



CHALMERS

BIM i byggprocessen

Ett digitaliserat arbetssätt där modeller
ersätter ritningar

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik

DOAA ALKALALI
SARA JONSSON
ALBIN KARLSSON
LOUISE LINDHE
ERIK MALMQVIST

BIM i byggprocessen

Ett digitaliserat arbetssätt där modeller ersätter ritningar

Kandidatarbete inom Arkitektur och samhällsbyggnad

DOAA ALKALALI
SARA JONSSON
ALBIN KARLSSON
LOUISE LINDHE
ERIK MALMQVIST

Institutionen för Arkitektur och samhällsbyggnad
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2018

BIM i byggprocessen

Ett digitaliserat arbetssätt där modeller ersätter ritningar

Kandidatarbete i civilingenjörsprogrammet samhällsbyggnadsteknik

DOAA ALKALALI

SARA JONSSON

ALBIN KARLSSON

LOUISE LINDHE

ERIK MALMQVIST

© DOAA ALKALALI, SARA JONSSON, ALBIN KARLSSON, LOUISE LINDHE &
ERIK MALMQVIST 2018

Institutionen för Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

ACEX10-18-20

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg

+46 (0)31-772 1000

Chalmers Reproservice

Göteborg, Sverige 2018

Förord

Detta kandidatarbete omfattar 15 högskolepoäng och är en del av civilingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik på Chalmers tekniska högskola. Arbetet är utfört av fem studenter under vårterminen 2018 vid institutionen för Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik på avdelningen Construction Management.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Mikael Johansson, avdelningen för Construction Management på Chalmers tekniska högskola, för hans rådgivning, engagemang och stöd under arbetets gång. Vidare vill vi tacka vår examinator Viktoria Sundquist, avdelningen för Construction Management på Chalmers tekniska högskola, samt avdelningen fackspråk för stöd i rapportskrivandet. Slutligen vill vi tacka samtliga respondenter för att ha tagit sig tid till att delta i intervjuer och bidragit med värdefull erfarenhet samt kunskap i ämnet.

Göteborg, maj 2018

Doaa Alkalali, Sara Jonsson, Albin Karlsson, Louise Lindhe och Erik Malmqvist

BIM i byggprocessen

Ett digitaliserat arbetssätt där modeller ersätter ritningar

Kandidatarbete i civilingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

DOAA ALKALALI, SARA JONSSON, ALBIN KARLSSON, LOUISE LINDHE &

ERIK MALMQVIST 2018

Institutionen för Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

Sammanfattning

På grund av befolkningstillväxten är utvecklingsbehovet av Sveriges infrastruktur och kravet på ökat bostadsbestånd stort. Samtidigt uppfattas den svenska byggindustrin som ineffektiv, där bristande kommunikation är en bidragande faktor. Building Information Modeling (BIM) är ett arbetssätt under utveckling i byggbranschen. Jämfört med det traditionella arbetssättet, som innefattar 2D-ritningar, utgår BIM ifrån minst en modell med sammankopplade objekt innehållande information. Faktorerna tid och ekonomi, som ofta överskrids i byggprojekt, kan kopplas till modellen vilket medför att planering samt kalkylering kan ske och kontrolleras lättare under projektets gång. Ett modellbaserat arbetssätt kan underlätta vid exempelvis revidering, visualisering och samgranskning.

Syftet med studien var att utreda hur byggprocessen påverkas av att ersätta 2D-ritningar med BIM-modeller. Vidare var syftet att undersöka hur modellbaserade projekt fungerat i praktiken samt hur berörda parter påverkats av förändringen. För att besvara rapportens frågeställningar utfördes en kvalitativ intervjustudie med tre svenska byggprojekt som befann sig i olika skeden av byggprocessen. Utöver intervjustudien genomfördes en litteratursökning där teorin bidrog till en bredare bild av ämnet samt möjliggjorde en jämförelse med hur det har fungerat i praktiken.

I studien framkommer att BIM är ett begrepp utan konkret allmän beskrivning, vilket kan vara en bidragande orsak till att implementeringen inte skett i större grad i byggbranschen. För tillfället befinner sig branschen i en övergång till ett digitaliserat arbetssätt och det krävs tydliga kravställningar gällande hur information ska presenteras för att undvika dubbelarbete i projekteringen. Det framgår även att ett BIM-baserat arbetssätt i dagsläget innebär nya arbetsroller samt en förändring av arbetsuppgifterna i befintliga roller. Slutligen konstateras att huvudsaken är att informationen presenteras på mest lämpligt sätt och att det nödvändigtvis inte alltid är i en modell.

Nyckelord: BIM, Building Information Modeling, VDC, Virtual Design and Construction, digitalisering, 3D-modell, 4D, 5D.

BIM i byggprocessen

Ett digitaliserat arbetssätt där modeller ersätter ritningar

Kandidatarbete i civilingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

DOAA ALKALALI, SARA JONSSON, ALBIN KARLSSON, LOUISE LINDHE &

ERIK MALMQVIST 2018

Institutionen för Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

Abstract

Due to an increasing population, the need to develop Sweden's infrastructure and housing stock is immense. The Swedish construction industry is perceived as ineffective, where lack of communication is a contributing factor. Building Information Modeling (BIM) is a concept under development within the construction industry. Compared to the traditional method, which includes 2D drawings, BIM is based on at least one model where the objects contain information and are connected to each other. Time and cost, two factors that often are exceeded in construction projects, can be related to the model which benefits planning and calculation throughout the project. A model-based process facilitates in areas such as revision management, visualisation and clash detection.

The purpose of the study is to investigate how the construction process is affected when 2D drawings are replaced by BIM-models. Furthermore, the study aims to investigate how model-based projects work in practice and how involved parties are affected by the change it brings. To obtain answers to the problem statements of the report, a qualitative interview study was conducted, containing of three case studies of Swedish construction projects in different stages of the construction process. In addition to the interview study, a literature search was performed, where the theory contributed with a broader picture of the subject and made it possible to make a comparison with how BIM worked in practice.

The study reveals that BIM is a concept that lacks a concrete general definition, which can be a contributing factor to why the implementation has not reached further in the construction industry. The industry is in a transition phase to a digitalised way of working and it demands clear requirements on how information should be presented to avoid duplication of work in the design stage. It is also apparent that a BIM-based working method leads to new roles in a project, as well as a change of tasks in existing roles. Finally, it can be stated that the main purpose is to present information in the most suitable way possible which might not necessarily include a model at all.

Keywords: BIM, Building Information Modeling, VDC, Virtual Design and Construction, digitalisation, 3D-model, 4D, 5D.

Begrepp

BIM Building Information Modeling, Building Information Model eller Building Information Management

CAD Computer Aided Design

IFC Industry Foundation Classes

IPD Integrated Project Delivery

LOD Level of Detail eller Level of Development

VDC Virtual Design and Construction

VR Virtual Reality

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Frågeställningar	1
1.4 Avgränsningar	2
2. Metod	3
2.1 Forskningsmetod	3
2.2 Val av projekt och respondenter	3
2.3 Validitet och reliabilitet	4
3. Teori	5
3.1 BIM	5
3.1.1 BIM 4D och 5D	5
3.1.2 BIM-trappan	6
3.1.3 BIM-manual	7
3.1.4 BIM-objekt	7
3.1.5 LOD	8
3.2 VDC	8
3.3 Organisationsstruktur i ett byggprojekt	9
3.3.1 Byggprocessen	9
3.3.2 Entreprenadformer	9
3.4 Tillämpningar av BIM	10
3.4.1 Revidering	11
3.4.2 Mängdavgtagning	11
3.4.3 Visualisering	11
3.4.4 Samgranskning	11
3.4.5 Säkerhet	12
3.5 BIM i produktion	12
3.6 Utmaningar med BIM	14
4. Resultat	16
4.1 Projekt Rölforsbron	16
4.1.1 Intervjustudie projekt Rölforsbron	16
4.2 Projekt Slussen	18
4.2.1 Intervjustudie projekt Slussen	18
4.3 Projekt Gula linjen	23
4.3.1 Intervjustudie projekt Gula linjen	23
5. Diskussion	26
5.1 Implementering av BIM	26
5.2 Arbetssätt	27
5.3 Tillämpningar	28
5.4 Standardisering av neutrala filsystem	30

5.5 Entreprenadformer	30
5.6 Kunskapsöverföring	31
6. Slutsats	32
6.1 Vidare studier	32
Källförteckning	33
Bilaga 1: Intervjufrågor	39
Bilaga 2: Intervju med BIM-ansvarig/broprojektör i projekt Rölforsbron.....	41
Bilaga 3: Intervju med produktionschef i projekt Rölforsbron	43
Bilaga 4: Intervju med projektchef i projekt Rölforsbron	45
Bilaga 5: Intervju med BIM-samordnare i projekt Rölforsbron	47
Bilaga 6: Intervju med projektledare i projekt Rölforsbron	49
Bilaga 7: Intervju med VDC-samordnare i projekt Slussen.....	51
Bilaga 8: Intervju med VDC-strateg i projekt Slussen.....	54
Bilaga 9: Intervju med VDC-ansvarig i projekt Slussen.....	59
Bilaga 10: Intervju med BIM- och datasamordnare i projekt Gula linjen	63

1. Inledning

Detta kapitel beskriver bakgrund och syfte till genomförd studie, vilka frågeställningar som ska besvaras samt studiens avgränsningar.

1.1 Bakgrund

Den svenska byggindustrin står inför stora utmaningar de kommande åren (Sveriges Byggindustrier, 2018). Ökning av antal invånare i relation till befolkningens mängd har inte varit av denna grad sedan industrialiseringen på 1860-talet, med anspråk på utveckling av landets infrastruktur och ökat bostadsbestånd som följd. Med andra ord, behovet att bygga så snabbt och så mycket som möjligt är stort. Samtidigt har byggindustrin ryktet om sig att vara både process- och resursineffektiv, framförallt i produktionsskedet (Magnusson, 2017). Som exempel bedöms bristande kommunikation inom byggprojekt kosta byggbranschens aktörer uppemot 60 miljarder kronor per år (Svensk Byggtjänst, 2017).

För en framstående innovationsutveckling i branschen är digitaliseringen ett betydelsefullt verktyg (Sveriges Byggindustrier, 2018). Building Information Modeling (BIM) är ett arbetssätt inom byggindustrin där arbetsgången kan beskrivas med att en byggnad eller anläggning skapas två gånger – först som en digital BIM-modell och därefter i verkligheten (Kumar, 2015). BIM är inte ett nytt arbetssätt i den bemärkelsen, utan arbetssättet har varit etablerat i de större svenska byggföretagen sedan 2002 (Bengtsson, Frendberg, Lennartsson, Lundberg, och Willemark, 2017). Implementeringsgraden i branschen varierar däremot, dels med byggprocessens olika skeden och projektens storlek och komplexitet.

Byggindustrin förknippas idag med 2D-ritningar trots att möjligheten att ersätta dessa med BIM-modeller finns (Bengtsson & Dahlström, 2017). Det är nämligen inte ovanligt att en BIM-modell har skapats i projekteringsskedet eftersom BIM varit implementerat i större grad och under längre tid i detta skede. Bygghandlingar har traditionellt sett alltid varit i form av 2D-ritningar, men idag finns projekt där BIM-modeller ersatt 2D-ritningen som bygghandling (NyTeknik, 2017). Frågan är hur detta har fungerat i praktiken och på vilka sätt projektet förändrats, samt om det i alla lägen är nödvändigt att använda en modell. BIM ställer trots allt krav i många led, från yrkesarbetare i produktionen till granskare på beställarsidan. BIM ställer dessutom krav på förändrade arbetsprocesser och resurser som kapital och tid, där det sistnämnda kan variera stort mellan företagen i branschen (Hardin & McCool, 2015; Khosrowshahi & Arayici, 2012).

1.2 Syfte

Syftet med studien är att studera Building Information Modeling (BIM), ett arbetssätt under utveckling inom byggbranschen. Studien syftar även till att fastställa hur BIM påverkar byggprocessen samt hur modellbaserade projekt fungerar i praktiken och BIM:s inverkan på inblandade parter i projekt.

