

CHALMERS



Detaljeringsnivåer av BIM i anläggningsbranschen

En metod för etablering av BIM från Trafikverket

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

LOUISA KÄRRMAN & JOHAN MAGNUSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2013
Examensarbete 2013:134

EXAMENSARBETE 2013:134

Detaljeringsnivåer av BIM i anläggningsbranschen

En metod för etablering av BIM från Trafikverket

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

LOUISA KÄRRMAN & JOHAN MAGNUSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2013

Detaljeringsnivåer av BIM i anläggningsbranschen
En metod för etablering av BIM från Trafikverket
*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

LOUISA KÄRRMAN & JOHAN MAGNUSSON

© LOUISA KÄRRMAN & JOHAN MAGNUSSON, 2013

Examensarbete / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2013:134

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

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Göteborg 2013

Detaljeringsnivåer av BIM i anläggningsbranschen
En metod för etablering av BIM från Trafikverket
*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

LOUISA KÄRRMAN & JOHAN MAGNUSSON
Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Anläggningsbranschen har i många år fått kritik för att vara ineffektiv. Ett förslag på hur branschen kan effektiviseras är en större utveckling av BIM. De flesta aktörer är eniga om att ett regelverk för projektering, produktion och förvaltning med hjälp av BIM-modeller måste tas fram och ansvaret till detta anses ligga hos Trafikverket. Trafikverket har därför börjat ta fram detaljeringsnivåer av BIM-modeller som ska underlätta etableringen av BIM i anläggningsbranschen. Detaljeringsnivåerna ska föras in i branschen succesivt för att branschen ska kunna anpassa sig efter dem allteftersom krav på detaljeringsnivå i beställningar höjs.

Andra byggbranscher, både i Sverige och internationellt, har också kommit fram till att standarder behövs vid arbete med BIM-modeller. Vissa av dessa standarder är uppbyggda på ett sätt som skiljer sig från Trafikverkets detaljeringsnivåer. Förenklat sett finns det två olika grenar av BIM-standarder. Den ena grenen är uppbyggd av detaljeringsnivåer som beskriver vad en BIM-modell ska innehålla allt eftersom projektet utvecklas. Denna metod används av Trafikverket. Den andra grenen förespråkar en manual som beskriver hur en fulländad BIM-modell ska se ut och fungera. Denna metod används bland annat av Statens vegvesen i Norge.

Entreprenörer, projektörer och beställare i branschen har intervjuats för att klargöra hur arbetet med BIM-modeller fungerar idag och hur branschen tycker att arbetet ska utvecklas. Resultatet av intervjuerna har jämförts med Trafikverkets syn på BIM och många av respondenternas tankar och åsikter speglas i det tillvägagångssätt som Trafikverket valt att utveckla BIM på. Detaljeringsnivåerna anses därför vara ett bra sätt att etablera BIM på i anläggningsbranschen.

Nyckelord: Anläggning, BIM, detaljeringsnivå, samordningsmodell.

Levels of detail for BIM in the construction industry
A method for the establishment of BIM from Trafikverket
Diploma Thesis in the Engineering Programme
Building and Civil Engineering
LOUISA KÄRRMAN & JOHAN MAGNUSSON
Department of Civil and Environmental Engineering
Division of Construction Management
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

For many years, the construction industry has been criticized for being ineffective. A solution to make it more efficient is to utilize BIM in the industry at a larger scale than what is used today. The main actors within the field agree that regulations for BIM-models in planning, production and maintenance are needed. The responsibility to produce these regulations is generally considered to be Trafikverket's. Trafikverket has therefore begun to produce levels of details for BIM-models to facilitate the establishment of BIM in the construction industry. The levels of details are intended to be established gradually so that the industry can adapt to the levels as the requirement of detail is raised in orders from Trafikverket. The regulations are supposed to work as standards in the construction industry.

Other construction industries, both in Sweden and internationally, also have the opinion that regulations are needed when working with BIM-models. Some of these regulations are structured differently from the regulations set by Trafikverket. Simply put, there are two different kinds of BIM-standards. The first one is built up by levels of details that describe what a BIM-model should contain as the project evolves. This method is used by Trafikverket. The other kind of standard is a manual for how a complete BIM-model should look and function. This standard is used by Statens vegvesen in Norway, among others.

Contractors, planners and clients in the construction industry have been interviewed for this bachelor to clarify how BIM-models work today and how the industry think the work should develop. The result from the interviews have been compared to the way Trafikverket sees BIM and many of the respondents' opinions are reflected in the approach that Trafikverket have chosen to develop BIM. The levels of details are therefore considered a good way to establish BIM on in the Swedish construction industry.

Key words: Construction, BIM, level of detail, coordination model.

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
DIPLOMA THESIS IN THE ENGINEERING PROGRAMME	II
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
BETECKNINGAR	VI
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Frågeställning	1
1.4 Mål	1
1.5 Avgränsningar	2
1.6 Metod	2
1.6.1 Val av respondenter	2
1.6.2 Intervjumål	2
1.6.3 Intervjuernas genomförande	3
1.6.4 Intervjufrågornas utformning	3
1.6.5 Litteraturbeskrivning	3
2 TEORIKAPITEL	4
2.1 BIM	4
2.2 Aktörer	4
2.3 Entreprenadformer	5
2.3.1 Totalentreprenad	5
2.3.2 Utförandeentreprenad	5
2.3.3 Samarbetsprojekt	5
2.4 Byggprocessen	6
2.4.1 Förfrågningskedet	6
2.4.2 Anbudsskedet	6
2.4.3 Entreprenadskedet	7
2.4.4 Förvaltningskedet	7
2.5 BIM i husbyggnadsbranschen	8
2.5.1 Detaljeringsnivåer i husbyggnadsbranschen	8
2.5.2 Riktlinjer av BIM inom husbyggnadsbranschen	9
2.5.3 Bimprojekt inom husbyggnadsbranschen	10
2.6 BIM i Norge	10
2.6.1 BIM-projekt i Norge	11
3 TRAFIKVERKET	13
CHALMERS , <i>Bygg- och miljöteknik</i> , Examensarbete 2013:134	III

3.1	Trafikverkets utvecklingsstrategier	13
3.1.1	Införing av BIM i anläggningsbranschen	13
3.1.2	Fler upphandlade totalentreprenader	18
3.1.3	Bättre Beställare	19
3.2	Pilotprojekt beställda av Trafikverket	19
4	RESULTAT AV INTERVJU MED AKTÖRERNA	20
4.1	Definition av BIM	20
4.2	Arbetsituationen idag	20
4.2.1	Mottaget material	21
4.2.2	Överlämning av material	22
4.3	Nyttor med BIM	22
4.4	Hur utvecklingen av BIM bör ske	23
4.5	Vem som driver utvecklingen	24
4.6	Hur BIM kan knyta aktörerna närmare	25
5	JÄMFÖRELSER OCH ANALYS	26
5.1	Jämförelse mellan detaljeringsnivåer och riktlinjer i husbyggnadsbranschen	26
5.2	Jämförelse mellan husbyggnads- och anläggningsbranschen i Sverige	26
5.3	Jämförelse mellan Trafikverket och Statens vegvesen	27
5.4	Trafikverket och aktörerna	28
5.4.1	Behövs BIM?	28
5.4.2	Vilken nivå är branschen på idag	29
5.4.3	Vad anser branschen om fler totalentreprenader	30
6	DISKUSSION	31
6.1	Diskussion kring metod och intervjuer	31
6.2	Diskussion kring litteratur	31
7	SLUTSATS	32
7.1	Nyttor med etablering av BIM i anläggningsbranschen	32
7.2	Vilken etableringsmetod lämpar sig bäst	32
7.3	Vidare studier	32
	REFERENSER	33
	BILAGA	38

Förord

Detta examensarbete är den avslutande delen för högskoleingenjörsutbildningen i byggt teknik vid Chalmers tekniska högskola och omfattar 15 högskolepoäng. Arbetet har bedrivits i samarbete med Vectura och institutionen för miljö- och byggt teknik vid Chalmers tekniska högskola.

Vi vill tack vår handledare Mikael Johansson vid Chalmers tekniska högskola samt Emma Lundholm och Fredrik Johansson på Vectura som varit till stor hjälp under arbetets gång. Ett tack riktas även till de personer som möjliggjort vårt examensarbete genom att medverka vid intervjuer. Ett speciellt tack riktas också till Lars Andersson som både medverkat vid intervjuer samt bidragit med kunskap via mejl under arbetets gång.

Göteborg, maj 2013

Louisa Kärrman och Johan Magnusson

Beteckningar

- Aktörer* Syftar på projektörerna och entreprenörerna.
- BIM* Beskrivning av BIM finns i kapitel 2.1.
- Funktionskrav* Med funktionskrav menas ett krav på en funktion som ska uppfyllas i en modell. Funktionskraven delas upp i olika detaljeringsnivåer med ett antal krav i varje nivå. När alla funktionskrav i en nivå är uppfyllda har modellen kommit upp till en detaljeringsnivå. Ett exempel på funktionskrav som en 3D-modell ska uppfylla är förmåga att mäta i modellen.
- Intressenter* Syftar på alla parter inblandade i byggprocessen: beställare, projektör och entreprenör.
- Metadata* Data om data. Exempel på metadata är hur stor filen är, vad den heter, när den ändrades senast, när den skapades och vem som ändrade och skapade filen. Metadata är viktigt för att lätt kunna hitta filer i en databas och för att kunna se hur filen används.
- Objekt* Ett objekt består av en samling data som beskriver bland annat geometri, koordinater, kopplingar med andra objekt och egenskaper hos objektet. Med hjälp av objektkataloger kan en 3D-modell byggas upp. Varje objekt har metadata kopplat till sig.
- Samordningsmodell* En modell där flera teknikområden samordnar sina modeller till en gemensam modell. Samordningsmodellen används till att samgranska de olika teknikområdenas projektering för att upptäcka felaktigheter och krockar tidigt i projekteringsfasen. Samordningsmodellen ska ge de olika teknikområdena förståelse för varandra och ge en ungefärlig bild av slutresultatet.
- Teknikområde* Det finns ett antal olika teknikområden inom anläggningsbranschen som specialiserar sig på ett projekteringsområde. Exempel på teknikområden är bro, geoteknik, VA, belysning, landskap, väg, spår och signal.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Anläggningsbranschen har i många år fått kritik för att vara ineffektiv och kostnaden för anläggningsprojekt har ökat under de senaste 20 åren (Trafikanalys, 2012). Detta beror bland annat på en prisökning av insatsvaror samt att produktiviteten indikerat en oförändrad och ibland även svagt nedåtlutande trend. Resultatet av detta är en minskad lönsamhet inom den svenska anläggningsbranschen.

En potentiell lösning på den minskande lönsamheten är att använda BIM i större utsträckning (Hindersson, 2012). BIM är ett begrepp som blir mer och mer vanligt i byggsektorn och flertalet insatta personer är övertygade om att en ökad etablering av BIM är positivt för effektiviseringen av den svenska anläggningsbranschen.

Trafikverket som är den största offentliga beställaren av anläggningsprojekt i Sverige (Sveriges Riksdag, 2012, Trafikanalys, 2012) har tagit initiativet att systematiskt införa BIM i anläggningsbranschen (Trafikverket, 2013). Många av projektörerna och entreprenörerna på den svenska anläggningsmarknaden arbetar redan med BIM i viss utsträckning men variationen av BIM-användningen mellan och inom företagen är stor. En standard kan möjliggöra att samtliga teknikområden inom ett företag kan använda sig av BIM (Nilsson, 2013).

Trafikverket har i sitt arbete med etablering av BIM i anläggningsbranschen tagit fram ett förslag på en handling för hur användningen av BIM kan se ut. Denna handling befinner sig i tidpunkten för denna rapport fortfarande under uppbyggnad.

1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att ta reda på om det finns delar av BIM som är användbart för den svenska anläggningsbranschen och vilka dessa i sådana fall är. Examensarbetet ämnar även ta reda på vilken metod som lämpar sig för etablering och utveckling av BIM i den svenska anläggningsbranschen.

1.3 Frågeställning

Examensarbetet syftar att besvara följande tre frågeställningar:

- Hur ser etableringen av BIM ut i andra branscher?
- Vad har den svenska anläggningsbranschen för nytta av BIM?
- Hur ska BIM etableras i den svenska anläggningsbranschen?

1.4 Mål

Målet med examensarbetet är att ta fram en opartisk rapport där BIM analyseras efter vad branschen efterfrågar och behöver utifrån intervjuer med beställare, projektörer och entreprenörer. Rapporten ämnar ifrågasätta etablerandet av BIM i anläggningsbranschen.

1.5 Avgränsningar

Examensarbetet kommer främst skrivas ur ett uppdragsledningsperspektiv. Med detta menas att ingen hänsyn kommer tas till vilken teknik som finns tillgänglig idag och ifall arbetsmetoder kan genomföras med dagens teknik eller inte. Rapporten kommer endast beskriva arbetsmetoden som BIM fodrar och inte specifika verktyg som krävs för att kunna genomföra en BIM-modell eller ett BIM-arbetsätt.

