



CHALMERS

BIM i Anläggningsbranschen

En studie av BIM-användande hos entreprenörer och beställare

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

FELIX ENNING
SVEN GROSS

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för construction management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Examensarbete BOMX03-17-17

EXAMENSARBETE BOMX03-17-17

BIM i Anläggningsbranschen

En studie av BIM-användande hos entreprenörer och beställare

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

FELIX ENNING

SVEN GROSS

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för construction management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2017

BIM i Anläggningsbranschen
En studie av BIM-användande hos entreprenörer och beställare

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

FELIX ENNING

SVEN GROSS

© FELIX ENNING, SVEN GROSS, 2017

Examensarbete BOMX03-17-17 / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2017

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för construction management

Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Chalmers Reproservice
Göteborg 2017

BIM i Anläggningsbranschen

En studie av BIM-användande hos entreprenörer och beställare

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

FELIX ENNING

SVEN GROSS

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för construction management

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

I anläggningsbranschen pågår idag högkonjunktur med många krävande projekt som Västlänken och Förbifart Stockholm vilket ställer krav på effektiva arbetssätt inom hela branschen. BIM är ett arbetssätt som med digitala hjälpmedel kan effektivisera arbetsprocessen, husbyggnadsbranschen är ett exempel där BIM används och har visats vara effektivt. Syftet med denna rapport är att undersöka om BIM används inom anläggningsbranschen för att sedan föreslå hur entreprenadföretag kan utveckla sitt arbetssätt med hjälp av BIM.

En nulägesanalys utfördes där 16 personer intervjuades med respondenter från Peab Anläggning, WSP och Trafikverket. Tanken är att dessa 16 intervjuer från beställare, projektörer och entreprenörer ska ge en bild av hur arbetsprocessen ser ut i branschen idag.

Vid en jämförelse mellan definitionen av BIM och intervjustudien som genomförts går det att konstatera att anläggningsbranschen ännu inte arbetar med BIM. Däremot används vissa tillämpningar av BIM i varierande omfattning men dessa begränsas av en mängd barriärer där den viktigaste är kompatibilitetsproblem mellan programvaror. Rapporten visar att ett användande av BIM kan möjliggöra en effektivare arbetsprocess men för att nå dit är det viktigt att alla involverade aktörer hittar egna arbetssätt och arbetsnyttor med BIM.

Nyckelord: BIM, anläggning, infrastruktur, 3D-modell, samordning

BIM in Civil Engineering

An inquiry into BIM-usage of contractors and clients

Diploma Thesis in the Engineering Programme

Building and Civil Engineering

FELIX ENNING

SVEN GROSS

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Construction Management

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The Swedish construction industry is currently going through a period of economic prosperity with several demanding projects such as the West Link and the Stockholm Bypass occupying the entire industry. These challenging projects require efficient ways of working, BIM is often referred to as a potential way of further improving the efficiency of the construction industry. BIM can be explained as a way of using digital tools to streamline the work process. The aim of this study is to investigate whether BIM is used in the Swedish civil engineering industry and to propose ways in which contractors can further develop their ways of working by using BIM.

This was investigated through a series of interviews with 16 persons from contractor-, consultant- and client-organisations. The aim of these interviews was to depict how the Swedish civil engineering-industry works in current projects as well as what kind of barriers and possibilities are seen in regards to BIM.

A working definition of BIM was established and then compared to what was found in the interviews. This comparison concluded that the Swedish civil engineering industry is not currently integrating BIM in it's work-processes. However, some examples of BIM-usage can be found to a varying extent and complexity. Unfortunately this usage is often restricted by exchange-formats and issues with compability. The thesis concludes that BIM-usage can be used to streamline different work processes and that it is important for the different companies to find their respective benefits with BIM on their own.

Key words: BIM, construction, infrastructure, 3D-model, coordination

Innehåll

| | |
|---|-----------|
| SAMMANFATTNING | I |
| ABSTRACT | II |
| INNEHÅLL | III |
| FÖRORD | VI |
| BEGREPPSFÖRKLARING | VII |
| 1 Inledning | 1 |
| 1.1 <i>Bakgrund</i> | 1 |
| 1.2 <i>Syfte</i> | 2 |
| 1.3 <i>Avgränsningar</i> | 2 |
| 1.4 <i>Frågeställning</i> | 2 |
| 1.5 <i>Metod</i> | 2 |
| 1.5.1 <i>Intervjurespondenter</i> | 3 |
| 1.6 <i>Reflektion kring metod och arbetsprocess</i> | 5 |
| 2 Teori | 6 |
| 2.1 <i>Definition av BIM</i> | 6 |
| 2.2 <i>Möjligheter med BIM</i> | 7 |
| 2.3 <i>Teoretiska barriärer</i> | 8 |
| 2.4 <i>Aktörernas roll i byggprocessen</i> | 10 |
| 2.4.1 <i>Beställare</i> | 10 |
| 2.4.2 <i>Konsulter</i> | 11 |
| 2.4.3 <i>Entreprenörer</i> | 12 |
| 2.4.4 <i>Entreprenadformer</i> | 12 |
| 3 Resultat: Nulägesanalys av BIM | 13 |
| 3.1 <i>Projekt</i> | 13 |
| 3.1.1 <i>Västlänken – Etapp Olskroken</i> | 13 |
| 3.1.2 <i>Sänkningen av E45</i> | 14 |
| 3.1.3 <i>Förbifart Stockholm</i> | 15 |
| 3.2 <i>Arbetsprocessen idag</i> | 15 |
| 3.2.1 <i>Informationsflöde mellan aktörer</i> | 15 |
| 3.2.2 <i>BIM-tillämpningar</i> | 16 |
| 3.3 <i>Möjliga tillämpningar</i> | 16 |
| 3.4 <i>Barriärer</i> | 17 |
| 3.4.1 <i>Vem driver utvecklingen med BIM?</i> | 17 |
| 3.4.2 <i>Kompetens</i> | 18 |
| 3.4.3 <i>Utbytesformat</i> | 19 |
| 3.4.4 <i>Vem ansvarar för modellen?</i> | 19 |
| 3.5 <i>BIM i Norge</i> | 19 |
| 3.6 <i>BIM i Husprojekt</i> | 20 |
| 3.6.1 <i>BIM-manualer</i> | 21 |
| 4 Diskussion | 22 |
| 4.1 <i>Arbetsprocessen idag</i> | 22 |
| 4.2 <i>Utveckling av BIM i branschen</i> | 22 |
| 5 Slutsats | 25 |
| 5.1 <i>Dagens användning av BIM</i> | 25 |

| | | |
|----------|----------------------------------|-----------|
| 5.2 | <i>Barriärer och möjligheter</i> | 25 |
| 5.3 | <i>Vidare studier</i> | 25 |
| 6 | Källhänvisning | 27 |
| 7 | Bildkällor | 29 |

Förord

Denna rapport är det avslutande projektet i högskoleingenjörsutbildningen inom Byggteknik på Chalmers tekniska högskola och omfattar 15 högskolepoäng. Examensarbetet har genomförts i samverkan med Peab Anläggning och Construction Management på Chalmers.

Vi vill tacka våra handledare Mattias Roupé på Chalmers och Markus Lögdal på Peab Anläggning för deras stöd och tålamod med våra ständiga frågor. Ett extra tack vill vi tillägna Roger Westberg, Martin Laninge och Rickard Mårtensson som bidragit med stöd genom hela arbetet. Dessutom vill vi tacka alla som tagit sig tid och ställt upp på intervju med oss, tack vare er har det blivit ett mycket intressant arbete.

Göteborg maj 2017
Felix Enning
Sven Gross

Begreppsförklaring

IFC - Industry Foundation Classes, är ett neutralt öppet filformat som är kompatibelt med många programvaror

BIM – Building information model/modeling, digitala hjälpmedel för byggande som använder 3D-modeller

4D-BIM - BIM-modell där tidsperspektivet är kopplat till modellen

5D-BIM - BIM-modell där kostnads- och tidsperspektiv är kopplat till modellen

RFI - Request for information, klargörande av tekniska detaljer, används utomlands

Relationshandling - Handling som entreprenören lämnar vidare till beställaren då en byggnation är färdigställd, används för kommande drift och underhåll av anläggningen/byggnaden

Samgranskning - Gemensam kontroll av modellen

Kollisionskontroll - Kontroll som utförs i en 3D-modell och visar om det uppstår kollisioner mellan objekt

Gällande bygghandling - Den handling som är juridiskt gällande för ett projekt

Samordningsmodell - En modell som innefattar hela projektet och innehåller information från olika ämnesområdesmodellerna

Ämnesområdesmodell - En modell över en viss del av anläggningen/byggnaden

Förbifart Stockholm - Vägtunnel som passerar Stockholm

Västlänken - Järnvägsprojekt där en tågtunnel ska byggas under Göteborg. Projektet är uppdelat i flera etapper och planskildhet Olskroken är den inledande delen.

Utbytesformat - Öppet format som kan hanteras av alla aktörer

ÄTA-arbeten - Ändrings-, tillägg- och avgående arbeten

1 Inledning

Inledningen i denna rapport förklarar förutsättningarna för arbetet och redogör även för metoden arbetet utgått från.

1.1 Bakgrund

Den svenska bygg- och anläggningsbranschen är idag i extrem högkonjunktur med många satsningar på såväl husbyggnad som infrastruktur. Några exempel på sådana infrastrukturprojekt är vägprojektet Förbifart Stockholm, järnvägsprojektet Västlänken i Göteborg och Sänkningen av E45 i Göteborg. Dessa projekt ställer stora krav på en effektiv organisation inom landets anläggningsföretag och inte minst på effektiva arbetssätt. Det gäller att optimera och utveckla dagens arbetssätt inom hela ledet med involverade företag och aktörer. Från Trafikverket som är den största enskilda beställaren inom anläggningsbranschen till konsulterna som utformar de tekniska lösningarna och slutligen entreprenörerna som utför det operativa arbetet.

