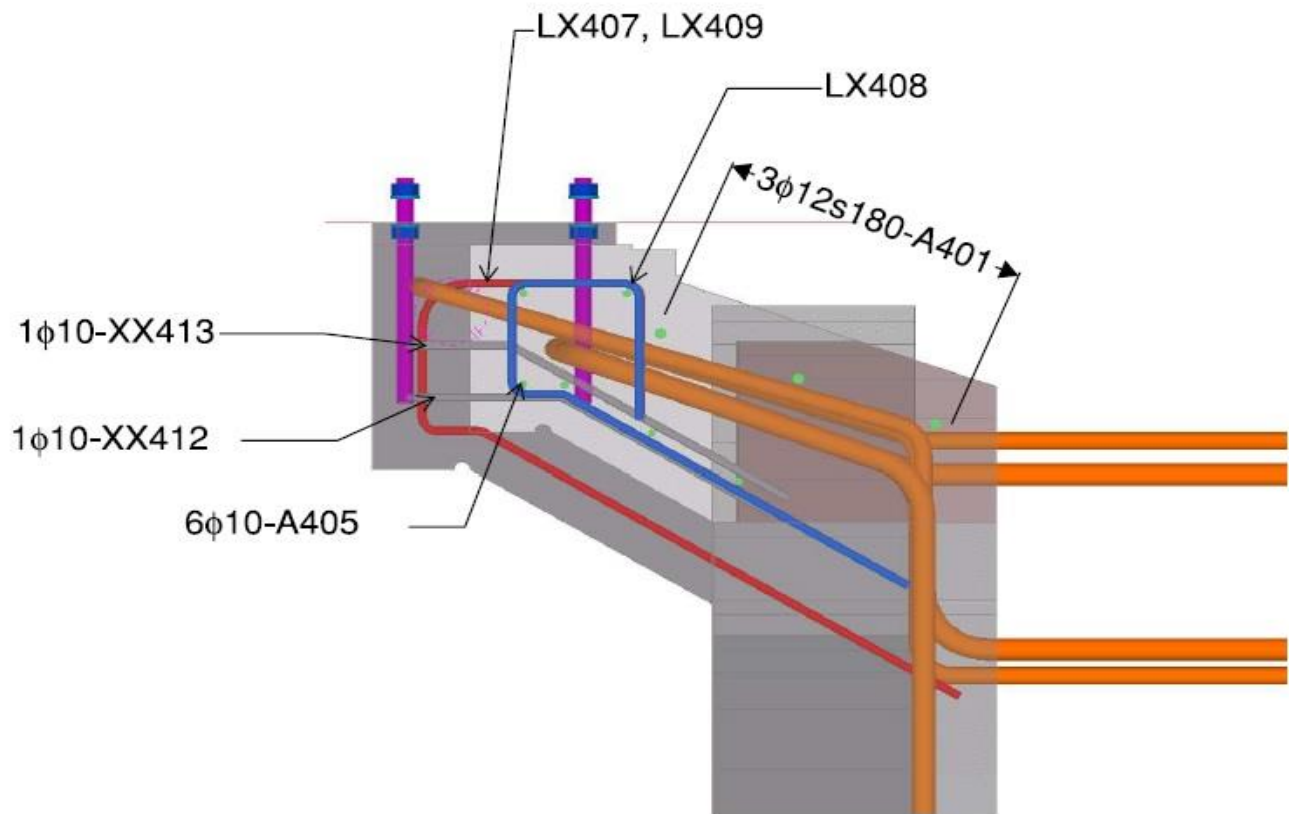




Digitala leveranser

BIM som informationsbärare

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

ALBIN GÖTBORG, PIERRE OLSSON

EXAMENSARBETE BOMX03-16-01

Digitala leveranser

BIM som informationsbärare

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

ALBIN GÖTBORG, PIERRE OLSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2016

Digitala leveranser
BIM som informationsbärare
*Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

ALBIN GÖTBORG, PIERRE OLSSON

© ALBIN GÖTBORG, PIERRE OLSSON, 2016

Examensarbete BOMX03-16-01 / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2016

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

Omslag:
Skanska (2016) Produktionsvy över armering i kantbalk, Röforsbron [Internmaterial
Skanska]

[Chalmers Reproservice]
Göteborg 2016

Digitala leveranser

BIM som informationsbärare

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

ALBIN GÖTBORG, PIERRE OLSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

SAMMANDRAG

Examensarbetet utreder möjligheterna med digitala leveranser och Building information Model (BIM) som informationsbärare i byggprojekt. Syftet var att undersöka hur en hög BIM-användningsnivå kan implementeras och användas genom hela byggprocessen, från förfrågningsunderlag till produktion. Frågeställningen som är framtagen tillsammans med WSP undersöker vad som krävs för att 3D-modellen skall kunna ersätta klassiska 2D-ritningar, vilka funktioner som 3D-modellen bör ha i byggproduktionen och erfarenheter från projekt som genomförts med digitala leveranser. Förvaltningsstadiet och valet av digitala enheter behandlas inte i rapporten. För att besvara frågeställningen har litteratur- och intervjustudier gjorts. Litteratur inom området BIM har studerats för att öka kunskapen hos läsare och författare. Projekt som genomförts av Trafikverket och SISAB där en hög BIM-användningsnivå använts, ligger till grund för förstudien. Förstudien har genomförts som en kombinerad litteratur- och intervjustudie. Intervjuer har genomförts med personer som varit delaktiga i dessa projekt för att få en fördjupad förståelse för arbetssättet och hur detta upplevdes samt fungerade. Resultatet baseras på intervjuer med personer hos entreprenadföretag som har en stark anknytning till utvecklingen mot en högre nivå av BIM-användning. Intervjuerna var semistrukturerade och förstudien användes som underlag för diskussionen. Resultatet av studierna visade att verktygen finns för att leverera och använda BIM-modellen som informationsbärare. Det finns även ett flertal fördelar med att projekteringen sker i 3D och att i produktionen använda sig utav modellen som informationsbärare. Stora tid- och kostnadsbesparingar kan göras genom ökad kvalitetssäkring. Dessutom kan en ökning av kommunikation och säkerhet på byggarbetsplatsen vid implementering urskiljas. Det visar sig dock att efterfrågan av BIM-modeller måste öka samt att kravställningar från beställarna måste till för att utvecklingen skall ta fart framåt. Men samtidigt framkommer det att viss nödvändig kunskap och förståelse inom området BIM saknas hos beställare, konsulter och entreprenörer.

Nyckelord: BIM, Digitala leveranser, 3D-modell, Detaljnivå, LOD,
Informationsbärare, BIM-manual, Kravställning, Ritningslöst

Digital deliveries:

BIM as a source of information

Diploma Thesis in the Engineering Programme

Building and Civil Engineering

ALBIN GÖTBORG, PIERRE OLSSON

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Construction Management

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The Diploma Thesis examines the possibilities of digital delivery and Building Information Model (BIM) as a source of information in building projects. The aim was to do research about the implementation of high BIM usage level and how this can be used throughout the construction process, from the technical specification phase to production phase. The issue was developed in consultation with WSP and examines the possibilities, (A) to replace 2D-drawings with a 3D-model, (B) which role the 3D-model should have in the construction phase and (C) experience from projects implemented with digital deliveries. Management and the choice of digital devices are not addressed in the report. The issue has been answered with literature and interview studies. Literature in the field of BIM has been studied to increase awareness among readers and writers. The pilot study is based on projects carried out by the Swedish Transport Administration, Trafikverket, and SISAB where a high BIM usage level used. The pilot study has been carried out as a combined literature and interview study. To get a more comprehensive understanding of the operation method and how it was perceived, interviews were done with people who were involved in these projects. The result is based on interviews with people working at contracting companies, people who have a strong connection towards higher usage level of BIM. The interviews were semi-structured and the pilot study was used as a basis for discussion. The result of the studies showed that there are available tools to deliver and use BIM-models as a source of information. There are several advantages to do projection in 3D and use the 3D-model as an information source in the production phase. Great time and cost savings can be made through increased quality assurance. Additionally, an increase in communication and safety on the construction site can be discerned. The demand for the BIM-models must certainly increase and client requirement will allow for further development of the concept. But it appears that necessary knowledge and understanding of BIM is lacking among clients, consultants and contractors.

Key words: BIM, Digital delivery, 3D-modell, Level of Detail, LOD, information source, BIM-manual, Requirements

Innehåll

SAMMANDRAG	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
BETECKNINGAR	VI
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Genomförande	1
1.4 Avgränsning	1
2 BIM – BUILDING INFORMATION MODEL	2
2.1 Förhållningssätt till BIM	3
2.1.1 BIM i staten	4
2.2 BIM i projektering	4
2.3 BIM i produktion	4
2.4 BIM-manual	5
2.5 Level of Detail – LOD	6
3 DIGITALA LEVERANSER	8
4 METOD	9
4.1 Val av metod	9
5 FÖRSTUDIE	10
5.1 Projekt som genomförts utan pappersritningar	10
5.2 Rölforsbron – projekt utan ritningar	10
5.2.1 Projekteringen av Rölforsbron	12
5.2.2 3D-modellen – informationshantering	13
5.2.3 Anbud och kalkyler	14
5.2.4 Avtal	14
5.2.5 Produktion av Rölforsbron	14
5.2.6 Armering i Rölforsbron	16
5.2.7 Programvara	17
5.2.8 Kommentarer från Rölforsprojektet	17
5.2.9 Erfarenheter från Rölforsprojektet	18
5.3 SISAB – Testprojekt	19
5.3.1 Frågeställning inför start av pilotprojektet	20

5.3.2	Kommentarer på frågeställningen	20
6	SAMMANFATTNING AV FÖRSTUDIEN	22
6.1.1	Kravställning	22
6.1.2	Detaljnivå	22
6.1.3	Programvaror	22
7	INTERVJUSTUDIE	23
8	RESULTAT	24
8.1	Modellhantering i produktionen.	24
8.2	Programvaror och användarvänlighet	25
8.3	Detaljnivå	27
8.4	Utveckling	28
9	DISKUSSION	31
9.1	Användningen av modellen	31
9.2	Detaljeringsnivå	32
9.3	Mervärden och kvalitetssäkring	33
9.4	Kravställning	34
9.5	Utveckling	35
10	SLUTSATS	38
10.1	Vad krävs för 3D-modellen skall kunna ersätta klassiska 2D-ritningar?	38
10.2	Vilka funktioner bör 3D-modellen ha i byggproduktionen?	39
10.3	Vilka erfarenheter från projekt som genomförts med digitala leveranser kan tas med till framtida projekt?	39
10.4	Summering	40
	REFERENSER	41

Förord

Vi vill här rikta ett stort tack till WSP som tillsammans med oss tog fram detta intressanta examensarbete.

Vi vill även tack alla er som ställt upp med intervjuer och delat med er av era kunskaper och erfarenheter om användandet av BIM.

Ett extra stort tack vill vi ge till Peter Lothigius, WSP, och Mattias Roupé, Chalmers, som med stort engagemang kommit med idéer och stöttat oss i examensarbetet.

Göteborg juni 2016

Albin Götborg, Pierre Olsson

Beteckningar

Begrepp	Beskrivning	Källa
BIM	<i>“Building information modeling”</i> - sätt att lagra och förmedla information.	(Sars, C & Tolmé, S, 2013).
AMA	Allmän material- och arbetsbeskrivning, byggbranschen gemensamma språk, samling beprövade lösningar på utförande och material.	http://bygggtjanst.se/tjanster/ama/ama---byggbranschens-gemensamma-sprak/
BSAB - koder	Byggandets Samordning AB, Branschneutrala klassifikationstabeller för byggnadsdelar.	http://bsab.bygggtjanst.se
Tekla Structures	BIM-programvara för projektering av alla konstruktioner.	http://www.tekla.com/se/prодукter
Tekla BIMsight	Gratisprogramvara för samarbete i byggprojekt.	http://www.tekla.com/se/prодукter
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i> , är ett öppet filformat för utbyte av information mellan programvaror.	http://www.solibri.com/support/bim-ifc/
LOD	<i>Level of Detail</i> , används för att definiera detalj- / informationsnivån vid olika tillfällen.	(Iversen, S & Knoop, M, 2015)
Solibri Model Checker (SMC)	Program för kollisions-, analys- och kodkontroll.	https://www.solibri.com/products/solibri-model-checker/
Solibri Model Viewer (SMV)	Program med kompatibilitet att öppna Solibri Model Checker och IFC.	https://www.solibri.com/products/solibri-model-viewer/
BIM-manual	En plattform och struktur som sätts för varje BIM-projekt.	http://www.graphisoft.se/bim-manual
BBR	<i>Boverkets byggregler</i> , innehåller stadgar och allmänna råd om en bostads åtkomlighet, utformning, med mera och gäller för både uppförande och modifiering av en byggnad.	http://www.boverket.se/sv/lag--ratt/forfattningssamling/gallande/bbr---bfs-20116/
APD-plan	<i>Arbetsplatsdisposition</i> , beskrivning av arbetsplatsens utformning.	Josef Lindqvist, NCC (2014)

1 Inledning

1.1 Bakgrund

BIM kan definieras som en obruten kedja av information om en byggnad, dess innehåll, hur den ska förverkligas och till sist förvaltas. I byggbranschen pratas det idag om digitala leveranser av information, vilket i sig är en självklarhet vid användning av BIM. Långt innan branschen diskuterade BIM levererades handlingar digitalt. Det skickades CAD-modeller till entreprenören för digital utsättning, ritningar gjordes i ett format som gick att skriva ut på bygget eller hos ett kopieringsföretag. Utvecklingen har gått framåt, idag har entreprenören surfplattor ute på bygget kopplade direkt mot projektets databas och har alltid tillgång till de senaste ritningarna. Olika projekt har genomförts där det under hela projekterings- och upphandlingsskedet endast utbytt information i form av 3D-modeller. För att företag inom byggbranschen skall förbli konkurrenskraftiga behöver de anpassa sig till utvecklingen av BIM och användandet av 3D-modellen som informationsbärare genom projekts hela livscykel.

1.2 Syfte

Examensarbetets syfte är att undersöka hur BIM kan implementeras och användas genom hela byggprocessen och ersätta klassiska 2D-ritningar, från förfrågningsunderlag till produktion.

1.3 Genomförande

Examensarbetet inleds med en litteratur studie kopplat till BIM, detta för att skapa en fördjupad kunskap inom området. Efter att litteraturstudien genomförts gjordes en förstudie av projekt där BIM använts och modellen var stämplad bygghandling. Förstudien genomfördes för att samla in information om hur projekt där en hög BIM-nivå använts fungerade och hur information levererades. Det gjordes samtidigt en intervjustudie med personer som varit involverade i dessa projekt. Intervjustudien gjordes för att lyfta fram åsikter och kommentarer om hur arbetssättet med en hög BIM-nivå upplevdes och fungerade. Då BIM-användningen hela tiden är under utveckling genomfördes även en intervjustudie med personer som har en stark anknytning till utvecklingen av BIM samt ett intresse för att utveckla arbetssättet.

Utiifrån syftet har följande frågeställning gjorts och fokus har i rapporten varit att besvara följande:

- Vad krävs för 3D-modellen skall kunna ersätta klassiska 2D-ritningar?
- Vilka funktioner bör 3D-modellen ha i byggproduktionen?
- Vilka erfarenheter från projekt som genomförts med digitala leveranser kan tas med till framtida projekt?

1.4 Avgränsning

Rapporten kommer inte att behandla tekniska enheter eller modellens funktion i förvaltningsstadiet.

2 BIM – Building Information Model

BIM står för ”Building Information Model” och är samlingsbegrepp för att skapa och lagra information i ett byggprojekt. Redan 1970 började det pratas om BIM men då i en annan bemärkelse och i ett annat syfte jämfört med idag. Det var inte förrän CAD-företag så som Autodesk började använda BIM som en gemensam benämning av information i form av mängdning, material, mått med mera som begreppet blev uppmärksammat i byggbranschen. Efterhand som BIM blev mer känt, blev funktionen bättre och mer objektbaserad med följd av att 3D-modeller började användas som informationsbärare (Jongeling, 2008). I takt med att BIM-användandet har ökat har M:et i BIM fått flera olika betydelser, beroende på sammanhang. Idag används BIM även för dataflöden och samordning vilket gjort att M:et också kan innebära Managing eller Management (Iversen, S & Knoop, M, 2015).

Olika aktörer på marknaden har sitt egna synsätt på BIM och det finns idag ingen bestämd definition av begreppet. Användningen av BIM inom byggprojekt kan beskrivas som ett hjälpmedel för att nå uppsatta mål på produktens kvalitet. Utbyte av information mellan aktörer genom 3D-modellen ökar kvaliteten vilket leder till en effektivare och mer kontrollerad process (Jongeling, 2008).

