



# CHALMERS

---



## **Digitala hjälpmedel i byggproduktionen** **En studie av programvaran Dalux Field**

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

Knut Martin Persson  
Ludvig Gårdelöv

---

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
Avdelningen för Construction Management  
Forskargrupsnamn  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Examensarbete BOMX03-17-34  
Göteborg, Sverige 2017



EXAMENSARBETE BOMX03-17-34

Digitala hjälpmedel i byggproduktionen  
En studie av programvaran Dalux Field  
Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet  
Byggingenjör  
Knut Martin Persson  
Ludvig Gårdelöv

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
Avdelningen för Construction Management  
Forskargrupsnamn  
Chalmers TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, 2017

Digitala hjälpmedel i byggproduktionen  
En studie av programvaran Dalux Field  
Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet  
Byggingenjör  
Knut Martin Persson  
Ludvig Gårdelöv

© KNUT MARTIN PERSSON, LUDVIG GÅRDELÖV, 2017

Examensarbete BOMX03-17-34 / Institutionen för bygg- och miljöteknik,  
Chalmers tekniska högskola 2017

Institutionen för bygg och miljöteknik  
Avdelningen för Construction Management  
Forskargrupsnamn  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Man på byggarbetsplats arbetandes med Dalux Field.

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
Göteborg 2017



Digitala hjälpmedel i byggproduktionen  
En studie av programvaran Dalux Field  
Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet  
Byggingenjör

Knut Martin Persson

Ludvig Gårdelöv

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
Avdelningen för Construction Management  
Forskargrupsnamn  
Chalmers tekniska högskola

## SAMMANFATTNING

I dagens byggbransch är slöseri en stor del av kostnaderna i form av dubbelarbeten, onödiga transporter och väntan. Arbetsledningen i produktionen uppfattar sin arbetsvardag som stressig. I denna miljö är det av nytta att hitta effektiva arbetsätt och minska slöseriet, någonting som definieras och bemöts av begreppet Lean Construction.

Förespråkare för en mer digitaliserad byggbransch menar att BIM (Building Informations Modelling) kan öka effektiviseringen. Även om BIM och Lean Construction har olika utgångspunkter så finns det gemensamma nämnare där de i samexistens kan öka nyttan mer än de kan enskilt.

Rapportens syfte är att hitta användningsområden för BIM-verktyg som kan effektivisera byggproduktionen, för att därefter ta fram rekommendationer för att säkerställa en ändamålsenlig implementering. Användningen avser arbetsledningens arbetsuppgifter och de metoder de tillämpar för att utföra dessa.

Litteraturstudier av rapporter och artiklar samt intervjuer med personer inom byggproduktion och BIM-verksamhet hos Veidekke ligger som grund för arbetet. En rapport om kopplingar mellan BIM och Lean Construction utgör en central del i hur effektivisering definieras. Genom att kartlägga produktionsledningens arbetsuppgifter med och utan BIM-verktyg analyseras och jämförs skillnader i metoderna. Från denna kartläggning undersöks vilka arbetsuppgifter BIM-verktyg är tillämpningsbara på för att uppnå effektivisering. Experiment utförs med verkliga uppgifter för arbetsledare och utifrån litteraturstudierna dras kopplingar till arbetsledarens utlåtande.

Resultatet från experimentet och intervjuerna visar att BIM-verktyg bidrar till ökad effektivitet i form av minskat dubbelarbete, eliminering av onödiga rörelser och bättre dokumentationshantering. För att uppnå detta krävs dock en ändamålsenlig implementering av BIM-verktyg. Tid och support för upplärning är något som hamnar i fokus då arbetsledningens vardag redan är pressad. Med rätt förutsättningar är arbetsledningen positivt inställda till den nya tekniken. Med hänsyn till resultatet och den tidsbrist som kännetecknar byggproduktionen har några rekommendationer till Veidekke tagits fram, i syfte att underlätta en eventuell implementering. För att uppnå en störningsfri övergång till de nya arbetsätten som den nya tekniken bär med sig krävs det kompetenta resurser som ansvarar för upplärning och support. I linje med hur Veidekke Norge arbetar är det rekommenderat att ge tillgång till en ansvarig som startar upp nya projekt med erforderlig teknik och data för att underlätta arbetsledningens användning. Avslutningsvis är det också relevant att se över dokument som kan föras över till digitalt format för att standardisera och främja återkoppling mellan projekt.

Nyckelord: Lean Construction, BIM, BIM-verktyg, Digitalisering, Dalux Field,



Digital tools in the construction site

A study of the Dalux Field software

## **Diploma Thesis in the Engineering Program**

Building and Civil Engineering

Knut Martin Persson

Ludvig Gårdelöv

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Construction Management

Research Group Name

Chalmers University of Technology

## **ABSTRACT**

In today's construction sites are waste a significant part of the total cost in form of repetition, unnecessary movement and waiting time. Production managers perceives their work day as stressful. In this environment, it is useful to find efficient working methods and reduce waste, something that is defined and addressed by the concept of Lean Construction.

Although BIM and Lean Construction are different in many regards, there are common denominators where, in coexistence, they can increase the value more than they can individually.

The purpose of the report is to find uses for BIM tools that can streamline production, then to make recommendations to ensure effective implementation. The use refers to the production managers' tasks and the methods they apply to carry out these.

Literature studies of reports and articles in addition to interviews with people at Veidekke's production and BIM operations are the basis for this report. A report on links between BIM and Lean Construction is a key part of how efficiency is defined. By mapping the production managers' tasks with and without BIM tools, differences in methods are analyzed and compared. From this mapping, it's investigated what tasks BIM tools applied to achieve efficiency. Experiments are performed with real tasks for production managers, and from the literature studies, connections are made to the manager's opinion.

The results of the experiment and interviews show that BIM tools contribute to increased efficiency in the form of reduced repetition, elimination of unnecessary movement and better documentation management. To achieve this, however, an effective implementation of BIM tools is required. Time and support for learning is something that comes into focus, as the daily routine is already under pressure. With the right prerequisites, the management team is positively aligned with the modern technology.

In view of the results and the shortage of time that characterizes construction production, some recommendations have been made to Veidekke, to ease possible implementation. To achieve a smooth transition to the new routines in which the modern technology brings with it, competent resources are required for education and support. In line with the way Veidekke Norway works, it is recommended to give access to a manager who starts up new projects with the required technology and data to facilitate workflow usage. Finally, it is also relevant to review documents that can be transferred to digital format to standardize and promote feedback between projects.

Key words: Lean Construction, BIM, Digitalization, BIM tools, Dalux Field,

# Innehåll

1		INLEDNING	
			1
1.1	Bakgrund		1
1.2	Veidekke AB		2
1.3	Dalux Field		2
1.3.1	Uppgifter		3
1.3.2	Checklistor		4
1.3.3	Modell-och ritningshantering		5
1.3.4	Dokumentation		5
1.4	Syfte		7
1.5	Avgränsning		7
1.6	Metod		7
1.6.1	Intervjuer		7
1.6.2	Experiment		8
2		TEORI	
			9
2.1	BIM och digitala verktyg		9
2.2	Lean Construction		10
2.3	BIM och Lean Construction		11
2.3.1	Leanprinciper		12
2.3.2	BIM-funktioner		12
2.3.3	Kopplingar mellan BIM och Lean		13
2.4	Arbetsledning		15
2.5	Digitala hjälpmedel på byggarbetsplatsen		17
3		RESULTAT	
			18
3.1	Nulägesanalys		18
3.2	Erfarenheter från Veidekke Norge		19
3.3	Experimentet		21
4		DISKUSSION	
			24
4.1	Metodkritik		27
4.2	Experimentkritik		27

5		SLUTSATS
		29
5.1	Rekommendationer	29
6		REFERENSER
		I
7		FIGURER
		III



## **Förord**

Det här examensarbetet som är en del av byggingenjörsprogrammet på Chalmers tekniska högskola omfattar femton högskolepoäng. Arbetet är gjort under våren 2017 på avdelningen Project Management. Syftet med arbetet är att undersöka vilka arbetsuppgifter hos arbetsledningen som kan effektiviseras genom användning av digitala verktyg. Resultaten är menade att ligga till grund för rekommendationer vid en eventuell implementering av ett BIM-verktyg i produktionen.

Vi vill tacka våran handledare från Chalmers; Mikael Viklund Tallgren för god vägledning och bra synpunkter och vår handledare från Veidekke; Oskar Twedmark som tillrättalagt för kontakter och material till arbetet. Ett stort tack ges också till de personer från Dalux samt Veidekke Norge som hjälpte till att möjliggöra experimentet.

Göteborg maj 2017

Ludvig Gårdelöv och Knut Martin Persson







# 1 Inledning

I det här kapitlet presenteras bakgrunden till arbetet samt syfte, avgränsningar och vilka metoder som användes för att ta fram information och resultat. Avslutningsvis presenteras även de företag som rapporten berör för att öka förståelsen för rapportens relevans.

## 1.1 Bakgrund

Rapporter beställda av Svensk Byggindustri lyfter fram att användningen av digitala produkter är mycket låg i svensk byggbransch jämfört med andra branscher (Lundgren, 2017). Byggbranschen har hängt efter och uppfattningen i branschen är att "den är bra som den är" även om undersökningar visar att digitala hjälpmedel kan öka konkurrensmöjligheterna (Jacobsson & Linderoth, 2012).

Fler och fler aktörer har infunnit sig i att branschen måste bli bättre på digitala verktyg för att hänga med i utvecklingen. Under de senare åren har myndigheterna i samarbete med näringslivet enats om att digitaliseringen är viktig och därför investeras stora belopp på att göra branschen mer digital. Innovationsmyndigheten Vinnova är ett exempel på detta då de har beviljat en halv miljon kronor på en förstudie om hur digitalisering kan öka produktivitet i byggbranschen" (Sveriges Allmännyttiga Bostadsföretag, 2016). Ett annat exempel på satsningen är samarbetet mellan 28 olika aktörer, som över en treårs period skall digitalisera samhällsbyggnaden med en investering på tillsammans 200 miljoner kronor, vilket gör det till den största satsningen i byggsektorn genom tiderna (Nohrstedt, 2015). Målet med satsningen är att genom utveckling av nya datorprogram och arbetssätt korta ned planerings- och byggtider, sänka kostnaderna och minska miljöpåverkan. Mycket av digitaliseringsprocessen och framförallt 3D-modellerna används för att skapa en gemensam förståelse och därmed effektivisera byggandet (Jongeling, 2008).

Rapporten kommer utgå från Lean Construction, ett ämne som även det fokuserar på effektivitet och flöde (Howell, 1999). Lean Construction är en filosofi som är hämtad i från Toyotas produktionssystem (TPS). Lean Construction liksom TPS fokuserar på minimerat slöseri, ökat värde för kunden och ett ständigt förbättringsarbete. Då TPS är en filosofi framtagen ur en tillverkningsindustris perspektiv har Lean Construction utvecklats och anpassats för byggbranschen. Ett av de företag som gör en satsning i båda leden är Veidekke AB (Veidekke, 2015). Genom att implementera både Lean Construction och digitala programvaror i ett företag eller projekt finns det stor potential till ekonomisk vinning, bättre arbetsmiljö och tidsbesparingar (Sacks, Koskela, Dave, & Owen, 2009).

