

# Effektivare byggproduktion med virtuellt byggande

David Karlsson

© David Karlsson

Lunds Tekniska Högskola  
Avdelningen för byggproduktion  
Box 118  
221 00 Lund

Tryckt av KFS AB, Lund  
ISRN LUTVDG/TVBP--09/5385--SE

## Förord

Detta examensarbete har bedrivits på heltid under hösten 2009 och är den avslutande delen i civilingenjörsutbildningen väg och vatten på Lunds Tekniska Högskola. Idén till undersökningen har tagits fram i samarbete med NCC.

Jag vill tacka alla som hjälpt till vid framställandet av detta examensarbete. Speciell uppskattning riktas mot Jens Kindt på NCC Teknik i Malmö då han under hela hösten aktivt handlett mitt arbete. Jag tackar även Klas Scherden, NCC Jönköping, för bra idéer och handledning under arbetets tidiga skeden.

Vidare tackar jag Kristian Widén vid institutionen för byggproduktion på LTH för bra handledning, värdefulla kommentarer och ett stort intresse. Ett stort tack går även till de personer som ställt upp under intervjustudien, deras insats utgör en central del i rapporten.

Malmö, december 2009

David Karlsson



## Sammanfattning

- Titel:** Effektivare byggproduktion med virtuellt byggande
- Författare:** David Karlsson
- Handledare:** Kristian Widén. Avdelningen för byggproduktion, LTH.  
Jens Kindt, NCC Teknik Malmö.  
Klas Scherden, NCC Construction Jönköping.
- Examinator:** Stefan Olander. Avdelningen för byggproduktion, LTH.
- Bakgrund:** Ökande byggkostnader, höga materialkostnader och låg andel värdeskapande arbetstid är problem som byggbranschen idag arbetar med. NCC har som mål att från och med 2008 minska produktionskostnaderna med 5 % per år fram till 2012. Virtuellt byggande är en del i denna satsning. Med hjälp av objektsorienterade 3D-modeller finns ökade möjligheter att identifiera projekteringsfel i ett tidigt skede och därmed minska kostnaderna för avhjälpning. Få studier har gjorts kring hur virtuellt byggande bör fungera under produktionsskedet.
- Syfte:** Att undersöka hur produktionsskedet vid husbyggnation kan effektiviseras med hjälp av virtuellt byggande.
- Metod:** För att erhålla förståelse kring ämnet BIM (byggnadsinformationsmodeller) samt för att kunna bygga vidare på befintlig forskning inleds arbetet med litteraturstudier. Utredningen av vilka svårigheter samt möjligheter som finns för användandet av BIM i produktionsskedet baseras på en intervjustudie bland personer med anknytning till husbyggnadsproduktion. Med resultatet från intervjustudien som grund utförs tester för att undersöka om efterfrågade funktioner kan tillhandahållas med dagens ritningsstandard och programvara.
- Slutsatser:** Objektsorienterade modeller är en självklar del i byggbranschens framtid. De BIM-verktyg som främst är aktuella för produktionen är visualisering och samgranskning. Inga av de testade verktygen för mängdavgivning är lämpliga för produktionsskedet. Implementeringsprocessen av BIM bör vara projektanknuten och starta i samband med en projektstart.
- Nyckelord:** 3D, 4D, 5D, BIM, virtuellt byggande, byggproduktion, implementering.



## Abstract

- Title:** More efficient building production with virtual construction.
- Author:** David Karlsson
- Supervisors:** Kristian Widén. Department of building production, LTH.  
Jens Kindt, NCC Teknik Malmö.  
Klas Scherden, NCC Construction Jonköping.
- Examiner:** Stefan Olander. Department of building production, LTH.
- Background:** Rising construction costs, expensive building material and low profitability are problems that the construction industry today is struggling with. NCC's goal is to reduce production costs by 5% per year between year 2008 and 2012. Virtual construction is a part of this effort. Using object-oriented 3D-models increases the opportunity of identify errors that have been made during the project planning at an early stage and thereby reduce the cost of rectifying. Few studies have been conducted on how virtual construction should function during the production stage
- Purpose:** To examine how the phase of production in building construction can be more efficient with virtual construction.
- Method:** In order to obtain understanding in the subject of BIM (Building Information Models) and to be able to keep adding on existing research the work begins with literature studies. The study on difficulties and opportunities for the usage of BIM during the production phase is based on interviews among persons working with building production. Based on the interview survey tests are made to investigate whether requested features can be provided using the drawing standards and software that currently apply.
- Conclusion:** Object-oriented 3D-models are an integral part in the future of construction. The BIM-tools that currently are most suitable for usage during the production phase is visualization and collision control. The tested BIM-tools for quantity take-off are not suitable for the production phase. The implementation process of BIM should be connected to a specific project.
- Keywords:** 3D, 4D, 5D, BIM, virtual construction, building production, implementing.





## Begreppsförklaring

3D-CAD	Tredimensionell Computer Aided Design
4D	3D-CAD integrerad med tidplan
5D	3D-CAD integrerad med tidplan och kalkyl
APD-plan	Arbetsplatsdispositionsplan
BIM	Building Information Model, Byggnadsinformationsmodell
BIM-verktyg	IT-verktyg som används för att skapa och hantera informationen i byggnadsinformationsmodellen.
CAD	Computer Aided Design
Virtuellt byggande	Processen att med hjälp av BIM simulera, förutsäga och analysera slutprodukten.
VS	Värme och Sanitet
UE	Underentreprenör



# Innehållsförteckning

<b>FÖRORD</b> .....	<b>II</b>
<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VI</b>
<b>BEGREPPSFÖRKLARING</b> .....	<b>VIII</b>
<b>1 INLEDNING</b> .....	<b>1</b>
1.1 BAKGRUND.....	1
1.1.1 Tidigare forskning.....	2
1.2 SYFTE OCH MÅL.....	2
1.3 AVGRÄNSNINGAR.....	3
1.4 INTRESSEENTER.....	3
<b>2 METOD</b> .....	<b>5</b>
2.1 LITTERATURSTUDIER.....	6
2.2 INTERVJUER.....	6
2.3 TEST AV BIM-VERKTYG.....	7
<b>3 BYGGPRODUKTION</b> .....	<b>9</b>
3.1 ENTREPRENADFORMER.....	9
3.1.1 Totalentreprenad.....	9
3.1.2 Delad entreprenad.....	10
3.1.3 Generalentreprenad.....	10
3.1.4 Partnering.....	11
3.2 BYGGSTYRNING I PRODUKTIONSSKEDET .....	12
3.2.1 Startskedet.....	12
3.2.2 Byggskedet.....	14
<b>4 BIM OCH VIRTUELLT BYGGANDE</b> .....	<b>17</b>
4.1 MÄNGDAVTAGNING .....	18
4.2 VISUALISERING .....	19
4.3 SAMORDNING .....	20
4.4 PLANERING OCH 4D-BIM.....	21
4.5 BIM I BYGGPROCESSEN/ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN .....	22
4.6 PROGRAMVARA .....	22
4.6.1 Autodesk Revit Structure/Architecture.....	22
4.6.2 Autodesk Navisworks .....	23
4.6.3 Tocoman iLink .....	23
4.6.4 MAP Kalkyl.....	23
<b>5 RESULTAT</b> .....	<b>25</b>
5.1 INTERVJUSTUDIE.....	25
5.1.1 Sammanställning.....	26
5.2 TEST AV BIM-VERKTYG.....	29
5.2.1 Programpaket 1: Tocoman iLink 3, MAP och Revit Structure 2009.....	30
5.2.2 Programpaket 2: Revit Architecture 2009.....	31
5.2.3 Sammanställning teststudie.....	32
<b>6 ANALYS</b> .....	<b>33</b>
6.1 IMPLEMENTERING.....	33
6.2 4D-BIM OCH LOGISTIK.....	36

6.3 MÄNGDAVTAGNING .....	36
6.4 MODELLENS INFORMATIONSNIVÅ.....	37
<b>7 DISKUSSION, SLUTSATS OCH FORTSATTAS STUDIER .....</b>	<b>39</b>
7.1 REKOMMENDATION TILL LTH/FORTSATTAS STUDIER .....	41
<b>8 KÄLLFÖRTECKNING.....</b>	<b>43</b>

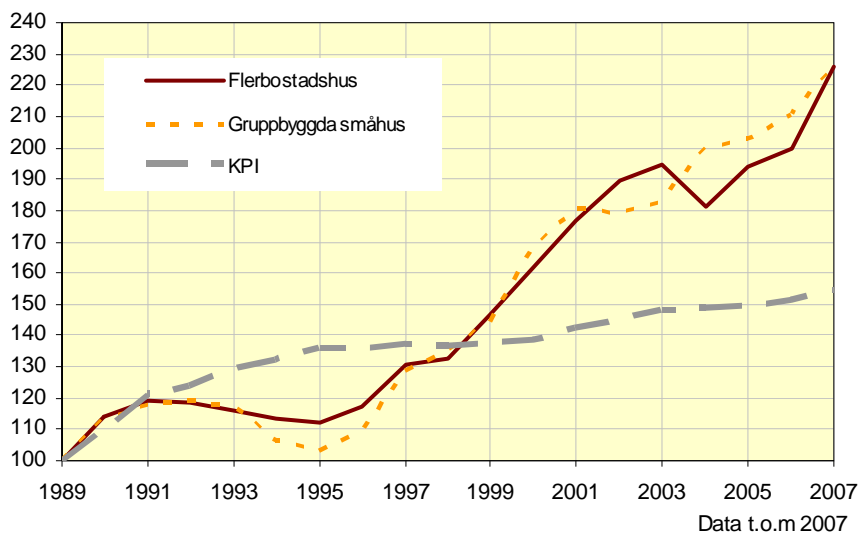
## 1 Inledning

I detta avsnitt presenteras bakgrunden till utredningens inriktning samt syfte, mål och avgränsningar, vidare identifieras rapportens intressenter.

### 1.1 Bakgrund

Byggbranschen slåss med problem som ökande byggkostnader, höga materialkostnader och låg andel värdeskapande arbetstid. Kostnaden för att producera byggnader har under de senaste åren skjutit i höjden [1]. Figur 1 nedan visar byggnadsprisindex åren 1989-2007, med avdrag för bidrag, samt KPI (konsumentprisindex) för flerbostadshus och gruppbyggda småhus.

KPI är det mest använda måttet för prisutveckling. KPI avser att visa hur konsumentpriserna i genomsnitt utvecklar sig för hela den privata inhemska konsumtionen, de priser konsumenterna faktiskt betalar [2].



Figur 1. Byggnadsprisindex åren 1989-2007, med avdrag för bidrag, samt KPI [2]

Parallellt med att byggkostnaderna fortsätter öka blir många produkter från den fasta tillverkningsindustrin billigare. Detta medför att såväl privat som offentlig sektor i Sverige riskerar att välja bort de kostsamma bygginvesteringarna till förmån för andra mer kostnadseffektiva investeringsområden [1].

NCC, ett av Sveriges största byggföretag, har som mål att från och med 2008 fram till 2012 minska produktionskostnaderna med 5 procent per år. För att detta mål ska kunna bli verklighet krävs en satsning på att effektivisera byggprocessen. Detta gör användandet av virtuellt byggande högaktuellt. Ju tidigare fel upptäcks i byggprocessen desto billigare är det att åtgärda dem. Med hjälp av 3D-projektering och 3D-samordning (samgranskning av 3D-modeller) upptäcks projekteringsfel avsevärt tidigare i byggprocessen och onödiga/dyra lösningar under produktionsskedet undviks [3].

NCC har varit framgångsrika i att introducera byggnadsinformationsmodeller (BIM) i kalkyl- och projekteringsprocessen. Nästa steg är att fullt ut kunna driva byggprojekt med hjälp av virtuellt byggande, dvs. att även använda tekniken i produktionsskedet.

### 1.1.1 Tidigare forskning

Tidigare studier inom området har främst fokuserat på möjligheter med BIM inom projekteringskedet. Exempel på områden som studerats är:

- Utveckling av planeringsprocessen i husbyggnadsprojekt med hjälp av 4D CAD [4].
- Möjligheter med BIM med avseende på informationsspridning i projekteringsfasen [5].
- Arbetssättet med BIM, tekniken bakom och tekniska möjligheter [6].
- Möjligheterna med BIM med avseende på planering och kostnadsuppföljning [7].
- Implementeringsstatus i olika delar av världen samt hinder och möjligheter med BIM inom projekteringskedet [8].
- Mängdavtagning för kalkyl- och projekteringskedet genom koppling mellan BIM-modell och kalkylprogram [9].

Rogier Jongeling visade i sin rapport "BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt" vinsterna med BIM i form av tid, kvalitet och ekonomi. I rapporten behandlas i princip hela byggprocessen och fördelar med BIM inom respektive skede. Jongeling kom fram till att projekteringsprocessen blir omkring 20 % effektivare vid BIM-projektering i förhållande till vanlig 2D-projektering samt att det framarbetade underlaget håller högre till mycket högre kvalitet. Även samordningsprocessen är effektivare, revideringsprocessen går snabbare och antalet samordningsfel minskar avsevärt. Detta leder, enligt Jongeling, i sin tur till att kostnaderna för ändrings- och tilläggsarbeten i produktionen sjunker [10].

Överlag kan konstateras att flera studier visar på möjligheterna med BIM, dvs. all information som kan utvinnas ur en flerdimensionell modell, men lite fokus har riktats på praktisk användning samt framförallt användning i produktionsskedet. Många av de studier som gjorts ligger på teoretisk nivå.

## 1.2 Syfte och mål

Syftet med examensarbetet är att undersöka hur användandet av virtuellt byggande kan effektivisera produktionsskedet vid husbyggnation. Rapporten ska kunna utgöra underlag inför beslut angående hur implementeringen av virtuellt byggande inom husbyggnadsproduktionen bör fortlöpa.

Målet är att med hjälp av intervjuer bland platsledning och projektledningsgrupp kartlägga hur en effektivisering av husbyggnadsproduktionen med hjälp av virtuellt byggande är möjlig. Rapporten ska undersöka vilka hinder och möjligheter som finns för användning av BIM-verktyg i dagens byggproduktion. Examensarbetet ska även innehålla rekommendationer kring de förutsättningar och förändringar som krävs för ett fullgott utnyttjade av virtuellt byggande i produktionsskedet.

### **1.3 Avgränsningar**

Examensarbetet behandlar främst produktionsskedet och de möjligheter användandet av olika BIM-verktyg där ger upphov till. Trots att tekniken även är tillämplig i anläggningsprojekt fokuserar denna studie endast på husbyggnation. Rapportens fokus är ej förbättring/optimering av virtuell byggande i kalkyl- eller projekteringskedet. Däremot kommer de specifika bitar av projekteringskedet som direkt påverkar implementeringen av virtuellt byggande i produktionsfasen att beröras.

I teststudien använder författaren sig av programverktyg från Autodesk, Tocoman och MAP Skandinaviska, detta är programvaror som används inom NCC.

### **1.4 Intressenter**

Examensarbetets huvudsakliga intressenter är personal inom NCC, speciellt de som har anknytning till husbyggnadsproduktion. Rapporten intresserar även anställda inom projekteringsorganisationen då deras arbete i hög grad påverkar hur BIM kan användas under produktionen. Då testkörning utförs på en skarp modell ritad av White arkitekter är även rapporten av intresse för dem. White får värdefull information och feedback angående hur deras modell fungerar och hur de i framtiden bör modellera. Examensarbetet är av intresse för de programvaruleverantörer vars program testkörs under studien, leverantörerna får feedback på programvarans begränsningar och möjligheter.

Byggbranschen i stort följer utvecklingen inom virtuellt byggande, examensarbetet är av intresse eftersom få studier har gjorts på hur tekniken kan tillämpas i produktionsmiljö.



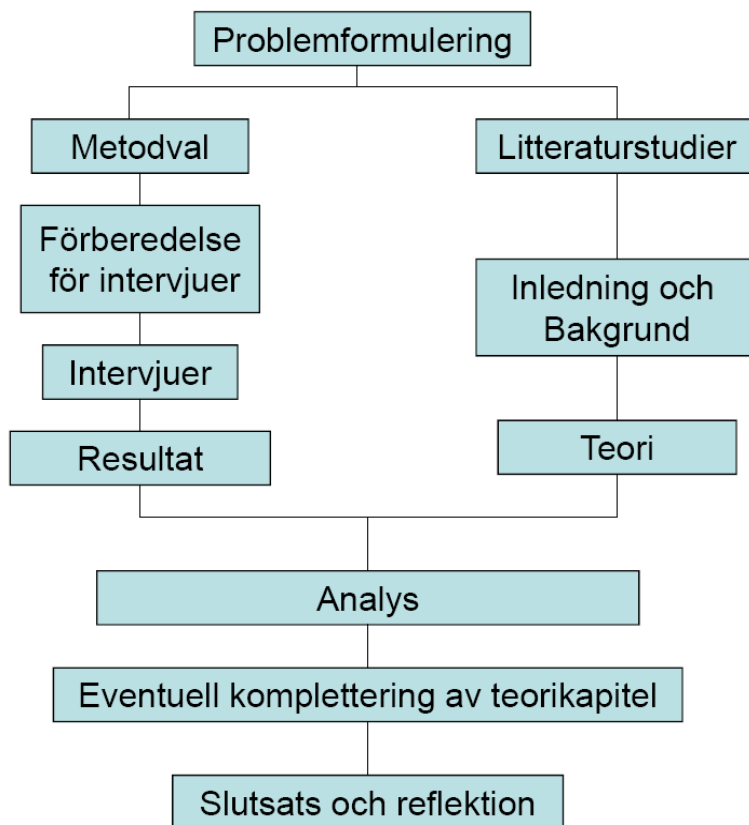


## 2 Metod

*Metodkapitlet avser att ge läsaren förståelse för hur författarens informationsinhämtning har utförts samt vilka metoder som nyttjats för att nå rapportens mål.*

Examensarbetet börjar med problemformulering, detta arbete utförs tillsammans med handledarna på NCC. En lista med relevanta frågeställningar arbetas fram och används sedan som underlag för metodval och litteraturstudier. För att utreda vilka svårigheter samt möjligheter som finns för användandet av BIM i produktionskedet görs en intervjustudie bland personer med anknytning till husbyggnadsproduktion. Med resultatet från intervjustudien som grund kan tester utföras för att undersöka om efterfrågade funktioner kan tillhandahållas med den ritningsstandard och programvara som idag tillämpas.

En schematisk bild över den arbetsgång som använts vid framtagandet av rapporten visas i figur 2.



Figur 2. Schematisk bild över examensarbetets arbetsgång

## 2.1 Litteraturstudier

Litteraturstudier är en viktig del i god vetenskaplig metodik, genom att noggrant studera vad som tidigare utforskats inom ett avgränsat område minskar risken att förbise redan gjorda lärdomar. Följaktligen leder väl genomförda litteraturstudier även till möjligheten att bygga vidare på befintlig kunskap. Litteraturstudien är ett bra hjälpmedel i arbetet med rapportens avgränsning då ett examensarbets initiala frågeställning ofta är mycket bred [11].

Att söka efter litteratur är en iterativ process som sker i flera omgångar under examensarbetets gång. Genom att fördjupa sig inom ett avgränsat område och därmed lära sig terminologin kan sökorden förfinas och kvaliteten på källorna förbättras. Då utredningsstudien startar är projektets avgränsning och problemformulering klar samtidigt som en, för utredningen, tillräcklig kunskapsnivå byggs upp [11].

I arbetet med att söka litteratur är en mycket viktig del att ifrågasätta källornas trovärdighet och relevans. Risken finns att viss litteratur är baserad på enskilda personers erfarenheter och personligt tyckande, sådana källor är sällan representativa för ett helt ämnesområde. För varje källa som används bör författaren fråga sig:

- Är materialet granskat? Hur och av vem?
- Vem går i god för att källan är trovärdig?
- Är resultaten framtagna i ett sammanhang som är relevant för mina frågeställningar?
- Har källan använts och/eller blivit bekräftade i något annat trovärdigt sammanhang?