BIM är komplext och innefattar utöver den objektbaserade informationen i 3D även 4D och 5D vilket innebär att tidsplanering (4D) samt kostnadskalkyler (5D) tagits med som två viktiga aspekter. Med 4D och 5D fås två dimensioner extra vilket innebär enklare kommunikation mellan olika discipliner samt lättare visualisering av utvecklingen i varje projekt. Med en noggrant projekterad 3D-modell ökar förståelsen hos alla aktörer vilket leder till att komplicerade arbetsmoment blir lättare att förmedla (Jensen, 2012).

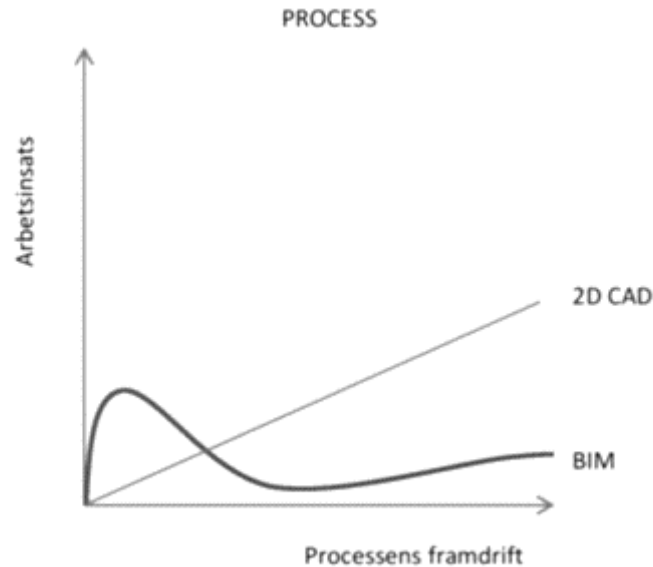
3D: Illustration av geometri och objekt i modellen.

4D: Tidsmässig aspekt av projektet

5D: Ekonomisk översikt.

BIM kan användas genom produktens hela livscykel, från projektering till förvaltning. Informationen i en BIM-modell ligger till grund för anbudskalkyler, ritningsunderlag för produktionsstadiet, förvaltning etcetera. Genom att arbeta med BIM kan det göras stora tid- och kostnadsbesparingar under hela byggnadens livscykel (Sars, C & Tolmé, S, 2013).

I projekt där man frångått klassisk 2D-ritningshantering och valt att använda sig av BIM kan man se en tydlig förändring av arbetsinsatsen. 3D-modeller ökar kvalitetssäkringen vilket kan leda till att färre fel uppstår vilket i sin tur leder till en minskad arbetsbelastning i produktionen. Tidigt i projekteringen blir arbetsbelastningen något högre, om inte mycket högre, vid 3D-projektering. Men när hela projekteringstiden studeras kan man se att arbetsinsatsen minskar med tiden, se figur 1. Detta beror på att mängdning, tidsplanering och kollisions-kontroller blir mer detaljerad vid noggrann projektering i 3D (Sars, C & Tolmé, S, 2013).



Figur 1: Illustration av hur arbetsinsatsen skiljer sig mellan projektering med hjälp av BIM respektive 2D CAD (Wallin, 2012).

2.1 Förhållningssätt till BIM

BIM används idag i varierad omfattning i byggprojekt men det är fortfarande 2D-ritningar som anses giltig bygghandling i merparten av de projekt som genomförs. Hur projekt förhåller sig till BIM beror till stora delar på vilka krav beställaren ställer i detta avseende. Det som är gemensamt nämnare för de flesta projekt som behandlar BIM är att det i ett tidigt skede preciseras en kravställning. Ofta är problemet här att beställare saknar kunskap och vet inte vilka krav som skall ställas och i vilken omfattning BIM skall användas (Arvidsson, Eriksson, Holmgren, Madsen och Nilsson, 2014). BIM har många inom byggbranschen hört talas om, men olika aktörer har ofta sitt synsätt på vad BIM faktiskt är (Jongeling, 2008).

På WSP delar man in BIM i tre delar BimOne, BimTwo, BimThree och definieras enligt följande (WSP, 2014):

*“**BimOne** är basnivån och innebär att en aktör i projektet projekterar i en BIM-modell. Vid användning av BimOne effektiviseras arbetet och resultatet blir mycket bättre.”*

*“**BimTwo** bygger på BimOne, skillnaden är att här arbetar två eller flera discipliner samtidigt och sammanfogar modellerna. Detta medför att de olika aktörerna kontrollerar det gemensamma resultatet när modellerna är sammanslagna vilket ger bättre kvalitet och högre standard.”*

*“**BimThree** är när ett tidigare projekt har genomförts på ett kvalitativt sätt att all information så som discipliner, program från projektering till förvaltning i BIM-modellen kan tas tillvara på och utnyttjas i kommande projekt.”*

2.1.1 BIM i staten

Fem statliga bolag har tillsammans tagit fram gemensama riktlinjer, strategier och kravställningar för användandet av BIM i projekt. Kravställningen preciserar hur information skall skapas och hanteras i projekt. För att driva utvecklingen av BIM framåt har strategier för detta tagits fram. Dessa områden kommer främst att bearbetas i form av pilotprojekt av respektive byggherre. Riktlinjerna är ett hjälpmedel för att ta fram den arbetsprocess som ett BIM-projekt behöver. Målet med riktlinjerna är att underlätta informationsutbyte, öka kvalitetssäkring och att utnyttja BIM:s fulla potential (exempelvis mängdning, kalkylering och energiberäkning) (BIM Alliance, 2014).

2.2 BIM i projektering

I projekt där BIM skall användas är det mycket viktigt att frågeställningarna ”vad”, ”varför” och ”hur” besvaras i ett tidigt skede. Genom att ta ställning till dessa tre kan det definieras hur BIM skall hanteras i projektet för att nå det önskade resultatet. I processen för att ta fram frågorna ”vad” och ”varför” ligger det yttersta ansvaret hos beställaren. Strategin och målet med projektet måste alltid definieras av beställaren. När ”vad” och ”varför” är tydligt beskrivet kan sedan frågan ”hur” besvaras. Projektledningen, BIM-samordnare och konsulter kan ta fram metoder för hur ”hur-kraven” från beställaren skall uppfyllas (Iversen, S & Knoop, M, 2015).

- ”Vad” är det som efterfrågas?
- ”Varför” behövs det?
- ”Hur” nås målet som eftersträvas?

När frågan om hur ”hur-kraven” från beställaren skall uppnås behöver man definiera hur modellen skall hanteras och vilken teknik som skall användas. Här är det viktigt att konsulternas kunskap, erfarenheter, inställning till utveckling och samarbete beaktas (Iversen, S & Knoop, M, 2015).

När BIM-nivån i projektet är definierad behöver projektansvariga ha en genomgång av de konsekvenser som vald nivå föranlett. Typiska frågor som behöver besvaras är hur information skall levereras och samordnas, detaljnivå på modellen och styrande dokument (Iversen, S & Knoop, M, 2015).

2.3 BIM i produktion

För att få ut maximal nytta av BIM igenom hela projekt krävs det att all information är välarbetad, innehåller de senaste uppdateringarna och justeringarna för att mottagaren ska kunna utgå från den senaste versionen. När informationen i modellen är välarbetad finns det stora vinster att göra med modellen som informationsbärare, inte minst i produktsskedet. Idag används modellen främst till att visualisera och samordna olika arbetsmoment ute i produktionen. Modellen får endast hanteras på egen risk och är inte giltig som bygghandling (Sars, C & Tolmé, S, 2013). Hur modellen används skiljer sig från projekt till projekt och regleras enligt avtal, se kapitel 5.2.4.

Modellen som informationsbärare genererar många positiva effekter på arbets-platserna som är direkt kopplade till yrkesarbetarna. Bland annat öppnar detta upp för att

yrkesgrupper skall bli mer insatta i varandras arbeten, få en bättre förståelse för vad som skall göras och det är lättare att upptäcka om något är fel i projekteringsunderlaget. Kommunikationen mellan olika aktörer blir betydligt enklare vid användning av en gemensam 3D-modell. En modell kan under produktionstiden användas istället för ritningar. I ett fullt utvecklat BIM-projekt kan modellen användas som hjälpmedel vid framtagning av kalkyler och mängder (Jensen, 2012).

Då konflikter mellan objekt kan upptäckas i ett tidigt skede i projekteringen finns det möjlighet att minska tiden på arbetsplatsen som hade behövts läggas på att lösa dessa. Tiden som normalt hade behövts för hantering av kollisioner mellan objekt på arbetsplatsen på grund av fel i projekteringsunderlaget kan minskas uppemot 90 % vid detta förfarande (Jongeling, 2008).

Med hjälp av modellen kan yrkesarbetarna studera och analysera utförandet av byggnadsobjektet. Genom att vända och vrida på modellen kan de öka förståelsen för det som skall byggas och genomförandet av olika moment kan studeras. Komplicerade delar av en byggnad som exempelvis installationsrum blir lättare att tolka i en BIM-modell än på 2D-ritningar. Då BIM-modellen går att ha med ut på bygget i en surfplatta är det möjligt att koppla kommentarer och göra noteringar i modellen för att förtydliga något eller om ett fel har observerats. Utsättaren kan från modellen få ut koordinater direkt till totalstationen utan någon egentlig handpåläggning. Med hjälp av en surfplatta eller dator kan yrkesarbetarna komplettera med mått som de saknar och spara vyer för att kunna jämföra med under byggprocessen (Brohn, 2010).

2.4 BIM-manual

I projekt som ska använda sig utav BIM måste en BIM-manual tas fram och det är upp till respektive projekt att utforma denna. Manualen är till för att styra projektets BIM-användning och informationsutbyte (BIM Alliance, 2014). Manualen tas fram i ett tidigt skede av projektet och eftersom BIM-projekt drivs på olika sätt varierar innehållet och omfattningen. I en BIM-manual bör det alltid beskrivas vad syftet och målet med användningen är, samt metoden för att genomföra det (Iversen, S & Knoop, M, 2015).

En väl utformad BIM-manual medför bland annat:

- Delaktiga i projektet tydligt förstår de strategiska målen med BIM-användningen.
- Förståelsen för deltagarnas roll och ansvar för modellen
- En välarbetad arbetsprocess
- Beskrivning av kunskaper som behövs i projektet
- En bas-linje för att mäta framsteg i projektet

Innehållet i BIM-manualen varierar mellan projekt men bör som regel minst innehålla dessa punkter:

- Projektinformation
- BIM mål
- Projektet deltagarens roll och kompetens
- BIM-processen och strategin

- BIM-krav
- Modellhantering
- Kvalitetskontroll
- Val av mjukvara

Manualen bör utformas så att den underlättar för nya deltagare i projektet att sätta sig in i processen. Den skall även förankras med de avtal som har skrivits (BCA, 2013).

2.5 Level of Detail – LOD

I det här avsnittet beaktas Level of Detail, LOD. Eftersom det inte finns någon standard för LOD leder detta till att varje företag har sin egen definition av respektive LOD-nivå.

Med BIM-modellen som informationsbärare är det viktigt att identifiera vilken information som behövs vid vilket tillfälle i ett projekt. För att definiera detaljeringsnivåerna i ett projekt kan ett system som kallas ”*Level of Detail*” (LOD) användas. Genom att definiera detaljnivå/informationsnivå för objektet vid olika tidpunkter i projektet får entreprenören, projektören och projektstyrningen den information de behöver vid rätt tidpunkt. LOD används för att beskriva informationsmängden vid olika tillfällen men även för att förtydliga vem som är ansvarig för vilken information (Iversen, S & Knoop, M, 2015).

Eftersom detaljeringsnivån skiljer sig från projekt till projekt och mellan aktörer har man infört en rangordning med sex olika nivåer, LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 350, LOD 400 och LOD 500. Skillnaden mellan de sex nivåerna är att ju högre upp i graderingen du kommer desto högre krav ställs på modellens noggrannhet och detaljeringsgrad, LOD 300 har högre detaljeringsnivå än LOD 100. För att uppnå kraven i den aktuella nivån krävs att även anvisningarna från underliggande nivåer uppfylls (Jakobsson, J & Öberg, J 2014).

LOD 100

För att uppnå lägsta nivån, LOD 100, beaktas i huvudsak byggnadens totala volym, geometri, byggarea, orientering samt lokalisering där aktuella objekt presenteras noggrant. Informationen i LOD 100 ska ses som approximativ (Birging, E & Lindfors, N, 2014).

LOD 200

Med tillägg av tidigare nivå ska modellen med detaljeringsnivån LOD 200 definiera allmänna rumsobjekt där objektsinformation ska åskådliggöras. Detaljeringsnivån är begränsad till att behandla byggobjekt så som golv med innehållande golvarea, väggar och tak utan att ingående beskriva materialen i de olika delarna. LOD 200 ger endast ungefärlig kvantitet, storlek, form, plats med mera (Birging, E & Lindfors, N, 2014).

LOD 300

LOD 300 är nivån med dokumentation och information angående konstruktionen (Autodesk University, 2011). Likt tidigare nivåer ska information om de olika byggdelen beskrivas och definieras men nu på ett mer djupgående plan. Förutom att golvvarean är med ska även väggarean presenteras där geometri och detaljeringsnivån hos varje objekt är noggrant beskrivet (Jakobsson, J & Öberg, J 2014). Informationen så som mängd, geometri, lokalisering och dimensioner utifrån konstruktionen kan beaktas direkt ur modellen utan hänsyn till annan information i form av icke-modellerade objekt och noteringar (BIMforum, 2015). Även kostnadsberäkningar och bygghandlingar tas med i LOD 300 (Birging, E & Lindfors, N, 2014).

LOD 350

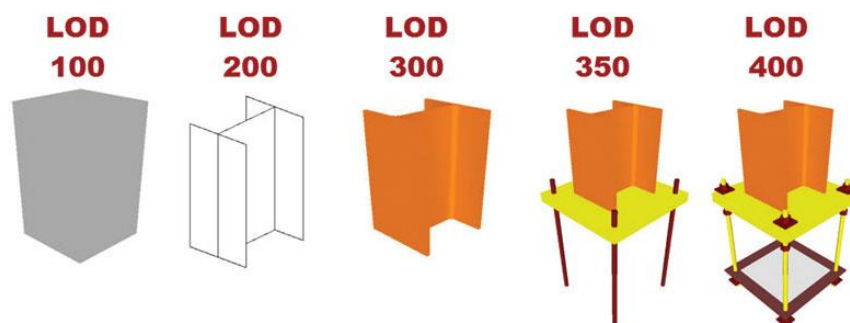
Om valet faller på att använda detaljeringsnivån LOD 350 innebär det att den information som tas fram gäller som handling och är den information som yrkesarbetarna vill ha vid tillverkning. LOD 350 ligger mitt emellan LOD 300 som innebär att konstruktionsmaterialet är definierat och LOD 400 som är tillverkningsnivån. Informationsnivån i LOD 350 är tillräckligt noggrann för att framställa precisa kostnadskalkyler för projektet direkt ut modellen (Autodesk University, 2011).

LOD 400

LOD 400 har utgångspunkt från tidigare föreskrifter men i jämförelse med LOD 300 innehåller LOD 400 mer information så som typbestämningar anknutna till varje specifik byggdelen (Birging, E & Lindfors, N, 2014). För att uppnå detaljeringsnivån krävs att projektering i form av konstruktion och modellering är tillräckligt detaljerad, samt att produktionen är väl planerad. Yrkesarbetarna ska som enligt LOD 350 kunna bygga utefter informationen som ges (Autodesk University, 2011).

LOD 500

För att uppnå LOD 500 krävs det att alla faser av ett byggprojekt är genomfört och att byggnaden är färdigproducerad. Den producerade byggnaden ska vara i enighet motsvara det objekt som modellerats upp i projekteringen i fråga om viktiga aspekter så som kvantitet, form, storlek, volym, mängder, placering med mera, en så kallad relationshandling (Jakobsson, J & Öberg, J 2014).



Figur 2: Illustration av de olika LOD-nivåerna för en stålpelare (BIMforum, 2015).

3 **Digitala leveranser**

De möjligheter som BIM har medfört försvinner till viss del med 2D-ritningar som informationsbärare, det nya moderna arbetssätten gör att 2D-ritningar inte längre passar in. Digitala leveranser handlar om att göra modellen till informations-bärare, koppla all information i projekt till en modell. För att branschen ska kunna gå vidare i utvecklingen behöver ett arbetssätt där 3D-modellen ersätter 2D-ritningar tas fram (Stribeck, 2015).

Det är främst ute i produktionen som det finns ett glapp då både projektering och samordning har tillgång till den moderna tekniken. Men det är också i produktionen de stora möjligheterna till effektivisering finns om man övergår till användningen av modellbaserade leveranser (Stribeck, 2015).

