

CHALMERS



VDC i produktionsfasen

Implementering av virtuellt byggande för Veidekke Bygg Väst

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

AMANDA METZ & MALIN SVENSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg 2012

Examensarbete 2012:47

EXAMENSARBETE 2012:47

VDC i produktionsfasen

Implementering av virtuellt byggande för Veidekke Bygg Väst

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

AMANDA METZ & MALIN SVENSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2012

VDC i produktionsfasen

Implementering av virtuellt byggande för Veidekke Bygg Väst

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

AMANDA METZ & MALIN SVENSSON

© AMANDA METZ & MALIN SVENSSON, 2012

Examensarbete / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2012:47

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

Chalmers Reproservice
Göteborg 2012

VDC i produktionsfasen

Implementering av virtuellt byggande för Veidekke Bygg Väst

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

AMANDA METZ & MALIN SVENSSON

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

SAMMANFATTNING

Användandet av bygginformationsmodeller (BIM) och virtuellt byggande (VDC) har ökat inom byggbranschen de senaste åren. Användningen har hittills främst koncentrerats till projekteringsfasen. Veidekke Bygg Väst har under ett par år arbetat med VDC under projekteringen och önskar nu ta det vidare ut i produktionen. Syftet med examensarbetet är att identifiera potentiella användningsområden för VDC i produktionsfasen samt att undersöka hur VDC kan implementeras hos företaget.

Det främsta användningsområdet för VDC i produktionsfasen är visualisering med hjälp av en tredimensionell informationsmodell. En sådan visualisering ökar förståelsen för hur byggnaden ser ut, jämfört med traditionella ritningar. Visualisering är användbart under hela produktionsfasen och kan användas för planering av projektet, introducering av medarbetare vid projektstart, löpande planering av arbetet samt vid installationssamordning. Ytterligare användningsområden för VDC är vid skapande av tidplan och kalkyl. Genom att integrera modellen med tidplanen kan en simulering skapas, en så kallad 4D-modell. Simuleringen kan användas för att kontrollera byggbarhet, utvärdera alternativa byggmetoder samt för att öka förståelsen för byggprocessen. Mängder för material och byggdelar kan tas ur modellen och användas som underlag vid inköp och kalkyl. Om modellen integreras med kalkylen skapas en 5D-modell där kostnaderna automatiskt uppdateras när modellen ändras.

För att möjliggöra implementering av VDC i produktionsfasen krävs flera åtgärder. De viktigaste åtgärderna är att göra nödvändiga anpassningar av modellen, informera och utbilda medarbetare i produktionen samt införskaffa lämpliga tekniska hjälpmedel och programvaror.

Den slutliga rekommendationen till företaget är att implementera VDC stegvis i produktionsfasen. Det första steget som rekommenderas är visualisering, då det anses ge störst nytta och endast kräver små förändringar i produktionsfasen. Steg två innebär att produktionsanpassa modellen och steg tre att modellen integreras med tidplan och kalkyl.

Nyckelord: VDC, Virtual Design and Construction, virtuellt byggande, BIM, Building Information Model, bygginformationsmodell, byggproduktion.

VDC in the phase of production

Implementing virtual design and construction at Veidekke Bygg Väst

Diploma Thesis in the Engineering Programme

Building and Civil Engineering

AMANDA METZ & MALIN SVENSSON

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Construction Management

Visualization Technology

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The use of building information models (BIM) and virtual design and construction (VDC) has increased during the last years within the construction business. The focus has been on how to use it in the phase of design. The company Veidekke Bygg Väst has been working with VDC during the phase of design for a couple of years now, and wishes to use it in the phase of production as well. The purpose with this thesis is to identify potential areas of use for VDC in the phase of production and to study how VDC can be implemented at Veidekke.

The primary use of VDC in the phase of production is visualizing with the BIM. Compared to traditional drawings, a visualization of this kind increases the understanding of the building. Visualizations are useful through the whole phase and can be used for planning, for introducing new employees to the project and for coordination of installations. Further areas of use for VDC are creating time schedule and cost estimation. By integrating the model with the time schedule a simulation is created, a so-called 4D. The simulation can be used to control the time schedule, to evaluate different methods of construction and to increase the understanding of the construction phase. It is possible to get amounts of material from the model to for purchasing of materials and estimating of cost. If the model integrates with the estimation a so-called 5D is created where the costs automatically update when the model is updated.

Several arrangements are required to enable implementation of VDC in the phase of production. The most important arrangements are to make necessary adjustments of the model, inform and educate the employees working at the construction site and to obtain appropriate technical tools and software.

The final recommendation for the company is to gradually implement VDC in the phase of production. The first step recommended is visualization, which is considered to be the most useful area of use, and only requires small changes of the procedures in the construction phase. The second step is to adjust the model for the production and the third to integrate the model with time schedule and cost estimations.

Key words: VDC, Virtual Design and Construction, BIM, Building Information Model, phase of production.

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	VII
BETECKNINGAR	VIII
1 INLEDNING	1
1.1 Syfte	1
1.2 Avgränsningar	1
1.3 Metod	1
1.3.1 Informationsinsamling	2
1.3.2 Undersökning bland Veidekkes medarbetare i produktionen	2
2 BYGGINFORMATIONSMODELLER (BIM)	4
2.1 Definition av BIM	4
3 VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION (VDC)	5
3.1 Integrated Concurrent Engineering (ICE)	5
3.2 Användningsområden för VDC i produktionsfasen	5
3.2.1 Visualisering	5
3.2.2 Tidplanering	6
3.2.3 Mängdavgtagning	7
3.2.4 Kalkyl	7
3.2.5 Utsättning	7
3.2.6 Informationshantering	8
3.2.7 Radio Frequency identification (RFID)	8
3.3 VDC på Veidekke	9
3.3.1 Projektering med VDC	10
4 NULÄGESBESKRIVNING AV BYGGPRODUKTIONEN HOS VEIDEKKE11	
4.1 Överlämning från projektering till produktion	11
4.1.1 Överlämning från en VDC-projektering	12
4.2 Organisationen på byggarbetsplatsen	13
4.3 Medarbetarinvolvering (MI)	14
4.4 Planering och styrning i produktionen	14
4.4.1 Tidplaner	14
4.4.2 Produktionskalkyl	15
4.4.3 Arbetsberedning	15
4.4.4 APD-plan	15

4.4.5	Planerings- och uppföljningsmöten	15
5	IMPLEMENTERINGSMÖJLIGHETER FÖR VDC I PRODUKTIONSFASEN	17
5.1	Planering av ett projekt	18
5.1.1	Projektstart	18
5.1.2	Planeringsmöten och arbetsberedningar	18
5.2	Byggmöte	19
5.3	Installationssamordning	19
5.4	Tidplanering och 4D	20
5.4.1	APD-plan	20
5.5	Mängdavgtagning och kalkyl	21
5.6	Utsättning	21
5.7	Informationshantering	22
5.7.1	Hjälpmedel för informationshantering	22
5.8	RFID	24
5.9	MI och ICE	24
6	RESULTAT AV UNDERSÖKNING BLAND VEIDEEKKES MEDARBETARE I PRODUKTIONEN	25
7	ANALYS AV FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ATT IMPLEMENTERA VDC I PRODUKTIONSFASEN	29
7.1	Dagens modeller	29
7.2	Produktionsanpassad modell	30
7.3	Modell med ökad detaljeringsnivå	31
7.4	Programvaror	31
8	DISKUSSION	33
8.1	Vad skall VDC användas till i produktionen?	33
8.1.1	Visualisering	33
8.1.2	Integrering	33
8.1.3	Automatisering	34
8.2	Vilka ska lära sig VDC och hur?	35
8.2.1	Vilka ska kunna använda modellen?	35
8.2.2	Utbildning och information	36
8.3	Vilka krav ska ställas på modellen?	37
8.3.1	Ska modellen produktionsanpassas?	37
8.3.2	Ska modellen ha en ökad detaljeringsgrad?	38
8.3.3	Kan modellen fungera som bygghandling?	38
8.4	Val av hjälpmedel	39

8.4.1	Surfplatta	39
8.4.2	Smartboard	40
8.4.3	Gemensam dator	40
8.4.4	Programvaror	40
8.5	Utvärdering av metod	40
9	REKOMMENDATIONER TILL VEIDEKKE REGION VÄST	42
9.1.1	Steg 1: Visualisering	42
9.1.2	Steg 2: Skapa produktionsanpassade modeller	42
9.1.3	Steg 3: Integrering av tidplan och kalkyl	42
9.1.4	Avslutande rekommendationer	43
	REFERENSER	44
	Bildkällor	45
	BILAGA 1: RESULTAT AV UNDERSÖKNING BLAND MEDARBETARNA	47

Figurförteckning

Figur 1:	En bygginformationsmodell från Veidekkes projekt brf Cyklisten, Göteborg	4
Figur 2:	Exempel på hur en ritning kan tolkas på två olika sätt (Veidekke, 2011b)	6
Figur 3:	BIM + ICE = VDC	9
Figur 4:	Generellt organisationsschema för projekt hos Veidekke	13
Figur 5:	Veidekke arbetar med VDC på tre olika nivåer (Veidekke, 2011b)	17
Figur 6:	Modell av ett våningsplan med yttervägg markerad i blått	30

Förord

Detta examensarbete är ett avslutande moment i byggingenjörsutbildningen på Chalmers tekniska högskola. Arbetet omfattar 15 hp och har pågått mellan januari och juni 2012 i samarbete med Veidekke region Väst.

Vi vill tacka alla på Veidekke för ett varmt mottagande. Vi vill särskilt tacka vår handledare Johan Alte och arbetschef Mattias Bylerius som har ställt upp som bollplank under arbetets gång. Vi vill även tacka alla de medarbetare på Veidekke som ställt upp på intervjuer och svarat på frågor.

Vi vill också tacka vår handledare på Chalmers tekniska högskola, Mikael Viklund Tallgren samt examinator Börje Westerdahl. Ett sista tack går till våra opponenter Johanna Adamsson och Magdalena Larsson som har hjälpt oss och kommit med bra kommentarer på vår rapport under arbetets gång.

Göteborg juni 2012

Amanda Metz & Malin Svensson

Beteckningar

2D – Två dimensioner

3D - Tre dimensioner

4D – Fyra dimensioner, 3D + tid

5D – Fem dimensioner, 3D + tid och kostnad

BIM – Bygginformationsmodell. För definition och beskrivning se kapitel 2.

CIFE – Center for Integrated Facility Engineering, avdelning på Stanford University

Dwg – Filformat för CAD-modeller

ICE – Integrated Concurrent Engineering. För beskrivning se kapitel 3.1.

MI – Medarbetarinvolvering

VDC – Virtuellt byggande. För definition och beskrivning se kapitel 3.

ÄTA – Ändrings- och tilläggsarbeten

1 Inledning

Byggnader blir mer och mer komplexa och innehåller många tekniska system. Ritningarna som krävs för att bygga dagens hus måste innehålla väldigt mycket information. För att förenkla denna process har användningen av 3D-modeller ökat de senaste åren. I Sverige har många företag börjat förändra sina arbetsmetoder genom att introducera bygginformationsmodeller (BIM) och virtuellt byggande (VDC). Det innebär att en digital modell skapas innan den byggs i verkligheten. Genom att göra detta finns mycket att vinna; däribland att de inblandade får en större förståelse av byggnaden vilket kan hjälpa till att minska risken för fel (Brohn, 2010). Användandet av BIM och VDC har hittills främst tillämpats under projekteringsfasen. Det är däremot ovanligt att de digitala modellerna används även under produktionsfasen.

Examensarbetet har utförts i samarbete med Veidekke region väst. Veidekke är Skandinaviens fjärde största bygg-, anläggnings- och bostadsutvecklingsföretag med en omsättning på 19,4 miljarder SEK och cirka 1100 anställda (Veidekke, 2012a). När Veidekke nämns i rapporten menas Veidekke Entreprenad Bygg i Sverige, region Väst.

Veidekke region Väst har under ett par år arbetat med VDC under projekteringsfasen. Eftersom arbetssättet under projekteringen har gett bra resultat önskar Veidekke nu ta detta arbetssätt vidare ut i produktionen.

1.1 Syfte

Syftet med examensarbetet är att identifiera potentiella användningsområden för VDC i ett byggprojekts produktionsfas samt att undersöka hur VDC kan implementeras hos Veidekke Bygg Väst.

Målet är slutligen att presentera ett förslag för hur VDC kan användas i byggproduktionen hos Veidekke Bygg Väst. I förslaget skall de användningsområden med störst potential och nytta identifieras. Förslaget skall också presentera hur och av vem VDC skall användas i produktionen samt vilka åtgärder och förändringar som är nödvändiga för att möjliggöra användningen.

1.2 Avgränsningar

Fokus för examensarbetet är planeringen och genomförandet av ett byggprojekts produktionsfas. Byggprocessens övriga faser såsom projektering och förvaltning omfattas inte. Arbetet omfattar endast Veidekkes egen organisation och undersöker därmed inte arbetssätt och organisation hos andra företag. Arbetet har fokuserat på Veidekke Entreprenad Bygg, region Väst, men vissa undersökningar och jämförelser har även gjorts med region Stockholm. I detta arbete har inga ekonomiska utvärderingar och bedömningar gjorts.

1.3 Metod

Examensarbetet har genomförts genom informationsinsamling bestående av litteraturstudier, studiebesök på olika byggprojekt samt intervjuer med personer på

Veidekke. Utifrån det material som samlats in identifierades hur VDC skulle kunna användas under produktionsfasen hos Veidekke. En undersökning gjordes också bland Veidekkes medarbetare i produktionen för att få en bild av deras kunskap och intresse kring VDC. Utifrån dessa resultat analyserades sedan vilka förutsättningar som krävs för att möjliggöra implementeringen av VDC i produktionsfasen, dels i dagsläget och dels i framtiden.

1.3.1 Informationsinsamling

Ett första studiebesök genomfördes på Veidekkes bostadsprojekt brf Cyklisten i Kvillebäcken i Göteborg. Under tre dagar följdes en arbetsledare och därmed gavs en inblick i hur det dagliga arbetet ute på arbetsplatsen fungerar. För att få ytterligare underlag för hur planering och styrning av projektet fungerar gjordes en intervju med platschefen samt litteraturstudier om byggproduktion. Informationen hämtades främst från Veidekkes egna instruktioner och handböcker men även från litteratur om planering och styrning av byggprojekt.

Information om BIM inhämtades genom litteraturstudier främst från rapporter och artiklar inom ämnet. Information om VDC hämtades från rapporter, Veidekkes eget informationsmaterial samt genom en intervju med VDC-samordnaren för Veidekke Sverige. För att kunna beskriva hur Veidekke jobbar med VDC under projekteringen observerades ett arbetsmöte för projektet Residens Sannegården. En intervju hölls också med en projekteringsledare som beskrev hur projekteringsprocessen genomförs samt hur projektet överlämnas till produktionen.

Underlaget för vilka användningsområden som finns för BIM och VDC i byggproduktionen har hämtats från artiklar och rapporter samt från intervjuer och samtal med medarbetare på Veidekke.

Ett besök gjordes hos Veidekke region Stockholm där arbetet med VDC pågått längre och ett flertal projekt genomförts. Besök gjordes på projekten Elektronen och GIH där intervjuer hölls med arbetsledare respektive arbetsledare/VDC-ingenjör. Syftet med besöket var att se hur de arbetar med VDC i produktionen samt identifiera likheter och skillnader mellan regionerna Stockholm och Väst.

Ett besök gjordes också på Veidekkes anläggningsprojekt på väg 155 i Göteborg. Syftet var att se hur arbetet med VDC fungerar på ett anläggningsprojekt jämfört med ett byggprojekt.

1.3.2 Undersökning bland Veidekkes medarbetare i produktionen

Nio stycken intervjuer genomfördes för att kartlägga kunskapen om och intresset för VDC bland Veidekkes medarbetare i produktionen. På de projekt som projekterats med VDC undersöktes också hur detta har använts i produktionen hittills. De som intervjuades var två platschefer, två entreprenadingenjörer samt fem arbetsledare varav två av dem även arbetat som VDC-ingenjörer. Deltagarna valdes ut i samråd med handledaren på företaget.

Intervjutypen som valdes var så kallade kvalitativa intervjuer, vilket innebär att frågorna är raka och enkla och uppmuntrar till innehållsrika svar (Trost, 1997). Metoden valdes eftersom syftet med intervjuerna var att få fram medarbetarnas egna

tankar och åsikter snarare än statistik. Intervjuerna hölls av två personer där den ena ställde frågorna och den andra antecknade. Inga inspelningar av intervjuerna gjordes.

Utgångsfrågorna vid intervjuerna var desamma men utökades under processens gång då det ansågs finnas ett behov av detta. Frågorna anpassades sedan något för att passa det aktuella projektet samt personens yrkesroll. Resultatet av undersökningen sammanställdes och finns i bilaga 1.

2 Bygginformationsmodeller (BIM)

I följande kapitel beskrivs och definieras begreppet BIM.

En bygginformationsmodell (BIM) är en digital modell av till exempel ett hus där varje byggnadsdel representeras av ett digitalt objekt (Eastman, 2011). De digitala objekten visar dels hur byggnadsdelen ser ut och var i huset den finns men innehåller också ytterligare information. Exempel på information som kan finnas i en BIM är byggnadsdelens vikt, vilket material den består av, vad den kostar och vilket U-värde den har. I figur 1 så visas ett exempel på hur en bygginformationsmodell kan se ut.



Figur 1: En bygginformationsmodell från Veidekkes projekt brf Cyklisten, Göteborg.

