



CHALMERS



Digitalisering av byggproduktionen

En studie om implementeringen av BIM i byggproduktionen

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

FRIDA WESTERLUND

CARL THORPÖ

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för Construction Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Examensarbete ACEx20-19-46
Göteborg, Sverige 2019

Digitalisering av byggproduktionen

En studie om implementering av BIM i byggproduktionen

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

FRIDA WESTERLUND

CARL THORPÖ

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2019

Digitalisering av byggproduktionen

En studie om implementeringen av BIM i byggproduktionen

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

FRIDA WESTERLUND

CARL THORPÖ

© FRIDA WESTERLUND, CARL THORPÖ, 2019

Examensarbete ACEX20-19-46

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2019

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Akademiska Hus (2018), A Working Lab konceptbild [Internmaterial Akademiska Hus]

Chalmers Reproservice

Göteborg 2019

Digitalisering av byggproduktionen

En studie om implementeringen av BIM i byggproduktionen

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

FRIDA WESTERLUND

CARL THORPÖ

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Detta examensarbete undersöker genom tre frågeställningar hur BIM-programmet Dalux Field har fungerat att använda i projektet A Working Lab med fokus på produktionsskedet och den pågående digitaliseringen i byggbranschen. Arbetet behandlar också utvecklingen mot en ritningslös bransch och BIM i produktion i stort. Målet har varit att kunna identifiera problemområden som bidrar till att den digitala utvecklingen i produktionsskedet ligger efter. Arbetet behandlar inte projekterings- eller förvaltningsfasen och studerar endast ett projekt. Till bakgrund för arbetet ligger en observationsstudie utförd hos entreprenadföretaget ByggDialog på projektet AWL där ByggDialog är generalentreprenör. För att kunna besvara frågeställningarna och öka kunskapen hos författarna om ämnet genomfördes en litteraturstudie. Vidare gjordes en rad semistrukturerade intervjuer med främst yrkesarbetare inom olika discipliner på AWL. Detta för att få deras syn på digitalisering och vad de behöver och anser krävs gällande digitala verktyg. Intervjuer gjordes även med tjänstemän på projektet och personer ej anknutna till projektet som arbetar med BIM och digital utveckling i byggbranschen för att få en bredare bild av ämnet. Resultatet bygger på dessa intervjuer och i analysen diskuteras resultaten med litteraturstudien som genomfördes i början av arbetet som bakgrund. Resultatet visar att det finns många aspekter att ta hänsyn till när det kommer till att implementera BIM i produktion, både saker som utbildning och kunskap, men även rent praktiska saker som väder och vind. Det är också en stort variation i hur behovet och kraven på ett programs funktioner och utformning bör se ut beroende på disciplin. Resultatet visar också delade åsikter kring digitalisering och en ritningslös bransch, vissa anser inte att det är ett nödvändigt steg att ta. Arbetet med Dalux Field sågs däremot som övervägande positivt och även om det i dagsläget inte har vad alla önskar är programmet och dess utvecklare på rätt väg med en stark dialog mellan utvecklare och kund. Det framkom dock att det vid något tillfälle inte varit rätt version av handlingar som funnits i Dalux Field och att detta skadat yrkesarbetarnas tillit till digitala verktyg samt gett negativa följder för produktionen. Ett allvarligt problem, men som bör kunna lösas med tydlig kravställning i kontraktet. Det är en komplex fråga hur digitala verktyg ska implementeras i produktionen, men arbetet på AWL var ett steg i rätt riktning och det finns bra lärdomar att ta med sig till nästa projekt. Med rätt kravställning, målbild, kunskap och en nära kontakt mellan programutvecklare och kunden, yrkesarbetaren, finns hopp om en digitaliserad byggproduktion.

Nyckelord: BIM, digitalisering, Dalux, byggproduktion, 3D, ritningslöst, papperslöst

CHALMERS, Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, Examensarbete ACEx20-19-46

Digitalization of the construction process

A study on the implementation of the construction process

Degree Project in the Engineering Programme

Civil and Environmental Engineering

FRIDA WESTERLUND

CARL THORPÖ

Department of Architecture and Civil Engineering

Division of Construction Management

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

This thesis examines, through three issues, how the BIM program Dalux Field has worked to use in the project A Working Lab, with main focus on the production phase and the ongoing digitization in the construction industry. The work also deals with the development towards a industry free from 2D drawings and BIM in production as a whole. The goal has been to identify problem areas that contribute to why the digital development in the production phase has been left behind. The work does not deal with the design or management phase and studies only one project. For the background of the work is an observation study conducted at the contracting company ByggDialog on the project AWL where ByggDialog is the general contractor. To be able to answer the questions and increase the knowledge of the authors on the subject, a literature study was performed. Further a number of semi-structured interviews were done with mainly professional workers in different disciplines at AWL to get their view of digitization and what they need and consider necessary regarding digital tools. Interviews were also conducted with officials on the project and people not affiliated with the project but who work with BIM and digital development in the construction industry. The result is based on these interviews and in the analysis the results are discussed with the literature study as a background. The result shows that there are many aspects to take into account when it comes to implementing BIM in production, both things like education and knowledge, but also purely practical things such as the weather. There is also a great variety in how the needs and requirements of a program's functions and design should be basing on the discipline. The result also shows divided views on digitization and a drawing free industry, some do not think it is a necessary step to take. The work with Dalux Field, on the other hand, was seen as mostly positive, and although it currently does not have what everyone wants, the program and its developers are on the right path with a strong dialogue between the developer and the customer. It emerged, however, that at one point the wrong version of documents existed in Dalux Field, and this damaged the workers' trust in digital tools and had negative consequences for the production. A serious problem, but which should be solved with clear requirements in the contract. It is a complex issue how digital tools should be implemented in production, but the work on AWL was a step in the right direction and there are good lessons to bring to the next project. With the right demands, target image, knowledge and a close contact between software developers and the customer, there is hope for a digitized construction production.

Keyword: BIM, digitalization, Dalux, production, 3D, drawing free, paper free

CHALMERS, *Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik*, Examensarbete ACEx20-19-46

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	IV
FÖRORD	VI
BETECKNINGAR	VII
1 INLEDNING	1
1.1 Syfte och frågeställning	1
1.2 Metod	1
1.2.1 Observationsstudie	1
1.2.2 Intervjumetodik	2
1.3 Avgränsningar	2
2 TEORI	3
2.1 Bakgrund	3
2.2 Digitala verktyg i byggbranschen	4
2.2.1 BIM i projekteringsfasen	4
2.2.2 BIM i produktionsskedet, utmaningar och svårigheter	5
2.3 Den papperslösa branschen, från 2D till 3D	5
2.4 Den komplexa byggbranschen	6
2.5 Kontraktsformer	7
2.6 Juridiskt bindande bygghandlingar	7
3 DALUX FIELD	8
3.1 Kvalitetskontroll	9
3.2 Ritningshantering och modell	10
4 A WORKING LAB	11
4.1 ByggDialog	11
4.2 A Working Lab/JSP2	11
5 RESULTAT	13
5.1 Tillämpning av BIM	13
5.1.1 Presentation om hur Dalux använts i AWL	14
5.1.2 ByggDialogs vision	15
5.2 Hinder, problem och brister	15
5.2.1 Förkunskaper	15
5.2.2 Uppdateringar	15

5.2.3	Brister i Dalux	16
5.2.4	Allmänna hinder i produktion	16
5.3	Fördelar och framtida möjligheter	17
5.4	Presentation av intervju med Zynka BIM	17
5.5	Presentation av intervju med Dalux	18
6	ANALYS OCH DISKUSSION	19
6.1	Orsaker till svårigheter för implementering	19
6.1.1	Inställning och kunskap inom branschen	19
6.1.2	Olika yrkesgruppers behov varierar	20
6.1.3	Vikten av uppdaterade handlingar och modell	20
6.1.4	Praktisk tillämpbarhet av digitala hjälpmedel i produktion	21
6.2	Kontakten mellan yrkesarbetare och programutvecklare	21
6.3	Ett ritningslöst bygge	22
6.4	Metodkritik	22
7	SLUTSATS	24
7.1	Frågeställning 1	24
7.2	Frågeställning 2	25
7.3	Frågeställning 3	26
7.4	Förslag till vidare studier	27
8	REFERENSER	28
9	BILAGOR	31

Förord

Detta examensarbete omfattar 15 högskolepoäng och genomfördes våren 2019 som avslutning på det treåriga högskoleingenjörsprogrammet på Samhällsbyggnadsteknik, Chalmers tekniska högskola.

Vi vill tacka vår handledare på Chalmers, Mikael Johansson för alla givande diskussioner, råd och stöd. Vill även tacka ByggDialog, framför allt projektet AWL, för möjligheten att göra intervjuer och den tid ni tagit er att hjälpa oss. Stort tack till alla som ställt upp på intervjuer och delat med sig av sin kunskap och erfarenhet. Sist men inte minst vill vi tacka våra opponenter Nellie Cederholm och Kristin Dewill för bra feedback.

Göteborg maj 2019

Frida Westerlund

Carl Thorpö

Beteckningar

2D	Tvådimensionell
3D	Tredimensionell
4D	3D modell kopplad till tidsplan
5D	3D modell kopplad till kostnadsberäkning
APD-plan	Arbetsplatsdispositionsplan
AWL	A Working Lab
BIM	Building Information Model
CAD	Computer-Aided Design
Standardavtal	Gemensam benämning för AB 04, ABT 06 och ABK 09
VDC	Virtual Design and Construction
ÄTA-arbete	Ändrings-, Tilläggs- och Avgående arbeten

1 Inledning

1.1 Syfte och frågeställning

Syftet med detta examensarbete är att undersöka och utvärdera hur BIM-programmet Dalux Field har fungerat att använda i projektet A Working Lab, där Akademiska Hus är beställare och ByggDialog generalentreprenör (<https://byggdialog.se/>). Fokus ligger på BIM, Building Information Model, i produktion och den pågående digitaliseringen och huruvida den skulle kunna leda till en ritningslös bransch. Målet är också att identifiera problemområden som bidrar till att den digitala utvecklingen i produktionsskedet ligger efter. Till bakgrund för arbetet ligger litteraturstudier, observationsstudie gjorda på projektet och en bred intervjustudie.

De frågeställningar som undersökts är följande:

- Vad krävs av ett program för att klara kraven för att fungera i produktion? Har Dalux Fields det som krävs?
- Det diskuteras idag på vissa håll i branschen om det är dags att lämna 2D-formatet helt bakom oss och endast arbeta i 3D, är detta möjligt och vill vi nå dit?
- Vad kan man ta med sig från arbetet med Dalux Field i AWL till kommande projekt för att föra digitaliseringen framåt?

1.2 Metod

Till grund för examensarbetet ligger en litteraturstudie med fokus på BIM, den pågående digitaliseringen av byggbranschen och en strävan efter en papperslös bransch. Tidigare arbeten inom samma område har studerats, samt rapporter om olika pilotprojekt där BIM har tillämpats i stor utsträckning genom hela byggprocessen. Litteraturstudien har gett en uppfattning av hur det studerade ämnet ser ut i praktiken och fungerar i nuläget. För att få en djupare förståelse om hur programmet Dalux Field fungerar och dess utveckling har en dialog förts med Dalux.

1.2.1 Observationsstudie

Under knappt ett års tid har en av författarna till detta examensarbete varit anställd hos ByggDialog och aktivt jobbat med Dalux Field på projektet A Working Lab. Därav har man tagit del av hur arbetet med Dalux och BIM sett ut på A Working Lab i produktionsskedet. I denna rapport har dessa erfarenheter betraktats som en form av observationsstudie och blivit ett underlag för hur arbetet sedan tagit form.