Det Stribeck menar om är att 3D-modellen måste göras till informationsbärare, samma information ska presenteras men på ett nytt sätt. Information ska kopplas så att entreprenören kan hämta den information som behövs för ett specifikt arbetsmoment direkt ur modellen. För att detta skall gå att genomföra behöver nya rutiner för presentation och lagring av information kopplat till 3D-modellen skapas. Kan detta lösas leder det till att modellen kan stämplas som bygghandling och utskrivna pappershandlingar hanteras på egen risk, istället för de omvända i en traditionell leverans (Stribeck, 2015).

4 Metod

Metodkapitlet syftar till att beskriva det val av metod som gjorts och därtill även beskriva hur detta har medfört att examensarbetets frågeställning kunnat besvaras.

4.1 Val av metod

Examensarbetet bygger på litteratur- samt kvalitativa intervjustudier. Litteraturstudie har genomförts för att öka både författarnas samt läsarnas kunskaper inom området BIM. För att öka förståelsen ytterligare inom området digitala leveranser och BIM som informationsbärare genomfördes en förstudie, se kapitel 5, av projekt som genomförts med en hög BIM-nivå. Projekten som studerats är Röforsbron över Arbogaån samt SISAB:s test projekt. För att få en heltäckande bild av hur dessa projekt har drivits och vilka erfarenheter som kan tas men till kommande projekt har en kombination mellan litteratur- och intervjustudie gjorts. De personer som intervjuats i förstudien har varit delaktiga i dessa projekt. Deras åsikter och kommentarer var betydelsefulla för examensarbetet då de gav en bra bild om hur arbetssättet upplevdes och fungerade. För att förankra åsikterna och kommentarerna med projektets faktiska genomförande studerades även en utredning som gjorts av Trafikverket.

Examensarbetets resultat baseras på semistruktureradeintervjuer med personer som har en stark anknytning till byggbranschen och utvecklingen mot en högre nivå av BIM-användandet. Detta gjordes för att jämföra olika aktörers syn på BIM. Litteraturstudierna och de kvantitativa intervjuerna ligger till grund för diskussionsfrågorna som tagits upp under intervjuerna.

5 Förstudie

Detta kapitel kommer att behandla projekt som genomförts med 3D-modellen som informationsbärare. Genom litteraturstudie och intervjustudie kommer kapitlet beskriva hur olika projekt genomförts där 3D-modellen som informationsbärare har använts. Projekten som studerats är Trafikverkets ombyggnation av Röforsbron över Arbogaån samt ett testprojekt som genomförts av SISAB.

Intervjuer har gjorts med delaktiga personer i projekten:

- Niclas Westberg, produktionschef projekt Röforsbron, Skanska
- Lisa Mellberg, projektör och BIM-samordnare projekt Röforsbron, WSP
- Martin Lantto, BIM-specialist SISAB:s testprojekt, SISAB

När det i fortsättningen skrivs modell syftar det till en 3D-modell.

5.1 Projekt som genomförts utan pappersritningar

Projekt där 2D-ritningar som informationsbärare frångåtts har genomförts och ett exempel på ett sådant projekt är Röforsbron över Arbogaån. Detta är ett projekt som Trafikverket genomförde, där de valde att helt frångå 2D-ritningar. Projektet ansågs ha en lagom omfattning och storlek men innehöll samtidigt alla skeden i en anläggningsprocess (Malmkvist, 2013). Detta projekt genomfördes 2012/2013 och är ett av de första projekten som genomförts i Sverige med modellen som underlag (Trafikverket 2, 2013).

En betongbro kan vara komplicerad att uppföra men består till större delen av armering och betong vilket underlättar när information ska presenteras. När ett hus ska byggas blir det genast mer komplext då det består av betydligt fler byggnadsdelar och mer invecklade detaljlösningar. Den arbetsmodell som togs fram i Röforsprojektet bör kunna branschen ta lärdom av och implementera på mer omfattande byggnadsprojekt tror Westberg.

SISAB (Skolfastigheter i Stockholm AB) har genomfört ett testprojekt där de testat hur BIM-modellen kan användas i upphandlingen av entreprenörer. Men på grund utav tidsbrist och ökade kostnader samt en oklar målbild valde man att inte fortsätta med BIM-projektering i ett verkligt projekt. SISAB har som fortsatt mål att driva utvecklingen vidare, men dock krävs det att lämpliga projekt för detta finns att tillgå (SISAB, 2015).

5.2 Röforsbron – projekt utan ritningar

Röforsbron, 1919, är en betongbro på 63,5m i tre spann. Bron finns med på Trafikverkets lista över nationelltbevarandevärda broar men på grund utav dåligt skick var den tvungen att ersättas med en ny bro. Den nya bron återskapades med den gamla brons utseende, där man behöll underbyggnaden bestående av tre pelare och byggde en helt ny överbyggnad (Malmkvist, 2013).

Trafikverket beslutade att projektet skulle drivas som ett fullständigt BIM-projekt. Detta betydde att alla handlingar från förfrågningsunderlag till bygghandling skulle

använda sig av modellen som informationsbärare, inga 2D-ritningar skulle användas överhuvudtaget. Hela projektet från projektering till produktion och slutligen förvaltning skulle ske papperslöst. Projektet upphandlades som en traditionell utförandeentreprenad med samverkan samt utökad samverkan inom BIM-området. WSP tog fram modellen och var konsulter till Trafikverket medan entreprenören som tog hem anbudet var Skanska (Trafikverket 1, 2013).

Lisa Mellberg som var BIM-samordnare berättar att en viktig del av projektet var att Trafikverket redovisade vilka förväntningar och krav de ställde på projekteringen och produktionen från början, då man arbetade med relativt oprövade metoder.

Målsättningar i projektet:

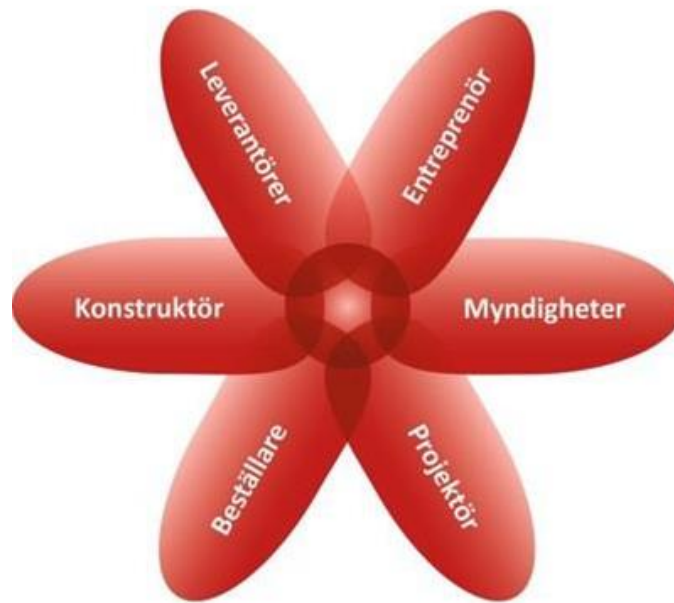
- Inga ritningar
- Modellen skall vara informationsbärare och ersätta 2D-ritningar
- Mängder skall tas från modellen
- Kostnads- och tidskalkyler genereras från modellen
- TRVK Bro11 och Bygghandling 90 skall följas.

Då inga pappersritningar fanns att tillgå medförde detta enligt Mellberg att det ställdes högre krav på entreprenören att de skulle anpassa sig till den nya tekniken. Då modellen skulle användas redan i upphandlingsskedet av projektet var det viktigt att entreprenören var intresserad av att arbeta med nya metoder och utveckla sitt BIM användande. Projektet var lagom stort för att kunna gå igenom alla delar i ett byggprojekt och kunna ta med sig erfarenheter vidare till fler och större projekt.

Trafikverket har illustrerat BIM användningen med något de kallar för BIM-blomman. Blomman är en ny arbetsmetod som idag är i ett utvecklingsskede men som i framtiden kommer vara väldigt användbar, framförallt då samordning och kommunikation mellan olika discipliner kommer att bli betydligt lättare.

BIM-blommans mitt symboliserar en 3D-modell som är informationsbäraren, bladen representerar alla aktörer så som beställare, entreprenör, projektör, konstruktör, leverantör och myndighet. I mitten av blomman knyts alla discipliner samman och nödvändig information görs disponibel och kan utbytas.

Nackdelen med BIM-blomman är att 3D-modellen alltid är i förändring, risken är stor att det alltid finns någon disciplin som reviderar 3D-modellen. Detta gör att det är svårt för varje aktör att veta om denne utgår från den senaste versionen. Det kan innebära att flera timmars arbete kan gå förlorat om en aktör skulle utgå ifrån fel version (Malmkvist, 2013).



Figur 3: BIM-blomman (Malmkvist, 2013).

5.2.1 Projekteringen av Röforsbron

Modellen användes som informationsbärare genom hela projektet och den informationen som traditionellt sett finns på pappersritningar behövde lyftas in i modellen. Detta ledde till nya arbetsmetoder för att presentera, koppla och hämta information om specifika byggnadsobjekt togs fram. Programvaran som användes för modellering var Tekla Structures.

Under projekteringen stöttes det på problem då inte verktygen i programmet som användes var anpassat för brobyggnad. De fick då manuellt anpassa verktyg för att illustrera geometrier i modellen. I detta projekt spelade det ingen roll vilket verktyg man illustrerade objekten med eftersom dessa beskrevs med hjälp av koder. Det kan dock i mer omfattande projekt skapa problem då modellen exporteras till en annan programvara (Malmkvist, 2013).

Ett fall när detta blev aktuellt för Røforsbron var när pålarna i brofästet skulle modelleras. Pelarverktyget användes för att illustrera de vertikala pålarna medan balkverktyget användes för de pålar som var i vinkel. Alla pålar namngavs sedan som pålar och i mängdningsrapporten registrerades dessa som just pålar och inte pelare/balkar. Komplikationen som kan uppstå i andra projekt där modellen skall användas i olika program är att objekten ses som just pelare/balkar och då mängdas fel (Malmkvist, 2013). Mellberg menar att detta går att lösa om det finns möjlighet att lägga till ytterligare information om hur objekten skall tolkas i de fall verktygen skiljer sig mellan olika programvaror.

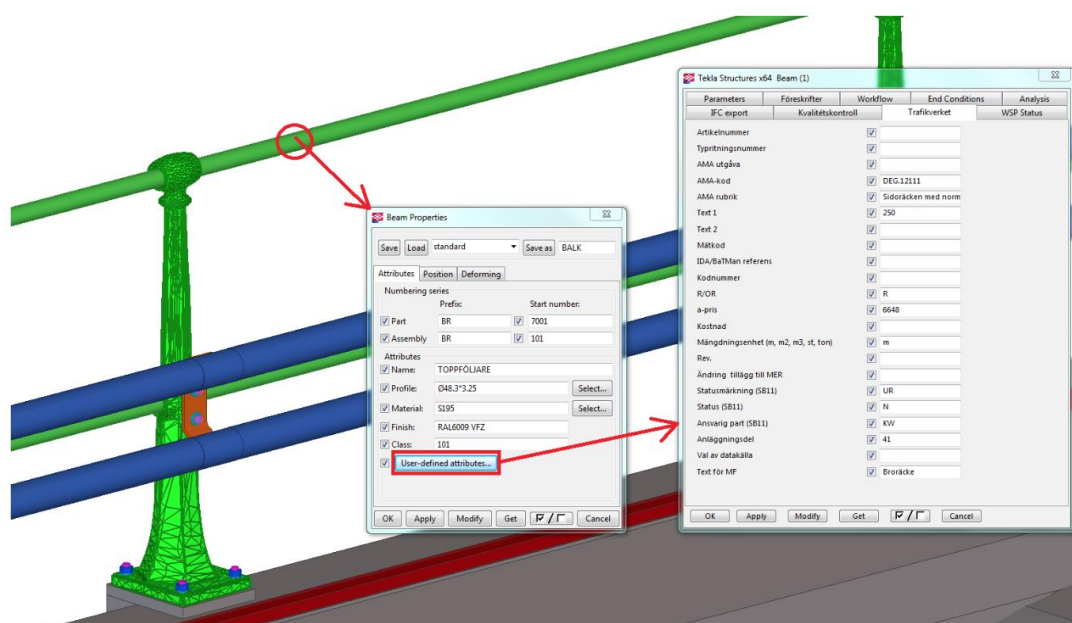
Vilken detaljnivå, LOD, som behövdes på modellen diskuterades under projektet. Vid ett tillfälle då detta var uppe för diskussion handlade det om hur hål för bultar skulle synas visuellt eller inte. Bultarna i modellen hade tilldelats information om material och dimensioner men hålen saknades visuellt för vissa av bultarna. I detta fall bestämde man att en tumregel borde vara att hål i objekt som skall förtillverkas bör visas (Malmkvist, 2013).

5.2.2 3D-modellen – informationshantering

WSP använde sig utav Tekla Structures i projekteringen och programmet som användes på byggarbetsplatsen heter Tekla BIMsight. Tekla BIMsight är ett gratisprogram där modellen kan studeras samt att information om respektive byggdel kan presenteras.

Mellberg berättar att varje objekt i modellen har markerats och försetts med objektsspecifik information. Objekten har exempelvis kodats men en AMA-kod, som är baserat på BSAB-systemet, som hänvisar till den tekniska beskrivningen. Genom koden kan varje objekts "egenskaper" identifieras. Varje objekt i modellen tilldelades även artikelnummer, mängdningsenhet (m, m², m³, ton, st.) och statusmärkning.

När ett objekt i modellen markerades presenterades dess data i ett nytt fönster, se figur 4. Här kunde de även hänvisa till typritningar om det behövdes.



Figur 4: Information som kopplats till räcket på bron (Malmkvist, 2013).

Yrkesarbetarna kunde själva direkt i modellen ta fram de mått och snitt som behövdes. De kunde även markera en byggdel, exempelvis ett armeringsjärn, för att studera detta närmare. Det gick även att tända och släcka delar av byggnationen och enbart visa det som var aktuellt för tillfället exempelvis en armeringsgrupp. Genom att arbetarna kunde sortera ut den information de behövde för ett arbetsmoment kunde de på ett enklare sätt tolka modellen.

Projektet använde sig även av färgkodning och på så sätt kunde objektens status visualiseras genom att de valdes till en viss färg. Genom detta kunde det visuellt åskådliggöras i 3D-modellen hur långt de kommit och hur projektet låg till i förhållande till tidplanen. Exempelvis kunde grått betyda befintliga objekt, rött förseningar, gult kommande och grönt klart.

5.2.3 Anbud och kalkyler

Modellen användes under upphandlingen av projektet och lades med som en bilaga i upphandlingsunderlaget. I en traditionell anbudsprocess tas projekt-kalkylerna fram utifrån ritningar, vilka inte fanns att tillgå i detta projekt. Den projekterade modellen låg istället till grund för Skanskas kalkyler. Skanska har en egen programvara som heter SPIK som användes för att importera mängderna från modellen (Malmkvist, 2013).

5.2.4 Avtal

För att modellen skulle vara gällande som bygghandling tog man fram kompletterande avtal, detta gjordes tillsammans med OpenBIM. Bilaga till avtalet reglerade villkoren för de digitala leveranser samt klargjorde modellens juridiska status. Kraven som ställdes på modellen var bland annat vilka program som skulle användas, leveranssätt av modellen, förhållningssätt till hur revidering skulle utföras och hur objekt skulle behandlas. Modellen fick igenom detta en högre status än 2D-ritningar och blev på så sätt giltig före de ritningar som genererades ur modellen. Modellen fick den juridiska statusbenämningen "beskrivning" vilket var giltigt i samma utsträckning som Teknisk Beskrivning bro, TBb-texten. Vid motstridigheter dessa emellan hade entreprenören rätt att kalkylera på det billigaste alternativet (Malmkvist, 2013).

Fortsättningsvis borde modellen kunna hamna högre upp i listan. Detta för att ge modellen en högre status och gälla före TBb-texten i de fall dessa skulle vara motstridiga. Motstridigheter mellan TBb-texten och modellen kan även lösas om all information läggs in direkt i modellen. TBb-texten kan genereras direkt ur modellen och det skulle då inte uppstå motstridigheter eftersom all information härstammar från samma källa (Malmkvist, 2013).

