

BIM jämfört med traditionell projektering

- I vilka uppdrag är det mest lönsamt att använda sig av BIM inom järnvägsbranschen?



LUNDS
UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Trafik och Samhälle / Trafik och väg

Examensarbete:
Elin Sturesson
Fredrik Danielsson

© Copyright Elin Sturesson, Fredrik Danielsson

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

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

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2021

Sammanfattning

Detta examensarbete handlar om Building Information Modelling, även förkortat BIM, i järnvägsbranschen. BIM är ett relativt nytt arbetssätt som börjar implementeras allt mer men samtidigt används traditionell projektering. Med bakgrund av detta ämnar detta examensarbete undersöka i vilka uppdrag som det är mest lönsamt att implementera BIM. Frågeställningarna som togs fram var:

- Vilken ekonomisk effekt har implementeringen av BIM i projekt jämfört med traditionell projektering?
- Vilken tidseffekt har uppdrag med BIM jämfört med traditionell projektering?
- I vilka uppdrag är det mest lönsamt att implementera BIM?
- Hur skiljer sig synen på BIM mellan beställare, konsulter och entreprenörer?
- Finns det arbetssätt som kan tillämpas för att öka lönsamheten av BIM?

Med hjälp av en litteraturstudie och intervjustudie undersöktes olika aspekter inom området BIM. Trafikverkets strategidokument om BIM analyserades samtidigt som grundläggande fakta om ersättningsform, ansvarsform och aktör studerades. Olika detaljnivåer utforskades för att se vad som är passande i olika uppdrag.

Svaren från respondenterna analyserades tillsammans med litteraturstudien. Slutsatserna som kunde dras var att det i dagens läge är dyrare och tar längre tid i projekt med BIM. Det vill säga tidsåtgången ökar och de ekonomiska effekterna blir dyrare. De uppdrag som är mest lämpade för BIM är komplexa projekt med många olika aktörer. Ansvarsformen totalentreprenad och ersättningsformen löpande räkning bör användas i kombination med rätt detaljnivå. De arbetssätt som bör utvecklas för att öka lönsamheten för BIM i uppdrag är hantering av förvaltningsdata, tydliga standarder, utbildningar och gemensamma filformat och plattformar.

Nyckelord: BIM, Järnväg, Ansvarsform, Ersättningsform, Aktör

Abstract

This thesis deals with the subject Building Information Modelling (BIM), in the railway industry. BIM is a relatively new way of working that is beginning to be implemented more and more at the same time as traditional design is used. This study aims to investigate in which projects it is most profitable to implement BIM. The aim of this thesis to study is the following questions:

- What are the financial effects of implementing BIM in projects?
- How does BIM influence the time consumption in projects?
- What are the characteristics of the projects where it is most profitable to implement BIM?
- In which ways does the approach to BIM varies between the customer, consultants and contractors?
- Are there any working methods that can be applied on BIM in order to improve the profit?

The activities within this thesis, a literature study and interview study, were aimed at developing various aspects in the area of implementing BIM in railway projects. The Swedish Transport Administration's strategy document on BIM were assessed in this study, as well as information about various forms of economical compensation and area of responsibility between different actors. In addition, various levels of detail were studied in order to assess which level is most suitable for different projects.

The answers from the respondents were analysed with support from the literature review. It could be concluded that projects where BIM is implemented, is under the prevailing circumstances, more expensive and more time consuming compared to projects using only 2D design. It could also be revealed, the projects that are most suitable for BIM are characterized by a high level of complexity, several involved actors, design and build contract and a form of compensation in accordance with current account. In order to increase the use of BIM in projects, the following measure must be taken; the management of data needs to get improved, the standards have to be clearer, knowledge gap required to be reduced and a common platform for files should be available.

Keywords: BIM, Railway, Form of liability, Form of compensation, Actor

Förord

Detta examensarbete utfördes i samarbete med Atkins Sverige AB i Helsingborg under vårterminen 2021. Examensarbetet är den avslutande delen av högskoleingenjörsutbildningen i byggteknik – järnvägsteknik vid Lunds Tekniska Högskola (LTH) och omfattar 22,5 högskolepoäng.

Vi vill framförallt tacka våra handledare Mattias Nilsson och Robert Lindqvist som kontinuerligt stöttat oss och visat stort intresse och engagemang under arbetets gång. Vi vill även tacka resten av våra kollegor på Atkins som hjälpt till med att svara på frågor och komma med idéer angående examensarbetet.

Vi vill tacka Pajtim Sulejmani, vår handledare från LTH som kommit med värdefulla kommentarer om vårt arbete, gett stöttning under arbetets gång samt engagerat och hjälpsamt svarat på frågor under examensarbetets gång.

Slutligen vill vi även tacka alla som ställt upp på intervjuer där alla respondenter har delat med sig av sina erfarenheter och kunskaper för att kunna öka vår förståelse för BIM.

Helsingborg, maj 2021

Elin Sturesson

Fredrik Danielsson

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och målsättning	2
1.3 Problemformulering	2
1.4 Avgränsningar	3
2. Metodik	4
2.1 Metodlära	4
2.1.1 Litteraturstudie	4
2.1.2 Intervjustudie	4
2.2 Val av metod	5
2.2.1 Inledande studie	5
2.2.2 Huvudstudie.....	5
2.2.3 Avslutande studie	6
3. Litteraturstudie	7
3.1 BIM	7
3.1.1 Vad är BIM.....	7
3.1.2 Dimensioner i BIM.....	8
3.1.3 Level of development.....	9
3.1.4 Fördelar.....	9
3.1.5 Nackdelar.....	10
3.2 Traditionell projektering	11
3.2.1 Vad är traditionell projektering	11
3.2.2 Fördelar.....	11
3.2.3 Nackdelar.....	11
3.3 Trafikverket	12
3.3.1 Strategidokument.....	12
3.3.2 BIM-trappan	13
3.4 Ersättningsform	14
3.4.1 Fasta priser.....	14
3.4.2 Mängdreglerat avtal.....	14
3.4.3 Löpande räkning.....	15
3.5 Beställare	15
3.5.1 Beställarens uppgift.....	15
3.5.2 Komplikationer för beställare.....	16
3.6 Entreprenör	16

3.6.1 Totalentreprenad.....	16
3.6.2 Utförandeentreprenad.....	17
3.7 Konsult.....	18
3.7.1 Arbete för konsult.....	18
3.7.2 Tider.....	18
3.7.3 Ekonomi.....	19
4. Intervjustudie.....	20
4.1 Bakgrund.....	20
4.2 BIM och traditionell projektering.....	21
4.3 Ekonomi.....	22
4.4 Tidsåtgång.....	25
5. Analys.....	31
5.1 Vilken ekonomisk effekt har implementering av BIM i projekt jämfört med traditionell projektering?.....	31
5.2 Vilken tidseffekt har uppdrag med BIM jämfört med traditionell projektering?.....	32
5.3 I vilka uppdrag är det mest lönsamt att implementera BIM?.....	32
5.4 Hur skiljer synen på BIM sig mellan beställare, konsulter och entreprenörer?.....	34
5.5 Finns det arbetssätt som kan tillämpas för att öka lönsamheten av BIM?.....	35
6. Diskussion och Slutsats.....	36
6.1 Diskussion.....	36
6.2 Slutsats.....	36
6.3 Förslag till vidare studier.....	37
7. Referenser.....	38
7.1 Webbsidor.....	38
7.2 Styrande dokument.....	39
7.3 Litteratur.....	39
7.4 Video.....	40
Bilaga 1.....	41
Bilaga 2.....	44

1. Inledning

Anläggningsbranschen står inför en stor förändring i arbetsmetodiken då BIM även kallat Byggnadsinformationsmodellering implementeras i större omfattning och i fler projekt. Trafikverket som är den största beställaren av järnvägsprojekt i Sverige har sedan 2017 infört ett strategidokument om hur BIM ska implementeras och utvecklas i järnvägsprojekt. Detta leder till att Trafikverket, konsulter och entreprenörer behöver anpassa sitt arbete för att nå de nya kraven. Genom att använda BIM kan processerna i ett projekt effektiviseras och därmed öka produktiviteten (Trafikverket, 2017b).

1.1 Bakgrund

Traditionell projektering är något som har använts i decennier inom byggsektorn. Traditionell projektering definieras i detta examensarbete som CAD-projektering av linjer och objekt i 2D eller 3D utan tillhörande objektinformation, med tillhörande dokument. Detta innebär att linjerna inte innehåller någon information men tillsammans bildar de ritningar (Trafikverket, 2013a). Dessa ritningar kan vara planritningar, sektionsritningar och profilritningar som tillkommer med olika dokument såsom mängdförteckningar och tekniska beskrivningar. Svårigheten med traditionell projektering är att det lätt kan uppstå fel i projekteringsprocessen på grund av att det är svårt att få en helhet av anläggningen eftersom ritningar och dokument är separata från varandra. Dessa fel upptäcks ofta inte förrän i bygg- eller driftskedet, vilket medför till obefogade dyrare projekt (Hansson et al., 2015). I dagens läge strävar Trafikverket efter att effektivisera alla processer som projektering, byggnation och förvaltning inom järnvägsanläggningar genom att implementera BIM i olika projekt.

BIM är en digital objektbaserad modell som representerar objekt i verkligheten (BIM, 2021a). Modelleringen behöver uppfylla fyra olika kriterier för att kunna klassas som BIM. Kraven är:

- Informationshanteringen ska ske med en eller flera objektorienterade modeller
- Egenskaper ska vara kopplade till modellerna
- Objekten ska ha relation till varandra i modellen
- Olika informationsvyer ska kunna skapas i en och samma modell (BIM, 2017).

Slipers kan vara ett exempel på ett objekt. Slipern som är objektet kan föras med dess verkliga geometri och andra egenskaper som kopplas till objektet i modellen, en egenskap kan vara dess vikt. Slipern har relation till andra objekt i modellen till exempel vilket avstånd den är från ett kontaktledningsfundament, samt går det att få olika vyer i modellen på slipern.

Trafikverket är i en förändringsprocess där de strävar efter att använda BIM som en stöttepelare för utveckling av digitaliseringsmöjligheter samt använda effektivare processororienterad verksamhet som stöds av införandet av BIM. Användningen av BIM i järnvägsanläggningar ger ett kontrollerat informationsflöde av anläggningens livscykel, från skapande, hantering och användning av information samtidigt som Trafikverket kan utnyttja sina resurser och tillgångar bättre. Hantering av förvaltningsdata i BIM är idag under utveckling och kan inte utnyttjas fullständigt (Trafikverket, 2017b).

1.2 Syfte och målsättning

Syftet med detta examensarbete är att undersöka i vilka typer av projekt som det är mer lönsamt att projektera i BIM jämfört med traditionell projektering. Begreppet lönsamhet kommer i detta arbete att definieras som ekonomisk vinning i kombination med mindre tidsåtgång.

Fokus i detta examensarbete är att jämföra Trafikverkets, konsulternas samt entreprenörernas syn på projektering i BIM, hur lönsamt de olika aktörerna tycker att BIM har varit i avslutade och pågående projekt, samt vad de tycker kan bidra till att göra projektering i BIM inom järnvägsprojekt lika utvecklad som inom byggnadsbranschen.