Alla aktörer i ett byggprojekt har nytta av att använda BIM (Brohn, 2010). En modell ger redan tidigt i processen en gemensam och tydlig bild av hur byggnaden kommer att se ut vilket minskar risken för feltolkningar. Även kollisioner mellan byggdelar och eventuella fel kan upptäckas och rättas till redan under projekteringen. Eftersom modellen innehåller mycket information kan den även användas som underlag för visualisering och olika analyser av byggnaden.

2.1 Definition av BIM

Inom byggbranschen används idag flera olika definitioner av begreppet BIM och det kan ibland vara ottydligt vad som menas (Brohn, 2010). När begreppet började användas syftade man enbart på den digitala modell som skapats. I takt med att bygginformationsmodeller används mer och mer inom branschen har ett nytt arbetssätt utvecklats. Begreppet BIM kan idag även stå för Building Information Modelling/Management och syftar då på hela arbetssättet med att producera, kommunicera och analysera en byggnad med hjälp av bygginformationsmodeller (Eastman, 2011).

När begreppet BIM används i denna rapport menas en bygginformationsmodell.

3 Virtual design and construction (VDC)

I följande kapitel presenteras och beskrivs virtuellt byggande (VDC). I kapitlet presenteras också de användningsområden som är identifierade för VDC i produktionen samt hur Veidekke arbetar med VDC i dagsläget.

VDC står för Virtual Design and Construction eller virtuellt byggande. Begreppet introducerades på avdelningen Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) på Stanford University 2001 (Kunz & Fischer, 2012). VDC omfattar flera aspekter av ett projekt och är inte bara en teknik för att modellera. De olika aspekterna som betonas av Kunz och Fischer (2012) är *produkten* (oftast en byggnad eller en anläggning), *organisationen* och *processen*. Ett sätt att jobba med organisationen och processen är att tillämpa ICE.

3.1 Integrated Concurrent Engineering (ICE)

ICE står för Integrated Concurrent Engineering (Integrerat samtida ingenjörarbete) och är ett arbetssätt som utvecklades av NASA på 1990-talet för att effektivisera och förkorta projekteringsfasen (Kunz & Fischer, 2012). Grundtanken med ICE är att alla sätter tillsammans och arbetar istället för att sitta på varsitt kontor. Genom att sitta tillsammans kan väntetiden mellan en fråga och ett svar förkortas eller helt försvinna och därmed kan hela projekteringsprocessen förkortas och effektiviseras¹. ICE bygger på att både organisationen och processen fungerar väl. Det innebär att de bäst lämpade personerna skall arbeta tillsammans på effektivt sätt. En förutsättning för att ICE skall fungera är att varje deltagare är väl insatt i projektet, kan arbeta i modellen samt har mandat till att ta beslut (Veidekke, 2011a).

3.2 Användningsområden för VDC i produktionsfasen

Nedan presenteras identifierade användningsområden för VDC i produktionsfasen. Flera av dessa användningsområden kan nyttjas även i byggprocessens övriga faser. Det finns också fler användningsområden för VDC som inte omfattar produktionsfasen varför de inte berörs i rapporten.

Som tidigare nämnts innehåller VDC både produkten, organisationen och processen. Följande användningsområden omfattar främst användandet av en BIM, alltså produkten. De övriga delarna av VDC, organisationen och processen, beskrivs mer senare i rapporten.

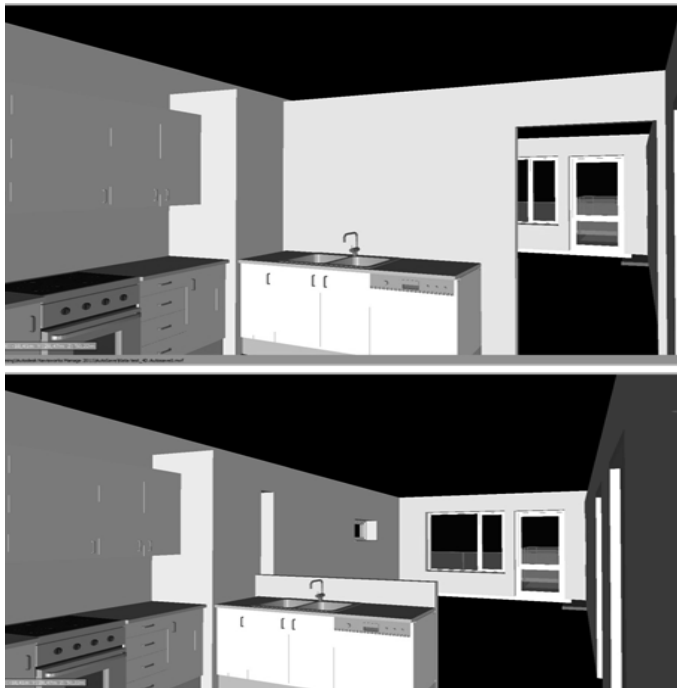
3.2.1 Visualisering

I ett bostadsprojekt är det vanligt att kostnaden för ÄTA-arbeten utgör 5-7 % av produktionskostnaden (Jongeling, 2008). Utifrån en intervjustudie som gjordes av Jongeling (2008) bedömdes att hälften av dessa kostnader beror på brister i samordningen och feltolkningar av underlaget.

¹ Fredrik Wincent - VDC-samordnare Veidekke Sverige, Intervju 2012-03-28

Visualiseringen med hjälp av en modell är ett mycket bra kommunikationsverktyg som överbygger brister i att läsa och tolka ritningar. (Brohn, 2010). Att alla inblandade får samma bild bidrar till en tydligare kommunikation medarbetarna emellan vilket minskar risken för missförstånd och byggfel². Det blir också lättare att förstå konsekvenser av beslut om man tar besluten kring en modell istället för en ritning (Thorell, 2010).

I figur 2 nedan visas två olika vyer på hur en planlösning över ett område kan tolkas av två olika personer. Vid tillgång till en modell kan området visualiseras vilket bidrar till att båda personerna får samma bild av det aktuella området.



Figur 2: Exempel på hur en ritning kan tolkas på två olika sätt av två olika personer (Veidekke, 2011b).

Visualisering kan ske på olika nivåer, alltifrån detalj till helhetsbild. Genom att visualisera hela byggnaden får alla inblandade en mycket klar bild av hur byggnaden ska se ut och byggas (Brohn, 2010). Även en mycket enkel modell kan vara till stor nytta och det behöver därmed inte ställas några krav på en detaljerad och informationsrik modell för detta ändamål. Visualisering på detaljnivå kan innebära att en speciell byggnadsdel studeras. Visualiseringen kan ske med hjälp av vyer, animeringar eller genom att användaren får röra sig fritt i modellen (Thorell, 2010).

3.2.2 Tidplanering

Genom att koppla modellen till tidplanen erhålls en så kallad 4D-modell, där tiden är den fjärde dimensionen. På detta sätt kan tidplanen visualiseras och hela byggprocessen simuleras med hjälp av modellen (Brohn, 2010). När objekten i modellen kopplats till tidplanen kan tidplanen uppdateras automatiskt när

² Fredrik Wincent - VDC-samordnare Veidekke Sverige, Intervju 2012-03-28

informationen ändras vilket kan vara användbart för att prova och utvärdera olika alternativ (Lindström, 2011). Även ute i produktion kan detta användas vid eventuella förseningar då tidplanen kan uppdateras och en ny simulering visar vilka konsekvenser förseningen får.

En visualisering av tidplanen kan öka förståelsen för hur byggprocessen skall genomföras (Kunz, 2012). Detta är användbart både vid planering av produktionen och under produktionsfasen. Detta kan underlätta kommunikationen med aktörer som exempelvis beställare och kunder, som inte alltid har så stor erfarenhet av att läsa ritningar och tidplaner. Även vid kommunikationen med medarbetarna på arbetsplatsen kan en simulering av tidplanen vara användbar.

En 4D-modell kan även användas för avstämningar av projektet. Det kan tydligt visualiseras hur långt kommet projektet är i jämförelse med hur långt gånget det borde vara enligt planeringen (Brohn, 2010).

En detaljerad 4D-modell kan även innehålla utrymmesobjekt som gör det möjligt att markera de utrymmen där aktiviteter pågår (Lindström, 2011). Detta gör det lätt att identifiera kritiska moment där arbetslagen riskerar att störa eller tvingas vänta på varandra.

3.2.3 Mängdavtagning

Från en modell kan mängder för byggdelar och material plockas ut. Mängder kan exempelvis beräknas per byggdel, per utrymme samt för ytor och omkretsar. Genom att märka byggdelar med lämplig littera och genom att göra sökningar i modellen per hus, våning, lägenhet med mera kan mängder för olika syften fås (Brohn, 2010).

Ju mer detaljerad modellen är desto mer specifika mängder går det att få ut. Om byggdelsrecepten läggs in kan mängder fås ut för specifika byggdelar och material. Även en modell utan inlagda recept kan vara användbar och utifrån den kan exempelvis ytan av innerväggar eller antal fönster av en viss typ tas fram.

3.2.4 Kalkyl

En BIM kan användas som underlag för kalkyl, både i anbudsskedet och i produktionen. Mängder till kalkylen kan tas ut från modellen vilket kan underlätta arbetet. Modellen kan också kopplas samman med kalkylen till en 5D-modell (Brohn, 2010). Genom att kalkylen uppdateras när modellen ändras kan mycket tid sparas vid förändringar av projektet. Detta kan även utnyttjas för att snabbt göra en beräkning av hur olika lösningar och alternativ påverkar kostnaden för projektet.

3.2.5 Utsättning

Koordinater för relevanta punkter kan tas direkt från modellen och användas för utsättning med totalstation. Jämfört med att ta koordinater från en 2D-ritning sparar utsättaren en del tid (Brohn, 2010). Visualisering genom modellen gör också att utsättaren får en tydligare bild vilket leder till något minskad felrisk i komplexa delar.

3.2.6 Informationshantering

En stor potential med användningen av BIM i hela byggbranschen är möjligheten till en bättre informationshantering genom projektet. Målet är en effektiv informationshantering i en obruten kedja från projektstart till förvaltning och materialåtervinning (Nilsson, 2011). Genom användandet av en modell kan informationshantering underlättas genom att mycket information integreras i eller kopplas till modellen. På det sättet behöver informationen bara ändras i modellen och automatiskt uppdateras på alla andra ställen.

Informationshanteringen i byggprocessen är en fråga som inte kan behandlas enskilt för produktionsfasen. Frågan har ett mycket större omfång och det som beslutats i den tidigare fasen påverkar den senare. En effektiv informationshantering genom BIM kan underlätta mycket även i produktionen då all information finns tillgänglig på ett och samma ställe.

3.2.7 Radio Frequency identification (RFID)

RFID är en teknik som utnyttjar radiofrekvensvågor för att överföra data mellan olika objekt, i syfte att identifiera och spåra (Reslow, 2008). Ett område som anses ha stor potential för RFID i produktionen är för kontroll av materialleveranser vid godsmottagning (Reslow, 2008).

Ett exempel på hur RFID har integrerats med BIM är vid byggnationen av Meadowlands Stadium i New Jersey (Dehlin, 2011). Stadion bestod av 3200 prefabricerade betongelement samtidigt som lagringsutrymmet var begränsat. För att kunna tillämpa sig av denna metod identifierades ett behov av att digitalt kunna planera och stämma av materialflödet till och på byggarbetsplatsen. Genom att använda sig av RFID integrerat med BIM så tycktes detta problem kunna lösas. Leverantören av betongelementen märkte respektive element med en unik RFID-etikett. Denna unika kod refererades till samma objekt i BIM-modellen vilket innebär att den verkliga byggdelen kopplas ihop med den virtuella byggdelen. Genom att göra denna koppling är det möjligt att simulera och visualisera i BIM hur långt monteringen av betongelementet har kommit. Produktionen kunde sedan via 4D-simuleringen i modellen följa betongelementens status i realtid; tillverkad, genomgått kvalitetssäkring, ankomst arbetsplats samt monterad.

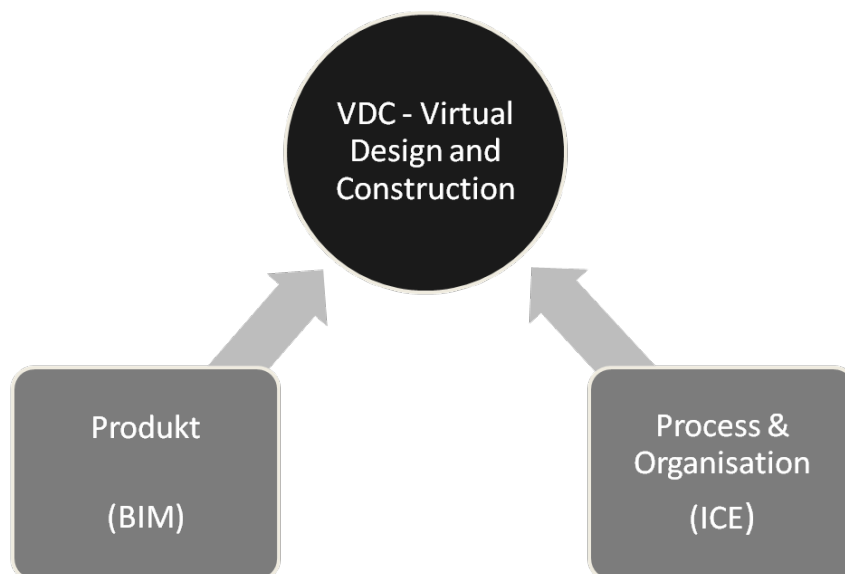
I en undersökning som behandlade de ekonomiska aspekterna av RFID framkom vinster i form av minskad tid för administration vid materialleveranser, kortare ledtider vid felleveranser, mindre materialskador då rätt information vid rätt tillfälle leder till färre omflyttningar och att möjlighet till uppföljning och analys av leveranser underlättas av tekniken (Dehlin, 2011).

3.3 VDC på Veidekke

Arbetet med VDC på Veidekke i Sverige startade 2008 genom ett samarbete med professorer från Stanford University³. Det var då främst Entreprenad Bygg Stockholm som började arbeta med VDC. Projektering med VDC tillämpades först på det som kallas för egenutvecklade projekt, det vill säga projekt där Veidekke Bostad är beställare och Veidekke Entreprenad Bygg är totalentreprenör. På dessa projekt är Veidekke som entreprenör tidigt involverad och har ansvaret både för projektering och produktion. Det innebär en stor möjlighet för att påverka hur projektet skall genomföras.

För region Väst var brf Cyklisten i Kvillebäcken, Göteborg, det första projektet där projekteringen genomfördes med VDC. Projektet startade 2010 och är nu i produktionsfasen. Ytterligare ett projekt, Residens Sannegården, har projekterats med VDC. På detta projekt har produktionen precis startat. På Veidekke skall numera alla egenutvecklade bostadsprojekt projekteras med VDC (Veidekke, 2012f).

VDC på Veidekke består av två delar, dels BIM som är produkten och dels arbetssättet ICE, se figur 3. Arbetssättet omfattar både organisationen och processen. För Veidekke är det viktigt att arbeta med alla delar och inte likställa VDC med en 3D-modell.



Figur 3: BIM + ICE = VDC

³ Fredrik Wincent - VDC-samordnare Veidekke Sverige, Intervju 2012-03-28

3.3.1 Projektering med VDC

Att projektera med VDC innebär att all projektering görs med BIM och att man arbetar enligt ICE. Projektering med VDC kräver att mer resurser läggs ner initialt men ger totalt en kortare och effektivare projektering (Veidekke, 2011a).

På ett projekt som projekteras med VDC hålls så kallade arbetsmöten minst en gång i veckan. Skillnaden mellan ett arbetsmöte och ett traditionellt projekteringsmöte är främst hur mötet går till och hur länge det pågår. Ett arbetsmöte varar ofta en hel arbetsdag eftersom man projekterar tillsammans istället för att bara besluta om vad som skall göras. På arbetsmötet deltar alla medverkande i projektet, det vill säga beställare, entreprenör, arkitekt, konstruktör, VVS-konsult, el-konsult med flera. Att beställaren deltar på mötet är en förutsättning för att beslut ska kunna fattas direkt på plats, till exempel om vilka ändringar som är godtagbara eller inte⁴. Veidekke, som är entreprenör, representeras av en projekteringsledare och en VDC-ingenjör. Även personer från produktionen, till exempel platschef eller arbetsledare, kan delta under projekteringen. Fördelen med att produktionspersonalen deltar i projekteringen är att de tidigt blir insatta i projektet och även har möjlighet att påverka och förändra så att det som ritas går att bygga på ett effektivt sätt⁵.

VDC-ingenjören ansvarar för att hanteringen av modellerna fungerar under projekteringen. VDC-ingenjören skapar en samgranskningsmodell som är en sammanslagning av alla konsulter modeller. Inför varje arbetsmöte granskar VDC-ingenjören konsulternas uppdaterade modeller och markerar de kollisioner och missar som upptäcks. Under mötet går alla tillsammans igenom samgranskningsmodellen och fattar beslut om hur problemen som uppstått skall lösas. När hela modellen har gått igenom arbetar alla vidare med sin del, eller sätter sig ner i mindre grupper för att lösa problem tillsammans.

Att alla inblandade aktörer träffas och arbetar tillsammans har flera fördelar. När alla lär känna varandra blir det lättare att samarbeta, samtidigt som alla får en större förståelse för de andras arbete och projektet i sin helhet. Att projektera med VDC leder också till att beslut kan fattas snabbare och därmed kan den totala projekteringstiden förkortas. Eftersom många fel har upptäckts och eliminerats under projekteringen bidrar det till att handlingarna blir bättre och av högre kvalitet.

