

# Tillämpning av BIM inom projektering av järnvägar i Sverige

- Hur kan BIM användas för att effektivisera projektering och byggnation av järnvägsprojekt i Sverige?



LUNDS  
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Byggetenskaper / Projekteringsmetodik

Examensarbete:  
Markus Gustavsson

© Copyright Markus Gustavsson

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Lunds universitet  
Box 882  
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering  
Lund University  
Box 882  
SE-251 08 Helsingborg  
Sweden

Tryckt i Sverige  
Media-Tryck  
Biblioteksdirektionen  
Lunds universitet  
Lund 2014

## Sammanfattning

Detta examensarbete handlar om ”BIM”, här tas det upp vilka problem och risker som finns med att införa det i Sverige och hur uttrycket misstolkas. I arbetet tas det också upp vilket sätt BIM bör användas på för att uppnå lönsamhet och hur de olika aktörerna ska förhålla sig till det.

I den svenska byggbranschen finns det idag stora problem när det kommer till produktivitetsutveckling, effektivisering, materialslöseri och en mängd olika andra faktorer. Det eftersöks därför lösningar på detta, varav svaret på en del av dessa kanske kan vara just BIM.

BIM är fortfarande ett relativt nytt arbetssätt, där mycket handlar om återanvändning och att på smarta sätt hantera information genom olika skeden. Detta visualiseras sedan ofta i en eller några få 3D-modeller, i motsats till det traditionella sättet med många ritningar och bidrar därigenom bland annat till en större förståelse för dem som arbetar inom projekten.

Examensarbetet bygger på en analys av de resultat som har samlats in efter en litteraturstudie och tio intervjuer med personer från olika skeden och parter i branschen, vilka alla på ett eller annat sätt har arbetat med BIM. Resultatet ämnar till att skapa en större förståelse över detta komplexa begrepp och möjligtvis för att användas som ett komplement vid användning av BIM, där det kan ge en hint om hur ett projekt ska bli lönsamt och hur vanliga fel kan undvikas.

Efter att analyser av given information genom arbetet gjorts, kan i slutsatsen resultat på följande frågor läsas:

- Vilka svårigheter finns med att införa BIM inom järnvägsprojektering?
- Vilka vinster kan uppnås genom användning av BIM inom järnvägsprojekt och vem får användning av dessa?
- I vilken typ av järnvägsprojekt är BIM lönsamt?

Om en större förståelse för vad BIM är önskas, innan genomläsning av detta arbete, rekommenderas läsarna att titta på videoklippen ”Vad är BIM?” utgivet av Trafikverket på Youtube, i vilken grunderna för begreppet går genom, <http://www.youtube.com/watch?v=6pjd6TYKd4o> .

Nyckelord: BIM, Anläggningsmodell, Maskinstyrning, 3D-modellering, Modell, Järnväg, Detaljeringsnivå, Projektering

## Abstract

This thesis is about "BIM", it addresses the problems and risks associated with the introduction in Sweden and how the expression is misinterpreted. The work also includes how BIM should be used to achieve profitability and how the different operators relate to it.

The Swedish construction industry is today exposed with big problems when it comes to productivity, efficiency, material waste and a variety of other factors. They are searching for solutions to these problems, and the answer to some of these might just be BIM.

BIM is still a relatively new approach, where the concept is all about reuse and smart ways to manage information through various stages. This is then often visualized in one or a few 3D models, instead of traditional engineering where it is made up by many drawings, thereby contributing among other things to a greater understanding to those involved in the projects.

The thesis is based on an analysis of the results, that have been obtained by a literature review and ten interviews with people from different stages and stakeholders in the industry, which have all in one way or another, been working with BIM. The result intends to create a greater understanding of this complex concept and a possibility to be used as a complement when using BIM, where it can give a hint on how a project should be profitable and how common mistakes can be avoided.

After analyzing the information given by the work, the answers to the following questions are responded to in the conclusion:

- What difficulties are there in introducing BIM in the rail project?
- What benefits can be achieved through the use of BIM in the railway project and who will use them?
- In what kind of rail projects is BIM profitable?

If a greater understanding of what BIM is wished before the reading of this work, then the readers are advised to watch the video "What is BIM?" Published by Trafikverket on Youtube, which runs through the basics of the concept, <http://www.youtube.com/watch?v=6pjd6TYKd4o>.

Keywords: BIM, Machine Control, 3D modelling, Model, Railroad, level of detail, design

## Förord

Detta examensarbete utfördes på Atkins Sverige AB i Helsingborg, våren 2014 och står för den avslutande delen av högskoleingenjörsutbildningen i byggt teknik – järnvägsteknik vid Lunds Universitet (LTH).

Jag vill framförallt tacka mina handledare Hooman Ahoori och Niklas Wendel Persson, vilka har varit till stor hjälp genom att aktivt och engagerat agerat stöd och kommit med idéer under arbetets gång. Jag vill även tacka Atkins Helsingborg och de anställda på kontoret, vilka har ställt upp med en plats och tagit sig tid för att svara på frågor angående examensarbetet.

Jag är också tacksam för hjälpen som getts från Rozita Gustavsson som korrekturläst arbetet, Jalmar Sternheden som har kommit med förslag under diskussioner på pendlingsvägen från och till kontoret. Ett tack ges också till min examinator Anders Robertson under Inst. Byggetenskaper LTH som engagerat sig i problem som har uppkommit och bidragit till att allt skett på ett strukturerat sätt.

Till sist vill jag även tacka alla personer som ställt upp på intervjuer, vilka på ett tydligt sätt förklarade sina svar och bidrog därigenom till en större förståelse inom BIM för mig.

Helsingborg, maj 2014



Markus Gustavsson

# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Bakgrund</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Syfte och målsättning</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3 Förkortningar</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Avgränsningar</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Metod</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Litteraturstudie</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2 Intervjuer</b> .....	<b>3</b>
2.2.1 Intervjumetodik .....	3
2.2.2 Intervjuer .....	3
2.2.3 Sammanfattning av svar från intervjuerna .....	5
<b>2.3 Analys</b> .....	<b>5</b>
<b>2.4 Slutsats</b> .....	<b>6</b>
<b>2.5 Källkritik</b> .....	<b>6</b>
<b>3 Litteratursökning</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1 Vad innebär en "BIM-modell"?</b> .....	<b>7</b>
<b>3.2 Trafikverkets framtida planer för BIM</b> .....	<b>7</b>
3.2.1 Trafikverkets insatser för införandet av BIM i Sverige .....	7
3.2.1.1 Vilka insatser Trafikverket tänkt utföra för att få in BIM i Sverige .....	8
3.2.1.2 Standardisering .....	8
3.2.2 Filformat .....	8
3.2.2.1 Exempel från Trafikverket .....	8
3.2.2.2 IFC .....	8
3.2.3 Projekt mål .....	9
<b>3.3 Befintliga metoder och regler som tillämpas för användning av BIM i Sverige</b> .....	<b>9</b>
3.3.1 Problem och vinster som uppkommit vid arbete med BIM i Sverige .....	9
3.3.2 Vilka programvaror används idag .....	10
3.3.3 Entreprenörers användning av BIM .....	11
3.3.4 Vilken juridisk nivå har "BIM-modeller" haft i projekt än så länge? .....	11
3.3.5 I vilken typ av projekt har BIM lönat sig .....	12
3.3.5.1 Hallandsås .....	12
3.3.5.2 Röforsbron .....	12
3.3.5.3 Förbifart Stockholm .....	13
3.3.5.4 Stenkumla-Dunsjö .....	13
3.3.5.5 Nynäsbanan .....	13
3.3.5.6 Barnkonsekvensanalys i Rönneshytta .....	14

3.3.6 BIM Alliance Sweden vad gör de?.....	14
3.3.7 Vilka åtgärder har Trafikverket tagit till för att införa BIM ....	15
3.3.8 Hur ser BIM ut i resten av världen .....	16
<b>3.4 Vilka vinster kan förväntas genom användandet av BIM? ..</b>	<b>16</b>
3.4.1 Minskade risker för fel .....	16
3.4.2 Material/ mängder .....	17
3.4.3 Tid.....	17
3.4.4 Miljö .....	18
3.4.5 Samhällsnyttor .....	18
3.4.6 Underhåll .....	19
3.4.7 Ekonomi.....	19
<b>3.5 När är det lönsamt att används sig av BIM och i vilka projekt bör detta göras .....</b>	<b>20</b>
<b>4 Intervjuer .....</b>	<b>23</b>
4.1 Beställare .....	23
4.2 Konsulter.....	27
4.3 Entreprenörer.....	30
<b>5 Analys .....</b>	<b>34</b>
<b>5.1 Beskrivning av BIM.....</b>	<b>34</b>
5.1.1 Vilka svårigheter finns med att införa BIM inom järnvägsprojektering?.....	34
5.1.2 Vilka vinster kan uppnås genom användning av BIM i järnvägsprojekt och vem får användning av dessa?.....	36
5.1.3 I vilken typ av järnvägsprojekt är BIM lönsamt?.....	37
<b>5.2 Analys utanför frågorna i syftet.....</b>	<b>39</b>
<b>5.3 Används BIM nu? .....</b>	<b>41</b>
<b>5.4 Är det negativt att lägstanivån för BIM ännu inte är definierad? .....</b>	<b>41</b>
<b>6 Slutsats .....</b>	<b>42</b>
6.1 Frågor som inte kunnat besvaras.....	44
6.2 Förslag på vidare studier .....	45
<b>7 Källförteckning.....</b>	<b>46</b>
<b>8 Bilagor .....</b>	<b>51</b>
8.1 Vanliga frågor inför intervjuerna .....	51





# 1 Inledning

Ökat tryck från beställare och staten leder bland annat till ett krav på effektivisering för byggandet av järnväg. Att bygga en järnväg sker i flera steg, men en viktig del är själva projekteringen. En väl utförd projektering bidrar till en bättre förståelse, mindre risk för fel och missförstånd gjorda av entreprenörerna, vilka läser och bygger efter de framtagna handlingarna. BIM är en arbetsmetod som kan användas och bidra till en ökad förståelse för hur projekteringen ska tillämpas för bland annat entreprenörerna. (TRV 1)

## 1.1 Bakgrund

BIM är en arbetsmetod som används för att bland annat koppla ihop modeller och attribut för att få en översiktlig bild på hur hela projektet i fråga ser ut. Där kan även information som mängder av material och krokar mellan objekt tas fram och hur projektet i framtiden skall kunna byggas. De ingående delarna får en spårbarhet genom att en identitet och attribut kopplas till objekten. Trafikverket avser att införa BIM i allt högre grad och det har redan använts i en del projekt, bland dessa finns bland annat Hallandsåstunneln och Rölforsbron. (TRV 1; Vad är en modell i 3D, 4D och 5D?)

## 1.2 Syfte och målsättning

Ändamålet med detta examensarbete är att studera och få en djupare inblick i huruvida BIM bör användas i vissa järnvägsprojekt, för att på så sätt undersöka hur användandet av BIM skulle kunna effektiviseras. Om det är lönsamt att införa BIM i Sverige, finns det ett tillräckligt stort genuint intresse hos de potentiella användarna för att investera tid och pengar i att utveckla ett tillräckligt effektivt och säkert arbetssätt. Detta för att se om det kan bli en bra övergång från traditionell projektering till denna mer avancerade metod, vilken kan komma att krävas i de projekt där BIM kan bidra till en effektiv och hållbar lösning. Samt hur arbetsmetoden fungerar i praktiken och vilka svårigheter som uppkommer när Trafikverket försöker implementera BIM i projekterings-, - och byggskedet.

Fokus i detta arbete ligger på att studera hur användandet av BIM har fungerat i färdiga och pågående projekt, men också undersöka hur framtidsplanerna ser ut för BIM i Sverige och hur det på bästa sätt kan matcha de ökande kraven som ställs.

Syfte för detta examensarbete är att besvara följande frågor:

- Vilka svårigheter finns med att införa BIM inom järnvägsprojektering?  
(Vilket filformat vill Trafikverket ha in modeller i och vilka krockar uppstår när filer ifrån olika program sätts ihop, vid motstridiga uppgifter i kontraktshandlingar vid byggnation vilken juridisk status ska modellerna då ha, vilka standardiseringar skall användas t.ex. vid byggnation eller ombyggnation av något som inte projekterats innan i BIM)
- Vilka vinster kan uppnås genom användning av BIM inom järnvägsprojekt och vem får användning av dessa? (Kan osäkerheterna i projektet minimeras för att få en exaktare tids, - och kostnadsplanering vid bland annat upphandling, kan det ge mer exakta positioner på var föremål ligger och ger det en mer överskådlig bild vid uppvisning av projektet för bland annat lokalbefolkningen)
- I vilken typ av järnvägsprojekt är BIM lönsamt? (Varför har det fungerat bättre i vissa projekt än i andra, i vilket skede bör projektörerna gå över från 2D till 3D och vilken nivå av BIM är lämpligt att använda under vissa sträckor.)

### 1.3 Förkortningar

AB= Allmänna Bestämmelser RFA= Redogörelse för anläggningsmodell

ABK= Allmänna Bestämmelser för Konsultuppdrag

ABT= Allmänna Bestämmelser för Totalentreprenader

AMA= Allmän Material- och Arbetsbeskrivning

GNSS= Global Navigation Satellite Systems

TRV= Trafikverket

ÄTA= Ändring Tillägg och Avgående

LandXML= Land(Extensible Markup Language)

### 1.4 Avgränsningar

Denna studie avser endast att utreda effekterna av BIM för järnvägsbyggnation i Sverige. Den kommer inte att förklara hur BIM används ur en teknisk synvinkel, utan snarare hur arbetet bör läggas upp och vilka nyttor detta kan medföra. En stor del av svaren som ges är från intervjuer då BIM är en relativt ny arbetsmetod. Svar på frågorna som ställts avgränsas helt av förklaringarna inom parenteserna som kommer därefter.

## **2 Metod**

### **2.1 Litteraturstudie**

En litteraturstudie utfördes, dels för möjligheten att kunna tillämpa källor på min kunskap inom området men också för att förvärva nya kunskaper, få en djupare förståelse inom ämnet och för att komma fram till vad delsvar kunde vara på de frågor som ställts i arbetet, vilka också skrevs med i arbetet.

Innan delar av arbetet började skrivas, användes ca en veckas arbetstid för att endast skapa en uppfattning inom ämnet.

Litteraturstudien gav också möjlighet till att öka mina chanser att objektivt analysera svaren som getts av intervjupersonerna och på så sätt kunna uppskatta hur troliga de givna svaren var, eller om de endast var spekulationer, löst förankrade till vad verkligheten säger.

Här ingick också att studera projekt, modeller och utvärderingar för arbeten i BIM, om möjlighet fanns för att göra detta. Osäkerheter på frågor som uppkom eller inte besvarades, antecknades ner för att sedan tas med i intervjufrågeställningen.

### **2.2 Intervjuer**

Då BIM är relativt nytt inom infrastrukturen i Sverige har inte många studier gjorts kring användandet av BIM. Att intervjua yrkesverksamma inom området är ett sätt där ett sant eller troligt svar på frågorna under syftet kan åstadkommas.

#### **2.2.1 Intervjumetodik**

Innan några intervjuer utfördes eller frågor till intervjuer skrevs, studerades intervjumetodik, för att se till att få det bästa möjliga svaret på den ställda frågan. Detta tillämpades sedan och en lämplig intervjumetod för just detta projekt valdes ut, tillsammans med frågor som ledde till svar och förhoppningsvis öppnade upp för en konversation i det aktuella ämnet.

Med hjälp av den förvärvade kunskapen sattes frågeställningen ihop, så att den kunde anpassas efter på vilket sätt den intervjuade hade en koppling till BIM.

#### **2.2.2 Intervjuer**

Under litteraturstudien togs en lista fram, där de bäst lämpade inom branschen för att besvara de frågor som uppkommit under eller kvarstått efter studierna

angavs. Dessa söktes upp genom läsning av artiklar om BIM och via kontakter från andra som var involverade inom BIM. En förfrågan om att ställa upp på en intervju skickades sedan ut till dessa personer.