Effektivisering av byggande i anläggningsbranschen kan till exempel ske med hjälp av digitala hjälpmedel i form av BIM (Building Information Model). BIM kan ses som en mängd olika digitala hjälpmedel som använder sig av och knyter an till en 3D-modell. Informationen som binds till modellens olika objekt kan vara allt från geografisk position till namn på specifika delar och egenskaper i materialet. Genom att presentera denna information i modellen istället för 2-dimensionella ritningar kan arbetssätt inom anläggningsprojekt effektiviseras på många sätt. En av de viktigaste och mest grundläggande nyttorna är att underlätta kommunikation mellan de involverade aktörerna vilket minskar risken för missförstånd och problem i produktionen. I idealfallet har alla involverade aktörer tillgång till samma information i form av just en 3D-modell med information knuten till de olika objekten.

Med detta som bakgrund har Trafikverket under de senaste åren börjat ställa krav på BIM-användande i upphandlingar. Till exempel specificerar Brunbäck (2014, s. 40) i Trafikverkets upphandlingsstrategi för Västlänken att "Projektet Västlänken kommer använda BIM som en central arbetsprocess för att styra informationshanteringen".

Med det sagt så ställer införandet av BIM som arbetssätt höga krav på alla involverade aktörer. Konsulter behöver bygga detaljerade modeller som kan användas genom hela byggprocessen. Entreprenörer behöver ta till sig den kunskap som krävs för att kunna använda modellerna och sedan kontinuerligt följa upp arbetet med modellen genom hela byggtiden. Beställare behöver i sin tur ta emot och använda modeller under förvaltningen.

Detta är ett arbetssätt som inom husbyggnadsbranschen haft stort genomslag de senaste åren och är på väg att slå igenom även inom anläggningsbranschen. Däremot står den fortsatta utvecklingen inför ett antal utmaningar, inte minst hos entreprenörer som endast nyligen påbörjat arbetet med implementeringen av BIM som arbetssätt.

Denna rapport beskriver de utmaningar som utvecklingen står inför. Rapporten grundas dels i en litteraturstudie och dels i en mängd intervjuer som genomförts med personer från tre stora aktörer inom anläggningsbranschen.

1.2 Syfte

Syftet med detta arbete är att utreda hur entreprenörer i anläggningsbranschen för närvarande arbetar med delar av byggprocessen och hur detta arbete hade kunnat utvecklas med hjälp av BIM. Utredningen ska även ta hänsyn till hur beställare och konsulter arbetar med och utvecklar arbetet med BIM.

Målet är dessutom att denna rapport ska kunna användas som en utgångspunkt för det fortsatta arbetet med BIM inom Peab Anläggning. Tanken är även att rapporten ska ge förslag på om och hur arbetet med BIM på Peab Anläggning bör fortskrida. Dessa förslag bör också ta hänsyn till vart resten av branschen är på väg med BIM och hur BIM används i andra sammanhang.

1.3 Avgränsningar

Rapporten är inriktad på väg- och järnvägsprojekt eftersom dessa oftast innehåller liknande typer av aktiviteter och element.

Rapporten är utförd i samarbete med Peab Anläggning och fokuserar därför på just Peab som entreprenör.

I denna rapport undersöks Trafikverket som enda beställarorganisation. Detta eftersom Trafikverket är en av de största enskilda beställarna av denna typ av projekt, därför är det viktigt att anpassa arbetssättet hos entreprenörerna efter Trafikverkets krav.

En annan avgränsning som gjorts är att arbetet inte utreder vilka programvaror som kan eller borde användas. Detta eftersom arbetet med programvaror helt enkelt är en alldeles för stor fråga för att rymmas i detta examensarbete men däremot är något som företaget själva bör utreda.

Rapporten undersöker hur BIM används i husbyggnadsbranschen samt anläggningsbranschen i Norge eftersom att dessa har liknande förutsättningar.

1.4 Frågeställning

Hur arbetar entreprenörer i anläggningsbranschen och deras leverantörer samt beställare med BIM idag?

Vilka möjligheter och barriärer ser de olika aktörerna med utvecklingen av BIM?

Vilka tillämpningar av BIM bör branschen fokusera på att utveckla i arbetet med BIM?

1.5 Metod

För teoridelen av rapporten genomfördes en litteraturstudie, denna studie genomfördes kontinuerligt under hela arbetet allt eftersom nya intressanta områden upptäcktes.

Själva litteraturen som ligger till grund för teoriavsnittet är till stor del akademiska rapporter men även strategidokument, hemsidor och manualer. Litteraturen hittades främst med hjälp av sökmotorn Google Scholar, i vissa fall hittades information direkt på exempelvis Trafikverkets hemsida. De nyckelord som använts är; “BIM”, “BIM infrastructure”, “Building Information Model”, “samordning”, “benefits of BIM” och “IFC infrastructure”.

Nulägesanalysen är baserad på en intervjustudie (som i sin tur utformats efter vad som hittats i litteraturstudien) och ger en översiktlig bild av vad branschens olika aktörer ser för möjligheter och faror med att implementera BIM som arbetssätt. Intervjustudien är utformad efter ett kvalitativt, semistrukturerat förhållningssätt. Detta innebär att ett antal intervjufrågor formulerats innan intervjuerna, dessa frågor har utgjort en struktur för intervjuerna men ändå tillåtit avvikelser då något särskilt intressant framkommit under en intervju.

Frågorna har varit unika för varje intervju och har anpassats efter respondentens befattning och arbetsgivare för att ge en så bred bild av ämnet som möjligt sett utifrån de olika personernas förutsättningar och kunskap. Detta tillvägagångssätt passar dessutom bra i en kvalitativ undersökning och lägger fokus på de individer som intervjuas.

1.5.1 Intervjurespondenter

Intervjurespondenterna har valts ut med hjälp av respektive handledare på PEAB och Chalmers. På så sätt har respondenter hittats inom PEAB, Trafikverket och WSP. Tanken är att dessa tre organisationer ska ge en översiktlig bild över hela ledet av involverade organisationer.

Respondenterna på Trafikverket har valts för att ge en bild av hur Trafikverkets arbete med BIM ser ut, dels generellt inom organisationen, dels genom två referensprojekt (Västlänken och Förbifart Stockholm).

På Peab har ett stort antal respondenter intervjuats för att beskriva hur arbetet går till idag. Dessa intervjuer har även gett en bild av vad för problem implementeringen av BIM står inför samt vad det enligt personalen finns för eventuella fördelar och nackdelar.

På konsultsidan har intervjuerna fokuserats på WSP eftersom de samarbetar med Peab i ett flertal stora projekt i Göteborgsområdet, bland andra Västlänken etapp Olskroken.

Tabell 1 – Intervjurespondenter, sorterade efter organisation och befattning

| # | Organisation | Befattning | Kommentar |
|----|-----------------|--|--|
| 1 | Peab Anläggning | Mätsamordnare | |
| 2 | Peab Anläggning | Mätchef | |
| 3 | Peab Anläggning | Planeringsansvarig | |
| 4 | Peab Anläggning | Mätsamordnare | Även aktiv som BIM-samordnare i mellansverige |
| 5 | Peab Anläggning | Biträdande Projektchef | Sänkningen av E45 |
| 6 | Peab Anläggning | BIM-samordnare, väst | Sänkningen av E45 |
| 7 | Peab Anläggning | Entreprenadingenjör | |
| 8 | Peab Anläggning | Chef för strategi och marknad | Tidigare arbetat med BIM-frågor på Peab |
| 9 | Peab Anläggning | BIM-strateg | Nationellt ansvarig för att utveckla Peabs arbete med BIM |
| 10 | Peab Bygg | BIM-samordnare | Varit med under en lång tid och utvecklat sättet Peab Bygg arbetar med BIM |
| 11 | WSP | BIM-samordnare | Ansvarig för Västlänken etapp Olskroken |
| 12 | WSP | Datasamordningsansvarig | Arbetar mest i Västlänken etapp Olskroken |
| 13 | Trafikverket | BIM-specialist, Västlänken | Verksamhetsområde Stora Projekt |
| 14 | Trafikverket | BIM-specialist, Förbifart Stockholm | Verksamhetsområde Stora Projekt |
| 15 | Trafikverket | Projektledare för implementering av BIM på verksamhetsområde Investering | |
| 16 | Trafikverket | BIM- och kulturmiljöspecialist | Verksamhetsområde Stora Projekt |

1.6 Reflektion kring metod och arbetsprocess

Tillvägagångssättet för detta arbete har utgått från ett kvalitativt perspektiv med många intervjuer vilket på många sätt är begränsande. Till exempel kan det vara så att de tankar som tas upp inte är representativa för hela branschen utan snarare är åsikter från en mindre grupp. Detta innebär att denna rapport bör ses som utforskande och kan förhoppningsvis utgöra en grund för vidare undersökningar.

Vidare så har intervjuerna inte spelats in, istället har anteckningar förts under tiden intervjuerna hållits och direkt därefter sammanställts. Detta innebär att det finns utrymme för att författarnas tolkningar speglas i resultatet av intervjustudien vilket även förstärker rekommendationen om att se denna rapport som utforskande.

Intervjuerna har baserats på ett semistrukturerat förhållningssätt, författarnas förhoppning med detta är att det ska ha lämnat utrymme för att fråga vidare om sådant som framkommit under intervjuerna. Eftersom intervjufrågorna inte varit likadana till alla respondenter så är inte svaren kvantitativt jämförbara vilket å andra sidan inte bör vara ett problem med tanke på det tidigare nämnda kvalitativa förhållningssättet.

Ytterligare en sak att ta hänsyn till är att alla intervjurespondenters individuella åsikter som framkommit ur intervjustudien inte diskuteras i resultatdelen. Istället har intervjusammanställningarna fungerat som underlag för att samla de tankar som uttryckts under intervjuerna. Även här finns det utrymme för författarnas åsikter att speglas i resultatet.

2 Teori

Detta kapitel är till för att ge en bild av vad teorin säger om BIM, dess fördelar och nackdelar. Tanken är dessutom att ge en bild av hur anläggningsbranschen ser ut med dess olika aktörer och arbetssätt.

2.1 Definition av BIM

En tydlig definition av BIM kan vara svår att hitta eftersom olika personer ofta ger olika förklaringar. En definition enligt Jongeling är “all information som genereras och förvaltas under en byggnads livscykel strukturerad och representerad med hjälp av (3D) objekt[...]” (2008, s. 2) Jongeling sammanfattar definitionen genom att konstatera att BIM inte är en teknik, “men ett samlingsbegrepp på hur informationen skapas, används på ett systematiskt och kvalitetssäkrat sätt” (2008, s. 2).