1.3 Problemformulering

- Vilken ekonomisk effekt har implementeringen av BIM i projekt jämfört med traditionell projektering?
- Vilken tidseffekt har uppdrag med BIM jämfört med traditionell projektering?
- I vilka uppdrag är det mest lönsamt att implementera BIM?
- Hur skiljer synen på BIM sig mellan beställare, konsulter och entreprenörer?
- Finns det arbetssätt som kan tillämpas för att öka lönsamheten av BIM?

1.4 Avgränsningar

Detta examensarbete kommer inte ta hänsyn till de järnvägstekniska delarna i projekteringsskedet eller i produktionsskedet av järnvägsanläggningar. Trafikverkets strategidokument för implementering av BIM innefattar alla typer av infrastruktur men detta examensarbete fokuserar enbart på infrastruktur för järnvägsanläggningar.

2. Metodik

2.1 Metodlära

Det finns ett flertal metoder som kan genomföras för att ett trovärdigt och opartiskt resultat ska erhållas från en undersökning. De tre krav som ställs för att en undersökning ska kunna användas i akademiska sammanhang är kontrollerbarhet, upprepningsbarhet och individoberoende. Kontrollerbarheten ökar genom god genomförd dokumentation med preciserade beskrivningar hur studien genomförts, vilket gör att en oberoende individ kan upprepa studien. Upprepningsbarheten ökar reliabiliteten eftersom resultatet kan undersökas av andra individer som genomför samma studie. Slutligen ska studien vara individoberoende, det vill säga värderingar hos olika individer ska inte påverka resultatet (Paulsson, 2020).

2.1.1 Litteraturstudie

När en litteraturstudie genomförs är det viktigt att vara källkritisk. Vetenskapliga arbeten har krav på neutralitet vilket gör de till en trovärdig källa. Läroböcker innehåller övergripande information och refererar till flera pålitliga källor som kan användas i början av litteraturstudien. Det är viktigt att tänka på vem som har skrivit litteraturen samt i vilket syfte. Opartiskheten i en litteratur varierar beroende på vilken typ av litteratur det är. En broschyr eller Internetkälla som vill ge ut en viss information kan dölja viktig fakta vilket kan påverka litteraturstudien (ibid.).

2.1.2 Intervjustudie

Intervjustudie är en kvalitativ metod för att utöka förståelsen för ämnet som studeras. En intervju utförs genom en utfrågning av en person och kan ske både på distans genom samtal, eller under fysiska möten. Frågorna som ställs under en intervju kan variera, men de delas grovt in i två olika typer av datainsamling - idéinsamling och faktainsamling (ibid.).

Faktainsamling betyder att frågorna är standardiserade, och frågeställningen är uppställd på samma sätt i alla intervjuer som utförs. I vissa fall kan även svarsalternativ vara utformade och intervjun kan på så sätt liknas till en enkät. Detta är en fördel då svaren inte påverkas av faktorer som inte har med själva intervjun att göra (ibid.).

Idéinsamling betyder att frågorna utgår från ett tema och anpassas under intervjuens gång baserat på de svar som ges. Dessa frågor är oftast relativt öppna och ger möjligheten till fria svarsalternativ (ibid.)

För att inte förlora fakta eller felcitera intervjuerna bör dessa spelas in om tillstånd ges av den intervjuade. Anteckningar bör endast komplettera det inspelade materialet för att underlätta transkribering och framtagning av citat.

2.2 Val av metod

2.2.1 Inledande studie

Detta examensarbete skrivs med en kvalitativ forskningsstrategi, som består av en litteraturstudie där olika relevanta källor undersöks och granskas för att öka kunskapen om projektering inom BIM kontra traditionell projektering. Tidigare examensarbete inom BIM studeras för att skapa en uppfattning om ämnet samt vilka frågeställningar som inte redan har besvarats. Dessa examensarbeten hittas på LTH:s portal. Därefter tas problemformuleringar fram samt mer djupgående fakta om BIM och traditionell projektering, dess användningsområden och dess för- och nackdelar. Olika ersättningsformer och aktörer undersöks för att skapa underlag till intervjufrågor. Informationsinsamlingen under litteraturstudien består främst av styrande dokument från Trafikverket, artiklar från internet samt tryckt facklitteratur. För att hitta artiklar på internet används sökmotorer som Google och LUBCat.

2.2.2 Huvudstudie

BIM är ett relativt nytt arbetssätt inom den svenska järnvägsbranschen och få studier har genomförts kring tillämpningen av BIM. För bästa möjliga resultat av undersökningen utförs intervjuer med flera olika aktörer i branschen vilket ger en bred insamling av fakta som bidrar till en individoberoende studie på ämnet då flera synvinklar ges. Aktörernas arbetssätt skiljer sig från varandra är metoden som valts för intervjustudien faktainsamling. Detta gör att frågor inte kan vinklas efter aktörernas erfarenheter vilket ger en oberoende studie. Frågorna är baserade på den fakta som framkommit ur litteraturstudien vilket gör dem relevanta till dagens situation.

Alla intervjuer bokas i god tid samt skickas frågorna i Bilaga 1 ut en vecka innan intervjun för att ge möjlighet till respondenter att förbereda sig. Det råder en pandemi i världen under examensarbetets genomförande vilket resulterar i att

inga intervjuer kan verkställas via fysiska möten utan utförs på distans genom videosamtal via Zoom och Teams. Alla intervjuer spelas in vid medgivande för att kunna transkriberas och återkoppla respondenternas svar. Stödanteckningar genomförs under intervjuerna.

2.2.3 Avslutande studie

Den avslutande studien i detta examensarbete är att sammanfatta resultaten från den inledande studien och huvudstudien. Sammanställning av intervjuerna ger ett underlag för att kunna diskutera och jämföra de olika aktörernas syn på BIM. Därefter kan resultatet i intervjustudien kopplas till litteraturstudien för att analyseras och dra eventuella slutsatser. Slutsatsen ska återkopplas till problemformuleringen för att tydligt visa vad examensarbetet ger svar på, samt ge förslag till vidare studier för framtida studenter.

3. Litteraturstudie

3.1 BIM

3.1.1 Vad är BIM

Begreppet BIM står för både byggnadsinformationsmodellering och byggnadsinformationsmodell. Den första benämningen står för framtagandet av en objektbaserad 3D-modell och den andra för den färdigställda objektbaserade 3D-modellen. Båda definieras som en intelligent 3D-baserad process som bidrar till ökad effektivitet i planeringen, utformningen, byggnationen och förvaltningen av infrastruktur (Autodesk, 2020). En 3D-modell behöver därför inte vara BIM, trots att BIM alltid är 3D.

För att en 3D-modell ska klassas som BIM behöver den vara objektbaserad, vilket betyder att alla objekt som skapas i modellen representerar objekt i verkligheten. Dessa objekt förses sedan med egenskaper och geometrier (BIM, 2021a). Modellering i 3D behöver uppfylla fyra olika kriterier för att modellen ska klassas som BIM. Kraven är att informationshanteringen ska ske med en eller flera objektorienterade modeller, egenskaper ska vara kopplade till objekten, och dessa ska ha relation till varandra i modellen samt att olika informationsvyer kan skapas i en och samma modell (BIM, 2017). Detta ger möjlighet till att nyttja informationsinnehållet för att till exempel utföra mängdberäkningar som används i ett projekt, detektera kollisioner, bättre samordning mellan olika aktörer och fackområden, utföra analyser, m.m.

3.1.2 Dimensioner i BIM

Vid projektering i BIM kan flera dimensioner kopplas till modellen. Dimensionerna går upp till 7D, men de vanligaste tillämpningarna är 4D och 5D (Trafikverket, 2013b). Tabell 1 beskriver de olika dimensionerna från 3D till 7D.

Tabell 1: Dimensioner av BIM och dess tillämpningar.

Dimension	Beskrivning
3D	Den vanligaste tillämpningen av BIM och benämns oftast som koordinationsmodell. Denna används för att visualisera anläggningen samt kontrollera kollisionpunkter mellan objekt i modellen (Trafikverket, 2013b).
4D	Visualisering av tidsplanen och montageordningen vilket möjliggör att följa hur byggnationen av anläggningen kommer se ut i realtid innan byggprocessen börjat. Tidsvinsten kan därför bli maximerad genom att planläggningen effektiviseras (ibid).
5D	Mängdavgivning och kostnadsestimering. Alla objekt som är med i modellen listas upp och deras egenskaper som material och mängder räknas in för att sedan ge en estimerad kostnad för byggnationen av anläggningen (ibid). Arbeten som inte är kopplade till objekt går dock inte att mätas i BIM, exempelvis inmätningensarbeten och geotekniska undersökningar
6D	Hänsyn tas till energikonsumtion och kostnad för hela livscykeln av en anläggning. Detta ger en estimerad kostnad för varje objekt även under förvaltningsskedet och skapar underlag för planeringen av hur anläggningen ska utformas för att vara hållbar och kostnadseffektiv (United BIM, 2020a).
7D	All information som är relevant för en anläggnings livscykel läggs till. Detta används för att förvaltaren enkelt ska ha tillgång till all information som bedöms nödvändig för att planera och utföra underhåll, exempelvis tekniska specifikationer, bruksanvisningar och garantiinformation (ibid.).

3.1.3 Level of development

Level of development förkortas LOD, och är ett begrepp som beskriver detaljeringsgrad och tillförlitlighet för en modell (BIM, 2017b). LOD delas in i olika nivåer som beskriver vilken detaljnivå modellen har, graderingen är från 100 till 500 (United BIM, 2020b). Tabell 2 beskriver de olika LOD-nivåerna från 100 till 500.

Tabell 2: Level of development nivåerna och dess tillämpningar.

LOD-nivå	Beskrivning
100	Konceptdesign. Objekten presenteras på en grundläggande nivå där volym, area och höjder kan utläsas i modellen (United BIM, 2020b).
200	Schematisk design. Objekten i modellen förses med en simpel form, samt kan kvantitet och icke geometrisk information bifogas (ibid.).
300	Detaljerad design. Detta är en exakt modellering av objekt i en anläggning med precis storlek, kvantitet och koordinater. Icke geometrisk information kan även bifogas till objekten (ibid.).
400	Detaljerad design med tillverkning och montering. Utöver exakt modellering ingår fullständig tillverknings- och montageordning i modellen (ibid.).
500	Byggd anläggning. Som anläggningen verkligen är byggd. Nivån innehåller konstruerade objekt med information om drift och underhåll i modellen (ibid.).

3.1.4 Fördelar

Genom att implementera BIM i projekt kan fördelar nås som inte går att uppfylla med traditionell projektering. En stor fördel är att anläggningen visualiseras och kollisioner kan upptäckas (Hansson et al., 2015). Genom att upptäcka kollisioner redan i projekteringskedet kan projektörer tidigt justera objekt som kolliderar och byggnationen av anläggningen blir enklare om alla kollisioner är borttagna i projekteringskedet. Detta ger ett mer effektivt utförande med lägre kostnader för hela processen. Ett exempel på kollisionsskontroll i järnvägsanläggningar med BIM kan vara upptäckten att ett kontaktledningsfundament kolliderar med en kabelränna.

Kommunikationen mellan projektör och beställare kan förbättras även med BIM då en tydligare helhetsbild ges när anläggningen visualiseras i BIM jämfört med 2D ritningar. Visualiseringen ökar även förståelsen mellan entreprenör och beställare samt ger möjligheten till att få bättre och mer ändamålsenliga produkter som i detta fall är järnvägsanläggningar (BIM, 2021a).