1.3 Frågeställningar

Rapporten ska besvara följande frågeställningar:

- Hur påverkas byggprocessen när 2D-ritningar ersätts med BIM-modeller?
- Hur fungerar modellbaserade projekt i praktiken och hur påverkas berörda parter?

1.4 Avgränsningar

Fokus i studien ligger på BIM som arbetsverktyg i byggprojekt och därför behandlas inte tekniska detaljer av programvaror. Studien kommer främst behandla projekterings- och produktionsskedet av den anledning att det är ovanligt med modellbaserade förvaltningsskeden i dagsläget. Intervjustudien innefattar projekt med hög implementeringsgrad av BIM och val av respondenter är tjänstemän med anledning att ansvaret för implementeringen av BIM främst ligger hos dem. De projekt som studeras är alla belägna i Sverige, varför studien har en nationell geografisk avgränsning.

2. Metod

Detta kapitel redogör för studiens valda forsknings- och intervjumetodik, hur urval av respondenter utförts samt hur säkerställning av validitet och reliabilitet skett. Vald metod för att koppla empiri till teori beskrivs också.

2.1 Forskningsmetod

Eftersom studien syftade till att öka förståelsen kring arbetssättet Building Information Modeling (BIM) samt dess påverkan på inblandade parter, ansågs den kvalitativa forskningsmetoden som mest lämplig. Frågeställningar lämpade att besvaras genom metoden är sådana som behandlar människors olika upplevelser av företeelser eller syn på verkligheten (Hedin, 1996).

Studien påbörjades med en litteratursökning i den teoretiska bakgrunden kring BIM. Information insamlades från facklitteratur, webbplatser, rapporter och vetenskapliga artiklar. Variationen av källor skulle ge studien ett internationellt perspektiv och vara ett hjälpmedel i analysering av nuvarande status kring ämnet i Sverige. I och med att rapporten behandlar ett ämne i ständig utveckling var det viktigt att de källor som nyttjades var aktuella. Eftersom största delen av den senaste informationen i ämnet publiceras elektroniskt, är en stor del av rapportens källor elektroniska.

Vidare studerades tre projekt med ett BIM-implementerat arbetssätt genom intervjuer. Valet av intervjumetod föll på den semistrukturerade formen, vilket innebar att intervjuerna utgick från i förväg formulerade frågor med en bestämd ordning, se bilaga 1 (Lantz, 2013). Intervjuerna skulle besvara frågor om den praktiska tillämpningen av BIM, vilket är ett område där den teoretiska informationen idag är begränsad. Därför gavs utrymme för följdfrågor utöver redan bestämda frågor. Intervjuerna var nio till antalet och intervjustudien uppnådde därför de kriterier som erfordras för en kvalitativ studie (Nyberg, 2000).

I detta arbete tillämpades metoden abduktion som binder samman innehållet i teorin med empiri (Patel & Davidson, 2011). Tillgänglig litteratur om projekten gav upphov till hypotesen att ett digitaliserat arbetssätt är gynnsamt och har många fördelar. Hypotesen undersöktes sedan genom en intervjustudie.

2.2 Val av projekt och respondenter

Projekten Röforsbron, Slussen och Gula linjen låg till grund för intervjustudien. De valdes utifrån graden modellbaserat arbetssätt samt vilket skede projekten befann sig i. Röforsbron utsågs på grund av att både projektering- och produktionsskedet var genomfört och utvärderat, samt att det var ett helt BIM-baserat pilotprojekt. Projekt Slussen i Stockholm, som vid tidpunkten för studien var ett pågående projekt, valdes på grund av att det befann sig i produktionsskedet. Projekt Gula linjen, som befann sig i projekteringsskedet vid studiens genomförande, utsågs för att få en inblick och förståelse för BIM i projekteringen och hur BIM planerades att överföras till produktionsskedet.

Val av respondenter för intervjustudien föll på tjänstemän med erfarenhet av BIM. Svaren i de utförda intervjuerna redovisades anonymt av den anledning att den intervjuades ståndpunkt inte nödvändigtvis representerade företagets ståndpunkt. I tabell 1 framgår vilka yrkesroller som intervjuats i respektive projekt.

Tabell 1. Yrkesroller som intervjuats i de olika projekten samt hänvisning till bilaga för sammanställning av respektive intervju.

Projekt	Status	Yrkesroll i projekt	Bilaga
Röforsbron	Färdigställt	BIM-ansvarig och broprojektör	Bilaga 2
Röforsbron	Färdigställt	Produktionschef	Bilaga 3
Röforsbron	Färdigställt	Projektchef	Bilaga 4
Röforsbron	Färdigställt	BIM-samordnare	Bilaga 5
Röforsbron	Färdigställt	Projektledare	Bilaga 6
Slussen	Produktion	VDC-samordnare	Bilaga 7
Slussen	Produktion	VDC-strateg	Bilaga 8
Slussen	Produktion	VDC-ansvarig	Bilaga 9
Gula linjen	Projektering	BIM- och datasamordnare	Bilaga 10

2.3 Validitet och reliabilitet

För att säkerhetsställa validiteten valdes respondenter utifrån erfarenhet och kunskap om BIM i det specifika projektet. De frågor som ställts vid intervjuerna har delgetts respondenterna innan intervjun för att öka reliabiliteten. Respondenterna gavs möjlighet att tillägga information som frångick de ställda frågorna. Intervjuerna spelades in för att garantera korrekt återgivning av information i arbetet och sammanställning av intervjuerna utfördes snarast möjligt för att minimera missförstånd. Att tillägga är att insamlad information från intervjustudien har jämförts med den data som erhållits i litteraturen, vilket också ska syfta till att öka validiteten och reliabiliteten.

3. Teori

Kapitlet beskriver Building Information Modeling (BIM), dess tillämpningar samt utmaningar. Kapitlet redogör även för organisationsstrukturer i byggbranschen.

3.1 BIM

Förkortningen BIM är ett brett begrepp som det finns flera tolkningar av, både vad själva förkortningen står för och dess innebörd (BIM Alliance, 2017). Det finns åtminstone tre olika förklaringar för vad som kan menas med BIM, en av dessa är Building Information Modeling. Vid den benämningen ska arbetssättet utgå ifrån minst en objektorienterad modell, där hänsyn ska tas till samtliga skeden som ingår i ett projekt i byggbranschen. Objekten i modellen ska innehålla information och vara kopplade till andra objekt i modellen. Det ska även vara möjligt att ta ut vyer från modellen där informationen framgår. Building Information Management är en annan utskrivna form av akronymen (Arayici, Egbu, och Coates, 2012). Då innefattas i stort sett samma tankesätt som för Building Information Modeling, men som namnet antyder sätts ett tydligare fokus på frågor riktade mot management och informationshantering. Enligt Skanska (u.d.) ses då själva processen med modellering i 3D endast som en grundläggande del av arbetssättet, medan BIM Alliance (2017) menar att begreppet Building Information Management är missvisande. De anser att det inte tydligt framgår att det är en modell som arbetet utgår ifrån, vilket enligt dem är essentiellt i BIM. Det tredje alternativet är Building Information Model och då har begreppet smalnat av och innefattar enbart den digitala modellen som projektet ska utgå ifrån (BIM Alliance, u.d.).

En BIM-modell är dels en visualisering av objekt i 3D, men modellen är mer avancerad än så eftersom den sammankopplar information om objekten med dess data och egenskaper (Höijer & Skålberg, 2015). Arbetssättet BIM handlar således inte enbart om att skapa och visualisera en 3D-modell av konstruktioner i ett datorprogram. I jämförelse med att arbeta i Computer Aided Design (CAD), som länge varit standard i branschen, har programvaror kopplade till BIM en mer detaljerad beskrivning av de objekt som ingår i modellen (Kumar, 2015). Det finns således en större mängd tillagd information i BIM-modellen än i CAD. En träffande beskrivning är "CAD handlar om data, BIM om information", det vill säga att data har större innebörd och betydelse i BIM-sammanhang (Kumar, 2015). Data kan vara i form av geometri och fysikaliska egenskaper, men det är också möjligt att koppla ekonomisk och tidsorienterad data till projektet, så kallad 4D och 5D (Höijer & Skålberg, 2015).

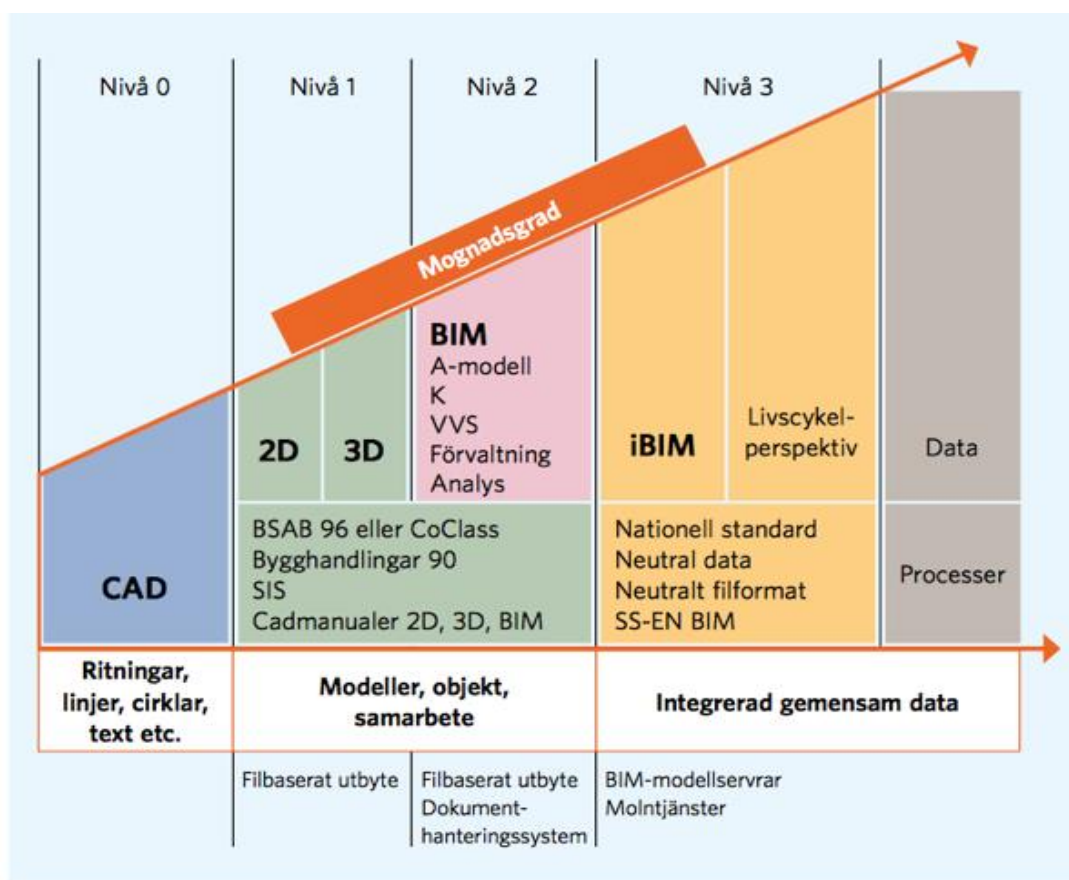
3.1.1 BIM 4D och 5D

BIM kan tillämpas i fler dimensioner utöver den generella 3D-modellen (Eynon, 2016). Med en fjärde dimension, 4D, tas tiden med som aspekt och är ett användbart verktyg för att tydliggöra logistiken i produktionen. Genom färgkodning kan olika sekvenser, för till exempel ordningsföljden vid utplacering av pelare, illustreras som ett tidsschema och arbetsuppgifter inom produktionen kan lättare planeras så att de sker i rätt ordning (van Berlo, 2015). Med hjälp av 4D kan även det utförda arbetet inom projektet uppdateras till modellen för att följa arbetet kontinuerligt (Eynon, 2016). Ekonomi kan även tas in som en femte dimension, 5D, där elementens kvantiteter hämtas från modellen och används till kostnadskalkyler. Komponenter i BIM-modellen kan antingen kopplas till enhetskostnader eller till recept för att producera byggnadselement (Hardin & McCool, 2015). Dessa recept är unika och innehåller information om bland annat kostnader för material, storlek på bemanning och kostnad för arbetad timme.