1.2.2 Intervjumetodik

Valet av intervjueteknik blev semistrukturerade intervjuer där frågor tagits fram i förväg som man sedan utgått från under intervjun men sedan låtit intervjun föras som ett naturligt samtal för att få fram den intervjuades verklighet utan att bli helt styrd av frågor (Hedin, A. 1996). Intervjustudien har genomförts på arbetsplatsen AWL där personerna som deltagit på olika sätt använt Dalux Field i sitt arbete. Med mål att få en bredd på materialet har personer från olika discipliner och positioner på arbetsplatsen deltagit, med fokus på produktion. För att få djupare förståelse för BIM och Dalux har även en intervju genomförts hos Zynka BIM och en dialog via mail har förts med Dalux.

1.3 Avgränsningar

I detta examensarbete har en del avgränsningar gjorts. Man har först valt att endast studera en arbetsplats och fokusera helt på arbetet där. Man har också valt att endast undersöka och utvärdera ett BIM-program och det skede i byggprocessen som står i fokus för rapporten är Fas 2, produktionsskedet, även om Fas 1, projektering, omnämns så har en avgränsning gjorts att inte studera projektering och förvaltning.

2 Teori

2.1 Bakgrund

Byggbranschen är en av de branscher som omsätter mest pengar i Sverige årligen, och själva industrin sammanslaget med värdet för landets bestånd av fastigheter och infrastruktur utgör ungefär hälften av Sverige nationalförmögenhet (Sveriges Byggindustrier). Det är därför inte svårt att förstå att byggbranschen är en av de största branscherna i Sverige. Trots detta ligger byggindustrin på många sätt långt efter inom ett idag stort och allt viktigare område- digitalisering och IT.

Det finns många teorier om varför det har blivit en så svår process att digitalisera just byggbranschen. Wikforss (2003) menar att det kan bero på det faktum att branschen på många sätt är unik. Att ständigt driva produktionsprocess i nya, ofta unika projekt skapar en komplexitet och omfattningen av olika aktörer från olika organisationer i samma projekt ställer oerhört höga krav på informationshanteringen. Trots detta, menar Wikforss (2003), att i jämförelse med industrin i övrigt har byggbranschen investerat mindre än genomsnittet på IT.

Ändå så har vi de senaste åren sett en förändring och det är numera inget ovanligt att använda BIM i förhållandevis hög utsträckning i många projekt. Det finns idag flertalet olika program att använda och BIM används nu i fler dimensioner än bara som en 3D-modell. Man talar om 4D som innebär tidsplanering och 5D där man pratar om kalkyler och båda dessa dimensioner är idag väl beprövade (Åslund. 2012).

Denna förändring har framförallt skett i projekteringsskedet, där både kompetens och bra verktyg finns. För att nå till nästa steg i strävan efter en digital och papperslös bransch krävs att även de som jobbar i produktion kan hantera informationsflödet som BIM förser dem med. Att tappa viktig information i sista steget till yrkesarbetare kan få allvarliga konsekvenser för projektet, både tid- och kostnadsmässigt. För att förebygga problem orsakade av missar i informationsflödet har tidigare examensarbeten konstaterat att det som krävs är program med funktioner som produktionen efterfrågar och som är lätthanterliga (Sandhal & Sernemyr. 2018).

2.2 Digitala verktyg i byggbranschen

Tillämpningen av BIM har ökat kraftigt den senare tiden enligt Hindersson (2012) och nu är det till och med vanligt att beställare kräver bim-modeller. Detta gäller framförallt de större byggföretagen då de mindre företagen har haft en mer kritisk inställning även om byggare i allmänhet är eniga om att bim ökar lönsamheten i projekt. Jongeling (2008) nämner hur lönsamheten ökar på flera olika sätt i arbete med BIM istället för 2D-CAD bland annat att:

- “Projekteringsprocessen är i snitt 20% effektivare och upplevs dessutom som mer inspirerande och attraktiv jämfört med 2D-CAD-projektering”. (s. 7).
- “Kostnader för interaktiv visualisering minskar med 30%”. (s. 7).
- “Samordningsprocessen är mycket effektivare, kvaliteten högre och resulterar i snabbare revideringsprocessen. Färre missförstånd uppstår och fler aktörer kan vara delaktiga. Teknikkonsulter uppskattar att samordningsfel minskar med minst 50%.” (s. 7).
- “Kvaliteten på mängdavgivningsprocessen är högre och tiden för mängdavgivningen och kostnadskalkyler minskar med omkring 50%.” (s. 7).
- “Produktionen flyter bättre bland annat på grund av färre fel i underlaget. Entreprenörer som intervjuats uppskattar att kostnader för ändrings- och tillägsarbeten minskar med ca 50%.” (s. 8).

Det finns många olika program och användningsområden för BIM i byggbranschen som nyttjas utav tjänstemän för projektering och produktionsplanering. Däremot är användningen av BIM bland yrkesarbetare inte alls lika vedertagen då det saknas program som är fokuserade på vad just yrkesarbetarna behöver för att utföra sitt arbete. Enligt Böregård & Degerman (2013) så finns det flera användningsområden där VDC, Virtual Design and Construction, kan implementeras inom just byggproduktionen, t.ex kollisionskontroller, mängdavgivning och måttavtagning. De menar även på att för att lyckas utöka arbetet med digitala hjälpmedel i produktionen så måste vissa aspekter utvecklas, bl.a så måste programvarorna bli lättare att använda och möjligheten att utbildas inom programmen behöver bli enklare.

2.2.1 BIM i projekteringsfasen

Arbetet med BIM och VDC, Virtual Design and Construction, är väl etablerat i projekteringsprocessen där det används i 3D, 4D och 5D. 3D modeller används som visualiseringsverktyg för att få en bild av hur arkitekten har tänkt och även som informationskälla till bl.a mängdning. 4D är en dimension där tidsplanen kopplas till modellen vilket förenklar tidsplaneringen likaså om ett hinder skulle uppstå under produktion. 5D är ytterligare en dimension som inkluderar kostnadsberäkningen vilket ger möjligheten att skapa en kassaflödesbudget och inköpsplaner (Linderoth. 2013).

2.2.2 BIM i produktionsskedet, utmaningar och svårigheter

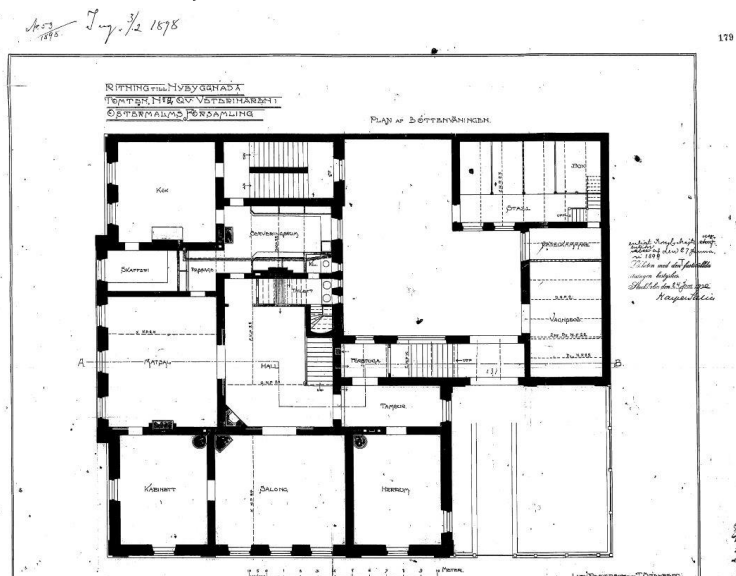
Användningen av BIM i produktionsskedet är dessvärre inte lika framskriden som i det tidigare projekteringsskedet. De flesta program som finns ute på marknaden är generellt mer fokuserade på vilka verktyg som behövs under projekteringen vilket resulterar i att information som är väsentlig för yrkesarbetarna inte alltid finns med eller kräver erfarenhet alternativt utbildning inom programmet. Dessa program är dock väldigt användbara för att kontrollera kollisioner och för att ge produktionspersonalen en bild av slutprodukten som då kan ge synpunkter på utformning och bättre lösningar på problem. Enligt Linderoth (2013) så utgör dessa fördelar "bara en liten del av de visioner som finns om förändringar som BIM kan medföra inom branschen" (s. 7).

Enligt Brantitsa & Norberg (2018) så har många ute i produktion en positiv inställning till att arbeta med BIM men flera har inte den utbildning som behövs och är osäkra på hur det ska användas. De har bra koll på vad som går att göra med en modell men bristande kunskap och osäkerhet i hur man gör saker såsom mängdning, navigering och hur man hittar rätt information. Sandahl & Sernemyr (2018) lyfter också att bristen av kunskap är ett av de största hindrena för att implementera digitala verktyg i produktion. Att tekniken måste vara användarvänlig så att det blir lätt att lära och att det måste vara lätt att hitta relevant information är något de lägger stor vikt i.

Byggprojekt är dock ofta väldigt tidspressade, att kunna bli av med dubbelarbetet som krävs för att göra både ritningar och modell hade sparat mycket tid och pengar men för att lyckas med övergången till ett nytt arbetssätt där BIM ligger i fokus behövs det mycket upplärning och support från företaget. Detta på grund av att arbetsledningen redan har ett pressat schema så utan hjälp från de centrala delarna i organisationen så blir utvecklingen ännu svårare (Persson & Gårdelöv, 2017).

2.3 Den papperslösa branschen, från 2D till 3D

Sättet att arbeta med ritningar har använts mer eller mindre på samma sätt under en väldigt lång tid men det håller nu på att utvecklas och om några år så kan den traditionella 2D-ritningen försvinna helt från branschen. Det finns flera exempel på liknande innovationsprojekt som AWL där arbetet med BIM inom alla skeden har tagit ett steg längre mot ett ritningslöst bygge.



Figur 1. Ritning på Falkmanska villan (1898). Hämtad från https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c0/Falkmanska_villan%2C_ritning_1898_01.jpg.

När Oslos flygplats terminal 2 skulle byggas så användes inte traditionella ritningar av armeringsarbetarna i varken produktion eller montering av armeringen på grund av projektets komplexitet. Istället för att som vanligt arbeta med många och komplicerade ritningar så fick de surfplattor med 3D-modeller av armeringen vilket ledde till en stor tidsbesparing. Uppfattningen av det nya sättet att arbeta på var positiv tack vare väl förberedda modeller som enligt arbetarna hanterade information väl, minskade antal misstag, var lätt att lära och intresset för fortsatt arbete på liknande sätt är starkt (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen. 2016).

På liknande sätt arbetade man i ombyggnationen av Røförsbron där hela projektet utfördes utan traditionella 2D-ritningar. Där lyckades till och med ett misstag som hade stoppat produktion undvikas tidigt tack vare deras arbete i BIM. I projektet Røförsbron var ett mål att dokumentera hur BIM fungerar i olika skeden av byggprocessen vilket gjordes genom Trafikverkets kravställning. Detta gjordes genom att först scanna in bron för att få en referensmodell som gav en grund och sedan projektera utifrån den. Ombyggnationen var inte ett så omfattande projekt men arbetet innehåller alla delar av en byggprocess och visar att det går att arbeta helt utan den traditionella ritningen (Malmkvist. 2013).