Är ovanstående frågor besvarade på ett tillfredställande sätt kan källans relevans och trovärdighet bedömas, även osäkra källor och indikationer kan vara till nytta så länge medvetenhet om källans begränsningar finns [11]. I denna rapport har litteraturstudierna resulterat i såväl bakgrunds- som teorikapitlet.

## 2.2 Intervjuer

En intervju är en mer eller mindre systematisk utfrågning av en intervjuperson kring ett specifikt område. Att genomföra intervjuer är en metod för datainsamling som exempelvis kan utföras för att få bakgrundsmaterial till en undersökning eller förslag och synpunkter på diverse lösningar. En intervju kan ha olika grad av struktur beroende på intervjuarens syfte och mål, de vanligaste strukturerna är:

- Strukturerad
- Halvstrukturerad
- Öppet riktad

En strukturerad intervju är i princip en muntlig enkät där intervjuaren söker kunskap om relationen mellan begrepp och samband, syftet med intervjun är att få ett avgränsat område beskrivet och förklarat. Fördelarna med att göra en enkät muntligt är dels att intervjupersonen inte behöver fylla i svaren själv och dels att det finns möjlighet att

förklara oklara frågor. En nackdel med intervjuformen är att den, i förhållande till att skicka ut enkäter, är tidskrävande och att detta i sin tur kan leda till att färre intervjuer genomförs [11].

I en halvstrukturerad intervju blandas öppet riktade frågor med fasta frågor som har bundna svarsalternativ. Syftet med intervjun är, likt en strukturerad intervju, beskrivande och förklarande [11].

En öppet riktad intervju styrs av en guide med frågeområden att diskutera kring. Frågorna kan ställas med olika formuleringar och ordning i olika intervjuer, intervjun styrs till stor del av de områden intervjupersonen är mest benägen att berätta om. Målet med intervjun är att söka kunskap om intervjupersonens upplevelser av ett speciellt fenomenets kvaliteter. Syftet med intervjun är utforskande. En öppet riktad intervju kan med fördel spelas in då den öppna strukturen kan leda till information inom områden utanför intervjuarens avgränsningar, att i efterhand kunna gå tillbaka och lyssna på vad som faktiskt sagts är då ett bra verktyg [11].

I denna rapport har intervjustrukturen öppet riktad valts. Anledningen till detta val är att syftet med intervjuerna är utforskande. Intervjuer ska utföras för att undersöka och få förslag på hur användandet av BIM-verktyg kan effektivisera produktionsskedet. Intervjuer görs i direkt möte mellan intervjuaren och intervjupersonerna. Intervjupersonerna är framförallt platschefer, arbetsledare och entreprenadchefer inom NCC.

### **2.3 Test av BIM-verktyg**

Intervjustudien resulterar i ett antal förslag på hur en BIM bör fungera och vilken information den bör innehålla för att vara användbar under produktionsskedet. Med dessa förslag som grund utförs sedan en teststudie för att kontrollera om den ritningsstandard och programvara som används idag kan leverera efterfrågad information på ett tillfredställande sätt.

Testerna utförs på en skarp modell ritad av White arkitekter. Programvaran som används i teststudien är Autodesk Navisworks Manage 2009, Autodesk Revit Structure/Architecture 2009, Tocoman iLink 3 samt MAP Kalkyl.



### 3 Byggproduktion

Kapitlet *Byggproduktion* innehåller information om ansvarsfördelning och informationshantering vid husbyggnadsproduktion. Kapitlet avser att ge läsaren en bakgrund till hur val av entreprenadform kan påverka användandet av BIM i produktionsskedet samt ge förståelse för byggstyrningsprocessen.

#### 3.1 Entreprenadformer

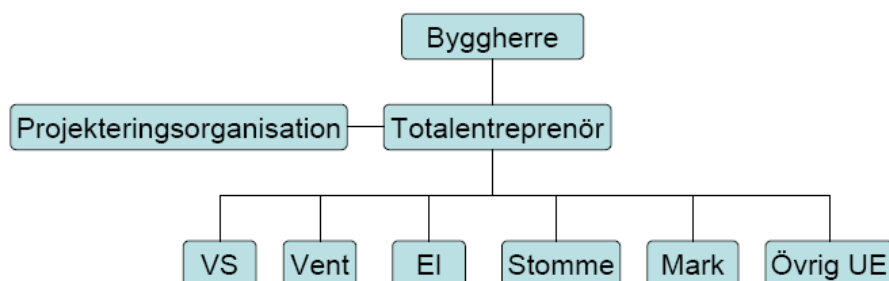
Valet av entreprenadform beror på beställaren och hur mycket han vill utforma och påverka projektet. Vald entreprenadform styr i stor utsträckning den grad av åtagande som ligger på entreprenören. Valet styr således även riskfördelningen mellan beställare och entreprenör. I grunden finns i princip två entreprenadformer, totalentreprenad och general-/utförandeentreprenad, med utgångspunkt från dessa två former finns sedan ett antal vidareutvecklingar. Vilken entreprenadform som fungerar bäst är helt beroende på projektet, de faktorer som påverkar valet av entreprenadform i ett givet projekt är bl.a. [12]:

- Tiden som står till förfogande för planering, projektering och genomförande av projektet.
- Fördelningen av risk mellan beställaren och entreprenören, dvs. hur stor riskandel beställaren vill överlåta till entreprenören.
- Konkurrenssituationen på entreprenadmarknaden vid upphandlingstillfället.
- Beställarens organisation, dess expertis och tillgången på resurser.
- Projektets komplexitet.

I följande avsnitt beskrivs de vanligast förekommande entreprenadformerna.

##### 3.1.1 Totalentreprenad

I en totalentreprenad ansvarar byggherren för programhandling och handlar sedan upp en totalentreprenör som utför såväl detaljprojektering som produktion, se figur 3. Totalentreprenören ansvarar för att byggnaden uppförs enligt gällande normer samt enligt de funktionskrav som är beskrivna i beställarens förfrågningsunderlag [13].



Figur 3. Projektorganisationen i en totalentreprenad

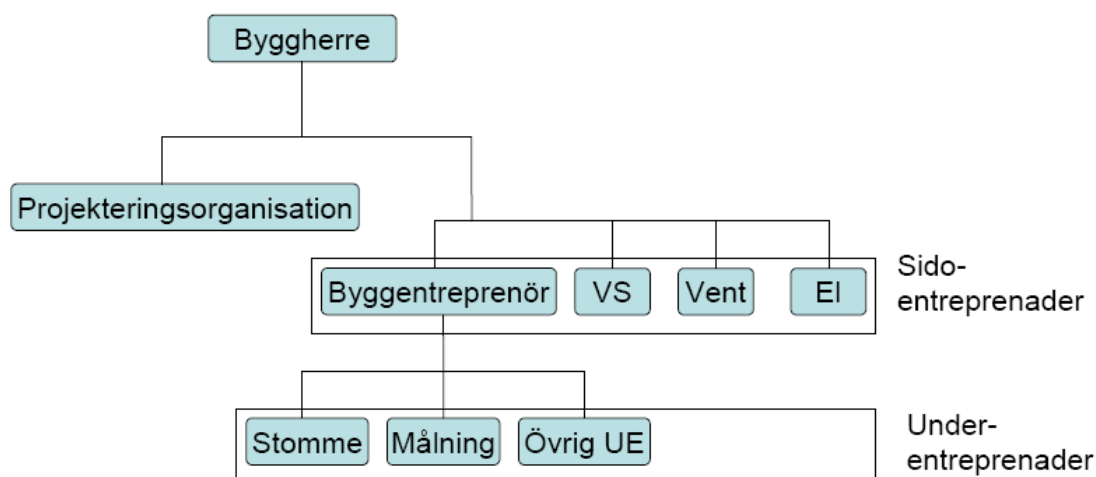
Entreprenadformen ger totalentreprenören möjlighet att själv ställa krav på, välja och handla upp och lämpliga underentreprenörer för ett givet projekt. Totalentreprenören

har stora möjligheter att använda alternativa tekniska lösningar, detta kan gynna såväl entreprenören som byggherren i form av t.ex. bättre lönsamhet eller bättre kvalitet. En stor fördel vid en totalentreprenad är att projektör och entreprenör har möjligheter att samarbeta i ett tidigt skede, detta ger båda aktörer tillfälle att påverka diverse val som kan få stor betydelse under byggprocessens senare skeden [14].

Ur ansvarssynpunkt är en totalentreprenad den enklaste entreprenadformen. Byggherren har endast avtal med en part, resten ansvarar totalentreprenören för.

### 3.1.2 Delad entreprenad

En delad entreprenad kännetecknas av att beställaren direkt sluter avtal med både projektörer och olika entreprenörer. De s.k. sidoentreprenörerna ansvarar ensamma för sin del av entreprenaden, se figur 4. Sidoentreprenörerna har inget avtal mellan varandra utan samordningsansvaret ligger på byggherren. Det är dock brukligt att ansvaret för samordningen, genom avtal, överförs på en av sidoentreprenörerna, denna blir då huvudentreprenör. Sidoentreprenörerna, framförallt byggentreprenören, anlitar ofta underentreprenörer för att utföra delar av sitt åtagande. Sidoentreprenören ansvarar gentemot byggherren för arbeten utförda av egen underentreprenör [13].

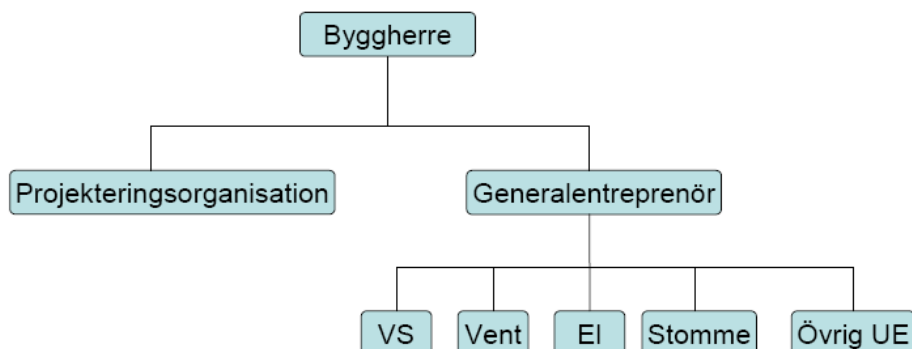


Figur 4. Projektorganisationen i en delad entreprenad

Byggherren ansvarar för projekteringen gentemot entreprenörerna (dock ansvarar anlitad projektör gentemot byggherren i sin tur för att framtagna handlingar är korrekta). I en delad entreprenad har byggentreprenören små möjligheter att ställa krav på projekteringsorganisationen [13].

### 3.1.3 Generalentreprenad

I en generalentreprenad ansvarar byggherren för projektering till färdiga bygghandlingar, detta sker genom avtal med diverse teknikkonsulter. Med färdiga bygghandlingar som underlag handlas en generalentreprenör (oftast byggentreprenör) upp. Generalentreprenören handlar i sin tur upp nödvändiga underentreprenörer [14], se figur 5.



Figur 5. Projektorganisationen i en generalentreprenad

Generalentreprenören ansvarar för samordningen i projektet samt för att utförandet sker enligt de handlingar byggherren tillhandahållit. Byggherren har alltså ett avtal rörande arbeten på byggarbetsplatsen samt ett avtal gällande projekteringen. Byggherren ansvarar, gentemot generalentreprenören, för att framtagna bygghandlingar är korrekta då inget avtal finns mellan projekteringsorganisationen och generalentreprenören. Entreprenören har i denna entreprenadform små möjligheter att påverka de val som görs i projekteringen, detta kan i vissa fall leda till problem under produktionen [13].

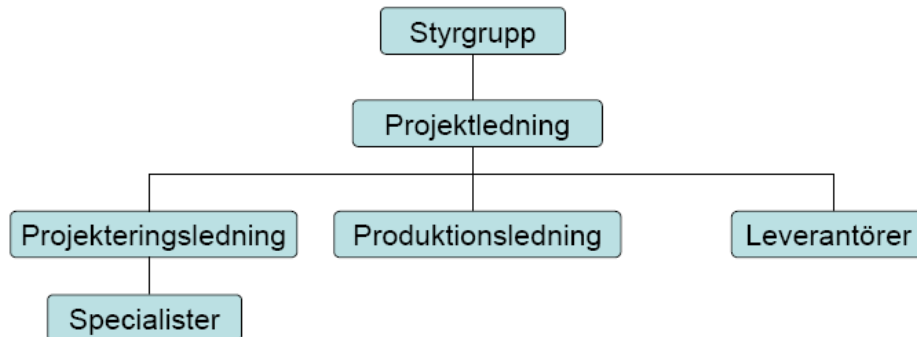
En variant av den traditionella generalentreprenaden är samordnad generalentreprenad. Denna entreprenadform är en kombination av delad entreprenad och generalentreprenad. Upphandlingen sker här i två steg, först handlas projektörer och entreprenörer upp likt en delad entreprenad sedan övertar den blivande generalentreprenören beställarens avtal med de övriga entreprenörerna. Sidoentreprenörerna blir således underentreprenörer till generalentreprenören. Byggherren har under byggtiden alltså endast avtal med generalentreprenören. Även vid denna upphandlingsform är entreprenörens möjligheter att påverka och ställa krav på projekteringen små [13].

### 3.1.4 Partnering

Partnering är en strukturerad samarbetsform där beställare, byggentreprenör, konsulter och andra nyckelaktörer tillsammans arbetar för att driva igenom ett byggprojekt. I ett partneringprojekt har de samarbetande aktörerna gemensamma mål, gemensamma aktiviteter och gemensam ekonomi [15].

Partneringprojektet leds av en styrgrupp där ingående gruppmedlemmar representerar parternas högsta ledningsnivå. Styrgruppen har som uppgift att säkerhetsställa att projektets målsättning och riktlinjer efterlevs. Under styrgruppen finns en grupp projektledare med representanter från varje part. Projektledningen har bl.a. ansvar för ekonomi, tid, kvalitet, analys av byggherrens behov samt för den färdiga produkten. Projektets projektering utförs av, en för projektet, speciellt utsedd projekteringsgrupp där samtliga av projektets parter är representerade. Projekteringsgruppen kan vid behov ta hjälp av specialister från exempelvis produktionsorganisationen, underentreprenörer

eller en specialkonsult. Produktionsledningen säkerhetsställer att byggnads- och installationsarbeten utförs på ett kostnadseffektivt sätt [15]. Figur 6 visar projektorganisationen i ett partneringsprojekt.



Figur 6. Projektorganisationen i ett partneringsprojekt

Då alla parter i projektet är delaktiga redan från början finns stora fördelar med denna entreprenadform. Förutom att beställarens och brukarens behov tillgodoses minskar dessutom risken för missförstånd och kommunikationsfel. I ett partneringsprojekt har byggtreprenören stora möjligheter att påverka projekteringsorganisationen, både vid val av projekteringsätt och vid val av produktionsmetoder [15].

Poängen med denna samarbetsform är att utnyttja projektets resurser optimalt och att undvika s.k. ”stafettpinneprojektering” där olika aktörer endast är delaktiga i projektet under en kortare tid [15].

### 3.2 Byggstyrning i produktionsskedet

Byggproduktionsskedet kan grovt delas upp i 3 faser: startskede, byggskede och slutskede/överlämning. Nedan beskrivs planering, byggstyrning och informationshanteringen i start- och byggskedet översiktligt.

#### 3.2.1 Startskedet

I startskedet utförs den planering som ligger till grund för produktionen. Planeringen innan byggstart är viktig då ett väl fungerande samarbete mellan ingående aktörer är nödvändigt för projektet ska uppnå ett fullgott resultat. Vid uppstart av ett byggprojekt bildas vanligtvis en ny organisation som tillsammans ska driva projektet. Projektets övergripande ansvar ligger hos en entreprenadchef, entreprenadchefen har oftast ytterligare ett antal projekt i gång. Ute på arbetsplatsen ansvarar en platschef för produktionen, som stöd till honom finns dessutom oftast en eller flera arbetsledare. I vissa fall understöder en entreprenadingenjör platschefen med planering och kostnadsuppföljning. Inköp av material och upphandling av underentreprenörer utförs av en inköpare [16].

Ibland kan projektets förutsättningar förändras i samband med upphandlingen, exempelvis pga. att beställaren vill förändra någon del av entreprenaden eller att



entreprenören tagit fram en alternativ teknisk lösning. Innan byggstart är det därför viktigt att entreprenören ser över sin anbudskalkyl och sina produktionsmetoder. Det finns ingen universalmall över de produktionsplaner som bör upprättas innan byggstart utan detta är helt beroende på projektets storlek, risk, komplexitet m.m. Nedan följer kortfattade beskrivningar över några av de vanligaste produktionsplanerna i ett byggprojekt [16].

### **Produktionstidplan**

En tidplan visar produktionens genomförande över en bestämd tidsperiod. Byggentreprenörens produktionstidplan omfattar samtliga aktiviteter under entreprenadtiden, dvs. såväl egna som underentreprenörernas arbeten. Beroende på projektets storlek upprättas separata produktionstidplaner för exempelvis grundläggning, stomresning och stomkompletteringar m.m. De separata tidplanerna sammanställs då i en överskådlig huvudtidplan. Huvudtidplanen är mindre detaljerad och visar viktiga händelser som t.ex. tätt hus, påsläpp av permanent värme och tidpunkt för slutbesiktning [16].

Tidplanering syftar till att på ett så effektivt sätt som möjligt utnyttja olika resurser. Ett effektivt utnyttjande av produktionspersonalen är en hörnsten i ett lyckat byggprojekt. Fördelningen av personal redovisas i en personalplan, ofta i form av ett histogram [16].

### **Inköpsplan och leveransplan**

Inköpsplanering utförs för att kartlägga och säkerställa entreprenadens alla inköp. Exempelvis behöver parametrar som kvalitet, pris och leveranstid kontrolleras. Inköpsverksamheten innefattar förutom köp av material även upphandling av underentreprenörer. En väl genomförd inköpsplanering underlättar inköparens resursplanering då han/hon ofta har flera projekt igång samtidigt [17].

Inköpsplaneringen resulterar i en inköpsplan, denna innefattar bl.a.:

- Leveranstid, dvs. tiden från beställning till leverans.
- Avropstid/Avropstidpunkt, dvs. den tidpunkt entreprenören senast måste kontakta en leverantör eller underentreprenör för att verifiera alternativt förändra överenskommen leveranstidpunkt.

Leveransplaneringens syfte är att säkerställa att olika leveranser sker i rätt tidpunkt i förhållande till byggets aktiviteter. Leveransplaneringen sammanställs i en leveransplan som dels bygger på inköpsplanen och dels på produktionstidplanen. I leveransplanen redovisas respektive material med benämning, littera, typ, antal, avropstid, avropstidpunkt, leveranstidpunkt, och berörd byggdel [17].

### **APD-plan**

På en byggarbetsplats sker ett stort antal transporter och aktiviteter, för att detta ska kunna ske på ett effektivt sätt krävs en etablering. Etableringen ska bl.a. innehålla:

- Transportvägar och transportanordningar
- Materialupplag
- Maskiner
- Förråd

- Personalutrymmen
- System för el-, vatten- och avloppsförsörjning

För att disponera arbetsplatsen på bästa möjliga sätt arbetas en arbetsplats-dispositionsplan (APD-plan) fram. APD-planen är en situationsplan som visar hur arbetsplatsområdet ska utnyttjas samt var bodar, kontor, materialupplag, förråd, maskiner m.m. ska placeras [17].

Under produktionens gång kan utseendet på arbetsplatsen förändras, exempelvis pga. stora leveranser eller flytt av byggkran. Vid dessa tillfällen kan ytterligare APD-planer arbetas fram alternativt revidering ske av befintlig plan. APD-planen baseras på ritningshandlingar, inköps- och leveransplan, maskinplan och personalplan [17].