De objektbaserade modellerna i BIM ger bättre underlag för beräkning av materialåtgång, kostnader och tidsplanering (Hansson et al., 2015), vilket i sin tur leder till lägre projektkostnader och högre kvalitet i både process och produkt (BIM, 2021 a). Detta uppnås genom att mängder kalkyleras i CAD-programmet med god noggrannhet vilket leder till mindre felkalkyleringar.

Högre dimensioner av BIM tillåter en 3D-simulering av byggnationen redan i planeringsskedet vilket kan underlätta planläggningen av arbetet. Detta bidrar till en säkrare arbetsplats eftersom risker och brister i utförandet kan upptäckas i ett tidigt skede (Hansson et al., 2015). Genom att förebygga risker redan i planeringsskedet skapas en bättre arbetsmiljö för alla anställda på arbetsplatsen, vilket är positivt för alla aktörer och individer i ett projekt.

Förvaltningsskedet kan effektiviseras med BIM eftersom en fullständig modell över anläggningen kan levereras. Den information som finns kopplad till varje objekt i modellen gör att framtida entreprenörer och konsulter får tydligt underlag för hur anläggningen är konstruerad samt vad den innehåller. Detta gör att modellen enkelt kan användas för framtida ombyggnationer och underhåll. (ibid.).

3.1.5 Nackdelar

Eftersom BIM är ett relativt nytt arbetssätt i järnvägsbranschen kan de olika aktörerna sakna den kompetens som behövs för att utnyttja BIM till dess fulla potential. Detta kan leda till att ett projekt blir mer kostsamt då mer tid behövs för att utbilda och förlika sig med ett nytt sätt att projektera och producera. Ytterligare kan kompetensnivån mellan olika aktörer variera vilket kan leda till att problem uppstår vid kommunikation och leverans. Vid projekt i mindre skala kan aktörer som saknar tillräcklig kunskap om BIM uppleva att det blir för komplicerat att implementera, och därför välja att använda sig av traditionell projektering istället (Hansson et al., 2015). Det behöver utvecklas en gemensam plattform för att smidigt kunna arbeta med alla modeller, dock är det svårt att ta

fram en effektiv sådan då det saknas standardisering för BIM i dagsläget inom järnvägsbranschen.

3.2 Traditionell projektering

3.2.1 Vad är traditionell projektering

I detta examensarbete definieras traditionell projektering som CAD-projektering av linjer och objekt i 2D eller 3D utan tillhörande objektinformation, med tillhörande dokument. Detta innebär att linjerna inte innehåller någon information men tillsammans bildar de ritningar (Trafikverket, 2013a). Dessa ritningar kan vara planritningar, sektionsritningar och profilritningar som tillkommer med olika dokument såsom mängdförteckningar och tekniska beskrivningar.

3.2.2 Fördelar

En stor fördel med traditionell projektering är att alla i järnvägsbranschen är bekanta med arbetssättet. Innan datorer var allmänt tillgängliga ritades alla 2D ritningar för hand på papper, och i följd med digitaliseringen övergick handarbetet till projektering i CAD-program. Eftersom traditionell projektering följt samma koncept i flera årtionden vet alla aktörer hur de ska behandla 2D-ritningar och beskrivningar vilket gör att arbetsprocessen går snabbare och kan bli mer effektiv. Trafikverket har även flera etablerade system för hur förvaltningsdata hanteras, till exempel verktygen BIS, Trafikverkets datasystem för att lagra och hämta information om anläggningar (Trafikverket, 2018).

3.3.3 Nackdelar

I traditionell projektering produceras ritningar och dokument separat från varandra, vilket gör att de saknar koppling. Många ritningar är även schematiska och flera objekt har standardiserade symboler. Dessa symboler har oftast inget samband med objektets verkliga form eller storlek och kan leda till svårtydliga ritningar där exempelvis kollisionspunkter kan missas. Resultatet blir att motstridiga uppgifter kan förekomma i bygghandlingarna. I traditionell projektering utläses planritningar, sektionsritningar och tekniska beskrivningar ihop, men det är svårt att få en sammankopplad bild av helheten. Detta gör att många fel kan uppkomma i projekteringsprocessen som inte upptäcks förrän projektet är i byggskedet eller driftskedet, vilket medför stora extra kostnader för projektet (Hansson et al., 2015).

3.3 Trafikverket

Den största byggherren av anläggningsprojekt i Sverige idag är Trafikverket som årligen investerar miljarder i den svenska järnvägen. De är beställaren och ägaren av all statlig järnväg, och har sedan 2015 börjat ställa krav på att BIM ska finnas i alla upphandlingar. Trafikverket beskriver BIM som framtidens arbetssätt och räknar med att göra stora besparingar och sänka kostnaderna inom alla skeden i anläggningsprojekt. I strategidokumentet är BIM-trappan framtagen som illustreras i figur 1 (Trafikverket, 2017a).

3.3.1 Strategidokument

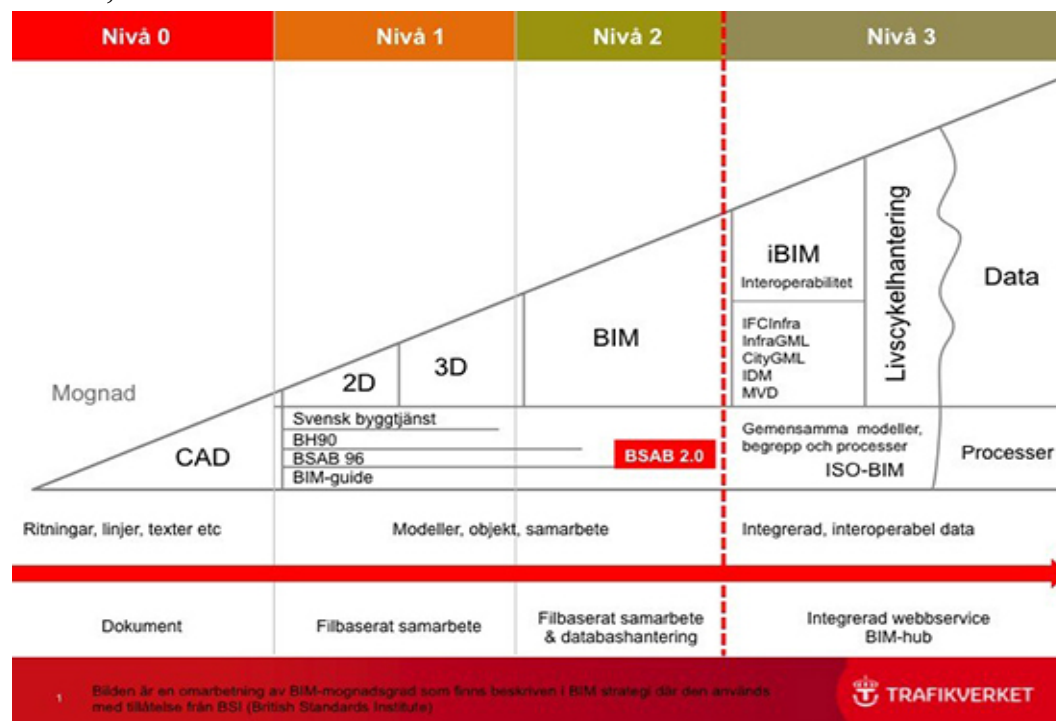
Trafikverket har tagit fram ett strategidokument för hur BIM ska anpassas, utvecklas och implementeras i olika järnvägsprojekt. Strategidokumentet ska vara användbart för alla i Trafikverkets verksamhet, som exempelvis konsulter, entreprenörer och kravställare (ibid.).

Kunskapsnivån hos aktörerna i arbetsprocessen med BIM i järnvägsanläggningar når idag inte sin fulla potential. Trafikverket vill höja kunskapsnivån med hjälp av att ha delmål för BIM i varje verksamhet, vilket leder till ett successivt införande av BIM som därmed ökar kunskapsnivån kontinuerligt. Trafikverket vill skapa helhetsfokus på process, organisation och teknik när arbetssättet i BIM ska integreras. Eftersom Trafikverket är kravställare i beställarrollen är det dem som har den drivande rollen för implementering av BIM. De strävar efter faktabaserade förbättringsarbeten och skapar dialoger i branschen genom att delta i intresseföreningar nationellt och internationellt (ibid.).

Målet är att en gemensam BIM-modell ska finnas där all data och information hanteras som avser Trafikverkets järnvägsanläggningar. Under dennas livscykel ska all data och information i BIM vara objektorienterad, spårbar och av känd kvalitet. I alla kontraktshandlingar ska Trafikverket kravställa att BIM-modeller ska upprättas med informationsleveranser. Data för en anläggning ska även kunna återanvändas, vilket gör det möjligt att ta fram informationsflöden för anläggningens livscykel med BIM. Att ta hänsyn till en anläggnings livscykel främjar utvecklandet av BIM samt skapas kvalitativa-, ekonomiska- och sociala nyttor i ett projekt (ibid.).

3.3.2 BIM-trappan

Trafikverket har i strategidokumentet tagit fram en BIM-trappa för att underlätta hanteringen av de olika projekteringsnivåerna. Denna består av fyra olika nivåer, från nivå 0 till nivå 3.



Figur 1: Illustrerar BIM-trappan (Trafikverket, 2017b).

Figur 1 beskriver Trafikverkets BIM-trappa och dess nivåer.

- Nivå 0 består av dokument som pappersritningar och texter. All projektering sker i CAD med 2D projektering.
- Nivå 1 består av filbaserat samarbete där både 2D och 3D projektering kan användas.
- Nivå 2 är projektering i BIM, där filbaserat samarbete och databashantering används. Här har objekt 3D vyer och information är kopplad till varje objekt.
- Nivå 3 är BIM med olika hanteringar som livscykelhantering, där anläggningen kan visualiseras från byggskedet till ibruktagande till förvaltning och sist rivning. Det digitaliserade byggandet och förvaltningen är ett pågående arbete och beräknas vara i bruk vid 2025 (Trafikverket, 2017b).

3.4 Ersättningsform

Vid projektering och byggnation av anläggningar uppkommer kostnader som konsulter och entreprenörer står för i form av arbetstimmar och material. Under projektets gång ersätts konsulten och entreprenören av beställaren för de kostnader som uppstått eller enligt ett fast förbestämt pris. Detta kallas för ersättningsformer, och de vanligaste typerna är fasta priser, mängdreglerade avtal och löpande räkning (Hansson et al., 2015).

3.4.1 Fasta priser

Ett fast pris innebär att slutkostnaden för ett projekt är förutbestämt redan vid beställningen då antalet arbetstimmar och mängden material är fastställt i kontraktshandlingarna. Denna ersättningsform överläter ansvaret på att budget hålls av entreprenören eller konsulten och används främst vid anläggningsprojekt. Denna ersättningsform används både vid total- och utförandeentreprenader (Hansson et al., 2015).

3.4.1.1 Fördelar

- + Slutkostnaden är känd redan vid projektstart (ibid).
- + Större initiativ för aktörer att vara effektiva i arbetet då det ökar deras vinst (ibid).

3.4.1.2 Nackdelar

- Om förfrågningsunderlaget inte är felfritt kan kostnaden öka till följd av ÄTA-arbeten (ibid).
- Genvägar kan tas i projekteringskedet när kostnadstaket närmar sig, vilket leder till högre kostnader i entreprenaden (ibid).