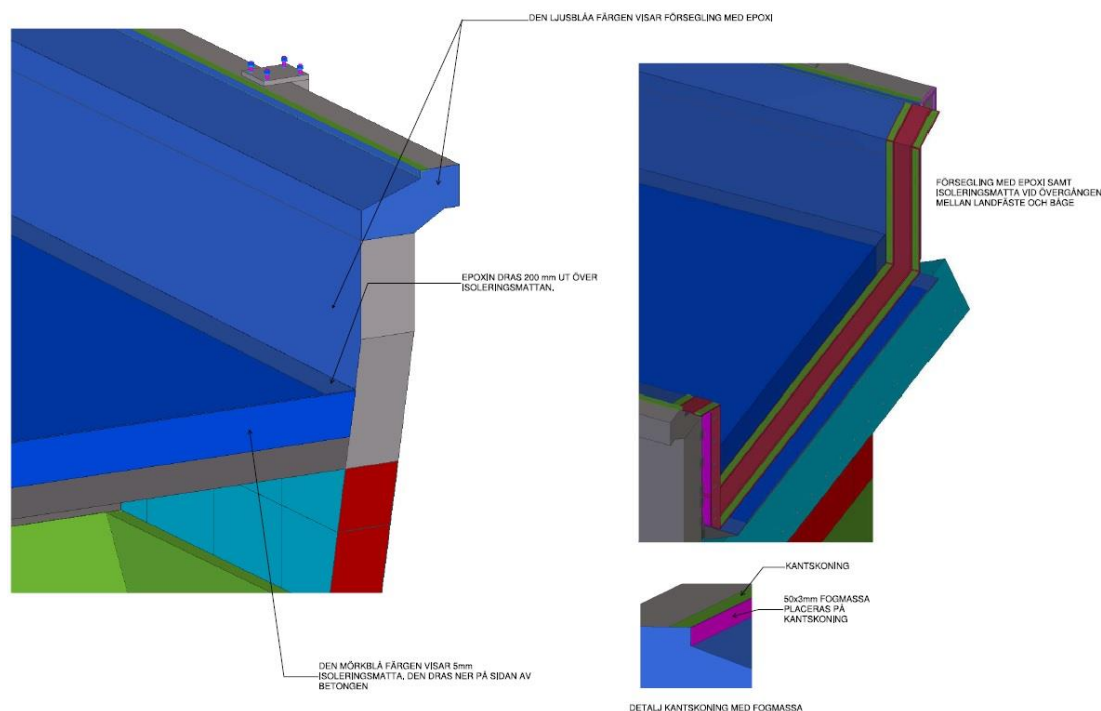
5.2.5 Produktion av Röforsbron

Modellen användes på bygget under hela projektet då inga 2D-ritningar fanns att tillgå, för varken tjänstemän eller yrkesarbetarna. Westberg berättar att på plats fanns 4 läsplattor och även datorer där alla kunde studera modellen. Här kunde alla delaktiga i processen, förutom att studera modellen rent visuellt, utläsa tid och ekonomin i projektet. Detta eftersom både 4D och 5D information var kopplad direkt till modellen.

Då inga ritningar fanns att tillgå krävdes nya arbetsrutiner och tillgång till användbar teknisk utrustning. Programmet som har använts på arbetsplatsen var främst Tekla BIMsight. Projektledaren, arbetsledarna och produktionschefen använde programmet till att ta ut mått och för att få en bra överblick av projektet. Yrkesarbetarna arbetade utifrån modellvyer i sina läsplattor som BIM-samordnaren plockade fram till dem. BIM-samordnaren och utsättaren använde sig av Tekla Structures för att kunna göra ändringar och ta fram de vyer som yrkesarbetarna önskade (Malmkvist, 2013).

Då inga ritningar fanns att tillgå fick BIM-samordnaren ta fram produktionsanpassade vyer och ritningar direkt ur modellen. Westberg berättar att under byggtiden hade Skanskas BIM-samordnare morgonmöten tillsammans med yrkesarbetarna där dem gick igenom nästkommande veckas aktiviteter. Yrkesarbetarna fick då önska vilka vyer, snitt och mått de ville ha inför kommande aktivitet, dessa levererades sedan i form av PDF: er till läsplattor. PDF-filerna öppnades med hjälp av programmet Bluebeam som kan läsa dokument i PDF-format, exempel på produktionsvyer se figur 5.

Möjligheten fanns även att skicka kommentarer och frågor digitalt via surfplattan vilket sparade tid då yrkesarbetarna slapp leta rätt på personer att fråga (Malmkvist, 2013).



Figur 5: Produktionsvy av förseglingar vid landfäste på Røforsbron (Skanska, 2016)

De produktionsanpassade vyerna med utsatta mått var bland annat en effekt av att yrkesarbetarna tyckte det var svårt att ta fram dessa själv med enbart läsplattan.

I och med att yrkesarbetarna själva tillsammans med BIM-samordnaren fick välja ut vyer och snitt, fick dem enbart de ritningsmaterial som var aktuellt för deras arbetsmoment. Med 2D-ritningar som underlag har yrkesarbetarna alltid fått rätta sig efter hur konstruktörerna har valt att presentera informationen, med det här arbetssättet får yrkesarbetarna större möjlighet att påverka ritningsunderlaget.

BIM-samordnaren hade huvudansvaret för att modellen alltid skulle vara uppdaterad till senaste versionen, detta innebar att ingen fick spara ner filer på paddorna då det skulle innebära en risk att fel version användes. Mellberg från WSP fanns även med som stöd till Skanskas BIM-samordnare då hon hade kunskap om hur modellen var uppbyggd.

Yrkesarbetarna hade stor yrkesvana och kunde under morgonmötena upptäcka fel i projekteringen, identifiera riskfyllda moment och studera komplicerade arbetsuppgifter. Detta sparar både pengar och tid i projekten vilket ofta kan vara en bristvara berättar Westberg.

Modellen användes även för att göra arbetsberedningar och då det var lätt att identifiera riskfyllda moment gav detta en mer säker och trygg arbetsmiljö för yrkesarbetarna (Malmkvist, 2013).

Genom att exportera modellen till ett program för geodesi och lantmäteri kunde utsättaren välja ut de koordinater som behövdes istället för att gå på konstruktörens. Då utsättaren inte behövde bygga upp en egen modell sparades tid i projektet och samtidigt blev det en bättre kvalitetssäkring på utsättningen då koordinaterna kunde tas från den "riktiga" modellen (Sars, C & Tolmé, S, 2013).

Utöver den produktionstidplan som togs fram fanns det även en tidplan gjord i Tekla Structures, som var kopplad till modellen. Genom att koppla tidplanen till modellen kunde de visuellt se hur långt projektet skulle ha kommit vid utsatta brytpunkter. Här kunde de även identifiera kritiska aktiviteter och snabbt se när projektet halkade efter i tidplanen (Sars, C & Tolmé, S, 2013).

Information om både tid och kostnad var kopplat direkt till modellen, 4D och 5D, vilket gjorde det lättare och effektivare att ta fram och utföra (Trafikverket 1, 2013):

- Smidigare inköpsplanering
- Noggrann utsättning
- Tydligare APD-plan
- Arbetsberedningar

Mellberg menar att det kan uppskattas en minskning uppemot 50 % av ÄTA-arbeten i detta projekt jämfört med ett traditionellt, 2D-ritningsbaserat projekt. Detta till följd av minskning av felaktig projektering/mängdning. Modellen gav också tydlig bild av hur området disponerades vilket gav bra förutsättningar för att skapa en APD-plan, med kran och materialupplag. Detta ledde sedan till att det underlättade framtagningen av leveransplanen.

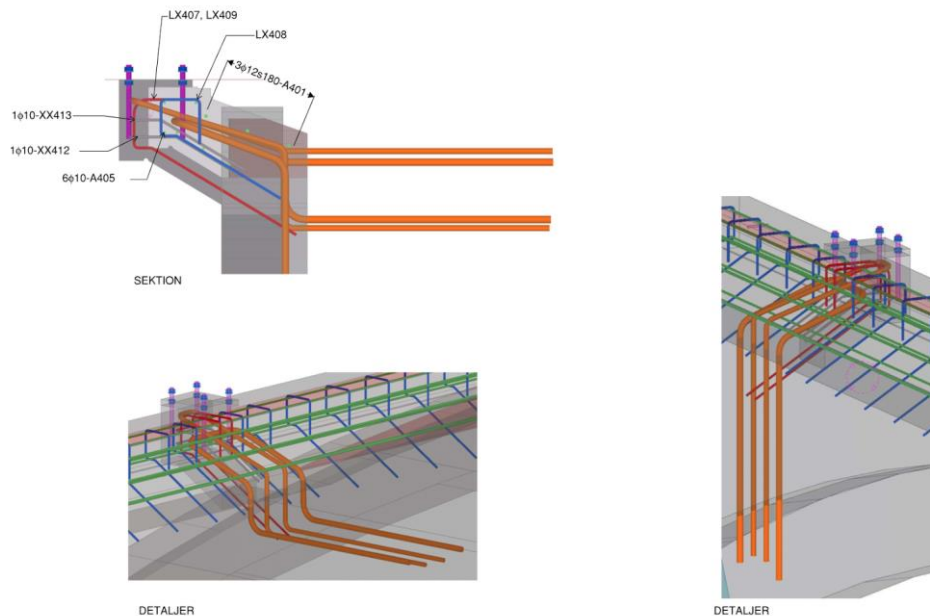
5.2.6 Armering i Röforsbron

Armeringsritningar i 2D kan vara väldigt svåra att tyda. En bro består till stora delar av armering och här påvisades tydligt de positiva effekter som genererades av att använda modellen som informationsbärare. Med hjälp av modellen kunde arbetsledarna och yrkesarbetarna ta fram de snitt som behövdes för tillfället, vilket inte är möjligt med 2D-ritningar. Effekt av detta blev att komplicerade arbetsmoment kunde noggrant studeras i förväg (Sars, C & Tolmé, S, 2013).

Mellberg berättar att konstruktionen modellerades upp med all armering och varje objekt kodades. Detta medförde att en armeringsspecifikation kunde genereras ur modellen där mängder, stålqualität, längd, böckning, diameter, med mera presenterades automatiskt. Varken mängdning eller armeringsspecifikation behövde tas fram för hand, informationen hämtades direkt ur modellen vilket minskade risken för att fel skulle uppstå.

Armeringsspecifikationen skickades sedan till fabriken och armeringen tillverkades enligt detta "recept". Armeringen levererades till byggarbetsplatsen i buntar märkta med koden och det var lätt för yrkesarbetarna att plocka fram i modellen vart respektive armering skulle placeras. Yrkesarbetarna kunde jämföra armeringsstängerna med modellen och på så sätt se om det var något som inte stämde. Westberg berättar att armerarna i detta projekt tyckte att de fungerade bra att utgå från modellen. Det

underlättade arbetet och åsikterna var genomgående att 2D-ritningar helt kan uteslutas i fortsättningen.



Figur 6: Produktionsvy för armering i kantbalk (Skanska, 2016).

I modellen kunde yrkesarbetarna även tända och släcka olika armeringsgrupper, färgkoda det som skulle monteras under en viss dag eller färgkoda vartefter de hade monterats. Det underlättade för yrkesarbetarna att se vad som gjorts och vad som skulle göras. Genom att studera tidplanen som var kopplad till modellen kunde de även visuellt se om de låg efter i tidplanen.

Mellberg berättar också att det finns studier som påvisar att den totala kostnaden för armering minskar med ungefär 30 % om man övergår till användningen av BIM.

5.2.7 Programvara

Under projektet har önskemål på de programvaror som användes kommit fram. Det uttrycktes en önskan om att begränsa antalet funktioner i programmen då en stor del av dem som fanns att tillgå inte utnyttjades. Önskemål om att AMA-koderna skulle finnas inlagda i programmen har också nämnts men detta ställer då krav på att någon tar ansvar för att uppdatera dessa. Måttfunktionen i den programvara som användes var svår att lita på har yrkesarbetarna kommenterat. För att kunna lita på de mått som tas ut från modellen måste ”snapp” funktionen vara tydlig och det har uttrycks önskemål om att denna bör utvecklas. (Malmkvist, 2013).

5.2.8 Kommentarer från Röforsprojektet

Under projektets gång har information samlats in om hur arbetssättet med modellen har fungerat, både positiva och negativa kommentarer. Generellt sett har en positiv effekt av BIM-användandet märkts av men även en hel del utmaningar har uppstått. Nedan sammanställs ett urval av kommentarerna som anses mest väsentliga för utvecklingen av arbetssättet.

Projektet var av mindre omfattning men berörde ändå många moment som normalt ingår i ett anläggningsprojekt. Det uppfattades att problem kan uppstå i större projekt där programvaror inte har samma filformat. Ett gemensamt filformat krävs för att kommunikationen mellan program skall fungera bra (Sars, C & Tolmé, S, 2013).

Många yrkesarbetare hade synpunkter på måttfunktionen i Tekla BIMsight, att det var alldeles för svårt att få ut det mått som behövdes. Istället för att varje gång behöva gå till BIM-samordnaren för att få ett mått borde dem själva kunna ta ut måttet menar Mellberg. Detta kan underlätta för båda parter där BIM-samordnaren slipper lägga ner tid på "lätta" moment och yrkesarbetarna slipper ödsla tid på att ta sig till arbetsplatskontoret.

Westberg berättar att det var lite delade meningar angående nyttan av modellen och att använda surfplattor istället för ritningar. Armerarna uttryckte sig mest positiva till att använda modellen som informationsbärare. I början av projektet fick yrkesarbetarna ofta gå och rådfråga BIM-samordnaren för att vara på säkra sidan, men efter en viss inlärningsstid ökade förtroendet samt kunskapen och de kunde själva använda surfplattan för att hämta information ur modellen. Snickarna ansåg sig inte dra samma nytta av modellen med anledning av svårigheten att ta ut mått som nämns ovan.

För att enkelt ha tillgång till modellvyer i framtida projekt gavs exempel på att yrkesarbetarna skulle kunna använda en smartphone för att kunna plocka över produktionsvyerna direkt i den bärbara enheten.

Ett utvecklingsområde som tidigt dök upp i projektet var hur modellen förhöll sig till norr/söder i modellen, då detta inte framgick på ett tydligt sätt. En idé som då diskuterades var att lägga in söder- och norrpil i var ände av modellen för enklare lokalisering (Malmkvist, 2013).

5.2.9 Erfarenheter från Rölforsprojektet

Mellberg menar att det uppfattades som positivt att arbeta med modellen som informationsbärare från flera håll. Bland annat medförde det att olika yrkesgrupper blev mer intresserade och fick en bättre förståelse för varandras arbeten. Dem blev mer delaktiga i planeringen av sitt arbete vilket skapade ett bra arbetsklimat. Det minimerades även risker för missförstånd och fel i produktionen då endast den information de behöver vid ett visst arbetsmoment togs fram. Igångsättningstiden vid nya arbetsmoment minskade då yrkesarbetarna snabbt kunde se i modellen vad som skulle göras. Detta ledde även till att de blev mindre stopp och störningar då alla delaktiga i projektet fick en gemensam syn på utförandet. Uppskattningsvis blev det en minskning på fel i produktionen med 20 % då arbetarna fick en gemensam syn på genomförandet av de olika momenten.

Platschefen Westberg berättar att yrkesarbetarna i projekt som genomförts efter Rölforsbron varit positiva till att använda modellen istället för 2D-ritningar. Westberg menar att förståelsen för de fördelar modellen medför har ökat efter att yrkesarbetarna har fått prova på tekniken. En kostnad som i framtida projekt kan sparas in är att man överlåter mer ansvar till yrkesarbetarna, de ska själva få ta fram de mått och snitt som behövs ur modellen. Detta ställer då stora krav på att informationen som är kopplad till objekten presenteras på ett bra och entydigt sätt. I ett projekt som Westberg är delaktig

i för tillfället, använder snickarna modellen för att skapa vyer, ta ut mått, med mera och skickar sedan produktionsvyer till sin mobiltelefon som de kan ha med sig ut på bygget. Genom detta skapar de en bättre uppfattning om vad som ska göras och behöver bara ta med den informationen som är intressant för sitt arbetsmoment. Det blir även en bättre kvalitet jämfört med att de skriver ner måtten på ett papper.

Mellberg menar att om man kan skipa att ta fram ritningar vinner man mycket tid i projekteringen då man slipper mycket dubbelarbete med att ta fram både modell och ritningar. För att bli av med dubbelarbetet som nämns ovan tror Mellberg att det är möjligt att endast leverera modellen och att entreprenören vid behov får efterfråga ritningar och därmed stå för kostnaden för dessa. Detta kan även vara en tanke för projekt där man vill prova det nya arbetssättet med BIM, en övergångsperiod där 2D-ritningar fungerar som ett stöd till modellen.