Trafikverkets upphandlingsstrategi för Västlänken refererar till en definition från Bygghandlingar 90 del 7 som säger att BIM är “en databas innehållande information som material, kvalitet, kostnad och produktionsmetod.” I strategin skriver även Brunbäck att BIM definieras “som processen där datamodellerna skapas och förvaltas” (2014, s. 80).

Gemensamt för de två definitioner ovan är att BIM beskrivs som ett arbetssätt där information skapas och förvaltas på ett kvalitetssäkrat sätt. Det nämns också att det är någon typ av databas, datamodell eller som i Jongelings förklaring, 3D-objekt som bär på informationen. En vanlig missuppfattning enligt Kiviniemi, Tarandi, Karlshøj, Bell och Karud (2008, s. 12) är att BIM endast skulle vara en 3D-modell men det är enligt dessa definitioner inte tillräckligt för att kalla det BIM. Även om en 3D-modell är användbar för visualisering och samgranskning så är det inte enligt dessa definitioner en BIM-modell så länge det inte finns någon information knuten till de olika objekten.

Denna anknytning av information till modellen sker under hela byggprocessen, från det att ett förfrågningsunderlag sätts samman tills dess att projektet är färdigbyggt och lämnas vidare till förvaltaren. Arbetssättet ställer stora krav på noggrannhet, särskilt i tidiga skeden av byggprocessen. Detta eftersom alla mått och detaljer måste finnas tillgängliga i modellen redan från början. Dessutom behöver all möjlig annan information också vara knuten till de olika objekten i modellen, detta kallas att modellen är objektbaserad.

Ett sätt att förstå objektbaserade modeller är att se de olika geometrierna i en modell som mer än bara streck, det är föremål eller massor som binds samman och har egenskaper. Exempel på sådana egenskaper kan vara kvalitet och hållfasthet på en asfaltsyta eller tyngd på ett betongelement. Vilken information dessa modeller innehåller beror till stor del på vad för typ av anläggning eller byggnad det rör sig om men för att modellen ska kunna användas under förvaltningsfasen är det viktigt att modellen uppdateras under byggnationen och att den överensstämmer med vad som faktiskt byggs. Denna modell brukar levereras i form av vad som kallas en relationshandling.

2.2 Möjligheter med BIM

Då en implementering av BIM som arbetssätt diskuteras är det viktigt att förhålla sig till de möjligheter och risker som finns. De potentiella vinsterna diskuteras i en rapport av Kiviniemi et al (2008, s. 59-60) som menar att det finns tre huvudsakliga drivkrafter eller intresseområden för entreprenörer som alla grundas i affärsmässig nytta.

Det första intresseområdet som diskuteras av Kiviniemi et al (2008, s. 60) är högre produktivitet som resultat av bättre arbetsprocesser. Processerna blir mer effektiva eftersom informationshanteringen kan göras mer lätthanterlig mellan olika aktörer och funktioner. Ett exempel på detta kan vara informationsflödet mellan tidplaner och kostnadskalkyler eller den information som lämnas över från konsulter och projektörer till entreprenörer. Detta är en viktig nytta som påverkar hela byggprocessen. Josephson och Saukkoriipi menar att ”ineffektivitet, väntan, stillastående maskiner och materialspill” (2009, s. 17) inom husbyggnadsbranschen kan stå för så mycket som 10% av hela produktionskostnaden.

Utöver produktivitet nämns även att BIM bör kunna minska antalet fel i produktionen vilket i sin tur ger en bättre produkt för ett lägre pris. Detta är i allra högsta grad intressant för alla involverade i byggprocessen och sker till exempel genom samgranskning av modeller och kollisionskontroller i modeller. Josephson och Saukkoriipi hävdar att inom husbyggnadsbranschen är ”kostnaderna för synliga och dolda fel, kontroller, försäkringar, stölder och skadegörelse utgör ca 10% av projektets produktionskostnad” (2009, s. 17). Detta kan jämföras med de 4-6% av hela projektkostnaden som projekteringen enligt samma rapport står för (Josephson och Saukkoriipi, 2009, s. 16).

Det sista intresseområdet som nämns av Kiviniemi et al (2008, s. 60) är marknadsföring och användning av modeller för att bättre kommunicera vad som produceras. Detta är av stort intresse för både entreprenörer och beställare eftersom de ständigt behöver kommunicera med allmänheten för att förklara vad som görs, varför det görs och hur länge olika arbeten kommer pågå.

Dessa möjligheter är som sagt enligt Kiviniemi et al (2008, s. 60) de som bör ge entreprenörer direkt affärsmässig nytta, antingen i form av direkt ekonomiska vinster eller konkurrensmässiga fördelar. Utöver detta beskriver rapporten även vinster för andra intressenter i byggprocessen, till exempel kan projektörer förvänta sig mindre dubbelarbete som orsakas av förändringar och fel, allmänheten får bättre förståelse för vad som händer och förvaltare får tillgång till bättre underlag för förvaltningen av den byggda anläggningen. Detta kan också vara knutet till mer långsiktig affärsmässig nytta för entreprenören vilket är viktigt att ha i åtanke.

I en studie föreslår Josephson och Saukkoriipi (2009, s. 22-23) 31 åtgärder för att minska slöseri inom bygg- och anläggningsbranschen. Studien delar upp dessa 31 åtgärder i ett antal huvudsakliga rubriker, en rubrik lyder ”precisera och standardisera processen” (2009, s. 30). Denna rubrik nämner i sin tur ett antal åtgärder som har med visualisering att göra, till exempel ”definiera kundens verkliga behov” och ”följ upp att alla projektmedarbetare känner till och förstår projektmål” (2009, s. 30).

Att definiera kundens verkliga behov menar Josephson och Saukkoriipi (2009, s. 30) är viktigt eftersom det annars är svårt att faktiskt bygga något som lever upp till de förväntningar och behov som kunden har. Vidare hävdar samma studie att ”Kostnaden för att bygga och använda dessa datormodeller är överraskande låg” (Josephson och Saukkoriipi, 2009, s. 30).

Att följa upp att projektmedarbetare känner till och förstår projektmål menar Josephson och Saukkoriipi (2009, s. 31) är viktigt för att tid och pengar inte ska användas till saker som kunden faktiskt inte är intresserad av.

I en annan studie där nyttan med BIM undersökts föreslår Barlish och Sullivan (2012, s. 7) tre faktorer att mäta nyttan med BIM genom; hur väl tidplanen hålls, hur många ändringar- och tilläggsarbeten som uppstår samt antalet RFI (Requests for Information, tydliggöranden). Dessa faktorer är inte helt anpassade till den svenska marknaden men kan ändå vara intressanta att utgå från. Vidare så konstaterar Barlish och Sullivan (2012, s. 62) att medan det är viktigt att anpassa BIM-användande efter förutsättningarna för varje projekt så kunde studien utifrån tidigare nämnda faktorer mäta nyttan i tre fallstudier. Resultatet i dessa tre fall var generellt positivt och konstaterade till exempel ett bättre förhållande till tidsplanen i de fall det mättes i (Barlish och Sullivan, 2012, s. 37, 39).

Sammanfattningsvis finns det enligt tillgänglig litteratur många möjliga nyttor med att införa BIM som arbetsätt.

2.3 Teoretiska barriärer

Trots många potentiella vinster och möjligheter med ett införande av BIM så finns det även många problem med införandet och barriärer som håller tillbaka utvecklingen. Dessa barriärer är av varierande karaktär och beskrivs av Sebastian (2010, s. 170) som fem huvudsakliga områden:

- Det finns få omedelbara vinster med att arbeta med BIM

Denna första barriär, att det finns få omedelbara vinster med att arbeta med BIM påpekas dessutom i flera andra källor (Barlish och Sullivan, 2012, s.15) (Kiviniemi et al, 2008, s. 69) och kan förklaras med att det saknas forskning kring utfallet av att införa BIM. I Barlish och Sullivans (2012, s. 15) litteraturstudie av ett stort antal textkällor rörande effekterna av BIM konstaterades att ingen av dessa källor innehöll någon vidare pålitlig eller objektiv information rörande utfallet. Däremot skriver Salman Azhar (2011) om det i rapporten ”Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks and Challenges for the AEC Industry”.

Detta kan göra det svårt att motivera den investering det innebär att införa BIM som arbetsätt och är enligt Kiviniemi et al (2008, s.69) viktigt att utreda i framtiden. Avsaknaden av information kring den ekonomiska påverkan av BIM beror på flera orsaker, bland annat så är det svårt att mäta det ekonomiska utfallet i byggprojekt och jämföra med andra projekt eftersom alla bygg- och anläggningsprojekt har olika förutsättningar. Dessutom kan utfallet bero på företags-specifika förutsättningar och arbetsätt vilket ytterligare försvårar forskning inom området. Som tidigare nämnt föreslår däremot Barlish och Sullivan (2012, s. 62) ett ramverk för att mäta och

utvärdera effekterna vilket förhoppningsvis kan användas för skapa bättre förutsättningar för framtida undersökningar.

- De etablerade rollerna i byggprocessen med tillhörande ansvarsområden och ersättningsformer

Sebastian (2012, s. 171) menar att BIM ställer krav på en annan organisation än vad som används idag. Detta eftersom BIM-modeller innebär nya ansvarsområden och uppgifter vilket ifrågasätter befintliga arbetssätt och strukturer. Dessutom innebär ett samarbete med BIM att många arbetsuppgifter som tidigare skett sekventiellt istället kan ske samtidigt och i samma modell, detta är särskilt aktuellt under projekteringstiden (Sebastian 2012, s. 177).

- Juridiska osäkerheter gällande modeller

Denna barriär grundas till viss del i den osäkerhet det innebär att använda en modell som gällande bygghandling istället för 2D-ritningar som för närvarande är normen i anläggningsbranschen. Sebastian (2012, s. 172) menar till exempel att modellerna som används sällan håller den detaljeringsgrad som krävs för att fungera som gällande bygghandling.

Utöver det så uppstår det även frågor om vem som faktiskt äger modellen, särskilt om modellen utvecklas genom ett samarbete mellan flera olika aktörer. Trafikverket hänvisar här i sitt styrande dokument Objektbaserad Informationsmodell (Axelsson, 2017, s. 4) till olika ämnesområdesmodeller där olika aktörer ansvarar för sina egna områden.