1.6 Metod

Teorin till examensarbetet är hämtat från litteraturstudier och intervjuer av kunniga personer i anläggningsbranschen. För att genomföra intervjuerna väl har intervjukunskap hämtats från handledare på Vectura och Chalmers tekniska högskola. Rapportskrivning och dokumentation har skett löpande under hela arbetet som främst har skett på Vectura i Göteborg och Chalmers tekniska högskola.

Nedan beskrivs hur intervjuerna med respondenter har genomförts, vilka personer som intervjuats samt hur intervjufrågorna har utformats.

1.6.1 Val av respondenter

Intervjuerna har genomförts med personer som har praktisk erfarenhet av BIM eller som har arbetat med frågor kring BIM, alternativt 3D-modellering. Vid val av respondenter har handledare på Vectura rådfrågats och därefter har respondenterna kontaktats. De personer som intervjuats har fått ge förslag på andra personer som kan vara relevanta för examensarbetet. Några av dessa föreslagna personer har också intervjuats.

Respondenter:

- Lars Andersson:** Väg- och gatuprojektör, gruppchef för VA samt Väg och Gata i Karlstad. Uppdragsledare för mindre projekt på Vectura samt mättekniskt stöd för Trafikverket.
- Anders Arnell:** BIM-strateg och projektledare för interna utvecklingsprojekt på Vectura.
- Henrik Franzén:** Stationerad på Trafikverket Stora Projekt med erfarenhet som bland annat datasamordnare och mättekniker.
- John Häll:** BIM- och modellsamordnare med huvudansvar för BIM-frågor på Vectura Järnväg.
- Anders Magnander:** Mätchef på Skanska.
- Leif Malm:** Teknisk strateg på Trafikverket Stora Projekt.
- Jonas Wenner:** Områdesspecialist för Väg och BIM på Vianova.
- Erik Westerlind:** Produktionschef på Skanska Anläggning.

1.6.2 Intervjumål

Målet med intervjuerna var att finna hur de olika intressenterna definierar BIM, vad de ser för fördelar och nackdelar med BIM och hur de tycker att BIM ska utvecklas inom branschen. Målet med intervjuerna med Trafikverket har varit att ta reda på hur de resonerade när de tog fram detaljeringsnivåerna, vad dessa grundar sig på och hur de tänker att nivåerna ska etableras i branschen.

Målet med intervjuerna med aktörerna var att få branschens syn på BIM utifrån entreprenörens och projektörens perspektiv för att sedan jämföra det med vad beställaren har för vision av BIM.

1.6.3 Intervjuernas genomförande

Intervjuerna har skett via telefon, mejl eller vid närvaro på respondenternas arbetsplats. Alla telefonintervjuer och intervjuer på plats har spelats in för att information inte ska försvinna under arbetets gång. Efter att intervjuerna har genomförts har inspelningarna transkriberats.

1.6.4 Intervjufrågornas utformning

De intervjuer som genomförts med entreprenörer och projektörer har byggts upp med ambitionen att ingen information om detaljeringsnivåerna ska nå respondenterna innan eller under intervjun. Anledningen till detta är att detaljeringsnivåerna ännu är under uppbyggnad och är relativt okända av branschen. Kännedom om examensarbetets syfte att ifrågasätta detaljeringsnivåerna hade kunnat påverka respondenternas svar. Entreprenörens och projektörens intervjuer har därför skett förutsättningslöst. Intressanta åsikter från respondenterna har efter intervjuerna jämförts med beställarens detaljeringsnivåer. Intervjuerna med beställaren har inte varit förutsättningslösa utan har istället grundat sig i detaljeringsnivåerna.

Alla respondenter har först fått svara på hur deras företag definierar BIM och vad deras bransch har för nytta av att införa BIM. Sedan har frågor om utvecklingen av BIM ställts och vad intressenten vill ha utav de andra intressenterna. Ingen intervju har sett likadan ut utan frågorna har utvecklats från intervju till intervju. Grundupplägget har dock varit det samma för alla intervjuer. Ambitionen har varit att ställa breda och öppna frågor för att få respondenterna att tänka igenom och prata relativt fritt kring ämnet.

1.6.5 Litteraturbeskrivning

Den litteratur som använts under examensarbetet är främst examensarbeten från Chalmers samt rapporter och artiklar från större företag i anläggnings- och husbyggnadsbranschen. Litteraturen är skriven under de senaste åren och är samtida och aktuell för examensarbetet. Kritik till litteraturen står att finna under kapitel 5.4.

2 Teorikapitel

Teorikapitlet består av två delar. I den första delen beskrivs begrepp och processer som är grundläggande för förståelse av rapportens resultat, analys och diskussion. Först definieras BIM och de olika aktörernas roller inom anläggningsbranschen. Sedan beskrivs olika entreprenadformer och byggprocessens olika skeden. Den andra delen innefattar fakta om fyra olika förhållningssätten till införandet av BIM.

Dessa är:

- Trafikverkets förslagna detaljeringsnivåer av BIM som ska införas i den svenska anläggningsbranschen.
- Norges Håndbok 138 som Statens vegvesen tagit fram med krav för BIM-modellering i Norge.
- Detaljeringsnivåer i husbyggnadsbranschen som Skanska tagit fram.
- Riktlinjer för BIM inom husbyggnadsbranschen från Locum.

2.1 BIM

Industrin har idag svårt att sätta en vedertagen definition på BIM (Mills, 2010). Beroende på sammanhang kan BIM vara ett arbetssätt eller en modell. Enligt AGC är Building Information Modeling utveckling och användande av en datormodell som kan simulera uppbyggandet och användandet av en anläggning. (Ernstrom et al., 2006) Denna modell kallas för Building Information Model och är en digital avbild av fysiska och funktionella karaktärer hos en byggnad (Azhar, Khalfan, & Maqsood, 2009).

Det finns olika namn på BIM beroende på vilket teknikområde som BIM-modellen involverar (Mills, 2010). BrIM står exempelvis för Bridge Information Modeling och används vid BIM-projektering av broar. RIM står för Road Information Modeling och används vid vägprojektering. Dessa är bara ett utkast av olika typer av BIM-grenar som finns i USA.

I Sverige har Trafikverket valt att namnge alla olika teknikområdesmodeller för BIM-modeller. Det har funnits tankar om att kalla BIM-modellerna i anläggningsbranschen för AIM, Anläggnings Informations Modell, men eftersom BIM är ett vedertaget begrepp i byggbranschen har valet gjorts att använda samma begrepp i anläggningsbranschen.¹

2.2 Aktörer

De största disciplinerna i byggprocessen är byggherren (beställaren), projektören (konsulten) och entreprenören. Myndigheter och försäkringsbolag är även kopplade till byggprocessen som styrs av lagar anpassade för anläggningsprojekt. (Johansson, 2011)

¹ Henrik Franzén, Trafikverket. Intervju 2013-04-03

Byggherren är den aktör som beställer uppförandet av en anläggning. I infrastrukturprojekt är byggherren ofta kommuner och statliga verk som till exempel Trafikverket. Det är byggherren som är ägare av anläggningen och kan använda den för sin verksamhet och/eller hyra ut den. Alla andra aktörer jobbar direkt eller indirekt för byggherren. (Svensk Byggtjänst, 2011)

Projektören är den aktör som projekterar ett projekt. I arbetsuppgifterna ingår att göra ritningar för hur projektet ska byggas, var det ska byggas, bestämma material, integrering av skyddsanordningar och förberedelser för säkra transporter och arbeten. Projektören ska beskriva nödvändiga förundersökningar och klargöra de tillstånd som behövs för att kunna bygga samt vid behov skaffa dessa tillstånd. (AMP Guiden, 2009)

Entreprenören är den aktör som utför uppförandet av till exempel en anläggning. Entreprenören använder bygghandlingar som har mottagits från projektören för att bygga det som beställts av byggherren. (AMP Guiden, 2009)

2.3 Entreprenadformer

En byggprocess kan utföras i olika typer av entreprenadformer. Vanliga entreprenadformer är totalentreprenad och utförandeentreprenad men andra former förekommer.

2.3.1 Totalentreprenad

En totalentreprenad innebär att entreprenören ansvarar för både projekteringen och uppförandet av en byggnation. Entreprenören får då vanligtvis enklare handlingar av beställaren där det bland annat beskrivs vilka funktionskrav anläggningen ska uppfylla. Entreprenören kan välja att antingen projektera själv eller hyra in en konsult. Eftersom entreprenören har hela ansvaret över ett projekt innebär det att entreprenören har större möjligheter att påverka och ta upp frågor i ett tidigt skede så som till exempel miljöfrågor. (Johansson, 2011)

2.3.2 Utförandeentreprenad

Om beställaren ansvarar för att tillhandahålla entreprenören med bygghandlingar kallas denna entreprenadform för utförandeentreprenad. Projekteringen utförs av projektörer och ges till beställaren som för vidare materialet till entreprenören. Utförandet av anläggningen ansvarar entreprenören för. (Johansson, 2011)

Utförandeentreprenaden förekommer i två former, delad entreprenad och generalentreprenad. Vid **delad entreprenad** tecknar beställaren avtal med flera sidoentreprenörer och vid **generalentreprenad** tecknar beställaren avtal med en huvudentreprenör som i sin tur tecknar avtal med eventuella underentreprenörer. (Svensk Byggtjänst, 2011)

2.3.3 Samarbetsprojekt

Samarbetsprojekt är en entreprenadform där byggherren, projektören och entreprenören samarbetar och löser ett projekt tillsammans. Samarbetsprojekt bygger

på ett förtroendefullt samarbete där beställare och entreprenör planerar och budgeterar projektet gemensamt. Ekonomin är öppen för alla parter och om slutpriset hamnar över eller under det uppsatta riktpriiset för projektet delas förlusten/vinsten lika mellan beställare och entreprenör. (Svensk Byggtjänst, 2011)

2.4 Byggprocessen

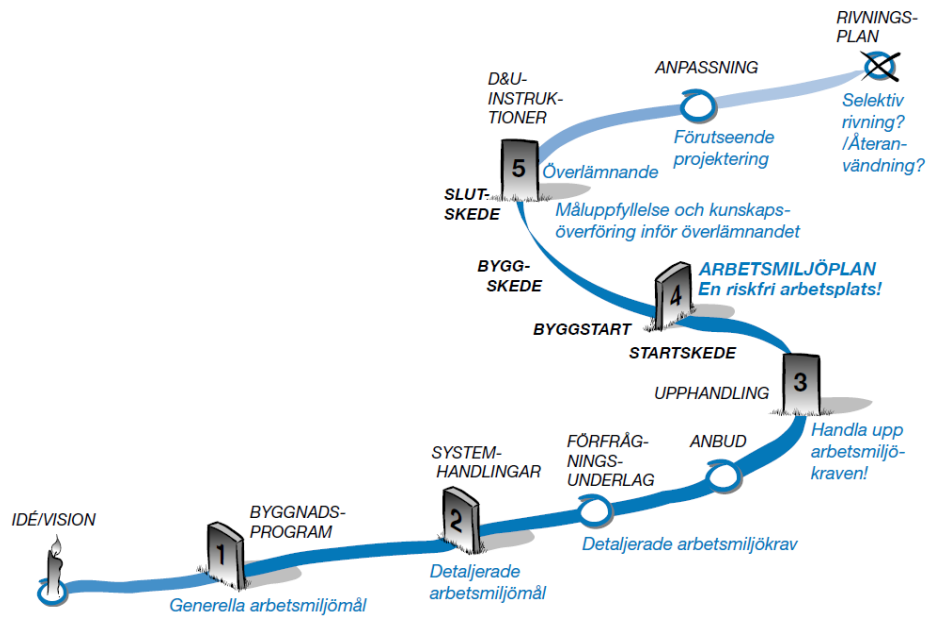
Byggprocessen involverar projektering, byggande och förvaltning. Byggprocessen kan delas upp i flera olika skeden. Nedan listas de fyra viktigaste skedena. För en övergripelig bild av samtliga skeden, se figur 1 nedan.