Tidsscheman och kostnader i modellen medför att projekt lättare kan planeras och största delen av planeringen kan därför ske i projekteringsskedet (Jrade & Lessard, 2015). Det hör till vanligheten att både tidsschema och budget överskrids i projekt inom byggbranschen och det är därmed viktigt att kunna kontrollera dessa parametrar under projektets gång. Med hjälp av de två ytterligare dimensionerna, i kombination med 3D-modellen, kan projektets status identifieras och kontroll av kostnader kan ske smidigare.

3.1.2 BIM-trappan

Hur väl BIM har implementerats inom ett projekt eller organisation kan beskrivas med hjälp av den så kallade BIM-trappan (Sveriges kommuner och Landsting, 2017). Den utgörs av fyra steg, nivå 0-3, där BIM-implementeringens mognadsgrad ökar med varje steg, se figur 1. Nivå 0 innebär att enkla ritningar i 2D, skapade med hjälp av CAD, används i projektet. Nästa nivå i BIM-trappan handlar om gränslandet mellan 2D-ritningar och 3D-modeller, där objekten i 3D-modellen tilldelas viss data. Informationshanteringen är inte särskilt utvecklad i nivå 1, utan aktuella filer kan till exempel delas via mail till berörda parter för att presentera uppdateringar. Den metoden förändras dock till nivå 2, där mognadsgraden för första gången klassas som BIM. Objekten i modellen är i denna nivå tilldelade mer detaljerad information än tidigare och samordningen mellan olika aktörer blir bättre och gör projektet tydligare. Vid nivå 3 har BIM utvecklats och kallas istället för iBIM. Det steget beskriver informationshantering som är väl integrerad mellan aktörerna och de olika stadierna, det vill säga genom hela byggnadens eller anläggningens livscykel. År 2016 var bedömningen att de mest BIM-drivna svenska företagen och organisationerna inom byggbranschen befann sig mellan nivå 2 och 3 (BIM Alliance, 2016).



Figur 1. BIM-trappan, beskrivning av BIM:s implementeringsgrad i olika nivåer (Sveriges Kommuner och Landsting, 2017).

Den största byggherren inom infrastruktur i Sverige är Trafikverket (Trafikverket, 2017). Sedan 2015 har de börjat ställa krav på upphandlingar utifrån ett BIM-perspektiv i projekt där de är inblandade. Med BIM syftas i det fallet på BIM-trappans nivå 2 (Trafikverket, 2015). Detta har sedan utökats och den långsiktiga målsättningen är att projekten ska vara BIM-baserade i alla skeden (Trafikverket, 2017). Bakgrunden till detta initiativ är att Trafikverket ser BIM som det framtida arbetssättet och vill driva branschen i den riktningen, på så sätt hoppas de göra stora besparingar.

Internationellt har arbetet med BIM tagit fart från centralt håll och i exempelvis Storbritannien är regeringens direktiv att alla byggprojekt som omfattar den offentliga sektorn från och med år 2016 ska befinna sig på BIM-trappans nivå 2 (Kumar, 2015). I framtiden är målet att nå nivå 3. Huvudanledningen till att Storbritannien rört sig i denna riktning är möjligheten att minska både kostnader och det koldioxidavtryck som den resurskrävande byggbranschen lämnar efter sig.

3.1.3 BIM-manual

Enligt den ideella föreningen BIM Alliance (2014), med inriktning mot utveckling av samhällsbyggnadsteknik, är en BIM-manual specifik för varje projekt och innehåller dokument där riktlinjer samt eventuella krav för hur BIM ska tillämpas framkommer. Föreningen har tillsammans med bland annat Sveriges riksdag gett ut en rapport med rekommendationer för informationen som en BIM-manual kan innehålla. Dessa är exempelvis:

- Ansvarsfördelning
- Beskrivning av projektet
- Beskrivning av projektets BIM-strategi
- Beskrivning av vad modellen ska användas till
- Beskrivning av vilken målgrupp BIM-modellen riktas till
- Granskningsprocesser
- Hur och på vilket sätt objekt i BIM-modellen ska definieras
- Objektens detaljeringsnivå
- Vilka egenskaper objekten i BIM-modellen ska ha

3.1.4 BIM-objekt

BIM-objekt ett centralt begrepp inom arbetssättet BIM. Ett BIM-objekt kan till exempel vara en innervägg där attribut som geometri och fysikaliska egenskaper framgår, samt hur objektet relateras till andra objekt i modellen (AL-Hindi & Yousef, 2017). Objektet kopplas till olika klasser. Om egenskaperna i en objektklass förändras, kommer samma förändring ske i alla tillhörande objekt (Magnusson, 2017). Objektets status avseende montering och granskning kan också framgå som exempel (AL-Hindi & Yousef, 2017).

3.1.5 LOD

LOD kan enligt BIMForum (2017) definieras på två olika sätt, Level of Detail eller Level of Development. Skillnaden är att Level of Detail beskriver objektets detaljeringsgrad och Level of Development syftar till objektets tydlighet i geometrin och objektinformationens tillförlitlighet (Hooper, 2015). Båda benämningarna av LOD syftar till att förbättra kvalitén på kommunikationen bland BIM-användare. Med definitionen Level of Detail kan 3D-geometrin i modellen uppnå olika grad av förfining genom olika nivåer namngivna från LOD 100 till LOD 500 där precisionen ökar för varje nivå (BIMForum, 2017). Innehållet i respektive nivå beskrivs som följande:

- LOD 100, modellen i denna detaljeringsnivå är konceptuell och ger endast en grafisk representation av elementen
- LOD 200, elementen är representerade geometriskt och ger en approximation av kvantiteter som storlek, form, lokalisering och orientering
- LOD 300, exakta kvantiteter kan erhållas direkt från modellen
- LOD 350, nödvändiga delar för koordinering mellan elementen är representerade
- LOD 400, elementen är modellerade med tillräcklig detaljnivå och noggrannhet för tillverkning
- LOD 500, modellen ger fältverifierad representation och förutom olika kvantiteter presenteras även icke-geometrisk information kopplad till elementen

3.2 VDC

Virtual Design and Construction (VDC) är ett arbetssätt som kan användas inom hela byggprocessen för ökad effektivitet (Tjärnberg, 2012). Arbetssättet innebär en modellbaserad integrering av flera discipliner, vilket kan jämföras med BIM som ofta är en viktig del inom VDC, men som inte nödvändigtvis måste vara det (Constructible, 2017). BIM är ett mer specifikt arbetssätt, medan VDC snarare handlar om att ta fram strategier för projektet där samarbete och integrering är två viktiga faktorer. VDC innefattar dels implementering av ny teknik, men för ett framgångsrikt arbetssätt krävs även integrering av kunskaper och färdigheter mellan inblandade i projektet (Andersson, Cranbourne, Farrell, och Moshkovicho, 2016).

VDC:s mognadsgrad kan delas in i tre nivåer (Fischer & Kunz, 2012). Den första nivån innefattar visualisering och mätvärden där 3D-modeller över konstruktion, organisation och processer skapas. För att det ska fungera krävs en kompetensutveckling för tolkning av modellerna hos berörda aktörer samt att kontrakten innefattar hur delning av data ska ske. Den andra nivån berör databaserad integration mellan olika verktyg för modellering och analys, vilket möjliggörs genom det neutrala filformatet Industry Foundation Classes (IFC) (Fischer & Kunz, 2012; Kim et al., 2016). Den tredje och sista mognadsnivån handlar om att designa rutinmässigt genom att använda automatiserade metoder, det vill säga att arbetet mer eller mindre sker per automatik (Fischer & Kunz, 2012; Nationalencyklopedin, u.d.). Detta resulterar i en ökad effektivitet samt en minskad produktionstid (Fischer & Kunz, 2012). För att möjliggöra automatiseringen krävs att de två tidigare stegen, visualisering och integration, fungerar på ett bra sätt.

3.3 Organisationsstruktur i ett byggprojekt

Skeden och entreprenadform påverkar organisationsstrukturen i byggprojekt. De skeden som ingår i byggprocessen varierar med entreprenadform och typ av projekt (Akademiska hus, u.d.). En entreprenad innebär ett utlovat arbete som ett företag, entreprenören, utför åt beställaren (Nationalencyklopedin, u.d.).

3.3.1 Byggprocessen

Byggprocessen initieras när ett behov uppstår, vilket resulterar i ett förslag på byggnad eller anläggning (Hansson, Olanders, Landin, Aulin, och Persson, 2015). När bygglov för konstruktionen beviljas och beställaren godkänner kostnadsförslaget, går processen vidare (Henning & Lanevi, 2017).

I projekteringsskedet tas de juridiskt bindande bygghandlingarna fram och det fordras nära samarbete mellan projektörer med olika kompetens (Stintzing, 2005). Dessa har till uppgift att utforma de tekniska systemen och bestämma mer exakta mått på byggnaden eller anläggningen. Det är projektledningen som styr projekteringen och de har ansvar för bland annat koordinering av alla inblandade delar, upprättning av projektplan och samordning av de delaktiga disciplinerna (Henning & Lanevi, 2017).

I produktionen sker förverkligandet av det, i projekteringen framtagna, förslaget (Henning & Lanevi, 2017). Innan produktionen påbörjas ska kontrakt upprättas med, och vara påskrivna av, entreprenörerna. I produktionen styr produktionsledningen som kan bestå av exempelvis produktionsledare, arbetsledare, platschef, projektchef och produktionschef. Dessa har tillsammans, utöver styrning, bland annat ansvar för kontakt med underentreprenörer och leveranser samt ansvar för arbetsmiljön.

När produktionsskedet är över återstår drift och underhåll av byggnaden eller anläggningen för att förebygga och reparera eventuella skador (Henning & Lanevi, 2017). Detta skede är det som kallas förvaltningsskedet och huvudansvar för förvaltningsskedet har byggherren (Barikan & Samir, 2017).

3.3.2 Entreprenadformer

Det finns olika typer av entreprenadformer, vilka delas in under huvudkategorierna utförande- och totalentreprenad (Nordstrand, 2008). En totalentreprenad innebär att en ensam entreprenör ansvarar för både projekteringen och byggnationen, byggherren ställer då krav på exempelvis funktionen. I en rambeskrivning framgår önskemål på egenskaper och utseende för anläggningen eller byggnaden. För att utföra byggnationen kan sedan underentreprenörer för till exempel de installationstekniska delarna anlitas.

En utförandentreprenad innebär att byggherren, tillsammans med konsulter, sköter projekteringen och när bygghandlingarna är färdigställda anlitas en entreprenör som ser till att byggnation sker utefter framtagna handlingar (Nordstrand, 2008). Vidare är delad entreprenad och generalentreprenad två olika former av en utförandentreprenad. En delad entreprenad innebär att flera entreprenörer anlitas av byggherren och de ansvarar sedan för olika delar av produktionen. Flera entreprenörer i ett projekt medför ett behov av samordning och det ansvaret kan i vissa fall överföras från byggherren till någon av entreprenörerna, som därmed blir huvudentreprenör. Vid generalentreprenad ansvarar endast en entreprenör, så kallad generalentreprenör, för utförandet av byggandet. Generalentreprenören anlitar därefter olika underentreprenörer och får även naturligt ansvar för samordningen mellan dessa.

Samverkansentreprenad är en form av samverkan som används i kombination med en entreprenadform (Sundqvist & Johansson, 2005). Med denna form av samverkan ökar möjligheten till lönsamhet hos de olika aktörerna, då deras olika kunskaper kan nyttjas och information kan delas mellan de inblandade. Gemensamma projektmål ska uppnås med samverkan, vilket därmed också ska ge positiv inverkan på att nå uppsatta mål hos de enskilda aktörerna. Samverkansentreprenad ska bidra till att hantera konflikter, som kräver stora resurser, och medföra bättre lösningar rent tekniskt, minskade kostnader samt ett större fokus på beställare.

