innebär att respondentens åsikter kan yttras utan oro för uppföljning från läsare och ett mer tillförlitligt svar fås.

Validiteten i arbetet anses som hög då de intervjuer som genomförts bekräftar den ursprungliga teorin som insamlats i arbetet. Under arbetets gång har både brukare och icke brukare av programvaran intervjuats. Eftersom att ickebrukarna bekräftar att de vid behov kontaktar en brukare ökas validiteten ytterligare. De respondenter som är brukare av programvaran har haft liknande svar som även detta bekräftar resultatets tillförlitlighet.

Intervjuerna har spelats in och därefter transkriberats vilket ökar reliabiliteten på resultatet. Detta har medfört att skribenterna haft hög närvaro vid intervjutillfällena och kunnat få nyanserade svar med hjälp av följdfrågor.

För att stärka validiteten ytterligare hade ett experiment kunnat genomföras i form av implementering av programvaran hos icke brukare och sedermera jämföras med arbetsgången innan och efter implementering. Detta hade kunnat användas i en triangulering för att stärka resultatet ytterligare.

Eftersom att fallstudien är genomförd i samarbete med NCC är resultatet svårt att generalisera med andra än liknande stora byggföretag. För att genomföra en implementering av en ny, icke beprövad programvara krävs tid, kompetens och resurser, något alla byggföretag inte innehar.

### **6.2 Metoddiskussion**

Respondenterna anser att en fallstudie var relevant för att uppnå arbetets mål då det avser att undersöka en mindre grupp på ett avgränsat referensprojekt. Arbetet har en kvalitativ ansats vilket gynnade resultatet som består av åsikter och konkreta situationer.

Skribenterna medger att en kvantitativ ansats hade stärkt resultatet ytterligare men intresset låg i respondenternas åsikter samt konkreta arbetssituationer för att genomföra en nyanserad tolkning av resultatet till grund för analysen. Skribenterna anser att avsaknaden på kvantitativ empiri inte påverkar studiens resultat negativt.

Det teoretiska ramverket låg till grund för det intervjuformulär som framställdes inför de olika intervjutillfällena för att göra skribenterna väl förberedda. Det teoretiska ramverket användes även för att framställa resultatet utifrån den egna insamlade empirin i analysen. Vissa källor äldre än fem år har använts i de fall då begreppen ansågs vara generaliserbara och aktuella för byggbranschen. Då olika yrkeskategorier deltog i

fallstudien utformades olika intervjuformulär men med samma struktur för att få en mer objektiv bedömning av programvaran. Även icke brukare intervjuades för att ta reda på hur arbetsgången ser ut utan programvaran.

### **6.3 Begränsningar**

På arbetsplatsen används en gemensam plattform som även fungerar som ett kommunikationsverktyg i form av dagboksanteckningar från alla olika projektblock. Den är inte möjlig att ta med sig ut på arbetsplatsen men används i första hand innan Dalux Field. Dalux Field har samma funktioner men dessa var inte implementerade på arbetsplatsen när studien genomfördes.

Eftersom NCC är ett stort företag inom byggsektorn med stora projekt, resurser och tillgångar är en generalisering med hela byggbranschen vag. Resultatet går att generalisera med liknande stora byggföretag med liknande projektstorlek, resurser och tillgångar.

### **6.4 Slutsatser och rekommendationer**

I problembeskrivningen nämner skribenterna att en effektivare kommunikation skulle leda till stora besparingar i byggbranschen. Resultatet av fallstudien visar att kommunikationen minskas, och därmed effektiviseras, med hjälp av Dalux Field.

Byggfel och stopp i produktionen är likaså hämningar i produktionen som enligt Granroth (2017) kan lösas med hjälp av BIM i form av en 3D-modell och förbättrad kommunikation och samordning mellan de olika instanserna på en byggarbetsplats. Dalux Field ger brukaren möjlighet att upptäcka eventuella byggfel i ett tidigt skede vilket reducerar antalet stopp i produktionen och därmed effektiviserar arbetet.

I en byggnad likt referensprojektet finns flertalet olika installationer för att erhålla en väl fungerande byggnad. För att optimera såväl ytan som arbetsgången krävs en stor samordning mellan de olika disciplinerna. På så vis undviks kollisioner och otympliga utföranden.