### **Produktionskalkyl**

En produktionskalkyl (PK) behövs för att kunna kontrollera byggprojektets ekonomiska utveckling. Produktionskalkylen är i princip en bearbetad anbuds-kalkyl. En PK ska vara uppbyggd på samma sätt som produktionen kommer att genomföras och med utgångspunkt i de metoder och resurser som under produktionen kommer att användas. Med detta upplägg på kalkylen är en jämförelse mellan beräknade och verkliga kostnader enkel att utföra [17].

### **CAD-samordnings PM**

För att underlätta CAD samordning och informationsutbyte i ett projekt utformas ett projektanpassat CAD-samordnings PM. Dokumentet innehåller riktlinjer för hur involverade projektörer ska utföra sin del i CAD-projekteringen och syftar till att skapa ett tydligt och enhetligt arbetssätt för alla inblandade i projektet. Ett CAD-samordnings PM klargör bl.a.

- Omfattning, dvs. vilken typ av ritningar/modell som ska arbetas fram.
- Vem som är ansvarig CAD-samordnare.
- Vem som är CAD-ansvarig inom respektive konsultdisciplin.
- Hur användandet av gemensamma filer ska gå till.
- Vilka CAD program och filformat som ska användas i projektet.
- Hur modellerna ska utformas m.h.t. lager, linjetjocklek, färger osv.

Ett CAD-samordnings PM syftar till att säkerställa att projektets alla parter arbetar med aktuella modeller och ritningar samt tillgången på nödvändiga underlag [18].

### **3.2.2 Byggskedet**

På en byggarbetsplats arbetar flera olika företag, arbetsgrupper och personer. För att täcka behovet av information, samordning och problemlösning krävs planering samt många möten och samtal. I detta avsnitt beskrivs några av de möten och verktyg som används i samband med genomförande av byggskedet.

### **Startmöte**

Innan entreprenaden påbörjas ska beställaren kalla till ett startmöte. Vid mötet ska parterna enligt AB04:

- Gå igenom kontraktshandlingar.
- Klargöra frågor om behörighet för andra än ombuden.
- Precisera formerna för informationsutbyte.
- Behandla övriga frågor av betydelse för parternas samverkan.

Vid mötet ska beställaren föra protokoll, protokollet ska godkännas av respektive parts ombud. Till startmötet kallas även företrädare för konsulter, ev. sidoentreprenörer och underentreprenörer [19].

### **Byggmöte**

Samarbetet mellan beställare och entreprenören under byggtiden sker formellt genom byggmöten. Byggmöten ska hållas i nödvändig utsträckning (vanligtvis ca en gång per månad) och ska behandla, för parterna, gemensamma frågor. [16] Vid mötet för beställaren protokoll och entreprenören ansvarar för justering innan nästa byggmöte [19].

### **Samordningsmöte**

Under produktionsskedet kallar platschefen, alternativt installationssamordnaren, regelbundet till samordningsmöte. Medverkande vid mötena är, förutom platschef och installationssamordnare, arbetsledare och underentreprenörer såsom exempelvis el, vent och vs [17].

Ett samordningsmöte hålls för att säkerställa att samarbetet mellan byggets alla entreprenörer fungerar bra. Mötet fyller en viktig funktion i att lösa de många samordningsfrågor som dyker upp på en byggarbetsplats, speciellt viktigt är samordningen mellan byggprojektets alla installatörer. På ett samordningsmöte diskuteras det aktuella läget på bygget, metod och skyddsfrågor samt sker gemensam genomgång av berörda planer, resurser och leveranser. Under mötet, som har relativt fast dagordning, för byggentreprenören protokoll [17].

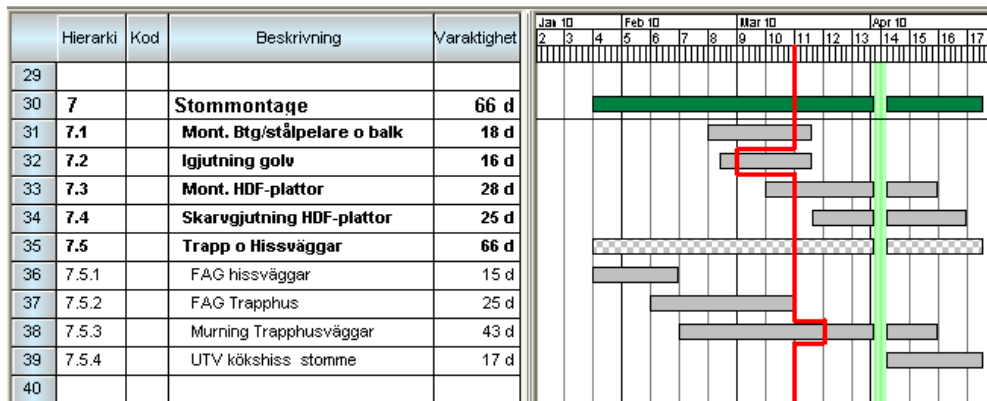
### **Arbetsberedning**

Produktionen av en byggnad innehåller en rad olika aktiviteter, vissa av dem är av speciell betydelse för slutresultatet. Exempel på sådana aktiviteter är arbeten som är tekniskt komplicerade, har stor omfattning, kräver stora resurser eller innebär risker ur skydds- och/eller miljösynpunkt. För att säkerställa att dessa aktiviteter utförs i rätt tid, på rätt sätt och med bästa möjliga metod utförs en arbetsberedning [17].

En arbetsberedning är en detaljerad form av planering där inga detaljer lämnas åt slumpen. En enskild aktivitet analyseras utifrån t.ex. metod- och materialval, störningsrisk, arbetsmiljö samt eventuella hjälpmedel och transporter. Arbetsberedningen utförs vanligen av en arbetsledare alternativt någon med nära anknytning till den aktuella aktiviteten. Konsekvenserna av att en arbetsberedd aktivitet går fel kan vara allvarliga för såväl tidplan och ekonomi som för kvalitet och säkerhet [17].

### Planering, uppföljning, avstämning

Under byggskedet utförs med jämna mellanrum tidplansavstämningar, detta görs för att jämföra planerat förlopp och resultat med verkliga. En avstämning sker vanligtvis genom att en avställningslinje ritas upp på tidplanen (se figur 7), linjen visar aktuellt datum och åskådliggör därmed vilka aktiviteter som släpar efter alternativt ligger före tidplanen. Vid avvikelser görs en djupare analys för att bedöma orsaken samt vilka åtgärder som bör vidtas [17].



Figur 7. Tidplansavstämning med hjälp av avställningslinje.

För den dagliga planeringen behövs oftast en mer detaljerad beskrivning än den i produktionstidplanen. Veckovis görs därför en noggrann genomgång av de arbeten som ska utföras under den närmaste framtiden samt vem/vilka som ska utföra dem. Veckoplaneringen omfattar oftast omkring 2-4 veckors produktion. Meningen med planeringen är att så effektivt som möjligt använda arbetsplatsens resurser, att t.ex. vid försening fördela resurserna på sådan sätt att produktionen så snabbt som möjligt kommer i fas igen [17].

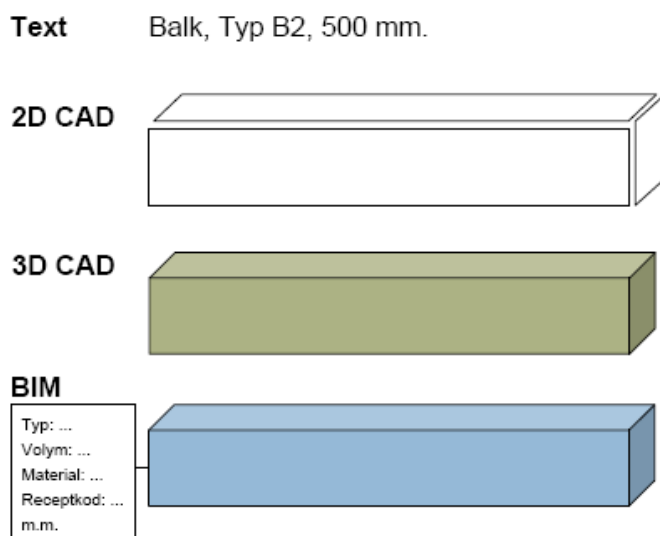
Även ekonomisk uppföljning och avstämning sker löpande under produktionens gång. Då byggarbetsplatsens verkliga kostnader kontinuerligt bokförs enligt samma kalkylupplägg som de budgeterade kostnaderna kan en jämförelse mellan förväntade och verkliga kostnader enkelt utföras. Kontinuerlig kostnadsuppföljning ger en bild av byggets ekonomiska utveckling [17].

## 4 BIM och virtuellt byggande

*Detta kapitel innehåller information och bakgrund till begreppen BIM och virtuellt byggande samt en introduktion till de områden tekniken kan användas. Kapitlet avser att ge läsaren förståelse för den utredning och analys som sker under rapportens senare skeden.*

Förkortningen BIM kommer från det engelska uttrycket ”Building Information Model”. Bakgrunden till detta uttryck kommer i sin tur från begreppet ”Building Product Model” som introducerades redan på 1970-talet. Diskussionerna kring Building Product Model var dock på akademisk nivå och därmed rent teoretiska, det var inte förrän de stora CAD-leverantörerna Autodesk, Graphisoft och Bentley Systems anammade BIM-begreppet som det stora genombrottet skedde. BIM definieras enligt Autodesk som ”3D, objektorienterad, AEC-specifik CAD”, (AEC=Architecture/Engineering/Construction) [10].

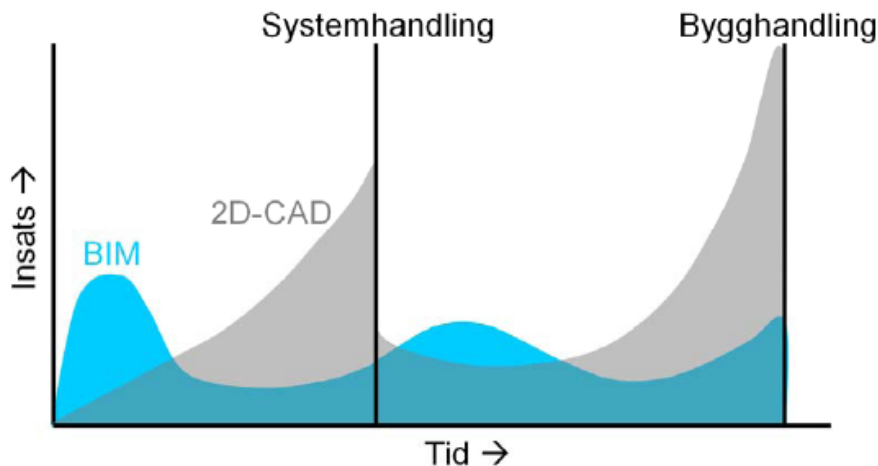
En mer lättförståelig definition av BIM är en 3D-modell som inte är begränsad till 3D-grafik utan innehåller information om exempelvis väggytor, dörrar, fönster, golvytor m.m. Den objektorienterade modellen kan ses som en databas innehållande information om byggnadens utformning men även information om byggnadens konstruktion, funktion och underhåll (se figur 8) [20]. BIM-modellering är processen att generera och förvalta denna information. BIM-verktyg är de IT-verktyg som används för att skapa och hantera informationen i modellen. Virtuellt byggande är processen att med hjälp av BIM simulera, förutsäga och analysera slutprodukten. En byggnadsinformationsmodell är i sig ingen teknik utan ett samlat begrepp för hur information skapas, lagras och används på ett systematiskt och kvalitetssäkrat sätt. Således är en rent grafisk 3D-modell automatiskt ingen BIM, modellen kan dock vara baserad på en eller flera BIM. Det är ”I:et”, Informationen, i BIM som representerar det verkliga BIM-konceptet [10].



*Figur 8. Skillnader mellan underlag från traditionell projektering i 2D, 3D och underlag från BIM-projektering [20].*

Om en tidplan kopplas till en 3D-modell finns möjligheter att t.ex. se när material till en specifik byggdel är redo för avrop eller vilken dag montering ska ske. Då denna typ av information (tid) är kopplad till objekten har modellen fyra dimensioner, den femte dimensionen är kostnad. Endast fantasin begränsar antalet dimensioner i en BIM. Exempel på information modellen kan innehålla är arbetsbeskrivningar, monteringsanvisningar, materiallistor, driftinformation m.m. [10].

Även om ett byggprojekt har BIM-projekterats finns behov av en uppsättning 2D-ritningar. Genom att projektören beskär 3D-modellen horisontellt och vertikalt kan 2D-ritningar genereras, de snitt som tas från modellen är ca 50-80 procent färdiga ritningar. Då alla 2D-ritningar som genereras från 3D-modellen kommer från samma original minskar risken för fel mellan olika ritningsversioner. Om en revidering görs i 3D-modellen slår den med automatik igenom i alla 2D-ritningar, processen är således både effektiv och kvalitetssäker [10]. Figur 9 visar skillnaden i arbetsbelastning vid 2D-projektering gentemot arbetsbelastningen vid 3D-projektering.



Figur 9. Arbetsbelastning vid 3D-projektering i förhållande till arbetsbelastning vid 2D-projektering [10].

Ekonomi, planering och planläggning är viktiga parametrar som alla har en avgörande roll i ett lyckat byggprojekt. En byggnadsinformationsmodell som innefattar 4D (tid) och 5D (kostnad) engagerar ovanstående parametrar i ett tidigare skede vilket leder till en bättre och mer genomtänkt byggprocess. [7].

#### 4.1 Mängdavgivning

Ett mycket användbart verktyg som kan nyttjas då ett byggprojekt BIM-projekterats är mängdavgivning. Mängdavgivning är aktuellt i kalkylskedet, under inköpsprocessen samt under produktionen. Då mängder genereras ur modellen blir kvaliteten av mängdavgivningsprocessen högre samtidigt som tiden för mängdavgivningen minskar. Idag sker mängdning för hand med hjälp av 2D-ritningar i såväl kalkyl-, inköps- och produktionsskedet. Sträckor, areor och volymer mäts med hjälp av skalstock på pappersritningar, detta är en tidskrävande och osäker metod som många gånger resulterar i att framtagna mängder inte är korrekta [10].

Virtuellt byggande har stora fördelar vid upphandling av underentreprenörer och i inköpsprocessen. Då alla parter har samma mängder blir offerter lättare att jämföra och med mer korrekta mängder behöver inte underentreprenörerna ”ta höjd för” osäkerheter i mängdavgivningen. Vid internationell upphandling, speciellt vid stora köp som exempelvis prefabricerade stomsystem, är det extra viktigt att alla inblandade har samma mängder och samma bild av projektet. I dessa fall är en 3D-modell i princip ett krav. I produktionsskedet sker mängdavgivning framförallt vid avrop/beställning av material, detta är ett tidskrävande jobb för såväl platschef som arbetsledare [10].

## 4.2 Visualisering

Byggprocessen innehåller flera olika aktörer och en rad viktiga beslutsprocesser. Inför stora beslut är det viktigt att alla berörda parter har en gemensam bild över projektet, för att uppnå detta är en 3D-visualisering av den aktuella byggnaden ett bra hjälpmedel [10], se figur 10.



*Figur 10. En 3D-visualisering av en byggnad kan underlätta diverse beslutsprocesser.*

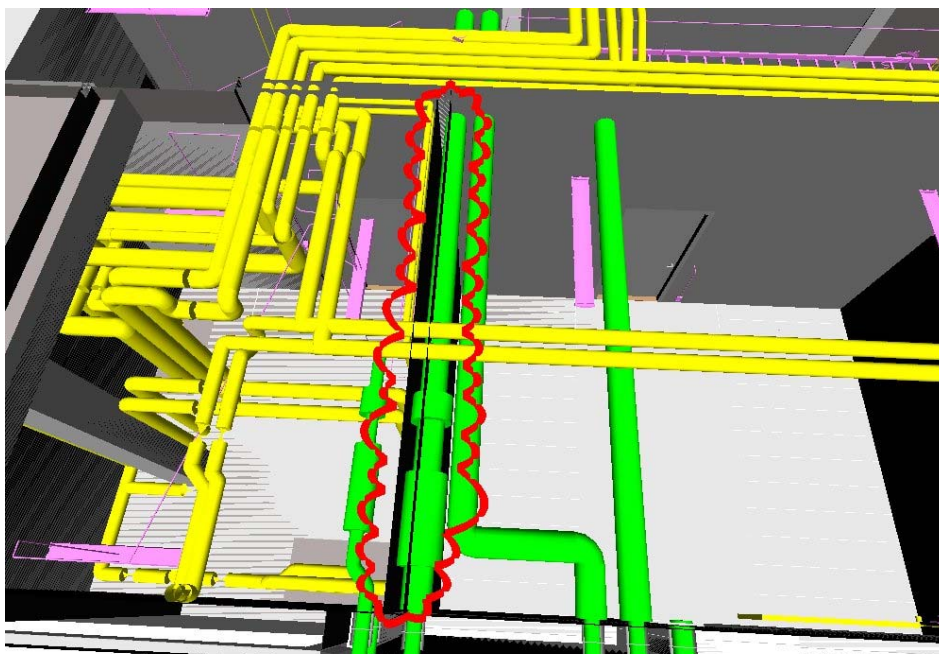
Idag används i många fall 2D-ritningar med tillhörande beskrivningar som underlag i beslutsprocesserna, varje aktör tolkar underlaget och bildar sig en uppfattning om projektet. Några av nackdelarna med denna arbetsmetod är att olika aktörer tolkar samma underlag på olika sätt samt att arbetsbördan att sätta sig in i projektet är stor då projektinformationen ofta är fördelad över ett stort antal ritningar och handlingar. Risken för missförstånd är betydande [10].

BIM-projektering kan fungera som underlag till 3D-visualisering. Genom att arbeta med BIM genereras visualiseringen som en biprodukt, denna är direkt tillgänglig för användaren och därmed väldigt kostnadseffektiv att utnyttja. De BIM/3D-modeller som levereras av arkitekten är, i de flesta fall, tillräckligt detaljerade för visualiseringar. Vid särskilda behov kan modellen förfinas med hjälp av speciella visualiseringsprogram, idag har dock de flesta BIM-verktyg inbyggda möjligheter för presentation av 3D-miljöer. Visualiseringsverktygen fungerar dessutom utmärkt till att ta fram säljmaterial. Då flera enklare visualiseringsprogram finns tillgängliga som gratisversioner finns möjligheter för alla från potentiella kunder till nyfikna grannar att ta del av projektet [10].

### 4.3 Samordning

Alla projektörer (arkitekt, konstruktör, VS-projektör, ventilationsprojektör m.fl.) i ett byggprojekt ansvarar för att skapa ritningar för deras respektive område inom projekteringen. Arbetet med att få de olika installationslösningarna att integrera med varandra är en utmaning då listan på de system som ska integreras i en byggnad är lång.

Underlag i form av 3D-modeller för samordning fås som ett resultat av BIM-projektering. För att granska projektörernas 3D-modeller mot varandra kan de, med hjälp av ett samordningsverktyg, kopplas ihop till en gemensam modell. I samgranskningsmodellen finns sedan möjligheter att utföra kollisionkontroller, på detta sätt kan kollisioner upptäckas på datorskärmen istället för ute på arbetsplatsen under produktionen. Konflikter mellan de olika systemen i en byggnad kan upptäckas och åtgärdas avsevärt lättare än vid samordning av 2D-ritningar [10].



Figur 11. Kollision mellan ventilationsrör och vägg, upptäckt med hjälp av 3D-samordning.