Integrated Project Delivery (IPD) är ett koncept som innebär att parter i ett projekt integreras inom avtal, ledning, information samt processer (Erlandsson & Ångfors, 2011). I projekt där IPD tillämpas skrivs ett avtal för alla aktörer som dels innefattar villkor gentemot beställaren men även villkor mellan övriga parter. Avtalen innehåller vanligtvis någon form av incitament för att alla parter ska sträva efter gemensamma mål. Exempel på incitament är en delad buffert för att underlätta att oväntade kostnader inte ska drabba någon av parterna. Även delad vinst, delad förlust eller att avtalen innefattar gemensam bonus är vanligt. För att integrera information i projektet krävs gemensamma informationssystem, där BIM-modellen är ett exempel. Integrerade processer innebär ett nära samarbete mellan parterna och kan exempelvis innebära att samtliga projektörer arbetar på samma kontor.

3.4 Tillämpningar av BIM

Byggbranschen är en industri som idag till stor del är projektbaserad, där kortsiktiga samarbeten mellan företag och organisationer byggs upp för att uppnå lyckade resultat (Kumar, 2015). Inte sällan är det först i slutfasen av ett projekt som relationen mellan parterna hittat ett bra läge, men sedan måste de byggas upp igen med andra parter då ett nytt projekt tar vid. Därför är det viktigt att ha välfungerande strategier för hur hantering av de stora mängder information som finns i projekten ska ske. I dagsläget finns inte detta i de flesta fall, vilket exempelvis leder till att projekt inte mynnar ut i vad som från början efterfrågades, alternativt resulterar i ökade kostnader och ökad tidsåtgång.

Ett bekymmer inom byggbranschen är de olika parternas bristfälliga förmåga att se projektet som helhet; arkitekterna har sitt synsätt, ingenjörerna ett annat och så vidare (Kumar, 2015). Problem som dyker upp i dessa sammanhang hade kunnat undvikas eller upptäckas tidigare om en högre samarbetsgrad varit applicerad mellan de olika disciplinerna. Det kan handla om små problem som är lätta att lösa inledningsvis, men som blir svårare och dyrare att lösa senare under processen. Endast en liten del av problemen i ett projekt har att göra med tekniska svårigheter, majoriteten av problemen kan istället på ett eller annat sätt kopplas till bristfällig informationshantering och management. BIM kan här vara ett hjälpmedel i effektiviseringen och i frågor rörande informationshantering och informationsutbyte.

Två viktiga parametrar varje byggprojekt tar hänsyn till är tiden och ekonomin, där önskan är att vara så tidseffektiv som möjligt och samtidigt skära ner på kostnaderna. Vid tillämpning av BIM tidigt i byggprocessen följer stora ekonomiska fördelar i senare skeden (Manning & Messner, 2008). Den krävda insatsen omfördelas och reduceras i ett BIM-projekt i jämförelse med ett 2D-baserat projekt (Jongeling, 2008). Ett flertal nyttor i byggprocessen kan identifieras vid ett BIM-baserat arbetssätt och några av tillämpningarna där BIM kan utnyttjas är revidering, mängdavtagning, visualisering, samgranskning och säkerhet (Magnusson, 2017).

3.4.1 Revidering

Vilken information och hur informationen förmedlas är viktigt i ett projekt och i takt med att projektet fortlöper kan ändringar behöva utföras (Magnusson, 2017). Vid 2D-projektering finns informationen utan kopplingar mellan varandra på flera olika underlag, om ett objekt ändras måste samtliga ritningar och mängdlistor där objektet inkluderas uppdateras manuellt och det revideringsarbetet kan vara mycket tidskrävande (Jongeling, 2008; Magnusson, 2017). Revideringsarbete underlättas med BIM eftersom modeller används (Jongeling, 2008). Behöver en förändring ske genomförs ändringen i hela modellen och i allt underlag kopplat till modellen. Processen för revidering blir därmed kortare tidsmässigt samtidigt som kvalitén blir högre.

3.4.2 Mängdavtagning

Med BIM kan mängdavtagning ske direkt i modellen vilket sparar tid och minskar risken för fel, vilket är kostnadseffektivt (Magnusson, 2017). Vid mängdavtagning i projekt med 2D-ritningar utförs istället beräkningar för hand vilket innebär att det är lätt att missa, alternativt räkna dubbelt (Jongeling, 2008). Under projekteringsskedet genomförs olika kalkyler och analyser för att säkerställa att projektet följer budget, tidsplan och att slutprodukten ser ut att uppfylla beställarens krav (Jongeling, 2008). Vid användning av BIM-verktyg genereras mängder från modellen som kan ligga till grund för dessa analyser och kalkyler.

3.4.3 Visualisering

En av BIM-modellens stora fördelar är 3D-visualisering som bidrar till ökad förståelse i projektet hos samtliga inblandade och kan användas som underlag i projektering eller produktion (Magnusson, 2017). Visualisering har visat sig vara mycket fördelaktigt när det avses minskning av konflikter och missuppfattningar då 2D-ritningar kan vara svåra att tolka för den som inte är insatt. 3D-modellen kan till exempel användas vid kundmöten och vid möten med beställaren för att öka förståelsen (Azhar, Hein, och Sketo, u.d.). En möjlighet med BIM i projekteringsskedet är att testa olika scenarier för att uppnå bäst möjliga lösning för byggplaneringen (Azhar, 2011). Exempelvis kan BIM användas för att undvika planeringskollisioner som att yrkesarbetare inom olika teknikområden befinner sig på samma ställe samtidigt och hindrar varandra i arbetet (Magnusson, 2017). BIM-modellen kan också användas vid tillämpning av Virtual Reality (VR) (Bellini, 2017). VR öppnar upp för möjligheten att virtuellt kunna uppleva en BIM-modell vilket kan öka förståelsen för hur en byggnad eller anläggning kan komma att se ut. VR kan också vara till nytta i andra delar av projektet som exempelvis planeringsskedet i projekt hos den offentliga sektorn för att tydliggöra projektets vision och öka förståelsen hos medborgare.

3.4.4 Samgranskning

För att uppnå en god standard på konstruktionen och uppfylla byggnadens eller anläggningens krav krävs att alla tekniska utformningar är kompatibla (Magnusson, 2017). Under projekteringsskedet arbetar arkitekter och teknik konsulter med att ta fram förslagshandlingar och underlag för produktions- och förvaltningsskedet (Jongeling, 2008). Utmaningen består sedan i att sammanföra de olika lösningarna till en integrerad lösning där alla system överensstämmer. Kollisioner mellan olika discipliner måste undvikas och en stor fördel med BIM gentemot 2D-projektering är att de olika instansernas lösningar kan integreras i en enda modell (Magnusson, 2017). Genom att utföra kollisionsskontroller syns eventuella krockar och fortsatt utveckling av de olika tekniska lösningarna kan ske. Denna typ av samgranskning är svår att göra med traditionella 2D-ritningar eftersom varje instans har sin egen ritning, vilket

innebär att information om projektet finns på flera olika typer av underlag. Samgranskningsmodeller kan således spara mycket tid och pengar.

Att projektera med BIM-verktyg innebär inte automatiskt att den totala tiden för projekteringen reduceras, men BIM leder till att tiden som projekteringen kräver kan fördelas annorlunda (Jongeling, 2008). Till exempel upplever teknikonsulter och arkitekter att arbetet de levererar upplevs som mer pålitligt, samt att de istället kan lägga tid på uppgifter som ökar kvalitén ytterligare. Exempel på detta är samgranskning och analys av tekniska lösningar.

3.4.5 Säkerhet

För en god arbetsmiljö i produktionen krävs riskidentifiering (Magnusson, 2017). Genom planering kan farliga moment och miljöer i produktionen analyseras och riskerna kan hanteras redan i projekteringen. En modell kan underlätta identifieringen av risker eftersom en tydligare bild av projektet ges i jämförelse med ritningar i 2D. Det är även lättare att identifiera moment i produktionen som innehåller riskabla ställningsarbeten eller tunga lyft i en 3D-modell. När riskfyllda moment har identifierats kan säkerheten för dessa moment öka genom att exempelvis rita in säkerhetsanordningar i modellen (Häggman & Söder, 2013). Genom att använda 4D kan riskmoment och säkerhetsåtgärder planeras in i tidsplanen och medvetenheten hos arbetsledningen ökar i och med vetskapen om när och var riskerna uppkommer i produktionen (Magnusson, 2017). Utifrån modellerna kan även simuleringar av riskfyllda moment utföras för att testa olika lösningar. Genom att visualisera projektet i en 3D-modell får alla inblandade en större förståelse för projektet, vilket underlättar i kommunikationen kring risker och kan minska antalet missförstånd.

3.5 BIM i produktion

I vilken utsträckning och på vilket sätt BIM-arbetsättet tillämpas i produktionsskedet skiljer sig åt i olika projekt. En undersökning med syftet att identifiera BIM-appliceringen i den kinesiska byggbranschen, där fokus låg på 106 utvalda projekt på det kinesiska fastlandet, kom fram till att BIM-modellen främst användes för att åskådliggöra kollisioner (Cao et al., 2014). I produktionsskedet var tidssimulering och mängdavtagning andra framträdande tillämpningar av BIM.

Röforsbron, en bro över Arbogaån, var ett BIM-baserat pilotprojekt som pågick under cirka ett år och bron stod färdig 2013 (Göteborg & Olsson, 2016). I projektet uppfördes en replika av den ursprungliga bron som var i mycket dåligt skick. Projektet var relativt litet och beställaren såg detta som en chans att tillämpa och utvärdera BIM i ett projekts alla skeden av byggprocessen. Projektet var speciellt i avseendet att den modell som skapades i projekteringen även tillämpades i produktionen och att samtliga handlingar, från förfrågningsunderlag till bygghandling, skapades utifrån modellen (Göteborg & Olsson, 2016). Dessutom hade beställaren ställt krav kopplade till BIM-användningen, där syftet var att driva entreprenörerna i att själva utveckla arbetsättet (Reblin & Sharif, 2013). Dessa punkter var bland annat att samtliga 2D-ritningar skulle ersättas med en modell, att mängdavtagning skulle ske i modellen och att kalkyl över tid och ekonomi skulle utföras i modellen (Göteborg & Olsson, 2016). Den hårdvara som användes för att applicera modellen i produktionen var surfplattor samt datorer och en BIM-samordnare fanns på produktionsplatsen för att stötta yrkesarbetarna i arbetet med modellen (Göteborg & Olsson, 2016).

I projekt Röforsbron användes modellen dels för att underlätta i arbetsberedningen, där analys och visualisering av riskfyllda moment innebar en stor fördel i arbetet med underentreprenörer

(Reblin & Sharif, 2013). Modellen fungerade även som hjälpmedel för armerarna, speciellt de mindre erfarna, då de genom att navigera i modellen lättare förstod hur armeringen skulle placeras (Reblin & Sharif, 2013). En ytterligare fördel var att det planerade och löpande arbetet jämfördes genom färgkodning i modellen, vilket ökade förståelsen för hur projektet låg till gentemot tidsplanen (Göteborg & Olsson, 2016). Yrkesarbetarna upplevde till en början viss osäkerhet i att själva ta ut information från modellen, men det förändrades till det bättre under projektets gång i takt med ökad kunskap och erfarenhet (Göteborg & Olsson, 2016).

Lärdomar från projekt Røförsbron, som enligt platschefen ansågs vara viktiga att utveckla vidare, var bland annat att det krävs bättre samordningsförmåga mellan olika programvaror då mjukvarorna tolkade modellen på olika sätt (Göteborg & Olsson, 2016). Det ansågs även vara fördelaktigt, ur bland annat den ekonomiska aspekten, om yrkesarbetarna själva kunde ta ut information ur modellen, vilket ställer krav på att informationen i modellen är tydlig och lättillgänglig. Projektets BIM-samordnare ansåg att vid framtida projekt bör enbart en modell levereras, om det finns önskemål gällande 2D-ritningar får den som efterfrågat detta stå för kostnaden (Göteborg & Olsson, 2016). Detta skulle minska det dubbelarbete som projekteringsskedet de kommande åren kan komma att utsättas för, i takt med ökad implementering av BIM.

Projekten The Saint Bartholomew och The Royal London Hospital, belägna i Storbritannien och pågick under perioden 2006-2016, innefattade en renovering samt nybyggnation av sjukhusen (Harty, Throssell, Jeffrey, och Stagg, 2010; The Construction Index, 2015). Sjukhusprojektens storlek och komplexitet var en utmaning vilket resulterade i tillämpning av arbetssättet BIM (Harty, Throssell, Jeffrey, och Stagg, 2010). Även den geografiska platsen för byggnationen var en utmaning att ta hänsyn till vid hantering av leveranser och för att undvika störning i omgivningen. Projekt med denna grad av komplexitet hade inneburit många pappersritningar och endast att administrera dessa hade varit en krävande process. Om ändringar hade behövt utföras i konstruktionen skulle pappersritningarna behövt skrivas ut på nytt, vilket dels hade krävt stora resurser, men även fler papper att hålla reda på.