Westberg önskar att man i framtida projekt har ett bättre samarbete mellan programmen vilket gör att samordningen/dialogen mellan olika aktörer blir bättre. Som nämns tidigare, se 4.2.1 Projekteringsskedet av Röforsbron, kan problem uppstå då program tolkar modellen på olika sätt. För stora projekt där flera olika programvaror ska samarbeta med varandra är det viktigt att man i ett tidigt skede strukturerar och beskriver hur modellen skall byggas. Detta gör att fel inte skall uppstå vid exporten av modellen (Sars, C & Tolmé, S, 2013).

Detaljnivån, LOD, på modellen behöver definieras i projektet som skall genomföras med modellen som informationsbärare. Detaljnivån på modellen måste göras med en avvägning mot projekteringskostnaden (Malmkvist, 2013).

Att ta med till framtida projekt:

- Bestämma tidigt vilka handlingar som skall produceras
- Filformat/programvaror, samarbetet mellan programmen
- Yrkesarbetarnas förhållningssätt till modellen
- Detaljnivå, LOD

5.3 SISAB – Testprojekt

SISAB, Skolfastigheter i Stockholm AB, är ett kommunalt företag som äger och förvaltar merparten av Stockholms förskolor, grundskolor och gymnasieskolor, närmare bestämt 590 fastigheter. De ansvarar för förvaltningen av fastigheterna, drift- och underhåll, renoveringar samt ut- och nybyggnationer. SISAB:s målsättning är att alltid leverera bra produkter och resultat samt att deras fastigheter ska hålla en hög kvalitet med höga krav på goda utbildningsmiljöer (Om SISAB, 2016).

SISAB är idag i en övergångsfas mellan 2D, 3D och BIM. Vid användning av BIM i SISAB-projekt ska BIM-anvisningen ”Projektanpassning BIM” följas där det beskrivs ingående hur projekt ska genomföras. Det ska i ett tidigt skede bestämmas vilken BIM-nivå som projektet ska ligga på, vilka krav som ska ställas för att projekten ska kunna utföras på bästa möjliga sätt (Projekteringsanvisning BIM, 2015).

SISAB har tidigare genomfört skarpa BIM projekt och då haft olika tillämpningar. Målet med detta testprojekt gentemot tidigare projekt var att få in information i samt

kopplat till modellen. Effekten av detta är att minska användningen av 2D-ritningar och beskrivningar.

Projektörerna lägger idag mycket tid på utseendet av ritningar och hur dessa skall presenteras i 2D för att entreprenörer och hantverkare enkelt ska kunna förstå dem. Utifrån ritningen ska entreprenörer och hantverkare försöka tolka och visualisera egna 3D-bilder i huvudet för att kunna bygga. SISAB:s vision är att använda sig av modeller som bygghandling för att minimera fel och misstolkningar i produktionen (SISAB, 2015).

5.3.1 Frågeställning inför start av pilotprojektet

SISAB hade för avsikt att ta fram förfrågningsunderlaget för ett projekt med enbart en modell som informationsbärare. Martin Lantto, BIM-specialist hos SISAB, berättar att tanken var att ritningar och beskrivningar skulle ersättas med information kopplat till objekt i modellen. Projektet som valdes för detta var ”Stora Sköndal etapp 2” men inför uppstarten av projektet blev konsulterna nervösa kring begränsningar med mera. Då oklarheter uppstod och konsulterna som var delaktiga i projektet inte var bekväma med att implementera det nya arbetssättet på ”Stora Sköndal etapp 2” valde man att genomföra ett testprojekt. Detta för att lösa några av de frågeställningar som uppstod inför det skarpa BIM-projektet. Projektgruppen skapade då en testmodell som var bortkopplad från projektet för att se om principerna fungerade. Det togs även fram en frågeställning/kravställning gällande informationshantering, detaljnivå, mängdning etcetera. Några av de punkter och frågor som SISAB specificerade inför testprojektet presenteras nedan.

- Vilka programvaror skall användas i projektering/produktion?
- Vilken detaljeringsnivå skall modellen ha?
- Beslut behövs i ett tidigt skede vem som ritar vad
- Hur skall förfrågningsunderlaget utformas?
- Hur hanterar entreprenörerna modellen?
- Hur skall detaljritningar hanteras?

5.3.2 Kommentarer på frågeställningen

Några av de punkter som togs upp i frågeställningen löstes eller kommenterades under arbetets gång och nedan presenteras några av dem som Lantto har beskrivit.

Programvarorna som initialt användes i projektet var ArchiCAD, AutoCAD, MagiCAD då de är BIM-kompatibla och projektörerna i projektet var vana att arbeta med dessa. Programmen medför även att modellen kan exporteras till filformatet IFC, vilket har en viktig betydelse för att samordning mellan olika discipliner skall fungera. För samordningen och förfrågningsunderlaget användes Solibri, Model Checker och Model Viewer. Solibri använder sig av IFC-formatet och är användbart för att kvalitetskontrollera modeller.

Solibri Model Viewer är en gratis programvara för att kunna visualisera och navigera i modeller. Genom att redovisa mängder under Information Takeoff i Solibri Model Checker går det även att få ut listade mängdposter i viewern.

Detaljeringsnivån i modellen sätts till den nivå att mängder som tas direkt ur modellen blir rätt och krockar i samordningen minskas. Detta innebär då exempelvis att ursparningar och håltagningar skall ritas in när de förekommer. Förenklat kan man säga att allt som är synligt skall modelleras, dock är det ett tidskrävande arbete. Diskussion uppstår även i frågan hur icke modellerade objekt beskrivs, hur beskrivningar kopplas till modellen samt vart dessa lagras.

Entreprenören skall kunna ta ut mängder direkt ur modellen och på så sätt minska risken för fel. Tanken är att modellen också skall användas på plats i en digital enhet för att få en bättre förståelse för hur det skall byggas.

Då grundidén i projektet är att modellen skall vara informationsbärare behöver varje objekt tilldelas den information som behövs för att bygga. Vilken information som skall presenteras och hur den skall presenteras i modellen är en viktig faktor och man måste tidigt i projektet redovisa hur detta skall göras. Till varje objekt i modellen kan en BSAB-kod kopplas, men i detta testprojekt anser man att de blir problematiskt. AMA-beskrivningar behöver kopplas till alla de byggdelar som inte är modellerade men detta ansågs vara komplicerat då varje ingående del i objektet har en egen kod. Exempelvis har ett fönster koder för drevning, fönsterbleck, smyg, målning, karmskruv etcetera. Förslaget var då att byggdelsbeskrivningen skulle finnas kvar i sin dokumentform och att istället för att lägga in informationen direkt i modellen länkades till den beskrivande koden i byggdelsbeskrivningen.

Dem ansåg även att detaljritningar bäst kopplas till objekten som PDF: er i 2D-format. Dem såg även här möjligheten att hyperlänka dokument till objekt, vilket medför att viss information kan lagras utanför modellen. Här ansågs det vara viktigt att en mapp- och namnstandard skapades för att få ett bra upplägg.

Kommentarer från arkitekten:

Arkitekterna som var delaktiga i projektet har lämnat kommentarer på hur arbetet kan förbättras i kommande projekt. Lantto, BIM-specialist hos SISAB, berättar att arkitekterna bland annat vill att en studie görs över vad som varit dyrt i olika entreprenader för att kunna ta fram åtgärder på detta redan i projekteringen. De poängterade även att tydligare mål skall utformas så att förståelsen för varför och hur projektet skall använda modellen blir tydligare.

6 Sammanfattning av förstudien

I detta avsnitt sammanställs de kommentarer, problemområden, utvecklings-områden och resultat från de genomförda projekten, Röforsbron och SISAB:s testprojekt.

6.1.1 Kravställning

Gemensam nämnare för de båda projekten är vikten av en tydlig kravställning. Vid projektstart måste alla delaktiga parter vara medvetna om vilka förhållningsregler gentemot modellhanteringen som gäller. Beställaren spelar en viktig roll i detta avseende då det i slutändan är denne som skall betala för projektet. Dock måste delaktiga i projektet vara med och sätta upp mål och riktlinjer för att oklarheter inte skall uppstå under projektets gång. Att starta ett projekt och endast definiera det som ett BIM-projekt är inte tillräckligt. Det måste i ett tidigt stadie definieras vad, varför och hur BIM skall användas.

I kravställningen bör det framgå hur modellen skall hanteras av olika parter i projektet, på vilket sätt skall information presenteras och vem informationen är anpassad för. Då modellen skall användas istället för traditionella 2D-ritningar krävs det att informationen och modellen är välarbetade och programvarorna användarvänliga.

6.1.2 Detaljnivå

LOD-nivån som krävs för att data skall kunna tas ut ifrån modellen är viktigt ur många aspekter. Modellen behöver modelleras med sådan noggrannhet att det inte uppstår oklarheter mellan verklighet och illustrationer. Beroende på vilken LOD-nivå modellen modelleras i måste hanteringen av objekt som inte modelleras lösas. Tidigt i projektet måste det definieras om exempelvis fönster med alla dess ingående delar modelleras eller om en typritning länkas till objektet. Återigen blir det av stor vikt att en tydlig kravställning görs och nivå bestäms tidigt i projektet så att alla parter arbetar mot samma mål.

6.1.3 Programvaror

Samspelet mellan programvaror har poängterats mer än en gång i de genomförda projekten. Skall ett fullt utvecklat BIM-projekt fungera krävs det att ett standardiserat arbetssätt tas fram för att inte skapa problem mellan yrkesgrupper. Objekt som modelleras måste kunna tolkas på exakt samma sätt i de programvaror som projektet använder.

Då yrkesarbetarna själva skall ta ut information från modellen krävs program som är anpassade för detta. Tydligt i de projekt som genomförts är att programvarorna har varit svåra att använda. Måttfunktionen har varit återkommande problem bland yrkesgrupperna då osäkerhet om mätverktyget ”snappat” på rätt objekt. Det har även funnits för många funktioner i programmen som inte används vilket har gjort användargränssnittet rörigt. Detta har lett till att yrkesarbetarna inte själva använt modellens fulla kapacitet vilket ökat arbetsbelastningen på bland annat BIM-samordnaren som behöver ta ut mått åt dem. Programvaror bör därför väljas med fokus på användarvänlighet för yrkesarbetarna.

7 Intervjustudie

I det här kapitlet kommer synpunkter och kommentarer från intervjuer med entreprenörer att sammanställas. Frågeställningen som ligger till grund för intervjuerna bygger vidare på de frågor som uppkom i projekten som studerats, Röforsbron och SISAB:s testprojekt. För att få en öppen diskussion och inte styra intervjupersonernas åsikter har frågorna främst funnits med som stöd i intervjuerna, semistruktureradeintervjuer. Målet med intervjustudien var att entreprenörer skulle komma med kommentarer och önskemål om hur modellen skall hanteras samt lyfta fram deras åsikter om möjligheterna med implementering.

Personerna som deltagit i intervjuerna presenteras nedan i den ordningen som de intervjuats:

Max Bergström, Peab

Arbetar med verksamhetsutveckling på PEAB:s teknikavdelning och har BIM som specialistområde, främst så stöttar han PEAB:s verksamhet genom utvecklingsprojekt och kunskapsåtervinning.

Peter Gordon, Tuve Bygg AB

Arbetar som platschef på Tuve Bygg och har på egen hand lärt sig att använda BIM i sitt arbete. Han har ställt som krav att enbart vara delaktig i projekt där projekteringen gjorts i 3D då han har en stark tro på BIM. Enligt Gordon kan implementeringen av arbetssättet genom hela projekt leda till ökad kvalitetssäkring och konkurrenskraft.

Mathias Nyberg, NCC

Arbetar som VDC-specialist på NCC Sverige AB, leder och utvecklar VDC-frågor i projekt.

Gustav Olsson, NCC

Arbetar som VDC-specialist och modellsamordnare på NCC Sverige AB, har som arbetsuppgifter att bland annat samordna modeller från olika discipliner för att kunna utföra kollisionsskontroller och kvalitetssäkring.

8 Resultat

Resultatkapitlet baseras på intervjuer som genomförts med personer som har en stark anknytning till byggbranschen och användningen av BIM-modeller. I kapitlet lyfts åsikter om hur modeller skall hanteras i produktionen, programvaror, detaljnivå på modeller och framtida utvecklingsmöjligheter fram.

8.1 Modellhantering i produktionen.

Bergström, BIM-specialist på PEAB, tror att branschen i framtiden går mot att använda modellen som informationsbärare genom hela byggprocessen och på så sätt utnyttja de fördelar detta medför. För att produktionen skall kunna hantera modellen på bästa sätt måste all information kopplas till en och samma modell. Yrkesarbetaren och arbetsledaren skall kunna använda modellen för att välja ut de snitt och vyer som behövs för ett arbetsmoment samt få information om objekten i eller kopplat till modellen. För att yrkesarbetare och arbetsledaren ska kunna utgå från modellen måste denna vara anpassad efter detta behov. Projekteringen behöver då anpassa underlaget utifrån hur, vem och när informationen skall hanteras.

Bergström berättar att idag använder arbetsledaren en model-viewer för att få en bild av det som ska byggas och kunna visualisera helheten. Modellen fungerar som ett förtydligande av och komplement till 2D-ritningar. I framtiden kan det tänkas att yrkesarbetarna enbart bygger utifrån modellen och att inga 2D-ritningar tas fram.

Gordon, platschef på Tuve Bygg, menar att fördelarna med digitala leveranser är många, han ser bland annat en ökad konkurrensfördel, minskade felkostnader, effektivare produktion, billigare produkter och markant ökning av kvalitetssäkring. Projektering i 3D leder även till bättre inköp och mindre inköpsförluster då mängder är lättare att få ut samt att de uppdateras automatiskt om en förändring sker.

När mängder och anbuds kalkyler skall tas fram sitter idag en person och manuellt uppskattar materialet som behövs. Problemet är att noggrannheten inte är tillräcklig då det är nästintill praktiskt omöjligt att få ut exakt den verkliga mängd som krävs. Då handlingar under projektens gång revideras och det exempelvis tillkommer eller försvinner en innervägg måste entreprenören kalkylera om, detta innebär massa dubbelarbete och tid som går förlorad.

Vid implementeringen av BIM-modeller i byggprocessen skulle mycket av dubbelarbetet kunna undvikas menar Gordon. När en revidering sker i modellen kommer kvantiteten automatiskt att ändras och entreprenören kan utgå från den senaste uppdateringen och slipper att manuellt uppdatera och kalkylera om. Gordon menar att anbuds kalkylerna blir mer exakta om underlaget är gjort på detta sätt. Genomförs en bra projektering med en 3D-modell som informationsbärare där det i ett tidigt skede stoppas in mängder minskas antalet uppskattningar, som annars sker i vanliga projekt, då kan entreprenören komma till ett mer rättfärdigt pris.

Gordon beskriver ett praktiskt exempel på anslutningen i ett hörn där användningen av en 3D-modell kan skapa mervärden. En snickare ska lösa anslutningen och behöver då två stycken ritningar att tillgå, en planlösning och ett vertikalt snitt. Ritningar är alltid passiva, ett vertikalt snitt är taget på ett ställe som motsvarar en sektion i planlösningen,

detta snitt går inte att flytta om det är ritat i 2D. Om snickaren istället behöver studera vad som händer 10cm framför snittet är detta inte möjligt med en 2D-ritning. I en 3D-modell kan snickaren skjuta snittet och studera uppbyggnaden av anslutningen och samtidigt få en bättre bild av det som skall byggas.

Entreprenören är den som ska använda handlingarna som produceras för att bygga. Enligt Gustav Olsson, VDC-specialist på NCC, måste entreprenören bli bättre på att ställa krav och efterfråga modellen som bygghandling.

Att i produktionen kunna studera modellen visuellt anser Mathias Nyberg, VDC-specialist på NCC, är en av de största vinsterna med en fullgod BIM-modell. Detta kräver ingen hög BIM-nivå för att genomföra, kort och gott krävs en 3D-modell. Då exempelvis en person som är ny i projektet snabbt måste sätta sig in i en byggnadsuppförande sparar modellhantering tid. Istället för att personen i fråga får en bunt med ritningar att gå igenom och själv tolka förenklar modellen förståelsen.

Ett annat mervärde som modellen medförd är förenklad framtagning av arbetsberedningar menar Nyberg. När pappersritningar används för att göra detta behöver de delaktiga yrkesarbetarna och arbetsledarna tolka 2D-ritningarna och själva föreställa sig dessa i 3D. En modell som kan visas upp med en projektor är ett hjälpmedel som förenklar förståelsen och skapar en bättre kvalitetssäkring då utrymmet för egna tolkningar minskas.

Nyberg menar på att effekterna av modellen som informationsbärare är svåra att beskriva. Det går att kvantifiera kostnaden för de extra timmar det tar i projekteringen för att få fram en modell. Det är dock inte lika enkelt att kvantifiera hur många procent av byggtiden eller hur många fel det minskat. Det finns siffror på detta men det är svårt att faktiskt visa på implementeringens verkliga värde. Nu har dessa fel minskats men de sågs aldrig, ett fel upptäcks inte förens det faktiskt har uppstått.