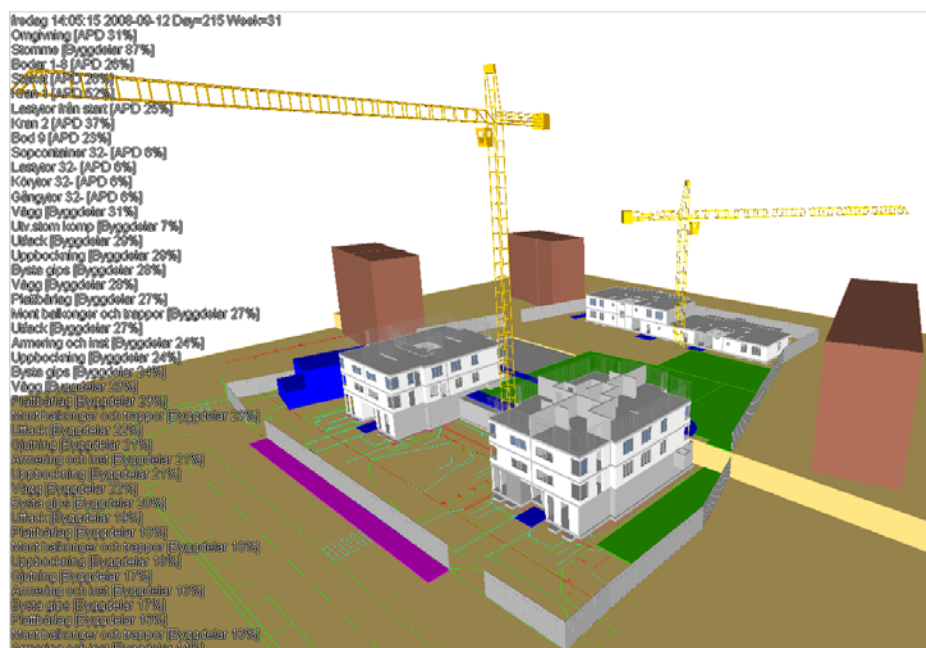
Kollisionsrapporter och 3D-modeller görs tillgängliga för alla i projektet genom distribution av enkla 3D-viewers. Vid en revidering länkas den reviderade modellen ihop med de andra disciplinerna i den befintliga samgranskningsmodellen och en ny omgång kollisionskontroller kan utföras [10]. I figur 11 visas en kollision mellan ett ventilationsrör och en innervägg, ett problem som upptäcktes vid en kollisionskontroll i ett samordningsprogram.

#### 4.4 Planering och 4D-BIM

En väl genomtänkt produktionsplan är en mycket viktig del i ett lönsamt byggprojekt. Underlag från en BIM-projektering kan i stor utsträckning användas för att underlätta produktionsplaneringen, exempelvis i form av en 4D-modell [10].

En 4D-modell skapas genom att objekten i en 3D-modell länkas till en tidplan. 4D-modellen ger användaren en klar bild över projektets tidplan och är ett effektivt sätt att delge projektets intressenter information om planering och projekttidplanen, se figur 12. Användande av en 4D-modell är i redovisningsammanhang ett mycket effektivt arbetssätt i förhållande till den traditionella arbetsgången med 2D-ritningar och Gantt-schema. En 4D-modell tillåter att projektörer och platsledning simulerar och analyserar olika scenarion innan arbetet på byggarbetsplatsen har startat [4].

En byggnad uppförd i virtuell miljö med en väl genomtänkt tidplan resulterar i att flera av de fel som i vanliga fall upptäcks i produktionen kan undvikas. 4D-modellen ger en ökad överblick av objektet och kan med fördel användas till att kontrollera att projektets alla stora aktiviteter är medräknade samt att de är planerade i rätt följd. Vid de tillfällen då något inte stämmer får tidplanen redigeras alternativt modellen kompletteras. I modellen redovisas objekt som är länkade till pågående aktiviteter som tända. Vid en eventuell försening av en aktivitet redovisas tillhörande objektet rödfärgade, är aktiviteten istället klar inom utsatt tid redovisas berörda objekt grönfärgade [4].

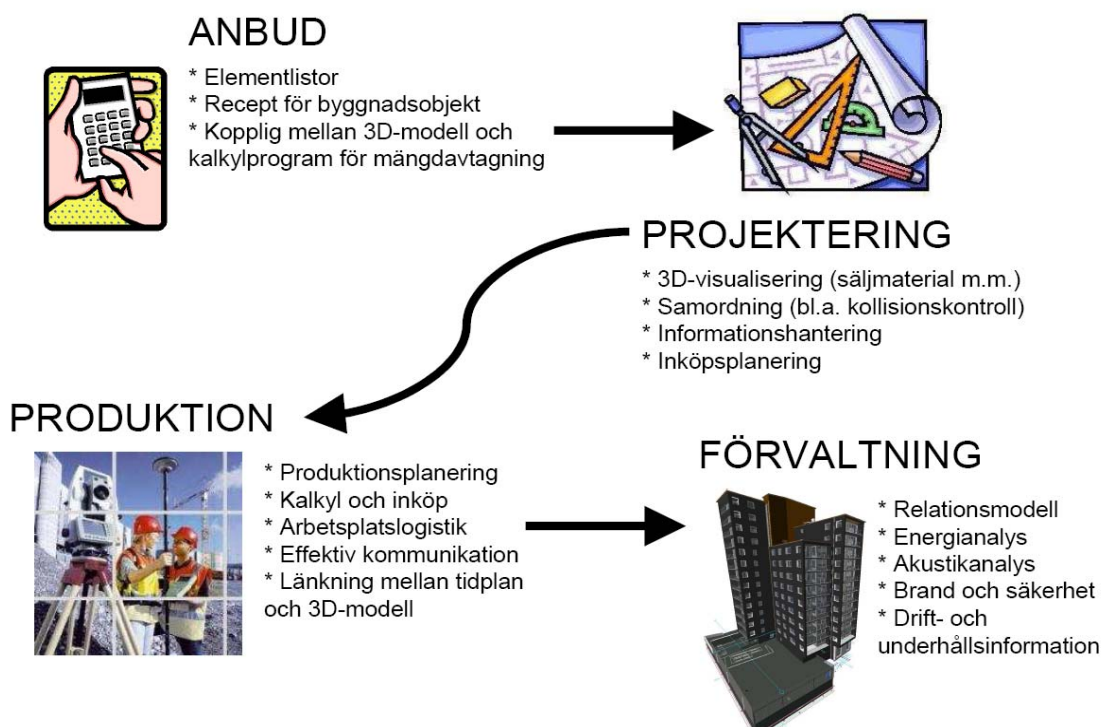


Figur 12. Uppspelning av produktionsskedet i en 4D-modell

4D-modellen är även ett bra verktyg för att underlätta inköpsplanering och arbetsplatslogistik. Då en APD-plan är kopplad till 4D-modellen visualiseras arbetsplatsens liv under produktionsskedet, detta medger en optimering av exempelvis lossnings och lagerhållningsplatser. Ytterligare ett steg är att koppla 4D-modellen mot en kalkyl, denna s.k. 5D-modell ger då användaren möjlighet att se hur produktionskostnaderna fördelas över projektets utförandeperiod [4].

#### 4.5 BIM i byggprocessen/användningsområden

En byggnadsinformationsmodell är tillämpbar i alla skeden i en byggnads livscykel, från planering till fastighetsförvaltning [20]. Figur 13 nedan visar exempel på användningsområden för BIM i byggprocessens alla skeden.



Figur 13. Användningsområden för en BIM i ett byggprojekt

#### 4.6 Programvara

I detta avsnitt finns en kortfattad beskrivning av de programverktyg som används under examensarbetet.

##### 4.6.1 Autodesk Revit Structure/Architecture

Revit Structure och Revit Architecture är två CAD-program utformade av företaget Autodesk, båda programvarorna hanterar 3D- och BIM-modellering. Revit Architecture är främst avsett för arkitekter medan Revit Structure är ett konstruktionsprogram

utformat för konstruktörer. Programverktögen från Autodesk är några av de mest förekommande programmen vid projektering i byggbranschen. Revit är det senaste tillskottet i Autodesk's programfamilj och är uppföljaren till välkända ADT [21].

Autodesk Revit tillåter ett objektorienterat arbetssätt där användaren modellerar med fördefinierade byggnadsdelar. Användaren kan själv välja byggnadsdelens utformning samt vilken information han/hon vill koppla till objektet. Således är Autodesk Revit ett bra verktyg för BIM-modellering [21].

#### **4.6.2 Autodesk Navisworks**

Navisworks är ett 3D-samgranskningsprogram framtaget av Autodesk. Med hjälp av Navisworks kan flera modeller från olika projektörer sammanlänkas till en 3D-modell. I denna samgranskningsmodell kan användaren utföra visualiseringar och kontrollera hur de olika systemen integrerar med varandra, bla. genom att utföra kollisionkontroller. I Navisworks finns även en funktion som heter TimeLiner, denna funktion tillåter användaren att länka en tidplan till objekten i modellen, dvs. skapa en 4D-modell [22].

Navisworks kommunicerar med programvaror från fler av de stora CAD-leverantörerna och kan därför användas då projektörer modellerar i olika program. En modellfil från Navisworks kräver betydligt mindre lagringsutrymme än de ursprungsfiler som modellen skapas från [22].

#### **4.6.3 Tocoman iLink**

Tocoman iLink är en programbrygga som används för att länka information från en byggnadsinformationsmodell till olika kalkylprogram. iLink är kompatibelt med kalkylprogram som MAP, BidCon och Timberline samt flera olika CAD-program såsom t.ex. Autodesk Revit, Autodesk ADT, Graphisoft Archicad och Tekla Structures [23].

#### **4.6.4 MAP Kalkyl**

MAP Kalkyl är det kalkylprogram som används för att skapa anbuds- och produktionskalkyler inom NCC. MAP kan användas till enkla kalkyler med manuell tid- och prissättning men även vid mer avancerat kalkylarbete där olika aktivitets- och resursregister används i flera nivåer. Vid kalkylering med hjälp av MAP skapas ett recept på den färdiga produkten, t.ex. en byggnad, där alla delar och moment ingår. Den färdiga kalkylen består av grupperade delresultat som i sin tur består av aktiviteter och resurser [24].



## 5 Resultat

*I detta kapitel redovisas resultatet av genomförd intervjustudie samt resultatet från testkörningen av BIM-verktyg. Samtliga intervjuer har utförts enligt öppen riktad intervjustruktur och i direkt möte mellan författaren och intervjupersonerna. Intervjuerna finns i sin helhet i rapportens bilagor. Testkörningen av BIM-verktyg är gjord på en skarp modell och omfattar programvarorna Autodesk Naviswork Manage 2009, Autodesk Revit Architecture 2009, Autodesk Revit Structure 2009 samt Tocoman ILink 3.*

### 5.1 Intervjustudie

I intervjustudien har författaren undersökt hur produktionsskedet i husbyggnadsprojekt kan effektiviseras med hjälp av virtuellt byggande, dvs. användande av BIM. Intervjuerna syftar till att kartlägga vilken information produktionsledningen efterfrågar samt vilket sätt informationen ska presenteras på. Intervjustudie syftar även till att undersöka hur implementeringen av virtuellt byggande i produktionsmiljö bör fortskrida.

Samtliga intervjupersoner är anställda inom NCC och har goda erfarenheter av husbyggnadsproduktion. För att få ett representativt resultat har intervjupersoner med varierande ålder och befattningar valts. Följande personer har deltagit i intervjustudien:

- Man A, 29 år. Utbildad civilingenjör inom väg och vatten, arbetar som entreprenadingenjör. Man A har tidigare arbetat som arbetsledare och platschef.
- Man B, 37 år. Utbildad civilingenjör inom väg och vatten, arbetar idag som entreprenadchef. Man B har tidigare arbetat som arbetsledare, kalkylingenjör, inköpare, entreprenadingenjör och platschef.
- Man C, 42 år. Utbildad civilingenjör inom väg och vatten, arbetar idag som entreprenadchef. Man C har tidigare bl.a. arbetat som arbetsledare, entreprenadingenjör och projektledare.
- Man D, 54 år. Utbildad gymnasieingenjör, arbetar idag som arbetsledare. Man D har tidigare även arbetat som platschef.
- Man E, 41 år. Utbildad byggingenjör, arbetar idag som platschef. Man E har tidigare bl.a. arbetat som arbetsledare och konsult.
- Man F, 60 år. Utbildad gymnasieingenjör, arbetar som platschef sedan 1977. Man F har tidigare arbetat som utsättare och arbetsledare.
- Man G, 50 år. Utbildad gymnasieingenjör, arbetar idag som platschef. Man G har tidigare arbetat som arbetsledare och projektledare.

- Man H, 35 år. Utbildad civilingenjör inom väg och vatten, arbetar idag som kalkylchef. Man H har tidigare arbetat som arbetsledare, kalkylingenjör, entreprenadingenjör, platschef och installationssamordnare.
- Man I, 47 år. 4-årig teknisk utbildning, arbetar idag som entreprenadchef. Man I har tidigare arbetat som arbetsledare, platschef, kalkylchef och entreprenadingenjör.
- Man J, 60 år. Arbetar idag som platschef. Man J har tidigare arbetat som snickare samt arbetsledare. Utbildad genom internutbildning.

Intervjuerna innefattar en kortare presentation av virtuellt byggande och BIM samt vilka verktyg som finns för att utvinna information ur modellen. Följande frågeställningar diskuterades under intervjuerna:

1. Vad vet du om BIM/virtuellt byggande?
2. Har du arbetat i/har erfarenhet av projekt där någon typ av 3D-modell har använts? I sådana fall, hur har modellen använts? Vilken programvara användes?
3. Vilket/vilka BIM-verktyg anser du är mest intressant för användning i produktionsskedet?
4. Vilken typ av information är enligt dig relevant/viktig att ha i modellen?
5. Hur måste mängdningsverktyget fungera för att vara användbart i produktionsmiljö?
6. Vilken nytta skulle du ha av 4D-modell? *D.v.s. en 3D-modell kopplad till en tidplan.* Vilken information vore bra att få ut?
7. Ser du några fördelar med användande av BIM ur ett logistiskt perspektiv? Vilka? Varför?
8. Vem i ett byggprojekt bör besitta de kunskaper som krävs för att använda BIM-verktygen?
9. Hur tycker du implementeringen av virtuellt byggande i produktionsmiljö bör ske?
10. Om du får önska, hur vill du då att det framtida användandet av virtuellt byggande i produktionen ska se ut? *Om 5år? 15år?*

### 5.1.1 Sammanställning

Samtliga intervjupersoner har hört talas om begreppet BIM och vet att det handlar om någon typ av 3D-modell. Intervjupersonernas erfarenhet av BIM varierar dock, vissa har erfarenheter av virtuellt byggande medan andra endast har arbetat med ritningar i 2D-format. De intervjupersoner som arbetat i projekt där en 3D-modell alternativt BIM har funnits har främst nyttjat denna till visualisering och samordning av installationer. Ett

par intervjupersoner har arbetat i projekt där modellen aktivt har utnyttjats under produktionsskedet, exempelvis vid arbetsberedning och diskussioner med yrkesarbetare samt i förklarande syfte vid samordnings-/byggmöten. Programvaran som använts har utslutande varit Autodesk Navisworks.

De BIM-verktyg som intresserar intervjupersonerna mest är överlag visualisering, samordning av installationer samt mängdavgivning. Installationssamordning är många gånger ett problematiskt arbete då flera discipliner ska fram samtidigt som det ofta är ont om plats, här kan virtuellt byggande vara ett oerhört bra hjälpmedel. Flera intervjupersoner menar att samordningsverktyget inklusive kollisionskontroll egentligen inte borde vara ett verktyg för produktionen utan snarare för projekteringen. De tillägger dock att det i verkligheten krävs installationssamordning och kollisionskontroller även när bygget är igång.

Det finns en stor vinst i att kunna gå in i modellen, identifiera ett problem samt planera i vilken ordning ett arbete bör ske. Det faktum att alla inblandade ser samma bild är en stor fördel. Även mängdningsverktyget visade sig vara ett efterfrågat verktyg för produktionen, intervjupersonerna berättar om hur mycket tid som idag läggs på mängdavgivning under ett byggprojekt och att dagens arbetsmetod känns förlegad. Flertalet intervjupersoner efterfrågar ett mängdningsverktyg som för t.ex. en gipsvägg levererar antalet reglar, antalet meter hammarband/syll, isoleringsmängd samt antalet gipsskivor. Detta vore idealt, dock är även mängder som ytor, volymer och längder användbart. Ett antal personer efterfrågar funktionen att uppmängdat material markeras så att risken för att något förbises alternativt räknas dubbelt minskar. En intervjuperson påpekar speciellt att mängdavgivning och visualisering/samgranskning måste ske med hjälp av samma programvara, detta är en förutsättning för användarvänligheten i produktionen. Olika programvaror för olika verktyg leder till förvirring och försvårar implementeringen.

För att ett mängdningsverktyg ska vara användbart i produktionsmiljö tycker de flesta intervjuade att mängdavgivning ska kunna ske såväl lägenhetsvis som våningsvis. Ett par intervjupersoner påpekar att det är viktigt att inte få ut för mycket information, då blir det lätt svårhanterligt. En platschef eller arbetsledare måste själv kunna välja ut de mängder han/hon vill ha.

Vid diskussioner kring den informationsnivå modellen bör innehålla går åsikterna bland intervjupersonerna något isär. Vissa tycker att modellen kan vara relativt schematisk, detaljerad information finns på uppställningsritningar och behöver därmed inte läggas in i modellen. Andra menar att all information bör finnas på samma ställe, ska man använda BIM bör det köras fullt ut. Flera intervjupersoner tycker att informationen från rumsbeskrivningen bör finnas i modellen, all information (som exempelvis ytskikt) behöver dock inte nödvändigtvis vara utritat men bör kunna tas fram genom ett par enkla knapptryck. Alla är överrens om att information som t.ex. vägg-, dörr- och fönstertyp bör vara littererad och lättillgänglig. Vidare skulle ett par intervjupersoner uppskatta om konstruktionsdetaljer gick att få ut ur modellen.

Intervjustudien visar att intresset för att använda en 4D-modell under produktionsskedet idag är svalt. Flertalet intervjupersoner uppskattar att arbetsbördan för den manuella

länknings mellan tidplan och modell är betydande, dessutom tillförs ingen ytterligare information gentemot de verktyg som idag används. Ett par av de intervjuade säger att en 4D-modell hjälper till att åskådliggöra projektet på ett sätt som många kan ha svårt att se utifrån endast tidplan och ritningshandlingar. I ett väldigt komplext projekt kan en 4D-modell vara ett hjälpmedel för att kontrollera byggets planering, ett sätt att upptäcka grundläggande fel som att "våning 4 byggs innan våning 3".

Vissa intervjupersoner anser att den största vinsten med en 4D-modell är vid avstämning gentemot tidplanen, att på ett enkelt och överskådligt sätt kunna jämföra planerat förlopp med verkligt. Överlag tycker dock de intervjuade att en 4D-modell framförallt är användbar i stora och/eller komplexa projekt, för ett vanligt bygge känns det än så länge överdrivet.

Att byggnadsinformationsmodeller är användbara ur logistisk synvinkel tycker flera av de intervjuade personerna. Fungerar mängdningsverktyget på ett tillfredställande sätt underlättas arbetet vid avrop, det blir lättare få rätta leveranser med rätt mängder till rätt plats och i rätt tid. Med hjälp av visualiseringsverktyget underlättas även disponering av arbetsplatsen samt planering av transportvägar på bygget. Är APD-planen inlagd presenteras arbetsplatsen på ett överskådligt sätt, detta kan i sin tur leda till att platschefen lättare får synpunkter och förslag på logistikplanering av t.ex. lagbas och yrkesarbetare, det är ett bra arbetsredskap vid diskussioner.

Vissa intervjupersoner menar att modellen blir svår att använda till den dagliga logistikplaneringen då ett projekt är svårt att detaljplanera redan under projekteringsfasen. Ska modellen innehålla APD-plan och användas till daglig logistikplanering krävs att en platschef ska kunna modellera och flytta runt objekt i APD-planen, då extern hjälp är nödvändig blir tekniken genast mindre användbar under produktionen.