Istället för ritningar nyttjades handburna enheter i sjukhusprojekten (Harty, Throssell, Jeffrey, och Stagg, 2010). Dessa gav tillgång till den information som behövdes direkt i en modell. De handburna enheterna var från början endast ett fåtal, men i takt med att de användes mer frekvent och var till stor nytta, köptes fler enheter in under projektens gång (Davies & Harty, 2012). För att underlätta arbetet med de handburna enheterna fick yrkesarbetarna även tillgång till pekpenor anpassade för skärmarna. Ett antal personer anställdes vars arbetstid i princip uteslutande gick åt till att arbeta med BIM-relaterade frågor kopplade till projekten. En specifik arbetsgrupp växte fram där jobbtitlarna exempelvis var "BIM Coordinator" och "BIM and 3D CAD manager".

Ytterligare exempel på tillämpning av BIM i sjukhusprojekten var visualisering av arbetet (Harty, Throssell, Jeffrey, och Stagg, 2010). Modellen innehöll planerade sekvenser av bygget och genom visualisering blev det möjligt att illustrera hur arbetet i produktionen skulle genomföras. Under produktionen rapporterades sedan det faktiska arbetet in veckovis i de handburna enheterna och en modell över det genomförda arbetet skapades. Genom att integrera modellerna parallellt blev det enkelt att se framstegen, samt att jämföra det faktiska arbetet med planeringen.

Ett annat exempel på projekt där arbetssättet BIM har implementerats i produktionsskedet är vid byggnationen av Oslos flygterminal 2 i Norge (Mersbrock & Nordahl-Rolfsen, 2016).

Byggnationen innefattade bland annat placering av 10 000 ton armeringsstål och för detta beräknades ursprungligen 50 000 pappersritningar och dokument vara nödvändiga. I och med projektets komplexitet beslöts att tillämpa BIM även i produktionsskedet för att underlätta utförandet av järnarbetet. Inga traditionella pappersritningar producerades, yrkesarbetarna utgick istället helt från BIM-modellen vilket ställde krav på kvalitén och detaljnivån i modellen. Yrkesarbetarna hade tillgång till modellen genom surfplattor och i detta fall upplevde de att modellen var mer komplett i jämförelse med traditionella ritningar, eftersom all data fanns samlad på samma ställe. BIM-modellen upplevdes som särskilt hjälpsam vid komplexa detaljer. Istället för att behöva titta i flera pappersritningar för att uppfatta hur en detalj är uppbyggd, kunde yrkesarbetarna vrida och vända i modellen och se detaljen utifrån olika perspektiv.

I ett annat norskt projekt, som avsåg byggnationen av en universitetsbyggnad i Trondheim i Norge, tillämpades BIM i produktionen genom så kallade BIM-stationer (Murvold, Vestermo, Svaalestuen, Lohne, och Laedre, 2016). I dessa stationer placerades en dator och användes som informationsverktyg. För projektet placerades sex stycken BIM-stationer på varsin våning för att kunna vara lättillgängliga för alla yrkesarbetare. Stationerna försåg arbetarna dels med uppdaterade ritningar och modeller, men även med information om leveranstider och väderförhållanden. BIM-stationernas mest använda funktion var modellen. Arbetarna fann stor nytta i att visualisera olika detaljer och se konstruktionens planerade utseende. BIM-stationerna nyttjades dock inte i den utsträckning som förväntades på grund av yrkesarbetarnas bristande kunskap i hur stationerna skulle användas.

3.6 Utmaningar med BIM

Implementeringen av BIM har ökat i takt med den tekniska utvecklingen (Magnusson, 2017). Det finns dock ett antal hinder som byggbranschen har svårt att övervinna och som hindrar BIM från att vinna större mark och tillämpas i den grad som teoretiskt sett är möjlig i byggbranschen. Att det inte finns någon enskild organisation eller företag, som på egen hand har ekonomisk kraft eller inflytandet för att kunna skapa en standard inom branschen, försvårar även appliceringsmöjligheterna (Kumar, 2015). Inom en del andra industrier finns den möjligheten och då har resten av branschen anpassat sig. I England genomfördes 2012 en studie som fastställde de största hindren för ytterligare implementering av BIM som arbetssätt, dessa var bland annat (Khosrowshahi & Arayici, 2012):

- “Företaget är inte bekant med hur BIM kan användas”
- “Det finns en motvilja i initieringen av nya arbetsflöden eller i utbildning av personal”
- “Brist på kapital till att investera i hård- och mjukvara”
- “BIM är för riskabelt sett ur ett ansvarsperspektiv för att motivera dess användning”

Hos yrkesarbetare finns en kunskapsbrist i BIM som kan uppfattas som ett hinder i implementeringen (Hardin & McCool, 2015). Verktyg för övning är viktigt för yrkesarbetare, men det är samtidigt av lika stor vikt att viljan att lära finns, samt att det finns kunskap i hur programvaror kan användas. Det är även betydelsefullt med förståelse för hur BIM förbättrar samordningen och förmågan att utvärdera tidsåtgången, samt hur BIM påverkar arbetsprocesserna.

Rent ekonomiskt finns, trots erkända fördelar med BIM, tveksamheter hos investerare och intressenter när det rör satsningen på BIM (Manning & Messner, 2008). Anledningen är att det bedöms som svårt att fastställa exakt hur stor ekonomisk nytta BIM kan ha då det saknas tillräckligt med validerad data kring dess fördelar. Det är i främst produktionsskedet som det kan finnas svårigheter att bedöma BIM:s ekonomiska fördelar, eftersom flera moment kan

behöva ske samtidigt. Därför kan arbetsbelastningen vara hög med många inblandade. Möjligen finns stora svårigheter i hur och vilken statistik som måste sammanställas för att få en korrekt bild av de ekonomiska fördelarna under produktionen (Li et al., 2014). Att noggrant spåra kostnader och avfall under produktionsskedet är komplicerat av flera anledningar. Bland annat för att kostnader ofta kan härledas till flertal enheter, avdelningar och processer.

4. Resultat

I detta kapitel redovisas resultatet av den empiriska data som insamlats genom intervjuer. Kort bakgrundsinformation om projekten presenteras också.

4.1 Projekt Rölforsbron

Rölforsbron var ett projekt som innebar en renovering för att öka bärkraften hos den 63,5 meter långa betongbron (Nilsson, 2012). En förstärkning av stöden och återställning av räcket skulle uppnås genom renoveringen. Projektet var ett pilotprojekt där BIM för första gången tillämpades genom hela byggprocessen, med syftet att utvärdera hur de olika yrkesrollerna och skedena i processen påverkas av BIM-användning. Målet med tillämpning av BIM i projektet var att dels minska kostnader och dels uppnå ett bättre miljömässigt resultat (WSP, 2012). Visionen var att inga ritningar skulle finnas inom projektet utan arbetet skulle helt utgå från BIM-modellen (Nilsson, 2012). Den entreprenadform som användes var utförandeentreprenad (Nilsson, 2012).

4.1.1 Intervjustudie projekt Rölforsbron

Enligt de intervjuade var projektledaren på beställarsidan den drivande faktorn till att BIM tillämpades i projekt Rölforsbron. Projektledaren kom i kontakt med BIM för ett antal år sedan. En disciplin hade 3D-modellerat och projektledaren, som då var yrkesarbetare, blev intresserad av hur projektörerna gått till väga för att fylla modellen med information. Projektledaren var den enda av de intervjuade som hade kommit i kontakt med BIM innan projekt Rölforsbron, då hade de övriga enbart hört talas om begreppet. BIM-ansvarig och BIM-samordnaren hade dock jobbat med 3D-modeller tidigare. De intervjuade lärde sig arbetssättet genom självinläring och att testa sig fram under projektets gång. BIM-ansvarig berättar att det idag, till skillnad från då, finns interna utbildningar i mjukvaror där mer avancerade metoder presenteras.

De tillfrågade benämner alla arbetssättet som BIM, men deras definition av begreppet skiljer sig åt. Projektledaren vill egentligen inte definiera begreppet då personen själv använder uttrycket sparsamt på grund av att uppfattningen av vad begreppet står för varierar stort. Om projektledaren måste ge en förklaring av begreppet så handlar BIM om strukturerad information. BIM-ansvarig uttrycker BIM med "det är ingen teknik utan det är ett samlingsbegrepp på hur information används på ett systematiskt och kvalitetssäkrat sätt" och projektchefens definition lyder "all information samlat på samma ställe". Ingen av de intervjuade har i sitt arbete kommit i kontakt med begreppet VDC, men BIM-samordnaren uppfattar VDC som likvärdigt med BIM och att det snarare handlar om vilket begrepp företaget vill benämna arbetssättet som.

När det avser motstånd i branschen ger BIM-ansvarig, projektledaren samt produktionschefen en likvärdig förklaring. De anser att det inte finns något motstånd utan att det snarare handlar om okunskap i arbetssättet samt vilka möjligheter BIM kan medföra. Denna okunskap kan av mer BIM-erfarna uppfattas som ett motstånd och leda till att utvecklingen av arbetssättet sker långsamt. En del yrkesarbetare upplever fortfarande en osäkerhet i hur arbetssättet ska tillämpas på bästa sätt. Projektchefen anser däremot att ett motstånd också finns i förvaltningsskedet och att detta till stor del beror på att många stora kunder inte kan ta emot modeller.

Arbetstitlarna, förutom BIM-tjänsterna, har till stor del varit likvärdiga med hur det hade sett ut i ett projekt med 2D-ritningar. Däremot har deras arbetsuppgifter varit annorlunda. En omfördelning av arbetsroller skedde också, förklarar produktionschefen, där de yngre

medarbetarna fick möjlighet att ta ett större ansvar att lära och vägleda den äldre generationen vad gäller hantering av tekniska frågor. Projektchefen och projektledaren förklarar att det krävs någon typ av huvudansvarig eller expert inom arbetssättet för att reda ut frågetecken kring BIM. I projektet löstes detta med en så kallad BIM-samordnare. När BIM är fullt implementerat ser personerna att dessa tjänster möjligtvis inte kommer att behövas.

BIM-ansvarig berättar att programvarorna inte uppdaterades under projektets gång. Inom projektet sågs detta som en säkerhetsåtgärd för att problem inte skulle uppstå med att information försvann från modellen. Vidare nämner alla respondenter att utbildningsdagar hölls på arbetsplatsen för samtliga involverade och att informationsfilmer samt förklarande dokument fanns tillgängligt för mjukvaran. Den BIM-ansvariges uppfattning är att tillräcklig kunskap för arbetssättet inte fanns i projektets inledning, utbildningsdagarna var därmed viktiga och bidrog till att arbetssättet fungerade.

De intervjuade ger en samlad bild kring hur modellen applicerades i produktionen. Kravet att inte ha några ritningar uppnåddes i projektet och 3D-modellen stod hela tiden i fokus. De intervjuade har också en likvärdig uppfattning kring fördelarna med ett BIM-orienterat arbetssätt. Modellen är lättare att förstå i jämförelse med ritningar, vilket till stor del beror på att individen inte själv behöver skapa sig en 3D-uppfattning utan alla i projektet får samma bild av konstruktionen. BIM-ansvarig berättar att det var tydligt att alla inblandade i projektet Röforsbron hade en gemensam uppfattning av vad som skulle utföras, personen tror att BIM är anledningen till detta. Produktionschefen är inne på samma spår och berättar att det till en början fanns svårigheter i att förstå modellen men när allt väl föll på plats var alla överens om att BIM var ett bra arbetssätt och gjorde att alla fick samma synsätt på projektet. Produktionschefen nämner även att det i produktionen fanns möjlighet att tidigarelägga planering av arbetet. Projektchefen håller med och såg det som positivt att informationen fanns på samma ställe och fler individer kunde ta del av modellens information. Projektchefens uppfattning är även att arbetssättet ökar planeringsmöjligheterna och på så sätt minskar produktionsfelen, detta är två stora faktorer i ett kostnadssäkert arbetssätt. Projektledaren påpekar också att arbetssättet är lättförståeligt och att tanken med BIM är att bidra med en förståelse för helheten och därmed behöver allt inte vara 3D-modellerat. Detta var en av orsakerna till att produktionsanpassade vyer användes för vissa detaljer, då de sågs som ett tydligare och mer lättförståeligt alternativ. De intervjuade beskriver att vyerna liknar ritningar fast att de kan vara så pass enkla som en skärmdump av modellen. Dessa är alltså inte juridiska handlingar.