⁴ Fredrik Wincent - VDC-samordnare Veidekke Sverige, Intervju 2012-03-28

⁵ Rickard Gisselgård - Projekteringsledare Veidekke Bygg Väst, Intervju 2012-03-09

4 Nulägesbeskrivning av byggproduktionen hos Veidekke

Som vedertaget består byggprocessen huvudsakligen av tre faser; projektering, byggproduktion samt förvaltning. I följande kapitel presenteras hur byggproduktionsfasen genomförs hos Veidekke i dagsläget. Med byggproduktion menas både planeringen och genomförandet av produktionen.

4.1 Överlämning från projektering till produktion

När projekteringen är klar skall bygghandlingarna för projektet överlämnas till dem som skall genomföra produktionen. Förutom att skicka bygghandlingar handlar överlämningen också om att överföra erfarenhet och kunskap om projektet.

Det finns flera olika faktorer som påverkar hur överlämningen går till, exempelvis entreprenadformen för projektet och hur mycket tid som finns för överlämningen. Tiden är ofta begränsad och det är inte ovanligt att platschefen har ett projekt att avsluta samtidigt som han eller hon skall läsa in sig på handlingarna för det nya. Dessutom startar ofta produktionen med markarbeten och liknande redan innan projekteringen är klar⁶.

En totalentreprenad är det mest fördelaktiga för att få en så optimal överlämningsprocess som möjligt⁷. På en totalentreprenad ansvarar entreprenören för både projekteringen och produktionen vilket möjliggör ett närmare samarbete och en större delaktighet genom hela projektet (Nordstrand, 2008). På Veidekkes totalentreprenadprojekt är ambitionen att få med produktionspersonalen så tidigt som möjligt i projektet. Att till exempel en erfaren platschef sitter med under projekteringsmöten eller arbetsmöten har många fördelar. Platschefen får exempelvis en god inblick i projektet och får direkt koll på hur byggnaden ser ut.

På en general- eller utförandeentreprenad är förutsättningarna för överlämningen ofta annorlunda. Vid en generalentreprenad ansvarar beställaren själv för projekteringen och entreprenörens uppgift är endast att uppföra byggnaden (Nordstrand, 2008). Produktionsledningen har i det fallet inte samma möjligheter att delta under projekteringen utan får ofta läsa in sig på projektet genom färdiga handlingar.

Ett mellanting mellan de olika entreprenadformerna är en samverkansentreprenad. Det är en form av generalentreprenad med större samverkan och samarbete mellan beställaren och entreprenören vilket gynnar överlämningen.

⁶ Rickard Gisselgård - Projekteringsledare Veidekke Bygg Väst, Intervju 2012-03-09

⁷ Rickard Gisselgård - Projekteringsledare Veidekke Bygg Väst, Intervju 2012-03-09

4.1.1 Överlämning från en VDC-projektering

För projekt som projekteras med VDC finns, utöver de ritningar och beskrivningar som utgör bygghandlingar, även en BIM. I dagsläget är modellen inte en bygghandling men ritningarna skapas utifrån modellen, med tillägg av exempelvis detaljer. Modellen används därefter endast som ett hjälpmedel och ett komplement till handlingarna⁸.

Hur överlämningen av projektet genomförs skiljer sig åt mellan de olika regionerna. Gemensamt för regionerna Stockholm och Väst är att platschefer och andra representanter från produktionen är med under projekterings-/arbetsmöten så mycket det går. På det sättet blir dessa personer inte bara insatta i projektet utan även i hur arbetet med VDC fungerar.

Däremot finns skillnader gällande hur de olika regionerna har utformat VDC-ingenjörens roll. I region Stockholm har ett flertal projekt med VDC genomförts. De flesta VDC-ingenjörer arbetar endast under projekteringen och genomför då tre- sex projekt per år. Det leder till att kunskap och erfarenheter om tekniken och arbetssättet överförs till nästa projektering, genom VDC-ingenjören⁹. På det sättet skapas en rutin för hur projekteringen med VDC ska genomföras. Problemet som upplevs med detta arbetssätt är dock att användandet av VDC och BIM inte fortsätter ut i produktionen, då det saknas en mottagare som kan hantera tekniken och arbetssättet. För att lösa detta problem gjordes en satsning på att låta personen som varit VDC-ingenjör följa med ett projekt ut i produktionen för att där jobba som arbetsledare. Hittills har två VDC-ingenjörer övergått till arbetsledare och jobbar nu ute i produktionen på de projekten¹⁰.

I region Väst har hittills två projekteringar genomförts med VDC. Redan från start bestämdes att VDC-ingenjören efter projekteringen skulle bli arbetsledare ute i produktionen. Fördelen med det är att kunskap om projektet och VDC överförs mellan projektering och produktion¹¹. Erfarenheten om hur projektering med VDC skall genomföras på bästa sätt kan föras vidare genom projekteringsledaren. Kunskapen om hanteringen och hur arbetet med modellen genomförs på bästa sätt i projekteringen går dock förlorad från projekt till projekt eftersom VDC-ingenjören nu arbetar i produktionen.

⁸ Fredrik Wincent - VDC-samordnare Veidekke Sverige, Intervju 2012-03-28

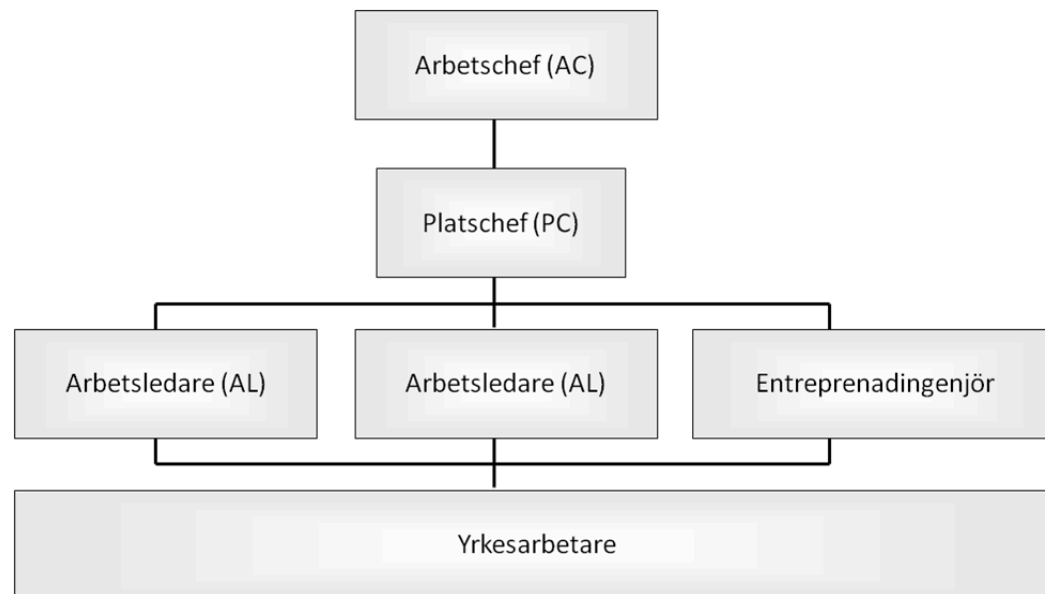
⁹ Fredrik Wincent - VDC-samordnare Veidekke Sverige, Intervju 2012-03-28

¹⁰ Fredrik Wincent - VDC-samordnare Veidekke Sverige, Intervju 2012-03-28

¹¹ Rickard Gisselgård - Projekteringsledare Veidekke Bygg Väst, Intervju 2012-03-09

4.2 Organisationen på byggarbetsplatsen

Organisationen på byggarbetsplatsen hos Veidekke är uppbyggd på samma sätt som den traditionella organisation som beskrivs av Nordstrand (2008). Organisationen består i huvudsak av en platschef, ett antal arbetsledare samt ett flertal yrkesarbetare, se figur 4. Utöver dessa kan det finnas olika stabstjänster för till exempel inköp, ekonomi och administrativt arbete.



Figur 4: Generellt organisationsschema för projekt hos Veidekke.

Arbetschefen ansvarar för en grupp med tjänstemän och yrkesarbetare. Arbetschefen har huvudansvar för projektet som gruppen genomför (Veidekke, 2012d).

Platschefen ansvarar för planeringen och styrningen av projektet. Det innebär till exempel att ansvara för tidplaner och kalkyl för projektet samt stämma av hur dessa följs under projektets gång (Veidekke, 2012d).

Arbetsledarens uppgift är att planera och leda det dagliga arbetet ute på byggarbetsplatsen (Veidekke, 2012d). Det finns ofta flera arbetsledare på ett projekt och det är då vanligt att olika ansvarsområden delas upp mellan arbetsledarna. Ansvarsområdena kan till exempel delas upp så att de olika arbetsledarna har ansvar för olika delar av byggnaden eller för särskilda arbetsmoment. Någon arbetsledare brukar ansvara för samordningen av installatörer och andra underentreprenörer. På vissa projekt sköts installationssamordningen av en särskild installationsamordnare.

Entreprenadingenjör stödjer platschefen och arbetsledarna med delar av det administrativa arbetet för projektet (Veidekke, 2012d). Vilka uppgifter entreprenadingenjören ansvarar för varierar på olika projekt men kan till exempel vara ekonomi eller inköp.

Yrkesarbetare, exempel på yrkesarbetare är snickare, betongarbetare och installatörer. De kan antingen vara anställda av Veidekke eller hos en underentreprenör (UE).

Lagbas är den yrkesarbetare som leder arbetet inom sitt arbetslag. Bland Veidekkes medarbetare kan det finnas en eller flera lagbasar beroende på projektets storlek. Lagbasen representerar sitt arbetslag vid lagbasmötet där kommande aktiviteter planeras. Varje underentreprenör har också en egen lagbas som leder deras arbete.

4.3 Medarbetarinvolvering (MI)

Veidekke arbetar med MI under hela byggprocessen. MI är ett arbetssätt vars syfte är att ge ett ökat engagemang och ansvarstagande bland alla medarbetare (Veidekke, 2012b). Syftet är också att förbättra planeringen och samordningen i ett projekt och därmed ge ökad produktivitet (Veidekke, 2012c).

I produktionsfasen tillämpas MI genom att yrkesarbetarna involveras i planeringsarbetet. Yrkesarbetare och lagbasar deltar till exempel i veckoplanering och arbetsberedningar. Fördelarna med den involverade planeringen är flera; dels kommer allas kunskap och erfarenhet till nytta när planeringen görs tillsammans och dels får yrkesarbetarna själva möjlighet att påverka sin arbetssituation (Veidekke, 2012b). Från och med april 2012 har baskrav för arbetet med MI införts (Veidekke, 2012d). Där finns det en checklista för hur arbetet med MI skall gå till på Veidekkes alla projekt och i projektets olika faser. Checklistan innehåller alla MI-aktiviteter/möten som skall genomföras samt vad som skall finnas tillgängligt på respektive aktivitet (Veidekke, 2012c).

4.4 Planering och styrning i produktionen

Efter att byggentreprenören fått en beställning på en entreprenad måste projektet planeras innan byggproduktionen kan starta. Detta krävs för att det ska bli ett lyckat och lönsamt projekt (Nordstrand, 2008). Planeringsarbetet i ett projekt hos Veidekke består av en rad aktiviteter och möten som utförs både innan och under produktionsfasen. Nedan beskrivs hur dessa genomförs i dagsläget.

4.4.1 Tidplaner

Det finns flera olika tidplaner som styr produktionen, bland annat huvudtidplan, produktionstidplan samt veckotidplan (Nordstrand, 2008). Produktionstidplanen är det viktigaste styrmedlet för hela produktionen, därför är det viktigt att den är väl genomarbetad (Veidekke, 2012d). I produktionstidplanen beskrivs tydligt när olika aktiviteter ska starta och sluta med ungefär en veckas noggrannhet (Nordstrand, 2008). Produktionstidplanen fungerar också som underlag för bland annat arbetskraftdiagram, inköpsplan, leveranstider samt betalningsplan (Veidekke, 2012d). Det är platschefen som ansvarar för att produktionstidplanen görs men även erfarna arbetsledare eller entreprenadingenjörer kan hjälpa till. Programmet som används för tidsplanering av Veidekke region Väst är PlanCon.

Utöver produktionstidplanen görs även så kallade rullande tidplaner och veckotidplaner. Den rullande tidplanen är något mer detaljerad än produktionstidplanen och sträcker sig 3-8 veckor framåt. Inför nästkommande vecka skall också en veckotidplan göras där aktiviteterna för varje dag planeras (Veidekke, 2012c).

4.4.2 Produktionskalkyl

Produktionskalkylen är en ekonomisk bedömning av projektet. Kalkylen görs oftast av platschefen för projektet tillsammans med en kalkylator¹². Som utgångspunkt används ofta den kalkyl som gjorts under anbudsskedet. Utifrån den går val av metoder och material igenom för att se om det finns bättre lösningar inom samma budget. Produktionskalkylen skall vara mycket mer detaljerad och genomarbetad än anbudskalkylen. Det program som används för kalkyl av Veidekke region Väst är BidCon.

4.4.3 Arbetsberedning

En arbetsberedning är en detaljerad genomgång och beskrivning av en aktivitet. I arbetsberedningen står det vad som ska göras, på vilket sätt, med vilket material, utrustning och vilka hjälpmedel som behövs (Nordstrand, 2008). När en arbetsberedning tas fram diskuteras den bästa lösningen för arbetsmomentet fram av ansvarig arbetsledare och inblandade yrkesarbetare och underentreprenörer. En arbetsberedning är ett viktigt planeringsverktyg och är särskilt betydelsefull för följande arbetsmoment:

- Arbetsmoment som är svåra eller riskabla att utföra
- Arbetsmoment som är av stor betydelse för det färdiga projektet
- Arbetsmoment som ska upprepas flera gånger
- Arbetsmoment där material- och tidsspill kan minskas
- Arbetsmoment där störning av andra arbetsmoment är stora (Veidekke, 2012d)

4.4.4 APD-plan

En arbetsplatsdisponeringsplan (APD-plan) är ett sätt att planera och visualisera arbetsplatsen för projektet. På APD-planen visas var exempelvis platsbyrå, personalbodar och kranar skall placeras. Även lossningsplatser för leveranser och upplagsplats för material skall vara med. APD-planen är ett viktigt planeringsverktyg och en väl planerad arbetsplats minimerar risken för olyckor och skador och underlättar också arbetet (Veidekke, 2012d). På några av Veidekkes projekt görs idag tredimensionella APD-planer i programmet Sketchup. På företagets gemensamma intranät finns ett digitalt objektbibliotek för kranar, bodar, stängsel med mera som underlättar framställandet av en tredimensionell plan.

4.4.5 Planerings- och uppföljningsmöten

Under produktionen hålls ett antal olika möten. Vissa hålls regelbundet varje vecka och andra bara under specifika tillfällen under projektet. Många av dessa möten är en viktig del av arbetet med MI där olika yrkeskategorier involveras.

Startmötet hålls när produktionen skall dra igång. Syftet är att ge produktionspersonalen rätt förutsättningar inför projektet. Till startmötet inbjuds alla

¹² Magnus Johansson - Kalkylchef Veidekke Bygg Väst, Intervju 2012-04-20

som är involverade i projektet: Arbetschef, platschef, arbetsledare, yrkesarbetare, underentreprenörer, beställare, hyresgäst, arkitekt med flera (Veidekke, 2012d).

Planeringsmötet hålls i regel en gång i veckan men kan ske med kortare intervaller vid behov¹³. Det kan behövas till exempel när avancerade arbetsmoment ska genomföras. Syftet med mötet är att planera och fördela ansvar för kommande aktiviteter. Arbetsledare och platschef medverkar.

Lagbasmötet hålls i regel en gång per vecka och då i slutet på veckan¹⁴. På mötet planeras aktiviteter och leveranser inför kommande vecka. Efter mötet görs de beställningar och avrop som behövs inför veckan. Platschef, arbetsledare och lagbasar medverkar.

Veckomötet med yrkesarbetarna hålls en gång per vecka, vanligtvis på måndag morgon¹⁵. Syftet med mötet är att gå igenom den kommande veckan. Vid behov hålls ett längre möte, det kan behövas när exempelvis en ny fas av projektet påbörjas. Alla i produktionen medverkar på detta möte.

Byggmöte, under byggmöten träffas beställaren, entreprenören samt eventuella sidoentreprenörer för att diskutera och stämma av projektet (Nordstrand, 2008).