Angående frågan vem som i ett byggprojekt bör besitta de kunskaper som krävs för att hantera BIM-verktygen är i princip samtliga av intervjuade överens. Såväl platschef som arbetsledare bör så småningom kunna navigera i modellen samt kunna hantera mängdavgivning. Arbetet med att koppla ihop samt hålla modellen uppdaterad måste ligga på en konsult eller CAD-samordnare. En entreprenadingsenjör och entreprenadchef bör kunna navigera i modellen samt hantera mängdavgivningsverktyget, efterhand bör antingen en entreprenadingsenjör eller entreprenadchef kunna hantera arbetet med att uppdatera modellen. Installationssamordning och kollisionskontroller bör utföras av en installationssamordnare alternativt en entreprenadingsenjör beroende på projektet. I de fall en tidplan kopplas till modellen bör detta arbete utföras av en konsult eller CAD-samordnare menar intervjupersonerna.

En kursserie i de programverktyg som används vid virtuellt byggande intresserar inte intervjupersonerna. Istället anser de flesta intervjuade att implementeringen bör vara knuten till en projektstart. Det är viktigt att inte hålla kurser för anställda som inte kommer i kontakt med ett BIM-projekt på flera månader. Hålls kursen med det egna projektet som bas är det lättare att se nyttan med verktygen menar ett par intervjupersoner. Några av de intervjuade föreslår att implementeringen ska ske genom en workshop ute på byggarbetsplatsen där arbetsledare, platschef, entreprenadingsenjör



och eventuellt entreprenadchef deltar. Efter en eller ett par månader kan en uppföljningskurs hållas, kursdeltagarna kan då få svar på frågor som dykt upp under uppehållet. Vidare påpekar intervjupersonerna att det krävs en stödfunktion, t.ex. en BIM-expert inom företaget som kan svara på frågor och agera support.

Att virtuellt byggande är framtiden är det enligt de intervjuade personerna ingen tvekan om. Inom 10-15 år tror i princip samtliga att vi använder en BIM i någon form genom hela byggprocessen. Under produktionen kommer modellen att nyttjas av alla från arbetsledare och platschef till entreprenadingenjör och entreprenadchef. Modellen används främst till visualisering, samgranskning och mängdavgivning. Åsikterna går isär angående frågan om en 4D-modell kommer att utnyttjas i byggprojekten.

## **5.2 Test av BIM-verktyg**

Med utgångspunkt från resultatet av intervjustudien har BIM-verktyg testkörts för att utreda om efterfrågade funktioner kan tillhandahållas av den programvara som idag används inom NCC. Efterfrågade funktioner gällande visualisering och samordning av installationer fungerar på ett tillfredställande sätt och behöver i dagsläget inte utforskas vidare. Visualiseringsprogrammet Autodesk Navisworks 2009 erbjuder exempelvis:

- Möjligheter för 3D-visualisering i plan, sektion samt genom en tredjepersonsvy där användaren tillåts gå runt i modellen.
- Installationssamordning i form av dels visualisering och dels kollisionskontroll. Kollisionsverktyget ger användaren möjlighet att undersöka om några objekt i modellen kolliderar, exempelvis installationer.
- Möjligheter att skapa och spara viewpoints (vypunkter) över speciellt intressanta delar av huset. Med hjälp av ett rit- och textverktyg kan användaren även markera intressanta områden i viewpointen och skriva ett meddelande.

Intervjustudien visar på att intresset för att använda en 4D-modell under produktionen idag är lågt, inga speciella funktioner efterfrågades. Testkapitlet kommer därför att fokusera på mängdavgivning för produktion, såväl åsikterna som önskemålen angående denna funktion var betydande under intervjustudien.

Testet består av mängdavgivning av innerväggar. Testet utförs på en skarp modell av ett höghus i Malmöområdet. Byggnaden är 16 våningar hög och innefattar lägenheter samt parkeringsgarage. Anledningen till att denna testmodell valts är främst att den är ritad i programvaran Autodesk Revit. Revit är Autodesk's senaste ritverktyg och är speciellt anpassat till objektorienterad 3D-modellering och är därmed en lämplig bas i ett BIM-projekt. Mängdavgivning ska ske dels per plan och dels per lägenhet, enligt efterfrågan under intervjustudien. I testet används två olika programpaket enligt följande avsnitt.

### 5.2.1 Programpaket 1: Tocoman iLink 3, MAP och Revit Structure 2009

I detta programpaket sker mängdavgtagning genom att information om byggnadsdelar från ritverktyget Revit Structure importerar i kalkylprogrammet MAP med hjälp av programbryggan iLink 3. I MAP skapas en kalkylpost manuellt, till denna post importerar en mängd från modellen via iLink 3. I iLink 3 kan användaren välja vilken typ av information han/hon vill skicka till kalkylen, för en given väggtyp kan exempelvis parametrarna yta och längd väljas. Med programpaket 1 erhålls ej mängder i form av antalet gipsskivor och antalet regler utan endast kvadratmeter och meter vägg.

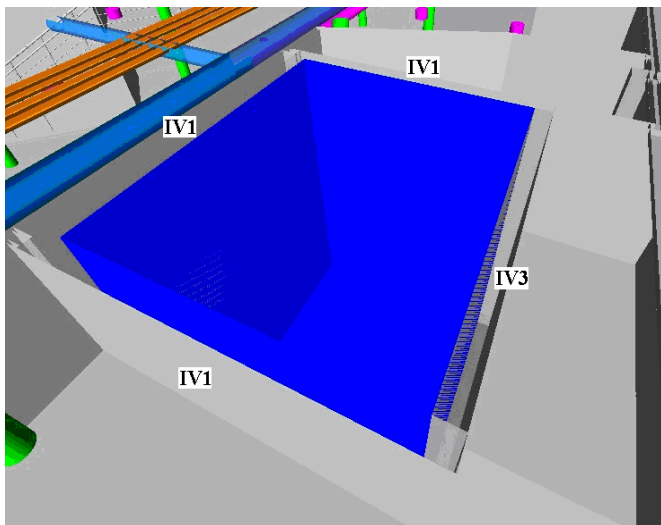
#### Mängdavgtagning planvis

Mängdavgtagning planvis med hjälp av Tocoman iLink 3 fungerar bra. Steg 1 är att dela upp kalkylen i innerväggsposter per plan, steg 2 är att med hjälp av iLink definiera vilken information som ska exporteras ur modellen. iLink levererar automatiskt en uppdelning av vald innerväggstyp planvis och tillåter att mängderna från modellen kan kopplas ihop med rätt kalkylposter. Arbetet med kopplingen mellan rätt mängd i iLink och rätt post i kalkylen sker manuellt. Då kopplingen är utförd kan valda mängder importerar i MAP-kalkylen.

Vid en eventuell revidering av modellen, som innebär att ursprungliga mängder förändras, är kopplingen mellan MAP-kalkylen och iLink mycket användbar. Då kopplingen är utförd krävs endast ett knapptryck för att importera aktuella mängder till kalkylen.

#### Mängdavgtagning lägenhetsvis

Mängdavgtagning per lägenhet med hjälp av programpaket 1 är problematiskt. Programvaran Tocoman iLink tillsammans med aktuell modell ritad i Revit Structure 2009 tillhandahåller ingen funktion som tillåter att vald innerväggstyp delas upp per lägenhet. För att få ut ytor och/eller längder på innerväggar lägenhetsvis kan ett rumsobjekt utnyttjas. Ett rumsobjekt är i princip en fiktiv kub som följer väggar, golv och tak i ett rum. Ur detta objekt kan användaren välja att få ut värden på kubens ytor, omkrets, volym eller sidlängder.



Figur 14, Rumsobjekt med angränsande väggar av olika typ.

Vid användande av rumsobjekt får användaren inte ut mängder för en vald väggtyp utan endast väggytor i ett rum och måste alltså själv para ihop rätt yta med rätt väggtyp. I ett rum som angränsar till flera olika väggtyper blir detta arbete snabbt förvirrande, se figur 14. Det är även lätt att av misstag mängda samma vägg flera gånger vid mängdavgivning i angränsande rum, dvs. väggen som delar två rum mängdas dubbelt.

### **5.2.2 Programpaket 2: Revit Architecture 2009**

I ritverktyget Revit Architecture 2009 finns en inbyggd mängdningsfunktion som tillåter användaren att skapa mängdningsstabeller över valda byggdelar. Samma funktion finns även i Revit Structure 2009 dock är Architecture-versionen mer användarvänlig vid mängdavgivning av rumsbildande objekt. Tabellerna kan dels visas i Revit Architecture och dels exporteras till Microsoft Office Excel. I programpaket 2, liksom i programpaket 1, erhålls inte mängder i form av antal gipsskivor och antal reglar.

#### **Mängdning planvis och lägenhetsvis**

Mängdning direkt i Revit Architecture går betydligt fortare än mängdning med programpaket 1, dessutom krävs endast ett program. Programmet skapar poster och delar in mängdförteckningen efter användarens behov. Dock finns, i testad modell, ingen automatisk koppling som delar upp innerväggsmängderna per plan eller per lägenhet.

För uppdelning av innerväggsmängder per plan krävs viss handpåläggning. Användaren måste själv gå in i modellen och definiera vilket plan väggobjekten ligger på, i Revit är detta arbete inte särskilt tidskrävande. I samråd med aktuell arkitekt har möjligheten att från början definiera väggobjekten annorlunda diskuterats, detta innebär ett merarbete men är möjligt. I testkörd modell fungerar exempelvis planvis uppdelning av mängdlistor för fönster och dörrar automatiskt, det är alltså endast för väggar problematiken med planvis uppdelning finns. Då ursprungliga mängder förändras (t.ex. vid en revidering) måste nya mängdlistor göras, till skillnad från programpaket 1 sker ingen automatisk uppdatering.

Mängdavgivning per lägenhet är dock fortsatt problemiskt. Även i Revit kan rumsobjekt utnyttjas till mängdavgivning dock kvarstår samma problem som i programpaket 1. Det är svårt att para ihop rätt yta med rätt väggtyp samt risken för att samma yta mängdas dubbelt.

### 5.2.3 Sammanställning teststudie

I tabell 1 presenteras det sammanställda resultatet av utförd teststudie.

Tabell 1, Sammanställt resultat av testade programpaket.

Efterfrågade funktioner	Programpaket 1	Programpaket 2
<b>Mängdavgtagning av innerväggar per våningsplan</b>	OK, mängder importeras i MAP enligt vald struktur i iLink 3. Ett befintligt kalkylupplägg krävs.	Mängdning av innerväggar per plan kräver viss handpåläggning, dock fungerar planvis mängdning av andra byggdelar.
<b>Mängdavgtagning av innerväggar per lägenhet</b>	Användning av rumsobjekt är problematiskt. Ej en praktiskt användbar metod.	Användning av rumsobjekt är problematiskt. Ej en praktiskt användbar metod.

## 6 Analys

*I detta avsnitt analyseras resultaten av såväl intervjustudien som testet av BIM-verktyg.*

### 6.1 Implementering

En lämplig implementeringsmetod är av stor vikt för att virtuellt byggande ska öka i produktionen. Det är viktigt att inte stöta bort platsledning och entreprenadingenjörer med för mycket information om teknik utan istället på ett pedagogiskt sätt visa på fördelarna med virtuellt byggande i just deras projekt.

Virtuellt byggande kan lätt uppfattas som en komplicerad process med stor del avancerad programvara som endast utnyttjas av konstruktörer och projektörer. Det är därför viktigt att förutom att endast presentera möjligheterna med virtuellt byggande även presentera en lämplig nivå för aktuellt projekt och personerna i fråga. Intresset för att utnyttja visualiseringsverktyget var stort under intervjustudien, detta verktyg är tämligen användarvänligt och är därför en bra instegsnivå till virtuellt byggande ute på byggarbetsplatserna. Visualisering och samordning är dessutom två verktyg som användaren snabbt ser syftet med och finner lönsamt. Andra BIM-verktyg som mängdavgivning, planering med hjälp av 4D-modell och planering/kostnadsuppföljning med 5D-modell kan implementeras efterhand som användandet av virtuella byggmetoder ökar.

Under intervjustudien diskuterades även vem i byggprojektet som bör besitta de olika kunskaper som krävs för att hantera och arbeta med BIM. Resultatet var relativt enhälligt, platschefer och arbetsledare bör kunna hantera uppgifter som att navigera runt i modellen samt efterhand modellbaserad mängdavgivning. Arbetet med att sammanställa modellen samt hålla modellen uppdaterad bör ligga på en modellsamordnare eller likvärdig funktion. Entreprenadingenjörer och i vissa fall entreprenadchefer bör kunna utföra samma moment som platschef och arbetsledare. Efterhand vore det dock positivt om en entreprenadingenjör kunde sköta modellen under projektets gång, dvs. hantera uppdateringen av modellen i takt med att nya ritningar kommer in efter en revidering. På så vis kan en viss del av modellsamordningen ske samtidigt som de nya ritningarna granskas av en person som är insatt i projektet. En modellsamordnare har många gånger flera projekt igång samtidigt och har därför inte möjligheten att fördjupa sig i alla projekt han/hon deltar i.

I tabell 2 presenteras olika kunskapsnivåer för virtuellt byggande. Arbetsledare, platschefer och entreprenadingenjörer bör efterhand besitta kunskapsnivån "Competent". Anställda på högre nivå bör ligga kring kunskapsnivåerna "Understand"/"Competent", de behöver inte kunna använda verktygen men bör förstå dess möjligheter samt kunna fatta beslut kring vilka projekt virtuellt byggande ska tillämpas.

Tabell 2, Kunskapsnivåer för användande av BIM i byggprocessen [25].

<b>Unaware (None)</b>	<b>Aware (Low)</b>	<b>Understand (Medium)</b>	<b>Competent (High)</b>	<b>Mastery (Mastered)</b>
Team members have not heard of BIM and are unaware of what it does, how it does it or why to use it.	Team members cannot fully and accurately explain the purpose, features, potential benefits and strategic underpinnings of BIM.	Team members understand how BIM is different from other approaches and the benefit of using BIM.	Team members can use BIM and are able to communicate the reasons for use.	Team members are able to train and develop others in the use of BIM including underlying theories and can provide input into future development.

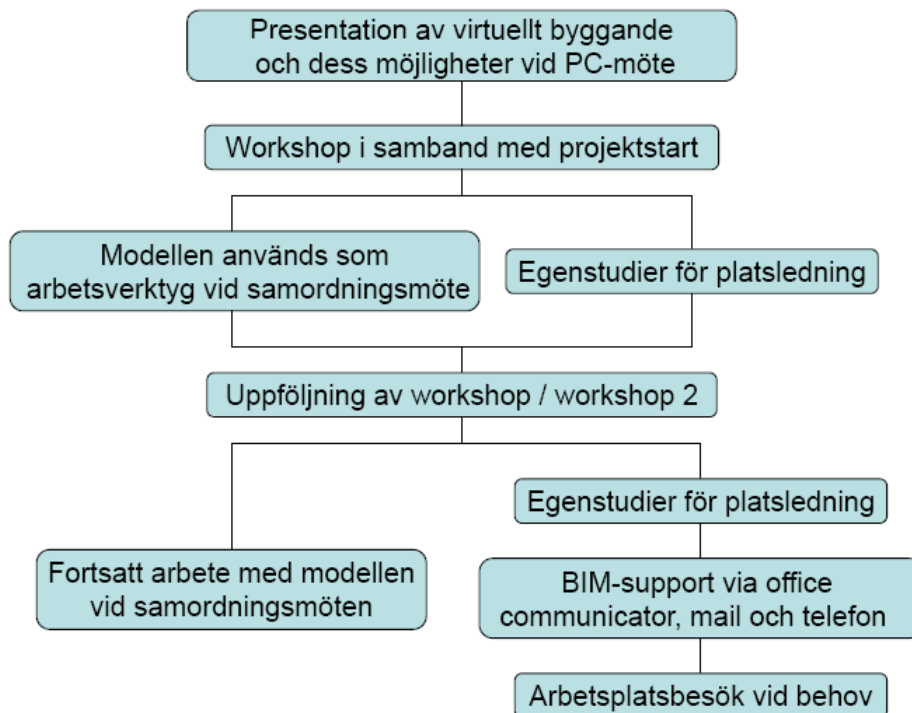
Intervjustudien visar att intresset för allmänna kurser inom virtuellt byggande är lågt, intervjupersonerna ser hellre en implementeringsprocess som är knuten till deras aktuella projekt. I figur 15 visas ett förslag på implementeringsmodell för virtuellt byggande under produktionsskedet. Till en början är det viktigt att informera om virtuellt byggande och dess möjligheter, detta behöver inte ske i anknytning till ett projekt utan ett lämpligt forum kan vara ett platschefsmöte (PC-möte). Vid ett PC-möte närvarar vanligtvis platschefer, arbetsledare, entreprenadingenjörer och entreprenadchefer. Presentationen ger en introduktion till virtuellt byggande och deltagarna får möjlighet att diskutera och ställa frågor angående tekniken. Presentationen är även tänkt att ge deltagarna en grund för beslutsfattande angående fortsatt implementering. Vid detta steg besitter flertalet deltagare kunskapsnivåer kring "Unaware"/"Aware" enligt tabell 2.

Nästa steg är att i ett lämpligt BIM-projekt hålla en workshop där platsledningen och yrkesarbetare får en genomgång av hur virtuellt byggande kan utnyttjas i just deras projekt. Det är viktigt att även yrkesarbetare deltar i denna process för att de ska förstå vad virtuellt byggande är och vilka hjälpmedel som arbetsplatsen tillhandahåller. Workshopen fokuserar sedan på att platsledningen ska lära sig visualiseringsverktyget. Efter att genomgått workshopen besitter platsledningen kunskapsnivåer kring "Understand".

Vidare används modellen till samordning under projektets gång, arbetet med att hantera modellen vid samordningsmöten ligger initialt på en BIM-expert. Under projektets gång kan platsledningen använda visualiseringsverktyget vid exempelvis arbetsberedningar, detta arbete fungerar som egenstudier inför nästa workshop.

Vid en lämplig tidpunkt då platsledningen har haft möjlighet att på egen hand prova på visualiseringsverktyget kan en ny workshop hållas. Nu finns möjligheter att få svar på frågor som dykt upp under uppehållet samt kan eventuellt grunderna för mängdavtagningsverktyget introduceras. Workshop 2 kan med fördel innehålla skarpa arbetsmoment som mängdavtagning inför avrop eller likvärdigt. Med detta upplägg kan deltagarna lära sig programvaran samtidigt som de arbetar i sitt aktuella projekt. Efter

workshop 2 fortsätter arbetet med inlärd BIM-verktyg på arbetsplatsen, vid eventuella problem bör en supportfunktion finnas tillgänglig. BIM-supporten är modellsamordnare eller en person med likvärdig erfarenhet och kan nås via mail, telefon eller Office Communicator (Office Communicator är ett verktyg där två, eller flera, parter kan kommunicera med varandra samt styra varandras datorer via internet). På arbetsplatsen fortsätter även arbetet med modellen vid samordningsmöten. Efterhand kan modellen skötas av en arbetsledare, platschef eller entreprenadingenjör vid dessa möten. Efter workshop 2 ligger deltagarna kring kunskapsnivån "Understand"/"Competent". Med studier på egen hand samt användning i det egna projektet besitter användaren så småningom kunskapsnivån "Competent".



Figur 15, Implementeringsmodell för virtuellt byggande under produktionskedet.