I ett normalt byggprojekt är ungefär en tredjedel av de totala kostnaderna någon form av slöseri (Josephson & Saukkoriipi, 2005). Baserat på 2016 års statistiskt från statistiska centralbyrån motsvarar detta en kostnad på 86 miljarder kronor för hela branschen. Slöseriet är vanligtvis byggfel, onödiga transporter, väntan, dålig logistik och felaktigt projektering. Med de enorma summorna som består av

slöseri framgår en potential för förbättring i byggsektorn. Detta examensarbete är tänkt som ett bidrag till att minska detta slöseri.

## 1.2 Veidekke AB

Veidekke AB är ett bygg-, anläggnings- och bostadsutvecklingsföretag som verkar i hela framförallt i Göteborgs- och stockholmstrakterna samt Skåne (Veidekke, u.d.). Företaget kan spåras tillbaka till Norge år 1936 men startade dotterbolaget i Sverige år 1998. Några av Veidekke AB:s pågående byggen är SEB:s nya huvudkontor i Solna, S:t Eriks ögonsjukhus i Stockholm och arkitektur- och samhällsbyggnadshuset på Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg (Veidekke, 2017).

Veidekkes arbete med Lean Construction och BIM beskrivs av dem som ett involverande arbetssätt. Arbetssättets lägger stort fokus på en fungerande arbetsgrupp bestående av flerparten av aktörerna berörda av projektet och hur de samarbetar. Vikten av återföring och komplettering av erfarenheter inom arbetsgruppen står i centrum. Veidekke förespråkar något de kallar *involverande planering* vilket innebär att arbetsgruppen har återkommande möten där hela gruppen samlas föra att diskutera och hitta lösningar på problem. Den korta kommunikationsvägen beskrivs som en effektiv metod. Tillsammans med planeringsmöten nämns även VDC (Virtual Design and Construction) som ett centralt begrepp för deras lean- och BIM-satsning, det innefattar bland annat integrering av 3D-modeller från olika discipliner.

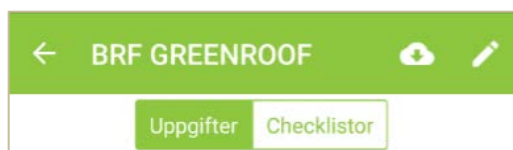
## 1.3 Dalux Field

Dalux Field är en webbaserad programvara för produktionsskedet i byggprojekt, utvecklat av företaget Dalux. Programvaran som finns till dator, platta och telefon och är tänkt som ett verktyg för byggherre, konsult och entreprenörer förklarar Key Account Manager Janni Raundahl. I programmet går det att ladda upp 2D-ritningar och 3D-modell över projektet som sedan finns tillgängliga i mobil- och webbapplikationen. Programvaran stöder flera olika sorters filformat som IFC, PDF, RVT och DWG. Mobilapplikationen är ett verktyg ämnat att använda ute på byggarbetsplatsen medan webbapplikationen är en databas för den data som skapas med hjälp av mobilapplikationen.

Entreprenörer som använt sig av Dalux Field i deras byggprojekt hävdar att de besparat tid på egenkontroller med upp till 25% (Dalux, 2017). I ett pressmeddelande förklarar administrerande direktör för Dalux Danmark, Torben Dalgaard, att deras mål är att programvaran skall vara lättare att använda än penna och papper, vilket deras kunder så långt meddelar att det är (Byggeindustrien, 2017).

De centrala funktionerna som används i Dalux Field är *uppgifter och checklistor* förklarar Raundahl. Uppgifter är en funktion som skapar aktiviteter som behöver utföras, till exempel oplanerade arbeten som uppstår på en byggarbetsplats. Den andra funktionen som används är checklistor, en digital version av en checklista som vanligtvis skrivs ut och loggförs med hjälp av penna. Skydds- och miljöron samt egenkontroller är exempel på checklistor som förekommer på byggprojekt.

Med den digitala checklistan loggförs informationen med hjälp av mobilapplikationen och samtidigt sparas den i webbapplikationen.



Figur 1: Uppgifter och checklistor är de två huvudfunktionerna i Dalux Field.

### 1.3.1 Uppgifter

På en byggarbetsplats uppstår det kontinuerligt uppgifter som behöver utföras. Vissa av dessa uppgifter är planerade och dirigerade medan andra uppstår under byggets tid. Det kan vara uppgifter som uppstår på grund av fel, skador, eller dylikt. Dessa uppgifter behöver sammanställas och dirigeras till rätt disciplin för att utföras på rätt sätt. Med hjälp av applikationen Dalux Field kan uppgifterna skapas digitalt på plats. Det innebär att uppgiften kan definieras, dirigeras samt dokumenteras i samma stund som den upptäcks.

När en uppgift skapas i Dalux Field kan den kopplas ihop med vart den härstammar ifrån, såsom en försynsrunda, en skyddsrand eller annat. Kopplingen hjälper till vid filtrering av uppgifterna i webbapplikationen.

Uppgiften definieras genom att en *beskrivning* formuleras samt *bilder* eventuellt läggs till. Om en beskrivning är överflödigt kan funktionen *ämne* användas. Den punkten innehåller en rullgardin med vanliga termer så som städning, skada, fel, och fungerar som en rubrik till uppgiften.

Med hjälp av ritningar och modeller som programmet innehåller kan en orientering skapas genom *platsfunktionen*. Till uppgiften kan även *deadline* kopplas, om ett tydligt slut för den behövs. Vidare dirigeras uppgifter till lämplig entreprenad genom funktionen *Ansvarig*. När uppgiften skickas så kommer den person som är kopplad till disciplinen i fråga få tillgång till all information som läggs upp här.

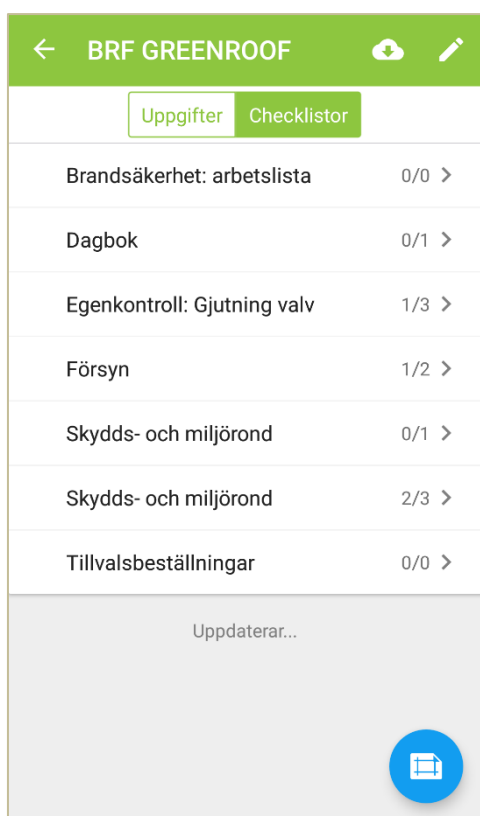
Ny registrering		SKICKA
Typ	Försyn >	
+ Lägg till bild		
Ämne		+
Ansvarig	FOG Ludvig Gärdelev > KMP&LG	
Plats	BRF GREENROOF A-ritning plan 12 >	
Deadline	11.maj 2017	
Beskrivning		
Placering		

Figur 2: Att skapa en uppgift i Dalux Field.

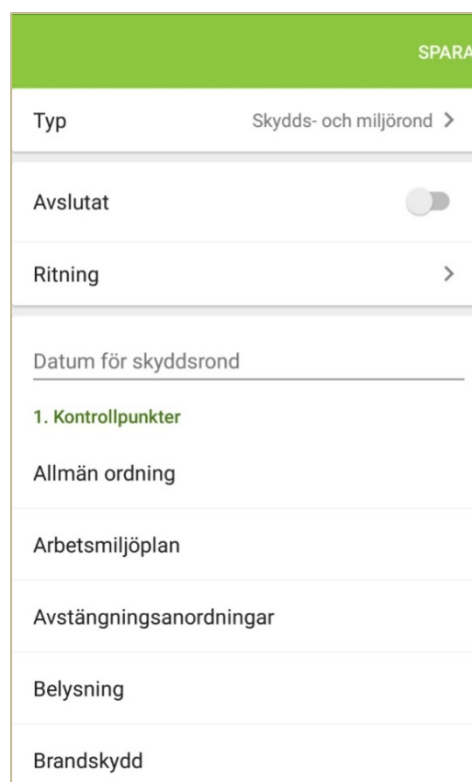
Samtidigt som uppgiften är *skickad* så är den definierad, dirigerad och dokumenterad. Dokumentationen sker genom att den lagras i webbapplikationen.

### 1.3.2 Checklistor

Funktionen *uppgift* är en metod för att skapa information om arbeten som uppstår under produktionen. En annan funktion som programvaran erbjuder är *checklistor*. Detta gör det möjligt att utföra egenkontroller av arbeten, skydds- och miljöronder samt andra avstämningar med en mobil enhet och likt uppgifter så dokumenteras detta i samma stund som de utförs. I fall brister upptäcks i rundorna finns det även möjlighet att skapa en uppgift med samma tillvägagångsätt som ovannämnt. Med dessa funktioner är det möjligt att sammanställa checklistor innehållande bilder, ritningsorientering, problembeskrivning, åtgärder med mera i en och samma enhet.



Figur 4: Olika checklistor i en mobil enhet.



Figur 3: En skydds- och miljölista i en mobil enhet.

### 1.3.3 Modell-och ritningshantering

Genom uppladdning av 2D-ritningar och 3D-modeller kan dessa integreras i Dalux Fields webbapplikation. Genom att koppla ritningarna till de olika nivåerna som är definierade i modellen finns möjligheten att samköra dess både i webb- och mobilapplikationen.



Figur 5: 3D-modell och ritning kan visas samtidigt.



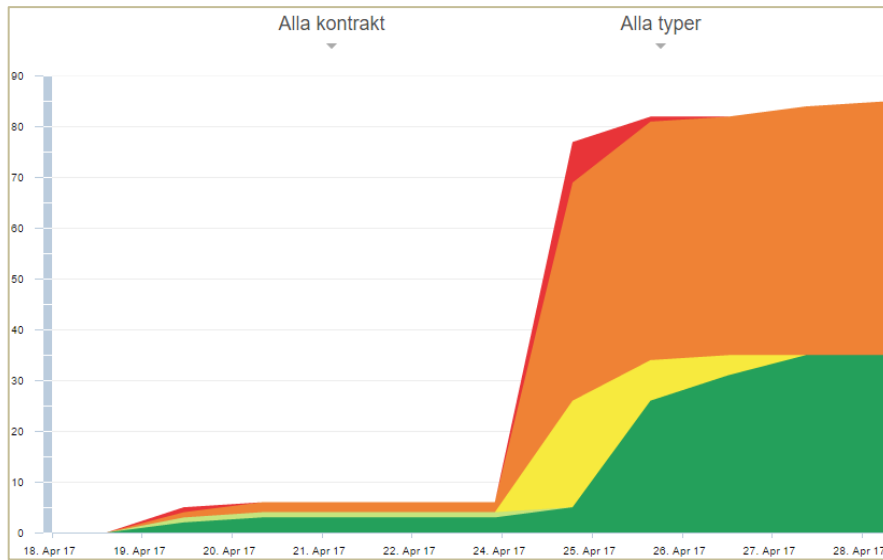
Figur 6: 3D-viewer i Dalux Field.