3.4.2 Mängdreglerat avtal

Mängdreglerande avtal, även kallat a-pris, används ofta som ett komplement till fasta priser när det inte är fullt möjligt att fastställa mängden arbete eller material som kommer brukas under projektets gång. En mängdförteckning sammanställs med alla aktiviteter som finns med i bygghandlingen, tids- och mängdåtgång uppskattas och prissätts, sedan dokumenterar entreprenören exakt hur stor åtgången varit för varje aktivitet. Budgetansvaret faller på entreprenören, men incitament för att hålla nere mängdrelaterade kostnader försvinner (Hansson et al., 2015). Detta är den vanligaste ersättningsform för

BEST-arbeten och används främst vid utförandeentreprenader (Trafikverket, 2019).

3.4.2.1 Fördelar

- + Ger god uppskattning av slutkostnaden trots osäkerheter i projekteringen (Hansson et al., 2015).

3.4.2.2 Nackdelar

- Aktörer behöver inte tänka lika aktivt på att hålla nere mängdrelaterade kostnader, vilket minskar kreativa processer och lösningar (ibid).
- Aktiviteter som uppstår men inte är med i mängdförteckningen är svåra att definiera och prissätta (ibid).

3.4.3 Löpande räkning

Löpande räkning innebär att slutkostnad för ett projekt inte är bestämt vid beställning, utan konsulten eller entreprenören får löpande betalt under projektets gång baserat på antalet arbetstimmar och mängd material som används. Hela ansvaret för att budgeten inte överskrids landar på beställaren, och denna ersättningsform används främst vid ÄTA-arbeten eller komplexa uppdrag. Ersättningsformen används både vid total- och utförandeentreprenader (Hansson et al., 2015).

3.4.3.1 Fördelar

- + Större utrymme ges för att hitta innovativa lösningar (ibid).

3.4.3.2 Nackdelar

- Aktörer saknar incitament för att minska tidsåtgången (ibid).

3.5 Beställare

3.5.1 Beställarens uppgift

I alla byggprojekt finns det en eller fler beställare vilka är uppdragsgivare och beställer utförande av projekteringsarbeten, byggnadsarbeten, rivningsarbeten eller markarbeten. Genom att en byggherre beställer arbeten enligt förfrågningsunderlag som utförs av entreprenör, konsult, leverantör eller annan uppdragstagare blir byggherren beställaren i projektet. Trafikverket är ofta både byggherre och beställare i järnvägsprojekt. Beställer byggherren en

totalentreprenad kan den upphandlade entreprenören i sin tur anlita underkonsulter och underentreprenörer vilket gör totalentreprenören till en beställare (Boverket, 2020).

3.5.2 Komplikationer för beställare

Om den budgeterade kostnaden eller tiden för ett projekt överskrids så är det beställaren som står för merkostnaden. I internationella infrastrukturprojekt överstiger nio av tio projekt den planerade budgeten och 40 % av de projekt som överskrider kostnaden är järnvägsprojekt. Beställaren i järnvägsprojekt har därmed svårt att hantera budgeterade projekt eftersom det kan uppkomma komplikationer. Ett exempel är att beställaren upphandlat tjänster där det visar sig att entreprenören saknar kunskap för att uppfylla de funktioner och krav som bestämts av de avtalande dokumenten. Oftast leder detta till att budget- och tidsplan överskrids i projekt då tjänsterna behöver upphandlas på nytt för att hitta en ny entreprenör som har kunskapen för att kunna utföra arbetet (Hansson et al., 2015).

3.6 Entreprenör

Beställaren av ett projekt är sällan samma organisation som står för konstruktionen av en anläggning, utan denna anställer en eller flera entreprenörer att utföra arbetet. Beställaren väljer vilken kontrollnivå de vill ha i projektet och väljer vilken sorts entreprenadform de vill nyttja. Skillnaderna mellan olika entreprenadformer är hur ansvaret mellan entreprenören och beställaren regleras, och det finns två huvudkategorier av entreprenadformer, totalentreprenad och utförandeentreprenad. För att underlätta byggprocessen och minska tvister används regelverken ABT06 för totalentreprenad (Svensk byggtjänst och Föreningen Byggandets kontraktskommitté, BKK, 2007) och AB04 för utförandeentreprenad (Svensk byggtjänst och Föreningen Byggandets kontraktskommitté, BKK, 2004).

3.6.1 Totalentreprenad

Totalentreprenad definieras enligt ABT 06 som “*entreprenad eller del av entreprenad där entreprenören i förhållande till beställaren svarar för projektering och utförande*” (Svensk byggtjänst och Föreningen Byggandets kontraktskommitté, BKK, 2007). Vid en totalentreprenad har entreprenören ett funktionsansvar, vilket innebär att det arbete som entreprenören utför ska ske på sådant sätt att anläggningen följer de funktionskrav som beställaren angett i

förfrågningsunderlaget. Entreprenören tar i anbudsskedet fram förslag på anläggningens utformning och tekniska lösningar för de funktioner beställaren krävt (Hansson et al., 2015). Entreprenören tar även ansvar för att anlita underentreprenörer och konsulter där behov finns, vilket ytterligare avlastar ansvar från beställaren (ibid.).

3.6.1.1 Fördelar

- + Projekttiden blir ofta kortare än i en utförandeentreprenad (ibid.)
- + Färre misstolkningar av bygghandlingar då entreprenören ansvarar både för projektering och utförande (ibid.)
- + Mer fokus på funktion över form vilket kan bidra till innovativa lösningar (ibid.)

3.6.1.2 Nackdelar

- Om förfrågningsunderlaget inte specificerar annat kan entreprenören välja billigare lösningar än vad beställaren haft i åtanke (Hansson, et al., 2015)
- Specifika krav i förfrågningsunderlaget kan hindra entreprenören från att innovera (ibid.)
- Beställaren riskerar att gå miste om inflytande och information vid utformning av anläggningen då entreprenörens kompetens och metoder lägger grund för arbetsprocessen (ibid.).

3.6.2 Utförandeentreprenad

Utförandeentreprenad definieras enligt AB04 som “*entreprenad eller del av entreprenad där beställaren svarar för projektering och entreprenören ansvarar för utförande*” (Svensk byggtjänst och Föreningen Byggandets kontraktskommitté, BKK, 2004). Detta innebär att entreprenören har ett utförandeansvar och att arbetet ska utföras efter det förfrågningsunderlag som upprättats av beställaren, vars ansvar det är att alla bygghandlingar är korrekt upprättade. I förfrågningsunderlaget som är framtaget är det noga beskrivet hur konstruktionen ska upprättas, samt vilka och hur mycket material som ska användas. Flera entreprenörer kan medverka parallellt med varandra under projektets gång och upphandlas separat av beställaren (Hansson et al., 2015).

3.6.2.1 Fördelar

- + Beställaren har möjligheter att handla upp entreprenörer billigt för varje delmoment (ibid.)
- + Tidsvinster kan fås av att flera olika utförandeentreprenörer arbetar parallellt i ett projekt (ibid.)

3.6.2.2 Nackdelar

- Kraven på samordning är höga då flera aktörer arbetar samtidigt (ibid.)
- Felaktigt utförande hos en entreprenör kan leda till förseningar och konsekvenser för alla andra aktörer i projektet (ibid.)

3.7 Konsult

3.7.1 Arbete för konsult

När en beställare saknar erforderlig kompetens eller resurser för att själva utföra projektering i ett uppdrag anlitas konsulter som upprättar bygghandlingar och kan stötta beställaren med teknisk kompetens under byggnationen. Konsulter har specialistkunskap inom olika områden, vilket gör dem till experter på deras teknikområden (Hansson et al., 2015). När beställaren anlitar konsulter gäller ABK 09 i varje uppdrag för konsulter att arbeta med. Detta är ett regelverk som avgör hur konsulter ska förhålla sig i olika situationer. I varje uppdrag ska konsulter arbeta fackmässigt, samt har konsulten en skyldighet till att kontrollera uppgifter och komplettera utredningar som beställaren lämnar (Svensk byggtjänst och Föreningen Byggandets Kontraktskommitté, BKK, 2009).

3.7.2 Tider

Konsulten ska ge ett förslag på tidsplan till beställaren som vid överenskommelse gäller för uppdraget. Beställaren förser konsulten med det underlag som är aktuellt för att kunna genomföra en tidsplan. Om det blir en försening i ett uppdrag på grund av andra faktorer som konsulten inte står för har konsulten rätt till förlängd tidsplan. Konsulten har rätt till ersättning för merkostnad om beställaren väljer att ändra tidsplanen eller avbryter projektet. Kan inte konsulten leverera under bestämd avtalad tid utan det sker försening som inte är godkänd av beställaren blir konsulten skyldig att betala vite (ibid.).

3.7.3 Ekonomi

Konsulten får ersättning i form av arvode, arvodet kan vara i fast form eller i rörlig form beroende på vad som avtalas med beställaren. Ersättningen för konsulten kan justeras om konsultens kostnader ändras på grund av att det sker förändringar i uppdrag. Vid rörligt arvode underrättas beställaren månadsvis av konsulten om upparbetat arvode och nedlagda kostnader om inget annat avtalats. Lyckas konsulten inte hålla budget måste detta skriftligt underrättas till beställaren. Om konsulten har tillhandahållit fel i handlingar ska dessa upprättas utan ersättning av konsulten (ibid.).

4. Intervjustudie

4.1 Bakgrund

I denna del av examensarbetet sammanfattas de svar som gavs i intervjustudien från samtliga respondenter. Varje intervju har ägt rum på distans via Teams och Zoom under rådande pandemi. En vecka innan inbokad intervju skickades frågorna, se Bilaga 1, till varje respondent. Respondenterna är presenterade i Tabell 3-6 och samtliga respondenter har godkänt att deras namn presenteras i examensarbetet. Tabellerna beskriver vilka individer som blivit intervjuade och är uppdelade utifrån sina yrkesroller. Bilaga 2 beskriver varje respondents arbetsroll, hur länge de arbetat med BIM och när intervjun ägde rum.

Tabell 3: Respondenter från beställarrollen

Respondent	Företag	Arbetsroll	Aktör
Anna Neidenström	Trafikverket	BIM-specialist	Beställare
Markus Gustavsson	Trafikverket	Utbildare och utvecklare	Beställare

Tabell 4: Respondenter från entreprenörsrollen

Respondent	Företag	Arbetsroll	Aktör
Tim Nilsson	Implenia	BIM-chef	Entreprenör

Tabell 5: Respondenter från konsultrollen

Respondent	Företag	Arbetsroll	Aktör
Jacob Ebelin	Sweco	Teknikansvarig	Konsult
Kitty Linnberger	Atkins	Regionchef	Konsult
Martin Söderberg	Atkins	Teknikansvarig	Konsult
Patrik Ericson	Tyréns	BIM-samordnare	Konsult
Per Nyström	Sweco	BIM-samordnare	Konsult

Tabell 6: Respondenter från Sektorsdriven ideell förening.