Att virtuellt byggande tillämpas i ett projekt är inte alltid upp till byggentreprenören utan är även beroende av beställaren och aktuell entreprenadform. I exempelvis en delad entreprenad eller en generalentreprenad kan det vara svårt för byggentreprenören att påverka projekteringsorganisationen att satsa på BIM-projektering. Det finns självklart möjligheter för t.ex. en generalentreprenör att projektera om befintliga 2D-handlingar till BIM. Det är en kostnad som entreprenören i dessa fall måste väga mot den uppskattade vinsten virtuellt byggande medför i det aktuella projektet. I en totalentreprenad eller i ett partneringsprojekt finns större möjligheter för byggentreprenören att påverka projekteringen och kan därmed ställa krav på BIM. Steg 1 för byggentreprenören bör därför vara att börja med virtuellt byggande i egna projekt samt de projekt där man själv styr projekteringsorganisationen. Under intervjustudien har liknande förslag dykt upp.

## **6.2 4D-BIM och logistik**

Under intervjustudien diskuterades möjligheterna att använda en 4D-BIM under produktionsskedet. Intervjupersonerna fann inga större fördelar med 4D-modellen utan såg den mest som en filmuppspelning. Några av de intervjuade såg potential inom områden som avstämning och uppföljning och menade att modellen illustrerar byggprojektet på ett överskådligt sätt. Överlag visade resultatet från intervjustudien att en 4D-BIM främst gynnar personer utan produktionserfarenhet, exempelvis en beställare. Samtidigt kan användandet av 4D-BIM även underlätta för mindre erfarna platschefer och arbetsledare.

Att använda en 4D-BIM under projektets tidiga skeden kan vara ett bra hjälpmedel för att se konsekvenserna av olika planeringsförslag. Då projektets huvudtidplan sammanlänkas med objekten i modellen kan byggprojektet illustreras från etablering till avetablering. Genom att länka olika tidplansversioner till modellen kan användaren se utfallet av sina planeringsförslag samt se konsekvenserna av en eventuell försening.

Under intervjustudien diskuterades även fördelarna med att utnyttja en BIM (utan tidplan) till logistikplanering, samt möjligheten att lägga in projektets APD-plan i modellen. Vissa av de intervjuade tyckte att tekniken var lite överflödigt medan andra menade att modellen skulle vara ett bra hjälpmedel. En fördel med att använda en modell innehållandes en APD-plan är att personer inblandade i en diskussion ser samma bild av det aktuella problemet/lösningen och undviker att missförstå varandra. Då en platschef eller arbetsledare på ett enkelt och pedagogiskt sätt kan visa hur han/hon avser att logistiken ska fungera är det lättare få feedback och förslag från andra inblandade i projektet.

Att bygga hus handlar till stor del om logistik, med andra ord rätt material i rätt mängd på rätt plats i rätt tid. En BIM underlättar arbetet med mängdavtagning inför avrop och beställningar och det blir enklare att ta fram paketeringslösningar för transport av material in på byggarbetsplatsen.

Såväl när det gäller 4D-BIM som logistikplanering gäller att platsledningen på byggarbetsplatsen själva måste kunna hantera arbetet med modellen, annars kommer den inte att användas i det dagliga arbetet. Om konsult hjälp krävs för enkla ändringar i APD-planen eller för utnyttjande av enklare applikationer i en 4D-BIM är dessa verktyg inte särskilt intressanta för användning i produktionsskedet. Extern hjälp ger långa ledtider vilket kan resultera i att ett problem sedan länge är löst innan motsvarande revideringen slagit igenom.

## **6.3 Mängdavtagning**

Mängdavtagning med hjälp av BIM är ett verktyg som intresserar flera av de intervjuade personerna. Under utredningen testades två olika sätt för mängdavtagning, dels Autodesk Revit Structure 2009, Tocoman iLink 3 och MAP (programpaket 1) samt dels direkt i Autodesk Revit Architecture 2009 (programpaket 2). Enligt resultatet av intervjustudien har mängdavtagning per plan samt per lägenhet testats.



Mängdavgtagning av innerväggar per plan med programpaket 1 fungerade bra medan mängdavgtagning per lägenhet inte fungerade på ett tillfredställande sätt. Överlag är mängdavgtagning med programpaket 1 omständigt, dels pga. att flera olika programvaror krävs och dels pga. att en kalkylstruktur måste skapas i MAP. Programpaket 1 lämpar sig därför främst vid kalkylarbete, då en kalkyl ändå ska skapas. Implementering av denna programvara ute i produktionen skulle innebära en betydande arbetsinsats.

Med programpaket 2 är mängdavgtagning relativt effektivt, endast ett program krävs samtidigt som användaren kan välja vilken struktur mängdlistorna ska levereras i. Dock finns ingen automatik vid uppdelning av mängdlistor per våningsplan vid mängdning av väggobjekt. Planvis mängdning av exempelvis fönster eller dörrar fungerar däremot bra. Anledningen till att mängdning av innerväggar per plan inte är möjligt beror på att ingen fungerande koppling mellan väggobjekt och våningsplan finns i testad modell. Denna information kan i efterhand läggas in manuellt, det bästa vore dock om arkitekten från början definierade sina väggobjekt på ett fungerande sätt.

Vid testet mängdavgtagning per lägenhet har rumsobjekt använts av båda programpaketen. Som påpekats under resultatkapitlet fallerar denna mängdningsmetod då ett rum omsluts av olika väggtyper. En metod för att hantera mängdavgtagning av innerväggar per lägenhet hade varit om arkitekten delat in innerväggstyperna i en lägenhet i olika grupper som användaren sedan kan sortera sina mängdlistor efter. Denna process innebär dock mycket merarbete för arkitekten samtidigt som tidsbesparingen för byggtreprenören är relativt liten, speciellt i testad modell där antalet lägenhetstyper är få.

Rumsobjekten i modellen är framförallt användbara vid mängdning av ytskikt som exempelvis golvytor, taktytor eller golvlister. Såväl programpaket 1 som 2 hanterar utan problem att dela upp ytor och omkretsar per rumstyp. Anledningen till att denna mängdning fungerar bra är att ytskikten i ett avgränsat rum ofta är enhetliga.

#### **6.4 Modellens informationsnivå**

Flera av de intervjuade hade svårigheter med att bedöma lämplig informationsnivå i en BIM, detta beror till stor del av att intervjupersonerna inte kunde uppskatta hur mycket merarbete en högre informationsnivå innebär för t.ex. arkitekt och konstruktör. Det optimala hade varit om all information hade funnits i modellen tycker ett par av de intervjuade personerna medan andra menade att en schematisk modell är fullt tillräcklig, resterande information kan hämtas från uppställningsritningar eller rumsbeskrivning. Flera intervjupersoner tycker att den information som finns i rumsbeskrivningen också borde finnas i modellen.

Initialt kan det vara lämpligt att använda en mer schematisk modell för att i senare projekt successivt öka informationsnivån. På så sätt får användaren tid att lära sig grundläggande funktioner som att t.ex. utnyttja modellen till visualisering. Det är bättre att en högre informationsnivå efterfrågas av användaren än att information som inte utnyttjas finns i modellen, både ur pedagogiskt perspektiv och med avseende på kostnaderna för en högdetaljerad modell.

Innan ett projekt med virtuellt byggande startar ska ett CAD-samordnings PM upprättas. I detta PM är det viktigt att entreprenören tillsammans med arkitekt, konstruktör och diverse konsulter kommer överrens om hur modellen ska användas samt vad modellen ska användas till. På så vis säkerställer byggentreprenören att modellen kan användas till planerade arbetsmoment såväl under projektering som under produktion.

Vid arbete med virtuellt byggande är det viktigt att hitta områden där en liten arbetsinsats av en aktör avsevärt underlättar för en annan. Då projektets olika aktörer många gånger har dålig inblick i varandras arbetssätt upptäcks, initialt, relativt enkelt nya områden som kan effektiviseras. Ett sådant exempel berör rumsbeskrivningar, i testad modell finns inte informationen från rumsbeskrivningen inlagd. I de projekt där arkitekten ska tillhandahålla en rumsbeskrivning skrivs denna i ett ordbehandlingsprogram, exempelvis Microsoft Office Word. Om samma information istället läggs in i Autodesk Revit Architecture 2009 och skrivs ut i tabellformat via programmets schedulefunktion erhålls rumsbeskrivningen ”gratis” i modellen. Med rumsbeskrivningen inlagd har byggentreprenören fler möjligheter vid mängdning av exempelvis ytskikt, sakvaror och likvärdigt. Informationen i rumsbeskrivningen kan antingen kopplas till respektive objekt i modellen (t.ex. klinkerplattor kopplas till golvytan) eller kan hela rumsbeskrivningen kopplas till rumsobjektet.

## 7 Diskussion, slutsats och fortsatta studier

*I detta avsnitt presenteras författarens åsikter och slutsatser kring tillämpningen av virtuellt byggande under produktionsskedet. Vidare ges även förslag på förbättringar samt fortsatta studier.*

Examensarbetet syftar till att utreda hur BIM bör användas under produktionsskedet inom husbyggnadsproduktion. Under intervjustudien presenterades BIM-tekniken och dess användningsområden för tio personer som arbetar med husbyggnadsproduktion inom NCC. Användandet av BIM-tekniken välkomnades av samtliga intervjuade. De verktyg som intervjupersonerna främst ansåg intressanta för användning under produktionsskedet är visualisering, samordning samt mängdavgivning.

Intervjutiden var omkring 1-1,5 timme, under denna tid presenterades ämnet BIM samt de olika BIM-verktygen. Intervjupersonerna hade överlag relativt lite kunskap och erfarenheter i ämnet och tvingades ta in mycket information på kort tid, detta faktum kan ha påverkat resultatet av intervjustudien. Exempelvis var intresset för 4D-BIM lågt, jämfört med andra BIM-verktyg är planering med hjälp av 4D-BIM relativt komplicerat och kan efter endast en kort introduktion vara svårt att se nyttan med. Detta kan vara förklaringen till den något negativa inställningen gentemot 4D-BIM och Timeliner-funktionen i Autodesk Navisworks 2009. Längre intervjutid samt en eventuell prövningsperiod där intervjupersonerna själva kunde testa programvaran hade gett ett säkrare svar, på grund av den begränsade tid som finns vid framtagande av ett examensarbete har detta inte varit möjligt. Intervjustudien till trots anser jag att planering med hjälp av 4D-BIM är ett verktyg som byggbranschen i framtiden bör utnyttja. Först måste dock användandet av grundläggande virtuella byggmetoder öka samt kompatibiliteten mellan ingående programvaror utredas.

Mängdavgivning med hjälp av BIM är ett verktyg som intresserar flera av de intervjuade. I resultatkapitlet presenteras två olika sätt för mängdavgivning med hjälp av en byggnadsinformationsmodell, båda metoderna involverar ett CAD-program. Enligt min åsikt är de arbetsätt för mängdavgivning som testats i examensarbetet något underutvecklade, de är inte mogna för implementering i produktionsmiljö. Idag är det exempelvis en projektör som hanterar dessa verktyg och tar ut mängder till produktionen, detta är inte ett hållbart arbetsätt. För att mättningsverktyget ska vara användbart på byggarbetsplatsen krävs att arbetsledare, platschefer och entreprenadingenjörer själva kan ta ut mängder ur modellen.

Om mängdavgivning ska introduceras som ett produktionsverktyg på bred front krävs en enkel och användarvänlig programvara. Platsledningen på ett bygge ska inte hantera CAD-program som Autodesk Revit Structure/Architecture, det skulle innebära ett omfattande implementeringsarbete samt stora kostnader i form av programlicenser. Det optimala vore om mängdavgivning kunde utföras i samma program som visualisering och samgranskning, att ha tre olika program för att kunna ta ut mängder samt utföra visualiseringar och samgranskning är inte hållbart i längden.

En programvara avsedd för produktionen bör vara av typen "viewer", det vill säga användaren kan se och plocka ut information ur modellen men inte förändra ursprungsfilen. Anledningen till att denna programtyp är lämplig beror på att modellen

motsvarar färdiga bygghandlingar och behöver därför inte förändras på byggarbetsplatsen. Då användaren inte riskerar att av misstag förändra modellen innebär en programvara av viewer-typ en kvalitetssäker arbetsprocess, risken att byggnadsarbeten bedrivs efter felaktiga handlingar minskar. Mängdavgtagning i programmet bör fungera på sådant sätt att användaren markerar fritt valda byggdelar i modellen för att sedan välja ”mängda”. Uppmängdat material sparas i en logg, på så sätt minskar risken att samma byggdelar mängdas dubbelt. Användaren bör även, i en lista, kunna välja exempelvis innerväggtyp 1 och på så vis markera alla väggar av denna typ i modellen. En svensk programvara vore att föredra.

Ett steg i rätt riktning har tagits med nya Tocoman iLink 4 som presenteras i december 2009. Tocoman iLink 4 tillåter export av mängder till både kalkylprogrammet MAP och modell-viewern Autodesk Navisworks 2010. I Navisworks 2010 kan användaren se de mängder som specificerats i iLink 4 samt var i modellen uppmängdade byggnadsdelar befinner sig. Mängdavgtagning kan dock inte ske direkt i Navisworks utan sker precis som tidigare programversion i Autodesk Revit Structure 2010. Tocoman iLink 4 löser vissa problem som påpekats i examensarbetet men när, p.g.a. användarvänlighet, inte ända fram för att kunna klassas som ett BIM-verktyg för produktionen.

Den största vinsten vid tillämpning av virtuellt byggande under produktionsskedet är enligt mig möjligheterna för visualisering av byggnaden samt samgranskning av installationer. Dessa verktyg är inte de mest tekniskt avancerade men innebär likväl ett stort steg gentemot att arbeta med pappersritningar. Det viktigaste och mest grundläggande vid problemlösning är att alla inblandade ser samma bild av ett aktuellt problem, här utgör visualiseringar i modellen en bra grund. Det är viktigt att få arbetsledare, platschefer och entreprenadingenjörer att börja arbeta med modellen och utföra enklare arbetsmoment, efterhand finns sedan möjligheter att introducera mer avancerade BIM-verktyg. Idag anser jag att visualiseringsverktyget är så användarvänligt att det som arbetsledare och platschef inte är försvarbart att neka till användning i de projekt en modell finns tillgänglig.

Att kunna hantera mängdavgtagning med hjälp av BIM vore ett mycket användbart verktyg i produktionen, det är dock inte här den stora ekonomiska vinsten finns. Som påpekats tidigare sker de största besparingarna då projekteringsfel som exempelvis installationskrokar eller likvärdigt upptäcks tidigt i projektet. Ett väl genomtänkt implementeringsarbete av modell-viewern Autodesk Navisworks är därför av stor vikt. För att komma igång med virtuellt byggande i ett nystartat projekt bör en punkt i protokollet vid byggstartmötet vara ”avsatt tid för BIM-genomgång” eller likvärdigt. Detta upplägg ger ett naturligt första steg för tillämpning av virtuellt byggande.

Trots att en fulländad programvara för mängdavgtagning inte finns tillgänglig bland testade programpaket är det viktigt att fortsätta arbeta med befintliga verktyg och/eller leta vidare efter nya programverktyg. Jag tror att det är farligt att helt lägga ned och vänta på något bättre, då riskerar man att hamna på efterkälken. Som byggentreprenör ska man vara med och leda utvecklingen, samtidigt är det viktigt att inte introducera ett halvfärdigt verktyg för den breda massan. Detta skapar endast irritation samt ett motstånd när ett fungerande verktyg så småningom finns tillgängligt. Vid skarpa tester

av nya programverktyg är det viktigt att noggrant välja ut ett passande projekt med intresserad personal.

Under utvecklingsfasen av virtuellt byggande är feedback mellan ett byggprojektets alla aktörer mycket viktigt, förståelse för varandras arbetsmetoder är nyckeln till ett fullgott utnyttjande. Som stor byggnadsentreprenör med marknadsledande position inom BIM-utveckling måste NCC ställa krav på sina underentreprenörer och konsulter att leverera BIM-kompatibelt. Vid okunskap och eventuella svårigheter får NCC visa hur det ska se ut. Här gäller samma sak som vid utvecklande av ny programvara, man kan inte stanna utvecklingen och vänta på att andra ska hinna ikapp utan man måste fortsätta framåt, annars är det snart någon som springer förbi. En av de intervjuade personerna uttryckte följande:

*”Vi måste ställa krav på våra UE och konsulter, vi ska köra BIM-projekt. Kan de inte så får vi lära dem.”*

Det tycker jag är en bra inställning. Det är dock viktigt att i ett CAD-samordnings PM tydligt specificera vad som förväntas av respektive aktör, risken för missförstånd är stor då flertalet underentreprenörer och konsulter har liten erfarenhet av att arbeta i BIM-projekt.

Tidigare i examensarbetet har implementering i samband med projektstart presenterats som optimal metod. En svårighet med denna metod är att den kräver en betydande arbetsinsats från kursledare eftersom antalet deltagare i varje kursomgång är få. Att försöka samordna så att platsorganisationen från flera projekt kan delta i samma introduktionskurs är problematiskt då projektstarten i två skilda projekt sällan sammanfaller. Då gränserna för vilka som ska delta i kurserna börjar tänjas finns risken att man faller tillbaka mot en allmätkurs inom virtuellt byggande, något som intervjustudien visar ett tydligt motstånd mot.

## **7.1 Rekommendation till LTH/fortsatta studier**

Min rekommendation till Lunds Tekniska Högskola (LTH) är att börja satsa på utbildning inom virtuellt byggande på civilingenjörsprogrammet Väg och vatten. Det är ett nytt arbetssätt som bara börjat slå igenom i byggbranschen, jag är dock övertygad om att virtuellt byggande inom en snar framtid blir en allmänt gällande standard. Oavsett om studenterna utbildar sig till entreprenörer, bygglidare, konstruktörer eller konsulter bör en nytexaminerad civilingenjör inom väg och vatten vara medveten om vad BIM är samt vilka fördelar som finns med detta arbetssätt. Tanken är inte att utbilda BIM-expert eller modellsamordnare utan snarare att skapa en grundläggande kunskap inom området.

Ett förslag är att väva in utbildningen inom virtuellt byggande i befintliga CAD-kurser och om möjligheten finns utöka kursen med ett par poäng. Vidare bör CAD-undervisningen innehålla en grundläggande utbildning i ritverktyget Autodesk Revit Structure.

Inom ämnesområdet BIM finns fortfarande flera outforskade delar, fortsatta studier är en nödvändighet för att tekniken ska utvecklas och bli bättre. Exempel på områden för fortsatta studier är:

- 4D-BIM. Hur bör en 4D-modell skapas, underhållas och användas? Vilken programvara bör användas och hur är kompatibiliteten mellan tidplaneringsprogram och visualiseringsprogram? Hur stor är arbetsbördan för länkningen mellan tidplan och modell?
- Personalplanering. Finns det möjligheter att koppla ihop en personalplan med modellen och på så sätt kunna se om två olika arbeten sker i samma rum samtidigt? D.v.s. möjligheten att se en personal-/utrymmeskollision.
- Anläggning. Hur bör man arbeta med virtuellt byggande inom anläggningsbranschen?
- Beställarsidan. Hur kan en beställare arbeta med virtuellt byggande? Vilka möjligheter finns vid ett tidigt samarbete mellan beställare och byggtreprenör.
- Förvaltning. Hur kan BIM användas i förvaltningsarbetet? Vilken typ av information bör modellen innehålla?