Trafikverket har sedan flera år tillbaka prövat olika sätt genomföra upphandlingar med BIM-modeller som gällande bygghandling. Ett tidigt exempel på detta är upphandlingen av Röforsbron år 2013 där juridisk status för modellen specificeras med hjälp av två villkorsbilagor (Blom och Samuelsson, 2013, s. 25-26).

- Dagens kontraktsformer och överenskommelser kring riskhantering samt skyldigheter

Liknande den förra punkten så innebär denna barriär enligt Sebastian (2012, s. 172) en mängd frågor som till exempel vilken typ av kontrakt som bör användas som standard eller om det finns några lagstadgade hinder för utvecklingen. Dessa frågor är av nationell karaktär och Sebastian hänvisar till nationella BIM-standarder som införts i Finland, Norge, Danmark och USA.

- Det saknas konsensus över programvaror, utbytesformat och kompatibilitetsproblem som uppstår när modeller exporteras mellan olika program och verktyg

Kiviniemi et al (2008, s. 78) konstaterade redan 2008 att det största problemet för en implementering av BIM är utvecklingen av utbytesformat som IFC vilket stämmer väl överens med den sistnämnda av barriärerna som nämns ovan. Den lösning Kiviniemi et al (2008, s. 78) föreslår är att börja med att utforma arbetssätt och anpassa juridiken efter dessa för att på lång sikt öka efterfrågan efter fungerande utbytesformat.

Sammanfattningsvis finns det en mängd barriärer som påverkar på alla möjliga nivåer i processen. Från internationella standarder till nationella lagar och organisatoriska utmaningar i form av kompetens, roller och ansvar, alla dessa är viktiga att ha i åtanke i analysen av hur dagens marknad ser ut i Sveriges anläggningsbransch.

2.4 Aktörernas roll i byggprocessen

För att förstå resterande del av rapporten följer här en kort förklaring av anläggningsbranschen och hur arbetet hos de olika aktörerna generellt går till. I förklaringen av beställarens arbetssätt tas endast till Trafikverket.

2.4.1 Beställare

Enligt Trafikverkets hemsida (2016) är organisationens uppdrag att driva samt utveckla Sveriges väg- och järnvägsnät. Detta är ett enormt uppdrag och gör som tidigare nämnt organisationen till den största enskilda beställaren av anläggningsarbeten i Sverige. År 2016 beställde Trafikverket enligt sin egen leverantörsmarknadsanalys (Trafikverket 2017, s. 10, 27) anläggnings- och konsultarbeten för så mycket som 35 miljarder kronor vilket motsvarar ungefär 30% av vad den totala marknaden omsätter. Av dessa 35 miljarder utgör investeringar i väg- och järnväg ungefär 18 miljarder medan resterande del är drift- och underhållsåtgärder.

Trafikverket är indelat i tre huvudsakliga verksamhetsområden som beställer anläggningsarbeten: investering, stora projekt samt drift och underhåll. Investering ansvarar för upphandlingar mindre än fyra miljarder kronor, är den uppskattade kostnaden större än så faller det istället under stora projekt. Drift och underhåll ansvarar för förvaltningen av de befintliga väg- och järnvägsnäten.

Efter sammanslagningen av Vägverket och Banverket 2010 konstaterades att Trafikverket som ny myndighet skulle ta rollen som renodlad beställare. Detta innebär att Trafikverket som organisation endast ska upphandla jobb utan att själva utföra något praktiskt arbete. Rent operativt innebär det att Trafikverket upphandlar allt praktiskt arbete från entreprenörer och konsulter sköter i princip bara planering och översikt i egen regi. Det innebär också att upphandlingar efterfrågar en specifik funktion vilken specificeras med hjälp av funktionskrav i ett förfrågningsunderlag (som är en del av bygghandlingarna), därefter är det upp till entreprenörerna att på bästa sätt planera arbetet och komma fram till bästa lösningen på vad som efterfrågas.

Figur 2.1 visar Trafikverkets planläggningsprocess, denna process kan beroende på omfattning och överklaganden ta många år.



Figur 2.1 - Trafikverkets planläggningsprocess, konsulter används genom hela processen medan entreprenörer oftast kommer in mot slutet av processen (egen illustration)

Trots detta förhållningssätt och Trafikverkets mål i att låta entreprenörerna själva bestämma vilket arbetssätt som är bäst så har Trafikverket sedan 2015 börjat ställa krav på att entreprenörerna ska arbeta med BIM. Bakgrunden till detta förklaras i Trafikverkets Strategi för BIM i Trafikverket (2013, s. 3), bland annat genom efterfrågan både från den statliga satsningen Digitaliseringskommissionen och branschen själv.

Trafikverkets generella krav specificeras i dokumentet “Objektorienterad Informationsmodell” (Trafikverket, 2017), utöver detta tillkommer projektspecifika krav. Dessa krav präglas tydligt av att Trafikverket som myndighet inte får ställa krav på specifika verktyg (till exempel programvaror) utan att de måste vara konkurrensneutrala.

Något som däremot går att kravställa är förvaltningsdata, detta levereras vanligtvis i form av relationshandlingar med kompletterande förvaltningshandlingar. Traditionellt sett har dessa främst bestått av 2D-ritningar med tillhörande texter, på senare tid har däremot krav på modeller börjat ställas. Detta innebär att en modell av den faktiskt byggda anläggningen med tillhörande ämnesområdesmodeller. Dessa ämnesområdesmodeller är specifika för olika teknikområden och beror på vilken typ av projekt det rör sig om.

2.4.2 Konsulter

Konsulter i anläggningsbranschen upphandlas genom hela byggprocessen av alla involverade företag, alltså både beställare som Trafikverket och entreprenörer som Peab. Tyngdpunkten för konsulternas arbete ligger enligt Ek Österberg (2016, s. 59-61) i projekteringsfasen där de är med och detaljplanerar allt från vägsträckning och vägtyp till att upprätta miljökonsekvensbeskrivningar och slutligen bygghandlingar.

Eftersom konsultföretagen ofta besitter en bred teknisk kompetens finns de med i många olika delar av projekt och har därmed varierande arbetsuppgifter. I och med Trafikverkets satsning på att bli en renodlad beställarorganisation så har mycket av arbetet med projektering hamnat på konsultföretagen. Satsningen har även lett till att fler totalentreprenader upphandlas (istället för utförandeentreprenader) vilket innebär att entreprenörerna även ansvarar för projekteringen av vad som ska byggas. Eftersom entreprenörerna ofta saknar den tekniska kompetensen att även genomföra projekteringen så blir det även vanligare att konsulter upphandlas av entreprenörerna istället för Trafikverket.

Konsulternas arbete beställs antingen av Trafikverket, vanligen i tidiga skeden samt som teknisk kompetens vid utförandeentreprenader, eller av entreprenörerna, även här som teknisk kompetens fast vid total- istället för utförandeentreprenader.

Att arbeta med BIM innebär att mer tid läggs i projekteringsfasen av ett projekt och mindre tid spenderas i produktionen. Detta betyder rent praktiskt att projektering ges mer tid och ger följden att produktionen går snabbare. Förutsatt att inte entreprenörerna utvecklar sin kompetens inom BIM- och modellhantering så kommer detta arbete falla på konsulterna.

2.4.3 Entreprenörer

Entreprenörer upphandlas för att genomföra det praktiska arbetet (byggnationen) men också för att sköta drift och underhåll. Entreprenörens faktiska arbetssätt skiljer sig beroende på entreprenadform. Är det en utförandeentreprenad så är projekteringen redan färdig och entreprenörens första agerande i processen är då att lämna ett anbud på projektet. Följer projektet istället en totalentreprenad är entreprenören som ansvarar för projekteringen. Antingen projekterar entreprenören på egen hand eller så anlitas en projektör till detta förklarar Brunbäck (2014, s. 40).

2.4.4 Entreprenadformer

Entreprenadformerna i ett projekt bestämmer ansvarsfördelningen mellan beställare och utförare (Nilsson, J. 2011. 19). Nedan förklaras utförandeentreprenad, totalentreprenad och ECI (Early Contractor Involvement).

Utförandeentreprenad innebär att beställaren ansvarar för projekteringen. Som tidigare nämnt brukar Trafikverket i och med deras mål att vara renodlad beställare oftast upphandla projekteringen från konsulter. Om beställaren väljer att upphandla en konsult, lämnar beställaren handlingar som beskriver vad som ska projekteras och olika projektörer får utifrån detta lämna anbud, därefter bestäms vilken projektör som blir anlitad. I nästa steg upphandlar beställaren en entreprenör som utför byggnationen. Då lämnas den färdiga bygghandlingen ut vilken olika entreprenörer använder som underlag för att lämna anbud (Nilsson, 2011. s. 19).

I en totalentreprenad upphandlar beställaren en entreprenör direkt. Entreprenören upphandlar i sin tur en projektör och ansvarar för projekteringen och utförandet av bygget (Nilsson, 2011. s. 19).

Early Contractor Involvement (ECI) är en entreprenadform som i Trafikverkets Upphandlingsstrategi för Västlänken (Trafikverket, 2014) beskrivs som en totalentreprenad i sin mest utsträckta form. Det som skiljer en totalentreprenad från ECI är att entreprenören involveras ännu tidigare i projektet än vad som är vanligt i totalentreprenader. Det medför att entreprenören kan vara med och påverka kostnader och projektresultat. Dessutom beskriver upphandlingsstrategin att ”Modellen bygger på samverkan mellan parterna och antagandet av en ’bäst för projektet’-attityd från alla parter” (Brunbäck, 2014, s. 19). Detta innebär att den part som är bäst lämpad för en viss del av projektet också utför det (Brunbäck, 2014, s. 19). Enligt Sinnerstad (2016) är ECI vanligt i andra länder medan det i Sverige tidigare bara har prövats i upphandlingen av en partikelaccelerator i Lund.

3 Resultat: Nulägesanalys av BIM

Nulägesanalysen är det sammanställda resultatet av intervjustudien. Tanken är att denna del av rapporten ska spegla arbetet med BIM i anläggningsbranschen i nuläget. För denna analys är det viktigt att se till specifika projekt, hur branschen arbetar idag samt vilka fördelar och nackdelar det finns med ett införande av BIM.