Uppfattningen kring utmaningar som arbetssättet har medfört skiljer sig bland de intervjuade. BIM-ansvarig förklarar att en stor utmaning, vid utveckling av ett nytt arbetssätt, var att utnyttja den tydliga och relevanta information som ritningar faktiskt bidrog med. I början var det svårt för yrkesarbetarna att ta till sig det nya arbetssättet vilket löstes genom att en BIM-samordnare fanns tillgänglig för att vägleda de inblandade i produktionen. BIM-ansvarig berättar att ledningen hade trott att yrkesarbetarna inte skulle vara anpassningsbara till ett nytt arbetssätt men att det visade sig vara tvärtom. Även produktionschefen nämner att BIM-samordnaren hade en viktig roll för vägledning. En utmaning i projektet var att ett fåtal mindre leverantörer hade svårt att ta emot beställningar eftersom dessa skedde via modellen. Problemet löstes genom att BIM-samordnaren hjälpte dem. BIM-samordnaren upplevde även att det var en stor utmaning att få informationen att upplevas som lättillgänglig för alla parter. Utifrån BIM-samordnarens synvinkel löstes den otydligheten med de produktionsanpassade vyer som togs fram. En annan utmaning var att internet från början inte fanns på platsen där Röforsbron skulle byggas. Yrkesarbetarna behövde internet för att kunna använda surfplattorna med tillgänglighet

till modeller och produktionsanpassade vyer, vilket var en anledning till att uppkoppling av nätverk anordnades på platsen.

Vidare var programvarorna en utmaning, berättar projektledaren. Risker med exporter och importer mellan programvaror fanns på grund av att information ibland föll bort. Detta problem är något projektledaren menar fortfarande inte är fullständigt löst. Standardiserade filer som IFC användes i projektet men var, och är än idag, inte tillräckligt säkra för att kunna lita på fullt ut. Projektchefen berättar också att den mängd information det är möjlig att fylla modellen med är näst intill obegränsad. Utmaningen med detta är att fylla modellen med rätt information och inte mer information än nödvändigt. Vidare berättar projektchefen att aktörer i tidigare skeden av projektet tydligare måste specificera vad modellen ska användas till, samt vilka funktioner modellen ska ha, för att BIM ska bli en standard i branschen.

Efter projektet såg projektchefen BIM som en självklarhet att jobba vidare med och nämner att alla projekt som personen idag är involverad i är BIM-orienterade. Oftast ställs inga krav från beställaren på att BIM ska tillämpas, men företaget projektchefen arbetar på har gjort valet att aktivt jobba med BIM oavsett kravställning. Detta på grund av BIM:s höga nivå vad gäller tillgänglighet av information. Projektchefen uttrycker dessutom att det traditionella arbetssättet med 2D-ritningar idag upplevs som svårt och tidskrävande. Både BIM-ansvarig och BIM-samordnare nämner armeringen som exempel på lärdomar som tagits med till efterkommande projekt där BIM valts som arbetssätt. BIM-samordnaren förklarar att armeringsarbetet har blivit lättare, dels att tyda var armeringen ska placeras men även i vilken ordning armeringen ska placeras. BIM-ansvarig håller med och uttrycker även att armeringsritningar är tidskrävande och att den komplexitet i geometrin som armeringen innebär gör att den är enklare att visualisera med en modell.

Alla intervjuade tror att BIM är här för att stanna. BIM-ansvarig förklarar att branschen den närmaste tiden måste arbeta aktivt för att minimera ritningar. Produktionschefen tror att arbetssättet kommer bli standard när förvaltningen kan ta emot modellen som relationshandling. Både produktionschefen samt projektchefen anser att standardiseringar i arbetssättet krävs. Projektchefen ser även integrering av planering, ekonomi och inköpsflöden i modellen som en möjlig utveckling som kan påverka branschen positivt. Slutligen berättar projektchefen att en möjlig lösning i framtiden är att yrkesarbetarna har tillgång till modellen via egna telefoner.

4.2 Projekt Slussen

Projekt Slussen i Stockholm är, vid studiens genomförande, ett av de största samhällsbyggnadsprojekten i Sverige och beräknas kosta kring 12 miljarder kronor (Stockholm Stad, 2017a). I projektet som beräknas pågå till 2025 är modellerna bygghandlingar, något som är nytt i branschen (NyTeknik, 2017). De främsta anledningarna till att Slussen rivs och byggs upp på nytt, istället för att enbart rustas upp, är dels för att kunna möta det nuvarande och kommande behovet hos stadens invånare, samt att Slussens skick är mycket dåligt (Stockholm Stad, 2017b). Nybyggnationen av Slussen ska även minska översvämningsrisken genom att ta hand om den prognoserade ökade vattennivån i Mälaren. Detta kommer också att säkra vattentillgången för den stora mängd människor som har sin dricksvattenförsörjning från sjön.

4.2.1 Intervjustudie projekt Slussen

Arbetssättet i projekt Slussen benämns generellt som Virtual Design and Construction (VDC), men även som BIM eller VDC/BIM vid en del presentationer. VDC-strategen påpekar att just benämning av arbetssättet inte står i fokus och att begreppen dessutom kan vara svåra att skilja

åt, något som också bekräftas av VDC-samordnaren och VDC-ansvarig. Respondenternas egna definition av BIM och VDC skiljer sig. VDC-strategen menar att det dels beror på vilket av de tre begreppen av BIM som syftas på, om BIM definieras som Building Information Management kan begreppen likställas. Om inte, uttrycker VDC-strategen att den allmänna uppfattningen är att BIM ses som en delmängd av VDC. Benämningarna kan även vara företagsrelaterade enligt VDC-strategen. VDC-samordnarens uppfattning är att det egentligen inte finns någon skillnad på de två begreppen och är personligen inte så förtjust i dessa benämningar av den anledning att det ofta skapar mer förvirring än vad det gör nytta. Om VDC-samordnaren måste definiera BIM så handlar BIM i praktiken om att använda ny teknik för att göra arbetet effektivare och om allt från 3D-modellering upp till digitalisering av arbetsprocesser. VDC-ansvarig uttrycker att "det är ingen som kan svara på vad BIM är" och att det inte är mycket som skiljer de två begreppen åt, men vill skilja på BIM och VDC om projekteringsskedet avses. Där benämns arbetssättet, med konsulter från olika teknikområden som projekterar tillsammans, som VDC och BIM innefattar enbart modellen.

Det fanns flera anledningar till att projekt Slussen ansågs lämpligt att frångå 2D-ritningar. Dels ville beställaren ligga i framkant gällande BIM-frågan och dessutom är Slussen ett stort och komplext projekt där många discipliner arbetar samtidigt på en liten yta, vilket ställer stora krav på samordningen. Dessutom fanns, enligt VDC-strategen, tid till att fokusera på BIM under det år som projektet tvingades till uppehåll. BIM ansågs också som lämpligt utifrån vald entreprenadform med huvudentreprenören. Arbetssättet gav på så sätt entreprenör och beställare möjlighet att tillsammans ta fram bästa möjliga lösningar. Entreprenadformen är utförandeentreprenad med löpande räkning, där entreprenören får betalt för utfört arbete men en bonus om slutkostnaden hamnar under en viss summa. Om slutpriset kommer över den fastställda summan får entreprenörerna visserligen betalt men ett mindre påslag. VDC-strategen anser att det var en smart upphandlingsstrategi då det förhoppningsvis ska leda till att entreprenörerna strävar efter det uppsatta kostnads målet.

En strategi i projekt Slussen var, enligt VDC-strategen, att undvika att skapa en detaljerad kravspecifikation från beställarens sida. Detta med tanke på projektets komplexitet och att många teknikområden var inblandade. Tidigt i projektet togs en strategiplan fram, där fokusområden och mål avseende exempelvis kalkyl, tidsplan, granskning och samordning framgick. Kravställningen växte sedan fram i samråd med projektörer och entreprenörer. VDC-strategen uppger att detta var mycket uppskattat av projektörerna som fick en uppfattning i vad beställaren ansåg var viktigt. De fick även större frihet i framställning av lösningar.

Modellen har hittills i projektet applicerats i produktionen genom att informationen levererats, från projektörer till produktionen, som en kombination av filer. Hårdvaran i produktionen är surfplattor och stationära datorer i containrar. Informationen skrivs antingen ut eller visas digitalt i surfplattor eller datorer. VDC-ansvarig nämner att det finns mycket mer information i modellerna i jämförelse med tidigare projekt, vilket är positivt, men uppfattningen i produktionen är att det finns för mycket information. För att förenkla för yrkesarbetarna kan projektörerna lägga önskad information på ett specifikt ställe i modellen. Den information som granskare och beställare i projektet behöver måste dock också finnas på samma ställe, vilket leder till att mängden information i slutändan likväl blir för stor.

Modellerna i projekt Slussen är bygghandlingar vilket är nytt i byggbranschen. Dock har det än så länge inte medfört några större problem i jämförelse med om traditionella ritningar hade varit bygghandlingar. När det rör detaljeringsgraden i modellerna har, enligt VDC-strategen, dialog förts med projektörer utifrån vad de anser är rimligt att utföra samt med entreprenörerna utifrån

deras önskemål. VDC-ansvarig som arbetar i produktionen upplever att detaljnivån i projektet är fullt tillräcklig. Skillnaden i arbetsprocessen för att ta fram material till ett modellbaserat projekt jämfört med ett traditionellt projekt är, enligt VDC-ansvarig, att all information måste vara känd innan modellen skapas för att den ska bli rätt.

De fördelar som respondenterna ser med att arbeta i en 3D-modell istället för traditionella 2D-ritningar är många. Till en början nämns modellens visualiseringsmöjligheter vid komplexa installationer, att modellerna ger en ökad förståelse hos inblandade och att den informationsmängd som en modell kan innehålla i princip är obegränsad. Det nämns även att allt hänger ihop på ett helt annat sätt i en 3D-modell, att mängden handlingar i projektet minskar och att det är enkelt att upptäcka kollisioner. Med det tidigare arbetssättet fanns också stor risk för misstag och VDC-strategen påpekar att det kan vara svårt att tolka en ritning eftersom betraktaren själv ska översätta 2D till 3D. Detta ger utrymme för feltolkning men med modeller får alla i projektet samma helhetsbild. Ytterligare en stor fördel med BIM är tidsbesparing och VDC-strategen är övertygad om att utan BIM skulle det aldrig vara möjligt att genomföra projektet på utsatt tid. VDC-strategen uttrycker även att en stor skillnad i projekt Slussen, i jämförelse med tidigare icke BIM-baserade projekt, är innehållet på möten. Exempelvis är det som tidigare var diskussioner om lager och tjocklek på linjer utbytt mot diskussioner om egenskaper och attribut på BIM-objekten, samt objektens nytta. På det sättet anser VDC-strategen att branschen har lyft sig när det avser värdeskapande på möten.

De tre respondenterna nämner alla modellvyer som är enklare former av snitt från modellerna. Syftet med dessa är att komplettera modellen i situationer där det upplevs som svårt att presentera önskad information genom enbart en modell. Dessa modellvyer är i 2D men benämns inte som ritningar vilket innebär att alla krav som finns på ritningar, vilka dessutom är tidskrävande, inte finns. Situationer som en modellvy kan underlätta är exempelvis när vissa mått tydligt behöver åskådliggöras.