Inför intervjuerna fick personerna själva välja föredraget kommunikationsmedel, de flesta intervjuerna spelades även in om möjlighet för detta fanns och om godkännande gavs av de intervjuade. Innan intervjuerna påbörjades, skickades detta mail ut till alla de personer som inte kontaktats under ett tidigare skede:

*Hej!*

*Mitt namn är Markus Gustavsson, jag går nu mitt sista år på en utbildning för järnvägsingenjörer och håller nu på med mitt examensarbete. Det handlar om BIM där frågor angående bland annat lönsamhet, nyttor och användningsområden tas upp.*

*För att besvara dessa har en litteraturstudie gjorts, men då det endast finns begränsad information inom ämnet så har inte alla frågor kunnat besvaras och därför skall ett antal intervjuer genomföras i ett försök till att uppnå svaren, till detta kommer hjälp att behövas från beställare, konsulter och entreprenörer som varit i kontakt med projekt inom BIM.*

*Så jag skriver nu till dig i hopp om att kunna få en intervju där svar eller egna uppfattningar kring BIM kan ges.*

*Om du går med på att ha en intervju så uppge gärna när du har möjlighet för att utföra den och vilket sätt du föredrar att utföra den på (telefon, mail etc.)*

*Är ni intresserad så kommer jag skicka ett utkast av intervjufrågorna så du har en möjlighet att tänka igenom frågeställningen inför intervjun.*

*Intervjun kommer senare sammanfattas av mig och skickas till er för att kontrollera att svaren uppfattats rätt.*

*Har du inte möjlighet till att utföra intervjun, eller anser att någon av era kontakter hade kunnat besvara frågorna bättre, skulle det uppskattas om du kan informerar mig om detta.*

*// Med vänlig hälsning, Markus Gustavsson*

Därefter skickades frågor ut till de personer som valt att medverka i denna intervju, dessa bestod av ett urplock från den frågeställning som fanns, anpassade för just deras arbetsuppgifter. (Några av de standardfrågor som ställdes kan läsas i bilagan Vanliga frågor inför intervjuerna .)

Efter detta ombads personerna att besvara om de fortfarande ställde upp på intervjun, vilken tid och vilket kommunikationsmedel som föredrogs, om

möjlighet för inspelning fanns så ställdes frågan om detta var okej för den intervjuade.

Under intervjuerna kom vissa av frågorna att kompletteras allteftersom intervjuerna utförts och/ eller de själva bidragit till en fråga, antingen genom att de tagit upp den eller om den uppkommit under intervjuens gång. Under intervjuerna försöktes en öppen konversation hållas, där även de intervjuades egna tankar om BIM togs fram och inte bara ren fakta. Om de kunde bidra med något material som kunde hjälpa till under arbetet, så ombads de skicka detta till min mail och resultatet efter genomgången av detta material bifogades i lämplig intervjusammanfattning, om medgivande för detta fanns. Efter utförda intervjuer, undersöktes vilken av den insamlade fakta som skulle användas. Denna skickades sedan ut till de intervjuade för att kontrolleras eller kompletteras.

För att ta reda på hur säkert ett svar på en fråga var från en viss intervjuperson så ställdes frågan ”Skulle du kort kunna berätta hur du har varit i kontakt med BIM?”, därefter kunde även frågorna anpassas efter hur de arbetat mot BIM.

De flesta intervjuerna gjordes via en auditiv dialog på telefon eller lync. Det förekom även skärmdelningar i en del av dessa. En av intervjuerna utfördes via mail och i en avtalades ett möte där vi träffades öga mot öga. Det var svårt att få tag på entreprenörer som använt sig av BIM, detta tror jag kan bero på att detta fortfarande är ett ganska nytt arbetssätt och många projekt är fortfarande i tidiga skeden. De flesta av intervjuerna spelades in, om godkännande gav för detta och skrevs sedan ner i ren text.

### 2.2.3 Sammanfattning av svar från intervjuerna

Resultaten från intervjuerna delades upp i tre delar bestående av beställare, konsulter och entreprenörer. Dessa undersöktes och vägdes mot varandra i en sammanfattning för respektive grupp och eventuella luckor som uppstått mellan vissa områden fylldes i. Informationen som använts från deras intervju skickades sedan tillbaka för en komplettering, vilken de besvarade om de ansåg att behov fanns för detta.

Underlaget var varierande från de olika grupperna och hur många som bidrog till de olika sammanfattningarna anges i samband med dem.

## 2.3 Analys

Den information som inhämtats anser jag vara kvalitativ och analysen gjordes därefter utifrån detta perspektiv. Analysen utfördes genom att frågorna i syftet ställdes upp och svar sedan söktes i litteraturstudien och

intervjusammanfattningen, vilka också vägdes mot varandra. Därefter tillades egna tolkningar och kommentarer till analysen.

## **2.4 Slutsats**

Här sammanbands svaren och hypoteserna från analysen till en teori, där frågorna i syftet besvarades med så stor sannolikhet som möjligt. Denna skickades sedan till Patrick Ericson, som arbetar med införandet av BIM för Atkins Sverige AB, för att verifiera om svaren var troliga, alternativt gav synpunkter på vad som borde ses över ännu en gång. Upphittades inte ett korrekt svar eller om fakta talade mot varandra, kunde inte frågan besvaras på grund av bristfällig information.

## **2.5 Källkritik**

Då BIM ännu var relativt obeprövat i Sverige vid tiden för examensarbetet, var studier och kunniga personer inom ämnet svåra att få tag på. Resultat på hur vissa projekt fungerat i Sverige, är ett exempel på en fråga som var väldigt svår att besvara, då det inte fanns många färdiga projekt som gjorts i BIM. En annan sak som hindrade en del, var att Trafikverket inte hade definierat vad lägstanivån för BIM var för dem. Då kunskapen i BIM fortfarande var låg i Sverige, kommer troligtvis branschens syn på arbetssättet att förändras inom en inte alltför avlägsen framtid.

## **3 Litteratursökning**

### **3.1 Vad innebär en "BIM-modell"?**

Vilka teknikområden som skall användas i "BIM-modeller" har inte preciserats än, dock har Trafikverket nämnt att "I framtida förfrågningsunderlag kommer modellernas detaljeringsgrad och omfattning att variera, till exempel kommer inte alla teknikområden med säkerhet att representeras av modeller" (TRV 3)

En modell är en beskrivning av vad som ska byggas, den kan se ut på olika sätt och ha olika detaljeringsgrader, den byggs upp av objekt som kan vara kopplade till geometri, egenskaper och status. När det talas om geometri inom BIM så handlar det om 3D modeller, alltså en modell med en x, y och z- axel vilka används för att definiera var objekten befinner sig. Ur dessa 3D modeller kan sedan ritningar tas fram i önskade vyer. Flera dimensioner kan också läggas till efter behov. Fjärde dimensionen brukar bestå av tiden och med hjälp av den kan bland annat en planering över var objekt bör vara under en viss tid i ett byggskede tas fram. Femte dimensionen innebär ofta att kostnaden läggs till i modellen, med hjälp av dessa dimensioner kan bland annat byggnationens kostnader under en viss tid simuleras. En BIM-modell (även kallad nD-modell) innehåller all information som kan behövas ur ett livscykelperspektiv. (Vad är en modell i 3D, 4D och 5D?)

### **3.2 Trafikverkets framtida planer för BIM**

Enligt punkt 5 i rapporten 10 truths about BIM, som är beställd av WSP och utförd av Kairos future, kan alla nyttor som användandet BIM medför endast uppnås genom samarbete, annars kommer dessa att bli begränsade. För att investeringen ska bli lönsam måste någon leda vägen, och denna någon är ofta regeringen. (10 truths about BIM; WSP 1)

I Sverige är den avsatta myndigheten för att förvalta järnvägens infrastruktur Trafikverket, de arbetar för införandet av BIM. (TRV 1)

#### **3.2.1 Trafikverkets insatser för införandet av BIM i Sverige**

Övergången till BIM kommer att bli en kostsam investering, detta bland annat för att konsulterna som givits uppdraget ska ges möjlighet till hjälp med utbildning och metodutveckling om behov för detta finns. Även hjälpmedel som mjukvara och kraftfullare hårdvara kan komma att behöva införskaffas då vissa modeller kräver mycket datorkraft och minne. (TRV 2; TRV 3)

### *3.2.1.1 Vilka insatser Trafikverket tänkt utföra för att få in BIM i Sverige*

För att få flera företag att ta BIM till sig och på så sätt medverka till en bra övergång mot BIM i branschen, driver Trafikverket ett projekt för ett systematiskt införande av BIM. Detta innebär att de bland annat undersöker hur användandet av BIM bör gå till och standardiseringar tas fram för att förenkla och effektivisera användandet av BIM. Trafikverket tar också fram utbildningar inom BIM och hjälper till genom att stödja vid BIM-projekt. Vid dessa samlar de också in material för att de ska lära sig vilka problem och lösningar som kan tillämpas vid användning av BIM, detta har utförts på bland annat Förbifart Stockholm-projektet. (TRV 1; BIMalliance 1)

### *3.2.1.2 Standardisering*

Gällande standardisering för BIM så jobbar Trafikverket fortfarande med att ta fram standarder. (TRV 1)

## 3.2.2 Filformat

### *3.2.2.1 Exempel från Trafikverket*

Vilket filformat modellerna ska skickas in i står inte uttryckligen någonstans. Men det finns förenklade modeller utlämnade av Trafikverket som kan användas för att visa hur ett förfrågningsunderlag kan se ut, för att ge en bild av vad som krävs för att arbeta i BIM. De formaten som används i den modellen är DWG och DGN, båda dessa är programoberoende format. Det nämns även att ritningar kommer att ingå i framtida förfrågningsunderlag. (TRV 4; TRV 3)

### *3.2.2.2 IFC*

Det finns ett filformat som anses vara det mest lovande inom BIM, nämligen IFC. Detta är en internationell öppen standard, vilket innebär att det inte är knutet till ett specifikt program. IFC är dock inte helt komplett ännu, men det läggs ner stora resurser i att utveckla och förbättra filformatet. Några av de brister som finns idag är att det ännu inte har anpassats efter Trafikverkets verksamhet och att information kan tappas på vägen vid konvertering från ett annat filformat till IFC. Detta medför att en kontroll av informationen måste utföras, så att nödvändig information för projektet inte har försvunnit. Själva målet med IFC är att det ska bli en internationell ISO-standard och för att säkerställa att program som används är kompatibla med filformatet, lämnas certifikat ut till de leverantörer som bevisats klara av ett antal tester. (BuildingSMART 1; BuildingSMART 2; TRV 2)



### 3.2.3 Projekt mål

Ett av projektmålen som Trafikverket har satt upp är att ”Alla investeringsprojekt ska använda sig av BIM i lämplig nivå från och med 2015” (TRV 5)

Trafikverket har under ett seminarium nämnt att:

Vi kommer dessutom att definiera vad vi inom Trafikverket menar med BIM och att identifiera de kommande projekt som kan ha nytta av att använda BIM. Målet är att minst sjuttio procent av dessa verkligen ska använda BIM i projektering, upphandling och genomförande under 2014. (BIMalliance 1)

En del pilotprojekt har utförts för att undersöka användningen av BIM, Röforsbron är ett exempel på detta vilket BIM Alliance skriver såhär om:

Målet med pilotprojektet är att dokumentera hur BIM påverkar olika skeden i processen – från tidiga utredningsskeden in i projekteringsfasen till granskning och godkännande, upphandling, genomförande och sist förvaltning. Detta är det första projektet där BIM används i hela kedjan. (BIMalliance 2)

Exempel på andra pilotprojekt är bland annat Flackarp-Arlöv 4 spår (Metria) och projekt Hallandsås (TRV 6)

## 3.3 Befintliga metoder och regler som tillämpas för användning av BIM i Sverige

### 3.3.1 Problem och vinster som uppkommit vid arbete med BIM i Sverige

Ett antal olika problem och vinster har uppkommit med användandet av BIM, vissa med större vikt än andra. Här följer några typiska exempel på vad användandet av BIM har medfört.

Det kan vara lätt att gå in i smådetaljer för tidigt, detta kan leda till att projekteringen går väldigt långsamt och att kraften inte läggs på de stora och viktiga delarna i projektet. Det kan dessutom uppkomma ändringar och problem under en senare del av projekteringen, vilket medför att detaljarbete riskerar ha utförts i onödan. Ett annat felaktigt arbetssätt som uppstår alltför

ofta, är projektörer vilka väntar på att andra projekterat klart sina delar innan de påbörjar sin egen, detta för att slippa göra ändringar. (BIMalliance 3)  
Informationslagring är ett problem då det inte finns några lagkrav på hur den bör ske, detta innebär att lagring kan ske i bland annat 2D pdf-ritningar. Det medför att all information knuten till objekt vilken skiljer en BIM-modell från traditionell projektering försvinner, det utförda arbetet kan då inte utnyttjas maximalt. (TRV 2)

En stor juridisk fråga som måste lösas i ABK är vad projektörerna ansvarar för vid användning av en BIM-modell jämfört med vanliga ritningar. Modellen kan användas av entreprenörer för ”kalkyl, alternativa lösningar och maskinstyrning”. (BIMalliance 1)

Det är viktigt att projektören är noggrann redan från början, då det är lättare och billigare att rätta till fel i ritningar/modeller, än om problemet uppmärksammas under byggskedet, exempel på just detta ges här nedan.

Vid granskning av modeller under ett tidigt skede i ett projekt upptäckte Andreas Udd, som då var ansvarig för rörinstallationerna på Skanska, ett flertal fel som uppkommit under projekteringen. Detta gjordes två månader innan byggstart och därför kunde initiativ för förändringar i modellen tas. Det ledde till en stor besparing i tid, då bland annat en krock mellan stålbalkar och rörstråk kunde undvikas. Detta hade orsakat stora problem om det upptäckts under byggnationen istället. (BIMalliance 4)

”Eftersom man så småningom kommer till rätt nivå för produktion är det snarast under projekteringsfasen som man blir mest drabbad av bristande detaljeringsnivå. I produktionsläge finns de detaljer som måste finnas”  
(BIMalliance 3)

### 3.3.2 Vilka programvaror används idag

En Modell byggs sällan upp av en ensam programvara, utan med hjälp av flera olika objektbaserade datorapplikationer. Dessa är kompatibla med varandra och kan därmed utbyta information. Då inget beslut om vilket filformat som gäller har tagits, så har DWG och DGN använts för att bland annat visa upp exempel på modeller av Trafikverket. Dessa kan öppnas med de flesta program och är vanligast inom branschen. Vad gäller programvaror kombineras de ofta, då olika uppgifter löses lättare med hjälp av vissa program än med andra. (TRV 4; Tyréns)

Trafikverket svarar på följande sätt efter att frågan ”får jag som leverantör använda vilka program som helst?” ställts:

Ja, så länge Trafikverkets leveranskrav uppfylls. Leveranskraven är ställda så att de allra flesta program på marknaden kan användas. Olika program har olika specialiteter, som leverantör kan du välja det som är bäst anpassat för uppgiften.

Förbifart Stockholm ställer istället krav på standardiserad kodning vilket gör att gemensamma samordningsmodeller kan tas fram. Vi ställer krav på produkten – inte hur produkten framställs. (TRV 3)

### 3.3.3 Entreprenörers användning av BIM

Med hjälp av BIM ges bland annat en möjlighet för entreprenörerna att använda sig av maskinstyrning. Detta innebär att maskinerna kan programmeras för att följa modellernas anvisningar och jämföra dem med koordinater som finns ute i riktiga världen med hjälp av bl.a. sensorer på maskinerna och ett GNSS-system. Därefter kan grävmaskinister arbeta från sin hytt på centimaternoggrannhet, samtidigt som de i realtid får se hur de ska schakta i sin monitor. (Tyréns)

Det kommer dock bara att finnas möjlighet för detta om rätt förutsättningar ges i förfrågningsunderlagen, om detta finns kommer modellerna levereras i filformatet LandXML. (TRV 3)

BIM kan även användas för att se till att projektet tidsmässigt ligger rätt till i planeringen och att allt byggs i rätt ordning. Användning av BIM kan bland annat påverka montörer att använda sig av modellen istället för att chansa på vad som ska göras och därmed riskera att få göra om arbetet. De får också en klarare överblick i projektet genom användning av en modell, jämfört med om de skulle försöka tyda flera olika ritningar. Entreprenörer vågar dock inte alltid använda sig utav funktioner såsom mängdberäkningar, vilka kan göras med hjälp av modeller, utan beställer då istället material på samma sätt som de alltid har gjort. (BIMalliance 4)

Med användandet av BIM kan möjligheter även ges för att kommentera och markera vid t.ex. förändringar. (Tekla)

### 3.3.4 Vilken juridisk nivå har ”BIM-modeller” haft i projekt än så länge?

Trafikverket har lagt ut exempel på ett förfrågningsunderlag, för att underlätta för konsulterna som ska jobba med BIM. Detta för att på ett enkelt sätt kunna

redovisa hur de har tänkt sig att ett förfrågningsunderlag i BIM kan komma att se ut.