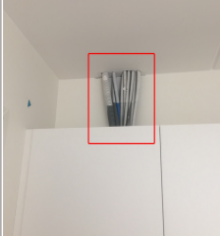

Figur 7: Överblick över uppgifter och checklistor i webbapplikationen.

### 1.3.4 Dokumentation

I webbapplikationen finns alla de uppgifter och checklistor som skapat lagrade. Här går det att sortera och filtrera informationen för att sedan skriva ut. Filtrering kan ske efter disciplin, plats, ämne, ansvarig, deadline, typ och så vidare. Utskrifterna kan vara till exempel en så kallad hantverkarrapport (se. Fig 9), en lista med sammanställda uppgifter som en viss yrkesarbetare ska utföra. Den data som Dalux behandlar går att exportera till Excell-format och kan således användas i andra program och annat syfte.



Figur 8: Grafisk överblick över uppgifter. (grön = utförda, röd = ej utförda, orange = pågår, gul = väntar på svar).

Placering	Aktivitet
 <p>Byggnad: CTH EXJOBBS VT17 Våning: Arkitekt, A-ritning plan 12 Zon: Trapphus 2</p>	 <p><b>FS70: 2-1202</b> Tilldelad av Knut Martin Persson, KMP&amp;LG, 25. apr 2017, 08:06 Tilldelade: Knut Martin Persson, KMP&amp;LG Ämne: 2-1202 "Ja det är fel på färgerna"</p>
 <p>Byggnad: BRF GREENROOF Våning: Arkitekt, A-ritning plan 12 Zon: Trapphus 1</p>	 <p><b>FS72: 1-1203</b> <b>Deadline 16. maj 2017</b> Tilldelad av Knut Martin Persson, KMP&amp;LG, 25. apr 2017, 08:40 Tilldelade: Knut Martin Persson, KMP&amp;LG Ämne: 1-1203 Deadline: 16. maj 2017 "Hall: låda för el. WC: beslag komplettering / krokar kompletteras. Vardagsrum: fönsterbåge lagas höger sida"</p> <p>Tilldelad av Knut Martin Persson, KMP&amp;LG, 25. apr 2017, 09:10 Ny ansvarig: Knut Martin Persson Uppdaterad av Knut Martin Persson, KMP&amp;LG, 27. apr 2017, 10:49</p>

Figur 9: Hantverkarlista går att skriva ut för de som vill arbeta med papper.

## 1.4 Syfte

Rapportens syfte är att kartlägga hur produktionsledningens arbetsmetoder ser ut på olika projekt inom Veidekke, med eller utan mjukvaran Dalux Field som stöd. För att sedan analysera och jämföra skillnader i rutinerna, samt vilka arbetsuppgifter programvaran är tillämpningsbar på. Målet är att kunna föreslå förbättringsåtgärder med ett perspektiv inspirerat av Lean Construction.

## 1.5 Avgränsning

Även om det möjligtvis finns potential för förbättringar gällande digitala verktyg för alla som jobbar i produktionsskedet, kommer detta arbete endast behandla de potential som finns för arbetsledningen. Arbetet kommer endast ta upp programvaran Dalux Field som exempel och se på de användningsområden som finns i produktionsfasen.

## 1.6 Metod

Arbetet bygger på litteraturstudier, intervjuer och ett experiment. Genom att använda sökord som Lean Construction, BIM, digitalisering, tidsslöseri och byggproduktion bygger rapporten på information som hittats genom informationssökning på främst Google Scholar eller Chalmers biblioteks databas. Sökmotorn Google har använts för att ta fram relevanta tidskrifter och pressmeddelanden.

### 1.6.1 Intervjuer

Majoriteten av materialet har hämtats från intervjuer som genomförts fortlöpande i arbetet. Intervjuer ansågs vara en bra metod för att hitta underlag för diskussion angående arbetsrutiner hos arbetsledare. De intervjuade personerna namnges ej, detta för att få så ofärgade svar som möjligt. Två intervjuer genomfördes hos Veidekke Norge med en BIM-tekniker och en projektingenjör som hade erfarenhet av -programvaran Dalux Field. Syftet med intervjuerna var att ta reda på hur verktyget används i företaget samt vilka arbetsuppgifter det berörde. Relevant var också den subjektiva uppfattningen av erfarenheter med programvaran, för/nackdelar och potential. Vidare utfördes en intervju med en arbetsledning hos Veidekke AB, vars ändamål var att kartlägga de arbetsuppgifter och arbetsmetoder som de använde sig utav.

För att kunna jämföra potentialen i arbetet med och utan programvaran valdes personer som har god kunskap om programmet och personer utan vetskap om programmet. Veidekke Norge har en mer utbredd användning av Dalux Field och därav mer relevanta att vända sig till. De intervjuade från Veidekke Norge fick kontaktades via Dalux som tilldelade uppgifter om personer som använde programvaran i sitt arbete. De intervjuade personerna fick frågorna i förväg, detta för att få möjligheten att tänka igenom sina svar i god tid. Som hjälpmedel på intervjuerna användes smartphonesdiktafonen, med syfte att kunna återge informationen med så stor korrekthet som möjligt.

Intervjuerna utarbetades med Wellington & Szczerbinskis *Research method for the social sciences* (2007) som stöd. Den semistrukturerade intervjun valdes som intervjumetod för att ge möjlighet till de intervjuande att styra intervjun till relevanta frågor. Intervjuerna genomfördes med en intervjuledare och en

antecknare, samtidigt som intervjun även spelades in. Med denna metod gavs möjligheten att vara fokuserad på den planerade frågeställningen men samtidigt vara flexibel med följdfrågor från den som noterade som kunde vara mer avslappnad på grund av allting även spelades in.

## 1.6.2 Experiment

Med bakgrund i Veidekke Norges användning av Dalux Field genomfördes experimentet med denna programvara. Anledningen är att det fanns kunskap och expertis om programmet inom koncernen. Experimentet utfördes på ett av Veidekke AB:s projekt i Göteborg där projektet består av två stycken flerbostadshus som är belägrade intill varandra. Den ena huskroppen består av åtta våningar och 29 lägenheter, den andra av fem våningar och 71 lägenheter. Etableringen befinner sig ca 100 m bortom huskropparna. Produktionen befann sig i slutskedet av projektet med slutbesiktningar som huvudsakliga arbetsuppgifter. Experimentmetoden valdes för att få en djupare förståelse för Dalux Fields funktioner och den potential de medför. Experimentet presenteras i kapitlet 3.3 *Experimentet*. Syftet med experimentet var att undersöka möjligheterna med att implementera BIM-verktyget i arbetsrutiner där de normalt sett använde papper och penna.

Som förberedelser inför experimentet intervjuades anställda hos Veidekke Norge som hade erfarenhet av programvaran. De visade funktionerna de använde i sin roll som arbetsledare därtill fördes diskussion kring fler användningsmöjligheter som programvaran erbjöd. Författarna deltog i ett webbaserat seminarium om Dalux Field samt fick vägledning i programvaran från Dalux. Därefter blev all erforderlig data uppladdad till programvaran. IFC-filer samt pdf-ritningar över projektet tilldelades av platschefen på projektet och Veidekke Norge levererade färdiga mallar på checklistor de använde sig av i deras projekt. 3D-modellen och ritningarna integrerades genom att koppla planritningar till respektive nivå i modellen. Efter all datahantering testkördes programmet av författarna genom att gå rundor på arbetsplatsen för att och testa funktionerna och den tillgängliga data. Detta för att göra experimentet så störningsfritt som möjligt.

Experimentet utfördes därefter genom att arbetsledningen på bygget fick ett konto till Dalux Fields applikation till mobila enheter såsom smarttelefoner och surfplattor. Kontot var försett med projektets data i form av 3D-modell, ritningar, checklistor och kontaktuppgifter till fiktiva yrkesarbetare. Observationer utfördes genom att de vardagliga arbetsuppgifterna genomfördes med hjälp av verktyget där författarna handledde användandet. Syftet med handledningen var att simulera en person med god kunskap om användandet av verktyget. Experimentet pågick en arbetsvecka, en tid som sattes för att dels hinna bekanta sig med verktyget. Handledning skedde genom att en av författarna fanns som stöd när frågor uppstod, den andra författaren noterade vilka frågor som uppstod och hur experimentet utfördes. I slutet av veckan samlades arbetsledningen till en gemensam diskussion där experimentet presenterades och de fick komma med synpunkter och kommentarer. Syftet med diskussionen var att med hänsyn på Lean-filosofin, fånga upp de åsikter som bildades under experimentet angående nyttan och behovet av en sådan produkt.



## 2 Teori

I teorin reds begrepp så som Lean Construction och BIM ut samt kopplas ihop. En central del av det här arbetet är en studie om huruvida BIM och Lean Construction kan samspela för att uppnå gemensamma mål. I teorikapitlet presenteras och tolkas dessa kopplingar som senare är relevant i resultatkapitlet. Avslutningsvis berör teorikapitlet även studier kring arbetsledningens roll i byggbranschen samt tidigare studier kring digitala hjälpmedel i byggproduktionen.

### 2.1 BIM och digitala verktyg

Digitalisering innebär att genom datorer behandla dokument och material som tidigare var i pappersform (Nationalencyklopedin, 2017). Förespråkare för digitaliseringen av byggbranschen hävdar att det skall göra branschen mer effektiv och på detta sätt mer konkurrenskraftig (Jacobsson & Linderoth, 2010). Under längre tid har det pågått utveckling inom digitala verktyg i byggbranschen (Sacks, Radosavljevic, & Ronen, 2010). Även om utveckling av digitala verktyg för projekteringen har kommit längst finns det flera studier på implementering av digitala hjälpmedel i produktionen (Kimoto, Endo, Iwashita, & Fujiwara, 2005). Ända sedan tidigt 1990 tal har datorer och enklare varianter av surfplattor implementeras och sen dess har användningen av digitala verktyg ökad stadigt i produktionen. Dock visar studier att det fortfarande finns potential för ökad digitalisering av produktionsskedet som leder till ekonomiska vinster (Davies & Harty, 2013).