Avslutningsmöte, målet med mötet är att få fram vad som har varit bra under projektet och vad som kan förbättras till nästa projekt. Arbetssätt, metoder och handlingar utvärderas (Veidekke, 2012d)

¹³ Christofer Barkebo – Platschef Veidekke Bygg Väst, Intervju 2012-03-09

¹⁴ Christofer Barkebo – Platschef Veidekke Bygg Väst, Intervju 2012-03-09

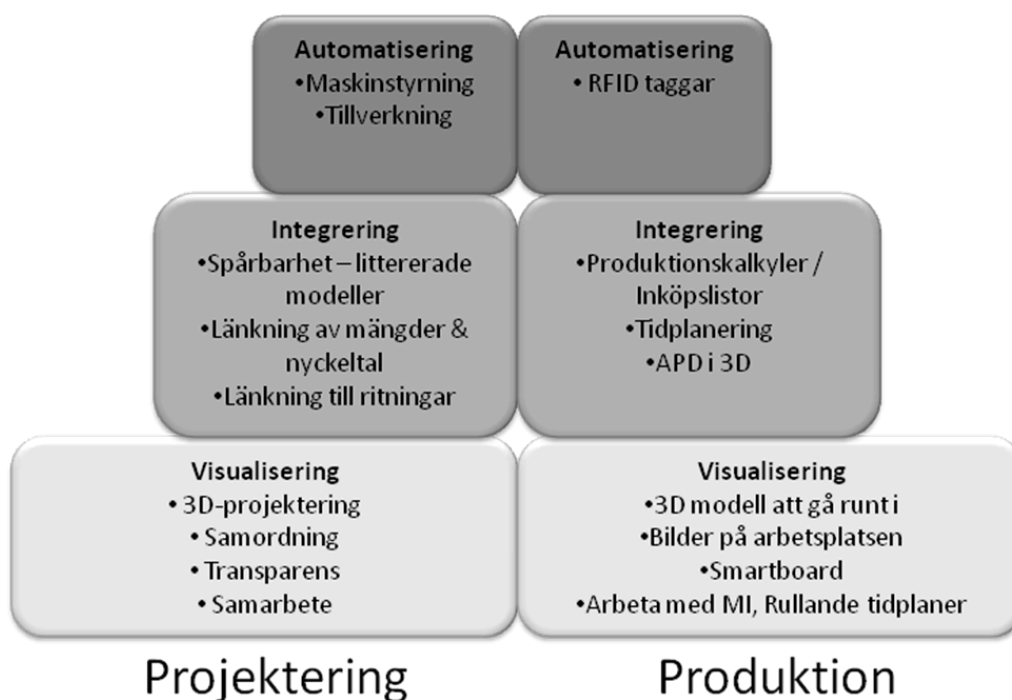
¹⁵ Christofer Barkebo – Platschef Veidekke Bygg Väst, Intervju 2012-03-09

5 Implementeringsmöjligheter för VDC i produktionsfasen

Hittills har VDC främst tillämpats under projekteringsfasen men det finns flera användningsområden där VDC lämpar sig även i produktionen. I följande kapitel presenteras hur de tidigare nämnda användningsområdena för VDC kan tillämpas hos Veidekke Bygg Väst.

Som tidigare nämnts består VDC av både BIM och ICE, se förklaringar i kapitel 3.3. Vissa av de presenterade användningsområdena nedan berör endast användandet av en BIM medan andra även inkluderar det involverade arbetssätt som tillämpas genom ICE. Många av de fördelar som under projekteringen uppnås genom ICE uppnås idag redan i produktionen genom arbetssättet MI. Det finns dock ytterligare områden där ICE kan tillämpas i produktionen, dessa presenteras senare i kapitlet.

Veidekke har utifrån en modell från CIFE tagit fram en stegen som visar hur det är möjligt att arbeta med VDC, se figur 5 nedan. I stegen har arbetet med VDC delats upp i tre olika nivåer: visualisering, integrering och automatisering. Stegen visar exempel på områden där VDC kan användas under projektering respektive produktion.



Figur 5: Veidekke arbetar med VDC på tre olika nivåer (Veidekke, 2011b)

Genomgående för alla användningsområden är att begränsningarna för vad en BIM kan användas till beror på vilken och hur mycket information den innehåller. Det är därför önskvärt att det i ett tidigt skede, gärna innan eller i början av projekteringen, bestäms vad modellen skall kunna användas till. Utifrån dessa krav kan modellen sedan byggas upp på rätt sätt och förses med den information som krävs (Brohn, 2010). På det sättet undviks risken att viktig information saknas i modellen, att den är

felaktigt uppbyggd eller blir överarbetad och innehåller information som aldrig används.

5.1 Planering av ett projekt

En stor del av den planering som görs inför och under produktionen kan underlättas genom användandet av BIM och ett involverande arbetssätt, MI. En av de största fördelarna vid alla planeringsaktiviteter är att byggnaden och olika byggnadsdelar kan visualiseras på ett sätt som alla involverade enkelt förstår.

5.1.1 Projektstart

För att produktionen ska få bästa möjliga förutsättningar vid projektstart är det önskvärt att någon eller några från produktionspersonalen sitter med under projekteringen. I och med att produktionspersonalen medverkar redan under projekteringen så ökar kunskapen om projektet och VDC.

Vid projektstart måste platschefen och arbetsledarna läsa in sig på alla handlingar och ritningar så att de vet hur projektet ser ut. Att skapa en förståelse för projektet tar ofta lång tid. Genom att ha tillgång till en modell fås en större förståelse för projektet vilket underlättar inläsningen.

Under startmötet ska övriga aktörer sättas in i projektet. Bilden som arbetsledningen skapat sig under lång tid ska nu förmedlas under detta relativt korta möte, därför är det bra att visa modellen även vid detta tillfälle. Då får alla snabbt en bild och den blir även densamma hos alla vilket är bra för att undvika missförstånd. Om en 4D-modell används kan den tänkta planeringen simuleras och vara underlag för diskussion kring vilka metoder som skall användas eller problem som kan uppstå under projektet. Kontinuerligt under projektet tillkommer även nya aktörer som även de behöver sättas in i projektet.

5.1.2 Planeringsmöten och arbetsberedningar

Planeringen ute på byggarbetsplatsen består som tidigare nämnts av olika sorters möten med platschef, arbetsledare och yrkesarbetare, se kapitel 4.4.5. Vid dessa tillfällen kan modellen användas främst till visualisering och som källa till information.

På planeringsmötet med platschef och arbetsledare samt på lagbasmötet kan visualisering genom modellen säkerställa att alla får samma bild, förstår samma problem och att rätt beslut fattas. Genom att visualisera för alla på en stor skärm blir alla mer delaktiga i planeringen som sker. Om endast två av personerna sitter och diskuterar något på en ritning finns chansen att övriga inte blir inblandade då de inte ser vad som diskuteras. Om diskussionen istället är visuell för alla på den stora skärmen bjuds övriga in till diskussionen och kan då hjälpa till i frågan. Detta gäller oavsett om det är en ritning eller en modell som visas. En modell kan däremot leda till en ännu tydligare bild medan en 4D-simulering kan öka tydligheten än mer.

Under veckomötet är det bra att visualisera för yrkesarbetarna och underentreprenörer vad som skall göras under kommande vecka med hjälp av en modell. Ju större förståelse man får för det som går igenom under mötet, desto större chans är det att frågorna kommer upp på mötet istället för att de kommer upp senare under dagen eller

veckan. I och med att de kommer upp under mötet så ges möjligheten till gemensam problemlösning. En 4D-simulering kan öka förståelsen ytterligare. Genom att simulera för medarbetarna hur långt projektet har kommit hittills, och vad som skall göras under kommande vecka så blir det tydligt om projektet ligger före eller efter planeringen. Detta kan möjligen öka engagemanget och sporra medarbetarna till att producera antingen så att arbetet hamnar i fas med, eller före, planeringen.

Modellen kan också vara till hjälp vid framställande av arbetsberedningar. Modellen ger möjligheten att titta på det berörda området i en 3D-miljö vilket gör det enkelt att visualisera arbetsmomentet. Att visualisera arbetsmomentet ger en ökad förståelse för hur det ska utföras. Även om modellen inte innehåller alla detaljer kan en vy fungera som en målbild för hur det ska se ut när momentet är klart. Om modellen däremot har en högre detaljeringsgrad kan det underlätta arbetsberedningen då det blir lättare att se vilka byggdelar som ingår i momentet. Om de olika materialen i en vägg är synliga i modellen kan arbetet lättare planeras för att genomföras på ett effektivt sätt. Det kan innebära att delmoment görs i rätt ordning eller att överarbete undviks. Ett exempel på överarbete är att ytbehandla något som sedan skall täckas över.

5.2 Byggmöte

Beställaren är inte alltid van vid att läsa ritningar eller tidplaner. Det kan därför vara bra att använda en modell som visualisering vid diskussioner på byggmöten. En 4D-simulering kan användas för avstämningar och visar tydligt hur långt projektet har kommit.

5.3 Installationssamordning

Ett viktigt användningsområde för VDC i produktionen är samordning av installationer i projektet. Installationer som ventilation, rör och el kan vara svåra att tolka på ritningar och en modell kan öka förståelsen avsevärt. Installatörerna själva har självklart kunskap för att tyda sina egna ritningar och bygga efter dessa. Men det är inte ovanligt att många olika installationer samsas i trånga utrymmen där arbetsmomenten måste utföras i rätt ordning. Vanligtvis har varje installatör bara tillgång till handlingarna för sin egen entreprenad varför det kan vara svårt att veta vilka andra installationer eller konstruktioner som skall tas hänsyn till. Svårigheten med att läsa installationsritningar kan gälla dels installatörer för andra discipliner än sin egen och dels arbetsledningen som har ansvaret för samordningen av installationerna.

Att använda en samordnad modell på lasbasmöten eller vid särskilda installationssamordningsmöten gör att alla inblandade tydligt kan se alla installationer och tillsammans planera moment och lösa eventuella problem. Vanligtvis är varje disciplin representerad av varsin färg vilket gör det extra tydligt. Trots en noggrann projektering händer det att kollisioner eller fel upptäcks ute på arbetsplatsen. Det kan också handla om att det som ritats inte går att utföra i praktiken på grund av utrymmesbrist eller liknande. Om dessa problem kan hittas och lösas redan under planeringen av momentet kan både tid och pengar sparas.

På Veidekkes projekt GIH, Gymnasie- och idrottshögskolan i Stockholm så har av modellen används för installationssamordning¹⁶. I början av projektet användes den endast när installatörerna upptäckt något problem ute på plats. Arbetsledaren och installationssamordnaren tog då hjälp av modellen för att se och visa installatörerna hur det skulle se ut och hur problemet kunde lösas. Under projektets gång användes modellen mer och mer för planering och på det sättet kunde fel istället förebyggas.

5.4 Tidplanering och 4D

En 4D-simulering kan användas för att kommunicera och visa tidplanen. Den kan även användas för att kontrollera byggbarheten hos en byggnad. Det går lätt att se om något enligt planeringen byggs i fel ordning. En självklart fel som att ett fönster monteras innan väggen är på plats kan lätt missas bland alla aktiviteter i tidplanen men kan upptäckas vid en simulering. Tidplanens upprättande är fortfarande ett arbete som kräver stor erfarenhet men genom modellen kan en större förståelse fås för projektet i ett tidigt skede.

Om tidplanen uppdateras automatiskt när modellen ändras kan den användas för att på ett enkelt sätt utvärdera olika alternativ och prova sig fram i ett tidigt skede av produktionsplaneringen. Detta skulle kunna leda till att fler alternativa produktionsmetoder provas än vad som görs idag.

Utöver simuleringen av hela processen finns möjlighet att genom 4D-modellen se hur byggnaden och bygget kommer att se ut i olika skeden. Utifrån modellen kan processens olika skeden planeras och förberedas. Detta är exempelvis användbart för planering av leveranser och logistik.

Även för en BIM i 4D är dess användningsområden beroende av informationen den innehåller. För att öka nyttan med modellen i produktion är det önskvärt att den byggs upp på samma sätt som byggnaden skall byggas i verkligheten. Det kan till exempel innebära att ett bjälklag i modellen delas upp i delar motsvarande gjutetapper för att erhålla en så verklig och användbar simulering som möjligt. Uppdelningen av gjutetapper beror på hur produktionen skall genomföras och vilka resurser som kommer att finnas. Det kan därför vara svårt att redan under projekteringen göra sådana uppdelningar. Ett alternativ kan vara att modellen anpassas efter projekteringen för att den ska kunna användas på bästa sätt under produktionsfasen.

5.4.1 APD-plan

Arbetet med APD-planen kan underlättas genom en 4D-simulering eftersom det då är lättare att anpassa arbetsplatsdispositionen till hur bygget ser ut för stunden. Det underlättar både vid upprättandet av den men framför allt för uppdateringar och ändringar under produktionens gång.

Genom att ha en levande APD-plan som ständigt uppdateras ser alla tydligt var saker är placerade på arbetsplatsen. Att göra denna lättillgänglig för alla medarbetare kan

¹⁶ Linus Wåhlin - Arbetsledare/VDC-ingenjör Veidekke Bygg Stockholm, Intervju 2012-03-28

effektivisera arbetet då mindre tid behöver läggas på att leta efter verktyg och material.

5.5 Mängdavgtagning och kalkyl

Mängderna som kan fås utifrån modellen kan användas som underlag för inköp, både för de större inköp som görs av en inköpare och för de materialbeställningar som görs direkt av exempelvis platschef eller entreprenadingenjören ute i produktionen. Med de modeller som finns på projekten idag kan mängder fås för exempelvis väggytor eller en lägenhets area. Utifrån dessa värden kan mängden material beräknas och beställas. Med en mer detaljerad modell som även innehåller byggdelarnas material kan mer specifika mängder tas ut direkt för exempelvis 13 mm gipsskivor på plan 4.

Vid en intervju med kalkylchefen på Veidekke Bygg Väst framkom att möjligheten att ta mängder från modellen troligtvis inte skulle påverka kalkylarbetet särskilt mycket då mängdberäkningar bara är en liten del¹⁷. Däremot skulle en modell kopplad till tidplan och kalkyl (5D) vara till större nytta då kalkylen uppdateras automatiskt när modellen ändras istället för att kalkylarbetet måste göras på nytt.

Precis som arbetet med tidplanen kräver kalkylarbetet erfarenhet och kunskap som inte förändras på grund av användandet av modellen. Modellerna som skapats i dagens projekt på Veidekke innehåller inte alla detaljer och byggdelar och det är därför viktigt att tänka igenom vilka mängder som kan tas från modellen och vad som måste läggas till i kalkylen utöver dessa. Däremot kan förståelsen för projektet underlättas även för personen som gör kalkylen.

Med dagens modeller går det att göra en integrerad kalkyl men det kräver att arbete läggs på att koppla kalkylposternas mängder till objekt i modellen. Även de kalkylposter som inte finns som objekt i modellen kan kopplas. Det kan göras antingen genom att recept skapas där fler komponenter än de i modellen finns med eller genom att ange mängden för en kalkylpost som längden eller ytan av ett annat objekt. Det kan till exempel vara att foder som motsvarar fönstrets omkrets läggs till för varje fönster som finns i modellen. Om antalet fönster ändras i modellen uppdateras mängden foder trots att de inte finns som objekt i modellen. Ju fler objekt modellen innehåller desto fler kalkylposter kan kopplas direkt till objekt vilket underlättar arbetet.

Kalkylatorerna gör många olika slags kalkyler varav endast produktionskalkylen innefattas i planering och genomförande av produktion. Det är önskvärt att allt kalkyleringsarbete görs på liknande sätt och i samma programvara.

5.6 Utsättning

I studien som gjorts av Thorell (2010) framkommer att ett stort behov finns av att underlätta dagens arbete med utsättning. En förhoppning finns att utsättningsarbetet ska kunna underlättas i och med användningen av BIM.

¹⁷ Magnus Johansson - Kalkylchef Veidekke Bygg Väst, Intervju 2012-04-20

I dagsläget på Veidekkes projekt sätts endast ett fåtal punkter ut av en konsult med totalstation och utifrån dessa mäts innerväggar ut med hjälp av måttband. På projekten där en BIM finns har en dwg-fil skapats utifrån modellen och ifrån den har koordinater överförts till totalstationen.

På projektet GIH hos Veidekke region Stockholm var ambitionen att använda koordinater från modellen som underlag för utsättning¹⁸. Detta visade sig dock vara problematiskt och gjordes inte på grund av två saker. Den första anledningen var att det under projekteringen används ett projektspecifikt koordinatsystem för att alla projektörers modeller skall kunna slås ihop och för att modellen skall vara lätt att hantera. Vid utsättning däremot måste koordinater i det nationella referenssystemet Sweref användas för att byggnaden skall sättas ut korrekt. Det är möjligt att transformera koordinaterna i efterhand men detta upplevdes vara för komplicerat för att genomföras på detta projekt. Den andra anledningen till att koordinaterna direkt från modellen inte användes var att utsättaren på detta projekt endast satte ut x- och y-koordinater med totalstation och z-koordinater med avvägningsinstrument. Därför var 2D-handlingar tillräckliga för utsättningen.

5.7 Informationshantering

Informationshanteringen i projektet kan underlättas av användningen av VDC och BIM. När information integrerats i modellen finns den samlad på ett och samma ställe. Om modellen innehåller mer detaljerade objekt än i dagsläget kan exempelvis rumsbeskrivningar och uppställningar göras utifrån modellen så att informationen i dessa uppdateras vid ändringar i modellen.

I dagsläget finns det dock en risk att en informationsrik modell snarare leder till osäkerhet och dubbel informationshantering under produktionsfasen. I och med att modellen inte är en bygghandling måste all information även finnas i form av ritningar och beskrivningar. När handlingar ändras men modellen inte uppdateras under projektets gång finns en risk för att modellen innehåller felaktig information.

Som nämnt tidigare är det viktigt att i ett tidigt skede tänka igenom vilken information som behövs senare i projektet. Därför kräver frågan, redan från start, en genomtänkt plan för vilken information som skall finnas tillgänglig i de olika faserna.

5.7.1 Hjälpmedel för informationshantering

För att kunna visualisera på möten och planeringstillfällen behövs någon sorts skärm som är tillräckligt stor så att alla kan se den. Det kan vara en projektor med projektorduk alternativt en projektor med en smartboard. En smartboard är en interaktiv skrivtavla som kan användas för att styra datorn och göra anteckningar direkt på skärmen. Från den kan ritningar eller modellvyer med anteckningar på sparas och skrivas ut.