I detta exempel (och i framtida förfrågningsunderlag) gör vi avsteg från ABT 06, standardavtalet för totalentreprenader, då vi inför en inbördes rangordning under punkt 6 - förfrågningsunderlag. Det innebär bland annat att modeller med tillhörande RFA gäller före ritningar i kontrakt, undermapparnas numrering speglar denna rangordning (TRV 4)

På grund av att BIM-modellers juridiska status ännu inte har tagits upp i AB så användes OpenBIMs mallar för villkorsbilaga samt leveransspecifikation som komplement, vid Röforsbron. Detta medförde bland annat att modellen fick en högre rangordning och flyttades upp från handling 12 till handling 11. (BIMalliance 2)

### 3.3.5 I vilken typ av projekt har BIM lönat sig

I Sverige har ett antal projekt utförts med BIM, många av dem är så kallade pilotprojekt. Detta innebär att projektet utförs i samband med en utredning, där målet är att ta reda på hur bra projektet fungerar med hänsyn till t.ex. ekonomi och tid. Där pilotprojekt utförts har vid ett flertal tillfällen en kort rapport lagts ut av bland annat Trafikverket, det är till stor del dessa som ligger som underlag för denna del av arbetet.

#### 3.3.5.1 Hallandsås

Ett av de stora projekten där BIM använts är projekt Hallandsås, detta är det första projektet för Trafikverket där möjligheterna som ges vid användandet av BIM på allvar har utnyttjats. Fördelarna som getts på grund av användning av BIM i detta projekt har bland annat varit att redan på ritstadiet kunnat upptäcka problem. Maskinstyrning kan användas i projektet med hjälp av den information som angivits i modellerna. Färre fel har gjorts med hjälp av BIM, tid och pengar sparas och en högre kvalitet i byggandet uppnås. (TRV 7)

Trafikverket nämner under en föreläsning att en ökad produktionseffektivitet med över 5% beräknas uppnås och att ÅTA-kostnaderna i produktionsskedet som uppkommit på grund av fel i projekteringen, antas minska med minst 50%. (TRV 8)

#### 3.3.5.2 Röforsbron

Röforsbron är ett ombyggnadsprojekt för väg, där en BIM-modell ingick i förfrågningsunderlaget, vilket entreprenörerna fick lägga anbud på. Detta var det första projektet där BIM använts längs hela arbetsgången, från

utredningsskedet till granskning för att sedan få ett godkännande. Byggnationen gjordes med hjälp av en utförandeentreprenad. Inga ritningar togs fram för detta projekt, utan endast en modell. I modellen ingick bland annat mängder, tids-, och kostnadsberäkningar. Användandet av BIM ledde till eller antas leda till, att igångsättningstiden reduceras med 30%, oväntade stopp och störningar minskar med 30% och under produktionsskedet minskar antalet fel med 20%. (BIMalliance 2; WSP 13)

#### *3.3.5.3 Förbifart Stockholm*

Förbifart Stockholm är ett exempel på ett projekt för en nybyggnation av motorväg där BIM används. Trafikverket angav i uppdragsbeskrivningen att fackmodeller i 3D skulle användas, för att de skulle få en säkrare budget och tidsplan. Modellerna kommer senare att användas som grund för förvaltningsunderlag, relationshandling, mängdberäkningar och maskinstyrning. (BIMalliance 1)

#### *3.3.5.4 Stenkumla-Dunsjö*

Stenkumla-Dunsjö är en nybyggnation där ett enkelspår ska göras om till dubbelspår. I detta projekt ska BIM användas som en riktlinje genom projekteringsprocessen. Ett av målen som finns är att modellen ska användas i förfrågningsunderlaget. Nyttorna av att kommunicera med hjälp av modeller kommer bland annat att undersökas i detta projekt. (BIMalliance 5)

#### *3.3.5.5 Nynäsbanan*

Nynäsbanan är ett omfattande förändringsarbete för järnvägen mellan Västerhaninge och Nynäshamn. Där har de jobbat fullt ut med anläggningsmodeller och BIM, vilket också har ställts som krav på både entreprenörer och projektörer. Där fick endast ritningar och dokument som kom från modellen tas fram, detta för att modellerna som producerades skulle kunna användas direkt under produktionen. På grund av överklagande blev projektet försenat och en entreprenör anser bland annat att nödvändiga schaktarbeten inte hade kunnat genomföras inom avstängningstiden om det inte vore för att BIM användes. En test för mängdberäkning gjordes i projektet med goda resultat, vilka visade på att mängderna skiljde sig mycket mellan beräkningar i modellerna och vanlig projekteringsmetodik. I en summering av de erfarenheter som erfordrats av projektet, sägs det att produktionstakten över lag blev högre än normalt och prognoserna som gjorts blev säkrare. (BIMalliance 6)

### 3.3.5.6 Barnkonsekvensanalys i Rönneshytta

I Rönneshytta utfördes en barnkonsekvensanalys för att se hur barn påverkades av järnvägar och vägar. Detta gjordes för att det fanns en planerad utbyggnad från enkelspår till dubbelspår. I Undersökningen ingick flera moment där bland annat en intervju utfördes, barnen fick även se en BIM-modell där föreslagna vägar visades upp, för hur de skulle kunna ta sig till skolan efter byggnationen. Barnen fick även visa vanliga ställen som de tyckte var viktiga att kunna ta sig till. Resultaten togs in och en återkoppling med barnen ska ske vid ett senare skede. (TRV 9)

### 3.3.6 BIM Alliance Sweden vad gör de?

BIM Alliance Sweden är en ideell förening som bildades 1 januari 2014 när de tre föreningarna OpenBIM, Föreningen för förvaltningsinformation och BuildingSMART gick samman. (BIMalliance 7)

De olika föreningarna som ingår i BIM Alliance Sweden har på olika sätt försökt påverka och utveckla användandet av BIM. Här följer beskrivningar om de olika föreningarna från BIM Alliance Sweden.

OpenBIMs styrka är en brett förankrad nätverkande verksamhet med fokus på konkreta och direkta tillämpningar av BIM för sektorns alla aktörer. Genom att fokusera på så hög tillämpning som möjligt med användning av befintlig teknik, genom erfarenhetsutbyte, goda exempel, diskussioner och nätverkande mellan sektorns företag, har BIM-frågorna lyfts på dagordningarna hos företagen och bidragit till både aktiviteter och informationsspridning. Föreningens varumärke är väl inarbetat inom sektorn.

Styrkan hos fi2 Förvaltningsinformation är att föreningen har arbetat fram konkreta standarder och verktyg för en strukturerad informationshantering av förvaltningsinformation. fi2xml är en nationell standard för att hantera alla former av information som rör fastigheter. Standarden innefattar definierade informationsstrukturer och definierade nödvändiga kommunikationsgränssnitt. Målgruppen är till största del fastighetsägare, men även systemleverantörer.

buildingSMARTSweden har som styrka både kunskap om, och ett väl utbrett nätverk inom, inter-nationell standardisering för BIM-området, där den mest kända standarden är IFC. Föreningen finns representerad i olika arbetsgrupper och beslutande forum inom buildingSMART international.

Tre styrkor som den nya föreningen bör bygga vidare på kan sammanfattas som:

- Nätverksbyggande och implementering
- Konkreta sektorsgemensamma standarder och verktyg
- Internationell standardisering (BIMalliance 9)

### 3.3.7 Vilka åtgärder har Trafikverket tagit till för att införa BIM

Trafikverket har använt sig av ett par åtgärder för att underlätta uppstartandet för användningen av BIM. Detta för att entreprenörer och konsulter ska börja använda sig av BIM, men även för att själva få en djupare förståelse inom ämnet och hur de bör agera som beställare i förhållande till ett arbete som utförs med hjälp av BIM. Härfter följer några exempel på vad de har gjort men först kommer en förklaring på vad de jobbar för att uppnå.

”Som beställare jobbar vi för...

en BIM strategi som bygger på ett neutralt förhållningssätt att utveckla en gemensam standard

vi driver ett antal pilotprojekt med olika affärsformer

vi är medlemmar i och sitter i styrelsen för BIM Alliance Sweden som verkar för en ökad standardisering ” (TRV 10)

Vid ombyggnationen av Rölforsbron över Arbogaån använde Trafikverket sig av OpenBIMs mallar för villkorsbilaga samt leveransspecifikation, på grund av att AB inte täckte den riskfördelning som ett arbete inom BIM medför. Anbudstiden utökades från 21 till 85 dagar då arbetet handlades upp på BIM-underlag. Entreprenörerna fick även en dag till sitt förfogande, då de blev informerade om hur en anbudsgivare bör lämna bud efter en informationsmodell i ett förfrågningsunderlag. Möjligheten gavs också för att under en halv dag per anbudsgivare vara med då en genomgång hölls och frågor kunde ställas angående förfrågningsunderlaget. (BIMalliance 2)

Trafikverket erbjöd entreprenören en extra ersättning om denna använde sig av BIM under projektet, denna skulle regleras efter vilken utsträckning entreprenören nyttjat den givna modellen efter ett antal kriterier. Det maximala mervärdet som entreprenören kunde uppnå genom att göra detta var 1 780 000 kr. (BIMalliance 2)

I projektet förbifart Stockholm ansåg Trafikverket att de inte hade tillräckligt stor kompetens för att rekommendera konsulterna om vilka program de borde använda. Därför handlade Trafikverket upp ett antal BIM-samordnare som först och främst ska hjälpa dem som beställare, men även ge stöd till konsulterna när problem uppstår. (BIMalliance 1)

”Samordnarna ska se till att vi har ”rätt” information i fackmodellerna samt säkerställa att informationen kan kopplas samman och återanvändas för projektets olika behov och skeden” (BIMalliance 1)

### 3.3.8 Hur ser BIM ut i resten av världen

På WSP:s hemsida finns det beskrivet hur användandet av BIM ser ut i resten av världen och här följer en sammanfattning av denna information över vad som anses vara viktigast för denna rapport.

Anpassningen mot BIM har kommit längst i Finland, där det används i en mycket mer avancerad grad än i resten av världen, det används där ofta till småskaliga projekt. I Norge främjas aktivt användningen av BIM, det är en viktig del i stora byggprojekt inom regering och infrastruktur, det lärs här till och med ut i skolan. I Storbritannien har byggindustrin visat en mindre entusiasm för BIM, men på senare tid har regeringen tagit ett beslut om att göra detta till en del av sin upphandlingspolicy. Sverige håller på att komma ikapp Finland och Norge och har kommit väldigt långt inom stora och avancerade infrastrukturprojekt. (WSP 2; WSP 3; WSP 4; WSP 5; WSP 6; WSP 7; WSP 8; WSP 9; WSP 10; WSP 11; WSP 12)

## 3.4 Vilka vinster kan förväntas genom användandet av BIM?

Det finns ett flertal funktioner som kan tillämpas eller göras enklare med hjälp av en BIM-modell. För att på detta sätt göra den mer eller mindre användbar innan, under, omkring och efter ett projekt. Vanliga funktioner som används och andra nyttor som arbete med BIM medför och hur dessa hör ihop kommer att undersökas i denna del.

### 3.4.1 Minskade risker för fel

Vid användning av BIM kan problem upptäckas redan tidigt under projekteringsskedet, detta bland annat på grund av att information mellan olika teknikslag här kan återfinnas i samma modell. Informationen kan sedan användas för t.ex. maskinstyrning, om modellerna levereras i ett format som ger de rätta förutsättningarna för detta (t.ex. LandXML). (TRV 11; TRV 3)

Med hjälp av maskinstyrning kan en ökad kvalitet och färre fel vid schaktning uppnås. Maskinisten kan i realtid se exakt hur mycket arbete som skall utföras



på en monitor från hytten. Därmed behöver denna inte längre förlita sig på utsättare som endast sätter upp vissa punkter. (Tyréns)

Modellerna kan användas som beslutsunderlag under möten, då de kan innehålla flera teknikområden. BIM medför fler nya metoder för att utföra produktplanering och riskhantering. (TRV 12)

BIM har bland annat använts för att se till att budget och tidsplaner följs, med förhoppningar om att antal projekteringsfel och budgeten då hålls nere. Arbete med BIM medför en ökad förståelse, tydlighet och en bättre kommunikation mellan olika parter och teknikslag. (BIMalliance 1; TRV 11)

### 3.4.2 Material/ mängder

Med hjälp av BIM kan siffror på mängder som krävs för ett visst projekt tas fram ur modellerna med hjälp av beräkningsprogram. Detta med mycket högre noggrannhet jämfört med de resultat som kan uppnås med vanlig projekteringsmetodik och manuell uträkning. (BIMalliance 6)

De exakta siffrorna på mängder tillsammans med en bra tidsplanering kan leda till att några upplagsplatser inte behöver användas då material istället kan användas direkt när det levereras till arbetsplatsen. (BIMalliance 10)

### 3.4.3 Tid

Eventuella fel kan undersökas med hjälp av kollisionskontroller och rättas till vid ett tidigare skede under processen. En effektiv planering kan uppföras då det i en tidsplan kan anges när olika delar av projektet ska vara klara, material levereras och arbeten ska utföras. Allt detta kan ses över i en modell. Detta ger en ökad förståelse för vad som ska ske i projektet, det blir även lättare att utföra samarbeten, då projektörerna kan ta del av samma information. Förändringar som utförs syns i hela modellen och inte bara i en av flera ritningar, därför krävs inte lika många samordningsmöten och ritningsuppdateringar. Patric Berg som är installationsledare på NCC anser också att det går snabbare för honom att hitta i modeller, jämfört med i traditionella ritningar. (Nyttor med BIM; Vad är en modell i 3D, 4D och 5D?; TRV 11; BIMalliance 10)

Dubbelarbete är ett vanligt problem som till stor del undviks vid projektering i BIM, då alla kan se vad som gjorts än så länge i modellen. (Skanska)  
Maskinstyrning påverkar tidsanvändningen, då en effektiviserad användning av maskinparken uppnås med hjälp av bland annat direkta positioneringsanvisningar. Färre arbetstimmar krävs för maskinerna i projekten. (Tyréns)

#### 3.4.4 Miljö

Användning av maskinstyrning verkar positivt för miljön då maskinerna används effektivare. När BIM används kan även spillmaterial reduceras. (Tyrèns; WSP 1)

BIM kan användas som underlag vid rivning och demontering för att på ett hållbart sätt göra sig av med de delar som inte längre används. (10 truths about BIM)

Ritningar på papper behöver inte tas fram vid användandet av BIM. Modeller kan undersökas på bland annat på läsplattor, där eventuella uppdateringar av modellerna dessutom kan tas med. Detta sätt att arbeta på använde de sig av vid ombyggnationen av Rölforsbron. (WSP 13)

BIM kan användas för att göra bullerberäkningar och simuleringar, för att på så sätt ta reda på var och vilka åtgärder som behöver utföras. Detsamma kan även göras för ljus och lampor. (Tyrèns)

#### 3.4.5 Samhällsnyttor

BIM brukas för att få ut många nya nyttor, här följer några exempel på hur en rätt användning av BIM kan påverka samhället.