BIM är ett av de digitala hjälpmedel som vuxit fram igenom den digitala utvecklingen. Från 2007 till 2012 ökade tillämpar av BIM från 28% till 71% i USA vilket kan illustrera den snabba utvecklingen (McGraw-Hill Construction, 2012). Utvecklingen i projekteringsfasen har dock kommit längre än i produktionsfasen. Definitionerna av BIM är otydliga och breda vilket leder till förvirring i branschen (Jongeling, 2008). För vissa uppfattas BIM som en 3D-modell för visualisering, för andra definieras det som ett sätt att tillhandahålla information. Enligt Jongeling är det viktigt att skilja på BIM-modellering och BIM-verktyg i definitionerna:

”BIM-modellering är själva processen att generera och förvalta denna information. BIM-verktyg är de IT-verktygen som används för att skapa och hantera informationen. BIM är alltså ingen teknik, men ett samlingsbegrepp på hur informationen skapas, lagras, används på ett systematiskt och kvalitetssäkrat sätt.”

Programvaran Dalux Field kombinerar en 3D-modell av byggnaden med information kring uppgifter och aktiviteter. Modellen innehåller också information om objekt och liknande som gör att den i denna studie betraktas som ett BIM-verktyg.

Det finns flera fördelar med BIM, men de som ses som relevanta för detta arbete är visualiseringen, förbättrade möjligheter att söka information samt kompletterande projektstyrnings- och samordningsverktyg. BIM och BIM-

verktyg ger bättre samordning och mindre fel i byggskedet samt högre produktivitet och kvalitet (Granroth, 2011). I byggskedet kan missförstånd minimeras genom att kombinera de ritningarna med den 3D-modellen. Arbetsledningen kan använda sig av BIM för att skapa bättre förståelse för varje disciplins arbete och för att kunna kommunicera bättre.

Enligt Granrot 2011 finns det hinder för implementering av BIM dels är det för höga investeringskostnader samt finns det en rädsla för förändringar som arbetssättet för med sig. Vidare krävs det från beställarens sida att det ställs krav på entreprenörer att BIM skall användas. Med utvecklingen av BIM och 3D-modeller som ett sätt att projektera byggnader på har de traditionella pappersritningarna börjat fasas ut (Sveriges Kommuner och Landsting, 2017). Detta är en utmaning för myndigheterna då modeller ej kan användas som juridiska dokument till skillnad från ritningar. Idag är det ritningar som klassas som bygghandlingar och är alltså de dokument som det byggs efter. I praktiken betyder detta att när en besiktningsman ska godkänna en entreprenad så är det efter ritningarna detta sker. Om ett utförande stämmer med modellen men inte med ritningarna klassas det som fel. Därför är det av intresse att kunna samköra modell och ritningar.

## **2.2 Lean Construction**

Begreppet Lean kommer från företaget Toyotas utveckling under 80-talet (Howell, 1999). Toyota hade då svårt att konkurrera med den amerikanska marknaden som producerade bilar i volymer som Toyotas fabriker inte hade kapacitet till. Detta drev Toyotas utveckling mot effektivisering och en s.k. smidigare produktion, lean som i engelskan betyder just smidig. Fokus låg på att skapa mer värde för kunden och samtidigt spendera mindre tid på den produkten, mer värde för mindre arbete.

Toyotaingenjören Taiichi Ohno som ledde utvecklingen lade stort fokus på att eliminera slöseri, allting som inte skapade värde (Howell, 1999). Då Ohno besökte USA för att se deras produktionslinjer såg han slöseri överallt. I USA var fokuset att hålla hög produktionstakt och aldrig låta produktionen stanna, vilket ledde till att flertalet bilar färdigställdes med inbyggda fel samt en stor överproduktion. Ohno såg hur produktionsfel innebar stora kostnader nedströms. För att eliminera onödiga arbeten på Toyotas fabrik fick den enskilde produktionslinjearbetaren möjligheten att stanna hela produktionslinjen vid upptäckt av fel, något endast fabrikschefen kunde göra i USA.

I och med att Lean produktion härstammar från bilindustrins löpandebandsteknik så finns det en del principer som inte är direkt tillämpningsbara i byggnadsproduktionen (Business901, 2017). Detta är något som institutionen Lean Construction Institute insåg och började utveckla. Institutionen grundades 1997 av amerikanerna G. A Howell och G Ballard. Under sena 80-talet och början på 90-talet arbetade de med att skriva nya manualer för arbetsledningens planeringsarbeten. I sitt arbete insåg de att det planeringsarbete som utfördes var opålitligt. Genom mätningar såg de att endast 54% av arbetsledningens veckoplanering faktiskt utfördes den planerade veckan. Företeelsen att stoppa arbeten vid felaktigt planering var obefintlig. Allt

som oftast fortlöpte produktionen trots att en dålig planering hade utförts. Det var här Howell och Ballard mötte lean-tänket. Lean produktionens princip i att säga nej, stoppa och göra om vid fel stod till grund för Lean Construction Institute.

Författare inom ämnet Lean, både Lean Production och Lean Construction presenterar principer inom flow (flyt), kvalitet och värdeskapande processer som strävar efter perfektion. Perfektion är något som strävades efter i Ohnos utveckling av Toyotas produktionslinje och ständigt förbättringsarbete var en grundpelare (Sacks, Koskela, Dave, & Owen, 2009). Några mål som eftersträvades var:

- Identifiera och leverera kundens önskemål: eliminera allt som inte skapar värde.
- Skapa ett produktionsflyt
- Skapa en perfekt produkt och skapa ett pålitligt flyt genom att stanna produktionen vid fel, minimera lagerhållning och förmedla information och besluttagning.
- Ständig eftersträvan av perfektion: Snabbt leverans, en produkt som uppfyller kundens önskemål utan spill.

### **2.3 BIM och Lean Construction**

BIM och lean skiljer sig avsevärt från varandra men har båda stor inverkan på byggbranschen idag (Sacks, Koskela, Dave, & Owen, 2009). Genom ökad förståelse för de båda områdena kan de genom synergi förbättra processerna i byggprojekt mer än vad de kan göra enskilt. I rapporten skriven av Sacks, Koskela, Dave och Owen från 2009 knyts sexton principer från lean ihop med tio funktioner som BIM erbjuder. Rapporten visar att det finns tydliga samband mellan BIM och lean. Genom att ställa upp principerna och funktionerna i en matris synliggörs 56 stycken interaktioner sinsemellan. Interaktionerna visar på vart de båda områdena tycks samverka och återfinns genom hela projektet, från planeringsstadiet till produktion. Dessa samband stärks ytterligare med hjälp av tidigare studier och praktiska fall. De är dock noga med att poängtera att rapporten ej är fulländad och bör ses som ett ramverk för fortsatt forskning inom området, samverkan mellan BIM och lean.

### 2.3.1 Leanprinciper

De sexton principer som rapporten väljer att studera från Leans perspektiv är uppdelade i fyra områden, flödesprocesser, värdeskapande processer, problemlösning och utveckling av partnernätverk. (Sacks, Koskela, Dave, & Owen, 2009).

De principer den här rapporten val att lyfta fram och fokusera på är:

#### Flödesprocesser

- Öka flexibiliteten
  - Reducera övergångstiderna mellan olika aktiviteter.
  - Använd arbetslag som kompletterar varandra.
- Använd relevanta produktionskontrollssystem.
  - Producera efter efterfrågan
  - Jämna produktionstakten, undvik toppar och dalar.
- Standardisera
- Implementera ständigt förbättringsarbete

### 2.3.2 BIM-funktioner

De 18 funktionerna som BIM erbjuder enligt rapporten är kopplade till en 3D modell med tillhörande information som berör de olika byggnadsdelarna. De olika funktionerna delas upp i tre olika projektstadier; designstadiet, design- och detaljsstadiet samt förproduktions- och produktionsstadiet. De funktionerna den här rapporten valt att lyfta fram och fokusera på är:

#### Förproduktion- och produktionsfunktioner

- Snabb tillgång och utvärdering av handlingar och utförandealternativ
  - Automatisk skapande av arbetsuppgifter
  - Simulering av produktionsprocessen
  - 4D visualisering av produktionsschemat
- Online/elektronisk objektbaserad kommunikation
  - Visualisering av processtatus
  - Online kommunikation av produkt- och processinformation
  - Datorkontrollerad fabrikation (simulering)
  - Integration med projektpartners databaser
  - Tillhandahållande av sammanhang över status för datainsamling på och utanför byggarbetsplatsen.



Leanprocess: Välj relevant produktionskontrollmetod, Använd avropssystem

Definition från Sacks, Koskela, Dave & Owen 2009:

Processvisualisering och online-kommunikation av processtatus är viktiga faktorer för att tillåta produktionsgrupper att prioritera sina efterföljande arbetsplatser i fråga om deras potentiella bidrag till att säkerställa ett kontinuerligt efterföljande arbetsflöde som fullbordar utrymmen och därigenom genomför ett avropsflöde. Detta är centralt för KanBIM-tillvägagångssättet, som utökar Last Planner System (KanBim kommer från termen kanban samt BIM. Kanban är den japanska termen för att styra avropsstyrning på lean produktionslinjer).

Tolkning:

En central del i leanfilosofin är användandet av avropssystem. Det innebär att det är aktiviteter som styr produktionstakten och att aktiviteter nedströms styr takten uppström. I en byggproduktion kan det återspeglas i att målaren måste vara klar innan snickaren kan sätta dörrfodret, då är det målaren som avropar snickaren. Att detta kan ske med hjälp av BIM-funktionen onlinekommunikation ger det större möjlighet för att säkerställa flyt i produktionen.

35. BIM-funktion: Online/elektronisk objektbaserad kommunikation, Integration mellan projektpartners databaser

Leanprocesser: Välj relevant produktionskontrollmetod, Använd avropssystem

Definition från Sacks, Koskela, Dave & Owen 2009:

Där BIM-system integreras med leverantörskedjans partnerdatabaser, tillhandahåller de en kraftfull mekanism för att kommunicera signaler för att dra fram produktion och leverans av material och produktdesigninformation. Detta bidrar också till att försörjningskedjan är transparent.

Tolkning:

Även denna punkt trycker på nyttan som integrerad information kan ge. Med en alltmer genomskinlig projektering och produktion där leverantörer och entreprenörer delar information frikostigt finns större möjligheter till ett fungerande avropssystem som signalerar aktivitetsstatus kopplat till just-in-time-leveranser. Allt för att ge en effektiv produktion.

37. BIM-funktion: Snabb generering och utvärdering av lösningar och handlingar, byggproduktionssimulering

Leanprocess: Välj relevant produktionskontrollmetod, jämn produktionstakt

Definition från Sacks, Koskela, Dave & Owen 2009:

Byggproduktionssimulering kan avslöja ojämn arbetsfördelning och ge stöd vid bedömning av arbetsdistribution för att uppnå en jämn produktion.

Tolkning:

Genom insamling av data under produktionens skede samt tillgång till prognoser och planerade arbeten finns det möjlighet att skapa simuleringar för att få överblick över produktionen. Genom ökad översikt kan rätt beslut fattas med större säkerhet. Med tillgång till BIM-funktioner som snabbt genererar lösningsförslag och reviderade handlingar minskar risken för produktionsstörningar.