Nyberg tycker att en viktig aspekt att ta med är att det är fullt möjligt att implementera modellen som informationsbärare i byggbranschen. Det är definitivt inte tekniken som brister utan det är en kravställning som måste till för att implementeringen ska bli möjlig. Tekniken som idag används i byggbranschen har i många år varit använt i bilindustrin, det branschen gör idag var tekniskt möjligt på 90-talet. Det som branschen och alla dess olika aktörer måste förstå och informeras om är att utvecklingen av tekniken har gått framåt och att potentialen är så mycket mer än en 3D-modell vid implementeringen av en hög BIM-nivå.

8.2 Programvaror och användarvänlighet

Enligt Bergström, BIM-specialist på PEAB, behöver alla objekt i modellen vara klickbara och modellerade med hög detaljnivå och informationsnivå. Det ska på ett enkelt sätt gå att få objektsinformation förmedlat från modellen. Yrkesarbetaren ska kunna använda modellen för att få fram den information som idag presenteras på 2D-ritningar.

Bergström menar att det bör gå att använda modellen som kommunikationsplattform, avvikelser ska kunna markeras och kommenteras direkt i modellen. Kommentarer skall då kunna skickas till den ansvarige som får ta ställning till problemet. Då avvikelsen är

åtgärdad får yrkesarbetaren direkt en notis om detta och kan då öppna den uppdaterade modellen för att studera eventuella förändringar. Berörda parter kan snabbt ta del av åtgärder som gjorts i modellen och komma med åsikter eller lägga in ytterligare kommentarer om det påverkar deras arbetsmoment.

Tekla BIMsight är ett program som är bra för just kommunikation då de är lätt att skapa och lägga till ärenden, kommentarer och notiser i programmet. Dock har PEAB valt att inte använda detta då granskningsverktyget inte fungerat tillräckligt bra och problem uppstår då filerna är stora berättar Bergström.

I produktionen hos PEAB används idag Solibri Modell Viewer och Tekla Viewer. Det som måste tas med i beräkningen vid implementering av modeller i produktionen är att de blir flera programvaror för yrkesarbetarna att hantera. Dessutom måste de programvaror som används vara användarvänliga för entreprenören så att steget från 2D-ritningshantering till modellhantering inte blir för stort. Användning utav olika programvaror kräver att dessa kan tolka varandra. Filformatet IFC bör användas i den mån det är möjligt men det kan tänkas att det finns alternativ till detta i framtiden.

Gordon, platschef på Tuve Bygg, tror det är möjligt att yrkesarbetarna och arbetsledarna använder sig utav VR-glasögon för att få ut den information som behövs för att bygga. Då behöver dem inte ta med sig stora högar med papper med littera, ritningar, tekniska beskrivningar utan dem har all information i glasögonen.

Nyberg, VDC-specialist på NCC, lyfter först och främst fram vikten av att visuellt kunna studera utförandet av en byggnad som den viktigaste funktionen hos en modell. Med en fullgod modell kan sedan byggarbetsplatsmängdning utföras. I produktionen kan modellen användas av yrkesarbetare och arbetsledare för att ta egna snitt och mått.

Det som både Nyberg och Olsson, VDC-specialister på NCC, lyfter fram som en källa i hjulet i utvecklingen mot en hög BIM-nivå är att de är så otroligt många personer involverade i projekteringen. Även om BIM-samordnaren och projektledningen har en viss ambitionsnivå så gäller det att de övriga 10, 20 eller till och med 30 andra projektörerna besitter nödvändiga kunskaper för att kunna leverera utifrån kravställningen. Nyberg berättar att det i nästan alla projekt finns konstruktörer som menar att de inte kan modellera på ett visst sätt eller att det inte går att lösa i de program som de är vana vid att arbeta i, trots att de ofta är fullt möjligt. Därför levereras handlingar på det sättet som konstruktören van vid och inte på det sätt som är optimalt för produktionen.

Eftersom företag använder olika programvaror för modellering måste krav ställas på ett gemensamt filformat, användningen av IFC-formatet för alla program bör därför utvecklas. Olsson syftar främst på att NCC inte lägger tillräckligt stort fokus vid att informera och lära personalen de funktioner som finns i de olika programvarorna. Många som påstår att dem vet vad BIM är men ofta saknar de kunskap om den fulla potentialen med BIM.

Sammanfattat är de funktioner som bör finnas i de program som skall användas i produktionen, enligt intervjuade personer i kapitel 8.2, följande:

- Vända, vrida och ta fram vyer
- Måttsetta
- Studera detaljer
- Presentation av objektsinformation
- Kommunikation
- Kunna ta egna snitt
- Mängdning utifrån modellen

8.3 Detaljnivå

Bergström, BIM-specialist på PEAB, berättar att när yrkesarbetarna och arbets-ledarna får använda modellen ute i produktionen är ofta den första frågan vart de kan se utformningen av detaljer exempelvis fönsterdetaljer, takfot, infästningar, etcetera. Önskemålet är att detaljer modelleras upp i modellen och att yrkesarbetaren ska kunna ta ett snitt och studera den aktuella detaljen. Bergström tror dock att detta kommer ta lång tid innan det är verklighet då 2D-ritningar är invant i branschen. I övergången till att enbart använda modellen som bygghandling är det möjligt att koppla detaljritningar i 2D till modellen.

Gordon, platschef på Tuve Bygg, tror att detaljeringsnivån inte får vara för noggrann utan måste hållas på en rimlig nivå och att funktionsnivån är ett bra riktmärke. Där funktionsnivån innebär en nivå som är tillräcklig för att kunna bygga utifrån. Det är inte nödvändigt att rita in exakta streck hur en plåtslagare ska sätta in ett underbläck i ett fönster då detta nästan är självklart för denne. Men detta kan ändra sig i framtiden då det kanske inte finns tillräckligt många plåtslagare med den erfarenheten. Men Gordon menar också på att detaljnivån kan behöva öka om modellen skall användas hela vägen ut, då hamnar den kanske på en detaljeringsnivå med spik och skruv.

Gordon menar också att en erfaren produktionschef behöver vara med i ett tidigt skede av projekteringen då projektörerna många gånger inte har den praktiska kunskap som krävs. Ett exempel som Gordon berättar om är krockar mellan installationer. När installationer modelleras måste allt som tillhör dessa följa med, det räcker inte att modellera upp rören utan man måste också rita med isolering som ska sitta utanpå, vilket bygger på fem centimeter. Viktigt är dessutom att rita med vad installationsrören hänger i, annars vet inte resterande aktörer om det krockar eller inte med deras objekt som ska in i modellen. Till exempel måste en sprinkler ha fritt åtta centimeter enligt funktionskraven. Sätts sprinklern med en plushöjd på åtta centimeter från den rektangulära kanalen som inte har någon isolering kommer isoleringen i verkligheten sedan täcka sprinklern. Detta leder då till att alla objekt sänks åtta centimeter och tillslut sticker objekt ner under undertaket, därmed blir det ingen kvalitetssäkring eftersom modellen inte är rätt utformad.

Summerar man Gordons tankar om detaljnivå gäller det att objekten i modellen modelleras med funktionskrav och att rätt dimensioner används. Dock är det inte nödvändigt att modellera upp hur exempelvis plåtar skall utformas vid fönster, men detta kan komma att efterfrågas i framtiden.

Nyberg, VDC-specialist på NCC, menar att det viktigaste med modellen är att den är ritad med sådan detaljnivå att de som skall hantera den i produktionen kan lita på den. Modellen ska inte byggas upp schematiskt eller principiellt utan det som är modellerats

gäller, desto högre detaljnivå modellen har ju mer måste stämma. Valet av detaljnivå bör göras så att modellen ser bra ut i stort och detaljer behöver därmed inte ritas upp i 3D. För att studera exempelvis en takfot kan detta göras i en sektion. I framtiden kan det dock tänkas att modellen har en så hög detaljnivå att allt ritas in i den.

Här är det viktigt att utgå ifrån en standard i branschen där alla inblandade vet vilken detaljeringsnivå som en detalj ska ha, annars är risken att olika projektörer modellerar olika och förutsätter att yrkesarbetarna ska förstå ritningen. Olsson ser dock möjligheten att återkommande detaljer ritas in på ett ställe i modellen och det hänvisas till denna då den förekommer på andra ställen.

Olsson, VDC-specialist på NCC, berättar att NCC idag modellerar i gränslandet mellan LOD 200 och LOD 300. För att ta steget helt upp till LOD 300 krävs en kraftsamling. Många i branschen upplever utvecklingen av BIM som en linjär kurva, att utvecklingen sakta stadigt går framåt och att den snart når den punkten där 2D-ritningar kan ersättas helt av en modell. Nyberg menar dock på att utvecklingen kanske är linjär i början men att vid en viss nivå måste branschen ta ett jättekiv upp till nästa nivå. För att ta ett ytterligare steg i utvecklingen och inte hamna i ett läge där branschen arbetar i ett varken eller land måste ett beslut fattas och att branschen väljer att sluta med det gamla och lägger fokus på det nya.

8.4 Utveckling

Bergström, BIM-specialist på PEAB, berättar att ambitionen är att kunna utgå från modellen i produktionen och att detta ska fungera bra juridiskt och tekniskt. Då de som arbetar i branschen är vana vid att hantera 2D-ritningar är det möjligt att utvecklingen kommer att gå framåt först då en generationsväxling skett. Produktionen måste också efterfråga modellen som bygghandling och se nyttan med att använda den för att implementeringen skall kunna ske.

Beställarna fyller en viktig funktion i utvecklingen då de sätter gränsen för projektet och bestämmer hur modellen skall hanteras. Peab har tusentals beställare och alla tänker olika, många vet inte ens vad BIM är. Det är beställaren som är den stora vinnaren av BIM men utvecklingen bromsas av att dessa är för dåligt informerad om de vinster som användningen kan medföra. Vissa beställare kanske bygger vart 5:e eller vart 10:e år och för dem är det inte så noga om projektet utbyter information med hjälp av 2D eller 3D.

Om beslut tas att modellen skall användas som bygghandling måste det definieras tidigt i projektet vilken information som modellen ska innehålla och vilken geometri som ska finnas med. Dessutom är det viktigt att någon form utav statushantering tas fram. Detta för att det enkelt skall framgå vad som är klart och vad som är på förslagsstadiet/arbetsskede, det ska tydligt framgå vad som är färdigt som bygghandling. Bergström tror dessutom att det är viktigt att en standard tas fram när det gäller status, att alla följer samma manual.

Bergström berättar att den offentliga sektorn har varit väldigt drivande i frågan när det gäller BIM i Storbritannien. Dem har påskyndat steget genom att sätta krav att byggbranschen ska bygga utifrån modeller. När kraven sätts tvingas branschen till förändring vilket gör att processen går snabbare. Finland jobbar lite på samma vis, de

förändrade de olika entreprenadformerna. Det insåg att en hög BIM-nivå var framtiden och till en början förutspåddes ingen vinst men var fast beslutna att använda det.

För att ta det stora steget i Sverige tror Bergström att det måste sättas standarder och att företagen måste gå samman för att gemensamt ta fram ett mål och ett arbetssätt för att nå detta.

Gordon, platschef på Tuve Bygg, tycker det är vansinnigt att de idag säljs in en 3D modell till beställaren som sedan plattas ut till 2D-ritningar när de väl kommer till bygghandling. Stegen att gå från 3D-modell till 2D-ritningar och sen tillbaka till 3D när byggnaden uppförs är att inte utnyttja den teknik som idag finns att tillgå. Byggbranschen är ute efter att kvalitetssäkra, spara tid och pengar och att använda de konservativa metoder som 2D-ritningar innebär är ett steg i fel riktning, kapaciteten med BIM-modeller går då helt förlorad.

För att 3D-modellen skall kunna användas i full skala genom byggprojekt i framtiden och även implementeringen av 4D och 5D ska bli verklighet tror Gordon att någon måste slå näven i bordet och våga testa. Men för att någon skall ha modet att ta steget över till full användning av modeller i projekt måste vinsterna och fördelarna med implementeringen presenteras. Alla parter måste gå samman och vilja projektera i 3D och bygga utefter en 3D-modell för att de skall bli verkligt.

Då implementeringen av 4D blir verklighet tror Gordon att det finns möjlighet att i ett tidigt skede se och förutse händelser i produktionen. Då aktiviteterna i tidplanen är kopplade till objekt i modellen går det att planera materialleveranser bättre. Då 4D är fullt utvecklat och implementerat i produktionen är det möjligt att visuellt se när material måste anlända till byggarbetsplatsen för exempelvis inte taket ska vara på plats innan fläktaggregaten lyfts in. Genom detta arbetssätt går det att spara både tid och pengar och borde i och med det vara ett självklart val för involverade i ett projekt.

För att driva utvecklingen framåt menar Gordon på att entreprenören måste utnyttja sin roll i en totalentreprenad eftersom de i dessa projekt "äger" konsulterna. När upphandlingen sker med konsulterna görs en ritningsförteckning och här måste entreprenören ställa krav att underlaget skall vara modellbaserat. Gordon tror samtidigt, precis som Bergström, att de är en generationsväxling som krävs för att det ska kunna ske en utveckling inom användandet av BIM och digitala leveranser i byggbranschen. Detta eftersom den nya generationen ser nyttan och möjligheterna med implementeringen. Alternativet är att gå ut nationellt och sätta krav på att byggbranschen ska införa och använda BIM-modellen som ritningsunderlag, detta för att få med både konsulter och entreprenörer på tåget. Majoriteten av den äldre generationen, både konsulter och entreprenörer, har inte viljan som krävs för att ta nästa steg i utvecklingen. Det finns fortfarande dem som arbetar med tumstock för att få ut mått från en ritning. Även Olsson, VDC-specialist på NCC, trycker mycket på att det är en generationsväxling som måste till för att en högre BIM-nivå ska implementeras, den äldre generationen har inte den tekniska vanan som yngre har och vågar inte göra fel i samma utsträckning.

Nyberg, VDC-specialist på NCC, tycker dock att det är fel att skylla på att det krävs en generationsväxling för att det ska hända något, det är som att skjuta på problemet och säga att det löser sig i framtiden och att branschen bara ska vänta in detta tillfälle. Detta

kommer inte lösa problemet, då kommer den kommande generationen falla in i samma fotspår och vara fast i träsket dem också. Byggbranschen kan inte vänta på att folk ska gå i pension.

Nyberg menar också att de är få som helt och hållet har förstått vad BIM innebär. För att utvecklingen skall kunna gå framåt och modellen få en större roll än vad 2D-ritningar idag har krävs det att tydliga kravställningar tas fram. En sådan kravställning behöver komma från högsta ledet, helst skall beställaren själv ha en klar bild av denna. Idag är det egentligen ingen beställare som i någon större utsträckning har tagit fram en standardiserad kravställning vilket för dem bör vara ett mål att sträva mot. För att en kravställning från beställarledet skall bli verklighet krävs det att beställarna inser vinsterna och möjligheterna som modellhantering genom byggprojektetens alla skeden medför.

De stora, landsomfattande, fastighetsförvaltarna tror Nyberg har en stark bidragande faktor till utvecklingen mot högre BIM-krav. Om dessa beställare gemensamt går ihop och tar fram riktlinjer, manualer och kravställningar för en lägsta BIM-nivå i projekt kan detta bli ett riktmärke för andra aktörer i branschen. Att det stora företagen går i täten kan leda till att resterande i branschen börjar ifrågasätta och ta efter de stora, de kan använda de riktlinjer, manualer och kravställningar som tagits fram som en grund för sin egen utveckling.

Likt BBR skulle branschen kunna utgå från att det fanns krav som alla var tvungna att utgå ifrån och om beställaren vill ha ännu högre detaljeringsnivå kan detta sättas som krav i det specifika projektet enligt Nyberg.

Ett sätt för att utvecklingen ska gå framåt är att genomföra flera pilotprojekt, det är då kommer företag lära sig och ta med erfarenheter vidare till kommande projekt. Ett smidigt sätt att testa vingarna och ta nästa steg menar Nyberg.

Produktionschefer, projekteringsledare och de högre cheferna måste gå samman och förstå vad BIM egentligen handlar om. Kunskapen hos dem måste öka för att dem ska driva på företagen att använda sig av modellen som informationsbärare. Det är som att börja skolan, allting måste byggas från grunden för att alla ska kunna hänga med på tåget. För att det inte ska bli några undanflykter måste alla få en utbildning, det går inte att ha det frivilligt för då blir det bara dem som är intresserade som går kursen som gör det menar Olsson.