BIM kan användas för att visa upp modeller för allmänheten. Ett sätt att utföra detta på är genom Augmented Reality, då modellen visas upp i t.ex. en mobil eller surfplatta på just den platsen där byggnationen är planerad. Detta görs med hjälp av enhetens kamera och GPS. (Tyrèns)

Används inte AR kan det istället vara ett alternativ att visa upp byggnationen på samma sätt som i ett föregående exempel. Då användes en modell med uppsåtet att öka förståelsen om hur en framtida dragning skulle gå, vilket sedan implementerades i en barnkonsekvensanalys. Det medförde i sin tur till att en mer realistisk uppfattning skapades om vilka risker som uppkom vid ett nytt projekt inom den planerade infrastrukturen. (TRV 9)

BIM medför lägre kostnader i infrastrukturprojekt genom effektivisering, säkrare uträkningar/ kostnader och är ett hjälpmedel för att avgöra när olika underhållsåtgärder bör utföras. Detta kan även vara en nytta för samhället då projekten ofta bekostas genom skatt. (Nyttor med BIM; Netcommunity)

### 3.4.6 Underhåll

BIM kan inte bara användas under byggnadsskedet, utan även under förvaltning och underhåll. Information angående drift och skötsel kan läggas till för varje objekt i modellen. (Tyrèns)

I modellerna kan bilder på skador kopplas och kan tillsammans med den information som modellen innehåller skapa ett underlag för planerade åtgärder. (Nyttor med BIM)

### 3.4.7 Ekonomi

Genom att använda sig av maskinstyrning kan kostnader minska och därmed påverka ekonomin. (Tyrèns)

När tiden kortas ner i projektet genom effektiviseringar av arbete innebär det även att energi sparas. (WSP 1)

”Genom kopplingen mellan 3D-modell och energisimulering kan man avsevärt effektivisera energiberäkningsarbetet.” (Tyrèns)

I ett videoklipp Trafikverket har lagt upp på Youtube så sägs det att ”ÄTA-kostnaderna kan minskas eftersom produktionen sker utifrån ett bättre och mer kvalitetssäkrat underlag” (Nyttor med BIM)

Enligt en föreläsning av Lisa Mellberg från WSP, ger användandet av BIM möjligheter att utföra säkrare kalkyler under anbuds-, - och produktionsskedet. ÄTA-kostnader som beror på felaktig projektering eller mängdning kan minska med upp till 50 % (WSP 13)

Det finns ekonomiska nyttor för de olika yrkesgrupperna som arbetar med BIM, dessa är bland annat:

Byggherrar får möjligheten att genom en bättre visualisering kunna sälja in sina idéer till kunder. Fastighetsförvaltare ges möjligheter för att utföra ett systematiskt och planerat underhåll, som tillsammans med besiktningar och kontroller kan leda till mer planerade inköp av reparation och reinvesteringar. För Arkitekter/teknikkonsulter öppnas möjligheter upp för en ny marknad, där de kan ta betalt för tjänster som medverkar till bland annat olika effektiviseringar i projekten. Det ger även möjlighet till en bättre samordning i projekten, vilket leder till att de ekonomiska riskerna som uppkommer i projekt på grund av fel minskar. Bygg- och installationsentreprenörer kan effektivisera sina inköp och leveranser/ transporter, samtidigt som kalkyler

kan beräknas snabbare och säkrare under offertsleden. Byggmaterialtillverkare/grossister får möjlighet att minska sin lagerhållning och utföra fler ”just in time” leveranser och kan påverka mer vid val av material och produkter. Statliga och kommunala myndigheter får möjligheter att minska överklaganden genom att visualisera och simulera olika planförslag, ett överklagande kan också tas hand om lättare då säkrare underlag finns. Rättsväsendet kan lättare få en förståelse för förslag. Även bygglovsprocesser går snabbare, då diverse olika kontroller på krav från samhället mer eller mindre kan ske automatiskt. (BIMalliance 11)

### **3.5 När är det lönsamt att används sig av BIM och i vilka projekt bör detta göras**

Någon komplett rapport som utrett när det är lönsamt att använda sig av BIM på järnvägen har inte hittats. Därför kommer det här att beskrivas på vilka sätt aktörer tjänat på vissa delar än så länge genom andras teorier, vilka stärks av hur olika personer kommenterat användning och nytta med BIM. Då ett säkert svar på frågan söks kommer en frågeställning att göras upp, som sedan används under de kommande intervjuerna, för att ta reda på när de upplevt åstadkommen lönsamhet med hjälp av BIM.

Det finns olika faktorer som kan påverka om ett projekt är lönsamt eller inte. Under denna del kommer mycket att riktas på projektets storlek, teknikslag, omgivning, svårighetsgrad, om det är en nybyggnation, ombyggnation eller ett underhåll och för vem det är lönsamt.

Trafikverket skriver så här:

”BIM kan öka produktiviteten

Att jobba direkt i smarta modeller leder bland annat till ökat informationsutbyte, minskade kostnader, effektiv samgranskning, färre ändringar och effektiv mängdhantering.” (TRV 1)

Rikard Appelgren, vd för WSP Sverige:

– Det lönar sig egentligen alltid med BIM, men det förutsätter att man gör en korrekt bedömning av vilken nivå man ska lägga sig på. Det styr man upp i den tidiga planeringen tillsammans med kunden. Just den tätare samverkan man får är en av poängerna. Det bidrar till bättre förståelse mellan disciplinerna, mellan våra ingenjörer, arkitekter, kunder och entreprenörer.

Men att man använder BIM-programvarorna innebär inte att integrationen mellan de olika projekteringsdisciplinerna kommit lika långt” (Byggindustrin)

Hur många användningsområden som nyttjas i BIM skiljer sig från entreprenör till entreprenör, här är ett exempel på vad en större användning av BIM kan leda till.

I de stora byggföretagen började man för några år sen i mindre skala, att använda projektörernas information för automatisk mängdtagning och underlag för produktionskalkyler var till exempel en bra start. Efter några år har många byggföretag vidgat BIM-användningen så att ett allt större antal arbetsmoment och processer har effektiviserats. Resultaten är tydliga, man undviker fel (eller upptäcker felen i ett så tidigt skede att kostnaderna för att rätta till är marginella), men får säkrare kalkyler och genom att minska mängden oförutsedda arbeten ökar träffsäkerheten och lönsamheten. (BIMalliance 12)

Men det krävs inte bara att konsulter och entreprenörer vill använda sig av BIM utan det måste finnas en beställare bakom projektet som tror på användningen av BIM. Detta problem beskriver Pontus Bengtsson, efter att en studie om nyttor inom BIM utförts såhär:

”– Resultatet visar att vi från konsultledet måste bli bättre på att visa våra beställare fördelarna med att arbeta med BIM, säger Pontus Bengtsson, BIM-expert på WSP. Att BIM är något man har nytta av och inte en belastning. Problemet är att det än så länge inte finns så många goda exempel att visa upp” (Byggtjänst)

Ett intresse för att använda BIM förekommer även bland totalentreprenörerna, vilka själva ofta får välja den arbetsmetod som de anser vara mest lönsam.

”De stora byggarna ser en klar lönsamhetspotential genom att använda BIM.

Men det handlar då om projekt där man har styrkontroll – egenutvecklade projekt eller totalentreprenader.” (Byggindustrin)

”Peab jobbar utifrån tre nivåer. En lägsta nivå som i princip ska gälla alla egenutvecklade projekt och totalentreprenader där man samordnar en 3D-modell, en andra nivå där man inkluderar mängdavtagning och en tredje nivå i 5D, med kalkyl och planering. Just nu jobbar Peab med ett tiotal projekt i den högsta nivån. Flagskeppet är Mall of Scandinavia.” (Byggindustrin)

”Hos NCC använder man i dag BIM i över 90 procent av de projekt där de själva påverkar projekteringen och där entreprenadsumman är över 20 miljoner kronor” (Byggindustrin)

Det finns ett flertal åtgärder som verkar för att fler BIM-projekt ska bli lönsamma, bland dessa är exempelvis standardiseringar och effektiviseringar stora poster.

”Det finns stora behov av standardisering inom BIM-området. En standardiserad användning av BIM skulle kraftigt öka produktiviteten inom planerings-, bygg- och förvaltningsprocesserna samtidigt som ansenliga summor skulle kunna sparas” (BIMalliance 13)

”Det kan vara lättare att hantera tunneldelar, då de liknar industrianläggningar där en större erfarenhet av att arbeta med BIM finns.” (BIMalliance 1)

Tidsbesparingar kan även göras redan under projekteringen, ett exempel på detta ges här av Henrik Thuresson från WSP, där programmet som använts för att bygga upp modeller är Tekla Structures.

”- Fördelen med Tekla Structures är att vi har kunnat leverera vår del av anläggningen på ett korrekt sätt samtidigt som vi har full kontroll på hur anläggningen faktiskt ser ut. Tidsbesparingen vi gör genom att projektera i 3D är störst vid kompletteringsskedet då nya snitt och detaljer på ritningarna är enkla att ta fram” (Energinyheter)

Vinster görs inte endast på projekterings och byggstadiet utan även senare kan BIM nyttjas, ett exempel på detta ges här av Lars Nihlen från Strabag Sverige.

”BIM lönar sig inom alla projekt inom både bygg och anläggning. Det blir färre fel i handlingarna och stora vinster senare i drifts- och underhållsskedet. Det blir en bättre slutprodukt helt enkelt” (Byggindustrin)

## 4 Intervjuer

### 4.1 Beställare

Sammanfattning efter intervjuer med beställare (5 st.)

De beställare som intervjuades arbetade i olika skeden under själva processen med BIM, vissa arbetade med införandet, andra med ekonomin eller underhåll och andra hjälpte till ute på byggen eller hade kontakt med konsulterna. Det märktes tydligt att många drog sig för att kalla någonting som vi använder idag för BIM (Byggnadsinformationsmodell) utan föredrog uttrycket anläggningsmodell, med eller utan attribut kopplade till objekt. Beteckningen AIM(Anläggningsinformationsmodell) har också använts från och till. Begreppet BIM verkar snarare ha implementerats i anläggningsbranschen för att uttrycket redan hade fått ett fäste i byggbranschen och många då förstod vad som menades. En förklaring över hur systemet är uppbyggt med olika modeller är att var och en arbetar i sina fackmodeller, i vilka endast t.ex. ett teknik-/ ämnesområde finns. Fackmodellerna kan sedan samlas i en anläggningsmodell, där flera fackmodeller som avser själva anläggningen finns med. Men det som många eftersöker när de använder akronymen ”BIM-modell” är en samordningsmodell. Vilket är en anläggningsmodell med alla teknikområdena i sig, men den innehåller även all övrig information som tillhör anläggningen, såsom terräng, befintliga fastigheter, geoteknik osv.. Delar av detta, samt vissa andra fakta i sammanfattningen för beställaren kan verifieras genom TDOK 2012:33, TRVK Anläggningsmodell, vilket hänvisades till under en intervju.

Hittills har det funnits problem med att använda sig av uttrycket BIM, då Trafikverket ännu inte har definierat vad de menar med att införa minst en lägsta nivå av BIM i alla investeringsprojekt. Det blir alltså mer av en individuell åsikt från den beställare som ska handla upp ett uppdrag om vilken detaljeringsgrad osv. som ska användas. BIM har även en annan betydelse, vilket innefattar hur informationshanteringen sköts på rätt sätt. Denna bit glöms lätt bort vilket är ett stort problem, men även detta kommer Trafikverket att ta fram en definition på. Alla teknikdelar som ritas eller konstrueras upp via applikationer geografiskt och inte schematiskt kan modelleras upp i 3D. De schematiska ritningarna kan dock kopplas till det objekt som de tillhör i modellen, men om samma sak görs med t.ex. bilder eller dokument så kan det uppstå problem, då dessa måste ligga lagrade på samma ställe eller länkas via webblänkar till aktuella objekt om de ska kunna öppnas.

De pilotprojekt som utförts ska enligt rapporter ha varit lyckosamma och gett ny kunskap om hur projekt ska utföras i BIM. Dock anges att förvaltning inte haft möjlighet att använda sig av modellerna ännu, då de inte är redo för att ta emot dem, utan har fått ta emot data från projekten på konventionella sätt. Det finns ett projekt som benämns ANDA (Anläggnings Data Bas) för utveckling av Trafikverkets framtida förvaltningssystem. Där undersöker de bland annat vilka gränssnitt som ska användas och hur lagring av information ska ske via bland annat databaser och inte som en hel modell. ProjectWise(IDA) är en gemensam projektdatabas som Trafikverket köpt upp för att kunna hantera förvaltningsdata såsom modeller. Det är under förvaltning viktigt att den del av informationen som en gång använts för att bygga upp modellerna och fortfarande behövs, hålls uppdaterad, för om Trafikverket fortsätter att lagra modeller på det sätt som det görs nu, kommer informationen snabbt att sjangsera.

Dubbellagring är också ett problem, då det är svårt att veta vad som är gällande masterdata. Ett annat problem är att några av de personer som ska granska modellerna inte kan hantera dessa. För tillfället får de nu boka upp en tid med en person som har den kompetensen, vilken i sin tur visar upp modellerna. Detta blir inte under samma förutsättningar som i vanliga projekt, då tiden för att självständigt granska materialet minskar. Vid ett flertal intervjuer har det också tagits upp hur viktigt det är att den information som tas fram är tillräcklig, men också bara precis vad som behövs. Detta är ett krav för att byggnation och underhåll ska kunna ske på ett så effektivt sätt som möjligt, annars orsakar den extra informationen merarbete för ett flertal parter.

Det finns också svårigheter i att övertyga samtliga parter i organisationen om att BIM är något bra. Det har tagits upp att många inte vet exakt vad BIM är och att termer blandas ihop, det finns t.ex. personer som tror att bara de projekterar i 3D eller skapar VR-modeller så är det BIM.

När frågan ställs om ritningar eller modeller används ute i fält så angavs svar på hur underhåll och maskinister arbetade med detta. Vid underhållsarbete tar de sig oftast varken med sig ritningar eller modeller, men det kan hända vid arbete med t.ex. broar eller tunnlar. Istället tar de ut tabelldata från BIS vilken de tar med sig i en handdator, när de ska kontrollera delar och går sedan efter km+m systemet. Vid schaktning är modeller inlagda i maskinerna, meddelanden eller varningar kan ges, om det finns osäkerheter/ risker under en viss del av schaktningen.

För att beställarna ska effektivisera sitt arbete med BIM anordnar de utbildningar, arbetar med standardisering, följer med i utvecklingen, tittar på alternativa programvaror och verktyg med mera.



En del av den standardisering som Trafikverket utför, går ut på att skapa ett objektsbibliotek, där några av de standardkomponenter som används ofta ska vara med. Den information som läggs på dessa objekt idag är enligt en intervjuad bl.a. Byggdelskoder enligt BSAB 96, AMA-koder, objekt-koder enligt TRV standard, beskrivningstexter, definition av insättningspunkt, länk till ev. typritning och till leverantörens hemsida. Det finns även ett antagande från en annan intervjuad om att informationen är ganska avskalad just nu och att den troligtvis kommer att jobbas fram efterhand. Finns det däremot datamängder i ett projekt som inte använts innan så samordnas detta tillsammans med Trafikverket för att konsulterna inte ska hitta på helt egna koder. Andra standardiseringar görs också för bland annat klassifikation av anläggningsinformation, lagerstandarder och metadata.

Trafikverket sitter även med i styrelsen för BIM Alliance, där försöker de, tillsammans med resten av branschen, driva införandet av BIM på olika fronter. Standardisering är en av dessa och de har därför utfört en förstudie för att undersöka vilka standardiseringsbehov som finns i branschen och har därefter tagit fram förslag på tio olika projekt.

Gällande filformatet IFC så var Trafikverket intresserade av det. De är med i ett EU-projekt, kallat V-con tillsammans med Holland och Frankrike, där de tittar på hur IFC ska utvecklas på vägsidan. Detta är i Sverige kopplat till järnväg, då införandeprojektet för BIM gäller för båda sidor. Dock verkar IFC för tillfället vara underutvecklat och skulle inte kunna implementeras för byggandet av modeller inom järnväg i Sverige. Vi får idag nöja oss med att använda rådande utbytesformat så länge. Problemet med dessa är att för all information ska kunna läggas i databaserna så krävs kodningen för programmen, vilken inte alla företag vill ge ut. Enligt vissa är det inte just IFC som är det viktiga, utan att vi hittar ett filformat som alla kan använda, där information inte tappas mellan de olika skedena. Detta sägs också vara en förutsättning för att BIM ska fungera fullt ut. En beställare tyckte att införandet av BIM inte kommit tillräckligt långt ännu, för att diskussionen av vilket filformat som skulle användas i Sverige var relevant.

Gällande juridiska frågor i projekten, så har Trafikverket bland annat satt en jurist och en upphandlare på att skapa inköpsmallar och undersöker hur de ska få in dem i AB osv.. Detta skulle effektivisera beställarnas arbete på Trafikverket och göra det mer lika för alla, då de för tillfället gör ett specialfall av varje projekt.

Trafikverkets insats för att införa BIM i Sverige görs via ett införandeprojekt. De informerar om användandet av BIM i olika sammanhang och talar där

också om att de kommer att ställa krav på BIM i vissa projekt. De anpassar även regelverk, standardiserar, klassificerar osv. för att förenkla arbetet i BIM. Framtida åtgärder som ska tas är bland annat att ta fram utbildningar inom BIM och fortsatt implementering av ProjectWise.