39. BIM-funktioner: Online/elektronisk objektbaserad kommunikation, tillhandahållande av sammanhäng över status för datainsamling på och utanför byggarbetsplatsen

Leanprocess: Implementera ständigt förbättringsarbete

Definition från Sacks, Koskela, Dave & Owen 2009:

Där BIM-gränssnitt ger ett sammanhang för statusrapportering i realtid blir mätresultat korrekta och genomförbara. Mätning av prestanda inom ett system där arbete är standardiserat och dokumenterat är centralt för processförbättring.

Tolkning:

Användning av BIM-funktioner som ger möjlighet till återkoppling mellan projekt är en central del för ett förbättringsarbete. Genom datainsamling i ett projekt som sedan överförs till nästa projekt ger möjlighet till att standardisera mallar så som checklistor och egenkontroller samt använda färdiga projekt som referensobjekt gällande kalkylering, tidsuppskattningar och så vidare.

Sammanfattning

Bland de fem kopplingar som valts att lyftas fram så härstammar fyra från BIM-funktionen *online/elektronisk objektbaserad kommunikation*. Samtidigt så kopplas de ihop med en variation av leanprocesser så som ökad flexibilitet, förbättringsarbeten och produktionskontrollsystemet.

Kopplingarna tar upp informationshantering och kommunikation med digitala verktyg och hur de genomsyrar hela processen, från fullständig och korrekt information i projekteringen till kommunikationskanaler som främjar ett välfungerande avropssystem i produktionen och avslutningsvis standardisering och återkoppling mellan projekt.

BIM-funktionen som tar upp snabb generering och utvärdering av förslags- och lösningsalternativ skiljer sig gentemot de andra. Här lyfts nyttan med 3D-modellens geometrier och volymer mer än informationen de kan innehålla.

## 2.4 Arbetsledning

Arbetsledningen på ett byggprojekt har en stor mängd olika uppgifter och ansvarsområden de skall följa upp (Styhre & Josephson, 2006). Styhres och Josephssons studie klagör arbetsledningens situation i en bransch som ständigt är under tidsnöd. Arbetsledningen på en byggarbetsplats känner sig stressade och överarbetade i stor grad. Att de måste hantera en stor mängd olika aktiviteter på en och samma gång och att det är svårt att hitta en

prioriteringsordning på aktiviteter. I studien framgår det också att arbetsledningen behöver ha koll på allt som försiggår på byggarbetsplatsen, vilket är krävande då de även har administrativa uppgifter som skall genomföras.

I en arbetsledningsgrupp ingår olika roller beroende på projektets storlek och behov. Platschef, arbetsledare, entreprenadingsjör är några av de vanligaste rollerna på ett byggprojekt. De intervjuer och experiment som detta arbete genomförde berörde platschef och arbetsledare.

### **Platschef**

Platschefen är den överordnade chefen på byggarbetsplatsen och har hand om en rad olika uppgifter (Styhre & Josephson, 2007). Allt ifrån juridik, ekonomi till personal har adderats till arbetspositionen. Att hålla koll på alla dessa moment anses som mycket krävande, Djebarni skriver i *The impact of stress in site management effectiveness* från 1996:

*"Platschefer utför en av de tuffaste jobben i byggprocessen. Arbetsledning är karakteriserad som hög arbetsbelastning, långa arbetsdagar och många konflikter som måste hanteras inkluderat ledningen, underentreprenörer, kunden etc. Dessa egenskaper vid jobben gör den mycket utsatt för stress"*

På senare år har platschefens administrativa uppgifter ständigt ökat (Styhre & Josephson, 2007). Platscheferna i Styhres och Josephsons undersökning förklarar att i de situationer där tiden inte räcker till så prioriteras produktionsflytet och de administrativa uppgifterna tas vid senare tillfällen.

### **Arbetsledare**

Under platschefen agerar arbetsledarna som har hand om ledningen av produktionen. Detta innefattar bland annat planläggning, uppföljning av underentreprenörer, inköp av material samt ansvarar för god arbetsmiljö. En studie av arbetsledarens vardag visar att ungefär halva dagen läggs på att kontrollera framdriften och kvaliteten på arbetet som utförs samt att planera kommande arbetsmoment (Shohet & Laufer, 2006). Arbetsledaren fungerar som en samordnare mellan olika discipliner ute på byggprojektet och ser till så arbetet ute på byggarbetsplatsen drivs framåt (Berner & Nilsson, 2012). Detta innebär en rad olika aktiviteter på en och samma gång, vilket betyder att arbetsledaren behöver hålla koll på mycket information på en gång. Tidsbrist och utmaningar kring planering och samordning upplevs som de vanligare utmaningarna i rollen som arbetsledare. Rollen är en central del av byggproduktionsstyrningen.

Entreprenörer ansvarar för att bygget levereras enligt de handlingar och föreskrifter som ställs (Granroth, 2011). Även detta är en central del i arbetsledningens arbetsuppgifter i olika delar av projektskedet. Ett verktyg för att uppnå detta är att genomföra egenkontroller, men det krävs också att arbetsledningen är ute på plats för att undersöka byggnationen.



## 2.5 Digitala hjälpmedel på byggarbetsplatsen

Studien *The application of PDA as mobile computing system on construction management* av Kimoto, Endo, Iwashita och Fujiwara (2005) tar för sig mobila enheters inverkan på produktionen. De poängterar komplexiteten i informationen som sprids mellan bodarna och arbetet som försiggår ute på byggarbetsplatsen. Hypotesen i deras studie är att mobila enheter skall kunna hjälpa arbetsledningen i projektet och reducera problematiken i gapet mellan byggbodarna och arbetsplatsen. De mobila enheterna skulle användas till att utföra inspektioner, utfylla checklistor, progressionsregistreringar och att utföra kontroller på material. Resultatet visade att produkterna svarade till förväntningarna och gav flera positiva resultat. Arbetssättet krävde mer initialt arbete med installation och liknande men i längden reducerades mängden dubbelarbete, arbetsledningen blev mer effektiva och enheterna bidrog till att öka informationen ute i produktionen. Studien bidrog till att mobila enheter blev införd som standard på projektet i fråga.

Davies och Harty genomförde 2013 en undersökning av implementering av BIM-verktyg på ett större sjukhusprojekt. BIM-verktyget skulle användas på surfplattor ute på byggarbetsplatsen för att leverera information och kartlägga produktionsflödet. Implementeringen drevs av arbetsledningen utan större stöd av den centrala organisationen, mycket av arbetet med implementeringen var informell undervisning bland byggledarna. Detta anses som vanligt i projektbaserade arbeten som byggprojekt, eftersom arbetsledningen anses som en egen organisation. Av studien framgår det att entreprenörens investering av digitala verktyg gav dem reducerat slöseri, sänkta administrativa kostnader och besparingar på tid att koordinera personalen.

En fallstudie som genomfördes 2010 av Jacobsson och Linderoth om olika fenomen som påverkar användningen av digitala verktyg på en byggarbetsplats. Den projektbaserade organisationsformen lyfts fram av Jacobsson och Linderoth som en utmaning. Stora entreprenadföretag delar in sin verksamhet i flera olika projekt med en central styrelse där de separata projekten kan ses som små företag med begränsat tillhörighet till varandra. Detta gör standardiseringen svår då många av besluten och styrningen görs av varje enskild platschef. Även olika discipliner inom ett projekt så som el, ventilation, vvs och så vidare skapar olika behov av styrning. Dessutom skiljer sig byggprojekt från varandra vilket också bidrar till utmaningen med att standardisera. Den stora tidsbristen i byggbranschen med pressade deadlines är också en bidragande faktor till att implementering och adoption av digitala verktyg är problematisk. Återkoppling mellan projekt prioriteras ned och eventuellt förbättringsarbete går förlorat.

### 3 Resultat

Här presenteras en nulägesanalys som gjorts med intervjuer av platsledningen på ett av Veidekke AB:s byggprojekt i Göteborg. Därefter följer kartläggningen av hur Veidekke Norge använde sig av Dalux Field och slutligen experimentet med samma ledningsgrupp som intervjuades i nulägesanalysen.

#### 3.1 Nulägesanalys

I arbetsledningens vardag är det främst mobiltelefon och dator som används som hjälpmedel för att lösa uppgifter. Platsledningen har datorprogrammet Solibri tillgängligt för att visualisera och hämta information om bygget. Papper och penna används för att göra anteckningar och notiser samt användningen av iPad har förekommit vid kontrollrundor och dylikt. En händelse där en arbetsledare upplevde att anteckningar som gjordes ej blev synkroniserat från iPaden till servern och därför försvann gjorde att förtroendet försvann för arbetsättet och de gick tillbaks till anteckningar med papper och penna. På projektet har en ritningsdator köpts in som var tänkt att användas till visualisering genom 3D-modell, men problem med installation gjorde att modellen saknades i datorn och används därför inte. Arbetsledningen poängterar att tekniken skall vara hjälpsam, och inte göra att det blir mer jobb. Utbildning av digitala hjälpmedel sker i viss mån av intresse och självinläring inom arbetsledningen men för vissa utvalda programvaror erbjuds kurser från den centrala organisationen.



Figur 11: Arbetsledare utför en försyn med papper och penna.

När en kontroll utförs så skrivs checklistan i fråga ut. Därefter genomförs rundan för att sedan sättas in i en pärm med de tidigare genomförda listorna. I framtiden hoppas arbetsledningen på mer digitalisering. Potentialen för att göra försynen och egenkontrollerna lättare är mycket stor upplever platschefen.

Platschefen: ”Det borde ju vara hur enkelt som helst att ta fram ett program för till exempel försynen, om man kan det. Det hade underlättat 100 gånger kan jag tänka mig[...] Samma sak gäller för egenkontroller [...] men det behöver vara användarvänligt”

Den äldsta arbetsledaren tycker det är viktigt att de unga som kommer in i en arbetsledargrupp visar de äldre i gruppen vilken potential som finns inom de digitala hjälpmedlen. Han menar det är svårt att veta vilka program som finns och vad de används till, även att lära sig programmen upplevs som krångligt och tidskrävande. Tidigare var det många i företaget som köpte ut en iPad för att använda som stöd, men att den nu knappt används förklarar arbetsledare. Att det finns potential för att en surfplatta kan vara ett mycket bra stöd är han säker på men det krävs att den är enkel att använda.

På frågan om hur dagens arbetsuppgifter kan förenklas eller förbättras förklarar tre av fyra av de intervjuade att det med hjälp av digitala verktyg skulle effektivisera kontroller och dokumentation. Checklistor för egenkontroller finns men entreprenören ansvarar också för att arbetet är gjort på rätt sätt och måste därför kontrollera de arbeten som utförts innan kunden tar över produkten. Idag kontrollerar arbetsledarna arbeten genom att själva stämma av med papper och penna ute på byggarbetsplatsen. Detta arbetsätt ökar förutsättningar för att fel minskar och att produktionsflödet säkerställs menar arbetsledaren. Vidare förklarar han hur dokumentation och kommunikationen skulle underlättas genom att till exempel bilder skulle kunna skickas direkt till projektdatabaser i stället för att mejla bilder till sig själv och sedan lägga upp de i databasen.