I Stockholm planeras det att ombyggnationen av Slussen skall utföras 100% digitalt. I detta enorma projekt beräknas det att över 15.000 ritningar ersätts av drygt 500 BIM-modeller som täcker många olika discipliner. Även VR, Virtual Reality, har används mycket i projekteringen av projektet för bl.a designval och för att få en bild av hur ambulanspersonal ska kunna komma runt med en ambulansbår i området (Cousins. 2017).

2.4 Den komplexa byggbranschen

Trots den stora digitala utvecklingen som skett i många branscher under det senaste decenniet har byggbranschen hamnat på efterkälken, något många menar kan bero på det faktum att byggbranschen är mycket svår att förändra och kan stämplas som väldigt konservativ (Rowlinson. 2007). Att som grupp bli stämplad på ett visst sätt gång på gång kan leda till att stämplingen blir en ny sanning och man sedan identifierar sig med det även om det inte är representabelt för hur sanningen ser ut (Mead. 1934; Becker. 1973). Detta kan verka negativt då nya ideer eller metoder ska implementeras. Dock är synen på byggbranschen som väldigt konservativ något daterad, Ahlquist (2018) drar som slutsats i sina studier inom detta ämne att stämpeln på byggbranschen som konservativ inte längre är representativ för hur det faktiskt ser ut, men att det kan ha funnits belägg för en sådan syn på branschen tidigare.

Så att säga att dagens byggindustri är konservativ är inte att säga hela sanningen. Snarare är det en bransch med snäva tidsplaner, höga krav på pris och kvalitet i stora organisationer som gör det mycket komplext att implementera nya arbetssätt (Wikforss. 2003). Finns då heller inga klara beslut om riktlinjer, syfte och mål uppsatta kan stora problem uppstå (Holzer 2016; Alarcón et al. 2013). Samuelsson (2010) menar att beslut i branschen bör fattas på olika nivåer samtidigt och komma från olika håll, mot ett gemensamt mål och grundat i att intresse finns för att driva förändring annars kan det bli svårt att få det lyckat och att få inverkan, vilket kan vara problematiskt i en komplex bransch.

Då det kan vara problematiskt att implementera BIM i större företagsorganisationer kan beställarens kravställning på varje arbetsplats vara ett sätt att komma runt komplexiteten i problemet. Göteborg och Olsson (2016) beskriver hur kravställning på BIM-användning bör komma från beställaren för att få en rejäl genomslagskraft. Då beställaren ställer krav på entreprenören kan entreprenören i sin tur använda sin roll som "beställare" av handlingar och då ställa krav på konsulter. I nästa steg kan entreprenören även begära att BIM ska användas i produktion.

2.5 Kontraktsformer

I byggbranschen i Sverige finns två huvudsakliga entreprenadformer, där totalentreprenad är den ena och utförandentreprenad är den andra. Kort förklarat är det omfattningen av entreprenörens åtagande som skiljer de båda formerna åt. I en totalentreprenad ansvarar entreprenören både för framtagandet av handlingar och tekniska lösningar samt själva utförandet i form av byggproduktionen. I en utförandentreprenad är det beställaren som ansvarar för projektering och entreprenören ska endast utföra arbetena. Även om dessa två är grundstenarna finns idag en mängd kombinationer och blandningar av dessa två, t.ex där beställaren låter en del av ett projekt vara utförandentreprenad och en annan del totalentreprenad.

Något som ofta blandas ihop med entreprenadformerna men som bör särskiljas är de olika upphandlingsformerna som finns. Till skillnad från entreprenadformer så avser de inte hur ansvaret i projektet är uppdelat utan hur ett projekt handlas upp. Även här finns två huvudformer. Delad entreprenad där beställaren handlar upp alla entreprenörer och de på så sätt arbetar "vid sidan om varandra" och generalentreprenad där beställaren handlar upp en entreprenör där den i sin tur handlar upp underentreprenörer.

Ett förhållandevis nytt sätt att arbeta som växer inom branschen är samverkansentreprenad, så kallat partnering. Denna entreprenadform räknas inte som en egen vid sidan av utförande- och totalentreprenad, utan ett sätt att beskriva parternas samarbete i ett projekt inom ramen för en vanlig total- eller utförandentreprenad. Tanken är ett öppet och nära samarbete där entreprenören ofta involveras i tidigt skede och man strävar ofta efter långsiktiga samarbeten över flera projekt. Man arbetar också med en öppen ekonomisk redovisning tillgänglig för beställaren att granska till fullo (Deli. 2017).

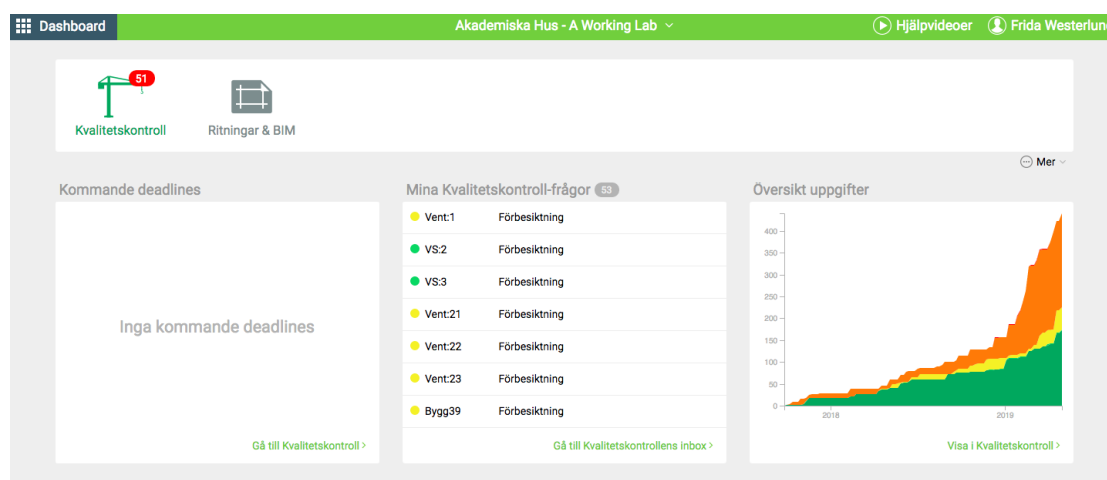
2.6 Juridiskt bindande bygghandlingar

I dagens läge så är det de traditionella ritningarna som är de juridiskt gällande bygghandlingarna. Standardavtalen som finns för entreprenad- och konsulträttsliga avtal har inte hunnit med att anpassats efter digitaliseringen av branschen. Dessa avtal behöver ändras om BIM-modeller ska kunna användas som kontraktshandlingar. Genom att ändra hur avtalen ser ut så går det att ändra rangordningen så att BIM-modellen har en högre prioritet vilket hade lett till mer anpassade modeller för hela byggprocessen och säkerställt dess tillförlitlighet. Det går att ha BIM-modeller som juridiskt bindande idag med hjälp av en villkorsbilaga. Detta har dock bara skett en gång i projektet Röforsbron då kännedomen om dessa bilagor är väldigt låg och de uppfattas som för komplicerade av många (Karlsson & Druve. 2018).

3 Dalux Field

Dalux har sitt säte i Köpenhamn och har i 13 år arbetat för att göra byggindustrin mer effektiv med hjälp av digitalisering. Företaget är fristående från yttre påverkan i form av investerare och kan därför jobba ostört och långsiktigt med att utveckla sina program och lösa problem i nära relation till sina kunder. De är idag etablerade i mer än 90 länder (<https://www.dalux.com/sv/>). Dalux Field som står i fokus i denna rapport är en av två moduler som utgör programmet Dalux BUILD, där Dalux Box är den andra som har större fokus på dokumenthantering. Dalux har i sina program en förhållandevis simpel uppbyggnad och finns förutom i onlineversion till dator även som app-version till iPhone/Android och surfplattor.

Dalux Field är enligt Nina Lindén, Key Account Manager på Dalux, ett digitalt verktyg för att underlätta kommunikation, dokumentation och uppföljning samt användandet av BIM ute på bygget. Som användare kan man öppna flera projekt samtidigt och bjuda in/lägga till fler personer i varje projekt via mail. I valt projekt får man via funktionen "Dashboard" en överblick över projektet i stort. Här finns två underkategorier, "Kvalitetskontroll" och "Ritningar & BIM" som också är de två huvudfunktioner i programmet.

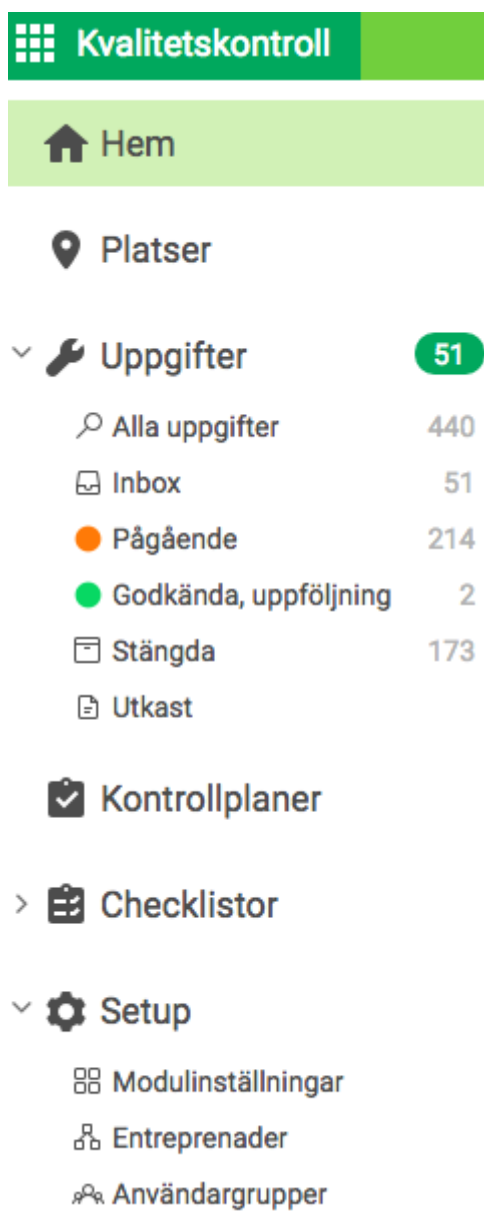


Figur 2. Dalux Field - Dashboard med översikt över projektet. Författarnas egna bild.

3.1 Kvalitetskontroll

Under rubriken “Kvalitetskontroll” finns en rullmeny där alla arbetsflöden är samlade. Här finns två huvudsakliga funktioner, checklistor och uppgifter, som båda styrs och administreras under “Modulinställningar” och “Entreprenader”. I “Modulinställningar” skapar man mallar och utformar checklistor och uppgifter och under “Entreprenader” styrs vilka användare som har access till olika delar av projektet.