När frågan ställdes om hur införandet av BIM ser ut i resten av världen, så anser vissa att vi ligger ganska bra till, kanske inte till antalet projekt men åtminstone tekniskt sett. Vi har bland annat haft ett samarbete med de Norska myndigheterna Statens vegvesen och Jernbaneverket, där de i sex projekt kunnat påvisa vinster med BIM. I England har stora satsningar gjorts ända från statlig nivå.

Beställarna tror även att det finns ett intresse hos konsulterna och entreprenörerna att investera tid och pengar i att jobba fram ett effektivt arbetssätt i BIM, bland annat på grund av att Trafikverket är en stor beställare och de ställer krav på BIM. Många konsulter har märkt att det är ett smartare sätt att arbeta på och mer görs i tidiga skeden. Entreprenörerna använder sig redan av modeller till viss del, då de ibland själva tar fram underlag för maskinstyrning från ritningarna.

Trafikverket räknar med vinster genom lägre priser i byggskedet, effektivare projektering då branschen blir mer mogen för att bland annat ritningar till stor del kan tas fram automatiskt, bättre handlingar och beslutsunderlag kan uppnås. Därmed minskar ÄTA-kostnader i projekten, då det tydligt syns i modellerna vad som ska ingå, dock kan överraskningar under byggnationen fortfarande uppkomma. I Norge kom de fram till att ÄTA-kostnaderna minskade med 5% i sex projekt där de använt sig av BIM. Men även om Trafikverket bedömer att de kan spara 1% ÄTA-kostnader i entreprenader beroende på fel i handlingar så kan de då spara ca 250 miljoner SEK per år. Flera tror också att antalet fel som görs ute minskar och en högre kvalitet ges på det färdiga bygget, då bättre handlingar ger en bättre anläggning, med mindre risker för feltolkningar. Dock är det svårt att besvara denna fråga säkert, då osäkerheter såsom bland annat den mänskliga faktorn och att ett projekt endast görs en gång, spelar in.

Beställare anser att budget och tidsplaner kan bli träffsäkrare och lägre/kortare, då det är lättare att se problem och risker i planeringsskedet. Under byggnationer kan automatiska uttag tas från modeller för bland annat utsättning av maskinstyrning. Men riktigt träffsäkert och tidseffektivt verkar det bara kunna bli om BIM utnyttjas fullt ut och det då började talas om bland annat masstidspositioner och körvägar under byggnation. Massor och material kan beräknas mycket noggrannare i mängdförteckningen med hjälp av

modeller, jämfört med traditionella beräkningsmetodiker. Detta har testats på en bana för en och samma sträcka och det är inte bara bra för tidsplan och budget utan även för miljön, sen kan alltid vissa överraskningar uppkomma under själva arbetet. En annan faktor som påverkar miljön är att allteftersom vi vänjer oss vid modeller kommer färre ritningar att skapas då informationen finns i modellerna, mindre papper går då också åt till pappersritningar. Transporter och massuttag kan planeras, där en minimerad miljöpåverkan kan fås för maskiner, då vilken typ av maskin som behövs för jobbet och hur långa transporter ska vara, kan planeras mer detaljerat i förväg.

Simuleringar som innan gjordes för sig själva, kan nu göras med hjälp av information från modellerna för att bland annat undersöka miljöpåverkan. Stora besparingar verkar kunna göras på underhållssidan men då detta inte satt igång än kan inga säkra svar ges.

Vad gäller samarbetet i BIM så tyder svaren på att det är lika viktigt som alltid. BIM kan däremot användas som ett hjälpmedel, då en gemensam databas skapas, där eventuella problem och kollisioner mellan olika teknikområden lättare och tidigare kan påvisas. Modeller används ofta under samordningsmöten om de finns tillgängliga och om kompetensen för att förstå dem finns. De kan bidra till en bättre förståelse för hur projektet ska gå till mer exakt, bland annat för att de till skillnad från ritningar inte är lika öppna för egna tolkningar. Enligt en del av de intervjuade går det snabbare och lättare att söka upp ett visst objekt i en BIM-modell än i ritningar, om kunskapen för detta finns och modeller inom rätt fackområde används.

Ett problem som tagits upp är att många tror att om bara BIM används så kommer det att lösa allt, men så är inte fallet, då det fortfarande krävs att aktiva beslut fattas.

Alla de intervjuade tror att det totala införandet av BIM inom järnvägen i Sverige kommer att vara lönsamt, de tror också att alla sorters projekt kan bli lönsamma med BIM, i alla fall de med lägesbunden information. Men det är svårt att mäta då många faktorer spelar in t.ex. mjuka parametrar och hur mycket entreprenörerna använder sig av BIM. En del tror också att det finns större vinster i att använda BIM i stora och mer komplicerade projekt.

## **4.2 Konsulter**

Sammanfattning efter intervjuer med konsulter (3 st.)

Konsulterna som valdes ut kommer från olika företag och arbetade i olika skeden, vissa var beställarstöd medan andra projekterade eller arbetade inom införande grupper för BIM.

Även här användes olika uttryck för vad konsulterna ansåg vara BIM, men alla talade de om anläggningsmodeller. Ett exempel på vad BIM var, eller vad många ansåg sig vilja ha när de frågade om en ”BIM-modell” eller ”modellen” var samordningsmodellen, denna med samma underindelning som nämndes i exemplet från beställare. Anläggningsmodeller och samordningsmodellen kan användas kontinuerligt under olika skeden i projekteringen för att bland annat kontrollera om krockar mellan olika teknikslag uppstått och därefter kunna rätta till dem så snabbt som möjligt, just detta kallas kollisionskontroll.

Informationen som tas fram ska användas under hela projekteringen och till ett antal olika användningsområden, genom att presentera informationen på olika sätt och ur olika vyer. Sedan levereras en del av informationen ut till t.ex. en entreprenör, som därefter ger tillbaka en kontinuerlig ström av information om byggd anläggning, för att projektörer ska kunna göra relationsmodeller för underhåll osv.. Modellerna kan vara AMA-kodade och de filer som ska användas för maskinstyrning kan göras av projektörer istället för att entreprenörerna ska behöva göra någon egen handpåläggning av utsättningsdata.

Vilka nyttor som kan ges, påverkas mycket av om projektet är uppställt på rätt sätt, med en genomtänkt plan och att arbetet har utförts på rätt sätt, annars kostar det bara mer pengar. Det räcker alltså inte med att säga att vi ska använda BIM, utan arbetet måste anpassas efter de nyttor som eftersöks i projektet. Om det viktigaste är att trafiken ska dra igång ett visst datum och priset är mindre viktigt, då det ligger en stor samhällsnytta i att en viss sträcka öppnas upp, kan det tas fram mer detaljerade och genomtänkta tidsplaner i just det projektet. Medan det i andra projekt kanske är viktigt att ha en högre kvalitet med lägre risker eller att det inte ska finnas något stillestånd. Men i de flesta projekten eftersöks en mix av de olika nyttorna.

Konsulterna tror inte att samarbetet är viktigare i ett projekt med BIM än i några andra projekt. Däremot möjliggör teknologin att samarbetet blir bättre och lättare, förståelsen blir dessutom större. Med rätt erfarenhet och en bra uppställd modell, så går det också snabbare att hitta i en modell.

Det har också nämnts från en av de intervjuade att när ett företag skulle ange hur de trodde att BIM rimligtvis påverkade projektet så angav de att: Produktionseffektiviteten i entreprenaderna skulle öka med minst 5%, ÄTA-kostnader under produktionsskedet kopplade till fel i projekteringen skulle minska med 50% och att minst 80% av projektdeltagarna skulle tycka att det var effektivare att arbeta med BIM, på grund av att det är ett bättre kommunikationsverktyg.

Olika simuleringar kan göras t.ex. för ett effektiviserat användande av upplagsplatser, vilka är kopplade till tidsplanen och leveranser, detta kan sedan användas under byggnationen som entreprenörens arbetsplatsdispositionsplaner. En sådan simulering kan vara bra att använda vid arbete i en stadskärna där det finns ont om plats. Däremot kan det vara en onödig utgift när det finns ett stort etableringsområde. Det kan även planeras för att materialet ska förbli torrt och så att disponering av miljöfarliga material sköts på ett bra sätt. Andra simuleringar och analyser såsom för t.ex. buller, utrymmen för maskiners rörelser, arbeten i spåret och material som dammar, kan också göras.

Arbete kan göras med logistikfrågor, där objekt kopplas mot materialservice för att se leveranstider, vikt osv. för att kunna planera när och var objektet ska byggas ute i spåret och därigenom undvika onödiga resor och transporter. CO<sub>2</sub> spårning kan användas, där entreprenadmaskiner flyttas på ett smart sätt på byggplatsen. För att försöka minska spill på arbetsplatsen kan en mer exakt projektering hjälpa och att material-/mängdförteckningen baseras på modellen/modellerna vilket gör denna mer exakt. Det går även snabbare att framställa en mängdförteckning med hjälp av modeller.

Ett misstag som har gjorts ett flertal gånger är att en van projektör i ett BIM-projekt, vilken inte vill förändra sitt arbetssätt, utför sina uppgifter som vanligt och tar sedan in en yngre förmåga som ska göra om allt till 3D. På detta sätt kan inte arbete med BIM utföras, då denna inte har kompetensen inom alla teknikområden. Då förloras nyttan med BIM eftersom det handlar om att kunna använda sig av informationen under hela projekteringen, på möten osv.. Det uppkommer alltid svårigheter när arbetssätt förändras, det blir inte riktigt som folk tänkt sig, det kan finnas oförutsedda hinder, alla håller inte med om att det nya är bättre, medan andra kanske inte förstår vad som ska göras.

Konsulterna har märkt hur Trafikverket har försökt få dem att börja använda BIM genom att de ställer krav på anläggningsmodeller i sina förfrågningar, det börjar där även bli mer av ett "BIM tänk". Trafikverket har också på senare tid börjat engagera sig mycket i branschinitiativ, såsom BIM Alliance Sweden och olika standardiseringsfrågor. En av de intervjuade var med i BIM Alliance och en annan konsult hade begärt att konsultfirman skulle gå vidare med att själva gå med i BIM Alliance. Konsulten som var med, angav att BIM Alliance var en branschorganisation som utgör en plattform för att diskutera frågor utanför projekten och vad som är viktigt för branschen, men även för att initiera olika initiativ och koppla ihop olika människor. Det är därför företaget är med, för att kunna påverka och dra sitt strå till stacken, för att det ska bli bättre att arbeta med BIM.

Endast en konsult svarade på frågor angående IFC, denna ansåg att det fungerade på hussidan men inte på infrasidan än. Denna såg väldigt positivt på initiativen för öppna format och de jobbade hårt för att det skulle gå vidare, då det inte bör vara beställaren som avgör vilka verktyg som ska användas.

När de intervjuade skulle ange hur de ansåg att vi låg till inom BIM jämfört med resten av världen, så nämndes det att Norden låg väldigt bra till. I Norden var Finland ledande med Norge efter sig, därefter var Sverige och Danmark ungefär lika långt komna. I England går det just nu väldigt snabbt och de driver sitt införande på nationell nivå. Endast en av konsulterna svarade på hur de hade tänkt effektivisera sitt användande av BIM. Detta skulle ske genom bland annat kunskapsåterbäring, dels från konsulter utifrån som hjälper dem med samordning i deras uppdrag och sedan lär ut. Men också genom de resurser som finns inom det egna företagen från kontor i andra länder, där erfarenheten av BIM användandet är större.

Vilken detaljeringsnivå som ska användas, är ett exempel på ett viktigt aktivt beslut som ska tas. Där bör det avgöras så tidigt som möjligt i vilka punkter problem kan uppstå, dessa måste lösas för att projektet ska fungera för övrigt. Det är också viktigt att inte göra någonting i för hög detaljeringsgrad, då detta kostar pengar. Den bör istället anpassas efter behovet, nyttan och användningsmöjligheterna i teknikslagen på olika delar av sträckan.

Alla konsulterna trodde att det är lönsamt att införa BIM inom järnvägen i Sverige, åtminstone om det utförs på rätt sätt. En konsult ser själva samordningen som en stor nytta, där många arbetar mot varandra och skickar material sinsemellan under arbetets gång. En annan konsult tycker att det är svårt att se något som kan ha större potential för BIM än vad järnvägen har i Sverige och att i princip alla steg i processen borde gå att utveckla.

### **4.3 Entreprenörer**

Sammanfattning efter intervjuer med entreprenörer (2 st.)

Av de entreprenörer som intervjuades var den ena maskinist, vilken har arbetat med maskinstyrning under anläggningsarbeten. Den andra entreprenören började som konsult, där denna fick använda BIM-verktyg, nu jobbar personen på entreprenadsidan. Denna är där avdelningschef för ventilation och tar hand om den information som ritats upp för att kunna användas ute i produktion som hjälpmedel för att bygga upp kalkyler osv..

Entreprenörerna använder sig inte endast av modellerna utan har även ritningar. Maskinisten nämner att de gräver efter modellen, men att de även

har ritningar där en översiktsbild ges tillsammans med höjder för olika avsnitt, vilka de sedan knappar in i maskinen. När de t.ex. ska lägga ut asfalt, får de kanske ställa in så att schakten läggs – 650mm under den färdiga asfalten i maskinen.

Avdelningschefen för ventilation anger att de räknar med att noggrannheten för kalkyler blir bättre, de missar med kanske 1 % vid användning av BIM. En miss på 5 % hade kanske istället varit rimlig om samma arbete hade räknats ut för hand. Denna nämner också att det kanske kan bli lättare att få en fingertoppskänsla när budget ska räknas ut, för att en större förståelse över projektet kan ges genom att arbeta med modellen. De vinner också mycket tid under kalkyleringen och entreprenören är övertygad om att de sparar pengar med hjälp av 3D. De hade använt sig av de uträknade mängderna som en modell kan ge under ett anbud en gång och önskar att det kunde göras mer. Dock fanns det vissa barnsjukdomar kring hur saker tolkades, så en inkörningsperiod kommer att krävas. Gällande ÄTA-kostnader så har avdelningschefen fått uppfattningen om att mer byggs rätt från start och därmed behöver färre ändringar utföras. De får också en större förståelse för vad som ska göras i projekten och kan undvika intrång i andras arbetsområden.

Maskinisten anger att när maskinstyrning används, blir det inte lättare att hålla sig till tidsplanerna, då de redan från början räknar med en tightare tidsplan om maskinstyrning används. Bland annat för att det inte behövs extra personer som går och kontrollerar hela tiden. Denna nämner också att det är lättare att förstå vad som ska schaktas, när de klart och tydligt kan se vad som ska göras på skärmen. Det finns även en lampa som indikerar på om maskinisten är på rätt höjd. Används inte maskinstyrning, får denna istället försöka följa pinnar som står på stora avstånd, höjder får kontrolleras och korrigeras under hela arbetsgången med hjälp av fluktning eller laser.

Avdelningschefen för ventilation nämner att de försöker övertyga beställare om att använda sig av BIM och har i något projekt fått möjlighet att ge synpunkter och därmed påverka beställaren, men oftast finns inte möjligheterna för detta. För att effektivisera sitt användande av BIM så är de med i BIM Alliance. De driver också projekt kring hur de ska kunna använda sig av BIM i större utsträckning och utvecklar egna applikationer, som ska kunna nyttjas vid användandet av BIM. Denna tror också starkt på IFC för att ett gemensamt språk krävs, då leverantörerna använder olika programvaror. Hade detta sedan kunnat kopplas med kalkylprogrammen hade det varit väldigt bra. Informationslagringen sker på olika sätt, bland annat beroende på hur stort projektet är, men de använder sig bland annat av olika databaser.

Det finns problem gällande förändringar i modellen, då de inte är så lätta att se, så på avdelningschefens företag har de bland annat fått bygga en programvara som markerar var det finns ändringar, annars får detta tas upp ”utanför modellen”. Det kan också hända att modellen inte är uppdaterad och att de givna ritningarna är nyare. När det kommer till grävmaskinisten så har denna inte märkt att någon notering eller liknande har kommit fram då det finns osäkerheter i marken. Däremot ska det finnas möjlighet att markera i modellen om fel eller problem har uppstått, detta hade dock aldrig gjorts av maskinisten själv.