### **3.2 Erfarenheter från Veidekke Norge**

En projektingenjör på ett bostadsprojekt hos Veidekke Norge visade och förklarade hur de använder sig av Dalux Field som stöd i produktionen. Han förklarade att det genomfördes en testperiod med olika program för att se vilket som var mest användbart och prisvärt, tillslut hamnade de på Dalux Field. Projektet har använt sig av programvaran i ett drygt år nu, där det mesta av användningsområdet riktar sig till kvalitets- och miljöarbeten.

I kvalitetsarbetet används Dalux Field för att genomföra egenkontroller. Betongarbeten, träarbeten och liknande som ligger innanför Veidekkes egna ansvarsområden dokumenteras genom tidigare utarbetade checklistor. Dessa finns tillgängliga i yrkesarbetarnas mobiltelefoner som checkas av under arbetets gång. Checklistorna kan även dokumenteras med bilder, vilket ritningsnummer och i vilket område arbeten utförs. Dessa listor lagras sedan i webbapplikationen och kan hittas genom sök och filtrering om det skulle uppstå ett behov.

3D-modellen används inte i programvaran till annat än navigering och positionering. Detta eftersom modellerna inte uppdateras automatisk utan måste manuellt läggas in i programmet vid en revidering. Som visualiseringsverktyg användes programmet Solibri istället för Dalux Field, just för att den modellen uppdaterades aktivt av arbetsledningen. Dock fanns det inget mobilt verktyg till Solibri för att ha med sig modellen ut på bygget vilket ledde till att 3D-modellen inte användes som arbetsunderlag.

Majoriteten av Veidekkes anställda på projektet använde Dalux Field i sin vardag förklarar projektingenjören. Veidekkes yrkesarbetare använde programmet främst till att registrera avvikelser och fylla i checklistor medan arbetsledningen följde upp arbetet inne på kontoret. Även underentreprenörerna hade börjat intressera sig av applikationen och började bitvis implementera det i sitt eget arbete. Vid nulägesanalysen fanns det projekt i Veidekke Norge där det i kontraktet definierade att Dalux Field skulle användas i arbetet. Detta för underlättade arbetsledningens och underentreprenörernas administrativa arbeten.

Det finns en utmaning med vilka mobila enheter som behövs för att stöda applikationer som Dalux Field menar projektingenjören. Även om många har en smarttelefon, är inte alla intresserade av att använda sin privata telefon i jobbsammanhang. Därför blir det en fråga kring hur detta skall kompenseras. Dalux Field kan fungera som en ny arena för kommunikation vilket är nytt och ovant för de flesta men det ersätter inte den muntliga kommunikationen utan snarare kompletterar. Det blir tydligare med vem som är ansvarig för uppgiften, när det skall utföras och vad som är gjort efter att arbetet är utfört. Att programvaran erbjuder bilder och ritverktyg för att beskriva vad ärendet handlar om tror projektingenjörer förbättrar kommunikationen.

Under intervjun med en BIM-tekniker från Veidekke Norge förklarar han hur de arbetar med att öka kunskapen om de digitala verktygen så som Dalux Field. I Veidekke Norge förses projekt med BIM-tekniker för att bistå arbetarna med kompetens och upplärning, framförallt tidigt i produktionsskedet. Målet är att sprida kunskapen till hela organisationen om hur digitala hjälpmedel skall kunna användas i företaget poängterar han. Det är viktigt att det inte bara är några specifika personer som skall inneha kunskapen utan att så många som möjligt får veta hur programmen fungerar. BIM-teknikerna fungerar också som support som kan kontaktas vid eventuella frågor.

Han förklarar att mycket av upplärningen går på intresset hos dem som skall jobba med programmen, men att de även försöker uppmuntra de som inte är så intresserade att de skall vara med och driva utvecklingen framåt. För att underlätta användandet av Dalux Field har de gjort en lathund till programmet som delas ut till de olika projekten innan byggstart. Han poängterar att det i början kan vara negativa kommentarer och kritiska meningar kring det nya arbetssättet men att det med god upplärning och tålamod blir bättre med tiden. Vidare beskriver han att funktionerna i programvaran är något låsta och saknar flexibilitet vilket kan styra arbetssättet.

Med checklistor för egenkontroller i Dalux Field blir kontrollerna genomfört oftare förklarar BIM-teknikern. De använder också modellen och ritningarna i programmet till att visualisera vart den specifika egenkontrollen är utförd. Det är nu även bestämt i Veidekke Norge att Dalux Field skall användas som standard på alla nya projekt. Detta för att bättre systematisera all data samt att kunna bistå med bättre stöd till de som skall använda programvaran. BIM-teknikern förklarar att efter projekten samlas erfarenheterna ihop i form av mötet tillsammans med de inblandade för att bilda en uppfattning om förbättringar samt vinster med implementeringen.

### 3.3 Experimentet

Experimentet utfördes genom medverkande observationer. Personer i arbetsledningen gavs uppgifter som de med guidning utförde med hjälp av Dalux Field i en mobil enhet. Uppgifterna var en försynsrunda och en skydds- och miljörond. Från tidigare planering var avsikten att uppgifterna skulle utföras för att sedan ha en avslutande diskussion med personen i fråga. Tidigt i experimentet framgick det att planeringen inte skulle kunna efterföljas på grund av den stressiga miljön arbetsledningen befanns sig i. De hade ingen möjlighet att undvara den tid som tidigare var planerat för och veckan planerades om efter ett mer flexibelt tillvägagångssätt. Det resulterade i att uppgifterna utfördes mer sporadiskt då de uppkom i deras egna arbeten och de avslutande diskussionerna blev istället en avslutande gruppdiskussion i slutet av veckan.

Försynsrundan som utfördes hade sitt ursprung i en redan utförd besiktning. De punkter som försynen innehöll var de arbeten och åtgärder som kvarstod innan slutbesiktningen. Det vanliga arbetssättet var att skriva ut listan som var sammanställd av besiktningsmannen och uppdelade lägenhet för lägenhet. Första lägenheten genomfördes med den vanliga arbetsmetoden, blå tejp sattes på ställen där målningsarbeten behövdes samt bristen och fel skrevs ner på ett papper. Lägenheten därpå fick arbetsledarna tillgång till en smarttelefon med Dalux Field och ombads använda den istället. Instruktioner om användandet och applikationens funktioner gavs på plats. Instruktionerna som gavs var hur en uppgift skapades, vart de behövde trycka och vilka rubriker som fanns och vad de innebar. Ritningshanteraren visades därefter för att ge möjligheten att använda ritningar i orienteringsfunktionen. Därefter utförde arbetsledarna försynen i lägenheten endast med hjälp av mobiltelefonen. Under försynen anpassades arbetssättet till applikationens funktioner vilket skiljde sig från hur de vanligtvis arbetar. Uppgifter skapades genom att de identifierades och beskrevs med hjälp av mobilens diktafonfunktion, ett mycket uppskattat verktyg av arbetsledarna och något de ansåg de kunde spara tid. Möjligheten att skriva ut listan direkt i efterhand ansågs som positiv och tidsparande.



Figur 12: Skydds- och miljörund utförs med Dalux Field i surfplatta samt mobil.

Skydds- och miljöronden genomfördes med hjälp av en digital version av den befintliga checklistan vilket illustreras i figur 12. Under rundans gång påpekade arbetsledaren att överskådligheten i den digitala versionen var nedsatt gentemot pappersformatet. Vad personen syftade på var att på pappret fanns alla avstämningpunkterna på en och samma sida medan i appen fanns de i en rullgardinslista där det krävdes navigering för att se de olika punkterna. Den här minskade överskådligheten var påtaglig då punkter så som allmän ordning återkom under rundans gång och arbetsledaren behövde gå tillbaka i listan och komplettera. I och med att listan hela tiden kompletterades så var vissa punkter inte färdigställda förrän rundan var klar. Efter rundan kommenterade arbetsledaren att det var smidigt att slippa renskriva i efterhand men att den utskrivna listan var för lång och möjligheten att kunna ta bort överflödigt information efterfrågades. Att kunna ta bort punkter som inte var aktuella under rundan kunde ge möjlighet till en snabbare runda påpekade arbetsledaren. Listan måste vara väl synliga i bodarna så att de som arbetar på bygget lätt ska hitta information angående säkerhetsrisker med mera. Det här ställer krav på att listan helst ska få plats på en sida för att slippa onödigt mycket skyltningplats på anslagstavlan.

Diskussionen som tog plats i slutet av experimentet kretsade kring frågorna användarvänlighet och hinder vid implementering av ny teknik. Arbetsledningen var positiva till det digitaliserade arbetssättet. De såg flera möjligheter kring vad som kunde standardiseras i checklistor för att kontrollera produktionen vilket skulle underlätta deras arbete. Även om positiviteten var tydligast fanns det också tvivel kring de nya arbetssätten. Tiden som behövs investeras på att lära sig nya saker var en av svårigheterna som uppmärksammades bland samtliga. Det önskades personal som ansvarade för att driva upplärning och information om programmen.

Arbetsledare: *"Om vi skulle tillsätta det i nästa projekt [...] och vi själva måste sitta med det då blir det tungt."*

Det framgick också att arbetssättet med BIM-verktyg kräver omställning och ändrat arbetssätt, men att det på sikt kan ge besparingar i tid då programvaran ger upphov till mindre dubbelarbete som till exempel renskrivning.

Arbetsledare: *"Skillnaden är att det gäller att lära sig. Man måste jobba med det hela tiden så att arbetssättet sätter sig. Men det går mycket snabbare [...] men det måste vara användarvänligt."*

Möjlighet att använda mobil framför surfplatta ansågs som en fördel bland flera av deltagarna i experimentet. Det förklarades att mobilen var med under hela arbetsdagen och därför var lättillgänglig, men om det var mycket ritningar som skulle granskas ute på plats skulle surfplatta kunna vara ett bättre alternativ.

Behovet för ett digitalt hjälpmedel som stöd i arbetsvardagen upplevs som varierande. Medan de äldre arbetsledarna är vana vid de arbetssätt som används i dag, tycker den yngre generationen att digitala hjälpmedel kan förbättra arbetsmetoderna. De äldre är inte negativa till iden, men poängterar att allt nytt tar tid att lära sig.

## 4 Diskussion

Precis som Sack et al. (2009) har vi funnit att BIM tillsammans med Lean Construction kan bidra till effektivare processer i form av mindre förflyttning mellan bod och byggplats, snabbare och säkrare beslut kan fattas i fall korrekta handlingar finns tillgängliga i en mobil enhet samt minskat dubbelarbete vid renskrivning av handnoteringar. Från resultatet som uppnått i experimentet med arbetsledningen bör följande betonas:

Att korrekt information finns tillgängligt i modell och program lyfts fram som en viktig del av projekteringen enligt koppling nummer 32. Detta för att minska kompletteringar och åtgärder senare i produktionsfasen. Av nulägesanalysen framgår det att information ofta saknas och saker måste lösas på plats på grund av bristfälliga handlingar. Att få ett fungerande synkroniseringssystem där modell och ritningar uppdateras automatisk kan undvika delar av denna utmaning. Dalux Field har ingen sådan funktion vilket gör programvaran bristfällig som arbetsunderlag. Projekteringsjören från Veidekke Norge ansåg detta som en potential i utvecklingen av digitala verktyg. I koppling 32 är det också relevant att betona de krav som bör ställas projektörerna i form av informationen i modellen. För att nå full potential bör objekten i modellen vara specificerade med information så som färgkod, dimensioner, placering och liknande.