2.4.1 Förfrågningskedet

Under förfrågningskedet tas förfrågningsunderlaget fram. Ett förfrågningsunderlag är det dokument som beskriver förutsättningarna för en upphandling. I förfrågningsunderlaget måste det framgå vad som beställs och vilka krav som ställs på det som beställs. Det skall stå hur anbud ska lämnas och hur anbuden kommer att jämföras mot varandra. Dessutom bör förfrågningsunderlaget innehålla geotekniska föreskrifter, bygghandlingar samt eventuella övriga handlingar. Förfrågningsunderlaget används av entreprenören för att kunna lägga ett anbud på projektet och som ritningsunderlag för att kunna bygga den efterfrågade produkten. (Svensk Byggtjänst, 2011)

2.4.2 Anbudsskedet

Anbudsprocessen kan ha mängder av olika variationer och därför följer nedan en generell beskrivning av processen. Beställaren skickar ut förfrågningsunderlaget till en eller flera entreprenörer när projekteringen är slutförd. Entreprenören använder förfrågningsunderlaget till att räkna ut ett anbud på det som ska byggas. Eftersom entreprenören ofta har idéer och synpunkter på det förfrågningsunderlag som tas emot kan även ett sidoanbud ges där alternativa lösningar till projekt anges. Alla intresserade entreprenören skickar sedan in sina anbud till beställaren som i anläggningsbranschen ofta är kommuner, landsting och statliga verk. Därför gäller LOU (Lagen om Offentlig Upphandling). Alla entreprenören måste kunna konkurrera på lika villkor och anbudet måste därför vara offentligt. Beställaren är skyldig att välja den entreprenör som ger det mest prisvärda anbudet och som samtidigt kan garantera god kvalitetssäkring och miljötänk. (Svensk Byggtjänst, 2011)



Figur 1. Byggprocessen. (Sveriges byggindustrier, 2007)

2.4.3 Entreprenadskedet

När en entreprenör har vunnit anbudet är det dags för byggskedet eller entreprenadskedet som det även kallas. Under den tid som projektet byggs ägs projektet av den som är ytterst ansvarig för byggprocessen, till exempel totalentreprenören. När projektet sedan är färdigställt överlämnas entreprenaden till beställaren. (Svensk Byggtjänst, 2011)

För att budgeten inte ska spricka under byggskedet är det viktigt att entreprenören har planerat arbetet väl. Det är viktigt att inga krockar uppstår i vare sig tid eller rum. Ingen arbetare ska behöva vänta på att någon annan arbetare ska slutföra sitt arbete, materialleveranser ska komma i tid och om de inte gör det ska det finnas spelrum för detta i planeringen. Verktyg ska köpas och maskiner samt bodar måste hyras in. Det är många pusselbitar som ska passa för att byggskedet ska flyta på så smidigt som möjligt. Ju större projekt desto viktigare är det att det är välplanerat. Det är dock vanligt att tidplaner och annan planering måste ändras under projektets gång och varje byggprojekt har uppföljningsmöten där sådant som påverkar den tidigare planeringen tas upp. (Svensk Byggtjänst, 2011)

2.4.4 Förvaltningskedet

När anläggningen är färdigställd går projektet in i förvaltnings- och underhållsskedet. I infrastrukturprojekt där anläggningen är en del av det statliga vägnätet är det Trafikverket som ansvarar över skötseln och underhållet av vägen. Trafikverket utför inte själva några underhållsarbeten utan upphandlar allt av entreprenörer i konkurrens. Upphandlingarna gäller olika driftområden. Om en entreprenör vinner en upphandling skrivs ett kontrakt med Trafikverket där entreprenören ansvarar för underhållet av ett specifikt driftområde i mellan 3 till 6 år. Ett driftområde består av cirka 70 till 100 mil väg. (Trafikverket, 2011)

2.5 BIM i husbyggnadsbranschen

I detta kapitel beskrivs BIM i husbyggnadsbranschen som under de senaste åren har utvecklats snabbt och förändrat husbyggnadsbranschen (Akademiska hus, 2012, SWECO). En mängd olika fördelar med BIM har gett branschen ett effektivare arbetssätt där BIM-modellen bland annat gör det enklare att undvika kollisioner, uppskatta kostnader och analysera energieffektivitet.

Andra fördelar med BIM inom husbyggnadsbranschen är (SWECO):

- Tillgång till rätt information genom hela byggnadens livscykel
- Bättre samordning och mindre fel i både projektering och produktion
- Minskad tidsåtgång
- Minskade kostnader
- Ökad produktivitet
- Ökad kvalitet

Nedan beskrivs två metoder för etablering av BIM som finns i husbyggnadsbranschen framtagna av två skilda företag. Dessa företag är Skanska och Locum. Skanska har tagit fram ett förslag på hur detaljeringsnivåer av BIM kan se ut och Locum har tagit fram riktlinjer för hur de ska arbeta med BIM.

2.5.1 Detaljeringsnivåer i husbyggnadsbranschen

Det finns inget nationellt dokument som fastställt detaljeringsnivåer för husbyggnadsbranschen i Sverige idag Skanska har därför tagit fram ett förslag på hur detaljeringsnivåer av BIM kan se ut i samband med ett SBUF-projekt (Nilsson, 2012). Anledningen till att Skanska tagit fram nivåerna är för att beställningsunderlag ofta är oklara i innehåll och omfattning vilket leder till att de resulterade BIM-modellerna blir felaktiga med antingen för låg eller för hög detaljeringsgrad. En annan anledning är att Skanska vill göra användningen av BIM säkrare och på så sätt påskynda utvecklingen av BIM (Nilsson, 2012). Detaljeringsgraden har varierat beroende på vart i byggprocessen projektet befinner sig. Därför anser Skanska att det är nödvändigt att specificera detaljeringsnivåer för de olika situationer som kan dyka upp i byggprocessen (Gustavsson, 2012).

Nedan beskrivs de detaljeringsnivåer som Skanska tagit fram för husbyggnadsbranschen. Nivåerna beskrivs genom att peka på vilka nyttor en BIM-modell ska ha i olika faser av byggprocessen. Nivåerna är uppdelade i nivå 100 till nivå 500 och bygger på LOD, en amerikansk uppdelning av detaljeringsnivåer för husbyggnadsbranschen. (Gustavsson, 2012)

Nivå 100: Skiss och förslagshandlingar till projektering

I nivå 100 skall BIM-modellen grovt gestalta projektet. Tidiga riskinventeringar ska finnas med och möjlighet till olika systemval. Anbudskalkyler ska finnas bifogade i modellen och energisimuleringar av fastigheten ska kunna utläsas. (Gustavsson, 2012)

Nivå 200: Systemhandling och projektering

I denna nivå har början till en mer detaljerad modell upprättats. Kollisionskontroller mellan objekt skall kunna utföras och de system som finns i fastigheten, som till

exempel pumpar och växlare, ska kunna testköras. Modellen kan komma att användas som förberedelse till produktionen och ska därför innehålla en kalkyl med möjlighet att byta ut produkter som är konkurrensatta. Modellen ska innehålla en tidplan och säkerhetsplanering och ska även vara kopplad till miljödatabaser. (Gustavsson, 2012)

Nivå 300: Bygghandling och produktion

Nivå 300 bygger vidare på den BIM-modell som upprättats i de tidigare nivåerna och gör den ännu mer detaljerad. Nyttorna med modellen kommer vara de samma som i nivå 200 med den skillnaden att denna modell ska användas i produktionen. Den stora skillnaden är att ur denna modell kan mängdförteckningar göras samt att kalkylen och tidplanen är bestämda. (Gustavsson, 2012)

Nivå 400: Tillverkningshandling och produktion av förslagsvis prefabelement

Fokus i denna detaljeringsnivå ligger på de objekt och material som fastigheten kommer bestå av. För att få ut den önskade informationen av detaljeringsnivån måste BIM-modellen vara väl genomarbetad och klar för produktionskedet. (Gustavsson, 2012)

Nivå 500: Relationshandlingar och förvaltning

När byggnationen står färdig kommer modellen utvecklas för att uppfylla kraven i nivå 500. Till modellen skall då kopplas relationshandlingar så att byggt material visas i modellen. Kontroll ska kunna göras mot ytor och dess funktioner och kontroller mot tidiga BIM-modeller bör göras. Ett exempel på en sådan kontroll kan vara byggnadens energiåtgång och om fastigheten fungerar som planerat. Modellen blir i denna nivå en förvaltningsmodell som skall ha kopplingar mellan objekt och miljödatabaser. (Gustavsson, 2012)

Rapporten med Skanskas detaljeringsnivåer publicerades i november 2012. I februari 2013 kom en populärartikel om rapporten från OpenBIM där Henrik Gustavsson från Skanska teknik säger att nästa steg bör vara att testa detaljeringsnivåerna i skarpt läge (Nilsson, 2013). Därför beskrivs ingen praktiskt tillämpning av nivåerna i detta examensarbete då inga sådana har utförts.

2.5.2 Riktlinjer av BIM inom husbyggnadsbranschen

Ett annat sätt att etablera BIM i husbyggnadsbranschen är att ta fram riktlinjer. De riktlinjer som beskrivs nedan är framtagna av Locum som är ett landstingsägt företag som genomför ny-, om- och tillbyggnader av lokaler för sjukhus och vårdsinrättningar. (Locum, 2010)

Riktlinjerna finns tillgängliga via Locums hemsida och är uppdelade i 32 dokument varav tre är BIM-specifika. De tre riktlinjerna ska ses som styrande kravdokument och all text ska ses som absoluta krav om inget annat har angetts i projektet. Nedan beskrivs de tre riktlinjerna för BIM. (Locum 2013)

Riktlinje BIM Objektmodeller

Denna riktlinje behandlar objektmodeller och innefattar krav som ska säkerställa en effektiv, spårbar och säker informationshantering under projektets hela livslängd, även under förvaltning. Riktlinjen beskriver vad en objektmodell är och vad en objektmodell innehåller, omfattar samt hur objekten i modellen ska byggas upp. Det

finns krav för vilken måttnoggrannhet modellen ska ha i avstånd och vinklar samt hur de olika objekten ska kodas. Tre typer av objekt beskrivs i riktlinjen: byggdelar, rum och areor. Genom att använda olika sorters objekt kan modellen delas upp på olika sätt. Till exempel kan modellen delas upp efter byggdelar som väggar och fönster etc. men också efter funktionsytor så som sovrum och vardagsrum. (Locum 2013)

Riktlinje BIM Samordning

Denna riktlinje behandlar samordning och informationshantering för BIM-projekt. Riktlinjen beskriver hur arbetsprocessen kring BIM ska fungera och beskriver organisationen och vilka personer som ska finnas med i den och vad de har för uppgifter och skyldigheter. Riktlinjen beskriver även hur filer ska hanteras och vilka format filerna ska vara i för olika program samt hur filerna ska levereras och kontrolleras. (Locum 2013)

Riktlinje BIM Samgranskning

Denna riktlinje behandlar samgranskning mellan olika 3D-modeller i en samgranskningsmodell. Samgranskningsmodellen ska användas för att kvalitetssäkra projektet och för att visualisera projektet för inblandade parter. Riktlinjen beskriver hur processen kring en samgranskning ska ske och vilken person som har vilket ansvar under processen. Riktlinjen innehåller en tabell där färgkodning för respektive konsultdisciplin anges. (Locum 2013)

Locum har börjat ta fram byggnadsinformationsmodeller med hjälp av dessa riktlinjer och har på så sätt minskat felet i produktionen, kapat tider i projekten och kunnat göra bättre kalkyler för projektet och därmed sparat pengar. Även förvaltningsskedet av fastigheterna har påverkats positivt då de får korrekta underlag för till exempel hyresförhandlingar. (Locum, 2012)

2.5.3 Bimprojekt inom husbyggnadsbranschen

Det största BIM-projektet som pågår just nu är uppbyggnaden av det nya Karolinska Solna sjukhuset. En grupp om 4 personer arbetar på heltid med att se till att hela projektet genomsyras av BIM. Kundens krav har gått ut på att all teknisk dokumentation skall vara kopplad till en objektbaserad modell. Enligt John Fahlgren, BIM-kordinator inom Skanska Healthcare AB, har kraven om informationsstruktur i modellen lett till bra överskådlighet i modellen och att fler BIM-applikationsområden kunnat användas. Inga krav har ställts på vilka programvaror som ska användas utan Skanska har istället specificerat vilket format som modellerna ska leveras i. Modellerna används främst vid samgranskningsmöten, som beslutsunderlag samt vid mängdning. Många aktörer kopplade till projektet upplever stor nytta av att använda modellen då information snabbt kan hämtas ut ur den. (Nilsson 2011)

2.6 BIM i Norge

Norge är ett land som anses ha kommit långt inom BIM, både inom fastighetsbyggande och inom anläggningsbranschen.² Det är därför relevant att titta på deras utveckling av BIM.

² Henrik Franzén, Trafikverket. Intervju 2013-04-03

Norge drog på allvar igång sin utveckling av BIM år 2005 (Dickson, 2010). Det var året då Statsbygg, en stor statlig byggherre inom fastighetsförvaltning, sjösatte sitt första pilotprojekt där projekteringen skedde med BIM (Juell-Skielse, 2011). Målet för statsbygg har sedan varit att kräva BIM i fler och fler projekt fram till 2010 då alla projekt beställda av byggherren skulle levereras digitalt (Köhler, 2008). Statsbygg är dock inte den enda beställaren som börjat kräva BIM av sina konsulter i Norge. Många mindre beställare har följt den stora statliga byggherrens fotspår (Dickson, 2010).