Under samordningsmöten är det bra att använda sig av modeller, anser avdelningschefen för ventilation. Maskinisten beskriver att de använder sig av någonting som kan tolkas som en eller flera vyer ur en 3D modell ibland och nämner att det hade varit bra att få se en modell på specifika delar. Detta gäller bland annat för vissa kanter som ska schaktas, då de kan vara svåra att tolka under tiden som de är ute och gräver. Denna nämnde också att det är en person på företaget som gör upp modellerna för maskinstyrningen, med hjälp av ritningar som ritats upp av annan aktör.

Nyttor och problem som inte har tagits upp innan, gällande maskinstyrning, är att maskinisten hela tiden har koll på var denna är och vet vad som händer. Några nackdelar är att det inte finns en enda pinne på bygget längre, så det inte går att kontrollera om gpsen och modellen stämmer. Den största nackdelen är att det inte alltid stämmer. För att motverka detta hade maskinisten behövt sätta ut en fast punkt med en korrekt höjd, som de kunde jämföra mot och som ingen fick flytta. Maskinstyrning går även generellt mycket snabbare och smidigare, allt flyter på bättre. Bland annat på grund av att färre personer finns med och håller koll åt maskinisterna, utan de har nu själva kollen på allt. Detta gör också att risken för att maskinisten gör något fel minskar och färre personer befinner sig på arbetsplatsen.

Motsvarande, enligt Avdelningschefen för ventilation, är att det kan gå snabbare att hitta i en modell än i ritningar, men det beror på vad som eftersöks. En bättre kontroll över var objekten finns kan ges av modellen om det t.ex. ligger i flera lager ovanpå varandra. Samarbetet kan bli bättre när en modell används, då ett samtal kan föras kring modellen och det går att se vad som är rätt, dock krävs det ett öppet sinne. Ett problem som uppstår ibland enligt avdelningschefen för ventilation är att projektörerna tar genvägar i projekteringen när problem uppstår, vilka kan vara svåra att lösa på plats. Denna kan också tänka sig att med hjälp av BIM kanske spillmaterial kan minskas och att ett mer prefab tänk används, detta hade i sin tur varit bra för miljön.



Avdelningschefen för ventilation tror att det är lönsamt att införa BIM i Sverige.

## 5 Analys

I denna del utförs en analys på de frågor som ställts för arbetet, vissa av dessa har under arbetets gång kunnat besvaras, eller åtminstone delvis besvaras och detta ska nu undersökas. I denna del ska svar på frågorna, alternativt vad som är ett rimligt svar på frågorna, ges med hjälp av en analys på de insamlade fakta som arbetet medfört. Om det finns oklarheter i informationen, för att den ses som otillräcklig på grund av avsaknad av säkra källor eller om sannolikheten anses vara låg, kommer även en kommentar angående detta att läggas till av mig.

### 5.1 Beskrivning av BIM

Den första svårigheten som behöver tas upp här, är vad BIM innebär. Detta för att frågorna som är ställda ska kunna besvaras. Att BIM inte innebär samma sak för alla, var enligt många av de intervjuade ett stort problem. Svaret på vad BIM är, förklarades av majoriteten intervjuade på följande sätt: BIM är ett uttryck som innebär både ett arbetssätt för informationshantering och en form av modell. När det kommer till ”BIM-modellen”, är detta en samordningsmodell där all information finns med, även sådant som t.ex. simulationer och analyser, vilka egentligen inte visualiseras i någon modell. Teknikområdena som syns i modellen, består av anläggningsmodeller som i sin tur är uppbyggda av bland annat fackområdesmodeller, där de teknik-/ämnesområdena byggs upp.

I litteraturstudien används inga speciella namn för modellerna men beskrivningen för vad en ”BIM-modell” är, stämmer överrens med förklaringen från intervjuerna. Enligt intervjuerna, går informationshanteringen av BIM ut på att mellan och under olika skeden, kontinuerligt återanvända och skicka vidare den information som kan behövas ur ett livscykelperspektiv för projektet.

#### 5.1.1 Vilka svårigheter finns med att införa BIM inom järnvägsprojektering?

– Vilka svårigheter finns med att införa BIM inom järnvägsprojektering? (Vilket filformat vill Trafikverket ha in modeller i och vilka krokar uppstår när filer ifrån olika program sätts ihop, vid motstridiga uppgifter i kontraktshandlingar vid byggnation vilken juridisk status ska modellerna då ha, vilka standardiseringar skall användas t.ex. vid byggnation eller ombyggnation av något som inte projekterats innan i BIM)

Vilket filformat som ska användas, är enligt litteraturstudien och intervjuerna ännu inte bestämt. Idag ställs det istället ofta krav från beställarna på att något av vanligaste filformaten ska användas. Under en intervju ansåg konsulten att de därigenom inte har möjlighet att själva bestämma vilka programvaror som ska användas, det var bland annat därför de var intresserade av att utveckla öppna filformat såsom IFC. Beställarna är också intresserade av detta filformat, bland annat på grund av att vissa programleverantörer inte vill ge ut kodningen för sina filformat och för att information inte ska gå förlorad mellan de olika skedena. Den ena entreprenören tror starkt på IFC och om detta gemensamma språk hade kunnat kopplas med t.ex. kalkylprogram, skulle detta vara väldigt bra. Dock anser beställare och konsulter enligt litteraturstudien och intervjuer, att formatet ännu är för underutvecklat för att användas inom järnvägen.

Under intervjuer och i litteraturstudien konstaterades att krockar kan uppstå mellan olika teknikslag, då de slås ihop. Dessa krockar, tillsammans med andra fel, kan undersökas tidigare med hjälp av en kollisionsskontroll i en sammansatt modell och har enligt ett exempel i litteraturstudien bland annat lett till att en krock som annars hade orsakat stora problem, kunde undvikas.

För tillfället görs det specialfall av varje upphandling, där Trafikverket enligt litteraturstudien bland annat gjort avsteg från ABT 06, för att modeller med tillhörande RFA ska gälla före ritningar i kontrakt. Under intervjuer nämns det att Trafikverket har satt in en jurist och en upphandlare, för att skapa bland annat inköpsmallar, de undersöker även hur de ska få in detta i AB osv.. I litteraturstudien gavs det också exempel på projekt, där det ställts krav på att endast ritningar och dokument som tagits ut från modellen får användas.

De standardiseringar som ska göras enligt intervjuer, är bland annat ett objektsbibliotek, där objekt som används ofta ska laddas upp för användning, klassifikation av anläggningsinformation, lagerstandarder och metadata. I både litteraturstudien och intervjuer, sägs det att Trafikverket även sitter med i styrelsen för BIM Alliance, vilka verkar för en ökad standardisering. Det existerar även en lista med förslag på tio olika projekt för de standardiseringsbehov som finns, vilken BIM Alliance tagit fram. Jag tror att allteftersom standardiseringarna blir framtagna, kommer företag att anpassa sina arbetssätt mot dem. Vilket kanske inte många vågat än, då många bestämmelser finns kvar att göra. Ett exempel på en effektivisering som kommer med en standardisering, kan vara den som nämndes där en entreprenör kunde tänka sig att IFC kanske hade kunnat kopplas med deras kalkylprogram.

### 5.1.2 Vilka vinster kan uppnås genom användning av BIM i järnvägsprojekt och vem får användning av dessa?

– Vilka vinster kan uppnås genom användning av BIM inom järnvägsprojekt och vem får användning av dessa? (Kan osäkerheterna i projektet minimeras för att få en exaktare tids, - och kostnadsplanering vid bland annat upphandling, kan det ge mer exakta positioner på var föremål ligger och ger det en mer överskådlig bild vid uppvisning av projektet för bland annat lokalbefolkningen)

Enligt intervjuer och litteraturstudien, kan material och massor beräknas mycket noggrannare i mängdförteckningen med hjälp av modeller, jämfört med den manuella uträkningen som görs efter traditionell projektering, vilket har bevisats i ett test. Enligt intervjuer går det dessutom snabbare att göra denna mängdförteckning och det kan även minska spill på arbetsplatsen. I litteraturstudien nämns det att dubbelarbete kan undvikas när BIM används, då alla kan se vad som gjorts än så länge i modellen. Detta anser jag endast stämmer delvis, då ”modellen” ofta inte uppdateras automatiskt utan det sker istället under bestämda intervaller.

Enligt intervjuer och litteraturstudien, förväntas produktionseffektiviteten öka med 5% och ÄTA-kostnader minska med 50%, på grund av färre fel i projekteringen under ett projekt. I intervjuer nämndes att Statens vegvesen och Järnbaneverket, efter sex projekt i Norge, konstaterat att de minskade ÄTA-kostnaderna med 5%. Med en lågt uppskattad minskning på 1% av ÄTA-kostnaderna i entreprenader pga. fel handlingarna, skulle Trafikverket dra ner sina kostnader med ca 250 miljoner per år. I intervjuer anser beställare att budget och tidplaner kan bli träffsäkrare och lägre/kortare med hjälp av BIM, då problem och risker är lättare att upptäcka under planeringsskedet. Det finns också en uppfattning om att mer byggs rätt från start.

Enligt intervjuer får de en större förståelse för vad som ska göras i projekten och intrång i andras arbetsområden kan lättare undvikas med hjälp av BIM. Enligt maskinisten blir det inte lättare att hålla sig till tidsplanerna när maskinstyrning används, däremot räknar de med en tightare tidsplan redan från början. Enligt ett flertal intervjuer antas antalet fel som görs ute minska och en högre kvalitet ges på det färdiga bygget. Då bättre handlingar ger ett bättre bygge, med mindre risker för feltolkningar. Detta tror jag kan göra skillnad när det kommer till ÄTA och kvalitet, då entreprenörer endast behöver bygga efter den tolkning av underlaget som anses vara billigast för dem.

I intervjuer nämns, att en bättre kontroll över var objekten finns kan ges genom användning av modeller, om kunskap för detta finns och om de är

uppställda på rätt sätt. Dock har inte alla denna kunskap och därför uppstår det bland annat problem när granskare som inte kan hantera modellerna är tvungna att ta hjälp från andra. I intervjuer och litteraturstudien ges det en antydning på att det också kan gå snabbare att hitta ett objekt i en modell än i ritningar.

I litteraturstudien beskrivs det hur modeller använts för att illustrera utseendet av ett framtida bygge för allmänheten. Idag tas illustrativa bilder fram, vilka verkar som fasta vyer tillsammans med ritningar. Själv tror jag att om en modell används istället, behövs kanske inte de illustrativa bilderna. I en modell finns det istället möjlighet att röra sig fritt och titta ur alla vyer som kan vara av intresse och kanske då också bygga på modellen för att efterlikna verkligheten. Alla de lägesbundna objekten kan då visas upp i 3D vid användning av en modell, vilket bör ge en mer överskådlig bild av hela projektet.

### 5.1.3 I vilken typ av järnvägsprojekt är BIM lönsamt?

– I vilken typ av järnvägsprojekt är BIM lönsamt? (Varför har det fungerat bättre i vissa projekt än i andra, i vilket skede bör projektörerna gå över från 2D/3D till BIM och vilken nivå av BIM är lämpligt att använda under vissa sträckor.)

I vilken typ av projekt som det är lönsamt med användning av BIM är en svår fråga att besvara, då det inte finns så många projekt som utförts än och för att de endast görs en gång. Enligt intervjuer och litteraturstudien ska det alltid kunna vara lönsamt att använda BIM i ett projekt, där lägesbunden information ingår, med förutsättningen att rätt detaljeringsnivå används. Några har också uppgett att fler nyttor troligtvis kan ges i de lite större och mer komplicerade projekten.

I litteraturstudien beskrivs det även att totalentreprenaderna använder sig av BIM ibland, speciellt när det kommer till större projekt. Enligt mina egna tankar så talar detta för användningen av BIM, då totalentreprenader själva ofta får välja tillvägagångssätt för att resultatet ska bli så bra och billigt som möjligt. Därför tycker jag att detta är en tydlig indikator på att användningen av BIM verkligen är lönsam, åtminstone i vissa projekt.

Enligt litteraturstudien, kan alla nyttorna som BIM medför dock endast uppnås genom samarbete, annars blir dessa begränsade. Det är också viktigt att någon leder vägen för implementerandet av BIM. Enligt mina tolkningar av informationen som samlats in genom denna studie, tyder mycket på att det stora problemet är att definiera rätt detaljeringsgrad. Detta är ett aktivt beslut som troligtvis måste göras i varje projekt.

Enligt intervjuer, finns det dessutom inga definitioner för vad en lägstanivå av BIM innebär för tillfället. Därför får beställare själva avgöra vilken detaljeringsgrad som är lämplig att använda. För att avgöra vad som är lönsamt att ta med, måste nyttorna som eftersöks först tas fram. Om beställaren t.ex. har ett stort intresse i att en ny järnvägssträcka blir klar så snabbt som möjligt, men kostnaden inte har lika stor betydelse, så kan bland annat mer genomtänkta och detaljerade tidsplaner tas fram i det projektet. Medan det i andra projekt kanske är platsen som tas upp, eller bullret som är en avgörande faktor och det är sådant som bestäms tidigt i ett projekt.

Det är också viktigt att inte mycket arbete utförs på en för hög detaljeringsgrad i projekteringsstadiet, vilken senare inte används fullt ut. Därför bör alltid frågan ställas om vissa funktioner verkligen behövs, vilka användningsmöjligheterna och nyttorna är och att dessa ses över, då de annars är onödiga utgifter. Det ingår även mjuka parametrar som kan vara svåra att värdera men som ändå är viktiga, såsom hur mycket entreprenörerna använder sig av BIM.

I litteraturstudien ges ett exempel på detta, där de stora byggföretagen började använda funktionerna i mindre skala. Allteftersom nyttorna började uppfattas, vidgade de sin användning av BIM och effektiviserade sina arbetsmoment och processer. I intervjuer framgick det även att när detaljeringsnivån ska bestämmas, är det också viktigt att avgöra var problemområdena kan uppstå, då de annars kan medföra problem i senare skeden för projektet i övrigt.

Det finns också en lätt fälla att falla i, vilken är att gå in i smådetaljer för tidigt, då det kan ta lång tid och ändringar alltid kan tillkomma. Det nämns också att en viktig åtgärd som verkar för att projekt inom BIM ska bli lönsamma, är att standardiseringar och effektiviseringar görs, vilka kan öka produktiviteten och därmed hålla nere kostnaderna.

Då effektiviseringar sker under tiden som vanan för att använda ett visst arbetssätt tas fram, tror jag att den lämpliga detaljeringsnivån kommer att höjas, allteftersom nya funktioner kommer att göra det lättare att ta fram önskad information samt att projektörernas erfarenhet i att arbeta med BIM växer fram. Då detta arbetssätt handlar mycket om samarbete mellan olika skeden, kommer troligtvis beställarnas och samhällets krav på vad som ska vara med också att förändras, allteftersom de ser vilken information som verkligen är till nytta. Entreprenörerna kommer att utveckla sina arbetssätt med BIM och underhåll/ förvaltning märker vilken information de önskar få, vilken de sedan informerar beställare om.

När det kommer till i vilket steg en övergång från 2D till 3D bör ske, så finns det enligt intervjuerna, teknikdelar som idag anges schematiskt och de görs de för tillfället även i BIM. Den enda skillnaden är att dessa ritningar här kan kopplas till geografiskt orienterade objekt i modellen. Gällande de delar som ska vara geografiskt orienterade i modellen, tyder svaren från intervjuerna på att det är bäst att arbeta i 3D så tidigt som möjligt för att alla de nyttor som kan ges med hjälp av BIM och dess arbetssätt ska kunna tas tillgodo.

## 5.2 Analys utanför frågorna i syftet

Det finns en del frågor som inte har tagits upp i syftet, som kan vara av intresse för att kunna dra slutsatser kring nyttor, problem och lönsamhet i BIM. I intervjuer har det vid ett flertal tillfällen nämnts att ett stort problem är att informationshanteringen ofta glöms bort. Förvaltning har fått ta emot modeller på traditionellt sätt, då de inte ansetts vara redo för att ta emot modellerna än

Enligt litteraturstudien och intervjuer så är vi långt fram inom BIM i Sverige och jag tror därför att detta kan påverka oss negativt, då vi kanske inte har så många länder att ta hjälp av och se upp till. På grund av detta får vi istället själva komma fram till vilket arbetssätt som är bäst lämpat för Sverige, och detta utan att drabbas av allt för många barnsjukdomar.