Koppling nummer 34 tar upp användningen av ett avropssystem i projektet. Genom att hantera uppgifter elektronisk i Dalux Field ges besked om när uppgifter pågår samt när de är slutförda, på så sätt kan arbetsledningen snabbare få översikt över när olika uppgifter är åtgärdade. Eftersom Dalux Field endast visar de uppgifter som är skapat i programvaran får arbetsledningen inte översikt över alla de uppgifter och arbetsmoment som är en del av den planerade arbetsgången.

Nyttan av integrerad information i ett projekt nämns i koppling nummer 35 men är svår att återspegla i Dalux Field. 3D-modellen kan anses som ett sätt att dela med sig information om olika discipliners arbete. Att arbetsledningen har möjlighet att arbeta med en integrerad modell som innehåller information från alla discipliner, och se till exempel vart ventilationsstråken skall dras, främjar det som koppling nummer 34 tar upp angående ett fungerande avropssystem.

Den kopplingen som anses mest relevant för Dalux Field och det experiment som genomfördes är koppling nummer 37. Programvaran erbjuder överblick av projektet i form av grafer och listor med de ändringsuppgifter och åtgärder som berör projektet och det går att se de uppgifter som utförs, ska utföras och som har utförts. Ökad helhetssyn ger ökad säkerhet i beslutstaganden. Då denna programvara erbjuder visualisering över aktiviteterna medför det effektivare arbetsfördelning och resurshantering enligt rapporten. Det bör belysas att graferna och listorna i programmet bara visa de uppgifter som arbetsledningen själva upprättat och inte alla uppgifter som ett byggprojekt innehåller, detta är viktigt att förstå för att få en korrekt helhetssyn av projektet. Även 3D-modellen är relevant i denna koppling. I det fall då modellen består av den mängd



information som krävs vill detta ge arbetsledningen ökad möjlighet att ta beslut när de befinner sig ute i produktionen. Denna fördel blir dock irrelevant i de fall då modellen ej uppdateras automatisk och arbetsledningen riskerar att ta beslut på fel underlag.

I arbetet med ständiga förbättringar anses de registreringar av avvikelser och brister som loggas i Dalux Field vara till stor nytta. Att kunna ta fram statistik på hur projektet har gått, vilka områden eller discipliner som har förorsakat mest avvikelser och när i projektet de har uppstått kan bidra till att göra arbetsledningen mer medveten på detta till kommande projekt. De kan då vidta åtgärder i tidigare skeden vilket ökar flödet i projektet. De checklistor som utarbetas kan återföras och användas i kommande projekt vilket gör det standardiserade arbetssättet som lean förespråkar blir lättare att arbeta mot. Det anses som fördelaktigt om Veidekke AB som helhet använder sig av samma digitala programvara i motsvarighet med Veidekke Norge, detta för att erfarenheter kan delas och ständiga förbättringar kan eftersträvas.

En viktig aspekt på implementering av ny teknik är vilka eventuellt nya krav det ställer på arbetsplatsen. Att behandla ritningar och framför allt 3D-modeller i en mobil enhet ställer krav på prestandan och för att verktyget ska vara till störst nytta krävs ett tillsynes störningsfritt användande. Frågan uppstår vilka krav som dessa verktyg behöver uppnå och hur personal på byggarbetsplatsen skall förses med utrustning. Vid experimentets utförande diskuterades programmets offline-funktion tillsammans med behovet att utvidga wifi-tillgången ute på byggarbetsplatsen. Detta för att kunna använda en mobil enhet som inte är uppkopplad till det mobila nätverket. Potentiellt är framtida byggarbetsplatser utrustade med internettäckning på hela området, för att uppfylla det behovet. Om digitala programvaror används till att utföra jobb kan det resultera i att arbetssätt behöver ändras. Arbetsledningen kommenterade att det var ovant med de nya verktygen och de fick ändra sina arbetsmetoder något för att det skulle fungera väl. Även BIM-teknikern från Veidekke Norge tycker att några av funktionerna vid programvaran är lite för låsta och saknar flexibilitet vilket bör iakttas vid implementering. Detta är något som bör lyftas fram för användaren så personen är medveten om att programmet kan styra arbetssättet, risken är annars att frustration och leda till att tidigare arbetsmetoder används även om de är mindre effektiva.

Den mobila aspekten av det digitala verktyget så som användning på smarttelefon eller surfplatta är uppskattad av arbetsledningen. I jämförelse med studien *The application of PDA as mobile computing system on construction management* av Kimoto, Endo, Iwashita och Fujiwara (2005) ser arbetsledningen fördel i att ha tillgång till information och dokument ute på byggarbetsplatsen för att minska gapet mellan bodarna och byggarbetsplatsen.

Dalux Field är mest användbart när det används av flera parter inom produktionen, helst alla. Ansvarsfunktionen bland både uppgifter och checklistor gör så att en mottagare av ärendet ges. Det gör det möjligt att föra korrespondensen helt genom Dalux Field om så vill. Om även yrkesarbetare får tillgång till programmet kan behovet att skriva ut hantverkarlistor minskas och

uppgifterna kan hanteras helt digitalt. Yrkesarbetarna får även tillgång till 3D-modell, ritningar och detaljer direkt i sin mobil vilket kan minska efterfrågan av förtydliganden ute på bygget. För att kunna kommunicera elektronisk och delegera uppgifter genom Dalux Field krävs smarttelefoner eller surfplattor som verktyg, vem som skal stå för en sådan kostnad är en utmaning då det kan bli stora summor. Som ensam brukare i arbetsledningen förekommer fortfarande fördelar med programmet. Att skapa uppgifter under exempelvis försyner ger möjlighet till att själv följa upp och skapa sig en överblick över pågående aktiviteter. Webbapplikationen ger möjlighet till utskrifter samt grafer och dokumenterar allt som sker. Vidare kan möjligheten att ha alla checklistor och egenkontroller tillgängliga i digitalt format på mobilen vara fördelaktig vilket detta arbete visar.

Under experimentet kommenterade flera av respondenterna att programmet skulle spara dem tid i minskade dubbelarbeten som att först anteckna för sedan att renskriva och skriva ut. Av teorin om arbetsledningen framgår det att det är en stor del administrativa uppgifter som hör till arbetsledningens roll. Ett exempel på minskning av dubbelarbetet kan ses i uppgifterna egenkontroller och skydds-och miljöromd vilket gör att de administrativa uppgifterna kan utföras mer effektivt. Medan genomförandet med hjälp av applikationen inledningsvis tar längre tid så är den tidssparande i processerna nedströms. Experimentet anses som för kort för att dokumentera hur mycket tid som skulle besparas men det är något som tas upp av Sacks et al (2009) där de poängterar vikten av att göra arbetet rätt med en gång för att inte skapa extraarbeten nedströms. Om metoderna kring dokumentation kan övergå till mer digitala format finns det möjligheter till en allt mer automatiskt informationshantering. Till exempel egenkontrollerna kan ske direkt i digitalt format så som i experimentet för att sedan omgående hanteras av en annan part, så som en kontrollansvarig, som godkänner och signerar alternativt följer upp. Ur ett Lean-perspektiv finns det stor potential till effektivisering på detta område, vilket även kopplas till BIM-funktionen online objektbaserad kommunikation. De dokumentationskrav som finns på en byggproduktion går att härleda till juridiken och de kontrakt som är skrivna mellan de olika projektaktörerna. Något som Sacks et al (2009) tar upp är värdet på att standardisering just för att uppnå bättre arbetsmetoder kring dokumentation.

Samtidigt som arbetsledningsgruppen är överens om att programvaran kan spara tid belyser de flera gånger och att de på egen hand inte har tid att lära sig nya arbetssätt och metoder. Detta speglar det resultatet studien *Implementering av BIM på en byggarbetsplats* av Jacobsson och Linderoth tog fram. De pressade tidsfristerna och höga tempot i branschen gör att det finns ont om tid till att undersöka och prova på nya arbetssätt. Enligt arbetsledargruppen bör det vara enskilda personer som ansvarar för att lära upp och utbilda personal i programmet för att få största möjliga utbyte. Att kompetensutvecklingen sker inom den enskilda projektgruppen är ett vanligt fenomen vilket studien av Jacobsson och Linderoth poängterar. Den projektorganiserade arbetsformen bidrar till att det sällan förekommer stöd från den centrala organisationen. I Veidekke Norge fanns det bestämda BIM-tekniker som arbetade med dessa frågor och vars roll bland annat bestod av att starta upp projekt med rådande

teknik. I projektet där experimentet tog plats fanns inte denna typ av support och den teknik de hade på plats var vald med hänsyn till platschefens intresse. Det anses också vara lämpligt att avsätta en person i arbetsledningsgruppen som ansvarar för att utbilda sig och ta hand om de frågor och utmaningar som dyker upp gällande ett digitalt verktyg. Att ha tillgång till en teknisk kunnig person på projektet ansågs av arbetsledningen som fördelaktigt.

## 4.1 Metodkritik

Vid översättning av texter så som Sacks et al (2009) behövs reservation för tolkningsfel göras. Texten är ursprungligen skriven på engelska men valdes att översätta för läsarens bekvämlighet. Då texten utgör en central del av detta arbete är det av vikt att påpeka denna reservation.

BIM-begreppet är en central del i detta arbete och tolkningen som lyfts fram är från R. Jongelier (2008). Att tolka BIM som informationshanteringen kopplat till en modell och inte endast en 3D-modell är en viktig utgångspunkt för att förstå hur det här arbetet förhåller sig till BIM. Experimentet som utfördes hade varit svårt att utföra ur ett BIM-perspektiv om denna tolkning ej hade upprättats. Informationen som ingår i BIM och dess modell är ritningar och detaljer samt beskrivning av bland annat byggdelar så som mängder, egenskaper och littera. Potentiellt finns det få gränser för hur mycket information BIM innefattar. Här är det i dagens läge i fråga om en kravställning till projekteringen om hur informationen ska användas nedströms.

Resultatet från intervjuerna hos Veidekke Norge visar en välvillig bild av användandet av programvaran Dalux Field. Personerna valdes att intervjuas just för deras erfarenhet av programmet för att visa bilden av hur det arbetades med i praktiken. Här bör subjektiviteten ifrågasättas då personerna i fråga endast har använt Dalux Field som arbetssättet i sitt arbetsliv. Det här ledde till att vid intervjuerna var det svårt att jämföra gamla arbetssätt, arbetssätt som var mer i linje med hur projektet i Sverige arbetades, då de jämförelserna mest var spekulationer. Det här är viktigt att förhålla sig till för att förstå arbetets bristande information kring dessa frågor.