Nyberg berättar att Sverige ligger efter i utvecklingen inom detta område i jämförelse med resten av Norden. För att användandet och modellens roll i projekt verkligen skall ta nästa kliv i utvecklingen kan det krävas att staten blandar sig in och definierar en lägsta BIM-nivå, något som både Olsson och Nyberg längtar efter.

Nyberg menar också att de är viktigt att företagen som ingår i ett projekt efterfrågar kravställningen och hjälper till att definierar vilken funktion modellen skall uppfylla i projektet, samt att se till att denna följs och följs upp.

9 Diskussion

Det finns flera olika områden som måste behandlas för att få en heltäckande bild av hur implementering av en hög BIM-nivå i byggbranschen skall bli verklighet. Diskussionen har delats upp i kapitel som berör de huvudområden som representerats i rapporten. Inledningsvis diskuteras användningen av modeller i produktionen samt detaljeringsnivå. Därefter diskuteras mervärden som modellen medför samt vilken kravställning som behövs för att modellen skall kunna användas till sin fulla potential. Till sist diskuteras framtida utvecklingsmöjligheter.

9.1 Användningen av modellen

I rapporten har fokus varit att studera möjligheterna att ersätta klassisk 2D-ritningshantering med BIM-modeller. Efter att förstudien och intervjustudien genomförts kunde en potentiell fördel med övergången urskiljas. Den invanda 2D-ritningshanteringen har dock en djup förankring i byggbranschen som inte minst märks av när projekt genomförs eller är planerad att genomföras med modeller som informationsbärare. Rölforsprojektet som genomfördes av Trafikverket, se kapitel 5.2, är ett av de pilotprojekt där tillämpningen av en högre nivå av modellhantering har genomförts men även i detta projekt var övergången inte självklar för alla deltagare.

Då en BIM-modell skall ersätta pappersritningar krävs det att informationen i modellen är välarbetade och funktionerna i programvaran användarvänliga. Funktionen som idag pappersritningar och beskrivningar fyller skall istället uppfyllas av modellen och dess programvara. Detta kräver att modellen är välarbetad och att yrkesarbetarna och arbetsledarna som i slutändan är ”beställaren” av handlingarna känner sig bekväma med och vågar lita på modellen. Vid projektstart måste de vara tydligt specificerat vilka handlingar som skall produceras och hur information skall presenteras samt att handlingarna produceras med avseende på vem som skall hantera dem.

Modellen och den programvaran som användes vid projektet Rölforsbron kan anses ha flera brister. Produktionsvyer togs fram av BIM-samordnaren i projektet istället för att yrkesarbetarna själva använde modellen att bygga utifrån. Detta var en effekt av att yrkesarbetarna saknade viss kunskap och att de var svårt att ta ut egna mått i modellen. I detta förfarande har ritningshanteringen flyttat från konsulterna och projekteringen ut till produktionen, vilket är ett steg i rätt riktning, dock kvarstår användandet av statiska bilder och beskrivningar. Här påvisas även effekten av att programvaran och den enhet som finns till hands för yrkesarbetaren behöver vara användarvänlig samt tillförlitlig.

I kapitel 8 presenteras intervjupersonernas tankar om de verktyg som programvaran bör ha, dessa sammanfattas som följande:

- Visuellt studera modellen, vilket medför att utrymmet för felaktiga tolkningar minskar och att olika discipliner blir mer intresserade av varandras arbeten samt att riskfyllda moment identifieras enklare.
- Kunna ta egna snitt: Då konstruktören tar fram 2D-snitt är dessa statiska, de går inte att se vad som händer bakom eller framför det snittet. Att som arbetsledare eller yrkesarbetare själv få välja vart snittet skall tas och kunna ta fler snitt än

vad konstruktören idag levererar ökar möjligheten att studera delar av en byggnad innan uppförande av den.

- Mäta direkt i modellen: att kunna ta fram egna mått direkt i modellen har varit problematiskt i de programvaror som användas i testprojekten. Dock är detta en av de första kommentarerna som nämns vid diskussionen om vilka funktioner som bör finnas tillhands i den programvara som väljs. Utvecklingen av en programvara som gör det möjligt för en yrkesarbetare att måttsätta en vy i modellen och vågar lita på att dessa är tillförlitliga bör ses över.
- Studera detaljer, antingen i 3D eller genom att koppla 2D ritningar till modellen. Bergström berättade att de första en yrkesarbetare ofta frågar är hur detaljer kan studeras i modellen. Diskussionen har gått lite fram och tillbaka i rapporten om huruvida modellens detaljnivå skall vara såpass hög att exempelvis en fönsterdetalj skall gå att studera i modellen kontra länkade 2D-ritningar. I ett försök att utveckla branschen och inte ta för stora kliv på en gång kan det tänkas att modellen är gjort med sådan noggrannhet att funktionerna uppfylls och att exempelvis fönsterdetaljer länkas in i modellen.
- Information kopplat till objekt: att kunna klicka på ett objekt för att få information om material, status, littera med mera och därmed slippa att hantera olika källor av information som kan vara tvetydig ökar projektens kvalitetssäkring.
- Kunna kommunicera med delaktiga i projektet genom modellen, minskar tid som behöver läggas på att få kontakt med den berörda personen. Genom att ta en skärmdump av en vy i modellen och lägga till kommentarer och sedan skicka på mail till de berörda ökar kommunikationsmöjligheterna. Vyer och kommentarer går sedan att spara för att i ett senare stadie gå tillbaka och kolla på vad som skrevs och bestämdes.

De flesta verktyg och funktioner som programvaran bör innehålla anses lätta att åtgärda, det finns en rad olika programvaror och enheter på marknaden som kan tänkas vara användarvänliga för produktionen. En översyn av dessa och att det i ett tidigt skede i projekt beskrivs hur modellen skall utformas och hur information skall kopplas bör göras. Det som bör finnas i åtanke är att flera programvaror kräver ökad kunskap hos användaren och ökade kostnader för projekten. Därmed bör det i framtiden gå att få fram endast en programvara som uppfyller behovet vilket skulle underlätta för användarna. Utvecklingen står inte och trampar på grund utav att tekniken inte finns utan detta beror till större del på att intresset, viljan och kunskapen hos beställare, konsulter och entreprenörer saknas.

9.2 Detaljeringsnivå

I intervjuer har fokus varit att trycka på hur detaljerad modellen ska vara och hur denna ska modelleras för att kunna bygga utifrån den. Entreprenörerna har under intervjuerna, se kapitel 8.3, beskrivit hur noggrann dem ville att modellen skulle vara modellerad. Svaren har blivit att modellen endast behöver vara modellerad med sådan noggrannhet att den går att lita på. Detta innebär en rimlig detaljeringsnivå där modellen bör vara så pass detaljerad att olika aktörers objekt inte krockar med varandra och att det ska gå

och bygga utefter den. Modellen ska illustreras på ett sätt som gör att det inte ska leda till några missförstånd eller som ger oklarheter mellan verkligheten och modellen. Problemet är egentligen inte modellens detaljeringsgrad eftersom programmets prestanda klarar av det som entreprenören eftersträvar. Problematiken ligger främst i ett tidigare skede då krav skall sättas på vilken LOD-nivå modellen skall ha och vem som skall ställa detta krav, se kapitel 8.4.

Skall modellen användas fullt ut som informationsbärare bör detaljnivån vara så hög som möjligt. Gordon, platschef på Tuve Bygg, menar, se kapitel 8.3, att den funktionella nivån kan vara ett riktmärke. Med en så kallad funktionell nivå kan den variera väldigt mycket mellan olika företag, det är näst in till omöjligt att definiera ordet funktionell rent detaljmässigt. För att undvika komplikationer i produktionen, exempelvis krockar mellan installationer, bör en kravställning tidigt i projektet ställas där LOD-nivåer för de ingående discipliner definieras. Genom att utgå från LOD 400 och projektera med maximal detaljeringsnivå blir resultatet att modellen innehåller all information som krävs för hela projektet, så väl tidsplanering som kalkylplanering. Den övergripande kontrollen blir enklare och betydligt mer noggrann då allting finns samlat i en och samma modell. Detta för med sig ökad kvalitetssäkring då alla som är involverade får betydligt bättre uppfattning om projektet och slutresultatet.

Enligt det som uppdragats tidigare i rapporten angående de olika LOD nivåerna ligger byggbranschen på en låg nivå jämfört med vad som är möjligt, se kapitel 8.3. För öka möjlighet att använda sig av modellen i produktionen måste modellen upp i LOD-nivå 350 för öka kvalitetssäkring och tillförlitligheten. Idag ligger branschen mellan LOD 200 och LOD 300 vilket innebär att funktionen som finns i dagens 3D-modelleringsprogram inte utnyttjas till fullo. För att kunna gå upp en LOD-nivå krävs det en standardisering nationellt som alla aktörer måste följa, såväl entreprenörer som projektörer men även beställare. Det är inget privatägt företag som kommer ta i taktpinnen, de har inte råd eller möjlighet att "riskera" en sådan förändring, det måste garanteras gynnsamma konsekvenser.

Då projekteringen i framtiden kan slippa att producera den mängd 2D-ritningar som görs idag kan arbetstimmar läggas på att öka modellens detaljnivå. Vilken detaljnivå som behövs för att ge en tillräckligt bra bild av vad som skall byggas är dock en fråga som behöver besvaras i en dialog mellan entreprenören och projektör.

9.3 Mervärden och kvalitetssäkring

Vid implementeringen av en hög BIM-nivå i projekt pratas det ofta om möjligheterna att minska fel och kostnader i produktionen. Vanliga fördelar med modellen som ofta poängteras är bland annat minskade kollisioner med hjälp av kollisionskontroller, koppla kostnads- och tidskalkyler till modellen, visuellt studera och använda modellen som komplement till 2D-ritningar. Dock har det framkommit i förstudien och intervjustudien att det finns ytterligare fördelar med användningen av modeller i produktionen som bör lyftas fram. I Röforsprojektet fick olika yrkesgrupper ökat intresse/förståelse för varandras arbete då de kunde diskutera med varandra med hjälp av modellen. Riskfyllda moment kunde även planeras noggrannare och ses över vilket gav en säkrare arbetsplats då de blev lättare att ta fram arbetsberedningar. Det togs även fram en tydligare APD-plan där det gick att lägga in vart olika material lagrades för att minska tiden som yrkesarbetare annars behöver lägga på att leta efter dessa.

Under intervjustudien berättade Gordon, platschef på Tuve Bygg, att det finns en möjlig konkurrens fördel samt en ökad kvalitetssäkring om företag väljer att utveckla sitt arbete mot en högre BIM-nivå. Eftersom företag utomlands redan idag har en högre BIM-användning än svenska företag, se kapitel 8.4, kan det i framtiden bli möjligt att svenska företag konkurreras ut om högre krav på BIM-användningen i projekt ställs av beställaren.

I intervjustudien berättar både Bergström, BIM-specialist på PEAB, och Gordon, platschef på Tuve Bygg, att modellen kan fungera som kommunikationsplattform. Yrkesarbetare och arbetsledare kan skapa vyer i modellen där de kan lägga till kommentarer och markera objekt för att sedan skicka dessa till exempelvis BIM-samordnaren. Detta sparar tid då yrkesarbetaren slipper leta upp, ringa eller maila denna person. Det går även att lagra dessa vyer i modellen för att i ett senare stadie kunna återkomma och se vad som noterats.

9.4 Kravställning

För att 3D-modellens fulla potential skall kunna implementeras i produktionsstadiet krävs det att en kravställning tas fram av högsta ledet och att kunskapen samt intresse finns hos beställare, konsulter och entreprenörer. I Röforsprojektet var det just kravställningen och intresset från Trafikverket sida som var avgörande för användningen av modellen under produktionen. Dock krävs det mer än endast ett krav från beställaren för att implementeringen skall fungera och verkligen få ett genomslag. De som sitter på ledande befattningar så som arbetsledare, platschefer, projektledare etcetera måste vilja utveckla samt våga driva projekt där modellen har en högre status än 2D-ritningar. Delaktiga yrkesarbetarna i Röforsprojektet hade bland annat valts ut eftersom de hade en vilja och intresse att prova modellen som bygghandling, vilket kan ha varit en avgörande faktor för resultatet av projektet.

För att branschen skall nå den punkten där modeller får högre status än 2D-ritningar krävs det att en gemensam kraftsamling görs och steget upp till en högre nivå av modell hantering görs. Nyberg, VDC-specialist på NCC, beskriver, se kapitel 8.4, att många i branschen tror att utvecklingen stadigt går framåt likt en linjär kurva och att vid en viss punkt kommer modellhanteringen få större utrymmer i projekt än 2D-ritningar. Nyberg menar dock på att utvecklingen kan ha varit linjär fram till nu men för att kunna ta ytterligare ett steg framåt krävs ett jättekiv och att det gamla arbetssättet ersätts med de nya.

Steget upp till den nya nivån av modellhantering kommer inte ske automatiskt utan behöver ske som en effekt av att krav ställs på projekt att drivas med en högre nivå av modellhantering. Steget upp till en ny nivå behöver göras för att undvika att hamna i ett mellanläge där projekten står med en fot i varje läge och massvis utav dubbelarbete riskeras.

Krav på att projekt skall drivas med en hög BIM-nivå behöver komma från beställaren för att få ett rejält genomslag. Det kan dock tänkas att kraven på att projekt skall drivas med en hög BIM-nivå kommer från konsulter eller entreprenörer vilket i det långa loppet leder till att beställaren anpassar förfrågningsunderlag och kravställningar.

Då entreprenören är ”beställaren” av ritningar, beskrivningar med mera kan de utnyttja sin roll och ställa krav på att projekt skall drivas med en hög BIM-nivå och att de handlingar de tilldelas skall vara modellbaserade. Gordon, platschef på Tuve Bygg, beskriver att entreprenörerna måste slå näven i bordet och efterfråga redan i upphandlingen att underlaget skall vara modellbaserat. Då entreprenören ställer krav att underlaget skall vara modellbaserat kan de tvinga att konsulter och beställare måste följa med i den riktningen och börjar inse fördelarna med användningen.

Ett annat tänkbart scenario som Gordon berättar om är att de stora landsomfattande fastighetsförvaltarna går samman och tar fram en gemensam kravställning/manual där en lägsta nivå för BIM användning i projekt specificeras, likt ”BIM i staten”, se kapitel 2.1.1. Tas en sådan kravställning/manual fram måste konsulter och entreprenörer anpassa sig efter den vilket tvingar branschen till utveckling. Detta kräver dock att beställarna inser fördelen och vinsterna med att ta fram en kravställning och vad en högre nivå av BIM-användning kan leda till. Nyberg, VDC-specialist på NCC, berättar att detta kan vara det som gör att utvecklingen verkligen får fart och går snabbare mot en högre BIM-användning i projekt. Effekten av att en sådan kravställning/manual tas fram kan vara att mindre beställare tar efter de stora bolagen och ser hur dessa arbetar eller rent av använder samma kravställning/manual som dessa.

Det kan även vara så att staten behöver blanda sig in och definiera en nivå som BIM användningen måste hålla i projekt. Detta är något som både Olsson, VDC-specialist på NCC, och Nyberg, VDC-specialist på NCC, se kapitel 8.4, menar kan vara det som krävs för att ta klivet upp till nästa nivå. Gordon, platschef på Tuve Bygg, berättar även han att nationella riktlinjer kan krävas för att få med alla entreprenörer och konsulter i utvecklingen.

Det som måste vara med i åtanke är att en kravställning/manual inte kommer att skapas automatiskt, varken av beställare eller entreprenörer, utan måste ske som en effekt av att fördelarna med en hög BIM-nivå tydligt presenteras. Att påvisa de effekter och fördelar en hög BIM-nivå medför kan vara enklare sagt än gjort då endast några fåtal testprojekt gjorts.

För att öka kunskapen hos beställare, konsulter och entreprenörer behöver de som idag har ett intresse av utvecklingen framhävas för att inte kunskapen skall gå förlorad. Interna utbildningar som yrkesarbetare, arbetsledare, konsulter med mera kan ta del av för att bygga på och skapa en bra grund för att arbeta med BIM-modeller bör därför genomföras. De som under produktionen skall hantera modellen bör i ett tidigt skede av projektet få vara med och diskutera samt komma med önskemål om huruvida modellen utformas. Den bör anpassas för att uppfylla deras behov, detta måste ju då givetvis även förankras med den ställda kravställningen.

9.5 Utveckling

Många inom branschen tror sig veta betydelsen av BIM och målar upp och förknippar det med en 3D-modell. I själva verket är det så mycket mer än en 3D-modell. Som nämnts tidigare finns väldigt många andra fördelar med BIM, både med 4D och 5D. Eftersom det finns så många olika steg inom BIM är det inte konstigt att det uppfattas på olika sätt hos olika aktörer. För att utvecklingen ska gå framåt och att användandet av BIM och digitala ritningar ska öka måste en gemensam standard sättas för att få kalla

det BIM-projekt. Alla företag i branschen bör även införa någon slags utbildning för att öka förståelse av BIM hos de anställda vilket kan underlätta BIM-implementeringen och samarbetet mellan aktörer.