Enligt intervjuer tänker sig många att hanteringen av massor kan förbättras då BIM används. Om mängningen av massor kan bli mer exakt med BIM och leveranser planeras efter modellen, behöver material inte ligga på arbetsplatsen längre tid än nödvändigt och ett mer planerat sätt för disponeringen av miljöfarliga material borde kunna användas. Även om detta verkar mycket positivt så tror jag dock att det kan vara ett problem, då entreprenörerna, vilka kan ha mycket olika arbetssätt i dessa fall inte själva kan bestämma sina tider, utan stället binds upp på förbestämda.

I litteraturstudien beskrivs det att tidsbesparingen som gjorts vid 3D projektering åtminstone i ett exempel, varit störst under kompletteringsskedet, då ritningar kan tas fram automatiskt för specifika platser längs banan och för ett specifikt ändamål/teknikslag.

Under intervjuer nämns det att maskinstyrning kan göras under projekteringen, så att entreprenörerna kan sätta igång och schakta direkt när de vunnit uppdraget och inte måste göra en egen handpåläggning innan detta påbörjas. Denna modell som görs av entreprenörerna själva, tror jag i sin tur kanske inte blir lika korrekt, då gjorts efter ritningar och därmed bara är ”en falsk modell”. Om den görs upp efter en modell, kunde projektörerna gjort det

i rätt filformat för maskinstyrningen från början istället och därigenom kollisionskontrollerat schakten som gjorts, då borde både risken för fel och tiden sparats in. Detta hade då fått ske i samråd med entreprenörerna för att deras effektiva arbetssätt och kunskap kring ämnet fortfarande skulle kunna användas.

Enligt intervjuer kan simuleringar göras på ett mer automatiserat sätt, med hjälp av återanvänd information från ”modellen” för buller, arbetsmiljö osv.. Simuleringar har kunnat göras innan, men det har då krävts mer arbete för att göra upp dem, då ny information ska tas fram till de modeller som ska användas för simuleringen. Själv tror jag att simuleringarna troligtvis kan bli mer exakta när den riktiga modellen används, de kanske även kan komma att göra simuleringar oftare, då det går lättare med hjälp av BIM. Mer av ett prefab tänk kanske även kan användas med hjälp av detta arbetssätt. Jag tror att om projektörerna i modellerna kan koppla objekt till materialservice eller någon annan leverantör och där kan få ut vilka mått som används på enheter i modellen, hade detta kunnat effektivisera byggskedet inom branschen. Det hade då inte behövts byggas lika mycket ”ute i spåret”, om t.ex. mer prefab användes. Skulle någon dessutom kombinera detta med bland annat en simulerad tidsplan, budget, maskinstyrning och ett effektivt informationsutbyte mellan de olika skedena, borde arbeten kunna göras mycket snabbt, med en budget där få osäkerheter fanns. Dessutom borde detta leda till ett minskat materialspill.

Enligt litteraturstudien så kan de olika aktörerna tjäna på att använda sig av BIM. Arkitekter/konsulter har möjlighet att sälja nya tjänster, där riskerna för fel i projekteringen är mindre, bland annat på grund av en bättre samordning. Bygg- och installationsentreprenörer kan snabbare och säkrare ta fram kalkyler och effektivisera inköp, leveranser och transporter. Byggmaterialtillverkare/ grossister får möjlighet att använda sig av ”just in time” leveranser och därigenom minska lagerhållningen, de har även möjligheten att påverka mer vid val av material och produkter. Statliga och kommunala myndigheter kan minska överklaganden genom visualisering och simulering av olika planförslag. Skulle överklagande ändå komma in så kan det tas lättare omhand, då säkrare underlag finns. Rättsväsendet kan lättare få en förståelse över förslag. Bygglovsprocesser kan gå snabbare, då olika kontroller på krav från samhället kan ske mer eller mindre automatiskt. Fastighetsförvaltare kan utföra ett mer systematiskt och planerat underhåll, som tillsammans med besiktningar och kontroller kan utföra mer planerade inköp av reparation och underhåll.

En stor del av den fakta som ges i föregående stycke tror jag innebär en ökad säkerhet för aktörerna. Detta kan troligtvis leda till att en lägre buffert för arbeten krävs och beställare vågar beställa fler och innan mer riskabla arbeten,



då en säkrare budget kan ges och färre juridiska risker uppkommer. Däremot kan det tänkas att ett dilemma uppstår, då BIM troligtvis åtminstone i början kommer att ge ökade kostnader i projekteringsskedet, för att sedan kanske medföra lägre kostnader under byggskede och förvaltning. Därför kommer beställare kanske att få väga de nya, mot de traditionella utgifterna som finns mot varandra och avgöra om de vågar investera en större kostnad tidigt i projektet.

Enligt intervjuer och litteraturstudien så kan behovet av upplagsplatser förändras med hjälp av BIM, då simuleringar med exaktare mängder, bra tidsplanering och leveranser kan göras upp. Intervjuer talar också för att BIM kan vara bra när arbeten ska utföras under ett projekt där ytan som får användas är begränsad. Där nämns också att när nya ändringar har utförts i modellerna, har det uppstått problem, då förändringarna kan vara svåra att upptäcka. Därför har entreprenörer minst i ett fall behövt ta fram en egen programvara, vilken markerar dessa. Det har även uppkommit fall där modellerna inte är uppdaterade och ritningar som getts ut är nyare.

### **5.3 Används BIM nu?**

Efter att ha tagit del av informationen och jämfört den med beskrivning av BIM som satts upp i detta arbete, anser jag att vi ännu inte har uppnått ett användande av BIM som går genom alla skeden. Det finns däremot goda exempel på hur användandet av arbetsmetoden och modellering ändå gett positiva resultat, trots att informationshanteringen ännu inte har använts fullt ut. En del av detta problem kanske kan lösas med hjälp av ett standardiserat filformat, såsom IFC, då risken för felkonverterade koordinatsystem, förlorad information och feltolkning av objekt minskar mellan de olika skedena, om konvertering inte behöver utföras mellan olika filformat.

### **5.4 Är det negativt att lägstanivån för BIM ännu inte är definierad?**

Att lägstanivån för BIM inte är definierat, tror jag inte bara behöver vara dåligt. Det kan också medverka till att nivån för vad som är lämpligt kan höjas med tiden, allteftersom de olika aktörerna är redo för det eller att kraven höjs. Det medverkar kanske även till att en mer öppen konversation kan hållas mellan de olika aktörerna, vilket hjälper beställarna att avgöra vilken detaljeringsgrad som är lämplig att använda. Ett aktivt beslut kring detta är nödvändigt för att onödigt arbete inte ska utföras i varje projekt.

För tillfället kanske inte ett fullständigt samarbete heller är möjligt, då kommunikationsmedlen som finns idag är otillräckliga och arbetssättet ännu

inte är tillräckligt etablerat. Därför kan definitionen behöva vara öppen eller omdefinieras allteftersom arbetssätt och teknik utvecklas.

## 6 Slutsats

Efter att undersökningar kring dessa frågor om BIM gjorts, har den givna informationen visat på det resultat som återges i denna slutsats.

Den beskrivning av BIM som används i detta arbete efter analys av litteraturstudie och intervjuer är:

BIM är ett uttryck som innebär både ett arbetssätt för informationshantering och en form av modell. När det kommer till ”BIM-modellen”, är detta en samordningsmodell där all information finns med, även sådant som t.ex. simulationer och analyser, vilka egentligen inte visualiseras i någon modell. Informationshanteringen av BIM går ut på att mellan och under olika skeden, kontinuerligt återanvända och skicka vidare den information som kan behövas ur ett livscykelperspektiv för projektet.

Trafikverket ställer för tillfället inga krav på något specifikt filformat när modeller levereras, utan istället ställs kraven idag på att något/några av de vanligaste formaten används. Däremot önskar de intervjuade att ett öppet och standardiserat filformat används när möjligheten finns för detta i framtiden eftersom nuvarande system binder konsulterna till vissa program. Ett exempel på ett öppet standardiserat filformat är IFC. Krockar uppstår främst när olika teknikslag slås ihop, detta sker t.ex. när en anläggningsmodell slås ihop av ett antal fackområdesmodeller eller när en samordningsmodell skapas. Krockarna kan åtgärdas, först genom att en kollisionsskontroll utförs där de uppmärksammas, för att sedan justeras i sina fackområdesmodeller.

Juridiskt sett görs det för tillfället specialfall av varje projekt och bland annat avsteg från ABT 06 utförs, för att modeller med tillhörande RFA ska gälla före ritningar.

De standardiseringar som ska göras är bland annat att ett objektbibliotek, där ofta återkommande objekt ska laddas upp för användning, lagerstandarder, klassifikation av anläggningsinformation och metadata. Trafikverket sitter också med i styrelsen för BIM Alliance, vilka verkar för en ökad standardisering inom branschen.

Enligt undersökningen kan massor och material beräknas mycket noggrannare och snabbare i mängdförteckningen med hjälp av modeller, jämfört med

manuell uträkning efter traditionell projektering. Dubbelarbete tycks kunna undvikas till viss del då projektörer kontinuerligt kan följa vad som redan är gjort i modellen. Enligt mig är inte detta helt korrekt då det beror mycket på hur ofta ”modellen” uppdateras och kontrolleras/ samgranskas av projektörerna, men det finns ändå möjlighet för en klar förbättring jämfört med traditionell projektering.

Undersökningen tyder också på att budget och tidsplan kan bli mer pricksäker, då problem och risker upptäcks i ett tidigare skede. Det finns en uppfattning om att mer byggs rätt från start och att en större förståelse för vad som ska göras i projekten ges. BIM verkar medverka till bättre handlingar med mindre utrymme för feltolkningar. ÄTA-kostnader anses kunna minska, dels på grund av detta.

En bättre kontroll över var objekten finns kan ges om modellerna är uppställda på rätt sätt och om kunskap för att använda dem finns, det kan då även gå snabbare att hitta i en modell. Modeller har även använts för att visa allmänheten hur framtida byggen ska se ut. Kanske kan detta kan medverka till att illustrativa bilder inte behöver tas fram och att en mer överskådlig bild och många olika vyer kan ges, då modellen bidrar till en fri rörelse i rummet.

Då projekt sällan görs mer än en gång, kan det vara svårt att mäta projekt mot varandra. Däremot tyder informationen som givits på att, i alla projekt där lägesbunden information ingår och rätt detaljeringsnivå använts, är det lönsamt att använda BIM. Dock finns det antydning om att en större lönsamhet kan ges i de större och mer komplicerade projekten.

Resultaten visar också på att det är viktigt att inte gå in i smådetaljer för tidigt och att avgöra vilka problemområden som kan uppstå, för att arbetet ska kunna fortgå. Det anses också att samarbete är väldigt viktigt, annars blir nyttorna med detta begränsade. Att arbetssättet standardiseras och effektiviseras är också en viktig aspekt, då detta leder mot en ökad produktivitet.

Undersökningen tyder på att det är viktigt att börja arbeta i 3D så tidigt som möjligt i projektet, för att få ut alla de nyttor som BIM medför. Detta gäller dock endast för geografiskt orienterade delar i modellen, de schematiska teknikdelarna görs fortfarande i 2D, men kan här kopplas till de geografiskt orienterade objekten. Att välja rätt detaljeringsnivå är svårt, men detta aktiva beslut kommer alltid att krävas för att uppnå önskad lönsamhet. För tillfället verkar beställarna själva få avgöra vilken nivå som är lämplig i projekten, väljs en högre detaljeringsgrad än nödvändigt så bidrar detta till onödiga utgifter.

För att avgöra vilken detaljeringsgrad som eftersöks, tyder undersökningen på att hänsyn måste tas till vilka funktioner och nyttor som krävs i det specifika projektet, användningsmöjligheterna för dem och till vilket pris de kan ges. Detta på grund av att funktionerna som kan ges genom BIM är väldigt många. Dock tror jag att detta kommer att förändras med tiden, då arbetssättet effektiviseras och att vad som anses vara en lämplig detaljeringsnivå kommer att växa fram. Då kommer onödiga arbetsmoment att tas bort och nya att tas fram, i vilka aktörerna från de olika skederna har funnit nyttor, allteftersom samarbetet mellan de olika skederna ökar. Bland annat, enligt intervjuerna, har inte någon information i modellform överlämnats till förvaltning ännu, då de inte anses vara redo.

Alla de intervjuade svarade ja på frågan om de ansåg att införandet av BIM inom järnvägen skulle vara lönsamt. Efter all den information som erfordrats genom litteratursökning och intervjuer, kan även jag konstatera att detta är samma svar som jag hade gett om frågan ställts till mig om detta gällde generellt för branschen och inte under specifika skeden. Tillsammans med kommentaren om att det för en önskad lönsamhet krävdes en rätt angiven detaljeringsgrad, att bra underlag finns tillgängligt och att bra förutsättningar gällande arbetssätt, programvara, verktyg, standarder, kunskap och samarbete har givits.

## **6.1 Frågor som inte kunnat besvaras**

Frågor som inte kunnat besvaras i detta arbete är:

Varför det har fungerat bättre att använda BIM i vissa projekt jämfört med andra. Detta var på grund av att frågan var så bred och att en tillräcklig mängd med material enligt mina eftersökningar inte fanns tillgänglig för att ännu kunna besvara denna fråga.

Det finns även andra frågor där ett komplett svar inte har kunnat ges än, då tillräcklig information inte fanns tillgänglig vid tidpunkten för detta arbete eller att frågans bredd varit allt för stor. Ett exempel på detta är vilka alla standardiseringar är som ska utföras inom BIM för järnvägen, där har istället svar getts för vad majoriteten ansett vara ett rätt svar eller så har endast de viktigaste punkterna tagits upp.

Vilken nivå av BIM som är lämplig att använda under vissa sträckor har inte heller kunnat besvaras. Detta delvis på grund av att jag själv anser att det inte finns ett korrekt svar för projekt i allmänhet, utan nivåerna borde sättas efter varje enskilt projekt. Därför har istället en förklaring över hur parter bör tänka

och prioritera när rätt detaljeringsnivå i projektet ska bestämmas, tagits fram i uppsatsen.

## **6.2 Förslag på vidare studier**

Frågor har även uppkommit i detta arbete, vilka kan vara förslag till framtida examensarbeten, exempel på dessa är:

Hur kan ett BIM-tänk kopplas ihop med prefabricerade delar för att effektivisera användningen av tid i spåren?

Hur kan Trafikverket samarbeta med leverantörer, samt leverantörer påverka valet av material med hjälp av framtagna 3D-objekt för de produkter som ska användas?