3.1 Projekt

Följande del beskriver tre aktuella anläggningsprojekt i Sverige idag och hur BIM används inom dessa projekt. De projekt som valts är Västlänken - etapp Olskroken, Sänkningen av E45 i Göteborg och Förbifart Stockholm. Tanken är att dessa tre projekt ska ge en referensram för hur arbetet med BIM ser ut runt om i landet. Projekten jämförs sedan i diskussionskapitlet med de problem och nyttor som framkommit i litteratur- och intervjustudierna.

3.1.1 Västlänken – Etapp Olskroken



Figur 3.1 - Västlänkens sträckning, den gröna delen uppe till höger visar etapp Olskroken. Trafikverket (2017). Återgiven med tillstånd.

Olskroken är första delen av Västlänken där det mestadels är järnvägar och broar som ska byggas. Sträckan visas som det grönmarkerade området i figur 3.1. Eftersom projektet följer kontraktsformen ECI har entreprenören varit med redan från början av processen, konsulten arbetar framför allt mot entreprenören där Peab fungerar som beställare åt WSP. ECI-kontraktet är uppdelat i två faser där fas ett består av projektering och kan beskrivas som en skissfas där även en mängdförteckning och ett riktpolis tas fram förklarar en BIM-samordnare på WSP. Fas två innefattar själva genomförandet och byggandet.

Utgångspunkten för arbetet med BIM i hela Västlänken har enligt en BIM-specialist på Trafikverket varit "att kommunicera med hjälp av modeller för att förstå och göra oss förstådda". I början av arbetet innebär detta framför allt samgranskning för att kunna visualisera vad som ska byggas, både inom organisationen i projektet och gentemot allmänheten. Det handlar i detta skedet snarare om en väl fungerande 3D-modell än en BIM modell. BIM-specialisten påstår att dessa modeller senare byggs på med relevant information i de olika skedena av processen.

Enligt BIM-specialisten på Trafikverket som arbetar med Västlänken så har Trafikverket två huvudsakliga mål med modellen, först handlar det om att erhålla ett översiktligt perspektiv och på så sätt kunna kommunicera till stadens medborgare (och andra intressenter) vad som händer i projektet. Sett ur ett längre perspektiv är målet att informationen som förs in ska underlätta förvaltningen av anläggningen genom hela dess livscykel.

Den BIM-ansvarige för Västlänken etapp Olskroken beskriver att den största nyttan med BIM-användandet i projektet är att det underlättar kommunikation. Som exempel nämner den BIM-ansvarige att det är enklare att kommunicera med entreprenören för att gemensamt granska byggbarheten eller att hjälpa någon att sätta sig in i projektet.

Utöver detta så är modellen över projektet direkt kopplad till tidsplanen och det går att följa projektets planerade framfart över tid.

Trots detta så innebär arbetssättet i Västlänken etapp Olskroken att ingen objektinformation följer med från modellen utan den förs vidare genom text och lagernamn enligt den som är BIM-ansvarig i projektet. Detta beror till viss del på att programvaran WSP använder i sitt arbete inte kan ta in objektinformation. Bortfallet av denna objektinformation leder helt enkelt till att det är svårt att använda modellen för mer komplicerade BIM-tillämpningar.

3.1.2 Sänkningen av E45

Enligt en BIM-samordnare på Peab används modellen för visualisering av vad som ska byggas men modellen som lämnades över till Peab från Trafikverket innefattar ingen information som är kopplad till geometrierna. BIM-samordnaren påpekar att det beror på att modellen har tömts på information (till exempel mängder) som tidigare har funnits där, därmed kan modellen inte användas till kalkylering. Om modellen ska kunna användas till något mer än visualisering måste all information återskapas.

Peab använder armeringsmodeller framtagna i ett program som sedan blir prefabricerade. Detta är en tillämpning av BIM som flera från Peab har uttryckt intresse för.

När projektet är färdigt ska Peab lämna ifrån sig en samordningsmodell till Trafikverket. Det sker inget kontinuerligt arbete med modellen utan det kommer enligt BIM-samordnaren på plats och biträdande projektchef ske i slutet av projektet.

3.1.3 Förbifart Stockholm

I projektet Förbifart Stockholm satte Trafikverket tidigt ett grundkrav på konsulter och entreprenörer i användandet av BIM. Det har sedan dess inneburit att effektivt arbeta med kollisionskontroller för att minska ÄTA-arbeten och även leverera bättre handlingar. Kraven på relationshandlingarna är att 3D-modellerna ska vara granskningsbara av Trafikverket men det finns inga krav på att objekten ska innehålla någon ytterligare information.

I upphandlingsskedet fick entreprenörerna modeller som endast innehöll funktionskrav. Om till exempel en bro skulle byggas fick entreprenörerna funktionskrav i form av dimensioneringskrav, höjd på bron och att det skulle kunna passera trafik under bron. Sedan fick entreprenören själv komma fram till en lösning om bästa placering av pelare.

Under projektets gång har konsulterna haft tillgång till samma information och arbetat i samma databas. Detta har sedan förts vidare till entreprenören vilket en BIM-specialist på Trafikverket menar har fungerat väl. Förutom kontinuerliga kollisionskontroller har även maskinguidning provats på i förbifarten, det är framför allt i arbetet med vägöverbyggnaden som detta har fungerat bäst. BIM-specialisten påpekar att det faktum att modellen använts som gällande bygghandling är ett steg i rätt riktning, bort från de 2D-ritningar som traditionellt sett brukar användas.

3.2 Arbetsprocessen idag

Detta kapitel förklarar utifrån intervjumaterialet hur arbetsprocessen ser ut för de olika aktörerna i branschen utifrån två huvudsakliga aspekter informationsflöde mellan aktörer samt BIM-tillämpningar.

3.2.1 Informationsflöde mellan aktörer

Många av intervjupersonerna från Peab Anläggning påpekar att majoriteten av bygghandlingarna från beställare är 2D-ritningar eller filer i PDF-format. På senare tid har det däremot börjat levereras modeller som hjälper till att visualisera vad som ska byggas. I dessa fall handlar det framför allt om anläggningar som broar medan vägar fortfarande förklaras med hjälp av ritningar.

Enligt en planerare på Peab (som arbetar uteslutande med tidplaner) så byggs ibland en ny modell upp utifrån ritningar om det saknas en 3D-modell. Denna egna modell används till exempel för mängdavgångningar vilket därefter används för att skapa tidplaner. Detta tillvägagångssätt är enligt planeraren problematiskt både eftersom det innebär extra arbete och resulterar i en mindre detaljerad modell än vad som är

möjligt. Ofta syns det att ritningarna är skapade med hjälp av en modell vilket innebär att det redan skapats en modell som helt enkelt inte förts vidare. Med det sagt så påpekar planeraren också att om en modell levereras så är den ofta av bristfällig kvalitet och saknar information.

En BIM-specialist på Trafikverket (ansvarig för Västlänken) tar upp problemet med att information går förlorad mellan olika aktörer. Ett exempel är om det finns en ämnesmodell med viss information som en konsult har tagit fram. Modellen exporteras sedan till ett 2D-format som inte kan bära all information och skickas till entreprenören som sedan får göra om arbetet. Precis som planeraren så konstaterar BIM-specialisten att detta innebär en extra kostnad och dessutom att resultatet blir en modell med sämre detaljeringsgrad än om entreprenören fått samma modell som konsulten använt.

3.2.2 BIM-tillämpningar

Utifrån intervjumaterialet är samgranskning och visualisering den vanligaste tillämpningen av BIM idag och har uttryckts användbar för alla involverade aktörer. Trafikverket har påpekat att det är nödvändigt för att det ger en översikt av projektet och för alla involverade underlättar det för att förklara projektet och vad som ska utföras. Ur entreprenörens perspektiv underlättar det framför allt förståelsen för vad som ska byggas.

Inom tillämpningen samgranskning och visualisering har även kollisionskontroller använts som visar om objekt ligger rätt och inte kolliderar. Om en kollision hindras sparar det både tid och pengar och det är något som hela branschen ser positivt på.

Tillämpningen samgranskning och visualisering har också varit användbar när entreprenören har tagit hjälp av utländsk arbetskraft. Enligt en mätchef på Peab förstår inte alla när det förklaras vad som ska utföras men att modellen har en fördel i att alla ser samma saker.

I arbetet med tidsplaner utgår entreprenören enligt en planerare på Peab Anläggning ibland från en 3D-modell. I 3D-modellen finns geometrier som används för att beräkna de mängder som behövs för att kunna ta fram en tidplan. I delen om projekt Olskroken nämns att kopplingen mellan modell och tidsplanering sker automatiskt vilket vanligtvis inte är fallet enligt den tidigare nämnda planeraren på Peab.

3.3 Möjliga tillämpningar

På Peab påpekar chefen för strategi och marknad att företaget måste hitta egna möjligheter med BIM som arbetssätt. Ett exempel på en möjlig tillämpning är att koppla tidsplan och kostnadskalkyl med BIM-modeller. Det innebär att mängder hämtas från objekt i modellen och synkas med kostnadskalkyler och tidsplaner. Som tidigare nämnt är det något som till viss del redan används i Västlänken etapp Olskroken där tidplanerna är synkade till modellerna. Enligt en BIM-specialist på Trafikverket är det däremot av flera anledningar ovanligt att en sådan koppling görs. Ett av de största problemen för en sådan koppling är enligt samma BIM-specialist att de utbytesformat som vanligen används inte kan bära så mycket information som krävs.

Den strategiska chefen på Peab Anläggning ser också möjligheter i den tidigare nämnda tillämpningen med armeringsmodeller. Vidare ser samma chef det som en möjlighet att knyta samman armeringsmodellen till mängder och tid för att sedan kunna beställa material direkt genom modellen.

En BIM-strateg på Peab menar att BIM kommer leda till ett effektivare arbetssätt och skapa en affärsnytta, något som BIM-strategen påstår kommer att märkas redan från första projektet som arbetssättet appliceras i. BIM-strategen tror att alla aktörer kommer att se positiva effekter i arbetssättet. Till exempel så kommer Trafikverket få en bättre överblick, entreprenörerna effektiviserar sina arbetssätt och det kommer uppstå behov av hjälp med modelluppbyggnad vilket konsulterna kan arbeta med.