Respondent	Företag	Arbetsroll	Aktör
Susanne Nullemann Ek	BIM Alliance	VD	Sektorsdriven ideell förening

4.2 BIM och traditionell projektering

Respondenterna var enade om fördelarna som BIM kan ge i dagsläget. Att ta fram en komplett informationsbaserad 3D modell i projekteringsskedet ger möjligheten att visualisera hur anläggningen kommer se ut innan byggstart vilket säkerställer att produkten håller god kvalitet eftersom modellen visuellt granskas under projekteringen. Detta ger bättre möjligheter till samordning mellan teknikslagen då visualiseringen lämnar mindre utrymme för feltolkningar och ger en ökad förståelse. Ordningen av produktionen kan visualiseras för alla moment vilket hjälper aktörerna att planlägga arbetet i byggskedet, samt blir det enklare att kontrollera fel i projekteringen som exempelvis kollisioner mellan objekt. Det kontinuerliga uppdaterandet av information som BIM bidrar till gör att samtliga aktörer i ett projekt arbetar efter det senaste projekterade underlaget vilket underlättar upptäckandet och avvecklandet av fel. En ungefärlig siffra för att åtgärda ett fel i projekteringsskedet gentemot i byggskedet är cirka en tiondel av kostnaden. Den information som kopplas till modellerna kan sedan programmeras in i entreprenörernas maskiner för att automatiskt utföra geometriska utgrävningar med ökad precision.

“BIM är modellbaserad projektering med konstant utbyte av modellfiler. Genom att teknikområden samarbetar tillsammans med uppdragsledaren och beställaren uppnås en produkt som kontinuerligt samgranskas och man kan lösa uppkomna problem tillsammans genom diskussion med samordningsmodellen som grund.”
Ericson

Det fanns dock skepticism bland några av respondenterna som hävdar att det i dagsläget inte går att utnyttja alla fördelar med BIM eftersom det fortfarande är ett relativt nytt arbetssätt vilket gör att branschen saknar den kunskap och erfarenhet som behövs för att ha tillit till processen. Det saknas även standardiserade processer och filformat vilket leder till att flera aktörer har olika

arbetssätt, vilket i sin tur leder till att projekteringen kan ta längre tid och därför vara dyrare än vad den borde vara. Det ställs även högre krav på entreprenörerna som behöver kunskapen till att både tolka och använda alla sorters information. Saknas det tillit till BIM:s arbetsprocess i projektering och produktion behövs traditionell projektering som komplement vilket leder till ett dubbelarbete som ytterligare ökar tidsåtgången och kostnaden i projektet.

“Att arbeta i BIM ställer högre krav på organisation, planering och att arbeta efter processer. Har man inte ordning på detta kan det kännas som dubbelarbete. Det krävs ett strukturerat arbetssätt som är tufft att implementera då det ställer högre krav på hur processerna är utformade, vilket blottar problem när man arbetar med digital data.”

Nellemann Ek

Inom traditionell projektering var samtliga respondenter enade om dess för- och nackdelar. Fördelarna med traditionell projektering är främst att det är ett väl inarbetat koncept som branschen känner till. Aktörerna är vana vid dess verktyg och arbetsprocess vilket ger erfarenheten till att estimerar ungefärliga kostnader, samt lägga tillförlitliga anbud. Detta skapar större förtroende för traditionell projektering jämfört med BIM som i dagsläget saknar tydlig struktur och standard. Nackdelarna med traditionell projektering är att möjligheterna till visualisering begränsas, vilket påverkar samordningen mellan teknikslag negativt. När information delas upp i individuella ritningar och dokument är risken för fel större eftersom varje ritning och dokument måste uppdateras manuellt.

“En traditionell projektering är lättare för många att hantera idag och man har förtroendet för den projekteringen... Inte samma kontrollmöjlighet, inte möjlighet att kunna göra automatisering och den maskinella biten av det, allt måste förädlas och antagligen göras om för att göra det läsbart... Ska du göra ändring på en ritning kan du ha 20 ritningar du ska ändra så risken för fel är mycket större.”

Neidenström

4.3 Ekonomi

Konsulter och beställare var överens om att fördelen med löpande räkning i uppdrag med BIM är att målbilden kontinuerligt kan ändras i ett projekt, samt kan det förekomma tolkningsskiljaktigheter vilket lättare kan justeras i löpande

räkning gentemot fastpris. Erfarenheten inom BIM befinner sig på en nivå som gör det problematiskt att lägga anbud som är sanna mot slutkostnaden. Det är därför fördelaktigt med löpande räkning eftersom det minskar risken för konsulten vilket illustreras i figur 2, samt blir projektet mer formbart då ändringar kan göras som inte är beskrivna i upphandlingen. Löpande räkning är även bra att använda i tidspressade projekt som behövs utföras snabbt. Detta leder till att BIM kan implementeras på en övergripande nivå. Löpande räkning ger dock inget incitament till att minska arbetstiden för varken konsulter eller entreprenörer.

“I BIM uppdrag kan detaljnivån tolkas olika av beställare och konsult vilken gör att pengarna kan ta slut i ett uppdrag. I traditionell projektering är arbetssättet mer inarbetat med mindre tolkningsskiljaktigheter. Fördelen med löpande räkning är att målbilden kan justeras under projektets gång och man kan göra budgetjusteringar.”

Söderberg

I fastprisuppdrag är aktörerna ense om att det krävs en större noggrannhet i anbud vilket ställer högre krav på projekt. Fastprisuppdrag används oftast i projekt där en tydlig målbild finns samt där utförliga anbud kan beräknas med BIM i åtanke. Risken för att slutkostnaden i ett fastprisuppdrag med BIM stiger markant är större gentemot löpande räkning eftersom informationen i förfrågningsunderlaget kan tolkas olika med mindre rörlig budget. Konsulter tar en större risk med fastprisuppdrag men ökar chansen till vinst då incitament ges för att minska antalet arbetstimmar vilket illustreras i figur 2.

“I fastprisuppdrag, här kommer det vara framförallt mycket tydligare för entreprenören vad det faktiskt är de behöver räkna på, de behöver inte sätta lika stor risk här, och i och med de inte behöver lägga lika stor risk i projekt så innebär det också att de kan lägga lägre anbud som bättre stämmer överens med själva slutpriset och på så sätt slipper man förhoppningsvis fler ÅTA.”

Gustavsson

VD:n Nellemann Ek från organisationen BIM Alliance anser att anbudsprocessen för fastprisuppdrag och löpande räkning måste tänkas om då BIM är ett nytt arbetssätt som kräver nya processer.

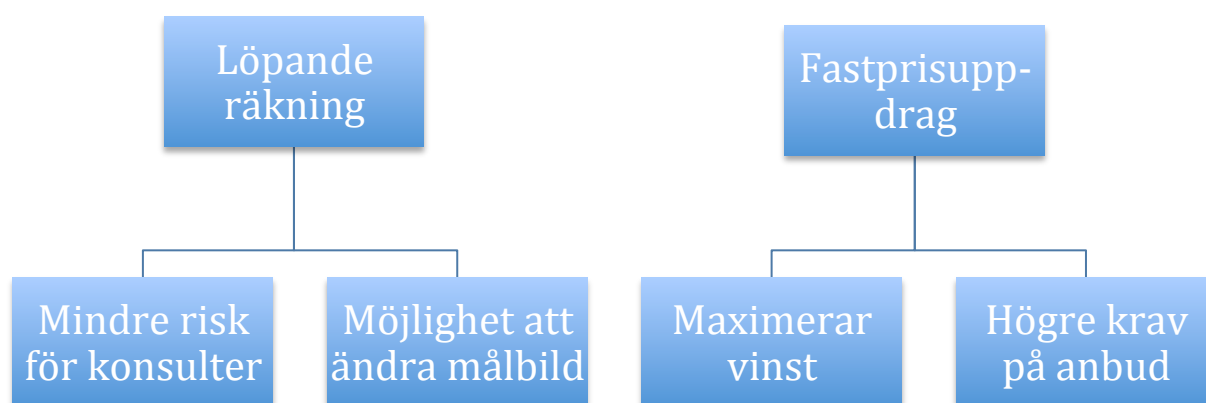
”Man behöver lämna gamla tankesätt bakom sig när det kommer till att räkna på anbud, och man behöver ta fram nya processer för att sälja konsulttjänster och få fram vilka mervärden man kan erbjuda kunden.”

Nellemann Ek

Synen på de ekonomiska effekterna som BIM ger i de olika skedena är gemensam för samtliga aktörer. Projekteringskedet får en högre kostnad men dessa kostnader sparas in i produktionsskedet. I dagens läge är det dock dyrare med BIM i projekt även om kostnader minskar i produktionsskedet eftersom konsulter och entreprenörer använder både BIM och traditionell projektering till följd av bristande erfarenhet.

“Initialt är där en startsträcka för aktörer som är nya i BIM att ta fram strategier och arbetssätt samtidigt som man utför projektet. Den ekonomiska effekten är därför att det är dyrt för ett bolag i början oavsett innan man får erfarenhet att veta vad kunden vill ha och vilken nivå man kan lägga sig på, men efter denna startsträcka går prislappen ner. I slutändan kan nog prislappen vara nästintill samma som traditionell, men kvaliteten på produkten bli bättre.”

Linnberger



Figur 2: Ger en överskådlighet över skillnaden mellan löpande räkning och fasta priser i BIM uppdrag.

4.4 Tidsåtgång

Alla aktörer är enade om att BIM i dagsläget initialt tar längre tid i projekteringsskedet vilket beror på ett flertal faktorer. Det är en blandning av att BIM innebär ett nytt arbetssätt där ramar, strukturer och fullt utvecklade verktyg saknas, samt att branschen fortfarande har en fot kvar i traditionell projektering. I dagens uppdrag är flera projekt fast i ett mellanläge mellan BIM och traditionell projektering, vilket dubblar projekteringstiden eftersom två arbetsprocesser används. Detta skapar två uppsättningar av projektering, en i 3D och en i 2D. Detta gör att tidsvinsten i byggskedet inte ger samma betydelse eftersom tidsåtgången blir längre än ifall endast traditionell projektering använts. Om projektet helt utförs med BIM som underlag blir tidsåtgången för projekteringen längre jämfört med traditionell projektering, men tidsåtgången minskar för bygg- och förvaltningskedet med hjälp av samordningsmodellen. Detta resulterar i liknande eller minskad tidsåtgång i projekt med BIM jämfört med traditionell projektering.

“Det är en större investering att arbeta strukturerat i data, men man vinner in detta i senare skeden. I dagsläget projekterar man dock ofta både traditionellt och i BIM vilket tar mycket längre tid.”

Nellemann Ek

En del respondenter kunde inte uttala sig om ÄTA-arbeten i BIM eftersom de inte har observerat någon skillnad jämfört med traditionell projektering. Entreprenören anser att det beror på hur förfrågningsunderlaget är utformat. Konsulter och entreprenörer som lägger anbud på projekt upptäcker brister som genererar ÄTA-arbeten, men detta görs även i traditionell projektering. Beställarna är överens om att antalet ÄTA-arbeten kan minskas om kontrakten skrivs korrekt medan konsulterna bedömer det som att antalet ÄTA-arbeten ökar i projekteringsskedet eftersom anläggningen visualiseras bättre. Detta bidrar till att antalet ÄTA-arbeten i byggskedet istället minskar eftersom dessa arbetas bort i projekteringen.

“BIM tar längre tid på grund av att det innehåller mer detaljer och mer samordning. Det är även fler problem som ska lösas virtuellt istället för på plats i byggskedet. Angående ÄTA hänger detta ofta samman med detaljnivån, det tillkommer ofta fler ÄTA i projekteringen eftersom man upptäcker fler problem men då gynnar detta produktionen och man kan få färre ÄTA i byggskedet.”