Det är emellertid inte bara fastighetssidan som utvecklat sitt BIM-arbete. Enligt Magnus Norrström, IT-chef för Skanska Globalt, modellerar konsulter i Norge hela arbetskedjan vid bygge av motorvägar. Det har lett till att normmännen inte längre har ett behov av fysisk utsättning i form av stakpinnar eftersom all information finns i datasystem (Köhler, 2009).

För att underlätta arbetet med BIM-modeller har Statens Vegvesen, Norges motsvarighet till det svenska Trafikverket, tagit fram en manual för att standardisera användningen av 3D-modeller i vägprojekt. (Fälth & Ohlsson, 2012). Manualens namn är HB 138 (Håndbok 138) och beskriver hur användningen av 3D-modeller bör ske och vad modellerna ska innehålla för information. (Statens vegvesen, 2012).

Manualen innehåller krav på hur modeller och grundläggande data ska beställas och levereras. Den innehåller en kodlista för objekt vilket bidrar till standardiseringen av användningen av objekt i BIM-modeller. Standardiseringen sker genom att handboken ska komma att användas och används som en checklista för Statens Vegvesen och företag som arbetar för dem. Det finns ännu inget krav på att HB 138 ska följas vid anläggningsprojekt i Norge men det är troligt att det kommer finnas ett krav på det inom några år. (Fälth & Ohlsson, 2012)

I Sverige finns idag ingen handling som motsvarar HB 138. Detta tros bero på att det tidigare inte varit någon organisation i Sverige som tagit på sig uppgiften att ta fram en sådan manual. (Fälth & Ohlsson, 2012)

2.6.1 BIM-projekt i Norge

I Oslo har BIM använts vid utbyggnaden av den nya kulturstadsdelen Björvika. Statens Vegvesen som är uppdragsgivare för projektet har krävt att samtliga aktörer ska leverera BIM-modeller. I projektet ingår bland annat tunnelsystem samt broar och BIM har varit ett värdefullt verktyg för att underlätta projekteringen. BIM har bland annat lett till att kollisioner mellan ny och befintlig infrastruktur kunnat undvikas, men också att en unik kommunikationskanal upprättats mellan byggherren och aktörerna vilket bidragit till goda samarbeten. (Vianova)

Ett annat ambitiöst BIM-projekt i Norge är Hardanger Bridge. När bron står klar under 2013 kommer den vara Norges längsta hängbro. Både bron och de hjälpverktyg som krävs för att bygga bron har modellerats i 3D. Ett antal filmer för att visualisera hur själva monteringen av bron ska ske har också gjorts med hjälp av BIM-modeller. Inblandade aktörer i projektet har fått goda erfarenheter av den omfattande BIM-

användningen eftersom komplexa monteringar kunnat diskuteras redan på ritbordet.
(Byggvärlden, 2012)

Om ovanstående projekt använt sig av handbok 138 vid sin BIM-projektering har inte klargjorts.

3 Trafikverket

Trafikverket är en statlig myndighet vars ansvar är långsiktig infrastrukturplanering av vägtrafik, järnvägstrafik, sjöfart och luftfart. I uppdraget ingår byggande, drift samt underhåll av väg och järnväg (Malm, 2013). I Sverige omsätter anläggningsbranschen cirka 100 miljarder kronor om året (Statskontoret, 2010). Trafikverket beställde år 2009 entreprenader för ungefär 40 miljarder kronor. Trafikverket står således för en mycket stor del av projekten i anläggningsbranschen och mycket talar för att läget kommer att fortsätta vara så.

I kommande kapitel redovisas Trafikverkets utvecklingsstrategier för en effektivisering av anläggningsbranschen. Merparten av informationen är hämtad från intervjuer av personer på Trafikverket.

3.1 Trafikverkets utvecklingsstrategier

Anläggningsbranschen har fått kritik för att produktivitetens utvecklingen anses svag (Statskontoret, 2010). I en rapport från Riksrevisionen får Trafikverket kritik på en mängd punkter (Riksrevisionen, 2011). Rapportens huvudsyfte bestod i att undersöka om Trafikverket följde budgetlagens krav på god hushållning av statliga resurser. I rapporten framgår det dock att Trafikverket inte har utvecklat någon metod för redovisning av produktiviteten i projekt Trafikverket beställt. Någon entydig slutsats om att projekt beställda av Trafikverket är ineffektiva kan därför inte dras.

Trafikverkets framtida infrastruktuursatsningar tillsammans med en förmodad låg effektivitet innebär att det finns stora summor pengar att spara i anläggningsprojekt. I en tidningsartikel från Byggvärlden hävdas att tillämpning av BIM genom byggprocessen kan sänka projektkostnader med upp till 10 procent (Norberg, 2009). Genom en införing och utveckling av BIM hoppas därmed Trafikverket på mer prisvärda anläggningsprojekt (Ekholm et al., 2013).

3.1.1 Införing av BIM i anläggningsbranschen

Trafikverket vill använda BIM-modeller inom många olika områden av anläggningsbranschen. Bland annat för att tidigt visualisera projekt för kommun och allmänhet i säljande syfte. Trafikverket tänker sig även att bland annat bullerberäkningar, CO₂-utsläpp och trafikflöden kan användas i en BIM-modell för att skapa optimala väglinjer. När ett projekt är avslutat och alla relationshandlingar är klara vill Trafikverket ha en förvaltningsmodell som komplett återskapar hur projektet ser ut. Det kommer bland annat att underlätta arbetet vid underhåll och drift av anläggningen. Trafikverket ser därmed många fördelar med att införa BIM i anläggningsbranschen.³

I byggbranschen är det allmän mening att husbranschen har kommit längre i sin BIM-användning än anläggningsbranschen. Detta är dock en sanning med modifikation. Husbranschen har kommit längre men inte så långt som hävdas. Ryktet kan emellertid

³ Henrik Franzén, Trafikverket. Intervju 2013-04-03

vara användbart som morot och driva BIM-utvecklingen framåt i anläggningsbranschen.⁴

En anledning till att husbranschen dock har kommit längre än anläggningsbranschen är på grund av hur olika de båda branscherna är. Anledningen till att branscherna ser väldigt olika ut är för att husbranschen vet exakt hur byggförhållandena ser ut då de oftast bygger över mark. Anläggningsbranschen får göra tolkningar av förhållandena efter hand eftersom det är svårt att kartlägga befintligheter under marken.⁵

Att Trafikverket ska införa BIM i anläggningsbranschen innebär inte att BIM inte redan används i branschen. I kapitel 4 presenteras resultatet av de intervjuer som skett med entreprenörer och projektörer och det kan där läsas att BIM redan används i viss utsträckning. När Trafikverket säger att de ska införa BIM i anläggningsbranschen menar de i själva verket att de ska utveckla den redan befintliga BIM-användningen. BIM-utveckling för ett konsultföretag kan innebära att nya BIM-verktyg i form av programvara tas fram. I Trafikverkets fall innebär BIM-utveckling bland annat arbete med (Trafikverket, 2013):

- Förändrat arbetssätt med BIM
- Standardisering
- IT-anpassning
- Strategisk kommunikation
- Utbildning
- Omvärldsbevakning
- Projektstöd

I denna rapport beaktas främst standardisering av BIM. Standardiseringen av BIM är i rapporten benämnd som detaljeringsnivåer av BIM och beskrivs i detalj under följande kapitel.

3.1.1.1 Detaljeringsnivåer framtagna av Trafikverket

Trafikverket har tagit fram ett förslag på en standardisering av arbete med BIM-modeller. Standardiseringen bygger på en handling som innehåller fem stycken detaljeringsnivåer av BIM där varje detaljeringsnivå bygger vidare på den information som getts i den föregående nivån. Syftet med detaljeringsnivåerna är att de ska förtydliga vilka krav som Trafikverket ställer på projekt där en BIM-modell ska levereras. Detaljeringsnivåerna ska således användas av alla intressenter i anläggningsbranschen.⁶

Det är en rad frågor som ligger till grund för Trafikverkets BIM-handling och dess detaljeringsnivåer. Frågorna är vanligt förekommande när BIM i anläggningsbranschen diskuteras. Ett utkast på frågorna är:

- Hur ska konsulten bli bättre på att leverera material som nästa skede vill ha och kan ta hand om? (Exempel på nästa skede är entreprenören som direkt eller indirekt får materialet konsulten projekterat).

⁴ Lars Andersson, Vectura. Intervju 2013-03-26

⁵ Lars Andersson, Vectura. Intervju 2013-03-26

⁶ Lars Andersson, Vectura. Intervju 2013-03-26

- Hur ska beställaren göra sina beställningar tydligare?
- Vad för material ska finnas i förvaltningsdatabasen? Ska det vara modeller eller ritningar?
- Vad ska beaktas vid användning av 3D-modeller?
- Vad ska tänkas på när olika aktörer tillsammans med Trafikverket diskuterar 3D modeller?⁷

Dessa frågor ledde till att en projektgrupp startades som fick i uppdrag att ta fram detaljeringsnivåer för anläggningsbranschen. Handlingen som detaljeringsnivåerna är hämtad ifrån är framtagen som två handlingar i en. Dels en handledande checklista och dels som en processbeskrivning som övergripande beskriver vad som ska uppfyllas i BIM-modellen. Detaljeringsnivåerna är uppdelade i funktionskrav som beskriver vad varje nivå ska innehålla och vad som ska kunna göras i varje nivå.⁸

Nedan följer en tabell över de detaljeringsnivåer som Trafikverket tagit fram. Det är viktigt att poängtera att nivåerna ännu är under uppbyggnad hos Trafikverket och innehållet i dessa kan komma att ändras i framtiden.⁹

⁷ Lars Andersson, Vectura. Intervju 2013-03-26

⁸ Lars Andersson, Vectura. Intervju 2013-03-26

⁹ Lars Andersson, Vectura. Intervju 2013-03-26

Tabell 1. Trafikverkets detaljeringsnivåer

Modellnamn	Nivå 4 BIM-modell	Nivå 3 Ettappuppbyggd modell med materialinformation	Nivå 2 Samordningsmodell med materialinformation	Nivå 1 Samordningsmodell	Nivå 0 Teknikområdesmodeller
Beskrivning	Produktions och förvaltningsanpassad modell med tider, material och underhållsinformation	Modellens uppbyggnad kopplad till tidplan. Produktionsberedning	Sammansatt objektorienterad 3D-modell innehållande alla teknikområden och befintligheter. Attributinformation i grafik eller databaser	Sammansatt objektorienterad 3D-modell innehållande alla teknikområden och befintligheter	Objektorienterad 3D modell innehållande det egna teknikområdet
Nytta	Stöd under hela anläggningens livslängd från produktion till förvaltning	Stöd för produktionsplanering och byggande	Uppbyggnad efter produktionssteg	Krockkontroll och designverifikat. Förståelse för sammansatt anläggning	Kvalitetskontroll av egen anläggning, ev. i förhållande till befintligheter
Förutsättning	Informationsmodell som stödjer hela livscykeln	Uppbyggnad efter produktionssteg	Informationsmodell som omfattar materialattribut	Genensamma benämningar och gemensam generell informationsmodell.	3D-verktyg
Innehåll	Produktions-, och förvaltningsanpassad modell	Produktionsanpassad redovisning med etapper, provisioner	Standard CAD-objekt i 3D. Materialinformation genom taggning av grafik eller db-tag	Standard "CAD" 3D-objekt (volymer, ytor, linjer och punkter)	Standard CAD med ev. teknikvisa databaser

3.1.1.2 Konkretisering av detaljeringsnivåerna

Detaljeringsnivåerna kan vara svåra att tolka för personer som inte är insatta i dem. Nedan följer därför en konkretisering av nivåerna, där syftet är att förtydliga vad detaljeringsnivåerna kommer att innebära för de olika aktörerna i anläggningsbranschen. Detaljeringsnivåerna berör både beställare, projektör och entreprenör men konkretiseringen fokuserar främst på vad detaljeringsnivåerna

innebär för projektörer eftersom det är projektörer som i första hand bygger upp BIM-modeller efter detaljeringsnivåerna.