## 7 Källförteckning

BIMalliance 1. *Förbifart Stockholm visar vägen mot BIM.*

[http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Forbifart\\_Stockholm\\_visar\\_vagen\\_mot\\_BIM\\_Nytt.ashx](http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Forbifart_Stockholm_visar_vagen_mot_BIM_Nytt.ashx) [2014-02-26 14:57]

BIMalliance 2. *Trafikverket handlar upp bro på BIM-underlag.*

[http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Trafikverket\\_handlar\\_opp\\_bro\\_pa\\_BIM-underlag.ashx](http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Trafikverket_handlar_opp_bro_pa_BIM-underlag.ashx) [2014-02-26 15:11]

BIMalliance 3. *Fastställda detaljeringsnivåer kan ge ökad nytta av BIM.*

[http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Faststallda\\_detaljeringsnivaer\\_kan\\_ge\\_okad\\_nytta\\_av\\_BIM.ashx](http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Faststallda_detaljeringsnivaer_kan_ge_okad_nytta_av_BIM.ashx) [2014-02-26 15:22]

BIMalliance 4. *Bärbar dator och Ipad ökar praktisk användning av BIM.*

[http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Barbar\\_dator\\_och\\_iPad\\_okar\\_praktisk\\_anvandning\\_av\\_BIM.ashx](http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Barbar_dator_och_iPad_okar_praktisk_anvandning_av_BIM.ashx) [2014-02-26 15:24]

BIMalliance 5. *Trafikverket satsar stort på BIM i nytt järnvägsprojekt.*

[http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Trafikverket\\_satsar\\_stort\\_pa\\_BIM\\_i\\_nytt\\_jarnvagsprojekt.ashx](http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Trafikverket_satsar_stort_pa_BIM_i_nytt_jarnvagsprojekt.ashx) [2014-02-26 15:44]

BIMalliance 6. *BIM i hela byggprocessen ger effektivitet och kvalitet.*

[http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/BIM\\_i\\_hela\\_byggprocessen\\_ger\\_effektivitet\\_och\\_kvalitet.ashx](http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/BIM_i_hela_byggprocessen_ger_effektivitet_och_kvalitet.ashx) [2014-02-26 15:45]

BIMalliance 7. *Om BIM Alliance.*

[http://www.BIMalliance.se/om\\_BIM\\_alliance](http://www.BIMalliance.se/om_BIM_alliance) [2014-02-26 18:15]

BIMalliance 8. *Tjänster.*

[http://www.BIMalliance.se/produkter\\_och\\_tjanster/tjanster](http://www.BIMalliance.se/produkter_och_tjanster/tjanster) [2014-02-26 18:16]

BIMalliance 9. *Föreningssamverkan.*

[http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Event/Arsstamma\\_2013/BIM\\_Alliance\\_Sweden\\_Verksamhet\\_och\\_organisation\\_130325.ashx](http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Event/Arsstamma_2013/BIM_Alliance_Sweden_Verksamhet_och_organisation_130325.ashx) [2014-02-14 13:24]

BIMalliance 10. *Framgångsrikt BIM-arbete i Clarion Arlanda-projektet.*

[http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Framgangsrikt\\_BIM-arbete\\_i\\_Clarion\\_Arlanda-projektet.ashx](http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Framgangsrikt_BIM-arbete_i_Clarion_Arlanda-projektet.ashx) [2014-02-26 09:47]

BIMalliance 11. *BIM-Standardiseringsbehov.*

[http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Projekt/130620\\_BIM\\_raport.ashx](http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Projekt/130620_BIM_raport.ashx) [2014-02-26 10:03]

BIMalliance 12. *Bättre och mer lönsamt med BIM-så varför vänta?.*

[http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/OpenBIM\\_i\\_media/Plato\\_Vent\\_11\\_2012\\_Battre\\_och\\_mer\\_lonsamt\\_med\\_BIM.ashx](http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/OpenBIM_i_media/Plato_Vent_11_2012_Battre_och_mer_lonsamt_med_BIM.ashx) [2014-03-03 11:09]

BIMalliance 13. *Lönsamt och effektivt att standardisera BIM.*

[http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Pressmeddelanden/130627press\\_rapport.ashx](http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Pressmeddelanden/130627press_rapport.ashx) [2014-03-03 11:13]

BuildingSMART 1. *Industry foundation classes (IFC) data model.*

<http://www.buildingsmart.org/standards/ifc/model-industry-foundation-classes-ifc> [2014-02-26 15:04]

BuildingSMART 2. *Certification of BIM software.*

<http://www.buildingsmart.org/certification> [2014-02-26 15:05]

Byggindustrin. *BIMandet fortsätter att öka.*

[http://www.byggindustrin.com/nyheter/BIMandet-fortsatter-att-oka\\_\\_9943](http://www.byggindustrin.com/nyheter/BIMandet-fortsatter-att-oka__9943) [2014-03-03 11:08] (de har nu bytt adress till <http://byggindustrin.se/artikel/nyhet/BIMandet-forts%C3%A4tter-att-%C3%B6ka-18652> [2014-05-13 13:20])

Byggtjänst. *Då sidan tagits bort kan en rubrik inte återges.*

<http://www.byggtjanst.se/For-alla/Tema1/Fastighetsforvaltning/Sa-forvaltar-du-dina-hus-hallbart/> [2014-03-03 11:10]

Energinyheter. *Kraftvärmeverk byggs med BIM-teknik.*

<http://www.energinyheter.se/2014/02/kraftvarmeverk-byggs-med-BIM-teknik> [2014-03-03 11:16]

Metria. *Oskar Håller föredrag om projektet "Flackarp-Arlöv 4 spår" på*

*seminarium om BIM & GIS.* [http://www.metria.se/Om-](http://www.metria.se/Om-Metria/Nyheter/2013/BIM--GIS-seminarium/)

[Metria/Nyheter/2013/BIM--GIS-seminarium/](http://www.metria.se/Om-Metria/Nyheter/2013/BIM--GIS-seminarium/) [2014-04-22 11:04]

Netcommunity. *EU-parlamentet rekommenderar BIM-tekniken.*

<http://www.netcommunity.se/201401177984/BIM/Press/Europeiska-byggbranschledare-appladerar-EU-parlamentets-uppmaning-till-att-modernisera-offentliga-bygg-och-anlaggningsprojekt-med-BIM-teknik-inom->

EU-7984/menu-id-858 [2014-02-26 09:55]

*Nyttor med BIM*[video]. Trafikverket.

[http://www.youtube.com/watch?v=GNFVTd\\_ont4](http://www.youtube.com/watch?v=GNFVTd_ont4) [2014-02-26 09:10]

Skanska. *Building Information Modelling Management*.

<http://www.skanska.se/Global/Bygg%20och%20anl%C3%A4ggning/images/byggkoncept/BIMbroschyr.pdf> [2014-02-26 09:51]

Tekla. *Skanska använder BIM-modell till 100-årig bro*.

<http://www.tekla.com/se/om-tekla/nyheter/skanska-anv%C3%A4nder-BIM-modell-till-100-%C3%A5rig-bro> [2014-02-26 15:35]

TRV 1. *Att införa BIM i Trafikverket*.

<http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Teknik/Att-infora-BIM-pa-Trafikverket/> [2014-02-26 14:42]

TRV 2. *Öppen BIM-standard*.

[http://publikationswebbutik.vv.se/upload/7065/2013\\_092\\_oppen\\_BIM\\_standard\\_begrepp\\_process\\_och\\_datamodell\\_2.pdf](http://publikationswebbutik.vv.se/upload/7065/2013_092_oppen_BIM_standard_begrepp_process_och_datamodell_2.pdf) [2014-02-26 14:52]

TRV 3. *Frågor och svar om modeller i förfrågningsunderlag*. TRV 4. *Frågor och svar om modeller i förfrågningsunderlag* [2014-02-26 14:54]

TRV 4. *Exempel på modeller i förfrågningsunderlag*.

<http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Stockholm/Forbifart-stockholm/Upphandling/Modeller-i-forfragningsunderlag/> [2014-02-26 15:01]

TRV 5. *BIM-GIS*. [http://www.uli-](http://www.uli-geoforum.se/images/stories/seminarier/presentationer/2013/BIM_gis2013-albertsson.pdf)

[geoforum.se/images/stories/seminarier/presentationer/2013/BIM\\_gis2013-albertsson.pdf](http://www.uli-geoforum.se/images/stories/seminarier/presentationer/2013/BIM_gis2013-albertsson.pdf) [2014-02-26 15:08]

TRV 6. *BIM (Building Information Modelling) på Projekt Hallandsås*.

<https://www.facebook.com/projekthallandsas/posts/522545947844029> [2014-04-22 11:09]

TRV 7. *Nya pågatågsstationerna i Förslöv och Barkåkra*.

[http://www.trafikverket.se/PageFiles/13189/Nyhetsbrev\\_vinter\\_2012.pdf](http://www.trafikverket.se/PageFiles/13189/Nyhetsbrev_vinter_2012.pdf) [2014-02-26 15:40]

TRV 8. *Nyttan med BIM inom infrastruktur i praktiken*.

[http://denkloketegning.no/fileadmin/red/PDF/131023\\_BIM\\_inom\\_infrastrukt](http://denkloketegning.no/fileadmin/red/PDF/131023_BIM_inom_infrastrukt)



r\_i\_praktiken\_-\_Projekt\_Hallandsaas.pdf [2014-02-26 15:40]

TRV 9. *Barnkonsekvensanalys i Rönneshytta*

[http://www.trafikverket.se/PageFiles/81749/granskningshandling\\_barnkonsekvensanalys\\_stenkumla\\_dunsjo.pdf](http://www.trafikverket.se/PageFiles/81749/granskningshandling_barnkonsekvensanalys_stenkumla_dunsjo.pdf) [2014-02-26 15:46]

TRV 10. *Trafikverkets branschdag 2013 Teknik och miljö.*

[http://www.trafikverket.se/PageFiles/146602/2013\\_teknik\\_och\\_miljodag\\_for\\_middagspass.pdf](http://www.trafikverket.se/PageFiles/146602/2013_teknik_och_miljodag_for_middagspass.pdf) [2014-02-26 18:23]

TRV 11. *Då sidan tagits bor kan en rubrik inte återges.*

<http://www.trafikverket.se/Trafikverket/Templates/Pages/Page.aspx?id=52834&epslanguage=sv> [2014-02-26 09:25]

TRV 12. *På vilket sätt skiljer sig Förbifart Stockholms arbete med BIM mot traditionell projektering?*

<http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Stockholm/Forbifart-stockholm/Upphandling/Modeller-i-forfragningsunderlag/Fragor-och-svar-om-modeller-i-forfragningsunderlag/Pa-vilket-satt-skiljer-sig-Forbifart-Stockholms-arbete-med-BIM-mot-traditionell-projektering--/> [2014-02-26 09:36]

Tyréns. *BIM på Tyréns.*

<http://www.tyrens.se/Global/Tjanster/Industrialiserat%20byggande/BIM/BIM%20p%C3%A5%20Tyr%C3%A9ns%20ver11.pdf> [2014-02-26 15:28]

Vad är en modell i 3D, 4D och 5D?[video]. Trafikverket.

<http://www.youtube.com/watch?v=oJsX4vWhykQ> [2014-02-26 15:13]

WSP 1.10 *Truths about BIM.* <http://www.wspgroup.com/en/wsp-group-BIM/10-truth-BIM/> [2014-02-26 14:49]

WSP 2. *GERMANY.* <http://www.wspgroup.com/en/wsp-group-BIM/BIM-around-the-world/Germany/> [2014-02-26 18:29]

WSP 3. *UAE.* <http://www.wspgroup.com/en/wsp-group-BIM/BIM-around-the-world/UAE/> [2014-02-26 18:27]

WSP 4. *FINLAND.* <http://www.wspgroup.com/en/wsp-group-BIM/BIM-around-the-world/Finland/> [2014-02-26 18:32]

WSP 5. *SWEDEN.* <http://www.wspgroup.com/en/wsp-group-BIM/BIM-around-the-world/Sweden/> [2014-02-26 18:31]

WSP 6. *SOUTH AFRICA*. <http://www.wspgroup.com/en/wsp-group-BIM/BIM-around-the-world/South-Africa/> [2014-02-26 18:30]

WSP 7. *INDIA*. <http://www.wspgroup.com/en/wsp-group-BIM/BIM-around-the-world/India/> [2014-02-26 18:33]

WSP 8. *CHINA*. <http://www.wspgroup.com/en/wsp-group-BIM/BIM-around-the-world/China/> [2014-02-26 18:34]

WSP 9. *NORWAY*. <http://www.wspgroup.com/en/wsp-group-BIM/BIM-around-the-world/Norway/> [2014-02-26 18:36]

WSP 10. *AUSTRALIA*. <http://www.wspgroup.com/en/wsp-group-BIM/BIM-around-the-world/Australia/> [2014-02-26 18:35]

WSP 11. *UK*. <http://www.wspgroup.com/en/wsp-group-BIM/BIM-around-the-world/UK/> [2014-02-26 18:37]

WSP 12. *USA*. <http://www.wspgroup.com/en/wsp-group-BIM/BIM-around-the-world/USA/> [2014-02-26 18:38]

WSP 13. *BIM i ett broprojekt* [http://norrhand.cqtest.se/wp-content/uploads/2013/10/Presentation\\_Lisa-Mellberg2.pps](http://norrhand.cqtest.se/wp-content/uploads/2013/10/Presentation_Lisa-Mellberg2.pps) [2014-05-13 13:33]

10 truths about BIM. Detta är en studie i BIM beställd av WSP och utförd av Kairos future. Denna kan beställas genom att kontakta någon av personerna på denna sida <http://www.wspgroup.com/en/wsp-group-BIM/contact-BIM/> . Jag gjorde själv detta för att få boken 27 Januari.

## 8 Bilagor

### 8.1 Vanliga frågor inför intervjuerna

#### Intervjufrågor

- Skulle du kort kunna berätta hur du har varit i kontakt med BIM?
- Ni har utfört eller håller på att utföra ett antal pilotprojekt inom BIM för att se hur de påverkar olika skeden i processen, hur ser resultaten från dem ut?
- Tror du att det finns det ett tillräckligt stort intresse hos konsulter och entreprenörer för att investera tid och pengar i att utveckla ett tillräckligt effektivt och säkert arbetssätt?
- Vilka kriterier kollar ni på för att avgöra om BIM är lämpligt att använda i ett specifikt projekt?
- I vilket skede bör man gå över från 2D till 3D vid projektering om BIM skall användas?
- Vilka åtgärder har Trafikverket redan infört för att få in BIM?
- Vilka framtida åtgärder är tänkt att tas?
- Vet du hur införandet av BIM ser ut i Sverige jämfört med resten av världen inom järnvägen?
- Hur hanterar ni projekt som inte gjorts innan inom BIM? (vilka standarder används och hur hanteras juridiska frågor som inte tas upp av AB)
- Vilka vinster/nyttor får ni ut av att använda er av BIM?
- I vilken typ av järnvägsprojekt är BIM lönsamt?
- Vilka teknikdelar hade ni tänkt använda BIM inom och vilka är det mest effektivt inom/ resp. minst användbart?
- Kan osäkerheter i budgetar och tidsplaner minimeras genom användning av BIM?
- Hur påverkas ÄTA-kostnaderna utav BIM?

- Hur påverkas kostnad och tid för byggskede respektive projektering när BIM används?
- Anser ni att användningen på BIM kan verka positivt för miljön?
- Kommer projekt visas upp för bland annat lokalbefolkning i en BIM-modell för att ge en överskådlig bild och visa hur ett projekt påverkar dem?
- På <http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Teknik/Att-infora-BIM-pa-Trafikverket> nämns det att investeringsprojekt ska använda någon av fördefinierade BIM-nivåer, finns dessa redan och hur ska man i såna fall kunna avgöra vilken nivå som är lämplig för ett specifikt projekt?
- Hur ser ert arbete med BIM Alliance Sweden ut?
- Hur ser du på det framtida användandet av filformatet IFC inom BIM i Sverige?
- Hur sker informationslagring av BIM-modeller hos er just nu och hur hade ni tänkt att det skulle gå till i framtiden?
- Vissa problem kanske är lättare att sköta på plats med kan vara väldigt svåra att lösa för projektörer hur hade ni tänkt lösa dessa dilemman?
- Är det bevisat att det blir byggt med mindre fel och högre kvalitet när man använder sig av BIM?
- Kommer ni sätta högre krav på exakt positionering för var objekt ska ligga när möjligheter finns för bland annat maskinstyrning?
- På <http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Teknik/Att-infora-BIM-pa-Trafikverket> sägs det att en standardisering skall göras, kan du nämna några exempel på vad det är som skall standardiseras inom BIM?
- I [http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Forbifart\\_Stockholm\\_visar\\_vagen\\_mot\\_BIM\\_Nytt.ashx](http://www.BIMalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Infoblad/Forbifart_Stockholm_visar_vagen_mot_BIM_Nytt.ashx) nämns det att Trafikverket kommer att definiera med vad ni menar med BIM, vad innebär detta?
- Är det lönsamt att införa BIM i Sverige?

- Går det snabbare att söka i en BIM-modell än i ritningar?
- Har du upptäckt några svårigheter som finns med att använda BIM?
- Vilka program använder ni er av när ni ska göra en BIM-modell?
- Använder ni er av modeller eller vanliga ritningar när ni är ute och bygger?
- Hur hanterar ni befintliga ledningar som kan ligga i marken?
- Vilka krockar uppstår när man sätter ihop filer ifrån olika program?
- Har ni använt er av maskinstyrning?(om ja, hur fungerade det i såna fall?)
- Använder ni er av de uträknade mängderna som kan göras med hjälp av en modell för att ge anbud?
- Använder ni modeller under samordningsmöten?
- Hur viktigt är samarbetet mellan olika parter i ett BIM projekt jämfört med ett ”vanligt” ?
- Hur väljer ni vilken nivå av BIM som ska användas i projektet?
- Får du en större förståelse för vad projektet handlar om när BIM används jämfört med traditionell projektering i 2D?
- Försöker ni övertyga beställare om att BIM ska användas?
- Hur gör ni för att effektivisera erat användande av BIM?
- Hur använder ni er av BIM vid underhåll?
- Hur kontrollerar ni att konverteringen mellan olika filformat har gått rätt till?
- Vilka teknikområden täcks av modeller?
- Hur påverkas utnyttjandet av upplagsplatser när en mer effektiv tidsplan kan uppföras?
- Får ni en bättre kontroll över var objekt ligger ute i spåren med hjälp av BIM?