Söderberg

4.5 Projekt

Alla aktörer är enade om att när komplexiteten ökar i ett projekt desto större nytta fås av att tillämpa BIM. När flera olika aktörer är inblandade i ett projekt blir det viktigare med en samordningsmodell för att öka förståelsen för anläggningen. Vid mindre arbeten som utförs ofta och som entreprenören är vana vid är detaljnivån som BIM medför inte nödvändig. Det går inte att fastställa specifika typer av projekt där BIM är mest lämpligt att implementera, men BIM ger fler nyttor ju högre komplexitet och samordningsgrad som ett projekt innehåller, eftersom det finns ett behov av tydlig information och visualisering.

“Desto fler aktörer som är inblandade i ett uppdrag desto viktigare är det att använda BIM. I större projekt är det ofta många olika aktörer och det gynnar användningen av BIM. När man har färre aktörer är det enklare att nöja sig med 2D-modeller.”

Ebelin

Beställare, entreprenör och konsulter är enade om att nivån av Level of development kan skilja sig i olika uppdrag. Level of development nivå 500 ska ta konsideration till förvaltningskedet och innehålla tillräckligt med information för hela livscykeln, dock är samtliga respondenter eniga om att i järnvägsbranschen saknas den kunskapen i dagsläget. BIM används som mest i projekteringskedet och lite i produktionsskedet. Enligt beställare och konsulter används mestadels nivå 200-400, medan entreprenör anser att nivå 300 eller nivå 400 bör användas. Alla aktörer är överens om att högre nivåer av level of development i uppdrag leder till ökad tidsåtgång och kostnad.

“Level of development nivå 500 ska ta konsideration till förvaltningskedet och ha tillräcklig med information för hela livscykeln och så långt har inte järnvägsbranschen kommit i dagsläget. BIM används som mest i projekteringsfasen och lite i produktionsfasen. Level of development nivå 300 eller nivå 400 bör man därmed kunna landa i dagens projekt med järnväg beroende på erfarenheten hos aktörerna. Ju högre nivå av level of development man använder desto mer tid krävs, kostnaderna ökar även med längre tidsåtgång.”

Nilsson

Respondenterna är enade om att alla projekt bör sträva efter att befinna sig i nivå 3 i Trafikverkets BIM-trappa. Detta innebär att hela arbetsprocessen utförs i BIM och har med den informationen som behövs för att kunna hantera hela anläggningens livscykel. I dagsläget är det dock tekniskt omöjligt att arbeta i nivå 3 då det saknas en gemensam databas som alla aktörer kan arbeta i. I nuläget bör uppdrag sträva efter att hamna i nivå 2 på Trafikverkets BIM-trappa vilket figur 3 visar, däremot går det även att använda nivå 1 med 3D modeller.

“Egentligen ska alla projekt kunna vara i nivå 3, att vi jobbar i en och samma modell och det är då vi får flytet i informationen. Tekniskt är det inte ens möjligt att vara där. Det finns ett hinder i tekniken idag som gör att vi inte kan nå nivå 3 fullt ut. Det måste vara det som är slutmålet, men idag är vi mellan 1 och 2.”

Neidenström

Aktörerna är eniga om att i totalentreprenad kan entreprenören själv sätta upp krav på projekteringen samt få större frihet att ge sig själva och varje uppdrag en bra förutsättning. I en utförandeentreprenad har beställaren redan tagit fram projekteringen och projektet blir därmed uppdelat eftersom projekteringen inte tar hänsyn till vem som ska utföra produktionen och byggnationen av anläggningen. Det blir därför svårare att hantera BIM i en utförandeentreprenad. Eftersom Trafikverket saknar plattformar och verktyg för att hantera BIM-modeller på ett effektivt sätt blir samarbetet för konsulter bättre vid arbete under en totalentreprenör än under Trafikverket.

“I projekt är totalentreprenad bättre genom att de har ett övergripande ansvar för att hålla rent och använda modellerna. Totalentreprenad har ett större intresse av att använda BIM. I en utförandeentreprenad får de färdiga modeller som inte alltid är användbart.”

Ebelin

Synen på BIM är allmänt positivt inom branschen och är som störst i stora komplexa projekt. Trafikverket agerar draglok för att implementera BIM, medan konsulter och entreprenörer följer efter och samarbetar för att implementera BIM i sina projekt. På ledningsnivå är intresset stort, men på individnivå är det många som inte ser nyttan med BIM:s arbetssätt och därför kan responsen variera kraftigt inom ett och samma företag. Osäkerheten i budget och tidsplan minskar eftersom alla har kontinuerligt uppdaterade modeller och kan undvika stora tidsödande misstag men samtliga respondenter

uppfattar det även som ett nytt arbetssätt och har inga schablonpriser att arbeta efter ännu.

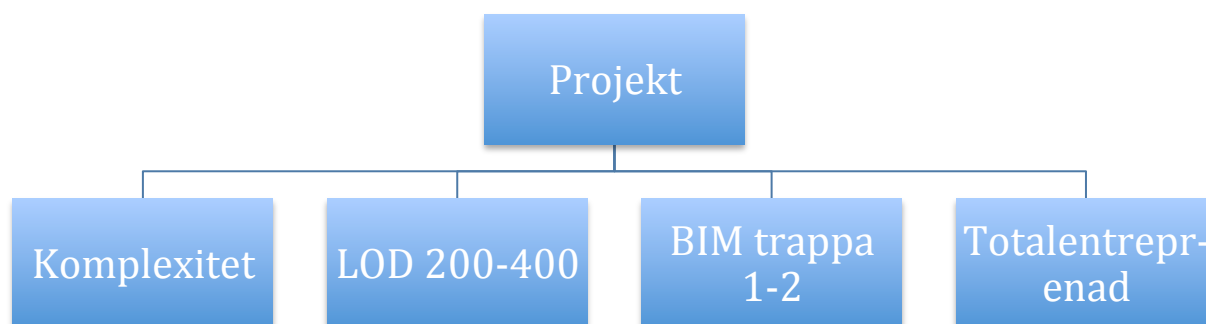
“Med implementering av BIM-modeller för markprojektering kan mängd för schakt och fyll beräknas och anpassas till balans. Informationen kan användas som stöd för produktionsplaneringen, vilket sparar tid, pengar och resurser.”

Nyström

Kvalitetssäkringen i BIM skiljer sig åt jämfört med traditionell projektering. BIM ställer högre krav på personen som ska granska modellerna. Det saknas tydliga riktlinjer för hur granskning i BIM ska genomföras, och många behöriga granskare är vana vid traditionell projektering och har svårt att anpassa sig efter BIM. Aktörerna instämmer att resultatet med kvalitetssäkringen i BIM kan ge en ökad förståelse i projekt med visualisering och olika vyer men det är svårare att granska idag.

“Kvalitetssäkringen ställer andra krav på arbetssätt och process men ger en ökad förståelse genom att materialet finns synligt i samordningsmodellen.”

Ericson

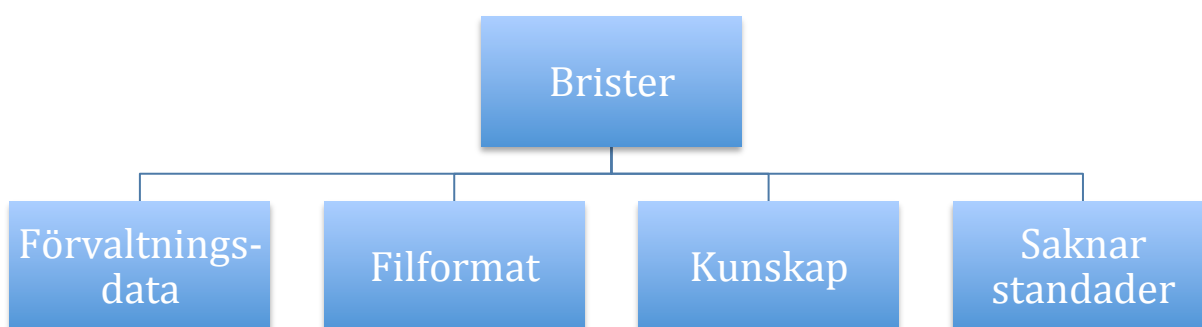


Figur 3: Ger en överskådlighet över hur ett projekt är mest effektivt med BIM.

4.6 Dagens läge och framtid

Samtliga aktörer är medvetna om att det finns ett flertal olika brister i dagens användning av BIM. Bristerna som beställarna och BIM Alliance upplevt är ojämn kompetens hos aktörer, otydliga kravspecifikationer och informationshantering. Branschen behöver standardiserade filformat och benämningar, samt skapa en gemensam plattform för hantering av data. Genom att delta i programutvecklingen och utbilda personal bland alla aktörer kommer kompetensen öka inom järnvägsbranschen.

Konsulterna anser att bristen i nuläget är att Trafikverket inte har utvecklat arbetet med förvaltningen fullt ut i BIM. All förvaltningsdata sker via traditionell projektering med 2D ritningar och detta är någonting Trafikverket behöver förändra för att effektivisera hanteringen av förvaltningsdata. Bristerna från intervjustudien sammanfattas i figur 4. Till den dag Trafikverket har utvecklat bättre förvaltningsdatasystem, plattformar och kravdokument kommer det alltid bli mixade projekt med BIM och traditionell projektering.



Figur 4: Ger en överskådlighet över bristerna i uppdrag med BIM.

I framtiden tror samtliga respondenter att BIM kommer användas mer och förhoppningsvis kommer det finnas en gemensam plattform att arbeta på. Aktörerna kommer arbeta med samma detaljnivå och målet livscykelhantering kommer nås. Det finns en enorm lönsamhet att hämta i implementeringen av BIM och branschen är på rätt spår. I framtiden har förhoppningsvis Trafikverket utvecklat kravdokument och processer om hur arbetet ska ske med BIM i projekt och när detta finns tillgängligt kommer det vara fullt möjligt att lämna traditionell projektering och endast använda BIM i alla processer.

“Jag tror att BIM kommer vara framtidens arbetsätt och att 2D projektering kommer vara avarten man kommer prata om när det är lönt att använda. Jag sticker ut hakan lite, BIM används oftast i stora projekt, men jag tycker man bör vända på det för jag tror det skulle vara mer lönsamt att använda i små, komplexa och korta projekt där man i dagsläget arbetat på samma sätt i 30 år.”

Linnberger

“Det finns oerhörda vinster att lösa problem virtuellt och därför kommer BIM användas mer i framtiden. Slutmålet är att man ska kunna uppnå livscykelhantering på en hel anläggning och det är en långt dit men där kommer man ha en bättre kontroll på drift och underhåll på anläggningen. I större projekt med mycket samordning och hög detaljeringsnivå där det kommer till stora mängder material och massor är BIM mest lönsamt.”

Söderberg

5. Analys

I denna del av examensarbetet analyseras och besvaras de uppställda frågeställningarna med hjälp av litteraturstudien och intervjustudien.