I **nivå 0** ska varje teknikområde hos projektören bygga upp en 3D-modell bestående av objekt. Vilken information som ska vara kopplad till objekten beror på teknikområdet. Mycket av informationen som är kopplad till objekten ska framgå av lagerhantering eller text och är bland annat information om material och dimensioner. Modellen är till för att varje teknikområde ska kunna granska sitt arbete och för att undvika krockar med befintliga anläggningar i marken. Modellerna ska alltså byggas upp i en CAD-miljö där kartinformation och inmätta befintligheter finns inlagda.¹⁰

Beställare och entreprenör ska ha tillgång till dessa modeller för kommunikation mellan de olika intressenterna. Modellerna ska enligt Trafikverket vara likställda med ritningsmodeller och hanteras som arbetsmaterial fram till leverans. Modellerna kommer emellertid inte skickas till beställare eller entreprenör utan används endast internt på projektörens kontor. Trafikverket anser att det är nödvändigt att sätta upp det här målet för att få alla teknikområden att börja arbeta med 3D. Många teknikområden gör redan det idag.¹¹

I **nivå 1** ska alla volymobjekt redovisas i en samgranskningsmodell. Till exempel ska teknikområde belysning och signal redovisa belysningsstolpar och fundament samt ledningarna, det vill säga alla objekt som har en volym. Om det finns objekt i modellen, till exempel befintliga anläggningar, som inte har en känd dimension eller placering ska dessa markeras med en felmarginal. Felmarginalen ska finnas med i metadata för objektet eller i en bifogad rapport. I samordningsmodellen ska ett gemensamt kodsysteem användas för att alla ska kunna läsa och förstå modellen.¹²

Samgranskning av teknikområden kan ske löpande under arbetet och alla teknikområden behöver inte delta vid varje samgranskningsmöte. Hur samgranskningsmodellerna används är upp till projektören men det rekommenderas att samgranskning sker ofta mellan olika teknikområden då förändringar i ett teknikområde kan påverka ett annat. Samordningsmodellen kan även vara integrerad men detta är inget krav. Att en modell är integrerad innebär att om ett teknikområde ändrar i sin modell sker även ändringen automatiskt i samgranskningsmodellen. Integrering är något för projektören att sträva efter i detta skede då det finns många fördelar med integrering av modeller enligt Trafikverket.¹³

I **nivå 2** ska en produktionsspecifikation kunna fås från samgranskningsmodellen och därför måste noggrann materialinformation finnas integrerad i modellen. Hur detaljerad informationen bör vara beror på vilken entreprenadform det handlar om. Är det en utförandeentreprenad behöver informationen vara mer detaljerad än vid totalentreprenad på grund av att det vid totalentreprenad är entreprenören som tar fram fabrikat och tillverkningsmetod. De olika teknikområdes-modellerna ska vara integrerade med samordningsmodellen.¹⁴

¹⁰ Lars Andersson, Vectura. Intervju 2013-03-26

¹¹ Lars Andersson, Vectura. Intervju 2013-03-26

¹² Lars Andersson, Vectura. Intervju 2013-03-26

¹³ Lars Andersson, Vectura. Intervju 2013-03-26

¹⁴ Lars Andersson, Vectura. Intervju 2013-03-26

I **nivå 3** ska modellen vara etappuppbyggd och objekten ska vara kopplade till en tidplan. Det är entreprenören som gör etappuppbyggnaden av modellen eftersom det är entreprenören som bestämmer hur uppbyggnadsarbetet av anläggningen ska ske. Modellen ska kunna användas i produktionen för att tydligt visualisera produktionen av anläggningen.¹⁵

I **nivå 4** ska modellen ha kommit upp till en fullskalig BIM-modell och fungera som stöd under hela processen från projektering, byggande och slutligen till förvaltning. Modellen ska fungera för samgranskning, produktionsberedning, mängdavgivning, kvalitetskontroll, maskinstyrning och förvaltning.¹⁶

Från och med år 2015 ska den första detaljeringsnivån börja gälla. Det innebär att alla projekt som beställs av Trafikverket måste utföras i en BIM-nivå som minst uppfyller kraven i detaljeringsnivå 0. Om ansvarig för projektet dock vill utföra projektet enligt en högre detaljeringsnivå så är det tillåtet.¹⁷

3.1.2 Fler upphandlade totalentreprenader

Trafikverket har sedan våren 2012 arbetat fram en plan för hur de ska ta på sig en renodlad beställarroll (Sveriges Riksdag, 2012). Trafikverket vill därför beställa fler totalentreprenader i framtiden då de vill lämna över ett större ansvar över projekt på projektörer och entreprenörer och således skapa ökad konkurrens och högre produktivitet (Trafikverket, 2012, Andersson, 2012). Målet är att antalet upphandla totalentreprenader ska öka fram tills år 2018 då antalet totalentreprenader upphandlade av Trafikverket ska ligga på 50 procent (Andersson, 2012).

Vid intervjuer med Trafikverket kom det fram fakta som styrkte att Trafikverket har som mål att öka antalet upphandlade totalentreprenader. Fördelen är att ett steg försvinner vid leveransen av beställt material som finns vid utförandeentreprenad och dialogen mellan projektör och entreprenör sker direkt mellan aktörerna istället för via Trafikverket.¹⁸

I en granskning från riksrevisionen kritiserar dock Trafikverkets upphandlingsstrategi (Riksrevisionen, 2012). Enligt granskningen leder inte totalentreprenader till högre effektivitet jämfört med utförandeentreprenader. Vidare påpekas även att totalentreprenader riskerar leda till ineffektivitet då kvalitén på anläggningarna befaras bli sämre samtidigt som livscykelkostnaderna bli högre.

Trafikverkets svar på granskningen är att nya arbetsätt är under utveckling för att i största möjliga mån använda totalentreprenader i lämpliga projekt. Det är dock inte bara totalentreprenadupphandlingar som måste utvecklas utan även utförandeentreprenader. (Trafikverket, 2012)

¹⁵ Lars Andersson, Vectura. Intervju 2013-03-26

¹⁶ Lars Andersson, Vectura. Intervju 2013-03-26

¹⁷ Lars Andersson, Vectura. Intervju 2013-03-26

¹⁸ Henrik Franzén, Trafikverket. Intervju 2013-04-03

Trafikverket menar emellertid att de totalentreprenader som hittills har upphandlats med verkets nya upphandlingsform har medfört goda erfarenheter. När upphandlings- och beställarformen väl är klar kommer totalentreprenader enligt Trafikverket att leda till mer väg och järnväg för pengarna (Trafikverket, 2012).

3.1.3 Bättre Beställare

I en rapport från Trafikanalys framgår vikten av att beställaren i byggprojekt är tydlig i sina beställningar (Trafikanalys, 2012). I Sverige kännetecknas anläggningsbranschen av svaga beställare och Trafikverket är inget undantag. I intervju med Henrik Franzén, insatt i projektet Införandet av BIM i stora projekt på Trafikverket, framkom det att Trafikverket är medvetet om att tydligare beställningar måste göras¹⁹. Enligt Franzén måste Trafikverket främst bli bättre på att beställa projekt baserade på funktionskrav.

Ett exempel på krav kan vara att ett vägräcke ska vara i en specifik stålqualität. Ett motsvarande funktionskrav kan vara att vägräcket ska hålla i minst 50 år utan underhåll och att det ska klara en viss påkörningslast. Med beställningar baserade på funktionskrav kan entreprenören välja om vägräcket ska vara i stål, trä eller plast så länge som funktionskravet uppfylls. Med funktionskrav får därmed entreprenören friare tyglar att lösa uppgifter vilket möjliggör mer kostnadseffektiva projekt.²⁰

3.2 Pilotprojekt beställda av Trafikverket

Utvecklingen av BIM sker främst genom olika pilot- och investeringsprojekt (Ekholm et al., 2013). Ett stort investeringsprojekt är "Förbifart Stockholm" som är ett av Sveriges genom tidernas största infrastrukturprojekt (Trafikverket, 2013). I projektet kommer de digitala modellerna för första gången utgöra juridiskt bindande underlag (Ekholm et al., 2013). Trafikverkets arbete med projektet är under examensarbetet i fasen av upprättande av arbetsplan och bygghandlingar. Byggstarten är planerad till sommaren 2014 och bygget beräknas ta ca 10 år (Trafikverket, 2013).

Ett projekt som genom redan genomförts av Trafikverket är ett pilotprojekt som kallas Röfornsbron. Målet med projektet var att utvärdera hur BIM påverkar byggprocessens alla delar och skeden och syftet med pilotprojektet var att utveckla branschens BIM-användning. Trafikverket satte in extra resurser i projektet för att göra det till ett fullständigt BIM-projekt och tillhandahöll inga ritningar utan endast en modell i förfrågningsunderlaget (Ekholm et al., 2013).

Pilotprojektet visar att ett projekt med begränsat nyttjande av en modell ger goda effekter utan att kostnaderna ökar och att Trafikverket kan upphandla baserat på en BIM-modell. De nyttor som framgick under projektet är bland annat enklare mängdavgift, bättre underlag för arbetsberedning och arbetsplatsdisponering samt ökad förståelse av anläggningen genom visualisering (Ekholm et al., 2013).

¹⁹ Henrik Franzén, Trafikverket. Intervju 2013-04-03

²⁰ Henrik Franzén, Trafikverket. Intervju 2013-04-03

4 Resultat av intervju med aktörerna

Nedan följer resultatet av ett antal intervjuer som genomförts med olika respondenter från entreprenörer och projektörer. Respondenterna arbetar inom olika delar av anläggningsbranschen och har valts ut med hänsyn till deras inblick i hur respektive företag arbetar med BIM-frågor idag. Flera personer har intervjuats från samma sektor för att få en större säkerhet i svaren.

4.1 Definition av BIM

Projektör

Konsulten har fokuserat på att ta fram en definition av BIM i projekteringskedet och skedena som har anknytning till projektering. BIM handlar då om en samordningsmodell som består av en sammanslagning av alla teknikområdes 3D-modeller.²¹

Till en samordningsmodell kan hur mycket information som helst läggas till och ge BIM tusen olika definitioner. Grundidén är emellertid en samordningsmodell med möjlighet att koppla information till.²²

Entreprenör

BIM kan vara vanlig 3D-modellering bestående av enkla 3D-polylines där information inte är kopplad till objekt. BIM kan också vara objektbaserade modeller med information kopplad till dem och där det finns möjlighet att se krockar mellan objekten. Projektsimuleringar kan även göras där byggnader skapas efter en tidslinje.²³

4.2 Arbetsituationen idag

Projektör

Projektörer har arbetat med 3D-verktyg i många år men omfattningen av 3D-projektering har varit mycket varierande, både i och mellan projekt. 3D-projektering har även olika omfattning beroende på vilket teknikområde som beaktas. Detta beror på att vissa teknikområden har en tradition av att projekteras i 2D medan andra har projekterats i 3D. Idag finns det bättre verktyg än förut som möjliggör samgranskning mellan teknikområden.²⁴

Av de verktyg som finns kan vissa kallas för BIM-verktyg, eftersom information kopplas till objekt och mängdberäkningar kan göras i modellen. Vectura har tillsammans med programutvecklaren Bentley tagit fram programvara lämpad för järnvägsprojektering som BIM-modeller kan utföras i. I stor utsträckning kan projekt genomföras i 3D och i många teknikområden görs det idag. När en 3D-modell projekteras fram skapas även en 2D-modell parallellt. 2D-modeller är nödvändiga eftersom det är svårt att få en överskådlighet med en 3D-modell. Gammalt

²¹ Anders Arnell, Vectura. Intervju 2013-05-08

²² John Häll, Vectura. Intervju 2013-05-14

²³ Erik Westerlind, Skanska. Intervju 2013-04-18

²⁴ Anders Arnell, Vectura. Intervju 2013-05-08

projekteringsmaterial är dessutom alltid i 2D, vilket gör det nödvändigt att göra 2D-ritningar för att kunna jämföra befintligheter med nyprojekterat material.²⁵

Entreprenör

Idag finns en stor del av den teknologi som behövs för att kunna arbeta under ett BIM-inspirerat arbetssätt. Som exempel utförs det idag BIM-simuleringar för att se hur trafiken ska flöda i byggskedet. Vad som ännu inte har lösts är hur sammanlänkning sker mellan olika områden och informationen mellan olika aktörer. De program som används för att hantera den information dagens BIM-modeller innehåller är tunga och svårhanterliga.²⁶

Ett stort problem är att det ritningsunderlag som mottags från projektörer har mycket varierande kvalitet beroende på vem som har projekterat. Ibland består materialet av välgjorda 3D-modeller som kan användas direkt för att schakta och gräva efter. Ritningsunderlaget kan också vara rena pappersritningar i 2D utan någon kvalitetssäkring i höjddled. Detta kan bero på att beställaren vid upphandlingen av ett projekt vill ha 2D-ritningar och projektören gör det denne får betalt för att göra.²⁷

När bristande material levereras, speciellt i de fall där inga 3D-modeller finns bifogade, får entreprenören göra om ritningsunderlaget till 3D-modeller så att filerna kan användas till maskinstyrning.²⁸

4.2.1 Mottaget material

Projektör

Vissa förfrågningsunderlag från beställaren är standardiserade och beskriver tydligt vad som ska ingå i levererat material, oavsett storlek på projektet. I andra fall är kraven i förfrågningsunderlaget luddigt formulerade och projektören ställs då inför två val:²⁹

- Komplettera beställningen med motfrågor för att klargöra vad som efterfrågas men samtidigt öka konkurrensen mellan konkurrenter eftersom de får veta svaren på motfrågorna av beställaren.
- Göra tolkningar av förfrågningsunderlaget vilket innebär att priset kan fås ner och företaget har en större chans att vinna ett anbud men riskerar att leverera material som beställaren inte önskar.