## 8 Källförteckning

- [1] Byggdebatt maj 2008, *Effektivare byggprocess med BIM*, (2009-09-03)  
<http://www.bygg tjänst.se/byggdebatt/images/om-sb/byggdebatt/bim.htm>
- [2] Statistiska Centralbyrån, (2009-09-04)  
[http://www.scb.se/Pages/Product\\_\\_\\_\\_\\_33769.aspx](http://www.scb.se/Pages/Product_____33769.aspx)
- [3] Starnet – NCCs intranät, (2009-09-04)  
<http://starnet.ncc.se/templates/ContentPage.aspx?id=31860&epslanguage=sv>
- [4] Jongeling, Rogier (2006). *A process Model for Work-Flow Management in Construction*. Avdelningen för konstruktionsteknik, Institutionen för samhällsbyggnad, Luleå tekniska universitet.
- [5] Nam-Hyuk, Ham, Kyung-Min, Min, Ju-Hyung, Kim, Yoon-Sun, Lee & Jae-Jun Kim (2008). A study on Application of BIM to Pre-design in Construction Project, *2008 Third International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology*, IEEE, Vol. 1, Sid. 42- 49.
- [6] Huang, Lingjiang (2009). Technology in Computer Aided Architectural Design., *2009 Second International Conference on Information and Computing Science*, IEEE, Vol. 2, Sid. 221- 223.
- [7] McCuen, Tamara Lee (2008). Scheduling, Estimating, and BIM: a Profitable Combination. *AACE International Transaction*, Sid. BIM11- BIM18.
- [8] Mihindu, S & Arayici, Y (2008). Digital Construction through BIM Systems will drive the Re-engineering of Construction Business practices, *2008 International Conference Visualisation*, IEEE, Sid. 29- 34.
- [9] Bengtsson, Mikael & Jauernig, Frank (2008). *Effektivare kalkylarbete med BIM – en utvärdering av iLink som kalkylverktyg*. Examensarbete, Byggproduktion, Institutionen för Bygghälsvetenskaper, Lunds tekniska högskola.
- [10] Jongeling, Rogier (2008). *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt – En jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM*. Luleå, Avdelningen för byggproduktion, Institutionen för samhällsbyggnad, Luleå tekniska universitet.
- [11] Höst, Martin, Regnell, Björn & Runesson, Per (2006). *Att genomföra examensarbete*. Lund, Studentlitteratur.
- [12] Arnek, Magnus, Hellsvik, Lars & Trollius Magnus (2007). *En svensk modell för offentlig-privat samverkan vid infrastrukturinvesteringar*. VTI rapport 588.

- [13] Byggledarna Projektpartner, (2009-09-22)  
[www.byggledarna.se/entreprenadform.htm](http://www.byggledarna.se/entreprenadform.htm)
- [14] Söderberg, Jan (2005). *Att upphandla byggprojekt*. Lund, Studentlitteratur.
- [15] Partnering i NCC, (2009-09-23)  
<http://www.ncc.se/>
- [16] Nordstrand, Uno (2003). *Byggprocessen*. Stockholm, Liber.
- [17] Nordstrand, Uno & Revai, Ervin (2002). *Byggstyrning*. Stockholm, Liber.
- [18] Internt kunskapsdokument NCC (2008). *CAD-projektering Version 2.0*. NCC.
- [19] Byggandets kontraktskommitté (BKK) (2004). *Allmänna bestämmelser AB 04 – för byggnads-, anläggnings- och installationsentreprenader*. Stockholm, AB Svensk Byggtjänst.
- [20] Internt kunskapsdokument NCC (2008). *Virtuella byggmetoder – En gemensam bild effektiviserar*.
- [21] Autodesk Revit, (2009-12-09)  
<http://www.autodesk.se/adsk/servlet/item?siteID=440386&id=6907453>
- [22] Autodesk Navisworks, (2009-12-09)  
[http://images.autodesk.com/emea\\_nw\\_w\\_main/files/autodesk\\_navisworks\\_overview\\_brochure.pdf](http://images.autodesk.com/emea_nw_w_main/files/autodesk_navisworks_overview_brochure.pdf)
- [23] Tocoman iLink, (2009-12-10)  
<http://www.tocoman.com/default.asp?docId=13612&rnd=2935613127936473>
- [24] MAP Skandinaviska, (2009-12-10)  
[http://www.map.se/site\\_map/innehall.asp?page=kalkylering](http://www.map.se/site_map/innehall.asp?page=kalkylering)
- [25] Jongeling, Rogier (2009). *OpenBIM – 2009-10-20*. (2009-11-17)  
[http://www.openbim.se/documents/OpenBIM/Presentationer\\_20\\_okt\\_2009/OpenBIM\\_RJO\\_20091020.pdf](http://www.openbim.se/documents/OpenBIM/Presentationer_20_okt_2009/OpenBIM_RJO_20091020.pdf)



# Bilaga 1

---

## Intervjuer



## Man A, 2009-10-02

### *Bakgrund:*

Man A är 29 år och utbildad civilingenjör inom väg och vatten. Man A har arbetat som arbetsledare under studietiden och sedan som platschef och som entreprenadingenjör.

### *Intervju:*

Man A kände att han hade bra koll på 3D-modeller och förstår skillnaden mellan BIM och 3D-modeller. Han beskriver att BIM är en 3D-modell som är knuten till diverse information. Man A har arbetat som platschef i ett projekt där en 3D-modell användes, denna användes då främst till samgranskning av installationer och till kollisionskontroll. Som programvara användes Navisworks. Under produktionen togs modellen ibland fram vid samordningsmöten samt vid löpande samtal med underentreprenörer, detta i förklarande syfte vid frågor och komplikationer. Man A tycker att det var nyttigt att använda modellen och att den är bra som hjälpmedel när man ska förklara saker, ”man slipper försöka se allt i huvudet”.

Man A anser att mängdning är det BIM-verktyg som är mest intressant för användning i produktionsskedet. Han berättar hur mycket tid som går åt för mängdning och att detta känns som slöseri då ett projekt mängdas upp flera gånger, såväl under kalkylarbetet och vid inköp som under produktionen. För att mängdningsverktyget ska fungera i produktionen tycker Man A att man ska kunna få ut de mängder man vill och inte vara begränsad till hur t.ex. en arkitekt har ritat sina objekt. Man A tror inte att det är praktiskt möjligt att dela upp objekten i modellen under projekteringskedet då mycket förändras när produktionen väl drar igång. När Man A pratar om att han vill ha ut mängder gäller det allt från väggar, dörrar och beslag till olika ytor/ytbeläggningar och volymer. Alla tillbehör till t.ex. dörr ska finnas i ett recept som är kopplat till dörren. Rumsbeskrivningen ska i princip finnas i modellen.

Man A känner inte att han har någon direkt nytta av en 4D-modell under produktionen. Han tycker att det verkar vara lite för mycket manuellt arbete med sammanlänkningen mellan tidplan och modell för att det ska vara användbart. Han tror att funktionen skulle kunna vara användbar vid ett väldigt komplext projekt men inte vid ett vanligt bostadsprojekt, där känns det överdrivet. I planeringsarbetet fungerar det bra med bara modellen, där kan man släcka och tända objekt manuellt och sedan ha en tidplan vid sidan av och jämföra projektets status.

Man A tycker inte att det är några större fördelar med en 4D-modell ur ett logistiskt perspektiv, för att se hur arbetsplatsen förändras under byggets gång fungerar det lika bra att ha en inplastad APD-plan som man kan rita på. Övriga funktioner kan lika gärna läsas av på en tidplan eller inköpsplan. Största vinsten med BIM ur logistiskt perspektiv uppskattar Man A att visualisering är, att kunna se att kranar får plats och för att se hur man kan lasta saker på bygget osv.

Arbetsledare och platschefer ska, enligt Man A, kunna använda Navisworks för att titta på modellen, hålla i samgranskningsmöten samt kunna ta ut mängder. Kopplingar av olika modellfiler samt kopplingar till kalkyl och tidplan bör utföras av en entreprenadingenjör, CAD-samordnare eller likvärdigt. Man A tycker att såväl

arbetsledare och platschef som entreprenadingenjör och entreprenadchef ska gå kurser i de program som krävs för att utnyttja virtuellt byggande. Även inköpare bör kunna hantera programvaran menar Man A. Efterhand när fler och fler projekt körs med virtuellt byggande tycker Man A att det är viktigt det finns en support inne på kontoret man kan ringa då man behöver hjälp.

Om 15 år slipper man ha så mycket papperskopior, istället för att modellen är ett komplement till 2D-ritningar kommer det att vara tvärtom. Man A ser även en funktion i att man i framtiden ska kunna diskutera modellen med exempelvis en konstruktör eller arkitekt över telefon samtidigt som man på hans skärm visar vad man pratar om. M.a.o. ska någon man pratar med över telefon kunna se exakt det jag ser på min skärm samtidigt, detta skulle underlätta mycket vid problemlösning.

## **Man B, 2009-10-06**

### *Bakgrund:*

Man B är 37 år och utbildad civilingenjör inom väg och vatten. Man B har arbetat som arbetsledare, kalkylingenjör, inköpare, entreprenadingenjör, platschef och nu som entreprenadchef.

### *Intervju:*

Man B säger att han inte har så bra koll på vad BIM är och undrar vad som är skillnaden mellan BIM och 3D-projektering. Idag arbetar han mest med ombyggnadsprojekt och kommer inte i kontakt med vare sig 3D-modeller eller BIM.

Samgranskning och visualisering tycker Man B är de mest intressanta BIM-verktygen, det är två bra hjälpmedel vid planeringen av ett bygge. Dock tycker han inte att 4D-modellen, där tidplanen är kopplad till modellen, är till någon större nytta. Ute på bygget tror Man B att visualiseringen är till stor hjälp när man ska förklara något för varandra, alla har en gemensam bild över problemet. Man B tycker att om man ska använda BIM bör det köras fullt ut, all utrustning i huset ska vara inritad. All information bör finnas på ett ställe, man ska slippa titta både i modellen och på vanliga uppställningsritningar. I princip ska informationen i rumsbeskrivningen finnas inritad i modellen.

För att mängdningsverktyget ska fungera i produktionen anser Man B att man bör kunna klicka på enskilda objekt i modellen och få ut mängder (ytor, volymer, antal osv.), fungerar detta sparar man mycket tid. Om de väggar man mängdat upp dessutom markeras skulle det vara bra, då minskar risken att saker mängdas flera gånger eller att man glömmer bort något. Man B tror inte på metoden att förbereda/dela upp modellen i projekteringssskedet. Objekten bör dock vara indelade så att man lätt kan mängda material per våning och per lägenhet.

Man B tycker inte att en 4D-modell tillför något som han inte tidigare kunde se, en traditionell tidplan och produktionskalkylen fungerar bra som hjälpmedel om man använder dem rätt. Han tycker även att det manuella arbetet med länkning mellan tidplan och objekt i modellen känns tidsödande. Man B påpekar att det blir omständigt vid ändringar i tidplanen, länkningen modell-tidplan måste då revideras och arbetsplatsen behöver ta hjälp utifrån.

Till en början tycker Man B att entreprenadingenjörer och projekteringsledare ska använda modellerna och då främst som granskningsverktyg. Innan arbetet med att hantera en BIM läggs ut på arbetsledare och platschefer måste det finnas stöd bakåt annars kommer allt att falla, programmen måste testköras så att eventuella buggar kan upptäckas och rättas till. När sedan tekniken väl används ute i produktionen bör det finnas en supportfunktion inne på kontoret. På arbetsplatsen bör arbetsledare och platschef kunna använda modellen för visualiseringar, det är en lagom nivå.

Man B är inte övertygad om att rätt implementeringsmetod är att låta alla från arbetsledare till entreprenadchefer gå kurser i exempelvis Navisworks utan tror mer på en intensiv utbildning för de personer som precis ska starta ett BIM-projekt. Då ser man en direkt nytta med programmen och kan börja använda dem relativt omgående.

Ur ett logistiskt perspektiv tror Man B att en BIM är användbar, framförallt när det gäller att se hur saker och ting får plats. En APD-plan fungerar dock lika bra att ha i pappersformat som i modellen, på ett stort och komplext bygge ser han dock en fördel med en interaktiv APD-plan.

Om 10-15 år ser Man B en vinst med att alla inblandade i ett projekt har tillgång till och kan använda en BIM, då alla har samma bild av projektet finns stora fördelar.

## **Man C, 2009-10-07**

### *Bakgrund:*

Man C är 42år och utbildad civilingenjör inom väg och vatten. Man C har arbetat som arbetsledare och entreprenadingenjör. Nu är han entreprenadchef.

### *Intervju:*

Man C har bra koll på vad BIM är och använder tekniken i någon form i flera av sina pågående projekt. Främst har modellen använts till visualisering och installationssamordning med hjälp av programvaran Navisworks. I ett av hans pågående projekt ska även mängdavgtagning från modellen ske.

De verktyg som Man C tycker är mest intressant att använda i produktionen är visualisering och samordning. Det finns en stor vinst i att kunna gå in i modellen och se hur allt hänger ihop och i vilken ordning ett arbete bör ske. Mängdning bör kunna ske per våning sedan ser Man C ser inga större problem i att man inte kan beskära ett objekt i modellen för att få ut delmängder. Hursomhelst kan de mängder man får ut användas som kontrollmängder vid beställning av material eller vid kontroll av fakturor. Viss mängdning kommer alltid att ske manuellt.

Modellen behöver inte vara speciellt detaljerad då beställningar ändå sker med hjälp av uppställningsritningar. Så länge man vet exempelvis dörrtypen finns ingen anledning att baka in mer information i modellen utan resten man behöver veta finns på en uppställningsritning. En koppling till uppställningsritningen från modellen vore dock inte fel tycker Man C.

De största fördelarna med en 4D-modell är logistik tycker Man C. Det vore därför bra att även lägga in arbetsredskap såsom formar, stämp och stag i modellen. På så vis får man en överblick över hur mycket plats allt tar och kan lättare planera sina arbetsmoment och varvsskeden. En bra sak med 4D-modellen är även att man vid avstämningar kan se konsekvenserna av en försening, exempelvis att väggen är färdiggipsad innan fixturen till toalettstolen är monterad. Sådan information skulle vara nyttig menar Man C. Att en 4D-modell blir inaktuell ser inte Man C som ett problem då en huvudtidplan i princip aldrig revideras. Löpande veckoplanering sker för att komma ikapp en eventuell försening, 4D-modellen är ett bra verktyg för att se förhållandena mellan plan och verklighet.

Man C tycker att en entreprenadingenjör så småningom bör kunna hantera/gå runt i modellen samt sköta arbetsmoment som koppling modell/tidplan samt samordning och kollisionkontroll. Platschef, arbetsledare och projekteringsledare ska kunna göra enklare visualiseringar och förstå hur modellen fungerar. Arbetsledaren bör även klara av mängdavgtagning. Under projektets gång ska man själva kunna hantera arbetet med modellen och inte behöva be om hjälp av ”teknikfolk”.

Implementering bör ske genom exempelvis en workshop i början av ett projekt där alla från arbetsledare till entreprenadingenjör får lära sig grunderna i virtuellt byggande. Sedan kan denna kunskap kompletteras med ett par endagskurser lite längre in i

projektet. Kurser bör inte hållas för anställda som inte kommer i kontakt med ett BIM-projekt på flera månader.

Om 10-15 år ska man lätt kunna göra jämförelser mellan olika arbetsmetoder och därmed olika scenarion med hjälp av modellen. Samtidigt används modellen till allt från mängdavgivning till planering, visualisering och samordning.



## **Man D, 2009-10-09**

### *Bakgrund:*

Man D är 54år och utbildad gymnasieingenjör. Man D har främst arbetat som arbetsledare men även som platschef.

### *Intervju:*

Man D säger att han inte har någon större kunskap om vad BIM är men han vet att det handlar om 3D-modeller, modeller som kan innehålla diverse information. Han har inte arbetat i något projekt där 3D-modeller han använts av byggentreprenören, dock har han sett och i vissa fall utnyttjat stomentreprenörens 3D-modell.

Man D tycker att mängdavgagningsfunktionen vore ett bra verktyg att använda i produktionen, han menar att det är dåligt att man i byggbranschen sitter och mängdar samma delar flera gånger under byggprocessen. Att enkelt kunna välja exempelvis en innervägg, klicka på ”välj alla av samma typ” och få ut totala mängden innervägg på ett givet plan skulle underlätta mycket. Även visualiseringsverktyget är enligt Man D mycket intressant, det skulle vara en stor hjälp vid samordning av installationer. Han efterfrågar en funktion där han kan gå in i modellen, välja en speciell vy och sedan enkelt måttsätta valda delar. En sådan ritning vore bra att kunna dela ut på bygget. En bild säger mer än tusen ord menar Man D.

All information som finns i en rumsbeskrivning bör finnas i modellen tycker Man D, det behöver inte nödvändigtvis vara utritat men man ska kunna klicka på ett objekt i modellen och få ut vad detta innehåller. Exempelvis en dörr, genom ett knapptryck bör man kunna få ut vilken typ av trycke, dörrstängare m.m. som tillhör dörren.

Om mängdningsverktyget ska fungera i produktionsmiljö måste man kunna mängda upp material våningsvis men helst på lägenhetsnivå. Man ska kunna markera de objekt man själv vill i modellen och få ut mängder. Man D efterfrågar även funktionen att uppmängdade objekt markeras så att man inte riskerar att missa ett objekt alternativt mängda dubbelt. Att i projekteringskedet dela upp en modell efter hur produktionen ska bedrivas tror inte Man D är någon bra idé, det blir alldeles för svårt.

Man D ser inte någon större nytta med att använda en 4D-modell under produktionen, att ha en vanlig CAD-modell och en produktionstidplan fungerar bra. En fördel kan dock vara att man kan se om något blir fel i planeringen, att man exempelvis ”bygger våning 4 innan våning 3”, man ser konsekvenserna av sin planering i god tid. Men att använda 4D-tekniken känns idag lite för komplicerat.

Man D tycker inte att användande av en BIM är speciellt fördelaktigt ur logistisk synvinkel utan tror att det kostar lite mer än det smakar samt att det blir alldeles för komplicerat för ett vanligt projekt. Han kan se vissa fördelar vid stora och/eller riktigt komplexa projekt men inte annars.

Alla i ett byggprojekt från arbetsledare till entreprenadchef bör kunna utföra enkla moment som att navigera i modellen och göra enkla visualiseringar menar Man D.

Samgranskningen ska utföras av en projekteringsledare likaså kopplingen av modeller. Arbetsledarna ska kunna plocka ut mängder.

Implementeringen tycker Man D bör ske genom att lämpliga projekt med en intresserad platschef väljs ut, platsledningen kan sedan med hjälp av stötting från en BIM-expert ta fram exempelvis en produktionskalkyl med hjälp av BIM-verktygen. Med detta upplägg kan man direkt se nyttan med tekniken då man arbetar i ett skarpt projekt och inte med något fiktivt. Ett par månader in i projektet kan en fortsättningskurs hållas och de frågor som dykt upp under kursuppehållet kan redas ut. Det bästa sättet att lära sig något nytt är att själv sitta och krabba säger Man D.

Om 10-15 år tror Man D att man kommer att använda modellen som ett verktyg vid planering av ett byggprojekt. Man kan då på ett snabbt och enkelt sätt se konsekvenserna av sin planering. Implementeringen av verktygen visualisering, samgranskning och mängdavgivning kommer att gå relativt snabbt tror Man D.

## Man E, 2009-10-12

### *Bakgrund:*

Man E är 41 år och utbildad byggingenjör. Han har arbetat konsult och arbetsledare, nu är han platschef.

### *Intervju:*

Man E säger att han känner igen begreppet BIM men att han inte riktigt vet vad det innebär, att det handlar om 3D-modeller har han koll på. Man E har inte arbetat med 3D-modeller eller BIM i något av sina tidigare projekt men tycker att det låter intressant.

De mest intressanta verktygen för produktionen tycker Man E är visualisering samt samordning av installationer. Att kunna gå runt i modellen och se olika vyer verkar vara ett bra hjälpmedel när man ska förklara något för snickarna eller UE, ett verktyg vid arbetsberedning. Man E berättar att samordningsritningar idag ofta är svåra att överblicka och att installationssamordningen till stor del är beroende av att respektive konsult kan förklara hur han/hon har tänkt med sina lösningar. Han säger att visualiseringar och samordning borde vara en relativt enkel sak att lära sig som man dessutom direkt ser nyttan med.

Man E känner inte att detaljeringsnivån i modellen behöver vara så hög, det kan räcka med lite mer schematiska objekt men att informationen kan gå att få fram genom att man klickar på dem. Klickar man exempelvis på en innervägg vore det bra att få upp ett snitt eller detalj så man ser vad väggen innehåller. Han tillägger även att om man ändå ska använda uppställningsritningar behöver inte allt vara specificerat i modellen.