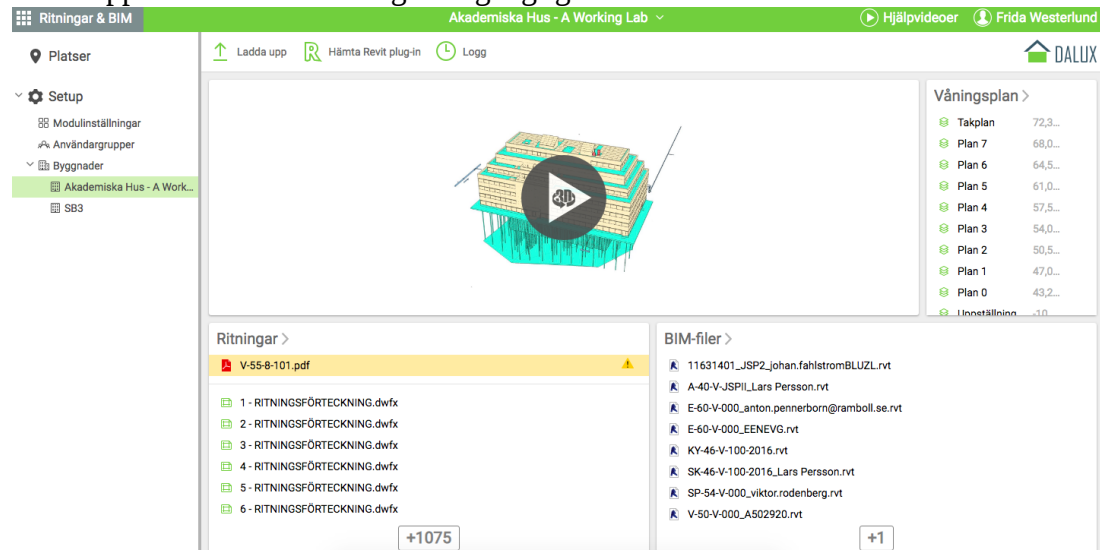
Vid uppbyggnad av checklistor och uppgifter finns möjligheten att skräddarsy en mall genom olika moduler som skapar olika funktioner till checklisten. Där väljer användaren hur kontrollen ska utformas, exempelvis med utrymme för fritext eller fasta punkter som sedan kan fyllas i/checkas av med något av förvalda alternativ som användaren själv väljer när listan skapas, alla checklistor och uppgifter kan bindas till en punkt på ritning. Funktionen “Checklistor” har i projektet AWL tillämpats på egenkontroller, avvikelser, miljö-, fukt-, och skyddsronder. “Uppgifter” ska i AWL användas för besiktning. Till detta har olika uppgiftsmallar tagits fram tillsammans med besiktningsmän som dem fyller i, binder till en plats på ritning och sen skickar till den berörda personen/disciplinen då en besiktning genomförs (Observationer).



Figur 3. Dalux Field - Uppbyggnad av programmet under Kvalitetskontroll. Författarnas egna bild.

3.2 Ritningshantering och modell

Under Ritningar & BIM finns Platser och Setup. Under Platser finns en tydlig mappstruktur över alla ritningar tillhörande projektet. Varje disciplin ansvarar för att se till att deras ritningar uppdateras efterhand i Dalux (E. Brännström, personlig kontakt, 12 april 2019). När användaren öppnar en ritning kan hen trycka vart som helst på ritningen och placera ut en punkt. Vid denna punkt finns alternativet att öppna 3D-vyn som visualiserar modellen i denna punkt. Man kan också välja att skapa en uppgift eller checklista knuten till den utplacerade punkten. Om man istället väljer att via Setup öppna byggnaden finns en översikt över både modellen, BIM-filer och mappstrukturen för ritningar tillgänglig.



Figur 4. Dalux Field - Översikt över Ritningar och BIM för vald byggnad A Working Lab. Författarnas egna bild.

4 A Working Lab

4.1 ByggDialog

ByggDialog är ett entreprenadföretag med säte i Karlstad startat 2007. Idag finns företaget i hela mellersta Sverige, från Stockholm och Uppsala i öst till Göteborg och Varberg i väst. ByggDialog har valt att endast jobba med partnering, vilket skiljer dem från många andra byggentreprenader i Sverige idag. Partnering beskrivs av Karlsson & Johansson (2004) som ett strukturerat arbetssätt för att stödja lagarbete över kontraktsgränser. Dess fundamentala delar är fastlagda gemensamma mål, gemensamt överenskomna system för problem- och konfliktlösning, samt ett aktivt sökande efter ständiga mätbara förbättringar.

Själva beskriver ByggDialog sin syn på partnering som ett sätt att motverka det ekonomiska egenintresset som ofta skapar konflikter. Istället strävar de efter att jobba med en öppen ekonomi i prestigelösa samarbeten där man istället kan fokusera på att optimera slutprodukten och skapa en god arbetsmiljö. På så sätt har alla möjlighet att påverka genom hela projektet. Deras tre huvudområden är vård- och forskningsbyggnader, pedagogiska miljöer som skolor och förskolor samt industrier och kommersiella lokaler där beställare ofta är kommuner eller större fastighetsbolag (<https://byggdialog.se/>).

De arbetar i stor utsträckning med BIM och digitalisering, såväl i tidigt stadie som i produktion. Det ger en givande dialog mellan olika parter tidigt då de med hjälp av BIM-verktyg kan visualisera funktioner, installationer och samband i 3D. Detta bidrar både till bättre, mer funktionella lokaler men kan även förebygga problem innan de hinner uppstå i produktionen. Det ger en smidigare och effektivare verksamhet ute på arbetsplatsen. ByggDialog strävar efter att driva utvecklingen av digitalisering och ligga i framkant, de ser de positiva fördelarna BIM ger i hela processen (<https://byggdialog.se/>).

4.2 A Working Lab/JSP2

I denna rapport har man studerat arbetet med Dalux Field hos ByggDialog med underentreprenörer på projektet Johannebergs Science Park 2/A Working Lab, på Chalmers i Göteborg, Campus Johanneberg. Beställare är Akademiska hus. AWL är en nybyggnation av en omfattning om ca. 12 000m² fördelat på 7 våningsplan som ska fungera som en innovationsarena och en samverkansmiljö för akademi, näringsliv och samhällsaktörer. Den blir en fysisk länk till den befintliga byggnaden intill som ska ge nya företag och organisationer en chans att etablera sig på Chalmers (Akademiska Hus, 2018). Mycket av den senaste forskningen och utvecklingen om exempelvis pedagogiska miljöer har fått ta plats i byggnaden och under projektering och produktionen av huset löper parallellt 12 stycken innovationsprojekt. Bland annat utvecklar man solceller och DC-anläggning, PCM-kyllager, forskar på akustik och fukt i träbyggnad och BIM i förvaltning.

Från Akademiska hus sida har man satt stora krav på hållbarhet och man strävar efter att uppnå certifieringen Miljöbyggnad Guld. Huset ska bli energieffektivt med förnybar energi och en energiförbrukning på mindre än 35kWh/m² och år exklusive hyresgästsenergi. I konstruktionen har man valt en trästomme och detta bidrar till ett lågt CO2-avtryck (Byggdialog, 2018).

I och med de höga kraven på hållbarhet och innovation tillkom också krav på användning av BIM i såväl projektering som produktion. Detta går som tidigare nämnt i linje med ByggDialogs egen vision att arbeta mer med digital utveckling och har lett till att man i projektet arbetat utifrån en 3D-modell och med stort fokus på digitala lösningar och BIM (Personlig kommunikation, M. Nilsson 23/4 - 2019).

Den digitala hanteringen på projektet sköts genom två plattformar Dalux Field och Byggnet. Dalux Field är nytt och testas i projektet, därav har använder man sig av det äldre och mer välbeprövade systemet Byggnet också. Byggnet är en webbaserad dokumenthanterare som ägs av Arkitektkopia där man enkelt kan lagra alla handlingar för ett projekt, det kom ut på marknaden 1999 och är en populär plattform för digital dokumenthantering. Genom Byggnet kan man även beställa utskrifter på ritningar och få levererade till arbetsplatsen (<https://byggnet.se/om-byggnet/>).

5 Resultat

I det här avsnittet kommer resultatet från de intervjuer som utförts att presenteras. Majoriteten av intervjuerna är utförda på ByggDialogs platskontor på AWL, Chalmers. Med fokus på produktion var yrkesarbetare de personer som var mest intressanta för att få deras syn på vad som fungerar och inte fungerar angående digitalisering i produktion. En viss bredd på olika yrkesgrupper och befattningar var också önskvärt för att få in olika synvinklar. Utöver de tre snickare, en elektriker och en VS-montör intervjuades även de tjänstemän som jobbar närmast produktionen. Två projektingenjörer och platschefen på projektet deltog.

På AWL har man även valt att ta in extern hjälp med BIM-samordning i form av Zynka BIM, därav utfördes även en intervju hos dem, dock med större fokus på BIM i byggbranschen i stort och den digitala utvecklingen. För att få en djupare kunskap om Dalux och hur dem arbetar ställdes frågor till Dalux över mail där Key Account Manager Nina Lindén ställde upp och besvarade frågor.

Tabell 1. Översikt över intervjuer.

Yrkesroll	Roll i AWL	Frågor	Referens i rapport
Platschef	Platschef	Bilaga A	Platschef
Projektingenjör	Produktionsansvarig	Bilaga A	Projektingenjör A
Projektingenjör	KMA, inköp	Bilaga A	Projektingenjör B
VDC Engineer	-	Bilaga C	Erik Brännström
Key Account Manager	-	Bilaga D	Nina Lindén
Rörmontör	Ledande montör, VS	Bilaga B	Rörmontör
Snickare	Förman, Skyddsombud	Bilaga B	Snickare A
Snickare, förman	Förman UE, gipsmontör	Bilaga B	Snickare B
Elektriker	Ledande montör	Bilaga B	Elektriker
Snickare	Snickare	Bilaga B	Snickare C

5.1 Tillämpning av BIM

En del i intervjuerna handlade om hur de intervjuade arbetade med BIM och Dalux i det berörda projektet. Dessa frågor har gett en tydlig bild av hur strukturen för arbetet med olika BIM-verktyg och program ser ut på AWL, men även hos ByggDialog som företag och hur dess anställda ser på arbetet. Intervjumaterialet, kompletterat av tidigare observationsstudier, ligger till grund för denna presentation av hur strukturen av Dalux och informationsflödet i stort på arbetsplatsen har byggts upp och används.

5.1.1 Presentation om hur Dalux använts i AWL

Vid projekteringen av AWL tillämpades 3D-projektering, vilket resulterade i en modell som fått följa projektet då det gått från Fas 1 till Fas 2. I Fas 2 används modellen främst i två olika program, där Solibri Model Checker är det ena. Projektingenjör A säger i sin intervju att Solibri används för mängdavtagning direkt från modellen, kollisionsskontroller och till viss del för visualisering. Det andra programmet där modellen används flitigt är i Dalux Field. Dalux Field har gett projektet möjlighet att samla mycket information i en plattform, där modell, ritningar och andra handlingar bara är en del.

Produktionsledningen ansvarar inte själva för att se till att alla handlingar finns i Dalux. Det är upp till varje projektör att uppdatera sin disciplins handlingar både i Dalux Field och i Byggnet. Dock har man inom projektet själva valt hur man vill tillämpa Dalux Field. En hel del dokumentation och ronder har gjorts i Dalux Field med hjälp av deras funktion med checklistor. ByggDialog själva har gjort skydds-, fukt- och miljöronder i Dalux, där snickare och förman med olika ansvarsområden själva skött detta med hjälp av app-versionen i en surfplatta eller telefon. Även egenkontroller har utförts i Dalux, detta har dock delats upp på både ByggDialog och deras underentreprenörer. De större underentreprenörerna har haft egna konton i Dalux där främst de ledande montörerna sköter sina delar, medan de mindre har fått hjälp av ByggDialog att föra in sitt material. Samtliga av de yrkesarbetare och även tjänstemän som deltagit i intervjun har arbetat med Dalux i form av olika checklistor.