## 4.2 Experimentkritik

Experimentet utfördes under en arbetsvecka vilket valdes med hänsyn till förståelsen för programmet samt datahanteringen i efterhand. Kritik kan ges i huruvida en vecka är tillräckligt för att ge en rättvis bild av programmets potential och utmaningar. Projektet i fråga var i slutskedet vilket är av vikt att belysa då användandet av programmet möjligtvis kan se annorlunda ut beroende på det aktuella produktionsskedet. Funktionerna som testades var uppgiftsfunktionen i samband med försyner och besiktningar samt checklistfunktionen i samband med skydds- och miljöronder och därtill egenkontroller av utförda arbeten. Funktionerna används möjligen annorlunda i ett annat produktionsskede, något som inte utforskades i experimentet.

Experimentet tål att kritiserad då planeringen ej kunde utföras i sin helhet. Den nya veckoplanen ledde till mindre tid med varje enskild arbetsledare än vad vi önskat från början, vilket påverkar resultatet i och med att uppgifterna inte

kunde utföras lika utförligt som planerat. Trots detta blev alla uppgifter utförda vilket öppnade upp för reflektion och diskussion angående användandet av tekniken.

Arbetsledningen som deltog i experimentet bestod av en platschef samt tre stycken arbetsledare. Åldrarna var spridda med en tyngdpunkt runt 30 årsåldern vilket är viktigt att förstå vid analys av intervjuresponsen. Teknikvanan och intresset var påtagligt vilket kan ha medfört en mer välvillig inställning till införandet av BIM-verktyget i fråga. Den välvilliga inställningen kan även ha medfört en viss partiskhet i intervjuvaren.

Vid utförandet av uppgifterna fick arbetsledaren i fråga en snabb genomgång av programmets funktioner och vad syftet med uppgiften var. Arbetsledaren fick handledning av observatörerna för att simulera en person med god kunskap av programmet. Denna påverkan från observatörerna påverkar resultatet, något som var medvetet. Tillvägagångsättet att låta arbetsledarna själva utforska programmet diskuterades med avfärdades då det uppfattades att det skulle ta för lång tid att utföra uppgifterna samt möjligtvis skulle leda till frustration och en mer jäktad miljö.

## 5 Slutsats

Från genomförda intervjuer och experiment kan slutsatsen att behov av ett fungerande BIM-verktyg i byggproduktionen finns. Arbetsledningen ser att tid kan sparas genom minskade dubbelarbeten, mindre transporter mellan kontor och byggplats samt bättre dokumentationshantering. Något som stärks i akademiska publikationer inom ämnena Lean och BIM. Arbetsledningen ser helst att telefonen blir det BIM-verktyg som tillämpas då den är tillgänglig och de ser en fördel med att ha tillgång till 3D-modeller, ritningar och detaljer direkt i telefonen.

Dock så poängteras en del orosmoment för att verkställa denna implementering. Då arbetsledningen redan är pressad på tid i byggprojekten är det lämpligt med stöd från IT-avdelningar centralt i organisationen för att bistå som support och lägga till rätta för ökad kompetens. Utbildning och support kring de nya arbetssätten är av stor vikt för att få en smärtlös övergång. För uppnå denna övergång krävs det att en person ansvarar för att BIM-verktygen startas upp och förmedlas ut korrekt så att det går att lita på, liknande den metod de använder i Veidekke Norge.

En central del av problemställningen är att i dagens läge stämmer inte alltid ritningarna överens med 3D-modellen, vilket resulterar i dålig pålitlighet till handlingarna. I och att med att ritningar är bygghandlingar så går de avtalsmässigt före modellen, och modellen används då inte till sin fulla potential. Modellen är ett bra verktyg för visualisering och orientering men kan samtidigt fyllas med relevant information för produktionen.

För att BIM-verktyg ska uppnå full potential krävs bland annat att produktionen ställer krav på projekteringen gällande vilken information som BIM-modellen ska innehålla samt precisera hur den informationen ska användas. Det är även av stor vikt att få en fungerande uppdatering och synkning av modeller och ritningar för att eliminera tvivlet på handlingarnas aktualitet.

### 5.1 Rekommendationer

Modellen bör i tidigt skede utföras med information kring objekt då detta vil ge bättre beslutsunderlag för arbetsledare när de befinner sig ute i produktionen. Med information så som väggdjockeyar, rördimensioner, dörrhängning och liknande vil arbetsledningen få en bättre helhetsbild av byggnationen och ges därför möjlighet att upptäcka eventuella fel eller brister i ett tidigare skede. Detta vill också göra att "glappet" mellan byggbodarna och byggarbetsplatsen minskar som Kimoto, Endo, Iwashita och Fujiwara (2005) poängterar.

Viktigt anses även stöd, support som tillrättalägger för användning av programvaran. Veidekke Norge använder BIM-tekniker till att starta upp projekten med programvaran, vilket också Veidekke AB också rekommenderas. Det skulle annars vara lämpligt att en person i arbetsledningsgruppen får avsatt tid att utbilda sig i programmet och stödja de andra i projektet med support och lägga tillrätta med till exempel ritningar och checklistor. För att skapa förtroende

för det digitaliserade arbetssättet krävs så få hinder som möjligt vilket anses minska om god kunskap om programvaran finns lätt tillgänglig.

## 6 Referenser

- Berner, I., & Nilsson, J. (2012). *Arbetsledarrollen - Ur arbetsledarnas perspektiv*. Jönköping: Högskolan i Jönköping.
- Business901. (2017). *Business901*. Hämtat från business901.com: <https://business901.com/podcast-2/lean-construction/lean-construction-with-howell/>
- Byggeindustrien. (2017). *Dansk lösning skal digitalisere norsk byggenæring*. Hämtat från Bygg.no: <http://www.bygg.no/article/1299261>
- Dalux. (2017). *Dalux Field*. Hämtat från Dalux.dk: <http://dalux.com/daluxfield/>
- Davies, R., & Harty, C. (2013). Implementing 'Site BIM': A case study of ICT innovation on a large hospital project. *Automation in Construction vol 30*, 15-24.
- Djebarni, R. (1996). The impact of stress in site management effectiveness. *Construction Management and Economics 14*, 281-293.
- Granroth, M. (2011). *BIM - ByggnadsInformationsModellering*. Stockholm: Kungliga Tekniska högskolan.
- Howell, G. A. (1999). Seventh conference of the international group of lean construction. *Lean Construction Institute* (ss. 2-8). Berkley, CA, USA: IGLC.
- Jacobsson, M., & Linderoth, 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.
- Jacobsson, M., & Linderoth, H. (2012). User perceptions of ICT impacts in Swedish construction companies: "it's fine, just as it is". *Construction Management and Economics*, 339-357.
- Jongeling, R. (2008). *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt*. Luleå: Luleå tekniska universitet.
- Josephson, P.-E., & Saukkoriipi, L. (2005). *Slöseri i byggprojekt, Behov av förändrat synsätt*. Göteborg: Sveriges Byggindustrier.
- Kimoto, K., Endo, K., Iwashita, S., & Fujiwara, M. (2005). The application of PDA as mobile computing system on construction management. *Automation in Construction vol 14*, 500 - 511.
- Lundgren, N. M. (2017). *Få byggare ser de digitala möjligheterna*. Hämtat från Byggindustrin.se: <http://byggindustrin.se/artikel/nyhet/fa-byggare-ser-de-digitala-mojligheterna-24776>
- McGraw-Hill Construction. (2012). *The Business Value of BIM in North America*. McGraw-Hill Construction.
- Nationalencyklopedin. (2017). *digitalisering*. Hämtat från NE.se: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/enkel/digitalisering>
- Nohrstedt, L. (2015). *Satsning på digitalisering av byggbranschen*. Hämtat från Nyteknik.se: <http://www.nyteknik.se/bygg/satsning-pa-digitalisering-av-byggbranschen-6336034>
- Sacks, R., Koskela, L., Dave, B., & Owen, R. (2009). The Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 968-980.
- Sacks, R., Radosavljevic, M., & Ronen, B. (2010). Requirements for building information modeling based lean production management systems for constructions. *Automation in Construction vol 19*, 641-655.

- Shohet, I., & Laufer, A. (2006). What does the construction foreman do? *Construction Management and Economics*, 565-576.
- Styhre, A., & Josephson, P.-E. (2006). Revisiting site manager work: stuck in the middle? *Construction Management and Economics*, 521-528.
- Styhre, A., & Josephson, P.-E. (2007). Projektledarskap i bygg- och anläggningsprojekt: Förbättrat ledarskap genom coaching? Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.
- Sveriges Allmännyttiga Bostadsföretag. (2016). *En halv miljon till digitalisering av byggbranschen*. Hämtat från SABO.se: [http://www.sabo.se/aktuellt/nyheter\\_s/2016/nov/Sidor/En-halv-miljon-till-digitalisering-av-byggbranschen.aspx](http://www.sabo.se/aktuellt/nyheter_s/2016/nov/Sidor/En-halv-miljon-till-digitalisering-av-byggbranschen.aspx)
- Sveriges Kommuner och Landsting. (2017). BIM - digitalisering av byggnadsinformation i offentliga fastighetsorganisationer. Sveriges Kommuner och Landsting.
- Veidekke. (2015). *Veidekke vinnare av Årets Leanbyggare*. Hämtat från Veidekke.se: <http://veidekke.se/om-oss/nyheter-och-media/pressmeddelanden/article15479.ece>
- Veidekke. (2017). *Veidekke Projekt*. Hämtat från Veidekke.se: <http://veidekke.se/projekt/>
- Veidekke. (u.d.). *Det begynte med brostein*. Hämtat från Veidekke.no: <http://veidekke.no/om-oss/var-historie/article8165.ece>
- Wellington, J., & Szczerbinski, M. (2007). *Research Methods for the Social Sciences*. London: Continuum International Publishing Group.



## 7 Figurer

- Figur 1: Uppgifter och checklistor är de två huvudfunktionerna i Dalux Field. 3
- Figur 2: Att skapa en uppgift i Dalux Field. 3
- Figur 3: En skydds- och miljölista i en mobil enhet. 4
- Figur 4: Olika checklistor i en mobil enhet. 4
- Figur 5: 3D-modell och ritning kan visas samtidigt. 5
- Figur 6: 3D-viewer i Dalux Field. 5
- Figur 7: Överblick över uppgifter och checklistor i webbapplikationen. 5
- Figur 8: Grafisk överblick över uppgifter. (grön = utförda, röd = ej utförda, orange = pågår, gul = väntar på svar). 6
- Figur 9: Hantverkarlista går att skriva ut för de som vill arbeta med papper. 6
- Figur 10: Kopplingar mellan Leanprocesser och BIM-funktioner enligt Sacks et al. 2009. 13
- Figur 11: Arbetsledare utför en försyn med papper och penna. 18
- Figur 12: Skydds- och miljöronnd utförs med Dalux Field i surfplatta samt mobil.

**Fel! Bokmärket är inte definierat.**