#### **Rekommendationer:**

- Förbättrat mätverktyg
- Plushöjder över färdigt golv istället för m.ö.h.
- Utnyttja programvarans alla funktioner
- Större implementering, många funktioner är beroende av totalanvändning av samtliga parter.

### **6.5 Förslag till vidare forskning**

Förslag till vidare forskning är hur programvaran kan utvecklas och förbättras för att optimera användningen. Detta genom en större implementering av programmet på arbetsplatsen med så många brukare som möjligt. Vidare kan AR funktionen som finns i programvaran undersökas ytterligare för att kartlägga användningsområdet inom den nya teknologin.

## Referenser

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

Byggledarskap. (2014). *Roller och yrken i byggprojekt*. Hämtad från Byggledarskap: <http://byggledarskap.se/wp-content/uploads/byggprojektets-yrkesroller.pdf>

Dalux Field (2019) TwinBIM, hämtat 2019-01-23 från [https://www.dalux.com/sv/dalux-field/twinbim/#contact\\_form](https://www.dalux.com/sv/dalux-field/twinbim/#contact_form)

Davidson, B., Patel, R. (2011) *Forskningsmetodikens grunder*. Lund: Studentlitteratur AB, ISBN 978-91-44-06868-8

Dubas, S., & Paslawski, J. (2017) *The concept of improving communication in BIM during transfer to operation phase on the Polish market*. Procedia Engineering, vol 208. Hämtad 2019-02-23 från <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817360058>

Ericsson, L., Högrell, O., Liljelund, L-E., Modig, S., Sjöstrand, M., Uusmann, I., Ärlebrant, Å. (2002). *Skärpning gubbar! Om konkurrensen, kostnaderna, kvaliteten och kompetensen i byggsektorn*. Näringsdepartementet. Hämtad från regeringskansliet: <https://www.regeringen.se/contentassets/4fb6f8a687324132a3afa8958d6384a5/skarpning-gubbar-om-konkurrensen-kvaliteten-kostnaderna-och-kompetensen-i-byggsektorn-kapitel-1-6>

Granroth, M. (2011) *Byggnadsinformationsmodellering*. Stockholm. Godoymedia

Hansson, B., Olander, S., Landin, A., Aulin, R., Persson, M., Persson, U., (2017). *Byggledning – Produktion*. Lund. Studentlitteratur AB.

Ignatova, Elena V. (2018) *Workspace Planning Based on the Analysis of BIM Collisions*. Materials Science Forum. (Vol 931). 1286-1290.

Jacobsson, M., & Linderöth, H. (2010). *The influence of contextual elements, actors' frames of reference, and technology on the adoption and use of ICT in construction projects: a Swedish case study*. Construction Management and Economics, 13-23.

Matta, G., Herrera, R.F., Baladrón, C., Giménez, Z., & Alarcón, L.F. (2018) *Using BIM-based sheets as a visual management tool for on-site instructions: a case study*. Group for Lean Construction (IGLC), 144-154

Melin Lundgren, N. (2017, 22 mars) *Få byggare ser de digitala möjligheterna*. Dagens Industri. Hämtad från <http://byggindustrin.se/artikel/nyhet/fa-byggare-ser-de-digitala-mojligheterna-24776#>

Nordstrand, U. (2013) *Byggprocessen*. Stockholm. Liber AB.

Svensk byggtjänst, *Besparingsmöjligheter genom effektivare kommunikation i byggprocesser*. (2014). Hämtad från: <https://byggtjanst.se/globalassets/svensk-byggtjanst-besparingsmojligheter-2014.pdf>

Wang, L., & Leite, F. (2016). *Formalized knowledge representation for spatial conflict coordination of mechanical, electrical and plumbing (MEP) systems in new building projects (Automation in construction)* Austin: University of Texas, Department of Civil, Architectural and environmental engineering. Hämtad från: <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/formalized-knowledge-representation-for-spatial-conflict-coordination-IJvsOuvvV7?key=elsevier>

Svensk Byggtjänst. (2014). "*BIM och öppen budget skapar kostnadskontroll för beställare och leverantör*". Hämtad från Svensk byggtjänst: <https://byggtjanst.se/aktuellt/effektiva-byggaffarer/byggdialog/>