På anläggningsprojektet väg 155 användes en smartboard till planeringsmöten. På detta projekt fanns ingen modell utan ritningar och anteckningar visades på

¹⁸ Linus Wåhlin - Arbetsledare/VDC-ingenjör Veidekke Bygg Stockholm, Intervju 2012-03-28

smartboarden. Platschefen tyckte att smartboarden var ett bra hjälpmedel för att visualisera och förklara planeringen¹⁹.

För att göra modellen och övrig information tillgänglig för alla på byggarbetsplatsen kan en dator med modellen placeras ut. Datorn kan placeras i kontorsbodarna, i verktygsbodarna eller på byggarbetsplatsen. Om datorn placeras på byggarbetsplatsen är stöldriskan stor. Fördelen med att placera den på byggarbetsplatsen alternativt i verktygsbodarna är att informationen finns tillgänglig där man behöver den, där själva arbetet pågår. En förutsättning för att göra navigeringen lättare och smidigare är att datorn har en mus.

För att underlätta användningen kan färdiga vyer sparas över de områden där arbete pågår för tillfället. Detta gör det möjligt även för personer som inte kan navigera i modellen att titta på tredimensionella vyer.

I och med att modellen och ritningarna är digitala kan de på ett enkelt sätt tas med ut på arbetsplatsen genom exempelvis en surfplatta. Detta har sin fördel i att informationen finns tillgänglig vid det tillfälle den behövs vilket leder till ett mer effektivt arbete. Tid som annars läggs på att gå fram och tillbaka mellan bodarna och bygget kan nu läggas på annat.

Med en surfplatta kan avstämningar av projektet göras ute på ute på byggarbetsplatsen genom en jämförelse mellan modell och verklighet. Anteckningar om vad som är klart eller problem som behöver lösas kan också göras på surfplattan.

I ombyggnadsprojektet Kriminalvården har en iPad använts där alla ritningar var inlagda enligt samma mappstruktur som finns i ritningspärmarna. Arbetsledaren som arbetade på det här sättet tyckte att det var mycket smidigt då han hela tiden hade tillgång till alla ritningar²⁰. Enligt arbetsledaren tyckte även många av de andra på projektet att det verkar vara ett bra och smidigt arbetssätt. Det enda som upplevdes som ett problem var att det i dagsläget inte gick att skriva ut direkt från iPaden på skrivaren som fanns.

Även i projektet GIH har en iPad använts. Arbetsledaren där använde den till att titta på ritningar och skriva förbesiktningsprotokoll ute på plats²¹. Den användes också till att titta i modellen men navigeringen ansågs svårhanterlig i den applikation som användes. Även en rörläggare provade att lägga in modellen i sin iPad men valde att inte använda den för att det var för svårt att navigera.

När tekniska hjälpmedel ska väljas bör hänsyn tas till att produkterna ska klara de förutsättningar som finns på arbetsplatsen. Det är ofta väderutsatt och dammigt, dessutom är stöldriskan ute på byggarbetsplatsen stor.

¹⁹ Richard Aztor – Platschef Veidekke Anläggning SydVäst, Intervju 2012-05-08

²⁰ Fredrik Lönnberg – Arbetsledare/Entreprenadingenjör Veidekke Bygg Väst, Intervju 2012-04-10

²¹ Linus Wåhlin - Arbetsledare/VDC-ingenjör Veidekke Bygg Stockholm, Mail 2012-05-21

5.8 RFID

Att arbeta med RFID kopplat till BIM vid materialleveranser har som tidigare nämnts flera fördelar. En förutsättning för att leveransk kontroll med RFID skall vara möjlig är att systemet används av de företag som levererar material och prefabricerade byggdelar. I denna rapport har användandet av tekniken bland leverantörer inte undersökts.

5.9 MI och ICE

Det finns stora likheter mellan ICE och MI som båda bygger på att involvera och engagera inblandade aktörer, se förklaringar i 3.1 respektive 4.3. I produktionen satsar Veidekke i dagsläget mycket på arbetet med MI för att involvera yrkesarbetare och underentreprenörer i planering och problemlösning.

Arbetet med medarbetarinvolvering kan underlättas genom tydligare visualisering. Alla kan involveras och få större förståelse för byggnaden och problem som uppstår trots varierad erfarenhet av att läsa ritningar. Genom att exempelvis visualisera ett problem för alla kan medarbetarna själva komma med idéer och förslag på lösningar. I de nya baskraven för MI identifieras VDC som en av de tre bärande delarna (Veidekke, 2012c). Förhoppningen är att användningen av VDC skall leda till ökad förståelse och minimering av fel.

Även arbetsmiljörisker och problem till exempel i trånga utrymmen kan upptäckas när alla är med och tittar i modellen (Brohn, 2010). Den tredimensionella miljön kan underlätta för att hitta riskmoment och kontrollera tillgänglighet i förhand (Veidekke, 2012e).

Ett möjligt användningsområde för ICE i produktionen är att involvera även beställare och konsulter mer, till exempel när beställaren eller konsulterna vill göra ändringar i handlingarna under projektets gång. Precis som under projekteringen skulle ett arbetsmöte kunna hållas där alla involverade konsulter uppdaterar sina modeller och kontrollerar tillsammans med medarbetarna från produktionen att inga nya problem eller kollisioner uppstår till följd av ändringarna.

6 Resultat av undersökning bland Veidekkes medarbetare i produktionen

För att bedöma möjligheterna att implementera VDC i produktionen gjordes en undersökning av medarbetarnas uppfattning och kunskaper om VDC. I detta kapitel sammanställs resultatet av undersökningen.

Totalt intervjuades nio personer från produktionsledningen. Majoriteten av personerna arbetar på nybyggnadsprojekten BRF Cyklisten, Kvillebäcken och Residens Sannegården som projekterats med VDC. Utöver dessa intervjuades även personer från några av Veidekke Entreprenad Byggs övriga projekt för att få en mer omfattande bild. Dessa projekt har inte projekterats med VDC och har därför inte en virtuell modell över byggnaden.

Under processens gång märktes att ett behov av komplettering fanns, därför tillkom ett antal nya frågor till intervjuunderlaget från dess att första personen intervjuades tills den sista personen intervjuades. Av denna anledning varierar antalet svaranden något mellan de olika frågorna. Dokumentationen av intervjuerna gjordes genom anteckningar på dator. Därav följer inte några citat utan endast författarnas egna anteckningar av vad den intervjuade sa.

Intervjuer har genomförts med följande personer:

Platschef, 38 år	Cyklisten Kvillebäcken
Arbetsledare, 36 år	Cyklisten Kvillebäcken
Arbetsledare, 57 år	Cyklisten Kvillebäcken
Arbetsledare/VDC-ingenjör, 25 år	Cyklisten Kvillebäcken
Arbetsledare, 37 år	Residens Sannegården
Arbetsledare/VDC-ingenjör, 27 år	Residens Sannegården
Entreprenadingenjör/Arbetsledare, 29 år	Kriminalvården
Entreprenadingenjör, 32 år	Perukmakaren
Platschef, 51 år	Byggservice

Nedan ges en sammanfattning av undersökningen för att på ett enkelt sätt redovisa medarbetarnas uppfattning och kunskap om VDC. Resultatet av undersökningen återges i sin helhet i bilaga 1.

För att få en uppfattning kring vilken datorvana medarbetarna har ställdes frågan "Hur van är du vid att använda datorer?". Med denna fråga som bakgrund ges en hint om hanteringen av själva tekniken kan bli ett bekymmer vid implementering av VDC. Alla använder datorer i sitt arbete på något sätt. Åtta av de nio tillfrågade anser att de är vana eller mycket vana vid att använda datorer. En av de nio anser att den inte är van. Generellt har yngre personer en större vana vid att arbeta med datorer men även intresset för att använda datorer varierar mellan olika personer, oberoende av ålder.

För att få reda på hur mottagliga medarbetarna är kring att arbeta med VDC så ställdes frågan ”Kan du tänka dig att gå en utbildning för att höja din kunskapsnivå gällande användning av 3D-modeller?” Alla svaranden kan tänka sig att gå en utbildning för att höja sin kunskapsnivå. Gällande vilken nivå de kan tänka sig att använda modellen på om de får gå en utbildning så fanns det fyra olika alternativ att välja mellan:

Nivå 1: Sitta med på möten där det används men inte använda själv.

Nivå 2: Navigera i modellen.

Nivå 3: Plocka ut information från modellen, till exempel mått och mängder.

Nivå 4: Ansvara för samordningen av modellen.

Två personer kan redan använda modellen på nivå 4. Fem personer kan tänka sig att lära sig nivå 3, resterande två personer kan gå upp till nivå 2. Detta innebär att alla tillfrågade är intresserade av att lära sig tekniken för att själv kunna använda modellen.

För att få en uppfattning om vad medarbetarna vet om VDC, BIM och ICE så fick de svara på vad respektive begrepp innebär för dem. Av resultatet kan det avläsas att alla tillfrågade har hört begreppet VDC i något sammanhang. Merdelen förknippar VDC endast med 3D-modellering medan ett fåtal även förknippar det med korta beslutsvägar, att upptäcka misstag, visualisering, projektering och tidig problemlösning. När det kommer till begreppen BIM och ICE så har de tillfrågade inte en lika tydlig uppfattning av vad dessa begrepp betyder. Många anser att BIM är samma sak som VDC och endast två kan förklara vad ICE innebär.

För att få en uppfattning om vilken bild medarbetarna har av sitt projekt ställdes frågan ”Anser du att du har en tydlig bild av hur projektet kommer se ut när det är klart?” Av de tillfrågade så har 6 av 9 haft tillgång till en modell under projektet medan resterande del inte har haft det då dessa projekt antingen inte har projekterats med VDC eller inte är färdigprojekterade ännu.

Alla som har haft tillgång till en modell anser att de har en tydlig bild av hur projektet kommer se ut när det är klart. Hälften av dessa nämner att modellen har varit till stor hjälp för denna förståelse, utan att modellen nämns i frågeställningen. Av dem som inte har tillgång till en modell svarar endast en att denne inte har en klar syn av projektet och att det beror på att projekteringen inte är klar ännu.

Till dem som arbetar i projekt som projekterats med VDC ställdes frågan ”På vilket sätt har modellen använts?” för att se hur personerna ute i produktionen använder sig av modellen idag. Det som framkom var att den har använts till att ta ut mått, till att titta på hur något ser ut när ritningarna är svårtolkade samt när nya arbetsmoment ska påbörjas så att de får en bättre bild av hur det ser ut. Under intervjuerna framkom även att modellen används till att titta på installationer samt för att samordna installationer tillsammans med UE.

Sammantaget så används alltså modellen mest till visualisering av olika slag. Modellen används i dagsläget enbart av den arbetsledare på projektet som varit VDC-ingenjör. Det innebär att de andra medarbetare som vill titta i modellen frågar denna person om hjälp. Det finns inga krav eller rutiner för hur och till vad modellen skall användas utan det är upp till respektive persons eget intresse.

När frågan *"Vad har du för inställning till användningen av 3D-modeller?"* ställdes anger de flesta att de är positiva. Ett fåtal nämner endast att de ser det som ett hjälpmedel eller som ett alternativ i framtiden. Några av de svarande har mer erfarenhet än de andra men trots den varierade erfarenheten så är inställningen ändå positiv hos de flesta.

När de tillfrågade fick frågan *"Vad tror du att du kan ha för nytta av 3D-modeller i ditt arbete?"* så kom följande fram. De flesta tänker sig att modellen kan användas för visualisering av olika slag, dels som visualisering av projektet i helhet eller på detaljnivå men också vid inläsning av projekt eller som introduktion för nya personer som ska sättas in i projektet. Det nämns även att modellen kan användas vid samordning mellan olika discipliner, som visualisering vid problemlösning och förberedning av svårare arbetsmoment samt vid genomgångar och planeringsmöten. Ytterligare punkter som nämns är att det bör gå att mäta och mått i modellen samt ta fram egna snitt utan att vara begränsad till de ritningar som redan finns.

När de fick tänka fritt kring frågan *"Vilka andra fördelar tror du att man kan få i produktionen utav att 3D-modeller används?"* så handlade det mycket om visualisering såsom att de inblandade får en bättre helhetsbild av projektet, att en större förståelse ges för det arbetsmomentet man arbetar med, att möjligheten ges att se hur projektet kommer se ut längre fram i tiden samt att de som har svårt att läsa 2D-ritningar får en bättre bild tack vare modellen. Det handlade även om att de tror att alla blir mer involverade och att arbetet kan bli effektivare då mindre tid slösas på att tolka svårförstådda ritningar. Det nämndes även här att modellen bör användas till mängdning inför beställning av material.

För att undersöka vilka aktörer i produktionen som bör använda sig av VDC ställdes frågorna *"Tror du att yrkesarbetarna/underentreprenörer kan ha nytta av att titta på eller använda en 3D-modell av projektet?"*. Några av de tillfrågade tror att yrkesarbetarna kan ha nytta av att modellen visas på olika sorters arbetsträffar, till exempel under en arbetsberedning. En person nämner att yrkesarbetare på projektet har frågat efter att få titta efter vissa detaljer i modellen. Vissa säger att de inte tror att det är aktuellt att yrkesarbetarna hanterar modellen själva då de går på ackord och därmed inte vill lägga tid på det. När det kommer till underentreprenörerna tror de flesta att främst installatörerna har nytta av modellen och då vid visualisering i trånga utrymmen men även för att ge en bild av hur installationerna kommer se ut när arbetet är klart. Det nämns även att snickarna och armerarna bör ha nytta av modellen men att armeringen då måste tas in i samordningsmodellen vilket inte gjorts i de aktuella projekten.

Under intervjuerna framkom också saker som den intervjuade upplevt vara eller tror kan bli problem med användningen av VDC och modellen i produktionen. Några av dessa var:

- Det är endast en person som kan använda modellen som måste hjälpa till om någon vill titta i modellen eller ta ut en vy. Problemet är inte att det tar så mycket tid utan att alla blir beroende av att den personen är där och kan hjälpa dem. Det vore optimalt om alla kunde kolla i modellen.
- En nackdel är att K och A inte ritat lika många detaljer nu eftersom man har modellen och att man ser allt där i numera. Detta är ett problem när man ska handla

upp UE då vissa snitt kan saknas. Underentreprenörerna vill ha pengar för det senare när det skapar problem.

- Det går inte att ta ut detaljer om modellen inte är så detaljerad.
- Modellen gäller inte som bygghandling, därför kan man inte bygga efter den.
- På detta projekt fattades en K-balk på ritningarna, den fanns däremot med i modellen.
- De hinder jag ser med användningen av 3D-modeller är att man inte får glömma av att man måste vara ute också, att man inte bygger huset på kontoret. Man måste till exempel dubbelkolla saker såsom mängder både i modellen och ute på plats.

Övriga åsikter som framkom under intervjuerna var:

- Det är nog bättre att arbetsledarna lär sig mer om hanteringen av modellen än platschefen. Det räcker att platschefen lär sig på en basic nivå.
- Det är viktigt att få in det så att man kan använda modellen på ett lätt sätt samt att den blir naturligt att använda. Det är svårt att se nyttan med det om man måste sätta in en extra resurs.
- Jag tror att det har varit en viktig del för min förståelse av tekniken att jag har suttit med under projekteringsmötena.

7 Analys av förutsättningar för att implementera VDC i produktionsfasen

För att möjliggöra att VDC skall kunna användas i produktionen krävs åtgärder och förändringar. I detta kapitel analyseras vilka förutsättningar som behövs för att möjliggöra användningen av VDC i dagsläget och i framtida projekt hos Veidekke Väst. Utgångspunkten är hur modellerna ser ut och vilken information de innehåller. Utifrån det presenteras vilka andra förutsättningar som behövs för implementering av respektive användningsområde. Först presenteras möjligheterna med modeller så som de ser ut i dagsläget. Vidare presenteras vilka ytterligare möjligheter som finns med en produktionsanpassad respektive detaljerad modell.

7.1 Dagens modeller

Som tidigare nämnts har Veidekke Väst hittills projekterat två projekt med VDC, Cyklisten Kvillebäcken och Residens Sannegården. Båda dessa projekt är i dagsläget i produktionsfasen. Som det framkom i intervjuerna med medarbetarna är det idag uteslutande den arbetsledare som tidigare varit VDC-ingenjör som använder modellen. Eftersom användandet av modellen och VDC är helt nytt för dem som arbetar i produktionen förefaller detta naturligt då det i dagsläget bara är VDC-ingenjören som har kunskap om modellen.

De modeller som skapats i dessa två projekt har inte anpassats för produktionen utan den modell som används är den som gjordes för att ta fram bygghandlingarna i projekteringen. Samgranskningsmodellerna innehåller objekten från disciplinerna A, K, Vent, Rör och El med undantag för armering som inte lagts in. Modellerna innehåller dock inte detaljer och inte heller recept för byggdelar eller liknande. Anledningen till att armeringen inte togs med var att det i början av projektet inte bedömdes att det skulle behövas. Att lägga in det i efterhand skulle bli för tidskrävande.

Modellerna som finns i dessa projekt kan ändå vara mycket användbara och är tillräckligt detaljerade för att användas för visualisering. Dels visualisering av hela byggnaden men även av rum, installationer och liknande. En sådan modell är tillräcklig för att användas på följande möten och aktiviteter enligt det som beskrivs i kapitel 5:

- Startmöte
- Planeringsmöten
- Lagbasmöten
- Veckomöte/MI-möte
- Installationssamordning
- Arbetsberedningar
- Byggmöten

Modellerna innehåller inte någon ytterligare information utöver det som finns i bygghandlingarna. Alla arbetsmoment som nämnts går att utföra med hjälp av ritningar och beskrivningar men en modell kan öka förståelsen och därmed underlätta arbetet.