Det är främst tjänstemännen på projektet som skapat mallar för alla checklistor, både för olika ronder och egenkontroller. De har även i viss utsträckning arbetat med att utforma listor till vissa av underentreprenörerna. Systemet har i sig fungerat mycket bra, men det tar en del tid att skapa alla mallar, även om mycket görs efterhand. På AWL har två timanställda arbetat mycket specifikt med Dalux Field och utformat de flesta mallarna.

Bland tjänstemännen har man även arbetat med avvikelser och besiktning i Dalux. Avvikelse bygger även den på checkliste-funktionen, medan besiktning förs med hjälp av Uppgifter. Besiktning i Dalux är något som nu testas på AWL då projektet går in i slutfasen, men ett nära samarbete med besiktningsgruppen har gjort det möjligt att helt genomföra det i Dalux. Man hoppas kunna förenkla processen genom att slippa långa besiktningsprotokoll och istället skicka uppgifter direkt till berörd person över punkter som ska åtgärdas.

Den funktion som Dalux erbjuder med modell- och ritningshantering används i huvudsak av yrkesarbetare i projektet. Många uppskattar att enkelt nå ritningarna i digitalt format och att kunna komplettera ritningarna med modellen i form av 3D-vyer för visualisering är något de flesta använder sig av. Trots att alla ritningar finns tillgängliga digitalt finns dock fortfarande pappersritningar på projektet, men man har gjort viss nedskärning då man valt bort A1-ritningar och endast jobbar med A3. Enligt Platschefen är det en vanesak att använda pappersritningar där hen själv ser sig som den största syndabocken, men ser positivt på att många väljer det digitala formatet framför pappret.

5.1.2 ByggDialogs vision

Vad som tydligt framgår i de intervjuer med projektingenjörer och platschef där frågan om hur ByggDialog ser på BIM och digitala verktyg är att det är ett företag där de anställda vill ligga i framkant. Man anser sig ha en ganska hög standard men strävar hela tiden efter mer. Ambitionen är att 3D-projektering ska vara en självklar del i varje projekt och att hela tiden kunna anamma ny teknik. Projektingenjör B menar att ByggDialog som totalentreprenad ofta kommer in i ett tidigt skede och försöker då få in BIM i projekteringen så man kan producera och få klart en kvalitativ modell som sedan kan användas i produktionsskedet.

Enligt Projektingenjör A är det också en styrka att vara en mindre aktör i branschen. Hen menar då att det är lättare att implementera BIM inom företaget och göra det till en självklar del av deras arbete. Det ger även möjlighet att som i detta projekt (AWL) jobba i nära samarbete med Dalux och hjälpas åt att utveckla programmet för att göra det så bra som möjligt.

5.2 Hinder, problem och brister

Till följd av att BIM ute i produktion fortfarande inte är så etablerat och beprövat så uppstår en del problem. Delvis på grund av brist av datorvana bland yrkesarbetarna, omständigheterna ute i produktion och avsaknad av funktioner i programmet. För att få en bättre uppfattning om vad som upplevts som svårigheter så var det en väsentlig del i intervjuerna.

5.2.1 Förkunskaper

Ingen av de intervjuade yrkesarbetarna hade någon som helst erfarenhet av Dalux Field eller några liknande program sen innan utan några hade bara använt sig av databaser som enbart kan visa PDF ritningar i mobil eller surfplatta. De hade fått en mindre presentation i samband med uppkoppling till programmet men utöver det så gällde självläring med tillgång till hjälp frågor uppstod. För vissa fungerade det väl men Snickare A och Rörmontören tyckte det var svårt när det var helt nytt och hade velat ha en mer omfattande introduktion eller workshop. Enligt Platschefen så ställer den här sortens arbete höga krav på de anställda, som att alla ska ha kunskapen att kunna få ut t.ex mått i Dalux Field vilket inte är en självklarhet.

5.2.2 Uppdateringar

Det absolut vanligaste svaret på frågan om vad som har varit problematiskt och vad som kan förbättras handlade om uppdateringar. I flera fall nämndes det att modellen var uppdaterad fast inte ritningarna och tvärtom. Projektingenjör A förklarade att ritningarna måste läggas in för hand i Dalux Field samt Byggnet och ibland missas det läggas in i Dalux vilket leder till att fel saker kan råka byggas. Konsekvensen av detta blir en fråga om tillit att våga använda den modellen/ritningarna i Dalux. På grund av detta slutade Elektrikern använda ritningarna i Dalux av rädsla för att göra fel om den senaste uppdateringen låg ute. Även Platschefen sa att modellen känns inte så exakt av någon oförklarlig anledning jämfört med en ritning.

5.2.3 Brister i Dalux

För att få personalen ute i produktion att använda BIM mer så måste det bli mer utformat efter deras behov. Några av de tydligaste bristerna som kommit upp under intervjuerna har varit:

- Mätfunktion, alla som intervjuades önskar en tydlig och lättanvänd mätfunktion då mått ibland måste göras för hand men uppfattas i nuläget svårt i Dalux Field.
- Flikar, att kunna öppna flera ritningar samtidigt och kunna röra sig mellan dessa med flikar. I dagsläget kan endast en ritning öppnas åt gången och för att sedan se annan måste användaren börja om från början i navigeringen bland mappar i programmet.
- Länkar mellan objekt och informationen (littera etc.) för objektet. Det upplevs svårt att hitta information och att hitta rätt information som eftersöks då ett objekt väljs och markeras i modellen. Rullmenyn som framträder innehåller alldeles för mycket orelevant information.
- Ett tydligare system för hantering av uppgifter. Det är svårt att förstå vem som "äger" en uppgift då det i dagsläget syns fler uppgifter i inboxen än vad som är tilldelade en själv.
- Uppdateringarna, dels att de sköts som de ska men även att det syns tydligt på en ritning i programmet att det är den senaste versionen, kanske med hjälp av en stämpel.

Ett av de största problemen är att måtttagningen görs på olika sätt hos olika discipliner och att det måste kunna gå smidigt att få ut de måtten som behövs då vissa discipliner t.ex bara arbetar med centrumavstånd och andra vill ha kantmått. Det nämndes även i intervjuerna med yrkesarbetarna att i vissa fall så fanns inte alla detaljer med och att de saknade direkta länkar till litterat när ett element var markerat. Utöver måtten och detaljer så sker egenkontroller också på olika vis inom olika discipliner. Rörläggaren och Elektrikern har andra sätt göra sina egenkontroller som inte utgår ifrån Checklistor som Dalux har utan att de grönmarkerar på ritning vad som är färdigt. De nämnde även att installatörerna behöver ett sätt att kunna kolla mellan olika våningsplan, t.ex att ha flera flikar uppe samtidigt, då många ledningar går genom hela byggnaden. Men man ser utvecklingspotential, de brister som finns i programvaran kan utvecklas snarare än att den inte fungerar.

5.2.4 Allmänna hinder i produktion

Det framgick även i intervjuerna att implementera BIM tidigt i produktion skapar andra svårigheter då arbetet innan tätt hus har betydligt värre förhållanden. Det kan vara svårt att kunna använda mobil eller surfplatta då det regnar, snöar eller är kallt ute. När det går att använda mobil eller surfplatta så måste även wifi:t ute på arbetsplatsen fungera väl. AWL är ett stort projekt vilket leder till stora ritningar. Att leta i ritning en efter en specifik punkt på en mobilskärm kan också vara problematiskt.

I flera av intervjuerna nämns det att en stor del av personalen ute i produktion har jobbat inom branschen i många år och att många av dessa vill "göra som vi alltid har gjort". Personal med sådan bakåtsträvande inställning gällande digitalisering resulterar i en fördröjd utveckling av programmen som behöver feedback för att

kunna förbättras. Platschefen svarar bland annat i frågan *vad finns det för problem i produktionen kopplat till BIM?* att alla inte vet hur mycket en modell kan användas.

5.3 Fördelar och framtida möjligheter

Den generella uppfattningen av arbetet i Dalux Field har ändå varit positiv. Att kunna variera vyn mellan 2D och 3D visade sig vara väldigt uppskattat. Samtliga yrkesarbetare använt sig av båda vyer för att i 2D få ut information och 3D för att kunna få en visualisering av arkitekternas idé samt se hur slutprodukten skall bli. Installatörerna har även berömt möjligheten att kunna zooma in och se i 3D hur rör och ledningar förhåller sig till varann.

Arbetet med checklistor uppfattades som väldigt smidigt i fukt-, miljö- och skyddsronder. Det fanns en viss tveksamhet i början men det var lätt att lära sig checklistorna och bl.a funktionen att kunna publicera bilder till egenkontroller underlättade det arbetet ansåg de flesta yrkesarbetarna. När det väl uppstod problem eller andra frågor om Dalux fanns det personal i byggbodarna som kunde hjälpa till. Om inte de kunde svara på frågor så fanns kontaktpersonen på Dalux till hands via mejl och telefon.

Det finns förhoppningar att i framtiden bara behöva använda sig av ett program för alla delar inom produktionen. Att kunna få in alla handlingar och information i Dalux för att slippa använda sig av en sekundär databas hade tagit bort mycket dubbelarbete som nu behövs för att få ut all information. Standardiseringen av Dalux hade också underlättat arbetet i att bygga mallar och listor. Har alla underentreprenörer med sig färdiga standardmallar och checklistor inom deras discipliner så hade det sparat mycket tid enligt Projektingenjör A, då slipper dem sitta för hand skapa nya mallar och listor åt underentreprenörerna.

Att det kommer bli mer och mer med digitalisering i produktionen är något de alla som intervjuats säkra på. Men i vilken grad detta kommer ske är de oense. Projektingenjörerna tror båda att det redan borde gå att skipa pappersritningar redan idag till skillnad från Snickare A som inte tror att de någonsin kommer kunna arbeta utan pappersritningar ute på bygget. Projektingenjör B tycker att man borde arbeta mer interaktivt med modellen och att t.ex kunna använda 3D-modellen till att göra APD-plan, Arbetsplatsdispositionsplan, och tidsplanering. Inte bara ta emot en visualisering av projektet utan att kunna använda den själva mer.

5.4 Presentation av intervju med Zynka BIM

Under ett besök på Zynka BIMs kontor intervjuas Erik Brännström, VDC engineer, som inte är direkt kopplad till AWL projektet men har en inblick i det och även är väl bekant med Dalux. Fokus vid detta möte blir ett annat än i tidigare intervjuer på AWL, då frågorna berör mer allmänt BIM och digital utveckling i branschen överlag.

Inledningsvis diskuteras vanliga BIM-program i branschen idag, där bland annat Revit nämns som en stark plattform för projektering. För produktionssidan har Autodesk ett alternativ som heter BIM360 Viewer, men Brännström menar att den känns slö att använda och att det egentligen inte finns något på marknaden som kan jämföras med Dalux. Han pratar om att Dalux har många styrkor. Dels i att det är ett mindre, fristående företag som är duktiga på att ta till sig feedback och ändra i sin

programvara efter kundens önskemål, men också hur väl 3D och 2D samverkar och hela deras kontrollsysteem.

Vidare går intervjun in på frågor angående problem och utmaningar som branschen står inför gällande digitalisering och att eventuellt kunna lämna 2D-formatet. Brännström förklarar då de höga krav som måste ställas på modellens exakthet, men även att en bra lösning för hur man meddelar revideringar måste tas fram. Rent praktiskt för att nå ut till montörer i produktion menar han också att verktygen måste vara användarvänliga och att tillgänglighet kan bli ett problem.