Entreprenör

I de fall upphandlingsformen är en utförandeentreprenad uppfattar entreprenören det mottagna materialet som mycket varierande i kvalitet. Entreprenören tar ibland emot mycket bra underlagsmaterial med modellfiler i 3D som med lite jobb kan användas direkt för maskinstyrning. I andra fall kan det mottagna materialet vara otillfredsställande eftersom endast PDF-ritningar levereras.³⁰

²⁵ John Häll, Vectura. Intervju 2013-05-14

²⁶ Anders Magnander, Skanska. Intervju 2013-05-06

²⁷ Anders Magnander, Skanska. Intervju 2013-05-06

²⁸ Erik Westerlind, Skanska. Intervju 2013-04-18

²⁹ John Häll, Vectura. Intervju 2013-05-14

³⁰ Anders Magnander, Skanska. Intervju 2013-05-17

4.2.2 Överlämning av material

Projektören

Hos projektören beror kvalitén på vidarebefordrat material på upphandlingsformen. Vid en utförandeentreprenad fortskrider inte projektet alltid smidigt vilket beror på de slutna faserna i en utförandeentreprenad. Vid samarbetsprojekt, som kan liknas vid totalentreprenad, brukar arbetet flyta på bättre mellan entreprenörer och projektörer. Entreprenören får då chans att kontrollera projektmaterialen i en tidig fas och tillsammans med projektören diskutera lösningar och dela erfarenheter. Byggbarheten ökar då i projektet och entreprenören kan få en 3D-modell om denne önskar det.³¹

Vid utförandeentreprenader då beställaren inte krävt en 3D-modell kommer det inte med någon modell som entreprenören senare kan använda. Det finns också alltid en viss grad av fel i projektmaterialen som projektören lämnar över vilket leder till kvarstående fel i projektmaterialen när entreprenören väl ska börja bygga. Projektören hörs därför in som beställarstöd av beställaren för att rätta till felen.³²

Entreprenör

I entreprenörens fall så lämnar denne efter sig dels en färdig produkt i form av den anläggning som projekterats, men också relationsunderlag till de relationshandlingar som används vid förvaltning av anläggningen. I relationsunderlaget mäts allt som byggts in i 3D-kordinater och lämnas sedan till den projektören som ska göra relationshandlingarna till beställaren. I många fall används dock inte den inmätta 3D-datan utan projektören gör endast rättningar i ritningarna som sedan går till beställaren. Anledningen till detta är för respondenten oklar.³³

4.3 Nyttor med BIM

Projektör

Genom att arbeta med BIM kan en högre kvalitet i det projekterade materialet uppnås, främst när det är många olika teknikområden inblandade i projektet. Med hjälp av en BIM-modell kan kollisioner mellan objekt granskas och undvikas. BIM-modellen tillåter också visualisering och bättre kommunikation mellan beställare och konsult även om modellen inte i praktiken är en visualiseringsmodell utan en arbetsmodell som konsulten arbetar med. Modellen ger bättre kommunikation eftersom den är lättare att tolka för någon som inte arbetar med projektering jämfört med 2D-ritningar.³⁴

I en högre nivå av BIM kan modellen användas till produktionsplanering där en modell byggs upp efter en tidplan. Senare i processen kan modellen användas som en förvaltningsmodell.³⁵

³¹ John Häll, Vectura. Intervju 2013-05-14

³² John Häll, Vectura. Intervju 2013-05-14

³³ Anders Magnander, Skanska. Intervju 2013-05-17

³⁴ Anders Arnell, Vectura. Intervju 2013-05-08

³⁵ John Häll, Vectura. Intervju 2013-05-14

Entreprenör

Med BIM kan det som görs vid skrivbordet användas direkt av maskinerna på bygget och käppar behöver inte sättas ut för att markera var maskinerna ska gräva. Maskinisterna kan använda de inbyggda GPS:ena till maskinstyrning vilket kan ge en större ekonomisk vinst. Entreprenören får bättre styrning över produktionen och en bättre uppföljning kan göras när projektet är klart.³⁶

En välprojekterad bygghandling innebär att entreprenören kan koncentrera sig på att bygga. Om projektören gjort en BIM-modell är risken för krockar mellan objekt låg vilket innebär att entreprenören inte behöver lägga tid på att finna lösningar på problem ute i produktionen. Om projektören projekterat i en högre nivå av BIM, det vill säga lagt in dimensioner som till exempel tid, så är förhoppningsvis tidplanen väldisponerad. Då kan även krockar under arbetet undvikas vilket leder till ett bättre flyt och ett snabbare och bättre bygge.³⁷

4.4 Hur utvecklingen av BIM bör ske

Projektör

Vissa teknikområden ligger i ett gränsland för vad som är praktiskt att projektera i 3D. Ett exempel på detta kan vara signalregleringsanläggningar där de logiska kopplingarna görs i schemaform. Dessa kopplingar kan bli svåra att göra i 3D och även om det går att göra kan nyttan av att projektera dem i 3D vara mindre än att fortsätta rita dem i schemaform. Den kanske största utmaningen handlar om att få med ett BIM-tänk genom en anläggningens hela livscykel. Det är vid förvaltningskedet som hela värdet av BIM fås ut. Det är viktigt att en modell bevaras och att den tillåts fortsätta leva efter att den faktiska anläggningen är byggd.³⁸

För att kunna låta modellen leva är det viktigt att beställaren, som i många fall är Trafikverket, kan lagra och hantera BIM-modeller. Anledningen till att det är svårt att lagra BIM-modeller är att en modell byggs upp av massor av olika programvaror som arbetar på olika sätt. Vissa använder databaser, vissa använder grafik. I de fall programmet använder databaser måste ett program kunna hantera både själva modellfilen och hela databasfilen. Att göra ett system som kan hantera alla dessa databaser och olika programfiler är något som krävs för att införandet av BIM ska kunna ta fart.³⁹

Projektörerna måste också få kunskap om hur de ska använda BIM-verktygen. Beställaren måste kräva projekt i BIM eftersom projektören då har nytta av att gå kurser i hur de ska använda programvarorna. Om inga krav på BIM finns, finns det ingen anledning att lära projektörerna att använda sig av BIM-kompatibla programvaror. De kommer nämligen att glömma bort sina kunskaper om de inte får arbeta med verktygen eftersom om inga krav på BIM finns kommer heller ingen att arbeta med det.⁴⁰

³⁶ Erik Westerlind, Skanska. Intervju 2013-04-18

³⁷ Anders Magnander, Skanska. Intervju 2013-05-06

³⁸ Anders Arnell, Vectura. Intervju 2013-05-08

³⁹ John Häll, Vectura. Intervju 2013-05-14

⁴⁰ John Häll, Vectura. Intervju 2013-05-14

Entreprenör

Utvecklingen av BIM-användningen i anläggningsbranschen måste börja med att det projekterade materialet helt utförs i 3D. Det är viktigt att intressant information om till exempel terrassbotten och schackbotten kan plockas ur en 3D-modell och att modellen kan användas i ett massdisponeringsprogram. Nästa steg i utvecklingen av BIM hänger på att ett användarvänligt program finns tillgängligt som kan ta hand om all information som en BIM-modell innehåller. Eftersom många program som används idag är tunga och tar lång tid att lära sig kan dessa inte användas ute på arbetsplatser i produktionen. Ett program som går att använda i till exempel en läsplatta och som snabbt går att lära sig är därför något som efterfrågas.⁴¹

Något att beakta är framtida BIM-modellers detaljrikedom. Om detaljrikedomen i en BIM-modell är hög finns en risk att entreprenören inte ifrågasätter modellens korrekthet. På platser med mycket bebyggelse är det svårt att mäta in allt som finns under jord. Om modellen inte stämmer kan felen upptäckas mycket senare än om modellen visat områden med lägre detaljrikedom där projektören inte varit säker på var befintlig bebyggelse finns belägen.⁴²

4.5 Vem som driver utvecklingen

Projektören

Trafikverket har påbörjat införandet av sitt BIM-program och eftersom Trafikverket är en stor kund till många projektörer i infrastrukturbranschen är det vad Trafikverket beslutar och godkänner som styr branschen. Trafikverket kan således påstås ha möjligheten att driva den framåt. Trafikverket är dock inte ensamt i styrandet av BIM-utvecklingen. På järnvägssidan har Trafikverket i samarbete med SWECO jobbat mycket med BIM utveckling. Detta beror på att SWECO har haft hand om projektet Hallandsåsen, som har projekterats i BIM. SWECO har då haft möjligheter till experimentering och kunskap som få projekteringsföretag haft möjlighet till och det är därför de kan påstås ledande i BIM användning.⁴³

Verktymsmässigt menar Häll att Vectura ligger i framkant. Detta eftersom Vectura tillsammans med programutvecklare har utvecklat programvaror som är kompatibla med ett BIM-baserat arbetssätt i framtiden.⁴⁴

Entreprenör

Entreprenören upplever att de under många år har legat i framkant när det kommer till användningen av BIM. Maskinstyrning har sedan det infördes i byggbranschen vart en stor del i entreprenörskapet och för att möjliggöra effektiv användning av maskinstyrning krävs 3D-modeller. Entreprenören driver på konsulten att leverera de modeller de projekterar i så att entreprenörerna inte behöver göra nya.⁴⁵

⁴¹ Anders Magnander, Skanska. Intervju 2013-05-06

⁴² Erik Westerlind, Skanska. Intervju 2013-04-18

⁴³ John Häll, Vectura. Intervju 2013-05-14

⁴⁴ John Häll, Vectura. Intervju 2013-05-14

⁴⁵ Anders Magnander, Skanska. Intervju 2013-05-06

4.6 Hur BIM kan knyta aktörerna närmare

Projektören

I främst samarbetsprojekt kan BIM utnyttjas till dess fulla grad. Eftersom både beställaren och entreprenören direkt kan se vad projektören gör får de en större förståelse för varandras arbete och kan anpassa sig efter varandra.⁴⁶

Entreprenören

Med ett närmare samarbete mellan parter kan kraven på en BIM-modell tydligöras och nyttorna med den bli större. En välgjord 3D-modell kommer att gagna alla parter i anläggningsbranschen.⁴⁷

⁴⁶ John Häll, Vectura. Intervju 2013-05-14

⁴⁷ Erik Westerlind, Skanska. Intervju 2013-04-18

5 Jämförelser och analys

I detta kapitel jämförs och analyseras de arbetsätt som den svenska husbranschen och den norska anläggningsbranschens använder sig av i sitt BIM-arbete mot den svenska anläggningsbranschen. En jämförelse och analys av resultaten av intervjuerna med projektörerna och entreprenörerna mot resultatet av den bakgrundsinformation som står att finna om Trafikverkets utvecklingsstrategier finns också under detta kapitel.

5.1 Jämförelse mellan detaljeringsnivåer och riktlinjer i husbyggnadsbranschen

Skanskas detaljeringsnivåer och Locums riktlinjer är två metoder som skiljer sig ifrån varandra på ett flertal punkter. I detaljeringsnivåerna beskrivs BIM-modeller där nyttor med modellen ökar i varje nivå. Skanska har alltså tagit fram olika nivåer för hur omfattande BIM-modellen ska vara i olika skeden i byggprocessen. Locums riktlinjer ska däremot ses som styrande kravdokument för en fulländad BIM-modell. Det finns inga nyttor beskrivna i Locums dokument utan dokumenten beskriver istället olika krav på modellen och de som arbetar med den.

Vilken av metoderna som lämpar sig bäst är svårt att säga eftersom Skanskas nivåer inte har några publicerade tillämpningar. Det finns dock likheter mellan Locums riktlinjer och Handbok 138 samt likheter mellan Skanskas detaljeringsnivåer och Trafikverkets detaljeringsnivåer. Det kan uppfattas som att det finns två markanta sätt att angripa BIM på inom olika företag i samma bransch.

5.2 Jämförelse mellan husbyggnads- och anläggningsbranschen i Sverige

Den BIM-standard i form av detaljeringsnivåer som Trafikverket föreslagit är mycket lik Skanskas förslag på detaljeringsnivåer i husbyggnadsbranschen. Båda standarderna är uppdelade i fem nivåer där varje nivå har ett antal krav som ska uppfyllas. Att Trafikverkets detaljeringsnivåer är lika Skanskas nivåer kan ses som ett problem eftersom branscherna är väldigt olika. Ett exempel på hur branscherna skiljer sig från varandra är vilka förutsättningar de har i början av ett projekt. Inom husbyggnadsbranschen finns inte samma problem med befintligheter i marken som det finns i anläggningsbranschen. Trafikverkets nivåer borde därför vara mer anpassade efter den svenska anläggningsbranschen. Ett exempel är att det bör vara mer tydligt vid vilken nivå som maskinstyrning ska vara möjligt. Detta framgår inte av Trafikverkets nivåer idag.

Trots likheten i uppdelning av nivåer finns det skillnader mellan Trafikverkets och Skanskas nivåer. Många av nivåerna i Skanskas dokument har samma innebörd och det kan vara svårt att se direkta skillnader mellan till exempel nivå 300 och 400. I Trafikverkets dokument kan en klar trappa urskiljas där mer information läggs till i modellen allt eftersom nivån på modellen blir högre. Denna tydlighet gör Trafikverkets uppdelning av nivåerna bättre då de är lättare att tolka och förstå.