5.1 Vilken ekonomisk effekt har implementering av BIM i projekt jämfört med traditionell projektering?

De ekonomiska effekterna i ett uppdrag varierar. Intervjustudien tyder på att initialt kommer kostnaderna för projektering i ett uppdrag att vara högre jämfört med traditionell projektering eftersom projekteringen i nuläget tar längre tid i BIM jämfört med traditionell projektering. Det beror även på att konsulter behöver projektera både traditionellt samtidigt som de projekterar i BIM vilket leder till dubbelt arbete på grund av att branschen inte har kunnat lämna traditionell projektering än. Det tar längre tid att lära sig ett nytt arbetssätt med otydliga krav och arbetsprocesser, vilket leder till en ökad kostnad i projekteringsskedet. Litteraturstudien och intervjustudien visar att visualiseringen av anläggningen i 3D är en fördel eftersom i projekteringsskedet upptäcks kollisioner och andra problem som annars påträffas i byggskedet. Detta åtgärdas i projekteringen istället för i produktionen vilket också leder till en större kostnad i projekteringen jämfört med traditionell projektering.

Intervjustudien förklarar att i produktionsskedet minskar kostnaden eftersom konsulterna har arbetat bort problemen som uppmärksammats med hjälp av visualiseringen av anläggningen. Emedan kollisioner och andra svårigheter är borta innan byggnationen påbörjas kan produktionen av en anläggning genomföras snabbare och effektivare vilket sparar pengar i projektet. Det är billigare för uppdrag att ha en större budget i projekteringen så att de kan lösa problem i projekteringen jämfört med i produktionen.

I uppdrag kan projekt finansieras på diverse sätt. Litteraturstudien berättar att i fastprisuppdrag är slutsumman för ett projekt redan känt vilket ger ett incitament till aktörerna att arbeta effektivare därför att vinsten i ett projekt kan maximeras. Dock kan budget vara för liten vilket leder till att olika aktörer tar genvägar i projekt. Intervjustudien tyder på att BIM är ett nytt arbetssätt vilket leder till att budget och tid är svårt att uppskatta i dagens läge och därför kan fastprisuppdrag lätt skena iväg i både tid och kostnad. Om förfrågningsunderlaget skrivs väldigt detaljerat och utan tolkningsmöjligheter kan det vara lönsamt med fastprisuppdrag. Bristen i kravdokument och

utformade arbetsprocesser gör det problematiskt att använda fastprisuppdrag. Entreprenörer kan tjäna mer pengar på att lägga anbud i fastprisuppdrag om de har kunskapen om vad det är exakt som ska ingå i anbudet, samt om beställaren har felaktigheter i förfrågningsunderlaget. Isåfall öppnas möjligheten att lägga låga anbud och sedan lyfta alla ÄTA-arbeten som finns i anbudet.

Ersättningsformen löpande räkning ger projekt större utrymme att hitta nya och bättre lösningar, men det ger inget incitament till att arbeta effektivt och snabbare. I löpande räkning finns det utrymme att ändra målbilden under ett projekts gång vilket är gynnsamt för BIM idag därför att det finns otydligheter i detaljnivå och olika tolkningar av ett projekt för aktörerna inblandade. Det är fördelaktigt att använda löpande räkning med BIM eftersom många aktörer saknar erfarenhet av BIM, samtidigt tar konsulterna en mindre risk med löpande räkning.

5.2 Vilken tidseffekt har uppdrag med BIM jämfört med traditionell projektering?

Följden för att implementera BIM i projekt är en ökad tidsåtgång. Projekteringen tar längre tid för konsulter därför att BIM kräver högre detaljnivå och samordning. Det sker ofta två uppsättningar av projektering, i BIM och i traditionell projektering. När projekteringen i BIM och byggnationen är klar behöver konsulter använda traditionell projektering för att kunna skapa förvaltningsdata då Trafikverket inte kan ta emot förvaltningsdata i BIM. Detta är ett stort tidstillägg i projekt. BIM kan dock medföra att tidsåtgången i produktionen minskar tack vare att exempelvis kollisioner redan är borta som annars tar längre tid att lösa i produktionsskedet. Har inte entreprenören kunskapsnivån att utläsa BIM-modeller ökar tidsåtgången eftersom då behöver entreprenören traditionella ritningar. Är en bygghandling bristfällig kan ÄTA-arbeten medföra ökad tidsåtgång i uppdrag eftersom det blir tillägg i arbetet för olika aktörer, men ÄTA-arbeten kan eventuellt minska beroende på hur kontrakten är utformade.

5.3 I vilka uppdrag är det mest lönsamt att implementera BIM?

Järnvägsbranschen har i dagsläget inte nått upp till den kunskapsnivå som behövs för att kunna utnyttja BIM optimalt, vilket är en av anledningarna till att järnvägsbranschen hamnat efter i utvecklingen jämfört med till exempel byggnadsbranschen. För att nå upp till rätt kunskapsnivå är det främst erfarenhet

som behövs, och då BIM är ett relativt nytt arbetssätt kommer detta ta tid. Jämförs utförande- och totalentreprenad utifrån respondenternas svar så är totalentreprenad att föredra eftersom bättre återkoppling fås då entreprenören har möjligheter att hantera materialet på ett mer konkret sätt än Trafikverket. I totalentreprenad kan entreprenören fastställa hur projekteringen ska ske och kan därför få en snabbare projektering med bättre kommunikation till konsulterna. Möjligheten till kvalitetssäkring blir även bättre i totalentreprenad då entreprenören har möjlighet till att granska och kontrollera mer utförligt då de har större erfarenhet än Trafikverket, samt att projektörerna under projektets gång visuellt ser anläggningen och enklare kan uppfatta fel och krockar.

Bristen på standarder och utformade processer gör att granskningsprocessen av BIM modeller är ett problem för flera utbildade granskare. Granskare kan sakna kunskap om hur de ska förhålla sig när materialet inte är i form av traditionell projektering. Det är även skillnad på anbudsprocessen eftersom erfarenheten saknas av att både räkna på och se slutkostnader för vad olika moment kostar i ett projekt. En av respondenterna lade även vikt på att det behövs helt nya tankesätt när aktörer ska lägga anbud på BIM projekt eftersom det är en helt annan sorts projektering och utförande än traditionell projektering.

För att maximera nyttan och lönsamheten är det viktigt att aktörerna förstår vilken detaljnivå och dimension som bör användas under projekteringen. Respondenternas svar skiljde sig utifrån både vilken nivå som används i dagsläget, och vilken nivå projekt bör vara på. Om beställaren har en tydlig kravbild och tidigt kan fastställa en viss detaljnivå sparar detta både pengar och tid, annars försvinner stora delar av nyttan. Projekt behöver analyseras, vilka moment som ska ingå, vad modellen ska användas till och hur många teknikslag som är involverade. Ju mer komplext ett projekt är ju högre detaljnivå och dimension bör användas, men bristande erfarenhet och misstolkningar i förfrågningsunderlaget kan göra att aktörer hamnar på fel nivå. Det är därför viktigt med samordning och att projektledaren kontinuerligt ser till att alla aktörerna har koll på vilken nivå som förväntas. Från intervjustudien kan det tolkas att LOD-nivå 500 inte är relevant i dagens projekt med BIM eftersom det är tekniskt omöjligt att hantera hela anläggningens livscykel med drift och underhåll i BIM. LOD-nivå 100-200 är en bra nivå när endast grundläggande kunskap om anläggningen behövs, exempel volym och koordinater, men vid projekt med många aktörer är LOD-nivå 300-400 effektivare att använda. LOD-nivå 400 möjliggör för beställare och entreprenörer att simulera byggnationen

av anläggningen och lättare anpassa hur anläggningen bör byggas samt hur maskiner ska hanteras och dylikt. Liknande gäller Trafikverkets BIM-trappa. Det går att urskilja från både litteraturstudien och intervjustudien att nivå 3 inte är rimligt idag. År 2025 hoppas Trafikverket ha uppnått nivå 3 med livscykelhanteringen men i dagens projekt utifrån intervjustudien används mestadels nivå 1 och 2 i Trafikverkets BIM-trappa. Vilken dimension av BIM ett projekt bör använda är liknande till LOD-nivåerna. Dimension 6D och 7D tar hänsyn till en anläggnings livscykel och är därför inte lämpade att användas i dagsläget. Dimension 3D till 5D lämpas att använda i större projekt där etappindelning och kostnadsberäkning kan tas fram redan i ett tidigt skede.

5.4 Hur skiljer synen på BIM sig mellan beställare, konsulter och entreprenörer?

Synen på BIM är från ett ledningsperspektiv positiv, och aktörerna är intresserade av att implementera ett nytt arbetssätt för att få ut mer nytta i projekt. På individnivå kan det dock variera kraftigt, individer kan ha svårt att se nyttan som fås ut av ett nytt arbetssätt när dessa är vana vid traditionell projektering och anser att det fungerar bra. Det är främst bland de som arbetat länge med traditionell projektering och som inte är intresserade av att lära om sig. Bland de som har drivet och engagemanget av att utveckla är intresset stort.

Branschen är enade om att entreprenörerna har kommit längst med implementeringen av BIM, och att konsulterna kommer därefter. Flera aktörer har tagit fram specialistgrupper inom BIM och utbildar samordnare och granskare för att ligga i framkant. Främst är det de stora aktörerna som har råd att ta fram nya enheter som kan dedikera sig till BIM, varav de små kan hamna efter. Trafikverket som är den största beställaren av järnvägsprojekt i Sverige är intresserade av BIM och krävställer att det ska vara med i fler och fler projekt. De har dock inte kommit fram till hur de vill gå till väga med att implementera BIM som branschstandard då det saknas både standarder och databaser för att förvalta material i BIM.

5.5 Finns det arbetssätt som kan tillämpas för att öka lönsamheten av BIM?

Det finns en tydlig enighet från intervjustudien i vad som saknas för att uppnå de nyttor som implementeringen av BIM har att erbjuda. En faktor är att Trafikverket saknar möjlighet till att förvalta BIM modeller, vilket gör att informationen kopplad till alla objekt ej finns lagrat och tillgängligt för en anläggnings livscykel i förvaltningsskedet. Förvaltningsdata hanteras istället i 2D utan BIM. En annan faktor är att det inte finns standardiserade arbetssätt, utan de olika aktörerna i branschen tar själva fram lösningar och processer vilket kan skapa problem när samordning ska ske med andra aktörer. Trafikverkets strategidokument stödjer utvecklingen av BIM men det behövs tas fram tydliga och systematiska arbetskrav till alla aktörer inom varje område. Blir detta realitet kan arbetet effektiviseras och ett flöde kan uppstå i hanteringen av data.

Erfarenhet saknas i branschen för att BIM är ett relativt nytt arbetssätt, aktörer är inte vana vid BIM och litar inte på processen. Det finns inga gemensamma cellbibliotek eller filformat att arbeta i, utan varje aktör arbetar på sina egna plattformar. När dessa brister försvinner kommer branschen kunna utnyttja BIM till fullo.

6. Diskussion och Slutsats

6.1 Diskussion

De slutsatser som har dragits är med hjälp av analysen från litteraturstudien och intervjustudien. Slutsatserna tyder på att i dagens projekt uppnås inte den verkliga nyttan av BIM. Branschen är entusiastisk och intresserad av att frambringa BIM i projekt. Med hjälp av organisationen BIM Alliance kan erfarenhetsåterföring ske och olika företag kan tillsammans utveckla kunskapen inom BIM. När uppdrag kan lämna traditionell projektering och endast använda BIM kommer den största nyttan uppstå. Framtiden är ljus för järnvägsbranschen och BIM kan vara framtidens arbetssätt.