Förutsättningarna som krävs för att möjliggöra att VDC används vid dessa tillfällen är dels praktiska förutsättningar och hjälpmedel och dels kunskap och inställning hos medarbetare och andra aktörer.

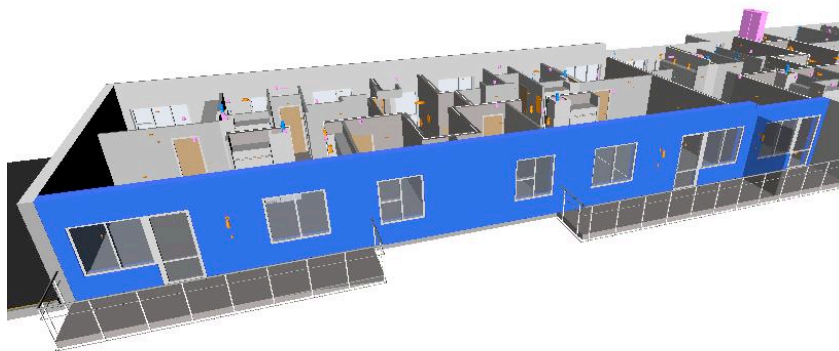
Praktiska hjälpmedel och förutsättningar som krävs är ett mindre mötesrum för planering samt ett stort rum där alla på projektet kan samlas. Dessa förutsättningar är troligtvis redan uppfyllda på de projekt där MI används. Vidare behövs i dessa rum någon form av utrustning för att visa modellen och information för alla.

För att modellen skall användas krävs att någon som deltar vid varje aktivitet har kunskap för att använda den. Det som krävs är att personen skall kunna navigera i modellen men gärna också kunna mäta och hämta information som finns i modellen.

Så som modellen ser ut i dagsläget går den även att använda till 4D-simulering av bygget i stora drag. Detta kan vara användbart i tidiga skeden av produktionsplaneringen, för att visa på startmöte eller för beställare och kunder. För att göra detta krävs att arbete läggs ner på att koppla tidplanen till modellen samt programvara som möjliggör detta. Med modellen kan också mängder fås ut, som exempelvis ytor, längder och volymer. Det är också möjligt att göra en 5D, det vill säga en koppling mellan kalkylen och modellen.

7.2 Produktionsanpassad modell

För att få bättre användning av modellen i produktionen behöver uppbyggnaden av den förändras. Idag är modellen inte anpassad efter de olika byggdelarna som används i produktionen. En prefabricerad fasad på 30 meter ritas som ett enda stycke, medan den i verkligheten är uppdelad i flera mindre, mer lätthanterliga, delar. Modellen skulle vara mer användbar om objekten delas upp i flera element. I figur 6 nedan visas ett exempel på hur en yttervägg modellerats som ett enda objekt.



Figur 6: Modell av ett våningsplan med yttervägg markerad i blått

I en produktionsanpassad modell ska till exempel prefabricerade byggdelar modelleras så att de virtuella objekten överensstämmer med de verkliga elementen. Även platsgjutna byggdelar delas upp i etapper så att de blir så lika som de verkliga gjutetapperna som möjligt.

Med en produktionsanpassad modell kan en mer realistisk 4D-simulering göras tack vare att bygghandlingarna är uppdelade i sin verkliga storlek. Den kan då även användas för att simulera veckoplanering eller användas vid avstämningar av projektet.

En svårighet med att skapa en produktionsanpassad modell kan vara att avgöra när anpassningen till produktionen ska göras. En förutsättning för att kunna produktionsanpassa modellen är att ha tillräckligt med information om bygget. Ett exempel på nödvändig information är att veta vilket stomsystem som kommer att användas. Anpassningen kan göras så fort all nödvändig information finns eller efter det att hela projekteringen är klar.

Produktionsanpassningen av modellen måste göras av de berörda konsulterna, detta på grund av att de har ett juridiskt ansvar för allt inom sin egen disciplin. Eftersom ritningarna, som är bygghandlingen, kommer från modellen är det viktigt att allt är rätt i modellen.

7.3 Modell med ökad detaljeringsnivå

Att öka detaljeringsgraden kan både innebära att de objekt som finns i modellen beskrivs ytterligare eller att fler objekt läggs in i modellen. Fördelar med att detaljera modellen är att enstaka arbetsmoment kan simulera mer noggrant steg för steg. Detta kan vara till nytta under till exempel en arbetsberedning då det förtydligar i vilken ordning momentet ska genomföras. Det är då lättare att förstå hur ett objekt byggs upp och därmed är det också enklare att undvika överarbete och dubbelarbete. Om modellen innehåller allt som ritningarna innehåller är det även möjligt att få mängder från varje objekt istället för geometrier. Det underlättar vid inköp men även kalkylarbetet eftersom mindre tid behöver läggas på att koppla posterna, jämfört med en modell med lägre detaljeringsnivå.

För att skapa en modell med en högre detaljeringsnivå krävs att mer information läggs in i modellen vilket leder till att modellfilen blir större och tyngre att arbeta med. Detta kan bli ett problem om modellen blir så stor att den inte går att hantera. Begränsningen är kapaciteten hos de tekniska hjälpmedlen vilket är något som hela tiden ökar och utvecklas.

Om detaljeringsnivån höjs behöver mer tid och arbete läggas på att modellera. Det är viktigt att tänka på att få med alla detaljer och även att alla anslutningar mellan de olika elementen blir rätt. Idag ritas detaljer i 2D separat vilket inte behöver göras om de finns med i modellen eftersom ritningarna kan tas fram ifrån modellen.

Ett annat problem som kan uppkomma om all information finns på två ställen är att informationen endast uppdateras på ett ställe och efterhand inte stämmer överens.

7.4 Programvaror

För att visualisera med hjälp av modellen krävs endast en så kallad viewer av en programvara vilket oftast är gratis. Navisworks används idag för samordning och visualisering av modellen under projekteringen och även ute på arbetsplatserna. Navisworks Freedom är en gratisversion och kan användas för att titta på modellen, mäta i den och spela upp simuleringar av tidplanen. För att spara vyer, ändra i

modellen eller göra kollisionkontroller krävs den ordinarie programvaran Navisworks Manage.

En alternativ programvara för modellhantering är Solibri Model Checker och Solibri Model Viewer. Fördelen med Solibri sägs ofta vara att programmet är lättare att hantera och har ett enklare gränssnitt jämfört med Navisworks. Det finns skillnader i vilka funktioner som finns i de båda programvarorna men det har inte undersökts ytterligare i denna rapport.

I dagsläget hos Veidekke region Väst används PlanCon för tidplanering och BidCon för kalkyl. Det är möjligt att importera en tidplan från PlanCon till Navisworks för att skapa en 4D-simulering, detta kräver dock manuellt arbete för att koppla varje objekt till en aktivitet. Den version av Navisworks som används i dagsläget stödjer inte 5D vilket gör att en kalkyl från BidCon inte kan importeras.

Ett alternativ är att använda programvaran Vico Office där både tidplan och kalkyl kan göras och då med modellen som utgångspunkt. I region Stockholm har Vico Office börjat användas mestadels för att göra kalkyler men även lite för tidplanering. Det upplevs där att programmet har stor potential men att det fortfarande finns problem med det som inte kunnat lösas ännu²². Störst nytta tros användandet av programmet ge i projekt som liknar varandra eftersom samma grundmall då kan användas för kalkyler och tidplaner.

Någon vidare undersökning av hur de olika programvarorna fungerar och vilken arbetsinsats som krävs har inte gjorts i detta projekt.

²² Nima Assadi – VDC-ingenjör Veidekke Bygg Stockholm, Intervju 2012-05-15

8 Diskussion

I följande kapitel diskuteras vad VDC bör användas till under produktionsfasen samt hur implementeringen kan genomföras hos Veidekke region Väst.

8.1 Vad skall VDC användas till i produktionen?

I intervjuerna med medarbetare i produktionen visade det sig att arbetet med VDC i dagsläget uteslutande handlar om visualisering. Det finns i dessa projekt inga klara rutiner eller instruktioner för när och till vad VDC skall användas i produktionsfasen. Som tidigare nämnts är de tre stegen för Veidekkes VDC-stege visualisering, integrering och automatisering. Nedan diskuteras vilka av de tre stegen vi anser är aktuella för Veidekke att genomföra.

8.1.1 Visualisering

Visualisering genom VDC är användbart i produktionen. Vi tycker att modellen ska användas för visualisering vid de tillfällen som presenterats i kapitel 7.1, på de projekt som projekteras med VDC. Tidigare har nämnts att visualisering genom en modell ökar förståelsen för projektet och byggnaden. Genom en bättre förståelse kan missförstånd och feltolkningar av handlingar undvikas. Även i resultatet av undersökningen bland medarbetarna är visualisering det som ses som den största möjligheten med VDC i produktionen. Flera personer uppger också att modellen varit till hjälp för deras egen förståelse av projektet.

En risk som kan finnas i dagsläget är att medarbetarna i produktionen inte litar på att det som finns i modellen stämmer med ritningar och handlingar. Men eftersom ritningarna skapats utifrån modellen bör de stämma överens så länge även modellen uppdateras vid ändringar. Däremot kan det upplevas som ett problem att alla detaljer och byggdelar inte finns med i modellen.

På de projekt som projekterats med VDC finns i dagsläget en BIM som kan användas för visualisering. För att börja använda modellen för visualisering krävs inga förändringar av rutiner och arbetssätt i stort. Skillnaden är att modellen nu används som ett komplement till ritningar och beskrivningar under alla de möten och aktiviteter som nämnts tidigare.

Vi tror även att MI kan förstärkas med visualisering med VDC genom att alla får en tydligare bild och större förståelse. Detta förutsätter dock att projekten arbetar med involverad planering och följer de instruktioner om MI som redan finns i dagsläget.

8.1.2 Integrering

Att integrera modellen med tidplanen är ett bra sätt att kunna visa planeringen på ett lättförståeligt sätt. Vi tycker att 4D-simulering har stor potential och är något som är användbart för produktionen. För att integrera tidplaneringen med modellen krävs att arbete läggs ner på detta, framför allt vid införandet. Dessutom måste Veidekke i dagsläget införskaffa ny programvara som stödjer 4D eller lägga arbete på att integrera de programvaror som redan används. Därför tycker vi att arbetet med att skapa 4D-modeller ska börja först när modellerna har produktionsanpassats. Främst

för att modellen och simuleringen då blir mer användbar för produktionsfasen och kan användas för exempelvis veckoplanering och avstämning.

Vi tycker även att potentialen med 5D är stor men att integrering mellan modell och kalkyl inte bör göras enbart för produktionsplanering. Eftersom det är kalkylatorerna som skall ha kunskap om hur kalkylerna görs bör de involveras om integrering mellan kalkyl och modell skall genomföras. I dagsläget genomförs projekt både med och utan VDC vilket innebär att en ny rutin för kalkyl i VDC-projekt skulle innebära att kalkylatorerna måste jobba på olika sätt i olika projekt. Detta kan vara nödvändigt under en första fas men det långsiktiga målet bör vara att hitta ett arbetssätt som är så enhetligt som möjligt genom hela kalkylprocessen i olika typer av projekt.

Den största nyttan med att integrera kalkyl med modellen fås om kalkylens alla poster är kopplade till objekt i modellen och därmed kan uppdateras när modellen ändras. Som tidigare nämnts är detta möjligt med modellerna idag men kräver arbete för att koppla mängderna till rätt objekt, se kapitel 5.5.

En produktionsanpassad modell ger ingen skillnad i den totala kalkylen eftersom det endast innebär att samma objekt delas upp i flera bitar. Däremot kan en detaljerad modell underlätta eftersom fler kalkylposter då kan kopplas direkt till motsvarande objekt i modellen.

Vi tycker att modellen ska användas till mängdning så långt det går. Idag finns det en osäkerhet i om mängderna i modellen stämmer med verkligheten. Därför bör en undersökning genomföras där mängderna som modellen anger jämförs med mängderna som behövs i verkligheten. Om förhållandet skiljer sig, bör anledningen till det undersökas. Denna undersökning bör göras på projekt som idag är i produktionsfasen så att denna information kan komma till nytta snabbt.

Programvaran är i dagsläget en av de avgörande faktorerna för att modellen skall kunna integreras med tidplan och kalkyl. Val av programvara diskuteras i kapitel 8.4.4.

8.1.3 Automatisering

Det projekt som gavs i exemplet på hur RFID kan användas hade speciella förutsättningar; det var ett stort projekt med många prefabricerade delar samtidigt som lagringsutrymmet var litet. Här visade sig RFID vara användbart. Det är dock osäkert vilka vinster som kan göras i andra typer av projekt exempelvis bostadsprojekt.

För att Veidekke ska kunna börja använda sig av RFID krävs det att leverantörerna arbetar med denna teknik. Eftersom detta arbete har avgränsat sig till att enbart röra Veidekkes egen organisation har det inte undersökts hur leverantörerna ställer sig till och arbetar med RFID.

8.2 Vilka ska lära sig VDC och hur?

En viktig aspekt vid införandet av VDC i produktion är att det inte får bli ett extra arbetsmoment utan ett hjälpmedel som underlättar förståelsen och arbetet. Ute i produktionen är det ofta ont om tid och snabba beslut måste fattas. I dessa situationer tas inte tid för att lära sig nya programvaror eller använda nya arbetssätt. Det är därför viktigt att företaget ser till att de personer som skall kunna använda VDC får den utbildning som behövs samt att de ges tid för att lära sig att arbeta med det. När man har lärt sig att hantera modellen kan man själv avgöra när det är lämpligast att använda modellen eller att titta på ritningar, beroende på situationen.

Det finns en oro för att arbetet med VDC skall ta extra tid och att det behövs fler resurser i produktionen. På projekt GIH har produktionsledningen inte upplevt att det tar någon extra tid, all planering och problemlösning måste ändå göras och att exempelvis titta i modellen är bara ett sätt att förstå det bättre. Så länge personerna har kunskap att använda modellen så upplevs det inte att det tar extra tid utan i vissa situationer kan det till och med gå fortare tack vare att modellen används.

8.2.1 Vilka ska kunna använda modellen?

Vilka som skall kunna hantera modellen bör bestämmas innan produktionen startar och bestämmas utifrån personernas eget intresse samt vilken ambition företaget har för hur och till vad VDC skall användas i projektet.

Om modellen ska kunna användas för alla aktiviteter i kapitel 7.1 behöver minst platschefen och alla arbetsledare kunna hantera modellen. Anledningen till att *alla* arbetsledare ska kunna använda modellen är för att de ska kunna använda den i sitt eget arbete. Det kan exempelvis vara vid arbetsberedningar eller i problemlösning som gäller respektive arbetsledares ansvarsområde. Varför även platschefen bör kunna använda modellen är för att han eller hon ofta har kontakt med exempelvis beställaren som är en av de aktörer som tros ha mest nytta av visualisering med en modell. Det är då bra om platschefen själv kan använda modellen för att visa upp problem eller frågeställningar som skall diskuteras utan att vara beroende av att en arbetsledare kan vara med.

Platschefen och arbetsledarna bör ha tillgång till modellen på sin egen dator. I och med att dessa personer kan hantera modellen säkerhetsställs möjligheten att använda modellen vid alla aktiviteter. Om det finns en installationssamordnare på projektet ska denna person också kunna hantera modellen. Även yrkesarbetare och lagbaser som är särskilt intresserade av att lära sig bör få chansen men det är inget krav för att ovanstående förslag skall kunna genomföras.

Av undersökningen framkommer det som önskvärt och optimalt om alla kunde använda sig av modellen. I dagsläget är det endast VDC-ingenjören som kan göra detta vilket innebär att alla blir beroende av denna person. Genom att platschefen och alla arbetsledare får lära sig att hantera modellen behöver ingen längre vara beroende av en specifik person.

Platschefen och arbetsledarna ska åtminstone kunna använda modellen på nivå 2 vilket gör det möjligt för dem att navigera i modellen, enligt frågeställningen i kapitel 6. Att kunna navigera i modellen är nyckeln till visualisering. För att ha större nytta av

modellen och dess information så är det önskvärt att de kan använda modellen på nivå 3.

Det bör också finnas en person som har ansvar för modellen på projektet. Förutsatt att det finns en VDC-ingenjör/arbetsledare så bör denne ansvara för att hanteringen av modellen fungerar även i produktionen. VDC-ingenjören är en lämplig person för detta i och med att han eller hon har en bra kunskap kring modellen och programvaran sedan tidigare. Om projektet saknar VDC-ingenjör, på grund av att denne inte följer med ut i produktionen eller att Veidekke själva inte haft någon VDC-ingenjör vid projekteringen, så bör en kunnig platschef eller en arbetsledare ha ansvaret för modellen. Det kan även vara lämpligt att exempelvis en VDC-ingenjör från ett annat projekt finns som stödperson för att hjälpa till när frågor uppstår.

8.2.2 Utbildning och information

För att skapa bästa möjliga förutsättningar och maximera nyttan för VDC under produktionsfasen tror vi att det bästa vore om alla i produktionen informeras om VDC genom en informationsträff. Med alla menas både yrkesarbetare och tjänstemän. Trots att alla i produktionen inte behöver använda sig av modellen så kommer arbetet med VDC att beröra alla på ett eller annat vis. Ju fler som vet vad VDC handlar om, desto bättre är förutsättningarna för att det kommer att användas.