När det kommer till tillgänglighet av information i modellbaserade projekt i jämförelse med 2D-ritningsbaserade projekt tror VDC-samordnaren att problemet är kopplat till kunskapsbrist. För personer med mindre erfarenhet av BIM upplevs inte informationen som lika tillgänglig i jämförelse med 2D-ritningar. De flesta projektörer är idag vana vid det nya arbetssättet och tycker att det är enklare att hitta information i en modell, något som strategen tror beror på att BIM har varit implementerat i projekteringsskedet längre än i produktionsskedet. Därför tror strategen också att en förändring i uppfattningen kan ske med tiden.

När det avser motstånd i branschen till att satsa på BIM är VDC-samordnarens och VDC-ansvariges uppfattning att det kan finnas motstånd på individnivå, men i stort är byggbranschen överens om att BIM är framtiden. Det motstånd som finns upplevs främst finnas hos individer som arbetat länge, den yngre generationen har en helt annan datavana och tar lättare till sig de nya arbetssätten. De är även generellt mer positiva till den digitala förändringen. VDC-strategen uttrycker att branschen utåt sett försöker framställa sig som positiv till BIM, men att det i verkligheten kan finnas ett motstånd och att inställningen till BIM varierar med disciplinerna. VDC-strategen önskar att byggbranschen ska fokusera på fördelarna, och inte riskerna, med BIM. Hos många finns oron att göra fel, men den risken finns även vid det traditionella arbetssättet och är, enligt VDC-strategen, större. Som exempel nämns risken att göra fel vid mängdavgivning.

Respondenternas uppfattning kring vilket skede som BIM kan ha störst positiv effekt i varierar. VDC-ansvarig anser främst projekteringsskedet i komplexa projekt men säger även att BIM

kan vara till nytta vid planering i produktionsskedet. VDC-strategen anser att förvaltningen är det skede som kan ha störst nytta med BIM med tanke på hur stor del av livscykelkostnaden förvaltningsskedet utgör. VDC-strategen tillägger dock att alla skeden kan dra nytta av BIM. VDC-samordnaren anser att BIM kan ge störst positiv effekt inom samordningen i hela projektet då BIM bidrar till ökad förståelse oavsett yrkesroll.

När det rör skillnaden mellan BIM i små och stora projekt anser VDC-samordnaren att lönsamheten idag är större i stora och komplexa projekt, men då BIM är i ett utvecklingsstadium kommer arbetssättet på längre sikt även vara en självklarhet i mindre projekt. VDC-samordnaren tillägger att även om lönsamheten inte skulle visa sig vara lika stor i mindre projekt, kommer BIM inte heller leda till någon förlust. VDC-strategen anser att skillnaden i BIM:s lönsamhet mellan små och stora projekt ligger i att det i stora projekt finns större resurser att lägga på utveckling av mallar, granskningsrutiner, arbetssätt och så vidare. Det är de stora projekten som driver utvecklingen och att resultatet sedan anammas i de mindre. VDC-strategen upplever att det är mer vanligt att inte veta hur BIM ska tillämpas i mindre projekt och utan den vetskapen tjänar inte heller projektet på att tillämpa BIM. VDC-ansvarig uttrycker att det tar längre tid att projektera i BIM vilket gör att det inte är säkert att BIM leder till vinst i tid och ekonomi vid mindre och enklare projekt.

Utmaningar med BIM är att det ställer större krav på de inblandade. VDC-strategen ger exemplet att projektörer förr kunde undvika att färdigställa mer komplicerade detaljer men att det inte längre är möjligt. Utmaningen med att modellen blivit en allt mer central del i arbetet är att det dyker upp nya problem med tiden som måste lösas. VDC-samordnaren påpekar dock att en positiv bieffekt av detta är att inblandade i projektet börjar kommunicera i större grad och får en ökad förståelse för de andras arbete. VDC-ansvarig berättar att vid val av arbetsmetod för armering har inspiration hämtats från andra projekt där VDC-ansvarig varit delaktig. I den frågan har det även förts en dialog med beställaren. Det har dock funnits svårigheter i att hitta en fungerande redovisningsprincip för armeringen men problemet anses ej ligga i att informationen fattas i modellen, utan snarare att kunskap i hur informationen återfinns samt att enkelhet att nå informationen saknas. Detta resulterar i att det tar längre tid för yrkesarbetarna att utföra sitt arbete.

En utmaning som huvudentreprenören upplevde vid upphandlingen av underentreprenörer var att många företag inte hade den datavana som krävdes i projektet, vilket uteslöt många aktörer. VDC-ansvarig uttrycker att utmaningar finns i steget mellan projektering och produktion. Där är det dels svårt att få ut 3D-modellen i produktionen och därefter svårt för yrkesarbetarna att ta ut den information de behöver från modellen. Produktionen verkar dock positiv till arbetssättet men för att det ska fungera är de i behov av enkla verktyg. Ytterligare en BIM-relaterad utmaning är att projektets relationshandlingar ska lämnas in till beställaren som 2D-ritningar enligt kravställningen, vilket inte finns idag. Att ersätta 2D-ritningar med modeller leder också till frågor kring hur säkerställning av att modellen går att öppna i framtiden ska ske. "Byggbranschen är färdiga för digitalisering men de digitala verktygen är inte riktigt klara ännu" uttrycker VDC-ansvarig och tror att det behövs utveckling av mjukvaror för ytterligare implementering av BIM. En annan mycket stor BIM-relaterad utmaning är, enligt VDC-strategen, kalkylfrågan. Kalkylen baseras på en systemhandling och i teorin skulle bokföringen vara enkel. Det har dock visat sig finnas svårigheter som VDC-strategen aldrig kunnat förutspå.

Just kalkylfrågan är en av lärdomarna som VDC-strategen kommer ta med sig till framtida projekt. Andra lärdomar är vikten av att ha en tydlig målbild, samt att ha struktur på informationen i stora projekt. Att projektet snarare varit målstyrt än detaljstyrt är något VDC-

strategen också kommer att bära med sig då det medfört en mängd fördelar. Lärdomar som VDC-samordnaren tar med sig från projektet är insikten i att en stor del av de ändringar som skett under projektets gång hade kunnat utföras tidigare i projektet och att det underlättar om beställaren tidigt kan specificera vad modellen ska användas till.

Uppfattningen kring huruvida uppdatering av mjukvaror kan ställa till med problem i projektet varierar. VDC-samordnarens och VDC-ansvariges uppfattning är att uppdateringar inte kommer att vara ett problem, VDC-strategen uttrycker däremot att uppdateringar kan bli ett problem eftersom projektet ska pågå under lång tid. I samband med programvaror nämns också att medarbetarna i projektet är låsta till en viss typ av programvara, vilket i produktionen är ett problem då det fått sättas en gräns på maximal filstorlek. VDC-ansvarig uttrycker dock att även om programvaran som används inte visar sig vara det bästa alternativet, finns risken att valet faller på samma programvara även i nästa projekt. Anledningen till detta är att slippa lära sig en ny programvara. En annan utmaning med just programvaror är att det finns många olika att välja bland och att de är lämpade för olika ändamål. Enligt VDC-ansvarig behövs format som gör att alla kan tolka informationen och drar en parallell med traditionella 2D-ritningar, att det finns standarder på hur ritningar produceras och att det behövs vid produktion av modeller också.

Respondenterna upplever att de själva har tillräckligt med kunskap i BIM men att kunskapsnivån varierar hos medarbetarna. För att öka kunskapen i BIM uppges det finnas seminarier och kontinuerlig utbildning för medarbetarna på kontoret. I produktionen är det "learning by doing" som gäller än så länge, enligt VDC-ansvarig. I samarbete med andra företag anses BIM både vara till nytta och besvär. Projekt Slussen kontrolleras nämligen av flertalet instanser som inte är vana att granska på ett modellbaserat sätt, något som lösts med utbildningstillfällen för de berörda.

Varför beställaren inte alltid kräver BIM anses av alla respondenter bero på att beställaren inte har tillräckligt med kunskap om BIM. VDC-strategen och VDC-samordnaren uppfattar det även som att många är oroliga för att utesluta entreprenörer från branschen. Aspekten kring hur projektet ska slutdokumenteras har också en central roll enligt VDC-ansvarig och säger att en stor del av beställarna, främst kommunala och statliga, fortfarande tror att 2D-ritningar kommer vara det som ska gälla även i framtiden och vågar inte beställa en 3D-modell.

Alla respondenter är överens om att BIM leder till nya arbetsroller som exempelvis BIM-samordnare, samt att BIM leder till förändrade arbetsroller och att det är väldigt tydligt hur annan kunskap krävs vid BIM-baserade projekt i jämförelse med traditionella. BIM resulterar också i kunskapsutbyte mellan de som arbetat länge i branschen och de som är nya, då de ofta besitter olika grader av kunskap i digitala verktyg och det praktiska arbetet i produktionen. BIM kan också minska behovet av vissa arbetsroller, där VDC-strategen nämner antalet anställda som krävs för att genomföra beräkningar på avdelningen för inköp.

Angående BIM:s framtida roll i byggbranschen säger en av de intervjuade att "BIM är här för att stanna men vi måste hitta ett bra arbetssätt, framför allt i produktionen" och att det finns mycket att utveckla i produktionsskedet. Det krävs även ett helt annat samarbete mellan projekteringen och produktionen, än det som finns idag. VDC-strategen tror att det kommer bli allt vanligare att göra en digital förhandskopia av byggnaden eller anläggningen och att trenden med företag som tillhandahåller detaljer med egenskaper, exempelvis BIMobject, kommer att öka. VDC-strategen tror även på automatisering i processer, dels i projekteringen för effektivare granskning, men också på maskiner som bygger själva. Det finns också en tro på ytterligare

utveckling av verktyg som Virtual Reality (VR) och Augmented Reality (AR). För att BIM ska bli en standard i branschen anser VDC-samordnaren att större vikt bör läggas på kunskapsöverföring. Erfarenheter i vad som fungerat bra och vad som fungerat mindre bra bör överföras mellan projekt.

Alla tre respondenter, framförallt VDC-strategen, nämner värdet i att reflektera över vad 3D-modellen ska användas till och att det inte alltid är nödvändigt med en 3D-modell. I vissa fall kan det fungera lika bra, eller till och med bättre, med en 2D-ritning eller en 2D-vy. VDC-strategen nämner som exempel att det för kopplingar och scheman inte finns någon vinning i att ha en 3D-modell. I projekt Slussen är inte allt i modellform utan valet av bästa arbetssätt är snarare viktigare än att allt ska vara modellbaserat. Det finns ingen policy på att 2D-ritningar inte får förekomma i projektet men de stora entreprenörerna har överlag inga ritningar. De 2D-ritningar som förekommer är framtagna för några av de mindre entreprenörerna.

4.3 Projekt Gula linjen

Stockholms snabba tillväxt leder bland annat till ökad belastning på stadens infrastruktur (Stockholms läns landsting, 2016). För att bemöta detta på ett hållbart sätt läggs stort fokus på att bygga ut stadens kollektivtrafiknät. Projekt Gula linjen omfattar byggnation av en ny tunnelbanelinje i Stockholm och kommer bidra med nya förbindelser (Stockholms läns landsting, 2016). Gula linjen kommer att byggas mellan Odenplan och Arenastaden och där anslutas till den befintliga tunnelbanan. Turtätheten kommer att variera över dygnet och samordnas med trafikeringen på befintlig tunnelbana för att systemet ska kunna utnyttjas optimalt. Byggstart beräknas till slutet av 2018 och byggtiden kommer löpa under sex år.

4.3.1 Intervjustudie projekt Gula linjen

I projektet benämns arbetssättet som BIM. Den definition som presenteras är att BIM är modeller innehållande information som kan användas i projektets alla skeden, från tidig projektering till förvaltning. Vidare ska informationen kunna hanteras på olika sätt och den ska utnyttjas i de olika skedena.

Varför projektet Gula linjen är lämpligt för att arbeta modellbaserat anser den intervjuade vara en beställarfråga. Dock poängterar personen att även om beställaren inte hade efterfrågat ett BIM-projekt hade de valt att 3D-projektera oavsett. Vidare nämns att vissa teknikområden möjligtvis inte hade valt att arbetat lika mycket med 3D, men för samordningen hade 3D använts oavsett. Projekt Gula linjen kommer att använda en kombination av ritningar och 3D-modeller beroende på teknikområde. Entreprenörerna kommer att använda 3D-modeller för förståelse av anläggningen samt att till viss del bygga utifrån, modellerna kommer sedan att kompletteras med ritningar över exempelvis en del detaljer. Elteknik är ett område där många 2D-ritningar kommer att produceras eftersom den sidan av entreprenörerna idag inte bedöms vara mogen för ett modellbaserat arbetssätt. Dock modelleras elstråkens utrymme för att samordning ska kunna ske modellbaserat med övriga discipliner, men till produktionen kommer ritningar produceras för elteknik. För VA-systemet finns däremot endast en ritning på en tvärsnitt av hela sträckan som illustrerar hur fyllning ska läggas runt ledningen.