3.4 Barriärer

Följande del lyfter problem med implementeringen av BIM men också problem som skulle kunna effektiviseras med hjälp av BIM som arbetssätt. Barriärerna förklaras utifrån de olika aktörernas respektive synsätt.

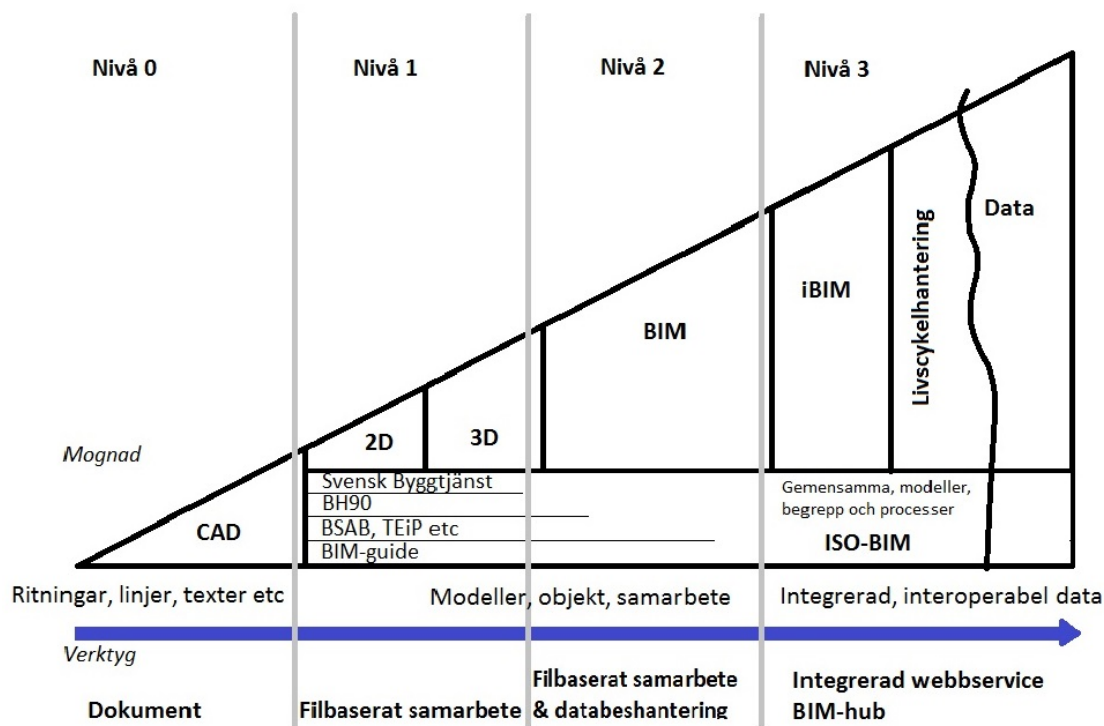
3.4.1 Vem driver utvecklingen med BIM?

Enligt flera intervjurespondenter på entreprenörssidan krävs det att Trafikverket ställer tydligare krav på BIM-användande för att branschen ska ta frågan på allvar och faktiskt utveckla sina respektive arbetssätt. Det finns flera faktorer som påverkar Trafikverkets ställningstagande i denna fråga. Ett grundläggande dilemma för Trafikverkets kravställning är organisationens ambition om att vara en renodlad beställarorganisation. I sammanhanget betyder detta enligt en BIM-specialist på Trafikverket att Trafikverket som organisation inte ska påverka de specifika arbetssätt entreprenörerna väljer i sina projekt. Samma BIM-specialist hävdar att Trafikverket snarare detaljstyr för mycket i vissa fall och att det hade varit önskvärt att entreprenörerna själva var mer drivande i frågan.

Frågan om vem som ska driva utvecklingen av BIM som arbetssätt är något som branschens aktörer har olika syn på. Flera intervjurespondenter hos entreprenören menar att det är upp till Trafikverket att ställa tuffare krav för att sedan anpassa entreprenörernas organisation efter det. Två intervjuade personer på Peab hävdar emellertid att medan Trafikverket behöver ställa tydligare krav så är det också viktigt att entreprenörerna arbetar mer långsiktigt för att hitta sina egna nyttor med arbetssättet. Den strategiska chefen på Peab Anläggning menar att företaget måste möta Trafikverkets krav med rätt kompetens och sedan använda den för att utveckla en egen affärsnytta inom företaget. En BIM-strateg på Peab påpekar att entreprenören måste arbeta fram en BIM-strategi för att vara beredd. BIM-strategen påpekar att det framför allt handlar om att ställa krav på konsulten. Kravställningen bör innehålla information om vilka tillämpningar av BIM som är nödvändiga men också detaljnivå på modellen.

Ett annat problem med utvecklingen av BIM är att det kan vara svårt att få ett samlat svar över vad BIM ens innebär. Trafikverkets syn på BIM baseras enligt en projektledare i organisationen på en anpassning av en brittisk modell som kallas BIM-trappan (figur 3.2). Modellen som visas i figur 3.2 beskriver olika steg av BIM-

användande men kritiseras av samma projektledare som otydlig. Projektledaren menar att BIM-trappan har flera brister som fortsatt försvårar arbetet med att förklara vad BIM innebär. Till exempel så har trappan ett steg (nivå 2) där det står BIM vilket innebär någon sorts cirkellogik där BIM definieras utifrån BIM-trappan som innehåller BIM som steg. Ett annat exempel är att ”filbaserat samarbete” och ”filbaserat samarbete & databashantering” ligger under olika steg men innebär enligt projektledaren i princip samma sak.



Figur 3.2 - Trafikverkets BIM-trappa (egen illustration)

Flera respondenter bland de intervjuade entreprenörerna menar att Trafikverkets krav är otydliga vilket flera av de intervjuade på Trafikverket både är medvetna om och instämmer i. En BIM-expert på Trafikverket förklarar att arbetet med kravställningar är på väg framåt men tar tid.

3.4.2 Kompetens

Ett problem som har nämnts i flera intervjuer med entreprenörer är kompetens och att det saknas kompetens för att kunna arbeta med modeller. Chefen för strategi och marknad på Peab Anläggning hävdar att företaget behöver bygga upp kompetensen internt för att sedan kunna arbeta aktivt med modeller. I första hand menar den strategiska chefen att detta krävs för att uppfylla de krav Trafikverket börjar ställa på BIM-användande, sett ur ett längre tidsperspektiv är förhoppningen att det även ska leda till att företaget hittar sina egna arbetssätt och vinster med en implementering.

BIM-strategen på Peab uttrycker en risk i att arbetschefer och projektledare inte vill ta till sig arbetssättet eftersom de är trygga i det arbetssätt som finns idag.

En biträdande projektchef som intervjuats påpekar att det dessutom är viktigt att alla jobbar på liknande sätt med BIM och att det kan uppstå problem om vissa dröjer sig kvar vid ritningar medan andra helt ställer om till modellen. Enligt en BIM-expert på Trafikverket så går det att be om stöd från Trafikverket, till exempel i form av så kallade ”modellpiloter” som kan hjälpa till med navigering i modeller.

3.4.3 Utbytesformat

Ett ständigt återkommande problem som tagits upp under flera intervjuer med så väl entreprenörer som beställare och konsulter är frågan om utbytesformat. En projektledare på Trafikverket menar att de utbytesformat som används idag (främst DWG- och DGN) inte tillåter objektorienterade modeller och att en övergång till exempelvis IFC hade varit ett steg framåt. Tyvärr fungerar inte detta format till stora infra-projekt eftersom det enligt samma projektledare inte kan hantera långsträckta kurvor. IFC-formatet håller emellertid på att utvecklas och anpassas till infrastrukturprojekt, en anledning till att detta inte skett tidigare är enligt samma projektledare att ingen aktör tjänar några pengar på att utveckla just utbytesformat.

3.4.4 Vem ansvarar för modellen?

BIM-strategen på Peab påpekar att juridiken angående digitala modellen är ett problem och att det är oklart om det är ritningar eller modeller som är gällande bygghandling. Vidare hävdar BIM-strategen att lösningen är att modellen fungerar som gällande bygghandling, på detta vis tvingas arbetet med modeller fram. Exempel på projekt där detta appliceras idag är till exempel Förbifart Stockholm.

BIM-strategen lyfter också att det finns en oklarhet i nyttjande- och äganderätt med modeller vilket är något som entreprenören diskuterar med konsulten vid upphandling. Frågor som vem äger modellen och vem har rätt att använda den är viktiga att reda ut. BIM-strategen menar att det kommer utvecklas ett branschavtal från Svensk Byggtjänst som definierar detta.

Chefen för strategi och marknad på Peab Anläggning menar att Peab som entreprenör i första hand bör prioritera att bygga det som efterfrågats i verkligheten. Därför kommer modellen alltid att hamna i andra hand om det inte ställs krav från beställaren att relationshandlingar ska levereras i form av en modell av vad som faktiskt byggs.

3.5 BIM i Norge

I Norge har arbetet med BIM inom anläggningsbranschen kommit längre än i Sverige hävdar en BIM- och kulturmiljöspecialist på Trafikverket som tidigare arbetat som konsult i Norge. Vidare hävdar specialisten att det i Norge ställdes det krav från Statens Vegvesen (Norges motsvarighet till Trafikverket) på att rita vägprojekt i 3D redan 2004. Under denna tid startades de första testprojekten för att kunna utvärdera arbetet med modeller.

Myndigheterna i Norge var tidigt drivande och såg en möjlighet i att använda BIM vilket har lett till Statens Vegvesens BIM-handbok, Handbok 138, som är ett kravställande dokument och fungerar som underlag för arbete med modeller.

I ett projekt beslutas i början av arbetsprocessen om modeller ska användas, anses det vara lämpligt så är det Håndbok 138 som styr. Beslutas det att arbetet ska ske modellbaserat utesluter däremot inte det att ritningar också används. Handboken innehåller krav på hur "grunddata och modeller ska beställas, utarbetas och levereras i vägprojekt". Tanken är att handboken ska bidra till: (Håndbok 138)

- Entydiga kvalitetskrav till grunddata
 - 3D-projektering i alla ämnesområden
 - Standardiserad beskrivning av modeller
 - Standardiserad beskrivning av objekt
 - Användning av öppna, standardiserade format
 - Arbete med modeller som arbetsunderlag i byggfasen
 - Standardisering av slutdokumentation från projektfaser
- [Hämtad från Håndbok 138, författarnas egen översättning]

Håndbok 138 tar upp olika möjligheter med att arbeta modellbaserat, bland annat att visualisering i modellen kan göra ritningar enklare att förstå och därmed ge en kortare beslutsprocess. Ur entreprenörens perspektiv belyser Håndbok 138 fördelen att kunna hantera massberäkning och kontrollera utsättningsdata i modellen.