Avslutningsvis behandlas frågan om framtiden och vilka möjligheter BIM ger i produktion. Det diskuteras då om hur AR, Augmented Reality, kan tillämpas i produktion. Brännström nämner att om det går att få en AR-modell i skala 1:1 i visualiserings-glasögon, med en exakt precision skulle man kunna montera utefter den. Det skulle innebära en mycket effektiv produktion.

5.5 Presentation av intervju med Dalux

För att få en djupare förståelse i hur Dalux fungerar men även få en insikt i hur dem själva ser på programmet och dess utveckling kontaktades Nina Lindén, Key Account Manager på Dalux och kontaktperson hos Dalux för de anställda på AWL. Lindén förklarar i mailkonversation hur Dalux Field är, tillsammans med en annan programvara vid namn Dalux Box, en del av deras kompletta program för byggproduktion, Dalux BUILD. Dalux Box skiljer sig lite då de fokuserar ännu mer på dokumenthantering. Men även om programmen kompletterar varandra går dom utan problem att köra separat, vilket Lindén menar är en styrka då det blir mer specifikt anpassade efter ett visst behov, och det blir upp till kunden själv att välja vad som passar dem bäst.

Fortsatt skriver Lindén om hur viktigt Dalux anser att användarvänlighet och enkelheten i programmet är, och att det är en styrka det idag har. Att presentera funktioner så det är enkelt för användaren att förstå är något utvecklarna hos Dalux lägger stort fokus på, då risken annars är stor att användaren slutar använda programmet. En annan styrka anser hon är Dalux-teamets långa erfarenhet av produktion och det nära samarbete som förs med kunden. Sist nämner hon hur viktig kvaliteten på modellen är och anser att den BIM-viewer Dalux levererar är i världsklass. All kraft och tid som under projekteringen lagts på att skapa en bra modell ska tas tillvara på och med en kvalitativ BIM-viewer kan modellen bli funktionell även i produktionsskedet.

Vid frågan om vad Lindén tror om framtiden, en papperslös bransch och att alltmer lämna 2D formatet skriver hon att Dalux tror på 3D i kombination med 2D så som dem arbetar idag. Hon menar att beroende på situation och information man vill ha ut så är kombinationen av olika format det absolut bästa, så att lämna 2D är inget de driver en utveckling mot. Däremot tror dem på en framtid med papperslöshet i form av att all dokumentation förs digitalt.

6 Analys och diskussion

Under kapitlet analys och diskussion resonerar författarna kring- och jämför resultaten från intervjuerna med den teori som tagits fram i litteraturstudien. En diskussion förs om vad som kan identifieras som problemområden och vart möjligheter för framtiden finns men även ett antal reflektioner som gjorts under intervjuerna behandlas.

6.1 Orsaker till svårigheter för implementering

Utifrån resultaten i intervjustudien och med stöd av teori har vissa specifika områden som försvårar och starkt påverkar implementeringen av BIM i produktion kunnat urskiljas. I detta avsnitt behandlar författarna dessa specifika områden.

6.1.1 Inställning och kunskap inom branschen

Som behandlats under 2.4 i teorin är det inte rätt att stämpla dagens byggbransch som konservativ och bakåsträvande, däremot kan det konstateras att äldre yrkesarbetare samt en inte alltför positiv inställning gentemot digitalisering omnämns i några av de intervjuer som gjorts. Dock ofta i sammanhang med ovana att hantera digitala hjälpmedel och en osäkerhet kring hur det fungerar. Så frågan är om huruvida det handlar om ett traditionellt och negativt synsätt eller ren okunskap och osäkerhet gentemot digitala verktyg. Man har som tidigare nämnt i flertalet tidigare examensarbeten kunna dra slutsatsen att ett problem många inom byggproduktionen upplever med digitala verktyg har varit just rätt kompetens och en önskan om ökad kunskap om ny teknik. (Persson, Gårdelöv 2017; Sandhal, Sernemyr 2018).

I en bransch med tajta tidsramar och stram ekonomi kan det dock vara svårt att få in dessa resurser. Men i det studerade projektet, AWL, fanns beslut från beställarsidan tidigt på att BIM i stor grad skulle implementeras och arbetet startade redan i tidigt skede under projekteringen med framtagningen av en modell. Detta ställer i sin tur krav på ByggDialog som entreprenörer att dels leva upp till beställarens krav men även att förvalta den information som tagits fram under projekteringen på ett bra sätt under produktionen.

Krav från beställare och entreprenörer om hur BIM ska användas på varje arbetsplats skulle kunna innebära att man försöker lösa problemet med resurser för implementering av BIM i produktionsskede, men från en annan ände. Istället för att krav på BIM endast ska komma från varje företag själva för sin egen organisation kan också varje projekt i sig bli som en mindre organisation där krav på BIM-implementering på varje arbetsplats kommer från en beställare och på så sätt tvingar alla involverade att arbeta med det. Detta skulle innebära att flera olika parter, som annars kanske inte själva skulle arbeta med BIM, blir involverade och följer med i digitaliseringen. Detta ställer dock också höga krav på beställaren som bör vara kunnig för att i sin tur kunna sätta höga och tydliga krav på exakt hur BIM ska implementeras och användas och inte bara nämna att BIM-användning är ett krav i en upphandling.

6.1.2 Olika yrkesgruppers behov varierar

Redan i teorin konstaterades att utbudet av BIM-program som riktar sig mot produktionen är begränsat och att de program som finns inte är speciellt användarvänliga och enkla som montörer i produktion kräver. Ofta är, som tidigare nämnt, för dålig kompetens och teknikvana ett stort problem som ofta är svårt att lösa på grund av den ofta tajta tidsaspekten som i vissa fall kan försvåra implementeringen av nya verktyg. Dalux har här blivit ett bra alternativ, då det är ett uttalat mål för dem att jobba med just enkelheten och att göra det lättillgängligt för montörer. Den täta kundkontakten och viljan att ta till sig feedback och anpassa programmet efter kundens önskemål gör det också starkt.

Något som kom fram under intervjuerna med de olika yrkesarbetarna var dock att kraven på vad ett program bör leverera varierade stort beroende på vilken disciplin de tillhörde. Gällande egenkontroller fungerade det system som Dalux erbjuder väldigt bra för snickarna, att kunna bocka av olika punkter och dokumentera med bilder uppfyllde deras önskemål helt. Några som däremot upplevde att de hade större problem var elektriker och rörmontörer. Deras sätt att utföra egenkontroller fungerar inte att göra i form av checklistor, vilket leder till att de fortfarande arbetar med papper där de markerar delar på ritning allteftersom de blir klara.

Vyerna i 3D-modell var också något som upplevdes lite problematiskt. Även om de var nöjda rent allmänt med det faktum att det går att komplettera ritningar med visualisering i 3D så saknade rörmontören vyer där det man kan se hur saker går mellan olika plan, då han tillsammans med vissa andra discipliner inte jobbar planvis utan i sektioner. Det går alltså att ännu bättre anpassa även 3D-vyer för att användaren ska få ut det maximala.

Det faktum att branschen består av så många olika yrkesgrupper gör implementeringen av BIM ännu mer komplex. Inte nog med att informationsflödet är enormt och ska nå ut till alla bör det även anpassas och preciseras för varje disciplin. Begreppet byggproduktion innefattar en mängd olika användare som alla har sitt egna sätt att arbeta och som kräver sitt för att kunna använda en programvara fullt ut, vilket såklart sätter extremt stora krav på utvecklingen av BIM i produktion.

6.1.3 Vikten av uppdaterade handlingar och modell

Under intervjuerna så var det absolut mest nämnda problemet uppdateringen av bygghandlingar. Om inte de senaste bygghandlingarna ligger ute är det lätt hänt att det blir fel och att ÄTA-arbete måste göras. Persson & Gårdelöv (2017) nämner också att ett stort problem med hur arbetet med BIM fungerar idag är att produktionsmodellen inte alltid är uppdaterad. Detta leder till att yrkesarbetare inte litar på handlingarna i modellen stämmer. För att lyckas hålla både modellen och ritningarna uppdaterade så gäller det att BIM-samordningen fungerar mer eller mindre felfritt och att alla discipliner håller deadline för att uppdateringar av revideringar sker i tid.

Projektingenjör A hade idéer om hur problemet skulle kunna lösas. Att kravställa att uppdateringar ska ske i tid och att kunna ha en sorts stämpel/markering på de senaste ritningarna så att yrkesarbetarna kan se direkt att det är den handling som gäller.

Eller om BIM-modellen hade varit juridiskt bindande så hade den prioriterats i högre utsträckning än vad den gör nu. Enligt Karlsson & Druve (2018) så ska det kunna gå att använda BIM-modeller som juridiskt bindande handling men problemet ligger i att

standardavtalen inte har hängt med i digitaliseringen och måste ändras för att använda BIM som kontraktshandling.

6.1.4 Praktisk tillämpbarhet av digitala hjälpmedel i produktion

Som tidigare nämnt i 3.2, Hinder, problem och brister, så är omständigheterna ute i produktion betydligt svårare att arbeta med och planera. Vid kraftigt oväder kan ett helt bygge stå still. Snickare B nämnde att kunna arbeta med mobil eller surfplatta när det just regnar, snöar eller är kallt ute kan bli mer problematiskt än lönsamt. I arbetet av Oslos flygplats terminal 2 så upplevde armeringsarbetarna att vid kalla temperaturer var det svårt att arbeta med surfplattor och att vid ca -20°C så fungerar inte surfplattorna alls (Merchbrock, C & Nordahl-Rolfsen, C. 2016). Innan det är tätt hus i projekt kan bli svårt att få tag på el och internet ute på bygget. För att arbetet med BIM ska fungera i det tidiga delarna i produktion så måste uppkopplingen fungera mer eller mindre felfritt.

Men även om det finns värme, regnskydd och uppkoppling så består vissa olägenheter. En skärm kommer alltid vara mindre än vad en pappersritning kan vara och behöver minst en hand för att hantera jämfört med en pappersritning som enligt Elektrikern t.o.m kunde användas med foten. Även om man har båda händerna fria så är det inte ovanligt att händerna eller mobilen/surfplattan har blivit smutsiga så att det inte går att trycka på skärmen. Även om dessa rent praktiska hinder finns så ser folk i byggbranschen ändå att digitaliseringen bara kommer bli större.

6.2 Kontakten mellan yrkesarbetare och programutvecklare

När intervjuerna genomfördes var vissa specifika frågor genomgående i alla intervjuer, en av dessa var vad man trodde om framtiden och möjligheterna med BIM i produktion. Vissa hade mer tankar och idéer än andra men en tydlig åtskillnad i svaren framgick mellan montörer och de som arbetar direkt mot produktion gentemot de som jobbar längre ifrån produktionen. Mest tydligt syntes skillnaden från Brännström hos Zynka BIM och de anställda på AWL.

När Brännström ser väldigt optimistiskt på framtiden och talar om AR och, även om han ser svårigheterna, anser att branschen bör kunna lämna 2D formatet för att endast arbeta i 3D, ställer sig platschefen istället frågan om allt som görs för att underlätta verkligen har gjort byggprocessen snabbare, effektivare och billigare? Även om han, som dom flesta, tror att BIM är framtiden och ändå har en positiv syn på det generellt är han mer kritisk i sitt tänkande och mer ifrågasättande till vad som egentligen gynnar branschen och vad som bara är stora idéer hos människor som jobbar med digitalisering.