En annan skillnad är att detaljeringsnivåerna i anläggningsbranschen är specificerade efter funktionskrav som en BIM-modell ska uppfylla medan Skanska har ett antal

nyttor som ska kunna fås ut av modellen i specifika nivåer. Skanskas nivåer fokuserar mycket på vilken typ av information som ska kunna fås ut av en BIM-modell medan Trafikverkets nivåer beskriver hur uppbyggnaden av en BIM-modell ska se ut för att få ut information av den. Vilket sätt som skulle vara bättre i detta fall är svårt att analysera på grund av att Skanskas nivåer inte har någon publicerad tillämpning samt att Trafikverkets nivåer ännu är under uppbyggnad. Därför kommer ingen ställning till detta tas i examensarbetet.

Vid jämförelse mellan Trafikverkets detaljeringsnivåer och Locums riktlinjer kan främst en stor skillnad utläsas nämligen att det är två helt skilda metoder för införing av BIM. Locum har inte tagit fram detaljeringsnivåer som Trafikverket gjort utan har istället tagit fram krav på hur en arbetsprocess med BIM-modeller ska se ut inom deras företag. Riktlinjerna liknar en handbok för BIM-modellering där nivån av BIM är hög redan från början.

En annan olikhet är att det i Trafikverkets detaljeringsnivåer finns en klar tydlighet om att modellerna ska vara objektbaserade. Detta har även Locum tagit fasta på i *Riktlinje BIM Objektmodeller* med skillnaden att det här finns tre olika sorters objekt nämligen byggdelar, rum och areor. Att föra in olika sorters objekt i Trafikverkets detaljeringsnivåer skulle kunna ge en enklare modellering av BIM-modellen då till exempel ytor som arbetsområde kan markeras som en area i modellen och inte som ett objekt. Arbetsplatsdisponering är något som entreprenören anser vara en viktig del av byggprocessen och en enkel redovisning av detta skulle kunna göras genom areor i BIM-modellen. Areor skulle kunna förenkla arbetsplatsdisponeringen genom att specifika ytor markeras för specifika maskiner eller arbetsdiscipliner i modellen.

En enkel sammanfattning av de största skillnaderna mellan de tre metoderna är att Skanska har tagit fram detaljeringsnivåer för olika skeden i projektet medan Trafikverket har detaljeringsnivåer för var hela projektet ska sluta i för modell och Locum har en handling för en fulländad BIM-modell och arbetsprocess.

Att jämföra de båda branscherna närmare blir svårt eftersom husbyggnadsbranschen har två olika sätt att etablera BIM på varav ett av sätten liknar Trafikverkets med detaljeringsnivåer. Den slutsats man kan dra av en jämförelse mellan de båda branscherna är att husbyggnadsbranschens båda metoder är till för ett mer välutvecklat BIM-arbete än Trafikverkets nivåer är för anläggningsbranschen. Att Trafikverket tagit fram detaljeringsnivåer som ska etableras efter tid kan ses som en bättre metod för den svenska anläggningsbranschen eftersom BIM inte är lika etablerad där som i husbyggnadsbranschen.

5.3 Jämförelse mellan Trafikverket och Statens vegvesen

Statens vegvesen och Trafikverket har valt två olika metoder för etablering av BIM i respektive anläggningsbransch. Vilken av de två metoderna som är bäst lämpad för införing av BIM i anläggningsbranschen är svårt att avgöra eftersom det ännu inte finns krav på att någon av standarderna ska följas i respektive land. Det införande som Norge valt genom att lägga fram höga krav på 3D-modeller från första början kan anses vara extremt. Vid dels intervjuer med Trafikverket och i tidningsartiklar framkommer det dock att Norge har utvecklat BIM-användning i högre grad än Sverige. Den norska anläggningsbranschen skulle således kunna anses vara van vid

BIM-modellering och redo att bemöta de krav som HB 138 ställer. Att den svenska anläggningsbranschen ligger efter den norska när det gäller utveckling av BIM är dock en sanning med modifikation. I Sverige pågår stora projekt där BIM genomsyrar hela arbetsprocessen. De företag som samlat på sig erfarenheter genom dessa pilotprojekt kan därför anses förberedda för en BIM-standardisering lik den Norge förespråkar.

Det är emellertid inte alla svenska anläggningsföretag som fått chansen att använda sig av BIM-modellering i stora pilotprojekt. Alla anläggningsföretag har därför inte lika stora erfarenheter av BIM-modeller och den etableringstaktik som Trafikverket förespråkar där BIM successivt införs i branschen kan därför motiveras i Sverige.

5.4 Trafikverket och aktörerna

Under följande rubriker kommer Trafikverkets BIM-strategi att jämföras mot entreprenören och projektörens tankar och erfarenheter av BIM för att ta reda på om Trafikverkets utvecklingsstrategi är motiverad.

5.4.1 Behövs BIM?

Att en utveckling av BIM i anläggningsbranschen kan öka effektiviteten och kvalitén på anläggningarna är samtliga tillfrågade respondenter eniga om. I både den norska anläggningsbranschen och i den svenska husbyggnadsbranschen är erfarenheterna av BIM positiva. Det är därför ett motiverat val att utveckla BIM i den svenska anläggningsbranschen.

5.4.1.1 Branschen behov av detaljeringsnivåer

De flesta aktörer är eniga om att Trafikverket som beställare har störst möjlighet att påverka branschen så att BIM-användningen kan öka. Att Trafikverket tagit initiativet att utveckla BIM i anläggningsbranschen är därför något som välkomnas av hela branschen. En strukturerad av BIM-användning kommer förhoppningsvis att leda till tydligare krav på utformningen av BIM-modeller, användningen av dessa samt leveranserna av modellerna mellan olika aktörer.

Trafikverket har valt att införa BIM i anläggningsbranschen genom att dela upp BIM-modeller i detaljeringsnivåer. Det är främst för projektörer som behovet av olika detaljnivåer av BIM är tydligt eftersom det är projektören som ska göra merparten av modellerna i framtiden. I de projekt där projektörer arbetar med BIM skapas en samordningsmodell. Projektören har sedan möjlighet att lägga till mer information till de olika objekten i samordningsmodellen, vilket speglas i det arbetssätt Trafikverket planerar att utveckla BIM på i anläggningsbranschen. Detaljeringsnivåerna återger ett i branschen redan etablerat arbetssätt vilket innebär att inga större förändringar behöver genomgå. Valet att införa BIM genom detaljeringsnivåer tolkas således som positiv.

Trafikverkets handling kräver mycket arbete av projektören i de första detaljeringsnivåerna medan de senare detaljeringsnivåerna är mer fokuserade på entreprenörens arbete. Eftersom detaljeringsnivåerna kommer att införas systematiskt över tid kommer entreprenören att arbeta med BIM-modeller senare i utvecklingen

och under en mer detaljerad fas av BIM än projektören. Detta kan leda till att entreprenören får svårt att lösa de uppgifter som detaljeringsnivåerna kräver om entreprenören inte är väl förberedd inför krav om modeller i en detaljeringsnivå 3 eller högre.

Ett annat för entreprenören stort problem är att det inte tydligt framkommer vid vilken detaljeringsnivå som maskinstyrning ska vara möjligt. Oavsett vilken detaljeringsnivå som Trafikverket kräver att en BIM-modell ska utföras i måste modellen vara så pass komplett att när den används av entreprenören så skall denne inte behöva göra egna 3D-modeller för maskinstyrning. Modeller utförda i detaljeringsnivå 1 eller högre kan anses vara kompletta nog för att möjliggöra maskinstyrning. Trafikverket bör därför inte beställa modeller av en lägre detaljeringsnivå än 1.

5.4.2 Vilken nivå är branschen på idag

Nedan följer en analys över var de olika aktörerna befinner sig på för nivå utifrån hur Trafikverkets detaljeringsnivåer ser ut idag.

Projektören

Det finns idag projektörer som har BIM-verktyg och kan arbeta med objektbaserade 3D-modeller och som samgranskar olika teknikområdesmodeller mot varandra. Dessa projektörer har således material och kunskap för att kunna projektera BIM-modeller som motsvarar Trafikverkets krav i detaljeringsnivå 2. Det ska dock nämnas att det finns krav i den första detaljeringsnivån som inte uppfylls av projektören ännu. Detta är kravet om att alla teknikområden ska göra var sin teknikområdesmodell med objekt i 3D. Ur denna synpunkt uppfyller inte projektören detaljeringsnivå 0. I praktiken är det emellertid inte praktiskt att alla teknikområden gör var sin teknikområdesmodell i 3D eftersom en 3D-modell för vissa teknikområden blir svårtolkad. Ett exempel på objekt som är opraktiska att projektera i 3D är signalregleringsanläggningar. Trafikverket kan därför behöva ändra kraven i detaljeringsnivåerna så att inte samtliga teknikområden i ett projekt behöver göra en teknikområdesmodell i 3D.

Entreprenören

Entreprenörens arbete kan inte lika tydligt kopplas till detaljeringsnivåer av BIM så som projektörens arbete kan. De 3D-modeller som entreprenören själv bygger utifrån bygghandlingar kan anses vara BIM-modeller. Dessa modeller byggs antagligen upp av ett specifikt teknikområde inom entreprenörstaben. Någon samgranskning mellan flera olika teknikområden existerar därför inte. Det är dock möjligt att teknikområdet gör flera olika typer av 3D-modeller utifrån bygghandlingar och att dessa samgranskas mot varandra.

Denna typ av modellhantering speglar en del av kraven som beskrivs i detaljeringsnivå 0 samt 1. I intervjuer framkom det att entreprenören även har verktyg för att titta på flöden av trafiken vid produktion av en anläggning i en BIM-modell som kan kopplas mot kraven i detaljeringsnivå 3. Vid inmätningar av data till relationshandlingar mäts samtliga koordinater i 3D, vilket utgör grunden för att kunna skapa en BIM-modell enligt nivå 4. Sammantaget kan slutsatsen dras att entreprenören har prövat på många av de nivåer av BIM som Trafikverket tänker sig. Från intervjuerna kan antas att entreprenören regelbundet sysslar med BIM-arbete som delvis uppfyller krav i nivå 0, 1 och 4. Vid införing av detaljeringsnivåerna

kommer entreprenörens huvudsakliga BIM-arbete antagligen ligga vid detaljeringsnivå 3 samt 4. Som tidigare nämnt blir det därför viktigt att entreprenören är förbered på arbete vid dess detaljeringsnivåer när kraven väl kommer.

5.4.3 Vad anser branschen om fler totalentreprenader

Trafikverket har fått kritik för sina planer att upphandla fler projekt som totalentreprenader med argumentet att ineffektivitet riskeras. Det framkommer dock vid intervjuer att både projektörer och entreprenör efterfrågar ett närmare samarbete med varandra och då kan totalentreprenader vara en bra lösning. Vid totalentreprenad är det lättare för entreprenören att få önskat material utav projektörerna och påverka projekten i ett tidigare skede eftersom aktörerna då har ett närmare samarbete. Fler totalentreprenader kan även anses leda till en effektivare anläggningsbransch eftersom ett steg i byggprocessen försvinner, nämligen att Trafikverket inte behöver vara en mellanhand vid konflikter mellan entreprenör och projektör.

Det finns även chans för att en utveckling av BIM gynnas av totalentreprenader. BIM kräver en god sammanlänkning mellan olika områden. Det nära samarbete mellan aktörer som totalentreprenader innebär kan gynna informationsflödet mellan olika BIM-modeller. Om Trafikverket utvecklar upphandlingsformen av totalentreprenader finns en stor chans att både en snabbare utveckling av BIM sker samt att branschen effektiviseras.

6 Diskussion

Under följande rubriker diskuteras och kritiseras metoden och källorna till rapporten.

6.1 Diskussion kring metod och intervjuer

Under examensarbetet har åtta personer intervjuats. För att få en enhetlig bild av vad beställare, projektör och entreprenör tycker om BIM bör fler personer ha intervjuats. Personerna som intervjuats är alla positiva till en utveckling av BIM vilket kan bero på att de alla är djupt insatta i BIM- eller 3D-projektering. Genom att intervjua personer som inte är lika insatta och som har en mindre positiv inställning till BIM kan fler aspekter och viktiga åsikter komma fram. De negativa åsikter som dock kommit fram under intervjuerna är mer riktade mot andra aktörer i branschen än mot konceptet kring BIM. Detta kan bero på sättet som intervjuerna genomfördes på. Intervjuerna kunde vinklas mer mot problemen kring användningen av BIM och mindre mot vad andra aktörer i branschen har för inverkan på intervjuobjektens arbete. BIM är emellertid ett komplext ämne i byggbranschen som långt ifrån alla intressenter är säkra på som begrepp. Det är därför möjligt att respondenterna till denna rapport inte förstått vissa av frågorna och att svaren därför seglat iväg från det faktiska ämnet.