I Sverige finns hittills inget styrande dokument som ställer så specifika krav som Håndbok 138. BIM-specialisten menar att Trafikverket går igenom samma process som Statens Vegvesen gjorde för några år sedan och att det framför allt är kravställningen som behöver utvecklas. Vidare menar BIM-specialisten att Trafikverket vill ta fram en egen kravställning och göra det utifrån de förutsättningar som finns i Sverige utan att ta hänsyn till vad som gjorts i Norge.

Sammanfattningsvis finns det i Norge ett utvecklat arbetssätt med tydligt ställda krav och strukturer.

3.6 BIM i Husprojekt

BIM-användandet har på många sätt använts under en längre tid inom husbyggnadsbranschen. På hussidan har arbetssättet enligt en BIM-samordnare på Peab Bygg utvecklats aktivt inom organisationen sedan 2013 och används numera i alla företags totalentreprenader.

Utgångspunkten för utvecklingen av arbetssättet och strukturen låg från början enligt BIM-samordnaren i att minimera risken för störningar i produktionen. Från början var tanken att använda 5D-BIM och en mängd andra tillämpningar. Dessa tillämpningar har emellertid fortfarande inte slagit igenom vilket BIM-samordnaren menar är på grund av bristande kvalitet på modellerna. Detta beror i sin tur på de modeller som används oftast beställs från konsultfirmor och att det är svårt att formulera kravställningen på ett tillräckligt specifikt sätt.

Som stöd genom hela processen används därför inom byggbranschen BIM-manualer, Peab var tidiga med att anamma detta och har sedan länge en egen BIM-manual att utgå från. Manualen har enligt en BIM-samordnare på Peab Bygg utformats med syftet att fungera både som kravställande dokument gentemot leverantörer och även ge rekommendationer för vissa arbetsmoment i projekt.

3.6.1 BIM-manualer

En BIM-manual är en projektspecifik manual för hur arbetet med BIM ska fungera i ett godtyckligt projekt. Manualen används som tidigare nämnt genom hela byggprocessen där den både fungerar som kravställande dokument och ger anvisningar och råd.

Den BIM-manual som nu används på Peab Bygg är uppdelad i två huvudsakliga delar. I den första delen specificeras projektets BIM-krav, dessa förklaras genom vilka tillämpningar som är aktuella, vilken organisation som finns tillsatt för BIM-arbetet och även vilken information som bör finnas tillgänglig i modellen. Tillämpningarna som nämns liknar de som är applicerbara på anläggningsbranschen (med vissa undantag) och kan exempelvis vara ”modellbaserad mängdavgivning för kalkyl och planering” eller ”marknadsmaterial och visualiseringar”. Organisationen förklaras utifrån vilka involverade personer som ansvarar för att ta fram de olika modellerna och vilken typ av programvaror och filformat som används. Därefter förklaras vilken information objekten i modellen ska innehålla, alltså vilka föremål och detaljer som ska finnas med. Slutligen specificeras vem som ansvarar för att föra in objektinformationen i modellen. Den första delen av manualen ger alltså en översiktlig bild av organisationen bakom BIM-arbetet och klargör vad modellen kan användas för.

Den andra delen av manualen innehåller mer specifika anvisningar för hur de aktuella BIM-tillämpningarna bör användas ute på arbetsplatsen. Anvisningarna kan till exempel ge specifika rekommendationer för hur arbetet med modellbaserad mängdavgivning ska följas upp i projektet och vilka byggnadsdelar som ska behandlas på vilket sätt i en mängdavgivning. Slutligen specificeras hur namngivning av modellfiler och ritningar bör fungera.

Sammanfattningsvis så används BIM till viss utsträckning inom husbyggnadsbranschen, genom denna utveckling har BIM-manualer utvecklats och fungerar idag som stöd för BIM-arbetet. De olika funktioner manualen fyller är generaliserbara och går att anpassa efter olika projekts specifika förutsättningar.

4 Diskussion

Detta diskussionskapitel jämför teori med verklighet och diskuterar detta resultat för att på så sätt ge svar på frågeställningarna som formulerats i inledningen till denna rapport.

4.1 Arbetsprocessen idag

Som beskrivs i kapitel 2.1 (Definition av BIM) så innebär BIM ett arbetssätt som hanterar all möjlig information som skapas under en anläggnings livscykel. Vidare konstaterar Kiviniemi et al (2008, s. 12) att det är viktigt att informationen i en BIM-modell är knuten till objekt. Utifrån den intervjustudie som genomförts framgår att dagens arbetssätt väldigt sällan anammar ett objektbaserat förhållningssätt till modeller vilket per definition innebär att arbetssättet BIM inte används.

Vidare konstaterar intervjustudien att det finns en mängd olika anledningar till varför de modeller som används idag sällan är objektbaserade. En av de viktigaste anledningarna till detta är enligt flera intervjurespondenter från Trafikverket avsaknaden av ett universellt utbytesformat som kan hantera 3D-objekt med anknuten information. Det vanligaste utbytesformatet är enligt flera intervjuade entreprenörer och beställare fortfarande 2D-format som är lämpliga för att skrivas ut som ritningar. Detta reflekteras likväl i litteraturstudien där Sebastian (2012, s. 172) konstaterar att det saknas konsensus över programvaror, utbytesformat och kompatibilitetsproblem. Det är författarnas mening att en branschgemensam satsning krävs för att driva utvecklingen framåt och att det i detta arbete bör vara intressant för alla branschens aktörer att vara involverade för att se till så att de standarder som skapas passar alla.

På Peab är det en vanlig uppfattning att anledningen till att information försvinner från modeller är att Trafikverket vill ha så många olika anbud som möjligt. Vissa av de som intervjuats på Trafikverket instämmer i detta påstående medan andra hävdar att det snarare beror på de begränsningar som dagens utbytesformat medför. Kort sagt finns det olika sätt att förhålla sig till frågan, dessa varierar mellan organisationer och verksamhetsområden. Hur påverkar detta kommunikation organisationer emellan?

I litteraturstudien (avsnitt 2.2, sidan 6 i denna rapport) framgår tydligt att det inom bygg- och anläggningsbranschen finns omfattande slöseri i form av ineffektivitet, fel som uppstår i produktionen och bristande kommunikation. Detta reflekteras även i den nulägesanalys som genomförts där både beställare och entreprenörer till exempel beskriver omfattande dubbelarbete som uppstår som följd av bristande kommunikation. Vidare så framgår det i litteraturstudien (avsnitt 2.2, sidan 6-7 i denna rapport) att flera problem som ger upphov till olika sorters slöseri (exempelvis tidsmässig eller ekonomisk) borde kunna begränsas med hjälp av olika tillämpningar av BIM.

4.2 Utveckling av BIM i branschen

Den mest grundläggande tillämpningen som nämns i många intervjuer och som även lyfts fram från husbyggnadssidan är samgranskning. Just denna tillämpning används

till en varierande omfattning i de referensprojekt som studerats, tyvärr kan hela samgranskningsarbetet bli lidande av de problem utbytesformat och programvaror innebär. Med vissa anpassningar är det enligt författarna till denna rapport möjligt att underlätta dessa problem genom att anpassa husbyggnadsbranschens BIM-manualer. Detta skulle innebära att entreprenörerna ställer högre, mer specifika krav på den modell som levereras vilket i sin tur ställer krav på att entreprenörerna vet vad de beställer och hur det ska användas.

Vidare så är det både enligt litteraturstudien (avsnitt 2.3, sidan 9 i denna rapport) och nulägesanalysen ett stort problem att inget universellt utbytesformat för BIM-modeller finns tillgängligt. De 2-dimensionella utbytesformat som för närvarande används lämnar mycket att önska och är i princip oanvändbara om BIM faktiskt ska implementeras som arbetssätt. Branschen diskuterar flera olika lösningar på detta och många hoppas på en anpassning av IFC-formatet som används i husbyggnadsbranschen. Det är dessutom intressant att diskutera hur lång livstid en modell bör ha, för att det en modell ska kunna användas för att förvalta anläggningar med en lång livslängd krävs format och programvaror som kan användas en lång tid framöver. Detta problem är mest märkbart för Trafikverket eftersom de både är ansvariga för att beställa projekt och sedan se till så de förvaltas men sett ur ett längre perspektiv påverkar det också entreprenörer. Därför bör även denna fråga på ett eller annat sätt lösas innan modeller börjar levereras som bygghandlingar.

En omställning från 2D-modeller till 3D innebär dessutom höjda krav på entreprenörerna och hur de arbetar. Det gäller att dra nytta av den hjälp som finns (till exempel genom modellpiloter från Trafikverket) och samtidigt se till att utbilda egen personal så att modellerna faktiskt används genom hela byggprocessen.

En barriär mot utvecklingen av BIM som tagits upp är kompetens. Den strategiska chefen från Peab påpekade att företaget måste utbilda personal för att kunna arbeta med modeller. Flera av de som intervjuats på entreprenörssidan har konstaterat att det är svårt att få personer i produktionen att ställa om och använda modeller, delvis eftersom många saknar IT-vana men även eftersom många är nöjda med hur de arbetar i dagens arbetssätt. Vidare så har en del av personerna som blivit intervjuade inte riktigt haft koll på vad BIM egentligen är, för många är det inte mer än en 3D-modell. En förutsättning för att förstå möjligheterna är att först förstå vad BIM är, därför är det viktigt att informera om BIM och möjligheterna med att införa det som arbetssätt.