Att visioner går isär är inte egentligen inte något konstigt, men man kan resonera kring vilken målbild olika discipliner har, vad som är realistiskt och om alla egentligen arbetar mot samma mål. För oavsett hur nära utvecklare och folk inom branschen som aktivt jobbar med BIM anser oss vara en byggprocess helt i 3D, kommer man inte nå dit om inte de som faktiskt ska använda verktygen ute på arbetsplatsen arbetar mot samma mål. Man kan utifrån intervjuerna notera att närhet och erfarenhet av produktion till viss del påverkar de intervjuades visioner och vad man tror om framtiden. Dalux, som till skillnad från Zynka BIM arbetat betydligt

närmare byggproduktion, har en vision om framtiden som ligger närmare yrkesarbetarnas tankar. Detta visar ännu mer på vikten av ett nära samarbete mellan digital utveckling och användarna i produktionen för att kunna driva digitaliseringen framåt på ett framgångsrikt sätt.

6.3 Ett ritningslöst bygge

Att det går att utföra ett projekt utan 2D-ritningar har visats i ombyggnationen av Röforsbron där Trafikverket beslutade att projektet skulle göras helt med BIM. Trafikverket hade även satt vissa riktlinjer för att driva BIM-utvecklingen framåt i detta innovationsprojekt (Malmkvist, 2013). Även om det nu går att jobba helt utan ritningar och att det i kapitel 3.3 nämns att möjligheten att kunna arbeta i 3D är väldigt uppskattat så verkar den vanligaste åsikten vara att det inte kommer kunna gå att lämna 2D-ritningarna eller att det kommer ta väldigt lång tid. Dalux tror mer på 3D i en kombination med 2D såsom programmet fungerar nu och ser därför inte anledningen att satsa på att jobba ritningslöst. De tror däremot att det papperslösa bygget inte är långt bort vilket också redan har visat sig då flera av snickarna enbart arbetade med ritningar i telefonen.

För att i framtiden lyckas bli av med det dubbelarbete som krävs för att både göra en modell och de traditionella ritningarna så krävs det en stor utveckling inom programvara, samordning och kontakt med yrkesarbetarna. Kommunikationen mellan projektering och produktion måste förbättras. Det går att få in väldigt mycket information i en BIM-modell men det behöver anpassas till vad som faktiskt behövs ute i produktion, annars kommer det bara vara ivägen och förvirra. Att nå ett ritningslöst projekt kommer aldrig gå om inte alla discipliner som arbetar i produktionen blir inkluderade i digitaliseringen.

6.4 Metodkritik

De valda metoderna i detta examensarbete är en längre observationsstudie utförd då en av författarna arbetat hos ByggDialog på det studerade projektet, en litteraturstudie om BIM och digitalisering i byggbranschen och en intervjustudie. En av de avgränsningar som gjordes gällde just det faktum att man valt att studera endast en arbetsplats. Detta bör tas i beaktning då rapporten därav inte kan ses som helt representativ för branschen i stort.

Observationsstudien har varit till stor hjälp när grunden lades för denna rapport och den redan etablerade kontakten på arbetsplatsen har underlättat för intervjuerna och även skapat naturliga konversationer. Men det faktum att viss insikt och rutin för arbetet på AWL redan fanns kan göra att synen på vissa saker kan bli färgad och man blir blind i jämförelse med en person som kommer ny in utan relation till personer eller projektet i sig. Dock var projektet helt nytt för den andra av författarna så viss balans finns på så sätt.

I kapitel 4.1.2 diskuteras olika discipliners krav på BIM för att det ska fungera i produktionen. Intervjuer gjordes med andra yrkesgrupper än snickare, en elektriker och en rörmontör, men för att få en större bredd och stabilare grund kunde fler intervjuer utförts med fler olika discipliner och fler från varje disciplin.

Avslutningsvis har det konstaterats att Dalux är ett unikt program på marknaden idag, vilket gör det svårt att jämföra med andra BIM-program och det är svårare att ställa sig kritisk till det.

7 Slutsats

I detta kapitel presenteras slutsats i form av att författarna svarar på de frågeställningar som togs fram i början av detta arbete med analysen som grund. Syftet med rapporten var att undersöka och utvärdera hur arbetet med Dalux Field har fungerat på projektet AWL med fokus på produktion och målet var att kunna identifiera vilka stoppklossarna är som gör att digitaliseringen i produktionsskedet går så sakta framåt.

7.1 Frågeställning 1

Vad krävs av ett program för att klara kraven för att fungera i produktion? Har Dalux Fields det som krävs?

Under intervjuerna med yrkesarbetarna framkom en hel del önskemål på funktioner och olika idéer på layout och struktur med utgångspunkt i hur Dalux Field ser ut idag. De flesta ser Dalux som ett bra program med utvecklingspotential. Men ett första steg mot förbättring är givetvis att åtgärda de uppenbara problem och brister som omnämns i 5.2.3, exempelvis mätfunktionen som många uttalade sig om. Då majoriteten av yrkesarbetarna främst använder Dalux Field för ritnings- och modellhantering bör dessa delar arbetas vidare med. Som vi ser i 5.2.3 var det även bland dessa funktioner som de flesta bristerna fanns. Viewern är väldigt stark, men man bör satsa på att underlätta hanteringen av informationen i ritningar och modell som att kunna hantera flera ritningar samtidigt genom flikar.

Bortsett från ändringar och anpassningar av specifika funktioner är enligt oss det viktigaste för att skapa ett användarvänligt program ett nära samarbete med kunden, i detta fall yrkesarbetare ute på arbetsplatsen. För att det ska fungera måste de funktioner som yrkesarbetare efterfrågar utformas, samt anpassas efter de olika discipliner som ska använda det. Då alla arbetar och efterfråga olika kan detta bli ett omfattande arbete, men fullt nödvändigt för att utveckla något kvalitativt och användbart och till grund för att det ska lyckas måste en nära dialog mellan utvecklare och användare föras.

Dalux Field är idag utan tvekan ett väldigt starkt program på marknaden i kategorin för BIM-program riktade mot produktion. Som tidigare nämnt anser de flesta att det är ett mycket bra program, men utvecklingspotentialen är stor. De är idag redan kända för att ha mycket produktionserfarenhet och en nära kontakt med kunden där de ständigt tar emot feedback och ändrar i sin programvara, vilket vi anser vara deras absolut starkaste egenskap. Deras mål är att skapa ett enkelt och användarvänligt program tillsammans med kunden och det tror vi att de är på god väg att göra.

Vad som också framkommit tydligt i projektet AWL är bekymmer med tilliten till programvaran. Ett stort problem har varit att det vid några tillfällen legat handlingar i Dalux som inte varit uppdaterade på grund av att man i första hand prioriterat handlingarna i Byggnet, vilket skapat problem på flera sätt. Dels det självklara faktum att det äventyrar produktionen på så sätt att man bygger fel, vilket kan komma att kosta både tid och pengar, men också att tilliten till BIM ifrågasätts. Flertalet av de vi intervjuat valde att sluta använda Dalux Field helt eller slutade lita på de handlingar som fanns i programmet. För att ett program ska fungera felfritt i produktionen får detta inte hända. Större krav och en högre prioritering på att upprätthålla en

uppdaterad modell hade kunnat ställas genom att utveckla standardavtalen så att BIM-modellen hade blivit juridiskt bindande. Med en BIM-modell som en högt prioriterad juridiskt bindande handling kan program som hanterar modeller, som Dalux Field, också prioriteras högre när handlingar uppdateras och användas som primär databas.

7.2 Frågeställning 2

Det diskuteras idag på vissa håll i branschen om det är dags att lämna 2D-formatet helt bakom oss och endast arbeta i 3D, är detta möjligt och vill vi nå dit?

En fråga som har varit med oss genom hela arbetet och som delar branschen i två läger är huruvida man anser det vara dags att lämna 2D formatet för att arbeta endast i 3D. Det är en svår fråga, men vad vi kunnat konstatera är dock att den generella synen är att vi i alla fall närmar oss ett pappersfritt bygge. Det är ett steg på vägen i rätt riktning mot en digitaliserad bransch som många anser fullt rimligt att uppnå. Allt fler är helt bekväma med att använda sig av digitala verktyg för att kolla på handlingar men även för att dokumentera byggprocessen.

Hos yrkesarbetarna var åsikten kring frågan ganska enad. De tycker alla att 3D är väldigt bra och ett otroligt starkt verktyg för visualisering och djupare förståelse men de anser inte att branschen någonsin kommer kunna lämna 2D. Liksom Dalux anser de att 3D och 2D kompletterar varandra och ger användaren den ultimata kombinationen. Att försöka lämna 2D skulle också ställa enormt höga krav på 3D-modellen och att informationsinnehållet är korrekt och anpassat efter varje användare. När de öppnar modellen och trycker på en komponent för att få information vill man inte ha något onödigt utan endast den information som är användbar för dem, så ser det inte ut idag. Detta ställer höga krav på projekteringen och på en nära dialog mellan de båda skedena. De anser också att det i de flesta fall är enklare och tydligare att förstå en ritning i 2D än en 3D-modell och man vill ha den tydligheten, dels för att en ritning är just informationsmässigt anpassad för disciplinen men också för att exempelvis måtttagning upplevs enklare i 2D.

Som platschefen nämnde i sin intervju bör man ifrågasätta vad som egentligen gynnar byggprocessen i fråga om effektivisering och ekonomi. I projekteringsfasen anser vi absolut att man skulle spara både tid och pengar på att slippa göra 2D-ritningar. Men snarare än att ta bort dem helt ur produktionsskedet där de är efterfrågade anser vi att ett smidigare sätt att framställa dem vore ett sätt att mötas på mitten. Om ett enkelt sätt att skapa 2D-ritningar direkt ur 3D-modellen automatiskt kunde utvecklas skulle man både spara tid och pengar på projekteringen men även respektera det faktum att produktionen vill ha ritningar.

7.3 Frågeställning 3

Vad kan man ta med sig från arbetet med Dalux Field i AWL till kommande projekt för att föra digitaliseringen framåt?

På AWL har man lyckats förhållandevis bra med att implementera BIM i produktionen genom Dalux Field. Många aktörer i projektet har varit involverade på olika sätt och lärt sig att arbeta i programmet. Trots detta finns det mycket kvar att göra för att få Dalux Field, och BIM i produktion i allmänhet att fungera ännu bättre och att kunna användas i större utsträckning, men det finns ändå en del att ta med sig från AWL.

Något som ByggDialog redan idag jobbar för är att när de börjar arbeta med nya projekt försöker de komma in i tidigt skede. Detta för att då föra in BIM redan i projekteringen och på så sätt underlätta för att kunna arbeta med BIM i produktion. Genom att fortsätta sträva efter detta med en tanke på produktionen redan under projekteringen kan det på flera sätt underlätta för implementeringen av BIM i produktion då informationen som tas fram kan anpassas.

Just specifikt gällande Dalux Field anser vi att någon form av standard för hur arbetet med programmet ska se ut på varje projekt. Här ska mallar kunna finnas tillgängliga att använda som utgångspunkt vid utformning av egenkontroller, skyddsronder, avvikelser etc. i nya projekt, detta för att spara all tid det tar att skapa nya mallar. En anpassning för varje disciplin där varje yrkesgrupp får utforma en standard för sina egna behov är också nödvändigt. Detta är något som till viss del arbetats med i AWL och som diskuterats hos underentreprenörer, men där är det en bit kvar. Men med hjälp av all den feedback som Dalux samlar in hos sina kunder hoppas vi snart kunna nå dit.