Lämpligt att ta upp under detta tillfälle är att berätta vad VDC är och vilka möjligheter som finns med det, samt hur Veidekke har valt att arbeta med det. Fokus skall ligga på hur det kan och skall användas i produktionsfasen. Av undersökningen som gjordes bland medarbetarna framkom det att många har hört talas om VDC men att få vet vad det faktiskt innebär. Det framkom också att många förknippar VDC med endast en 3D-modell. Därav är det även lämpligt att ta upp och förtydliga vad begreppet innebär för Veidekke samt att visa att VDC är mer än bara en 3D-modell. Kopplingen mellan MI och VDC bör påvisas.

Syftet med informationsträffen är att ge en grundläggande kunskap om VDC men framförallt att väcka ett intresse hos medarbetarna. Träffen bör hållas för alla yrkesarbetare och tjänstemän i produktionen under ett och samma tillfälle då det förtydligar att *hela* Veidekke region Väst nu ska börja arbeta med VDC och att det inte bara är projektspecifikt. Att alla på ett projekt får vetskap om det nya arbetssättet ökar också medarbetarinvolveringen.

Utöver denna informationsträff, som kan tänkas bli ganska generell, bör också en mer projektspecifik utbildning hållas. För att möjliggöra att VDC används under de tillfällen som rekommenderats måste minst platschefen och arbetsledarna gå på denna vidareutbildning. Att utbildningen är projektspecifik gör den troligtvis mer inspirerande och lärorik eftersom modellen för det aktuella projektet kan användas. Denna utbildning bör hållas vid projektstart så att informationen och kunskapen är färsk när produktionen börjar. Förmodligen bör det räcka med att ha en internutbildning inom Veidekke där exempelvis en VDC-ingenjör utbildar övriga. Utbildningen kan hållas i form av en workshop där alla lär sig att hantera modellen och programvara men också kan diskutera hur VDC skall tillämpas i deras projekt.

Undersökningen bland medarbetarna visade att alla tillfrågade kan tänka sig att gå en utbildning för att höja sin kunskapsnivå. Alla kan tänka sig att som minst lära sig

hantera modellen på nivå 2, vilket innebär att lära sig att navigera i modellen. Detta tyder på att intresset finns bland många tjänstemän i produktionen för att lära sig mer om VDC.

Utöver detta rekommenderas också att en informationsträff hålls för övriga i projektet, gärna i samband med startmötet. Här bör förmedlas hur VDC ska tillämpas på just detta projekt så att alla vet vad som väntar samt har möjlighet att påverka deras egen arbetssituation. Genom att koppla den tidigare kunskapen som gavs under grundutbildningen till ett verkligt projekt får alla troligtvis en bättre förståelse för VDC.

8.3 Vilka krav ska ställas på modellen?

Något som hela tiden återkommer när det gäller modellen är frågan om vilken information den ska innehålla. Den ska givetvis innehålla den information som är nödvändig för det ändamål man önskar ha den till. Det viktigaste i denna process är att det i ett tidigt skede bestäms vad modellen ska användas till så att rätt information kan läggas in från början. Att göra denna bedömning kan vara svårt, men det är viktigt att vara medveten om vilka begränsningar och möjligheter som finns med den modell som skapas.

Oavsett hur modellen byggs upp är det viktigt med en strukturerad projektering så att alla modeller ser ut på samma sätt. Att rekommendera är ett gemensamt mappsysteem som är lika från projekt till projekt, detta skulle underlätta i många syften. Det blir dels lättare för en person som inte är insatt i just ett specifikt projekt att sätta sig in i modellen men det blir också lättare för produktionspersonalen att gå från ett avslutat projekt till nästa. Genom att bygga upp modellen på samma sätt kan frågor lättare besvaras.

8.3.1 Ska modellen produktionsanpassas?

Vi tycker att ett rimligt krav att ställa på modellen i dagsläget är att produktionsanpassa den. Genom att göra detta kommer den till bättre nytta för produktionen. I och med att modellen är produktionsanpassad stämmer dess byggdelar ihop med de verkliga byggdelarna vilket innebär att simuleringar som stämmer väl överens med verkligheten kan göras. Att simulera tidplanen är ytterligare ett steg inom visualisering och ger alla de fördelar som tidigare nämnts för visualisering.

I VDC-manualen står det att *"Modellen ska modelleras som huset kommer att byggas med byggdelar uppdelade och definerade på rätt plats. Byggdelar ska stämma överrens med information om dess egenskaper och modelleras med en enhetlig referenssida"* (Veidekke, 2011a). Denna text innebär i princip att modellen skall produktionsanpassas men ändå har det inte gjorts i projekten hittills.

Produktionsanpassningen kan göras när tillräckligt med information finns om hur byggnaden ska uppföras. Detta kan vara antingen en bit in i projekteringen eller efter dess att projekteringen är klar. Fördelen med att göra det under projekteringen jämfört med efter är att risken för att behöva modellera om saker minskar. Fördelen med att göra anpassningen efter dess att projekteringen är klar är att större vetskap finns om projektet vilket bör underlätta arbetet med anpassningen.

Veidekke kan inte själva produktionsanpassa modellen utan detta måste respektive konsult göra på grund av det juridiska ansvaret. För att produktionsanpassningen ska bli så bra som möjligt är det bra att ta hjälp av en eller flera personer som har erfarenhet av produktionen.

Vi tycker att målet under hela projekteringen skall vara att göra en produktionsanpassad modell och att så mycket av produktionsanpassningen som möjligt bör göras under projekteringen så fort tillräckligt med information finns. Trots det kan det behövas ett extra arbetsmöte i slutfasen av projekteringen för att göra ytterligare anpassning av modellen. Detta bör ske i samråd med exempelvis platschefen för projektet som kan bidra med information med hur projektet kan genomföras. Om denna person inte tidigare arbetat i ett VDC-projekt kan det vara svårt att ha åsikter om hur modellen ska byggas. Det är därför viktigt att sammanställa erfarenheter från de projekt där man arbetar med VDC i dagsläget för att ta till vara på dessa i nästa projekt.

8.3.2 Ska modellen ha en ökad detaljeringsgrad?

Så länge som ritningar och beskrivningar är bygghandlingen så används modellen enbart för att få en bättre förståelse och för att lättare kunna tolka handlingarna. I dagsläget är det därför inte säkert att nyttan med en detaljerad modell under produktionen överväger det arbete som behöver läggas på att öka detaljeringsgraden.

I dagsläget när ritningar och beskrivningar är bygghandlingen måste allt byggas efter dessa. Risken finns då att det vid ändringar i projektet enbart uppdateras i ritningarna och beskrivningarna vilket gör att modellen efterhand kan innehålla fel information. Ju högre detaljeringsgrad det är i modellen, desto fler objekt finns. Ju fler objekt som finns, desto fler saker är det som kan skilja sig mellan ritningarna och modellen om modellen inte uppdateras.

8.3.3 Kan modellen fungera som bygghandling?

Om modellen skulle fungera som bygghandling kan mer information integreras i modellen eller kopplas till den. Alla ritningar och beskrivningar kan då fås utifrån modellen och all information finns samlad på ett ställe. Detta skulle minska risken för dubbel informationshantering eftersom alla förändringar under projektets gång skulle göras i modellerna.

I dagsläget finns en osäkerhet bland medarbetarna i produktionen hur modellen skall användas och om informationen i den verkligen stämmer. Eftersom modellen inte är någon bygghandling måste även ritningarna användas ändå eftersom de är den giltiga bygghandlingen.

För att modellen ska kunna användas som en bygghandling krävs flera förändringar. Dels krävs det antingen att allt som skall byggas finns med i modellen eller att det mycket noga definieras vad som skall finnas i modellen och vad som skall finnas som komplement i form av detaljer och beskrivningar. Dessutom behöver entreprenören både ha kunskap och programvara för att själv kunna ta fram sektioner och planritningar utifrån modellen.

Om modellen även i fortsättningen endast skall vara ett komplement till bygghandlingarna är det viktigt att detta inte påverkar handlingarnas kvalitet. Ett exempel på felaktiga handlingar var under ett projekt där en bärande balk var med i modellen men inte fanns med på ritningarna. I undersökningen framkom det att medarbetarna i produktionen upplever att arkitekterna och konstruktörerna inte ritar lika många detaljer nu när de har modellen. Så länge modellen inte ersätter några ritningar är det viktigt att produktionen får alla de handlingar de behöver, exempelvis för upphandling av underentreprenörer.

8.4 Val av hjälpmedel

Att avgöra vilka hjälpmedel Veidekke ska använda sig av har flera svårigheter. Dels kan förutsättningarna skilja sig åt mellan olika projekt. Sådana förutsättningar kan vara om det är ett om- eller nybyggnadsprojekt, hur bodetableringen ser ut samt hur många personer som ska arbeta på projektet. Även intresset och ambitionen hos medarbetarna är en viktig faktor. Om ingen är intresserad av att använda ett visst hjälpmedel så kommer det heller inte att användas.

En annan svårighet är att många tekniska hjälpmedel är relativt oprövade i branschen vilket gör att undersökningar av dess för- och nackdelar saknas.

De hjälpmedel som det under arbetets gång har framkommit att Veidekke har provat är projektorn, smartboarden och surfplattan. Projektorn används flitigt medan smartboarden har använts endast på några projekt. Surfplattan har bara testats av ett fåtal personer.

Nedan diskuteras aspekter som är värda att tänka på angående respektive hjälpmedel.

8.4.1 Surfplatta

Fördelen med en surfplatta är att all information kan samlas och finnas tillgänglig på ett och samma ställe. Nackdelen är att den är väderkänslig och relativt ömtålig. Surfplattan kan tänkas lämpa sig bättre i ombyggnadsprojekt än nybyggnadsprojekt då miljön är mer väderskyddad i det förstnämnda.

Den surfplatta som har testats ute på projekt är iPad. Det anses generellt svårt att navigera i modellen på surfplattor men det beror också på vilken applikation som används. Det är möjligt att det finns andra sorters surfplattor och applikationer som lämpar sig bättre för byggprojekt, både med avseende på tålighet och navigering.

En förutsättning för att komma åt önskad information genom surfplattan är att det finns trådlös uppkoppling över hela byggarbetsplatsen.

En undersökning bör göras för att hitta en surfplatta som är lämplig att använda i byggprojekt. Den bör vara vädertålig och eftersom produktionspersonalen ofta har handskar på sig kan det vara fördelaktigt om den kan användas ihop med en pekpena.

8.4.2 Smartboard

Vi tycker att smartboards bör användas för visualisering ute på projekten eftersom de underlättar en involverande planering. Som det framkom vid besöket av projekt väg 155 kan smartboarden vara användbar även i projekt där en modell saknas.

8.4.3 Gemensam dator

Eftersom tjänstemännen har egna datorer är det yrkesarbetarnas intresse som bör avgöra om en gemensam dator ska finnas eller inte. Om vyer från modellen finns sparade på datorn så kan den användas även av personer som inte har lärt sig att navigera. Den person som har ansvaret för modellen kan efter planeringsmötet spara vyer över de områden där arbete ska utföras kommande vecka.

8.4.4 Programvaror

Vi tycker att det i dagsläget är lämpligt att fortsätta använda Navisworks för hantering och samordning av modellen även ute i produktionen. Dels för att göra hanteringen så enhetlig som möjligt genom hela processen och dels för att kunskap om programmet redan finns inom företaget. När VDC-ingenjören följer med ut i produktionen finns också en person ute på plats som kan hantera programmet från början och kan hjälpa de andra under tiden. Programvaror utvecklas och uppdateras ständigt och det kan därför vara bra att regelbundet utvärdera hur den valda programvaran passar företagets behov samt undersöka vilka alternativ som finns.

Om modellen skall integreras med tidplan och kalkyl krävs även programvara för att hantera detta. I dagsläget är Vico Office den enda programvaran som möjliggör en samlad hantering av både modell, tidplanering och kalkyl. Erfarenheten från Stockholm visar dock att det finns mycket kvar att arbeta på både vad gäller utveckling av programmet och hanteringen av det på företaget. Vi ser därför två möjliga alternativ för region Väst om integrering skall genomföras. Antingen kan region Väst helt enkelt vänta och se om region Stockholm hittar en lösning för hur programmet skall användas eller så kan båda regionerna samarbeta och tillsammans försöka hitta en lösning. Oavsett vilket så är ett samarbete mellan regionerna att föredra för att undvika att samma misstag görs på båda ställen.

8.5 Utvärdering av metod

Eftersom undersökningen bland medarbetarna i produktionen endast omfattade nio personer är det inte säkert att deras svar kan appliceras på övriga medarbetare inom Veidekke. Medvetenhet finns om att det kan finnas personer som är mer skeptiska till VDC och inte har blivit representerade i detta underlag.

Intervjuerna med medarbetarna gjordes relativt tidigt och under arbetets gång har fler frågeställningar uppkommit som skulle varit intressanta att ta med i undersökningen. Åsikter kring integrering av tidplan och kalkyl samt olika hjälpmedel hade varit användbart.

I detta arbete har inga ekonomiska bedömningar gjorts. Den ekonomiska aspekten är dock en avgörande faktor för vilket sätt man kommer att arbeta på. Huruvida

användandet av VDC i produktionen leder till färre fel, effektivare produktion eller på annat sätt ökar lönsamheten är avgörande för hur det kommer att användas.

9 Rekommendationer till Veidekke region Väst

Veidekke har tydliga anvisningar på hur VDC ska användas under projekteringen. Liknande anvisningar bör göras för att arbetet med VDC ska kunna implementeras på bästa möjliga sätt även i produktionsfasen. Tydliga avgränsningar bör göras för vad VDC innebär i just produktionsfasen och vilka delar som skall vara i fokus i denna fas. Tydliga instruktioner gör också att arbetet med VDC blir mer enhetligt mellan olika projekt.

Nedan följer ett förslag på hur VDC stegvis kan implementeras i produktionsfasen.

9.1.1 Steg 1: Visualisering

Det första steget för att implementera VDC i produktionsfasen är att använda modellen för visualisering. Detta steg kräver inga stora förändringar av rutiner eller arbetssätt i produktionen utan innebär endast att modellen används som komplement. Steget är möjligt att genomföra med den typ av modell som skapats i VDC-projektering hittills. För att steget skall kunna genomföras och nyttan med visualisering bli så stor som möjligt bör följande göras:

- VDC-informationsträff för medarbetarna i produktionen
- Workshop/utbildning för utvalda medarbetare vid start av nytt projekt
- Val och inköp av lämpliga hjälpmedel

9.1.2 Steg 2: Skapa produktionsanpassade modeller

Detta steg kräver en förändring i hur modellen ser ut och hur projekteringen genomförs. I VDC-manualen står det att *"Modellen ska modelleras som huset kommer att byggas med byggdelar uppdelade och definerade på rätt plats"*. Trots det är modellerna som har skapats hittills inte uppbyggda på detta sätt. Detta kan åtgärdas genom att:

- Förtydliga instruktionen i VDC-manualen så att modellen under projekteringen produktionsanpassas enligt exempel i 7.2

9.1.3 Steg 3: Integrering av tidplan och kalkyl

Ytterligare ett steg är att integrera modellen med tidplan och kalkyl och därmed skapa 4D- och 5D-modeller. För att möjliggöra integrering mellan tidplan och modell krävs programvara och kunskap. Störst nytta med en 4D-simulering fås om modellen produktionsanpassats varför steg 2 bör utföras innan detta steg genomförs. För att möjliggöra integrering även av kalkyl bör kalkylavdelningen involveras vid val och införande av ny programvara samt utveckling av arbetssätt. För att hela steg 3 skall kunna genomföras bör detta genomföras:

- Välja lämplig programvara
- Involvera kalkylavdelningen

Åtgärderna som presenterats ovan är i första hand möjliga att applicera på egenutvecklade projekt. På projekt med externa beställare kan Veidekke inte påverka projekteringen på samma sätt och därför är det inte säkert att alla delar går att genomföra.

9.1.4 Avslutande rekommendationer

Det är viktigt att efter ett projekt där VDC använts i produktionen göra en utvärdering av vad som fungerat och inte samt vad som skulle kunna göras bättre till nästa projekt. Detta kan också göras under projektens gång för att erfarenheterna skall komma till nytta tidigare. Det som bör utvärderas är om mängder i modell och verklighet stämmer, de hjälpmedel som har prövats i projektet, vilka fördelar VDC haft, vilka problem som uppkommit samt hur medarbetarna upplevt arbetet med VDC.

Genom ett bättre samarbete regionerna emellan kan erfarenheter från fler projekt användas och utvecklingen ske fortare. Eftersom ett projekt pågår under flera år tar det annars lång tid innan VDC-arbetet kan utvärderas. Förbättrat samarbete mellan bygg- och anläggningsprojekt är också önskvärt. Att samarbeta över flera regioner gör också att problem som en region gjort kan undvikas i andra projekt. Vi har i dagsläget upplevt att region Väst inte har så bra uppfattning om vad de övriga regionerna arbetar med när det gäller VDC i produktionen utan det som hörs är mestadels rykten snarare än erfarenhetsutbyte.

Fördelarna med VDC och BIM blir större ju fler aktörer som använder det. Det bör därför undersökas hur leverantörer och underentreprenörer ställer sig till att arbeta med detta samt hur ett samarbete med dessa skulle kunna fungera. Detta har inte omfattats i denna rapport men är en viktig faktor för att öka nyttan under produktionsfasen.

Sammanfattningsvis är visualisering den del av VDC som är enklast att införa och även den del som upplevs ha störst nytta i produktionen. Vi tror att potentialen med VDC under produktionsfasen är stor och att en större förståelse bland medarbetarna kan underlätta arbetet i produktionen och även öka medarbetarinvolveringen.