Som tidigare nämnt har Norge kommit längre än Sverige i användandet av BIM som arbetssätt. I det kravställande dokumentet, Håndbok 138, lyfts ett antal möjligheter med användandet av BIM. Exempel på dessa möjligheter för entreprenören är att kunna göra massberäkningar och kontrollera utsättningsdata modellbaserat. Är detta något som anses lönsamt är det kanske något entreprenörerna i Sverige borde undersöka. Utöver dessa två möjligheter nämns även tillämpningen visualisering och samgranskning. Detta är något som till viss mån tillämpas i Sverige, i Håndbok 138 påpekas däremot att denna tillämpning minskar tiden för beslutsprocessen genom en bättre förståelse. Det är författarnas mening att detta borde vara av intresse även i Sverige där Trafikverket ofta behöver hantera långa beslutsprocesser.

Trafikverket håller på att ta fram kravställningar för användandet av BIM, det går att ifrågasätta varför kraven från Norge inte skulle appliceras i Sverige. Eftersom BIM är ett etablerat arbetssätt i Norge och förutsättningarna i Norge på många sätt liknar vad som finns i Sverige borde rimligtvis kraven där vara formulerade på ett sätt som är applicerbart även i Sverige.

En intressant observation för Sveriges entreprenörer borde vara att se hur deras Norska motsvarigheter arbetar och hanterar de kravställningar som kommer från beställaren eftersom liknande kravställningar snart kommer från Trafikverket. Detta gäller egentligen hela Svenska anläggningsbranschen, varför inte lära från en ett land där arbetssättet visat sig fungera.

Kort sagt finns det mycket att lära från Norge och det borde spara tid om branschen anammade delar från det norska arbetssättet som utgångspunkt istället för att utveckla ett eget.

Ett annat stort problem som nämnts i så väl litteraturstudien (avsnitt 2.3, sidan 8 i denna rapport) som intervjustudien är vilka aktörer som driver utvecklingen. Entreprenörerna påpekar att de å ena sidan vill se ekonomiska eller konkurrensmässiga fördelar med ett införande men vill helst inte göra för mycket innan Trafikverket ställer faktiska krav på BIM. Det är enligt litteraturstudien (avsnitt 2.3, sidan 7-8 i denna rapport) många faktorer som påverkar det ekonomiska utfallet av att arbeta med BIM att det är svårt att förutsäga något. Därför är det författarnas åsikt att det är upp till varje enskild aktör att utveckla egna förhållningssätt till BIM, det som fungerar i vissa organisationer och projekt kanske inte alls fungerar lika bra för andra.

Slutligen finns det även juridiska frågor som rör ägande och användande av modeller. I litteraturstudien konstateras att nationella, branschgemensamma standarder kan underlätta detta problem. Problemet speglas även i intervjustudien där det konstateras att entreprenörerna anser att kravställningarna behöver utvecklas för att det sedan ska vara tydligt vad det innebär att arbeta med modeller.

Sammanfattningsvis är det många som utvecklar arbetet med BIM vilket är nödvändigt eftersom arbetssättet kräver utveckling av allt från juridiska frågeställningar om upphovsrätt till kompetens ute på byggarbetsplatsen. Lyckligtvis har den svenska anläggningsbranschen många goda exempel att dra inspiration ifrån, både från gränsande branscher och länder.

5 Slutsats

Slutsatsen i denna rapport återkopplar till syftet med uppsatsen samt de frågeställningar som återfinns i inledningen. Därefter föreslås områden för vidare studier baserat på spår som upptäckts under arbetets gång men inte rymts i denna rapport.

5.1 Dagens användning av BIM

Utifrån litteratur- och intervjustudierna som genomförts för denna rapport går det att konstatera att Sveriges anläggningsbransch inte för närvarande arbetar med BIM som integrerat arbetssätt. Det finns emellertid projekt som använder sig av modellbaserat samarbete vilket enligt författarna till denna rapport betyder att flera stora aktörer inom branschen faktiskt ser stora möjligheter med arbetssättet och är på väg att implementera det.

5.2 Barriärer och möjligheter

En av de största barriärerna för fortsatt utveckling är att det saknas en vedertagen standard för utbytesformat mellan olika mjukvaror. Det påverkar hela byggprocessen, från de tidiga projekteringsskedena till det faktiska genomförandet. När konsulter och beställare, i vissa fall även entreprenörer, planerar den tekniska helheten i ett projekt behöver de kunna lita på att informationen som finns i modellen faktiskt stämmer. I denna rapport diskuteras även andra barriärer, dessa finns det ofta skilda åsikter om men just kompatibilitetsproblem påverkar alla involverade och ifrågasätter det mest grundläggande med BIM-användande.

Samgranskning är en av de mest grundläggande tillämpningarna BIM erbjuder. Enligt så väl teori som intervjustudie så verkar det ändå vara en av de tillämpningar som skapar mest värde inom organisationer och projekt. Därför menar författarna av denna rapport att det inom branschen bör vara högt prioriterat att skapa strukturer för hur denna samgranskning kan systematiseras och bli ett standardiserat arbetssätt.

Genom intervjustudien konstaterades en viss ovilja att börja arbeta med BIM innan beställare kommer med tydliga kravställningar. Författarna av denna rapport menar att vid en faktisk implementering av BIM behöver alla involverade aktörer hitta egna arbetssätt eftersom olika organisationer kan finna nytta i olika tillämpningar och användningsområden. Följaktligen bör detta vara prioriterat inom hela branschen.

5.3 Vidare studier

För vidare studier skulle det vara intressant att undersöka ytterligare tillämpningar av BIM i anläggningsbranschen. Om fokus lades på att undersöka vilka möjligheter det finns att utveckla och förenkla arbetsvanor för de som arbetar i produktionen skulle möjligtvis detta kunna påverka inställningen till BIM hos dessa personer, något som i rapporten nämnts som ett problem för utvecklingen av BIM. Ett exempel på detta uppkom i en intervju hos Trafikverket där en arbetsmiljöanpassning nämndes för att göra arbetsplatsen säkrare.

En annan intressant aspekt att utreda är tillämpningar inom miljö där till exempel CO₂-utsläpp skulle kunna redovisas. Miljöfrågor är viktiga och högaktuella idag, vilket borde vara intressant att koppla till anläggningsbranschen som står för en stor miljöpåverkan.

6 Källhänvisning

Andersson, J-O., Andersson, A. (2017) Leverantörsmarknadsanalys 2017. Trafikverket. Hämtad från:
http://www.trafikverket.se/contentassets/277b5bbe994745639c54a65548c88074/trafikverkets_leverantorsmarknadsanalys_2016_v1_0.pdf

Axelsson, P. (2017). Objektbaserad Informationsmodell. (TDOK 2015:0181, version 3.0). Trafikverket. Hämtad från:
<http://trvdokument.trafikverket.se/Versioner.aspx?spid=110&dokumentId=TDOK%202015%3A0181>

Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership Manage. Eng.*, 2011, 11(3): 241-252

Barlish, K., & Sullivan, K. (2012). How to measure the benefits of BIM—A case study approach. *Automation in construction*, 24, 149-159. Hämtad från:
www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580512000234

Blom, H. Samuelsson, O. (2013). Ny villkorsbilaga ger BIM legal status. *AMA-nytt AF*. 1, 25-26. Hämtad från: http://static.bygggtjanst.se/amadocs/ama-nytt_1-2013_sid25-26.pdf

Brunbäck, L. (2014) Upphandlingsstrategi projekt Västlänken (2.1). Trafikverket. Hämtad från:
http://www.trafikverket.se/contentassets/aa2d026a94d04dabb19a0e89f3c8cfa4/upphandlingsstrategi_vastlankenentreprenader_141114.pdf

Ek Österberg, E. (2016). Marknadsidéer i själva verket: Trafikverket och den renodlade beställarrollen. Hämtad från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:948971/FULLTEXT01.pdf>

Jongeling, R. (2008). BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt: en jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM. Luleå tekniska universitet. Hämtad från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:998274/FULLTEXT01.pdf>

Josephson, P. E., & Saukkoriipi, L. (2009). 31 rekommendationer för ökad lönsamhet i byggandet—att minska slöseriet. Centrum för management i byggsektorn. Hämtad från: http://www.cmb-chalmers.se/wp-content/uploads/2015/10/31_rekommendationer.pdf

Kiviniemi, A., Tarandi, V., Karlshøj, J., Bell, H., & Karud, O. J. (2008). Review of the development and implementation of IFC compatible BIM. Erabuild Funding Organizations, Europe. Hämtad från https://www.tekes.fi/globalassets/global/ohjelmat-ja-palvelut/paattyneet-ohjelmat/yhdyskunta/erabuild_bim_final_report_january_2008.pdf

Nilsson, J. E. (2011). Projekteringsupphandling i nya former: förstudie. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Hämtad från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:675426/FULLTEXT01.pdf>

Sebastian, R. (2010). Breaking through business and legal barriers of open collaborative processes based on building information modelling (BIM). In W113-Special Track 18th CIB World Building Congress May 2010 Salford, United Kingdom (p. 166). Hämtad från: https://www.researchgate.net/profile/Leentje_Volker/publication/234022347_Potential_conflicts_with_procurement_law_during_architect_selection/links/00b7d530a09a3995b1000000.pdf#page=172

Sinnerstad, K. (2016). Mer infrastruktur för pengarna med ECI. Entreprenadaktuellt. Hämtad från: <http://www.entreprenadaktuellt.se/artikel/51987/mer-infrastruktur-for-pengarna-med-eci.html>

Thorsen, T.S. (2010). HB 138 MODELLGRUNNLAG: Krav til grunnlagsdata, modeller, utsettings- og innmålingsdata. Statens Vegvesen. Hämtad från: <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/195978/HB-138-2012.pdf?sequence=1>

Trafikverket. (2016). Vem gör vad av myndigheterna: Trafikverket. Hämtad från <http://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/trafikverkets-uppdrag/vem-gor-vad-av-myndigheterna-inom-transportområdet/>

7 Bildkällor

| | |
|---|----|
| Figur 2.1 - Trafikverkets planläggningsprocess (egen illustration)..... | 10 |
| Figur 3.1 - Västlänkens sträckning. Trafikverket. (2017) Västlänkens Entreprenadkarta [Elektronisk bild]. Återgiven med tillstånd. Hämtad från: http://www.trafikverket.se/contentassets/a8e181dac38842cd8051c7fb0e217241/karta_entreprenader_vastlanken_20160412.pdf | 13 |
| Figur 3.2 - Trafikverkets BIM-trappa (egen illustration)..... | 18 |