Vinsterna och fördelarna med BIM bör presenteras för alla i branschen så att alla får uppfattning om dess positiva effekter. Egentligen är det inte produktionen som måste efterfråga BIM som bygghandling, yrkesarbetarna utgår ifrån de ritningar de får, om det är i pappersform eller i en modell har ingen betydelse. De kan fortfarande generera den typ av ritning de vill ha utifrån en modell.

För att driva på utvecklingen mot en högre BIM-nivå bör det företag som är frekventa beställare av byggprojekt presenteras de fördelar som detta medför. Eftersom det finns många olika beställare, vissa som bygger vart 5:e eller vart 10:e år, är de främst de återkommande beställarna som är med och driver på utvecklingen och har ett behov av implementeringen. Detta leder till att beställare med köp vart 5:e eller vart 10:e år får anpassa sig efter utvecklingen. Företag som beställer mer sällan ska inte vara ett hinder för branschens utveckling och stå i vägen för de som gynnas av den. Fokus måste ligga på de som gör kontinuerliga köp, dem ska få ett bättre och snabbare resultat. Att använda sig av traditionella metoder skapar sämre kvalitetssäkring, dessutom finns det både tid och pengar att spara, se kapitel 8.4.

De kan dessutom vara så att de mindre frekventa beställarna har mindre kunskap än de regelbundna vilket medför att dem överlåter mer ansvar och kontroll till konsulter och entreprenörer. Detta borde vara ett bra tillfälle för entreprenörer och konsulter att ”sälja in” en hög BIM-nivå.

För att ta nästa steg måste de statliga bolagen tillsammans sätta kravställning och riktlinjer för vilken den lägsta BIM-nivån ska vara. Detta kan medföra att fler mindre och privatägda bolag hänger på tåget, speciellt om de ser en utveckling som ger vinster. Dessutom är det alltid enklare att ta åt sig information, manualer och kravställningar etcetera som andra har gjort. Kapaciteten som BIM är kapabel till får inte gå förlorad.

För att undvika missförstånd vid användning av modellen som informationsbärare måste statushantering utvecklas så att kommunikationen mellan aktörer sker korrekt. BIM-blomman, se kapitel 5.2, är ett utmärkt hjälpmedel. Om möjligheten finns att utveckla denna funktion än mer kommer den vara mycket värd i framtiden. Det är ett smidigt och snabbt sätt att dela modellen mellan aktörer där alla får ta del av de senaste uppdateringarna. Viktigt är att så fort en uppdatering skett måste notiser skickas till de användare som sitter i modellen och meddela att den är reviderad. Det absolut bästa vore om revideringar fortlöpande uppdaterades så att alla som sitter i modellen ser när ändringar sker, ett uppdateringsintervall mellan 30 till 60 minuter. Då blir det inte rörelse i modellen hela tiden så fort någon gör en ändring utan en större uppdatering sker med jämna mellanrum. Viktigt är därför att en standard för status tas fram i branschen för att lättare kunna utläsa vilket projekteringsstadium objekt befinner sig i när uppdateringarna sker.

Med utvecklingen av BIM och modellen som informationsbärare både när det gäller 4D och 5D kommer medföra mycket mer än en 3D-modell. Vid implementering av BIM i produktionen är det återigen viktigt att detaljeringsnivån är hög som nämndes tidigare i diskussionen. Ju högre detaljeringsgrad det är i modellen desto mer ges i

gengäld vid tids-, och kalkylplaneringen. Projektet blir väldigt mer överskådligt och kontrollerbart vid implementering av BIM.

För att hjälpa branschen i utvecklingen bör ett standardiserat arbetssätt vad gäller detaljeringsnivå (LOD) tas fram. En handbok, likt BBR, med krav som rekommenderar vilken detaljeringsnivå som bör användas kan vara ett tänkbart alternativ.

Ingenting är 100 % första gången som något ska genomföras, det tar tid och det krävs lärlingstimmar för att målet ska nås. En bra väg att ta sig mot målet är att göra pilotprojekt som Nyberg, VDC-specialist på NCC, berättade om i intervjustudien och som SISAB genomfört. "Learning by doing" är den bästa vägen att lära, genom att göra pilotprojekt finns möjlighet för att hitta och göra fel utan några kontroversiella konsekvenser.

10 Slutsats

Examensarbetets syfte är att undersöka hur en hög BIM-nivå kan implementeras och användas genom hela byggprocessen, från förfrågningsunderlag till produktion. Slutsatsen har där efter baserats på frågeställning: *Vad krävs för 3D-modellen skall kunna ersätta klassiska 2D-ritningar? Vilka funktioner bör 3D-modellen ha i byggproduktionen? Vilka erfarenheter från de projekt som genomförts tidigare med ritningslösa leveranser kan tas med till kommande projekt?*

10.1 Vad krävs för 3D-modellen skall kunna ersätta klassiska 2D-ritningar?

Övergången från 2D- till 3D-baserade projekt kräver tydliga krav och direktiv från beställaren. Det har dock visat sig att beställarna allt som oftast inte är medvetna om vilka krav som skall ställas och vilka fördelar en övergång till en hög BIM-nivå kan medföra. I kapitel 2.2 beskrivs hur frågeställningen ”vad”, ”varför” och ”hur” besvaras i ett tidigt skede och att det är upp till beställaren att ange ”vad” som efterfrågas. Beställarna behöver dock bli medvetna om ”varför” innan de kommer att börja ställa krav på användandet. Efter att beställaren satt krav på en hög BIM-nivå kommer konsulter och entreprenör anpassa sitt arbetssätt.

Generellt kan slutsatsen dras att högre nivå av BIM-användning i projekt måste efterfrågas av beställaren. Beställarna behöver informeras om nyttan med BIM för att ställa krav på användet, dock måste kompetensen finnas hos byggföretagen. Nyttan som en hög BIM-nivå kan medföra har dock visat sig svår att bevisa och därför finns det skäl till att användningen främst varit inom kollisionsskontroller, då detta är ett område där nyttan på ett effektivt sätt går att bevisa. Detta förfarande medför att utvecklingen till viss del inte går framåt i den takt som den skulle kunna göra, eftersom kostsammare och mer tidskrävande implementeringsarbeten inte prioriteras.

Eftersom effekten av högre BIM-nivå i projekt har visat sig svårt att bevisa krävs fler ”test-projekt” lika de som tas upp i kapitel 5.3. Testprojekt med en hög BIM-nivå kräver dock att det finns personer med tillräcklig kunskap och intresse för att våga prova och utvärdera implementeringen, vilket har varit en bristvara både hos entreprenadföretagen och bland konsulter.

Det mest önskvärda händelseförloppet är att statliga beställare går samman och gemensamt tar fram riktlinjer och manualer för en lägsta BIM-nivå i sina projekt, likt Trafikverket i projektet Røforsbron. Förhoppningen är att privatägda bolag och mindre aktörer tar efter och att kraven på implementeringen då kommer på en bred front. Att alla blir beroende av en implementering och på så sätt öka konkurrenskraften skulle göra att företag kommer bli tvingade att börja använda sig av en hög BIM-nivå.

Sker ingen utvecklingen eller förändring i användandet kan staten behöva gå in med riktlinjer och krav för lägstanivåer för att inte Sverige skall hamna på efterkälke inom utvecklingen jämfört med resten av Norden.

För att implementeringen av en hög BIM-nivå skall bli verklighet kan det sammanfattas enligt följande:

- Kravställning från beställarsidan
- Kunskap, intresse och vilja hos konsulter/entreprenörer
- Nationell kravställning
- Test-projekt

10.2 Vilka funktioner bör 3D-modellen ha i byggproduktionen?

Efter att projekt som genomförts av Trafikverket och SISAB har studerats, se kapitel 5, samt vid diskussion med intervjupersonerna, se kapitel 7, har det framkommit att BIM och användandet av 3D-modeller har många potentiella användningsområden. Studierna påvisar också att det finns många hinder på vägen och att det kan ta lång tid innan alla i branschen har viljan eller kan gå över till en hög användningen av 3D-modellshantering. Anledningen till att övergången inte är välkommen hos vissa beror till viss del på bristande kunskap men även programvaror som inte är användar-vänliga.

De användningsområden som en hög BIM-nivå medför och som framkommit i intervju-samt litteraturstudierna är:

- Måtsättning – yrkesarbetare och arbetsledare bör själva kunna ta ut de mått som behövs direkt ur modellen.
- Visualisering i 3D – ökar förståelsen och minskar utrymmet för feltolkning.
- Ta snitt – yrkesarbetare och arbetsledare bör själva kunna ta de snitt som behövs för att förtydliga ett arbetsmoment.
- Studera detaljer – i framtiden kan det tänkas att 3D-modellens detaljnivå är så pass hög att dessa kan studeras i 3D.
- Objektsinformation – alla objekt bör vara klickbara och relevant information bör presenteras direkt i modellen, detta för att slippa hanteringen av olika informationskällor.
- Kommunikationsplattform – 3D-modellen ökar kommunikationen mellan yrkesgrupper samt förståelsen för den andres arbete, programvaran bör ha en funktion för att kommentera och skapa ärenden.
- Kollisionskontroller – för att minska antalet fel ute i produktionen och därmed öka kvalitetssäkringen
- Mängdning – bör genereras direkt ur 3D-modellen för att snabbare och enklare få fram de material som måste beställas.
- Tidplan – kopplat till 3D-modellen
- APD-planer - framställning och visualisering i 3D medför att arbetsplatsen blir säkrare och enklare att disponera.
- Arbetsberedning – då det blir enklare att identifiera riskfyllda moment med hjälp av 3D-modeller

10.3 Vilka erfarenheter från projekt som genomförts med digitala leveranser kan tas med till framtida projekt?

Röforsprojektet över Arbogaån var ett av de första projekt som drevs med modellen som bygghandling. Detta projekt är ett bra exempel på när beställaren har varit drivande och ställt krav på att projektet skall drivas med en hög BIM-nivå. Det lades stor vikt

vid valet av entreprenör för projektet då även denne skulle vara intresserad av och ha en vilja att utveckla sitt arbete inom BIM. Detta förfarande är viktigt att ta med sig till kommande projekt och något som andra beställare bör ta efter. Det går inte enbart att ställa krav utan att det måste finnas ett gemensamt intresse hos alla deltagande aktörer.

Yrkesarbetare och arbetsledare som var delaktiga i projektet valdes ut efter vilket intresse de hade för att prova att frångå den klassiska 2D-ritningshanteringen. Aktörer som vill vara med och driva på utvecklingen bör precis som i Rölforsprojektet och stötta de arbetare som vill arbeta med BIM. Personer på ledande befattningar så som arbetsledare, platschefer, projektledare med mera bör därför utbildas och väljas utefter den kompetens och vilja till utveckling inom BIM de har, de är dessa som kan få med resterande aktörer på tåget. Det är viktigt att det från början är människor som strävar efter samma mål och inte folk som är motsträviga till en förändring.

Kommentarer som stötts på under intervjustudierna är att yrkesarbetarna inte har viljan, intresset eller kunskapen att hantera BIM. Det har dock kommit fram, se kapitel 5.3, att konsulter ofta känner ovisshet inför och saknar kompetensen för att modellera med en hög BIM-nivå.

10.4 Summering

Under genomförandet av studien har de framkommit att de krävs en hel del av samtliga aktörer innan steget från 2D-ritningar kan tas fullt ut. Beställarna måste inse nyttan och mervärdet av modellbaserade handlingar och vara tydlig med en kravställning. Konsulterna måste våga frångå den projektering de är vana vid och vara med när kravställningen och BIM-manualer tas fram för att frågor skall lösas tidigt i projektet. Entreprenören behöver bli bättre på att förmedla vilken typ av handling de behöver och samtidigt utbilda och informera yrkesarbetarna hur modellen skall hanteras.

Ämnen som kan studeras närmare i framtida examensarbeten:

- Den juridiska problematiken
- Detaljeringsnivån på modellen
- Status på objekt
- Programvaror
- Kravställning från beställare
- Förvaltningsstadiet

Referenser

Arvidsson, R., Eriksson, M., Holmgren, T., Madsen, H. och Nilsson, H. (2014). *BIM-projektering inom anläggningsbranschen - en studie om BIM-användandet beträffande beställare, konsult och entreprenör* (Examensarbete, Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för bygg- och miljöteknik).

Autodesk University. (2011). *Wood Framing Level of Detail: How Far To Go?*
Hämtad från
http://aucache.autodesk.com/au2011/sessions/4912/class_presentations/v1_SE4912_Ikerd_slides_2011-11-12.pdf

BIM Alliance. (2014). *BIM i staten*. Hämtad från
http://www.bimalliance.se/natverk_och_utveckling/projekt/bim_i_staten

BIMforum. (2015). *Level of development specification: For Building Information Models* (Version: 2015) Hämtad från
https://bimmi.innovationcast.net/api/files/insight/321/0cc77613256d468088726d7a9d8d3dc4-LOD_Specification_2015.pdf?_rs=narAShMQ3DJrU6cVWXq5ibLjww1

Birging, E & Lindfors, N. (2014). *Integration of BIM in the construction phase - A study of a Swedish construction project based on interviews* (Master of Science Thesis, Chalmers Tekniska Högskola, institutionen för bygg- och miljöteknik)

Iversen, S & Knoop, M. (2015). *Stöd för BIM-projektering av hus- och industribyggnad*. Göteborg: WSP [Internmaterial WSP]

Jakobsson, J & Öberg, J. (2014). *Motiverad detaljeringsnivå i BIM - Implementering av en skala över Level of Detail* (Examensarbete, Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för bygg- och miljöteknik)

Jensen, M. (2012). *Implementering av byggnadsinformationsmodellering i byggproduktionen* (Examensarbete, Linnéuniversitetet, Institutionen för teknik)

Jongeling, R. (2008). *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt - En jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM* Luleå: Luleå tekniska universitet. (Forskningsrapport, Institutionen för samhällsbyggnad)

Malmkvist, M. (2013). *BIM i projektet Röforsbron*. Trafikverket.

SISAB. (2015). *Upphandling på modell: Delrapport*

SISAB. (2016). *Om SISAB*. Hämtad från <http://sisab.se/sv/om-sisab/>

Skanska (2016) *Produktionsvy över armering i kantbalk, Röforsbron* [Internmaterial Skanska]

- SISAB. (2015). *Projekteringsanvisning BIM: För projektörer och entreprenörer*. (Version 04) Hämtad från <http://sisab.se/siteassets/vara-fastigheter/projekt/projekteringsanvisningar/bim.pdf>
- Sars, C & Tolmé, S. (2013). *Titel: Visuell planering och 3D-visualisering inom infrastrukturprojekt*. (Examensarbete, Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för bygg- och miljöteknik)
- Stribeck, J. (2015, 13 oktober) *Design Management Forum 2015: BIM-projektering i Slussen, Tikab (Swedish)* [Videofil]. Hämtad från <https://www.youtube.com/watch?v=PyUNlpth18o&feature=youtu.be>
- Trafikverket 1. (2013, 6 mars). *BIM i ombyggnationen av Röfrosbron | Trafikverket*. Hämtad från https://www.youtube.com/watch?v=VEHyT_hQ4y0
- Trafikverket 2. (2013). *Vackra Røforsbron på plats över Arbogaån*. Hämtad från <http://www.trafikverket.se/om-oss/nyheter/nationellt/2013-06/vackra-roforsbron-pa-plats-over-arbogaan/>
- Wallin, E. (2012). *BIM som en effektivisering av processindustrin - en fallstudie på COWI Management AB* (Examensarbete, Högskolan i Borås, Institutionen ingenjörshögskolan)
- WSP. (2014). *Om BIM: BimOne, BimTwo och BimThree*. Hämtad från <http://www.wsp-pb.com/sv/WSP-Sverige/I-fokus/BIM/BIM/>
- Brohn, C.E. (2010). *BIM: ByggnadsInformationsModeller för byggmästare*. Hämtad från http://www.bimalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Projekt/BIM-for-byggmastare/BIM_for_byggmastare_handbok_2010-02-01_webb.ashx
- Keung, Dr J. (2013). *Singapore BIM Guide*. Hämtad från https://www.corenet.gov.sg/media/586132/Singapore-BIM-Guide_V2.pdf
- BIMalliance. (2014). *Riktlinje: BIM i projekt*. Hämtad från http://www.bimalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Projekt/BIM_i_staten/Riktlinjer_BIM_i_Projekt.ashx