6.2 Slutsats

Slutsatsen som kan dras till frågorna i problemställningen är följande:

- Vilken ekonomisk effekt har implementeringen av BIM i projekt jämfört med traditionell projektering?

Den totala slutkostnaden för projekt i BIM är dyrare än projekt i traditionell projektering.

- Vilken tidseffekt har uppdrag med BIM jämfört med traditionell projektering?

Tidsåtgången ökar i uppdrag som använder BIM jämfört med uppdrag som använder traditionell projektering.

- I vilka uppdrag är det mest lönsamt att implementera BIM?

BIM bör implementeras i uppdrag där följande används

- ❖ Komplexa projekt
- ❖ Flera olika aktörer inblandade
- ❖ Ansvarsform totalentreprenad
- ❖ Ersättningsform löpande räkning
- ❖ LOD-nivå 300
- ❖ BIM-trappa nivå 2

- Hur skiljer sig synen på BIM mellan beställare, konsulter och entreprenörer?

Alla aktörer har en positiv syn på BIM. Trafikverket är den drivande aktören som ställer krav i branschen. Entreprenör och konsulter arbetar därefter. Synen på att implementera BIM skiljer sig åt på individnivå istället för aktör.

- Finns det arbetssätt som kan tillämpas för att öka lönsamheten av BIM?

Lönsamheten av BIM kan ökas genom att ta fram standarder och gemensamma filformat. Trafikverket behöver utveckla plattformar för att hantera förvaltningsdata av BIM samt plattformar för livscykelhantering. Utbildningar inom branschen är viktiga för att öka kunskapen hos individer och tydliga kravspecifikationer bör tas fram.

6.3 Förslag till vidare studier

Efter denna undersökning är det intressant att studera följande:

- Hur kan Trafikverket utveckla arbetet för att hantera förvaltningsdata i BIM?
- Hur kan en ersättningsform anpassas för att gynna användningen av BIM?
- Vilka gemensamma plattformar bör användas för aktörer som använder BIM?

7. Referenser

7.1 Webbsidor

Autodesk, 2020, *Design & build with BIM*,

<https://www.autodesk.com/solutions/bim>

(Hämtad 2021-02-24)

BIM, 2021a. *Vad är BIM*,

<https://www.bimalliance.se/vad-aer-bim/>

(Hämtad 2021-02-13)

BIM, 2017. *BIM Alliance om BIM*,

<https://www.bimalliance.se/vad-aer-bim/bim-alliance-om-bim/>

(Hämtad 2021-02-13)

BIM, 2017b. *Level of Development (LoD)*,

<https://www.bimalliance.se/utveckling-av-bim/projekt-inom-bim-alliance/lod/>

(Hämtad 2021-03-05)

Boverket, 2020, *Byggherrens ansvar*,

<https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/lov--byggande/byggprocessen/byggherrens-ansvar/>

(Hämtad 2021-06-09)

Trafikverket, 2017a, *Byggnadsinformationsmodellering (BIM)*,

[https://www.trafikverket.se/for-dig-i-](https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/byggnadsinformationsmodellering-bim/)

[branschen/teknik/byggnadsinformationsmodellering-bim/](https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/byggnadsinformationsmodellering-bim/)

(Hämtad 2021-02-24).

Trafikverket 2019, *Entreprenadindelning huvudentreprenader Anläggning och järnvägsteknik*,

[https://www.trafikverket.se/contentassets/cd8c02f677e740468fb3152fb537ffcd/](https://www.trafikverket.se/contentassets/cd8c02f677e740468fb3152fb537ffcd/entreprenadindelning_ostlanken_sv_19juni2019.pdf)

[entreprenadindelning_ostlanken_sv_19juni2019.pdf](https://www.trafikverket.se/contentassets/cd8c02f677e740468fb3152fb537ffcd/entreprenadindelning_ostlanken_sv_19juni2019.pdf)

(Hämtad 2021-03-04)

Trafikverket, 2018, *Baninformation (BIS)*,
<https://www.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/forvaltning-och-underhall/BIS---Baninformation/>
(Hämtad 2021-03-01)

United BIM, 2020a, *What are BIM Dimensions – 3D, 4D, 5D, 6D, and 7D BIM Explained*,
<https://www.united-bim.com/what-are-bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-7d-bim-explained-definition-benefits/>
(Hämtad 2021-05-04)

United BIM, 2020b, *BIM Level of development*
<https://www.united-bim.com/bim-level-of-development-lod-100-200-300-350-400-500/>
Hämtad (2021-06-09)

7.2 Styrande dokument

Trafikverket, 2017b, *Trafikverkets strategi för BIM*, TDOK 2013:0688. 2017-12-21

Svensk byggtjänst och Föreningen Byggandets kontraktskommitté, BKK, 2004, *Allmänna bestämmelser för byggnads-, anläggnings- och installationsentreprenader : AB 04*. ISBN 91-7333-088-4

Svensk byggtjänst och Föreningen Byggandets kontraktskommitté, BKK, 2007, *Allmänna bestämmelser för totalentreprenader avseende byggnads-, anläggnings- och installationsarbete : ABT 06*. ISBN 978-91-7333-162-3

Svensk byggtjänst och Föreningen Byggandets Kontraktskommitté, BKK, 2009, *Allmänna Bestämmelser ABK 09*. ISBN 978-91-7333-387-0

7.3 Litteratur

Hansson, B., Olander, S., Landin, A., Aulin, R., Persson, U., 2015. *Byggledning Projektering*. Lund: Studentlitteratur. ISBN 978-91-44-10572-7

Paulsson Ulf, 2020. *Examensarbete*. Lund: Studentlitteratur. ISBN 978-91-44-13397-3

7.4 Video

Trafikverket, 2013a, *Vad är BIM*,

<https://www.youtube.com/watch?v=6pjd6TYKd4o>

(Hämtad 2021-03-01)

Trafikverket, 2013b, *Vad är en modell i 3D, 4D, och 5D?*,

https://www.youtube.com/watch?v=oJsX4vWhykQ&feature=emb_logo

(Hämtad 2021-03-01)

Bilaga 1.

Tack så mycket för att du vill ställa upp på en intervju till vårt examensarbete! Nedan står frågorna vi kommer ställa under intervjun, men eventuella följdfrågor kan även komma under intervjuns gång. Examensarbetet handlar om BIM kontra traditionell projektering i järnvägsprojekt och frågorna är baserade med fokus på detta. Traditionell projektering i detta examensarbete definieras som 2D-projektering med tillhörande dokument. Om det finns frågor du inte känner dig bekväm med att svara på så behöver de inte besvaras. Vi är även nyfikna på att höra dina egna erfarenheter, kunskaper och tankar inom järnvägsprojekt.

Intervjufrågorna är baserade på vår frågeställning och litteraturstudie i examensarbetet.

Tack ännu en gång för ditt medverkande och din tid!

Frågor för intervju

Bakgrund

Hur definierar du begreppet BIM?

Vilken erfarenhet har du av BIM och traditionell projektering?

Hur lång tid har du arbetat med BIM och traditionell projektering?

Vad är din roll och vad arbetar du med?

I anläggningsprojekt, vilka fördelar, nackdelar och problem ser du kopplat till användningen av BIM i dagens läge?

I anläggningsprojekt, vilka fördelar, nackdelar och problem ser du kopplat till användningen av traditionell projektering i dagens läge?

I vilken utsträckning används BIM inom järnvägsbranschen?

Ekonomi

Vilka för- och nackdelar tycker du det finns i löpande räkning med BIM jämfört med traditionell projektering?

Vilka för- och nackdelar tycker du det finns i fastprisuppdrag med BIM jämfört med traditionell projektering?

Hur tycker du de ekonomiska effekterna i projekt är för din arbetsprocess i BIM jämfört med traditionell projektering?

Tidsåtgång

Hur ser du på tidsåtgången i arbetet med BIM jämfört med traditionell projektering?

Hur ser det ut med ÄTA:or i BIM kontra 2D? Är det vanligare i den ena eller den andra?

Projekt

Vilka projekttyper lämpar de olika arbetssätten sig mest? Exempel ombyggnation, växelbyte, spårbyte m.m?

Vilken level of development från 100-500, tycker du är passande att använda i BIM?

Hur påverkar de olika nivåerna av level of development tid och ekonomi?

Trafikverket har tagit fram ett strategidokument där BIM-trappan illustreras, vilken nivå tycker du är bäst att använda i projekt?

Blir osäkerheten i budget och tidsplan mindre genom tillämpning av BIM i projekt?

Ser du någon skillnad i utförandeentreprenad eller totalentreprenad i användningen av BIM jämfört med traditionell projektering?

Hur fungerar kvalitetssäkring i BIM jämfört med traditionell projektering?

Hur intresserade är de olika aktörerna av att använda BIM? Entreprenörer, konsulter, Trafikverket?

Dagens läge och framtid

Finns det några brister med BIM i dagsläget som man kan förbättra?

Hur tror du användningen av BIM kommer se ut i framtiden?

Vilka projekt tyckte du det är mest lönsamt att använda BIM ekonomiskt och tidsmässigt jämfört med traditionell projektering?

Bilaga 2.

Beställare

- Anna Neidenström har arbetat med projektering, BIM och informationsmodeller i stort sett hela hennes karriär, både som entreprenör, konsult, konstruktör och BIM-samordnare. Nu arbetar hon på Trafikverket som beställare. Intervjun ägde rum 29/3-2021.
- Markus Gustavsson har främst arbetat med traditionell projektering av bana i cirka sju år. Arbetar nu på Trafikverket som utbildare inom projektering av spår och bana. Intervjun ägde rum 17/3-2021.

Entreprenör

- Tim Nilsson har arbetat med projektering i cirka sju år och har erfarenhet både av BIM och traditionell projektering. Idag är han BIM-chef för Implenia. Intervjun ägde rum 16/3-2021.

Konsult

- Kitty Linnberger är regionchef för Atkins på affärsområde järnväg i region syd. Hon har arbetat med informationsbaserad modellering sedan 1997, och hennes arbetsuppgifter innebär att utveckla verksamheten i regionen genom att säkerställa resurser och fånga in affärsmöjligheter. Intervjun ägde rum 26/3-2021.
- Patrick Ericsson arbetar som BIM-samordnare. Han har arbetat på olika konsultfirmor och idag är han anställd på Tyréns, intervjun ägde rum 16/3-2021.
- Jacob Ebelin har arbetat med signalprojektering i sex år, varav hälften varit med traditionell projektering och hälften i BIM. Idag är han teknikansvarig för arbetsområdet signal på Sweco. Intervjun ägde rum 25/3-2021.
- Martin Söderberg har arbetat med projektering av järnvägsmark i cirka fem år, varav de senaste två med BIM. Idag är han teknikansvarig för området järnvägsmark på Atkins. Intervjun ägde rum 26/3-2021.

- Per Nyström är markprojektör och har arbetat med BIM sedan 2012. Idag är han BIM-samordnare på Sweco. Intervjun ägde rum 24/3-2021.

Organisation

- Susanne Nellesmann Ek är VD för den sektorsdrivna ideella intresseorganisationen BIM Alliance. Susanne har arbetat med BIM i lite mer än sex år och hennes arbetsuppgifter är att koppla ihop olika specialistgrupper och utbilda dem för att främja kommunikation mellan dessa för att uppnå visionen om oavbrutna informationsflöden. Intervjun ägde rum 22/3-2021.