Intervjuerna genomfördes tidigt i examensarbetet och mer tid bör lagts på att studera intervjuteknik. Informationsutbytet blev ojämnt ifrån intervjuerna eftersom intervjutekniken blev bättre ju fler intervjuer som genomfördes. Att jämföra de olika svaren från respondenterna mot varandra är därför inte helt rättvist.

6.2 Diskussion kring litteratur

Vid litteraturstudien har fokus lagts på att samla litteratur som publicerats de närmsta åren. Det kom dock mycket ny litteratur under den tid examensarbetet pågick vilket tyder på en för tillfället snabb utveckling av BIM i branschen. Hur pass aktuell använd litteratur är kan därför ifrågasättas i trovärdighet då byggbranschen är en bransch under ständig utveckling.

7 Slutsats

I slutsatsen besvaras syften med rapporten. Ytterligare ett underkapitel har lagts till som ger förslag på vidare studier i det ämne som rapporten tar upp.

7.1 Nyttor med etablering av BIM i anläggningsbranschen

Mycket tyder på att anläggningsbranschen kommer att gynnas av en etablering av BIM. De främsta nyttorna som kan uppnås med BIM är effektivisering. Effektiviseringen innebär att projekt kan genomföras både billigare och snabbare utan att äventyra kvalitén på slutprodukten i projektering, produktion och förvaltning.

7.2 Vilken etableringsmetod lämpar sig bäst

Trafikverkets strategi att etablera BIM med hjälp av detaljeringsnivåer anses vara en lämplig strategi för den svenska anläggningsbranschen. Tillsammans med Trafikverkets övriga utvecklingsstrategier i form av fler totalentreprenader samt att bli bättre beställare kan detaljeringsnivåerna ge BIM goda möjligheter att bli det verktyg för effektivisering som branschen vill ha och behöver.

7.3 Vidare studier

För kommande examensarbeten inom området rekommenderas att titta på den juridiska problematiken i utveckling av BIM. Detta är idag ett omfattande problem men fick inget utrymme i detta examensarbete. Förslag till framtida studier är även att studera hur ett beställningsunderlag av en BIM-modell ska se ut. Hur ska kraven ställas på modellen? Ska det vara funktionskrav eller innehållskrav? Vidare är den tekniska biten också viktig vid utvecklingen av BIM. Det är viktigt att de verktyg i form av programvaror som finns till förfogande kan vara till hjälp för att uppfylla de krav som Trafikverket kommer ställa i framtiden. Finns det tillräckligt bra verktyg idag eller behövs det nya? Detta är områden som rekommenderas för framtida examensarbeten inom BIM i anläggningsbranschen.

Referenser

AMP Guiden (2009) *Projektörerna*. <http://www.ampguiden.net/sa/node.asp?node=81> (2013-05-07).

Andersson, U. (2012) Trafikverket satsar på totalentreprenader. *Leveranstidningen Entreprenad*. <http://www.entreprenad.com/kategorier/alla/totalentreprenadernas-tid-kommer/> (2013-07-09).

Akademiska hus (2012) Årsredovisning 2012. http://www.akademiskahus.se/fileadmin/ekonomi_finans/Arsredovisning_2012.pdf (2013-07-01).

Azhar, S., Khalfan, M., & Maqsood, T. (2009), *Building Information Modeling (BIM): Now and Beyond*. http://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fepress.lib.uts.edu.au%2Fjournals%2Findex.php%2FAJCEB%2Farticle%2Fdownload%2F3032%2F3245&ei=lAWrUZ_8DsvitQbbooHYBg&usq=AFQjCNFkL7M2gLV AoJJ_Gp5jFMwLdjBGA&bvm=bv.47244034,d.Yms (2013-04-17).

Byggvärlden (2012) BIM möjliggör Norges längsta bro. <http://www.byggvarlden.se/nyheter/byggprojekt/bim-mojliggor-norges-langsta-bro> (2013-07-05).

Dickson, B. (2010) "Beställarna måste kräva bim". *Byggindustrin*. http://www.byggindustrin.com/nyheter/bestallarna-maste-krava-bim_8242 (2013-07-05).

Ekholm, A., et al. (2013) BIM – Standardiseringsbehov. *SBUF*. http://www.openbim.se/Aktuellt/Nyheter/~media/Files_OpenBIM/Projekt/130620_BIM_rapport.ashx (2013-07-10).

Ernstrom, B., et al. (2006). *The Contractors guide to BIM*, (1). http://www.engr.psu.edu/ae/thesis/portfolios/2008/tjs288/Research/AGC_GuideToBIM.pdf (2013-05-08).

Fälth, L., & Ohlsson, M. (2012) *Gemensamt kodsystem och dess betydelse för utvecklingen av BIM i anläggningsbranschen*. http://www.vectura.se/Documents/Karri%C3%A4r/exjobb_MarcusOhlsson.pdf (2013-03-02).

Gustavsson, H. (2012). *Detaljeringsnivå i BIM*. <http://www.sbuf.se/ProjectArea/Documents/ProjectDocuments/E9D28CEF-B0D4-4353-980C-95EA184A5D9C%5CFinalReport%5CSBUF%2012604%20Slutrapport%20Detaljeringsniv%C3%A5%20i%20BIM.pdf> (2013-05-22).

Hindersson, P. (2012) Bimandet fortsätter öka. *Byggindustrin*. http://www.byggindustrin.com/nyheter/bimandet-fortsatter-att-oka_9943 (2013-07-01).

- Johansson, J. (2011) *Effektivisering av 3D-processen inom anläggningsprojekt*. <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/147979.pdf> (2013-04-22).
- Juell-Skielse, M. (2011) Norge kräver BIM i upphandling. *Svensk Byggtjänst*. <http://guides.lib.chalmers.se/content.php?pid=208254&sid=2199177> (2013-07-05).
- Kunz, J., & Fischer, M. (2009) *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions*, (October). http://cife.stanford.edu/sites/default/files/WP097_0.pdf (2013-05-17).
- Köhler, N. (2008). "Svenska staten bör kräva BIM". *Byggindustrin*. http://www.byggindustrin.com/teknik/svenska-staten-bor-krava-bim_5765 (2013-07-05).
- Köhler, N. (2009) Skanska gör strategisk satsning på BIM. *Byggindustrin*. http://www.byggindustrin.com/teknik/skanska-gor-strategisk-satsning-pa-bim_6488 (2013-07-01).
- Locum. (2010) Vad gör Locum?. <http://www.locum.se/Om-Locum/Fragor--svar/Om-Locum/Vad-gor-Locum-/#2895> (2013-07-01).
- Locum. (2012) ”Den tekniska utvecklingen är en drivkraft” <http://www.locum.se/Arbete-har/Den-tekniska-utvecklingen-ar-en-drivkraft/> (2013-07-07).
- Locum. (2013) Riktlinje BIM Objektmodeller. <http://www.locum.se/MirroredFiles/Kvalitetssystemet/S-Stod/Teknikstod/R%2025%201%20Riktlinje%20BIM%20Objektmodeller.pdf> (2013-07-07).
- Locum. (2013) Riktlinje BIM Samordning. <http://www.locum.se/MirroredFiles/Kvalitetssystemet/S-Stod/Teknikstod/R%2025%202%20Riktlinje%20BIM%20Samordning.pdf> (2013-07-07).
- Locum. (2013) Riktlinje BIM Samgranskning. <http://www.locum.se/MirroredFiles/Kvalitetssystemet/S-Stod/Teknikstod/R%2025%203%20Riktlinje%20BIM%20Samgranskning.pdf> (2013-07-07).
- Malm, G. (2013) Vi bidrar till samhällsutvecklingen. *Trafikverket*. <http://www.trafikverket.se/Om-Trafikverket/Trafikverket/> (2013-07-10).
- Mills, T. (2010) *Achieving BIM and CIM implementation through quality management*, 16-18. <http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2010-119.pdf> (2013-05-20).
- Nilsson, G. (2011) BIM säkrar kvalitet och tid i Nya Karolinska-projektet. *openBIM*. http://www.openbim.se/~media/Files_OpenBIM/Infoblad/BIM_sakrar_kvalitet_och_tid_i_Nya_Karolinska-projektet.ashx (2013-07-07).

Nilsson, G. (2013) *Fastställda detaljeringsnivåer kan ge ökad nytta av BIM*.
http://www.openbim.se/~media/Files_OpenBIM/Infoblad/Faststallda_detaljeringsnivauer_kan_ge_okad_nytta_av_BIM.ashx (2013-04-04).

Norberg, S. (2009) Billigare byggen med BIM. *Byggvärlden*.
<http://www.byggvarlden.se/nyheter/byggprojekt/article88646.ece>. (2013-07-10).

Riksrevisionen. (2011) Trafikverkens produktivitet.
http://www.riksrevisionen.se/PageFiles/8554/Anpassad_11_7%20Trafikverkens%20produktivitet.pdf (2013-07-01).

Riksrevisionen. (2012). Trafikverkets upphandlingar av vägar och järnvägar - leder den till högre produktivitet?
http://www.riksrevisionen.se/PageFiles/16129/Anpassad_12_14_Trafikverkets%20upphandling.pdf (2013-07-09).

Statens vegvesen. (2012) *Håndbok 138*.
<http://www.vegvesen.no/attachment/185568/binary/360132> (2013-05-21).

Statskontoret. (2010) Att mäta produktivetsutvecklingen i anläggningsbranschen.
<http://www.statskontoret.se/upload/Publikationer/2010/201019.pdf> (2013-07-10).

Svensk Byggtjänst. (2011) *Studenthandling Byggprocessen*.
http://www.byggstjanst.se/PageFiles/95715/byggprocessen_handledning_studenter.pdf (2013-03-28).

Sveriges Riksdag. (2012) Riksrevisionens rapport om Trafikverkets upphandling av vägar och järnvägar. http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Forslag/Propositioner-och-skrivelser/Riksrevisionens-rapport-om-Tra_H00350/?html=true (2013-07-01).

SWECO. BIM – ett smartare sätt att jobba.
<http://www.sweco.se/sv/Sweden/Losningar/Byggnader/BIM/> (2013-07-22).

Trafikanalys. (2012) Anläggningsbranschen - utveckling, marknadsstruktur och konjunkturkänslighet. http://www.trafa.se/PageDocuments/Anlaeggningsbranschen-utveckling_marknadsstruktur_och_konjunkturkaenslighet.pdf (2013-07-01).

Trafikanalys (2012) Anläggningsbranschen - utveckling, marknadsstruktur och konjunkturkänslighet. http://www.trafa.se/PageDocuments/Anlaeggningsbranschen-utveckling_marknadsstruktur_och_konjunkturkaenslighet.pdf (2013-07-01).

Trafikverket. (2011) *Om drift och underhåll*.
<http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Vag/Drift-och-underhall/Om-drift-och-underhall/> (2013-04-18).

Trafikverket. (2012) Riksrevisionen kritiserar Trafikverkets upphandlingar.
<http://www.trafikverket.se/Aktuellt/Nyhetsarkiv/Nyhetsarkiv2/Nationellt/2012-06/Riksrevisionen-kritiserar-Trafikverkets-upphandlingar/>. (2013-07-10).

Trafikverket. (2013) Att införa BIM i Trafikverket.
<http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Teknik/Att-infora-BIM-pa-Trafikverket/> (2013-07-01).

Trafikverket. (2013) Om Förbifart Stockholm-projektet.
<http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Stockholm/Forbifart-stockholm/Om-projektet/> (2013-07-08).

Vianova. BIM ME UP - Björvika Etapp 2. <http://www.vianova.se/BIM/BIM-ME-UP/BIM-ME-UP-Bjoervika-Etapp-2#.UguOvpLOveg> (2013-07-01).

Bildkällor

Figur 1: Sveriges byggindustrier. (2007). *Byggprocessen*.

http://publikationer.bygg.org/Images/Info/739/Byggprocessen_studiehafte_.pdf

(2013-03-28)

Bilaga

Intervjufrågor till Trafikverket

Vad är BIM enligt Trafikverket?

Vad har anläggningsbranschen för nytta av BIM och vad har varje enskild aktör för nytta av BIM?

Vad har Trafikverket för nytta av en BIM-modell?

Vilka driver BIM framåt?

Vad behöver man utveckla i sitt BIM-användande?

Vad vill Trafikverket ha av de olika aktörerna?

Vad för Trafikverket för dialog med företag?

Intervjufrågor till aktörerna

Vad är ert företags definition av BIM?

Hur ser er arbetssituation idag ut? I vilken grad används BIM hos er?

Hur ser ni på det material ni får av föregående aktör och på det material som ni lämnar över till nästa aktör?

Vilka nyttor ser ni med BIM?

Hur bör utvecklingen av BIM ske?

Vem driver utvecklingen av BIM?

Hur kan BIM knyta intressenterna närmare varandra?