Referenser

- Brohn, C-E. et al. (2010) BIM – byggnadsinformationsmodeller för byggmästare; en handbok. *OpenBIM*
http://www.openbim.se/documents/OpenBIM/OpenBIM_projekt/BIMhandbok-2010-02-01.pdf (2012-02-24)
- Dehlin, S. (2011) RFID och BIM i byggproduktion. *SBUF*.
<http://www.sbuf.se/ProjectArea/Documents/ProjectDocuments/CD973A17-A170-4308-8ED0-ACED7036E8DB%5CFinalReport%5CSBUF%2012459%20Slutrapport%20RFID%20och%20BIM%20i%20byggproduktion%20-%20%202011-11-01.pdf> (2012-05-03)
- Eastman, C. (2011) *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers designers, engineers, and contractors*. 2. ed. Hoboken, NJ: Wiley.
- Jongeling, R. (2008) BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt. *Luleå tekniska universitet*. <http://pure.ltu.se/portal/files/1666735/LTU-FR-0804-SE.pdf> (2012-04-19)
- Kunz, J. & Fischer, M. (2012) Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions. *Stanford University - Center for Integrated Facility Engineering* 14:e upplagan.
<http://www.stanford.edu/group/CIFE/online.publications/WP097.pdf> (2012-04-11)
- Lindström, A. & Lorentzson, R. (2011) *Modellering i fyra dimensioner*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola. (Examensarbete inom Institutionen för bygg- och miljöteknik. Construction Management).
- Nilsson, G. (2011) Gemensamma standarder krävs inom BIM-området. *OpenBIM*.
http://www.openbim.se/documents/OpenBIM/Infoblad/Reviderade_20120409/Gemensamma_standarder_kravs_inom_BIM-området.pdf (2012-05-04)
- Nordstrand, U., Révai, E. (2008) *Byggstyrning*. Tredje upplagan. Stockholm: Liber AB
- Reslow, J. (2008) Möjligheter med RFID i byggproduktion, *Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF)*,
http://www.sbuf.se/sa/node.asp?node=133&template=/templates/projectdirectory.asp&sa_content_url=/plugins/projectdirectory/show5.asp&id={B48C6C63-B71B-473F-B8BF-B7F0339B31E3}&status=5 (2012-05-04)
- Thorell, U. (2010) BIM på bygget – en förstudie. *OpenBIM*.
<http://www.openbim.se/sa/node.asp?node=1178> (2012-01-31)
- Trost, J. (1997) *Kvalitativa intervjuer*. Andra upplagan. Lund: Studentlitteratur.
- Veidekke (2011a) *VDC-manual*. Veidekkes intranät. (2012-02-15)
- Veidekke (2012a) *Detta är Veidekke*. http://www.veidekke.se/om_veidekke/detta-ar-veidekke/ (2012-04-17)

Veidekke (2012b) *Medarbetarinvolvering - MI*.
http://www.veidekke.se/om_veidekke/vardeskapande_samspel/medarebtarinvolvering
(2012-04-04)

Veidekke (2012c) *MI 1.0 – ett baskrav*. Veidekkes intranät. (2012-04-13)

Veidekke (2012d) *Regionhandboken - Veidekke Entreprenad Bygg region Väst*.
Veidekkes intranät. (2012-02-15)

Veidekke (2012e) *Säkerheten först och främst*.
http://www.veidekke.se/om_veidekke/hms/article68748.ece?q=hms&source=3634
(2012-05-03)

Veidekke (2012f) *VDC/BIM - För ett mer interaktivt byggande*.
<http://www.veidekke.se/article66795.ece> (2012-02-22)

Bildkällor

Omslag:

Övre vänstra: Egen bild från modell projekt Residens Sannegården

Övre högra: Bild tagen av Nima Assadi – VDC-ingenjör Veidekke Bygg Stockholm

Nedre vänstra: Tekla (2012) *Tekla BIMsight 1.4 takes BIM to the field with Windows tablets*. <http://www.tekla.com/us/about-us/news/pages/teklabimsight1.4.aspx> (2012-05-23)

Nedre högra: Solutions Inc. (2011) *Navisworks Manage 2012*. <http://www.solutions-inc.co.uk/index.php/business2/itemlist/tag/Business?start=5> (2012-05-23)

Figur 2: Veidekke (2011a) *VDC-manual*. Veidekkes intranät. (2012-02-15)

Figur 5: Veidekke (2011b) *VDC – Presentation Chalmers 2011*. Veidekkes intranät. (2012-03-02)

Bilaga 1: Resultat av undersökning bland medarbetarna

Nedan ges resultatet av undersökningen bland medarbetarnas uppfattning och kunskap om VDC.

Under processens gång märktes att ett behov av komplettering fanns, därför tillkom ett antal nya frågor till intervjunderlaget från dess att första personen intervjuades tills den sista personen intervjuades. Av denna anledning varierar antalet svaranden något mellan de olika frågorna. Dokumentationen av intervjuerna gjordes genom anteckningar på dator. Därav följer inte några exakta citat, utan endast författarnas egna ord och sammanfattning av vad den intervjuade sa. Svaren presenteras utan inbördes ordning.

Intervjuer har genomförts med följande personer:

Platschef, 38 år	Cyklisten	Kvillebäcken
Arbetsledare, 36 år	Cyklisten	Kvillebäcken
Arbetsledare, 57 år	Cyklisten	Kvillebäcken
Arbetsledare/VDC-ingenjör, 25 år	Cyklisten	Kvillebäcken
Arbetsledare, 37 år	Residens Sannegården	
Arbetsledare/VDC-ingenjör, 27 år	Residens	Sannegården
Entreprenadingenjör/Arbetsledare, 29 år	Kriminalvården	
Entreprenadingenjör, 32 år	Perukmakaren	
Platschef, 51 år	Byggservice	

Hur van är du vid att använda datorer?

2 av 9 anser att de har hög datakunskap

6 av 9 anser att de är vana

1 av 9 anser att de inte är så vana, men vill gärna lära sig mer.

Bilden av ett projekt kan vara olika för olika personer och förändras under tidens gång. Anser du att du har en tydlig bild av hur projektet kommer se ut när det är klart?

- Nej, eftersom projekteringen inte är klar ännu. I andra projekt som jag suttit i tidigare har bilden ofta ändrats under tidens gång. Slutresultaten med finishen samt installationerna är svåra att visualisera hur de kommer se ut vid projektets slut.

(Ombyggnadsprojekt)

- Normalt sett, ja. (Ombyggnadsprojekt)

- Ja, utvändigt i alla fall. Jag har inte tittat på det invändiga ännu, som hur stora rummen är. (Nybyggnadsprojekt)

- Ja, det tycker jag att jag har haft under hela tidens gång eftersom det inte har skett så drastiska förändringar eftersom detta är ett ombyggnadsprojekt. (Ombyggnadsprojekt)

- Ja. (Nybyggnadsprojekt)

- Lättare att se det nu när man har modellen. Speciellt att man kan se det redan innan bygget har börjat, eller när man bara har stomritningarna. (Nybyggnadsprojekt)

- Ja, det tycker jag att jag har. (Nybyggnadsprojekt)

- Jag har aldrig haft en så klar bild av projektet som nu. Det tar längre tid att skapa en

förståelse för hur det ska se ut utan modellen. (Nybyggnadsprojekt)

- Har en tydlig bild eftersom jag suttit med i projekteringen och har modellen nu och då. Men alla har inte en lika tydlig bild, får mycket frågor om antalet våningar, balkonger mm. (Nybyggnadsprojekt)

Vad innebär VDC för dig?

- Att man bygger huset virtuellt innan man bygger det i verkligheten. Att man kan integrera massa information i vanliga ritningar och visualisera det i 3D. Oändliga möjligheter, modellen borde vara den enda informationskällan som innehåller ritningar, tidplan, kalkyl med mera. VDC är ett arbetssätt.

- Jag har hört ordet men vet inte vad det innebär.

- 3D-modellering med korta beslutsvägar som minimerar fel och gör byggprocessen "lättare".

- Modellen, att man kan gå in och titta på hur något är tänkt att se ut.

- En 3D-modell men jag tänker även lite på projekteringen.

- Tidig problemlösning, ett sätt att hitta misstag tidigt tack vare 3D-modellen.

- 3D-modellen. Jag tycker att det är bra, bland annat för att man kan förebygga mycket i projekteringen.

- Jag har hört ordet men har ingen uppfattning om vad det innebär.

- 3D-ritningar.

Vad innebär begreppet BIM för dig?

- Något med modellering.

- Jag känner inte till det begreppet.

- Jag har hört det, men det betyder inget för mig.

- Jag känner inte till det begreppet.

- VDC är en utvecklad del av BIM.

- Vet inte riktigt, samma som VDC. Modellen.

- BIM är samma sak som VDC. ICE är med i tänket för VDC.

- BIM kan stå både för modeling och management. BIM är en 3D-modell som innehåller massa information.

- Jag har hört det, men det betyder inget för mig.

Vad innebär begreppet ICE för dig?

- Jag känner inte till det begreppet.

- Jag känner inte till det begreppet.

- Jag känner inte till det begreppet.

- Jag har hört det, men kommer inte ihåg vad det handlar om.

- Jag har hört det, men det betyder inget för mig.

- Jag har hört det, men det betyder inget för mig.

- Korta beslutsvägar och snabbare projektering.

- Arbetssätt som handlar om att man samlar så många som möjligt under samma tak och att man arbetar tillsammans istället för att bara ha möten. Leder till att tiden man måste lägga på att få svar på frågor och ringa fram och tillbaka försvinner, utan att man istället löser problemen tillsammans. Alla blir insatta i alla delar.

- Jag känner inte till det begreppet.

Om Veidekke satsar på att 3D-modeller skall användas i produktionen så kanske det innebär en del förändringar för hur arbetet går till på arbetsplatsen, vad tänker du om det?

- Positiv.
- Positiv, men det är viktigt att alla får tillräckligt med information om det nya arbetssättet.
- Det är viktigt att få in det så att man kan använda det på ett lätt sätt och så att det blir naturligt att använda. Jag har svårt att se nyttan med det om man måste sätta in en extra resurs.
- Jag ser inte riktigt fördelarna med den förutom att upptäcka kollisioner. Ser inte att man kan tjäna tid eller pengar på att använda den, och det måste man göra. Måtten står på ritningen och inte i modellen.
- Positiv.
- Jag tycker att det är ett toppen hjälpmedel.

Kan du tänka dig att gå utbildning för att höja din kunskapsnivå?

7 av 9 kan tänka sig att gå utbildning för att höja sin kunskapsnivå.
2 av 9 har redan den kunskapen som nivå 4 innebär.

Hur och på vilken nivå kan du tänka dig att använda modellen?

Nivå 1: Sitta med på möten där det används men inte använda själv.

Nivå 2: Navigera i modellen.

Nivå 3: Plocka ut information från modellen, till exempel mått och mängder.

Nivå 4: Ansvara för samordningen av modellen.

- Har redan kunskap på nivå 4.
- Nivå 3.
- Jag är snart på nivå 2 och skulle vilja lära mig nivå 3.
- Definitivt nivå 2 men eventuellt nivå 3.
- Nivå 2.
- Definitivt nivå 3, kanske nivå 4 men det beror på vilket projekt det är.
- Nivå 3.
- Nivå 3.
- Kan redan nivå 4.

På vilket sätt har modellen använts?

- Ta ut mått, titta på modellen när jag inte förstår något på ritningen.
- Den har används som ett extra hjälpmedel, titta på modellen när något ser konstigt ut på ritningarna.
- Jag använder den inte själv.
- När nya arbetsmoment påbörjas kan det vara bra att titta på modellen, när man är osäker på något och vill ha en bättre bild.

Vad har du för inställning till användning av 3D-modeller?

- Positiv. Det finns bara fördelar, nackdelen är att man måste ta sig tid att lära sig det.
- Positiv, men alla måste vara intresserade.
- Jag skulle vilja lära mig mer.
- Jag ser det som ett hjälpmedel.
- Positiv, jag tror att det kommer att växa och bli mer vanligt. Jag önskar att det kom in på ombyggnadsprojekt.
- Positiv.

- Jag tror att det är jättebra och att det borde vara ett fint hjälpmedel under projekteringen och produktionen.
- Jag tror att jag tycker det är jättebra, men eftersom jag saknar erfarenhet så vet jag inte riktigt.
- Det är nog bra i framtiden. Det finns också problem med det, 3D-modellen stämmer inte alltid. Det är viktigt att man måste kunna arbeta och veta hur man bygger ett hus också.

Vad tror du att du kan ha för nytta av det i ditt arbete?

- Som ett hjälpmedel då man får bättre förståelse för hur allt är ritat med modellens hjälp. Jag önskar att allt befintligt såsom elstegar och installationer fanns med i 3D-modellen.
- När jag ska läsa in mig på ett nytt projekt.
- Jag tror att man kan nyttja det mer vid genomgångar och planeringsmöten.
- Titta i modellen innan och vara mer förberedd för vissa moment.
- Hur mycket nytta som helst, till mängder, mått, visualisera helhet och detaljer med mera.
- Introducera nya som ska sättas in i projektet, ta fram egna snitt med mera utan att vara begränsad till de ritningar som finns, samordning mellan olika discipliner, problemlösning.
- Visualisering, mäta i modellen istället för att bläddra i ritningar.
- Jag skulle kunna tänka mig att jag har nytta av det på nästa jobb om jag får lite tid innan för att sätta mig in i projektet och modellen. Jag skulle gärna ha lite tid efter projekteringen innan produktionen börjar för att kolla efter kollisioner och sånt.

Vilka andra fördelar tror du att man kan få i produktionen utav att 3D-modeller används?

- Allt. Att man kan se olika alternativ, se hur det faktiskt ska vara.
- Bra översikt med hjälp av en modell.
- Att alla kan se hur det ser ut i 3D, vissa kan ha svårt för att läsa 2D-ritningar.
- Bättre helhetsbild, alla blir mer involverade och får större förståelse. ”Så här ser det ut nu och vi ska bygga detta”.
- Stor förståelse för vad man gör och hur det ser ut, att man kan se längre fram i tiden.
- Effektivare arbete, istället för att fundera och tolka ritningar kan man titta i modellen, använda modellen till mängdning för beställning av material med mera. I samarbete med kalkyl.

Tror du att yrkesarbetarna kan ha nytta av att titta på eller använda en 3D-modell? Till vad?

- Ja. Kan ersätta skisser man gör för hand för att förstå konstruktionen, ju mer information man har, desto bättre.
- Ja. Det kan vara bra på olika sorters arbetsplatsträffar. YA är inte alltid duktiga på ritningar, de förstår säkert bättre om de får en bild.
- Ja, att titta på modellen men inte använda den själv eftersom de inte har tid då de går på ackord. De har nytta av den när man går igenom saker, t.ex. en arbetsberedning.
- Ja. För förståelse och visualisering.
- Visualisering för förståelse av detaljer med mera. YA har kommit och bett om att få titta på vissa detaljer.
- Nej, ingenting, de vill hellre jobba och tjäna pengar.

Tror du att underentreprenörer kan ha nytta av att titta på eller använda en 3D-modell? Till vad?

- Ja. Titta på installationer både under projektering och produktion. Man får en bra bild av hur det ska se ut när det är klart tack vare modellen.
- Ja, det är installatörerna som verkar se nyttan med det just nu.
- Ja. Installatörerna kommer ibland in och vill titta i modellen efter kollisioner.
- Ja. Främst installatörer, i trånga utrymmen.
- Ja. Vent, el, armering och rör har efterfrågat att titta i modellen för att se hur allt ser ut. En arbetsledare här samordnar tillsammans med inblandade UE och visar modellen på storskärm.
- Ja. Installatörer, även snickare och armerare men då måste armeringen tas in i den gemensamma modellen vilket tar lång tid.
- Ja.

Övriga punkter som kom upp under intervjun:

- Jag har alla mina ritningar i iPaden. Det tycker jag är det enklaste sättet att arbeta på. Det är samma mappstruktur i iPaden som i ritningspärmarna. Det enda problemet är att skrivaren inte är kompatibel med iPaden. Jag kan anteckna direkt på iPaden. Alla tycker det är fantastiskt bra att arbeta så som jag. Alla vill ha en iPad på min arbetsplats så att de kan kolla på ritningar.
- Då jag är den enda personen som kan använda modellen måste jag hjälpa till om någon vill titta i modellen eller ta ut en vy. Problemet är inte att det tar så mycket tid utan att alla blir beroende av att jag är här och kan hjälpa dem. Det vore optimalt om alla kunde kolla i modellen.
- En nackdel är att K och A inte ritat lika många detaljer nu eftersom man har modellen och att man ser allt där i numera. Detta är ett problem när man ska handla upp UE då vissa snitt kan saknas. Underentreprenörerna vill ha pengar för det senare när det skapar problem.
- Det går inte att ta ut detaljer om modellen inte är så detaljerad.
- Modellen gäller inte som bygghandling, därför kan man inte bygga efter den.
- På detta projektet fattades en K-balk på ritningarna, den fanns däremot med i modellen.
- Det kan också finnas problem med användningen av 3D-modeller. Modellen stämmer inte alltid, det är viktigt att man kan arbeta och bygga ett hus också.
- Jag tror att det är bättre att arbetsledarna lär sig mer om hanteringen av modellen än jag som är platschef. Jag tror att det räcker med att jag lär mig det på en basic-nivå.
- De hinder jag ser med användningen av 3D-modeller är att man inte får glömma av att man måste vara ute också, att man inte bygger huset på kontoret. Man måste till exempel dubbelkolla saker såsom mängder både i modellen och ute.
- Jag tror att det har varit en viktig del för min förståelse av tekniken att jag har suttit med under projekteringsmötena.