Man E vill exempelvis kunna få ut längd syll/hammarband och antalet reglar och gipsskivor m.h.a. mängdningsverktyget. Att få ut ytor vore också intressant men inte lika användbart. Dock skulle han uppskatta att på enkelt sätt kunna få ut exempelvis innerväggsmängden per plan och lägenhetsvis, att på ett snabbt sätt kunna se vilka väggar som är av samma typ. Uppmängdat material bör även markeras så att man inte riskerar att göra misstag.

Att använda en 4D-modell till att planera bygget ser inte Man E som någon större poäng. Han tycker att det känns lite för komplicerat. De hjälpmedel som han har idag fungerar bra. Han tror att det kan finnas en viss fördel vid riktigt stora eller komplexa projekt men för ett vanligt bygge känns det "overkill". Ur logistiskt perspektiv ser Man E inga direkta fördelar, modellen kan vara till viss hjälp när ett projekt ska planeras men inte under byggets gång. Man E påpekar även att man inte kan lägga alltför mycket tid på att planera exempelvis arbetsplatsens disposition lång tid i förväg då mycket förändras under byggtiden. Vid större byggen och vid innerstadsprojekt där man har extremt ont om plats kan tekniken vara mer användbar säger Man E.

Man E tycker att både platschef och arbetsledare ska kunna navigera i modellen och göra nya viewports. En arbetsledare bör kunna ta ut mängder ur modellen. Ihopkoppling och uppdatering av modellen samt kollisionskontroller bör utföras av installationssamordnare eller entreprenadingenjör beroende på projektet. För att på ett

bra sätt implementera användandet av BIM i produktionsskedet tycker Man E att man först och främst bör välja ut de medarbetare som har ett intresse av att använda BIM. Att köra ut tekniken brett på alla byggarbetsplatser tror inte Man E är någon bra idé. Om 10-15år tror Man E att vi kommer använda någon form av BIM i våra byggprojekt. Han tror mest på att modellen kommer att användas till samordning och visualisering men även mängdavgivning om detta fungerar på ett smidigt sätt.

## Man F, 2009-10-13

### *Bakgrund:*

Man F är 60 år och utbildad gymnasieingenjör. Han har bl.a. arbetat som utsättare och arbetsledare, sedan 1977 arbetar han som platschef.

### *Intervju:*

Man F har hört talas om BIM men säger att han inte riktigt vet vad det innebär, han har ännu inte arbetat med virtuella 3D-modeller i sina projekt. Den största vinsten med att använda en byggnadsinformationsmodell anser Man F att installationssamordningen är. Att samordna installationer är ofta problematiskt då många ska fram och det ofta är ont om plats, här kan användandet av BIM vara ett oerhört bra hjälpmedel.

Man F tycker det är svårt att bedöma vilken information modellen ska innehålla eftersom han inte riktigt vet hur mycket merarbete det innebär. Det är klart att en så verklighetstrogen bild som möjligt vore bra men t.ex. ytskikt är överflödigt. Måttställning och lägenhetsnummer borde finnas med i modellen.

Att på ett smidigt sätt få ut mängder lägenhetsvis och våningsvis vore en fördel menar Man F, dels vid avrop men kanske framförallt vid inlastning i huset. Då kan t.ex. ”rätt” antal gipsskivor fördelas och lastas in i respektive lägenhet. 4D-modellen är intressant tycker Man F men tillägger att uppspelningsfunktionen känns lite överkurs, något som det egentligen inte är så mycket nytta med. Vid ett väldigt komplicerat bygge finns det möjligtvis en viss funktion. I ett vanligt byggprojekt kan man inte sitta och planera in till minsta detalj, det är så många förutsättningar som förändras under byggets gång säger Man F.

Ur logistiskt perspektiv ser Man F fördelar med en BIM. Ett bygge är egentligen ett enda stort logistikprojekt, alla som arbetar på bygget ska kunna komma fram och få plats med sitt material. Modellen är ett bra hjälpmedel då man ska visa på vilken plats arbeten ska ske och var material kan lagras. Då APD-planen dessutom är inritad kan t.ex. valet av kran underlättas, man slipper rita cirklar med passare säger Man F. Dock vill han själv kunna modellera APD-planen på ett smidigt sätt.

En arbetsledare och platschef bör kunna utföra enklare moment som att gå runt i modellen. En arbetsledare bör även kunna hantera mängdningsverktyget så småningom. Har man yngre arbetsledare kan det vara naturligt att lära upp honom/henne i att hantera verktyget. Ansvar för att underhålla och uppdatera modellen ska inte ligga på byggarbetsplatsen, det måste utföras av en samordnande konsult alternativt projektledare eller entreprenadingsjör, likaså kollisionskontroller.

Man F tycker inte att det är någon större poäng att gå en allmän kurs i att hantera exempelvis Navisworks. Det vore bättre att en person som kunnig inom området åker ut till arbetsplatsen och utbildar/presenterar tekniken för dem som är inblandade i projektet. Efter detta krävs uppföljningsmöten på arbetsplatsen och någon form av support. Att BIM är framtiden är det ingen tvekan om säger Man F. Pappersritningarna försvinner dock inte, i alla fall inte de närmaste 15 åren. BIM kommer att användas men som ett komplement till vanliga bygghandlingar. Främst kommer man använda

modellen till visualisering, samordning och mängdavgivning, 4D-modellen ligger nog lite längre fram i tiden.

## **Man G, 2009-10-14**

### *Bakgrund:*

Man G är 50år och har arbetat som arbetsledare, platschef och projektledare i entreprenadbranschen. Idag arbetar han som platschef.

### *Intervju:*

Man G har hört talas om BIM och vet att det i grunden handlar om 3D-modeller. Han har själv aldrig haft 3D-modeller i sina byggprojekt dock har han vid vissa tillfällen sett och ibland använt stomentreprenörernas 3D- modeller, då i pappersformat.

Det är svårt att välja ut de mest intressanta verktygen säger Man G, är modellen uppbyggd på rätt sätt bör man ju kunna använda allt. För produktionen säger han dock att mängdavtagning och visualisering är två användbara verktyg. Han menar att modellen vore bra att ha när man ska informera yrkesarbetarna om vad som ska byggas och hur slutresultatet ska se ut. Att kunna gå runt och titta i modellen är även ett bra verktyg vid arbetsberedningar, att alla ser samma bild av ett givet problem är en stor fördel.

Det är svårt att bedöma vilken information som ska vara i modellen tycker Man G. Har man uppställningsritningar behöver ju inte allt finnas i modellen, är alla större objekt specificerade är det bra. För att mängdningsverktyget ska vara intressant måste man själv kunna välja vilka mängder man vill ha ut, man behöver inte kunna beskära objekt men att kunna få ut t.ex. antal gipsskivor per lägenhet vore bra. Får man ut för mycket mängder/information blir det bara svårhanterligt menar Man G.

4D-modellen kan vara nyttig ur uppföljningssyfte, vid avstämning säger Man G. Att se bygget på detta sätt kan åskådliggöra saker som man annars inte hade tänkt på. Det kan även vara ett bra hjälpmedel då man ska planera sin arbetsplatslogistik. Han tillägger dock att det kanske är lite överkurs på ett vanligt bygge, det är eventuellt mer användbart på en stor arbetsplats där man har flera huskroppar och ont om plats. Det är svårt att använda modellen till den dagliga logistikplaneringen tror Man G, det händer så mycket på ett bygge att modellen inte hinner uppdateras i takt med verkligheten.

Man G tycker att en BIM ska användas på byggarbetsplatsen. Platschef och arbetsledare ska kunna röra sig i modellen, göra visualiseringar samt kunna hantera mängdavtagningsverktyget. Det övergripande ansvaret för att sammanlänka och uppdatera modellen bör ligga på en entreprenadingenjör eller projektchef tycker Man G. När det gäller implementering ska man vara lite försiktig till en början och inte direkt kasta ut en massa programverktyg, det bästa vore att börja med de enklaste verktygen och sedan får resten komma efterhand. Man G är inte övertygad om att en kursserie är det bästa sättet att introducera virtuellt byggande. Till en början är det lämpligt att t.ex. vid ett PC-möte informera om tekniken och vilka möjligheter som finns, när sedan ett lämpligt projekt drar igång bör en kurs hållas för platsledningen ute på bygget. Det är viktigt att man själv får möjlighet att sitta med programmet och klicka runt säger Man G. Om 10-15 år kommer säkert en BIM användas ute på bygget, främst till mängdavtagning och visualisering.





## **Man H, 2009-10-15**

### *Bakgrund:*

Man H är 35 år och utbildad civilingenjör inom väg och vatten. Man H har arbetat som arbetsledare, kalkylator, entreprenadingenjör, platschef och installationssamordnare, nu är han kalkylchef.

### *Intervju:*

Man H är väl bekant med begreppet BIM och förklarar att det handlar om diverse information knutet till en 3D-modell. Man H har viss erfarenhet av projekt där en 3D-modell har använts. Modellen nyttjades huvudsakligen av installationsledare och då till visualisering och samgranskning, programvaran som användes var Navisworks.

I ett första läge gäller det att börja använda modellen till visualisering och samgranskning av installationer, nästa steg är att kunna ta ut mängder. Dessa verktyg är viktigast menar Man H. För att mängdningsverktyget ska vara användbart ute i produktionen måste mängdning kunna ske i Navisworks, man kan inte ha olika program till mängdning och till visualisering/samgranskning. Mängdavsättning ska kunna ske per plan och lägenhet, det är ett bra verktyg vid avrop och vid inlastning i huset.

Initialt tror Man H att det räcker med att få ut objektstyper ur modellen och sedan använda uppställningsritningar för ytterligare information. Efterhand tycker han dock att modellen ska vara mer detaljerad/informativ, exempelvis vore det bra att för ett fönster kunna få ut löpmeter drevning och fönsterbleck m.m. Vidare menar Man H att utvecklingen kommer att gå mot att all information om byggnaden kommer att finnas i modellen. Att så småningom kunna se detaljer på exempelvis takfot och fönsterinfästning vore användbart.

Varken platschefen eller annan produktionspersonal ska syssla med att koppla ihop modellen, hantera modelluppdateringar eller likvärdigt tycker Man H. Däremot bör platsledningen besitta kunskaper som att navigera i modellen och efterhand även hantera mängdavsättning. Arbetet med att koppla ihop modellen samt hantera uppdateringar och revideringar måste än så länge vara en stödfunktion, exempelvis en konsult. Efterhand kan detta arbetet utföras på avdelningsnivå, t.ex. av en entreprenadchef tror Man H.

Största vinsten med 4D-modellen anser Man H att avstämning gentemot tidplanen är, att kunna jämföra planerat förlopp med verkligt. 4D-modellen ersätter inte en vanlig tidplan dock illustreras bygget på ett sätt som annars kan vara svårt att se, man får bra blick för projektets stora etapper. Ur logistiskt perspektiv är den stora fördelen med BIM att man på ett effektivt sätt kan få ut korrekta mängder. Detta underlättar vid avrop, det blir lättare att se till att rätt leveranser, med rätt mängder kommer till rätt plats i rätt tid säger Man H. En BIM kan även underlätta planeringen av transportgångar på bygget, det underlättar att ha all information i samma bild.

Implementering en bör vara knutet till när ett projekt startar tycker Man H. Det är viktigt att välja ut ett lämpligt projekt, förslagsvis ett större nyproduktionsprojekt. Efter

att projektgruppen har informerats om möjligheterna med virtuellt byggande kan man hålla en mindre workshop där de får lära sig enkla moment som att gå runt i modellen. Det är viktigt att inte starta med 8h knapptryckning menar Man H. Vidare måste det finnas en stödfunktion, exempelvis en BIM-expert på avdelningsnivå tillsammans med en driven person på affärschefsnivå, som kan hjälpa till och svara på frågor efterhand.

Att virtuellt byggande är framtiden är det ingen tvekan om, om 5-10år tror Man H att arbetet med att hantera uppdateringar i modellen ligger på entreprenadchefsnivå. Ute i produktionen använder man en BIM till samgranskning och mängdning men även till produktionsplanering om 10-15 år. Samordningen är det primära och resten kommer efterhand säger Man H.

## **Man I, 2009-10-16**

### *Bakgrund:*

Man I är 47år och arbetar som entreprenadchef. Tidigare har han bl.a. arbetat som arbetsledare, platschef, kalkylchef och entreprenadingenjör. Man I har gått 4-årig teknisk utbildning.

### *Intervju:*

Man I är väl bekant med begreppet BIM och berättar att han har arbetat med 3D-modeller i ett flertal projekt. Modellen har då använts till visualisering och samordning av installationer med hjälp av programvaran Navisworks. I ett av projekten användes modellen även ute i produktionen, då till visualiseringar inför t.ex. en arbetsberedning men även i det dagliga arbetet. Man I startade ett av sina projekt med att bjuda in alla delaktiga och tillsammans gå igenom modellen. Detta var väldigt uppskattat, alla fick en bild över vad som ska byggas.

Under produktionsskedet tycker Man I att mängdning är en viktig funktion, mycket tid läggs idag på mängdavgivning så om detta kan effektiviseras vore det välkommet. Vidare tillägger han att samordning med hjälp av BIM är mycket viktigt under produktionens tidigare skeden. För att mängdavgivningen ska fungera ute i produktionen måste man på ett enkelt sätt kunna plocka ut mängder lägenhetsvis. Detta för att man ska kunna lasta in rätt mängd material på rätt plats.

När det gäller informationsmängd i modellen hade det optimala varit om all byggnadsinformation var tillagt, att exempelvis kunna markera en vägg och kunna få ut antalet regler och gipsskivor. Man I tillägger dock att detta i dagsläget innebär för mycket arbete. Det vore bra om man redan idag, genom ett knapptryck, kunde se väggens uppbyggnad samt kunna få ut ytor. För att modellen ska vara funktionell måste man på ett enkelt sätt kunna se t.ex. väggtyp, fönstertyp och dörrtyp.

Man I tycker inte att en 4D-modell tillför någon information jämfört med de hjälpmedel han använder idag dock menar han att modellen åskådliggör projektet på ett tydligare sätt. 4D-modellen är därför användbar vid avstämning samt för att tydliggöra projektet för exempelvis en beställare. Såväl i som utanför byggbranschen har många svårt att läsa 2D-ritningar och se slutresultatet, här är virtuellt byggande ett bra hjälpmedel. För egen del tycker inte Man I att själva 4D-modellen med uppspelningsfunktionen tillför något, är den tidskrävande att ta fram känns det överflödigt.

BIM kan vara ett bra verktyg vid logistikplaneringen säger Man I, då APD-planen är inritad presenteras bygget på ett överskådligt sätt. Detta leder i sin tur till att platschefen lättare får synpunkter och förslag på logistikplanering av t.ex. lagbas och yrkesarbetare menar Man I. Modellen är ett bra arbetsredskap vid diskussioner, mer idéer och synpunkter kommer fram jämfört med om man diskuterat kring en vanlig planritning.

Arbetet med att koppla ihop samt uppdatera modellen måste idag ligga på en konsult säger Man I. På längre sikt kan möjligtvis en entreprenadingenjör eller en intresserad platschef hantera arbetet med att uppdatera modellen. Mängdavgivning och visualiseringar ska en entreprenadingenjör, platschef och arbetsledare kunna utföra.

Om man ska lära sig de program som krävs för att kunna arbeta med virtuellt byggande måste man sitta själv, i det egna projektet, och klicka runt. En introduktionskurs är bra för att informera om tekniken samt vilka möjligheter som finns. Introduktionskursen är en bra start, sedan tycker Man I att det vore bra om en BIM-expert kom ut till arbetsplatsen och höll kurs för platschef, arbetsledare och entreprenadingsjör. Det är viktigt att ha det egna projektet som bas i utbildningen, att gå runt i en övningsmodell är inte lika motiverande. Man I tror att implementeringen av virtuellt byggande kommer att gå bra. Det viktigaste är att sälja in tekniken så att målgruppen direkt ser nyttan, annars hamnar det i papperskorgen. Man I är övertygad om att virtuellt byggande är framtiden, om 10-15 år kommer tror han att vi kommer att använda BIM under hela byggprocessen. Modellen kommer att användas till visualisering, samordning av installationer, mängdavgtagning m.m.

## **Man J, 2009-11-03**

### *Bakgrund:*

Man J är 60 år och arbetar idag som platschef. Tidigare har han arbetat som snickare i 20 år för att sedan, via internutbildning, utbilda sig till arbetsledare. Han började arbeta som platschef 1989.

### *Intervju:*

Man J säger att han egentligen inte vet så mycket om BIM, han har koll på att det handlar om 3D-modeller som innehåller diverse byggnadsinformation. Då tekniken med 3D-modeller började komma till byggbranschen för drygt 10 år sedan gick han på föredrag och blev bl.a. visad hur en 3D-modell av en byggnad kan se ut och användas. Man J har själv ingen erfarenhet av projekt där 3D-modeller eller BIM har använts.

Man J tycker att visualiseringsverktyget är ett intressant för användning under produktionen. Att i ett tidigt skede kunna visa snickarna hur ett problematiskt område ska komma att se ut vore mycket bra, på så sätt får de förståelse för planeringen och en bild av slutresultatet. För att mängdningsverktyget verkligen ska vara användbart i produktionsskedet säger Man J att man, för t.ex. en innervägg, bör kunna få ut antalet regler och gipsskivor. Dessutom ska mängdning kunna ske per lägenhet. Att endast få ut ytor har man inte så mycket nytta av produktionsmässigt. Vid arbetet med att skapa en produktionskalkyl har man nytta av mängder i form av ytor per våning.

Till en början behöver man inte ha för mycket information i modellen, den kan vara relativt schematisk. Efterhand när modellen används mer och folk blir mer mottagliga är det läge att öka informationsnivån och därmed utöka användandet av modellen.

4D-modellen kan vara ett bra hjälpmedel för att jämföra verkligheten ute på bygget med det som är planerat enligt huvudtidplanen. Att kunna se detta på ett överskådligt sätt kan hjälpa när man gör sina rullande tidplaner säger Man J. 4D-modellen är nyttig ur avstämningssyfte. Man J tillägger dock att det fungerar bra att använda huvudtidplanen i pappersformat också, en 4D-modell kan kanske bli lite svårhanterlig.

Man J ser vissa fördelar med att använda en BIM med inlagd APD-plan som hjälpmedel vid logistikplaneringen, främst pga. att byggarbetsplatsen blir så överskådlig. Att kunna visa en sådan modell kan vara ett bra inslag i ett fredagsmöte. Då blir det lättare att förklara kommande arbeten men även större sannolikhet att man får förslag och hjälp med planeringen av yrkesarbetarna.

Arbetsledare och platschefer bör kunna gå runt i modellen och spara vypunkter samt efterhand kunna hantera mängdavgtagning tycker Man J. Sammanställa modellen samt hantera uppdateringar bör ligga på en CAD-samordnare eller kanske en entreprenadingenjör, någon som sysslar med dessa uppgifter mer regelbundet. Det är säkert lättare för en yngre arbetsledare att börja använda tekniken tror Man J, de ser det inte som en belastning att lära sig ett nytt verktyg. När de yngre arbetsledarna sedan blir platschefer har de med sig tekniken och använder den naturligt. Äldre personer lär sig det som är nödvändigt.

När det gäller implementering tycker Man J att man först bör ha en introduktion och visa vilka möjligheter som finns med tekniken, detta kan göras i lite större grupper. Sedan får platschefer och arbetsledare avsätta en halvdag för en kurs i den programvara som används. Kursen bör ske ute på bygget samt med det egna projektet som grund, det är lättare att lära sig när man håller på med sitt eget projekt tycker Man J. Om 5-6 år kommer vi i byggbranschen använda BIM i våra byggprojekt tror Man J, det är absolut framtiden.