Den viktigaste lärdomen att ta med sig kan ändå vara hur viktigt det är att krav ställs på att handlingarna uppdateras och att yrkesarbetarna kan lita på den informationen som finns. Som tidigare nämnt kan detta annars påverka produktionen negativt på flera olika plan. Idag finns inga sådana kravställningar omnämnda i kontraktshandlingar, men för att komma till rätta med problemet anser vi att det borde läggas till. Men i stort anser vi att arbetet med BIM i produktionen på många sätt varit bra på AWL och att det är ett steg i rätt riktning. Det finns mycket bra lärdomar att ta med sig för att i nästa projekt kunna ta ännu ett steg mot en digitaliserad bransch.

7.4 Förslag till vidare studier

Efter vad som framkommit i detta arbete presenterar vi här några områden där det skulle behövas vidare forskning:

- Undersöka hur man kan kringgå de praktiska problemen för implementering av digitala verktyg i produktion.
- Försöka arbeta fram ett enkelt sätt att automatiskt få ut 2D-ritningar ur en 3D-modell för att slippa dubbelarbete i projekteringen men fortfarande kunna förse produktionen med handlingar i både 2D och 3D.
- Optimera kommunikation mellan produktionsskedet och projekteringsskedet för att bättre anpassa information för produktion och kunna ta tillvara på produktionskunskap i projekteringen.
- Få beställarens kravställning på BIM att bli hårdare och mer specificerad angående exakt hur BIM ska användas och hur modellen ska utformas.

8 Referenser

Ahlquist, T. (2018). *Självständigt arbete på avancerad nivå: Är det alltid negativt att vara konservativ?* Hämtad från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1221657/FULLTEXT01.pdf>

Akademiska hus. (2019). Innovationsarenan och kontorshuset A Working Lab. Hämtad 2019-04-12 från <https://www.akademiskahus.se/vara-kunskapsmiljoer/byggprojekt/vara-byggprojekt/goteborg/jsp2-johanneberg-science-park-etapp-2/>

Alarcón, L., Mandujano, M., & Mourgues, C. (2013, 31 augusti). Analysis of the implementation of VDC from a lean perspective: Literature review. I Formoso, C.T. & Tzortzopoulos, P., 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. 31-2 augusti, 2013, Fortaleza, Brazil, 781-790. Hämtad från: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2946320

Becker, Howard S. (1973). *Outsiders Studies in the Sociology of Deviance*. 2 uppl. New York: The Free Press.

Brantitsa, E & Norberg, R. (2018). *BIM implementation in the Production Phase of the Construction Process: Site Management Teams' Knowledge, Attitude and Needs*. (Examensarbete, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg). Hämtad från: <http://studentarbeten.chalmers.se/publication/256315-bim-implementation-in-the-production-phase-of-the-construction-process-site-management-teams-knowled>

Deli, R. (2017) *Kommersiella entreprenadavtal i praktiken (Utgåva 2)*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.

Göteborg, A. Olsson, P. (2016) Digitala leveranser: Bim som informationsbärare. Examensarbete BOMX03-16-01 / Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola. <http://studentarbeten.chalmers.se/publication/242121-digitala-leveranser-bim-som-informationsbarare>

Hedin, A. (1996), rev. Martin, C. (2011) *Liten lathund om kvalitativ metod: med tonvikt på intervju*.

Hindersson, P (2012). Bimandet fortsätter öka. Byggindustrin. <https://byggindustrin.se/artikel/nyhet/bimandet-fortsatter-att-oka-18652>

Holzer, D. (2016). *The bim manager's handbook: guidance for professionals in architecture, engineering and construction*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. Hämtad från: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/chalmers/reader.action?docID=4457838&query>

Jongeling, R. (2008). *BIM istället för 2-D Vad i byggprojekt: En jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2-D och tillämpningar av BIM*. Luleå: Luleås Tekniska Universitet. Hämtat från: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:998274/FULLTEXT01.pdf>

Karlsson, A & Druve, D. (2018). *BIM som kontraktshandling: Juridikens inverkan på digitala leveranser av BIM-modeller*. (Examensarbete, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg). Hämtat från: <http://studentarbeten.chalmers.se/publication/255218-bim-som-kontraktshandling-juridikens-inverkan-pa-digitala-leveranser-av-bim-modeller>

Karlsson Y, Johansson S. Partnering: en möjlighet för byggherrar : framtidens arbetssätt i projekt. Göteborg: Chalmers tekniska högst.; 2004.

Linderöth, H. (2013) *BIM i byggproduktionen: Organisatoriska hinder och drivkrafter*. Centre for management of the built environment. Hämtat från: https://www.cmb-chalmers.se/wp-content/uploads/2015/10/BIM_byggproduktionen.pdf

Malmkvist, M. (2013) *BIM i projektet Röforsbron*. Eskilstuna: Trafikverket.

Mead, George H. 1934. *Mind, Self and Society*. Chicago: The University of Chicago Press.

Merchbrock, C & Nordahl-Rolfen, C. (2016, mars). BIM technology acceptance among reinforcement workers: The case of Oslo airport's terminal 2. *ITcon*, (21), (1-12). Hämtat från databasen ITcon.

Persson, K, M & Gårdelöv, L. (2017). *Digitala hjälpmedel i byggproduktionen: En studie om programvaran Dalux Field*. (Examensarbete, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg). Hämtat från: <http://studentarbeten.chalmers.se/publication/251513-digitala-hjalpmedel-i-byggproduktionen-en-studie-av-programvaran-dalux-field>

Rowlinson, Steve. 2007. The temporal nature of forces acting on innovative IT in major construction projects. *Construction Management and Economics* 25(3): 227-238.

Samuelsson, O. (2010). IT-Innovationer i svenska bygg- och fastighetssektorn - En studie av förekomst och utveckling av IT under ett decennium. (Doktorsavhandling, Economics and Society, 214). Helsingfors: Edita Prima Ltd. Hämtad från: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10227/662/214-978-952-232-092-6.pdf?sequence=1&origin=publication_detail

Sandhal, L & Sernemyr, L. (2018). *Implementering av digitala hjälpmedel i byggproduktionen*. (Examensarbete, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg). Hämtat från: <http://studentarbeten.chalmers.se/publication/255274-implementering-av-digitala-hjalpmedel-i-byggproduktionen>

Stephen Cousins (2017) Total BIM: How Stockholm's £1bn urban transformation project is going 100% digital, *Construction Research and Innovation*, 8:2, 34-40.

(Wikforss et al., 2003)

Wikforss, Ö. (Red) (2003) *Byggandets Informationsteknologi: Så används och utvecklas IT i byggandet*. Uppsala: Svensk byggtjänst.

Åslund, B. (17/3 - 2012) Nu kommer BIM i nya dimensioner, Energi & Miljö nr 3/12 sid 28-30, <https://www.energi-miljo.se/energi-miljo/nu-kommer-bim-i-nya-dimensioner>

9 Bilagor

Bilaga A - Intervjufrågor

Allmänt

Namn:

Yrkestitel:

År inom branschen/företaget:

Utbildning:

Roll inom projektet:

Frågor tjänstemän

- Vad har ByggDialog för synsätt/riktlinjer för arbete med BIM?
- Vilka olika BIM-program har ni valt att använda i projektet? Varför Dalux?
- Hur är BIM-arbetet uppbyggt? Vem ansvarar för modell, ritningar, uppdatering av handlingar? Hur hänger ritningar och modell ihop?
- Uppdatering av modellen (ZYNKA), funka bra/dåligt? Vad kan förbättras?
- Hur används Dalux på projektet, vilka områden, vilka yrkesroller använder det?
- Vilka områden/moment är mest problematiskt? Var brukar fel uppstå?
- Används ändå pappersritningar? Varför?
- Största utmaning ang. 3D/BIM/papperlöshet?
- Hur sker kommunikationen med medarbetare? (tele, mail, i person osv)
- Hur är informationen organiserad, strukturerad, delad och lagrad?
- Vad finns det för problem i produktionen kopplat till BIM?
- Finns det några hinder för att använda BIM i produktionen?
- Vad ser du för möjligheter inom produktionen för ytterligare användning av BIM?

Bilaga B - Intervjufrågor

Allmänt

Namn:

Yrkestitel:

År inom branschen/företaget:

Utbildning:

Roll inom projektet:

Frågor - Yrkesarbetare/montörer/produktion/UE

- Har du fått de förkunskaper/introduktion av programmet som du tyckt ha hjälpt dig?
 - Hur skulle man kunna ha gjort det bättre?
- Har du några erfarenheter av programmet sen tidigare?
- Har du använt dig av några andra liknande program?
 - I så fall, hur står det sig jämfört med andra program?
- Vilka funktioner i programmet tycker du är bra/dåliga?
 - Vad skulle behövas för att göra programmet mer användbart, något som saknas?
- Hur tycker du strukturen i Dalux fungerar, vad är bra/dåligt?
- Hur har det löpande stödet för att få hjälp fungerat? Behövs bättre support och stöd?
- Har du använt mobiltelefon eller platta, är det ena att föredra, varför?
- 2D eller 3D? Vilka vyer/visningslägen använder du, varför?
 - Några tydliga problem?
- Används ändå pappersritningar? Varför?
- Vilka områden/moment är mest problematiskt? Var brukar fel uppstå?
- Vad ser du för möjligheter inom produktionen för ytterligare användning av BIM?
 - Vad finns det för problem i produktionen kopplat till BIM?
 - Finns det några hinder för att använda BIM i produktionen?

Bilaga C - Intervjufrågor

Allmänt

Namn:

Yrkestitel:

År inom branschen/företaget:

Utbildning:

Frågor

- Vilka olika BIM-program är vanligast i branschen? Vilka har ni använts i projektet AWL?
- Varför Dalux, vad tycker du om programmet? Vad är dess styrka/svaghet i jmf med andra program?
- Hur är BIM-arbetet uppbyggt? Vem ansvarar för modell, ritningar, uppdatering av handlingar (att de hamnar i Dalux)?
 - Hur hänger ritningar och modell ihop?
- Vilka områden/moment är mest problematiska? Var brukar fel uppstå?
- Största utmaning ang. 3D/BIM/papperlöshet?
- Vad finns det för problem i produktionen kopplat till BIM?
- Vad ser du för möjligheter inom produktionen för ytterligare användning av BIM?

Bilaga D - Intervjufrågor

Allmänt

Namn:

Yrkestitel:

Är inom branschen/företaget:

Utbildning:

Frågor

- Kan du förklara lite om vad Dalux Field är? Vad er tanke är om vad det kan användas till och hur det är uppbyggt?
- Vad är det för skillnad mellan Dalux Box och Field? Varför har ni valt att göra två olika versioner?
- Hur ser ni på att kunna slå samman de två versionerna för att maximera Dalux till en version alt. utveckla Dalux Field för att kunna göra användningsområdet bredare?
- Vi anser, i jämförelse med många andra BIM-program, att Dalux är relativt enkelt att lära sig och att använda vilket kan vara en styrka då många anser att en kompetensbrist inom BIM i branschen hämmar utvecklingen (kanske framförallt i produktion). Hur ser ni på enkelheten i att använda Dalux, är det en viktig egenskap för att många ska kunna använda programmet enligt er?
- Vad anser ni vara det bästa/starkaste egenskapen som Dalux har jämfört med andra program på marknaden? Varför väljer kunder er?
- Hur ser ni på framtiden för digitaliseringen i branschen och för Dalux? Tror ni det är möjligt att inom en snar framtid kunna gå helt från 2D ritningar till 3D?