Projektet har två olika typer av 3D-modeller, dels en byggmodell för varje teknikområde och dels en samordningsmodell som redovisar hela projektet. Det finns ett juridiskt dokument där det specificeras vilka delar av anläggningen som ska byggas efter ritningar respektive modell. Ritningarna och byggmodellerna har samma status i handlingsförteckningen, medan samordningsmodellerna har en lägre status och endast används som information. En BIM-

manual finns från beställarsidan, men den är relativt enkelt skriven och det blir därmed upp till generalkonsulterna att bidra med förslag.

Fördelar med BIM som tas upp är en lättare hantering och organisering av mängden data, analys av data genom kollisionsskontroller samt att ändringshistoriken blir mer tillförlitlig då brist i kommunikation mellan inblandade inte längre är en osäkerhet. I jämförelse med traditionella 2D-ritningar blir det rent geometriskt lättare att förstå anläggningen. Även för beställaren ökar förståelsen för projektet. Respondenten ser idag stora fördelar med att använda BIM i projekteringen samt för entreprenörerna inom vissa teknikområden. I framtiden är den intervjuade dock helt övertygad om att störst positiv effekt av BIM kommer att finnas i drift och förvaltning, men att branschen i dagsläget inte befinner sig där.

Olika teknikområden använder olika programvaror vilket kan ställa till med problem. Det konstateras att det är krävande med många programvaror samt att det behövs ett gemensamt format som går att lita på. Den intervjuade tror att Industry Foundation Classes (IFC) är lösningen men att det ännu inte är ett stabilt format och exemplifierar med att objekt förloras i programvaran Navisworks, vilket medför att IFC inte går att lita på. Vid exportering eller länkning finns problem i att information försvinner, till exempel långsträckta objekt från programvaran Tekla. En jämförelse med DWG-filer görs, det vill säga en AutoCAD-fil, som är ett stabilt filformat geometriskt sett och läsbart för alla programvaror. Dock innehåller DWG-filerna inte information i samma utsträckning som BIM-modeller gör. Att det kommer nya versioner av programvaror under projektets gång ses som ett problem. Ofta måste en mindre utredning genomföras för att bedöma om en uppdatering ska utföras, hur den nya versionen fungerar ihop med andra programvaror och om uppdateringen kan ställa till med problem gentemot beställaren. Egna funktioner som internt programmerats in fungerar nödvändigtvis inte när programvaran uppdateras.

En utmaning med BIM är att modellerna måste vara mer korrekta i jämförelse med ritningar, där det mer eller mindre går att underlätta sitt egna arbete genom att undvika att rita ut alla detaljer. Det leder exempelvis till att Gula linjen kan komma att kosta mer i projekteringen än om projektering skett i 2D, men den intervjuade tror att det kommer leda till besparingar senare i produktionen. En korrekt jämförelse är dock svår att göra då en exakt likadan tunnelbana inte har projekterats i 2D-CAD.

Den intervjuade anser att en del medarbetare har tillräcklig kunskap medan andra förstår 3D men inte BIM-delen. Vidare ser personen att kunskapsnivån ökat mycket vid samordning av projektet och att samordningsmodellen verkligen nyttjats och efterfrågats av uppdragsledare. För att personalen ska lära sig BIM erhålls kurser i olika programvaror. När nya medarbetare kommer in i projektet kan kortare kurser i aktuella programvaror hållas av BIM- och datasamordnaren själv.

Att beställaren inte alltid kräver BIM tror respondenten är en blandning av kompetens- och osäkerhetsfrågor. Ytterligare en faktor som nämns är att beställarna i delar av ett större projekt kan vilja nå ut till många entreprenörer och därmed inte kan kräva en stor BIM-organisation för utförandet av arbetet.

För att BIM ska bli standard i branschen måste juridiken och hanteringen av olika entreprenadformer falla på plats. I vissa fall ska endast en lösning föreslås för till exempel var en ventilationskanal ska gå, medan i andra entreprenadformer ska exakt dimension och placering anges. Det kan resultera i att projekteringen sker väldigt noggrant och att information

sedan får plockas bort på grund av att entreprenadformen medför det. Generalkonsulterna i projekt Gula linjen vet inte hur entreprenörerna vill ha modellen, vilket medför att ramarna för projektet är oklara. Eftersom riktlinjer gällande detaljnivån på modellen saknas, är det upp till generalkonsulterna att presentera material för beställarna så att de i sin tur kan fråga entreprenörerna om det är möjligt att bygga utifrån. Det här beror mycket på vilka entreprenörer som får jobbet eftersom deras kunskap inom BIM ser olika ut. Den intervjuade tror på samverkan och är övertygad om att projektörer kan underlätta mycket för entreprenörerna, så länge det är tydligt vad de vill ha för material. Den intervjuade tror på BIM-samordning hos entreprenören, antingen genom att konsulter lämnar över eller att konsulterna följer med till produktionsskedet och arbetar tillsammans med entreprenören.

Detaljnivån på objekten i modellen varierar mellan olika teknikområden och mellan olika programvaror, men också på projektörsnivå. Trots att det beslutas om en gemensam detaljnivå blir det ändå en viss skillnad på grund av de många inblandade. Den intervjuade tror inte, i alla fall under den närmsta tiden, att det behöver vara modeller "fullt ut" eftersom det blir för detaljerat och det tar för lång tid att utföra detaljerna. Istället kan en generalisering ske tillsammans med några detaljritningar, antingen i 2D eller 3D, som gäller för flera ställen på anläggningen.

Förvaltningen anses vara nyckeln till att BIM ska bli standard, och om drift och förvaltning kan sätta krav, riktlinjer och tydliga regler har branschen kommit långt. Ett standardformat inom förvaltningen måste även tas fram. Den intervjuade inom projektet anser att den stora nyttan med BIM ligger i förvaltningsskedet och ser där en utmaning för förvaltarna men samtidigt en stor potential. Eftersom det finns flera typer av filformat resulterar det i oklarheter gällande hur förvaltning ska ske på bästa sätt och om förvaltaren ska rikta in sig på till exempel IFC eller originalfiler är en relevant frågeställning.

Den intervjuade upplever att arbetsrollerna påverkas av BIM och exemplifierar med sin egen roll som BIM-samordnare. Personen menar att sin delaktighet i projektet blir större jämfört med om den intervjuade varit en ren datasamordnare och ser sig själv som en del av uppdragsledningen. De enskilda projektörerna får även ett samordningsansvar vilket kräver ett bredare tankesätt och att de inte enbart ser sina egna system. Granskningsrollen är något som påpekas är riskfyllt för tillfället eftersom granskarna inte är vana med 3D. Den intervjuade tror att 3D-granskare kommer att bli en ny roll.

5. Diskussion

I detta avsnitt reflekteras och resoneras kring det innehåll som insamlats genom intervjustudien. En jämförelse och återkoppling sker till teorin.

Byggbranschen ses än idag som ineffektiv och de möjligheter som arbetssättet Building Information Modeling (BIM) öppnar upp för, har ännu inte utnyttjats fullt ut. Digitaliseringen, som tar sig många olika uttryck i det moderna samhället, har dock börjat vinna mark även inom byggindustrin vilket framförallt märks i projekteringen. Även steget över till produktionsskedet är inlett, men är ännu inte optimerat. Det går fortfarande att skönja en oklarhet kring hur den övergången ska utföras i praktiken och inte sällan försöker lösningar hittas genom att försöka tills det fungerar på önskvärt sätt. De intervjustudier som genomförts har utifrån flera aspekter bekräftat teorin, men även en del olikheter har gått att urskilja. Värt att ha i åtanke vid analys av resultatet är att de projekt som intervjustudierna utgått ifrån, har valts av den anledning att de har stort fokus på BIM-frågor. På så sätt är det inte nödvändigtvis en representation av den svenska byggbranschen i stort som ges.

5.1 Implementering av BIM

Något som framgår i såväl teorin som studiens resultat är den diffusa definitionen av begreppet BIM. Att så är fallet skulle kunna vara en av orsakerna till att byggbranschen inte har nått längre i implementeringen av digitala hjälpmedel. För när det argumenteras om vad akronymen står för, är det inte ett särskilt vågat antagande att påstå att det är en bit kvar innan arbetssättet känns helt accepterat. Inte nog med att BIM är svårt att förklara, begreppet Virtual Design and Construction (VDC), se kapitel 3.2, figurerar också och är ett likartat arbetssätt. Att namnen skiljer sig åt kan vara tillräckligt för att skapa en osäkerhet bland branschens aktörer. Frågan är om ett projekts slutresultat då blir vad som från början önskades, i form av exempelvis tids- och ekonomiaspekten som ofta benämns som 4D och 5D. I förlängningen lär denna osäkerhet inte heller skapa en grogrund för att driva byggbranschens digitala utveckling vidare.

Vissa av de intervjuade har uttryckt att de helst inte definierar eller använder sig av uttrycken BIM och VDC, med just motiveringen att akronymerna snarare ställer till med besvär och kan leda till tvekan i vad som egentligen menas. Det är förståelsen för vad arbetsuppgiften går ut på som är det primära. I framtiden är det möjligt att någon specifik benämning på arbetsmetoden inte kommer att behövas, då ett digitaliserat arbetssätt kommer vara naturligt för projekt i byggbranschen.

Att arbetssättet inte varit implementerat lika länge i produktionen, gör att det går att se hur bristande erfarenhet resulterar i svårigheter för yrkesarbetarna att själva bedöma vilken information som är väsentlig, samt hur den informationen ska nås. Det ska dock tilläggas att yrkesarbetarna i projekt Røförsbron och projekt Slussen, oavsett datorvana, generellt uppskattade det digitala arbetssättet när de väl förstått dess fördelar.

Tidsaspekten tas in som en förklaring till varför BIM-arbetssättet fungerar väl i projekteringen, men inte lika smidigt i produktionen. I intervjustudien för projekt Slussen, se kapitel 4.2.1, framgår att det modellbaserade tankesättet under flera år varit applicerat i projekteringen. Som en följd av detta besitter de flesta projektörer idag goda kunskaper i hur en modell på bästa sätt nyttjas vad gäller informationshantering. Att produktionssidan kan få en liknande utvecklingskurva som projekteringssidan bör av den anledningen kunna förutspås och somliga

driver hypotesen att digitaliseringen kommer att fasas in på ett naturligt sätt, om tiden får ha sin gång.

Framtiden får utvisa huruvida det är möjligt att uppnå ett stadie där BIM är ett naturligt arbetssätt även i produktionen genom det ovan nämnda sättet, samt hur lång tid det i sådana fall kräver. Det skulle därför kunna vara önskvärt med ett antal alternativa tillvägagångssätt som har möjlighet att påskynda utvecklingen. Detta görs också, men kanske inte på ett särskilt strukturerat sätt och det verkar inte heller vara något som branschen gör gemensamt. Med tanke på att det är ett arbetssätt som inte existerat tidigare, finns heller ingen mall att följa.

Den offentliga sektorns stora inflytande över samhällsbyggandet, gör att det är av vikt att den engagerar sig i frågan om BIM ska börja gälla som någon form av standard. Trafikverket har rört sig i den riktningen i Sverige och liknande initiativ går även att se i andra länder så som Storbritannien, där regeringen driver på för att få en BIM-baserad bransch. Helt oproblematiskt är det dock inte, då tekniken som är grundläggande för att kunna utnyttja BIM är en kostnadsfråga för företagen. I och med att en sådan stor aktör som Trafikverket har börjat ställa krav på att BIM ska vara en del av projekt som de är inblandade i, är antagandet att BIM kommer få ett större och framförallt bredare genomslag i Sverige de kommande åren. Av intervjuerna har det framgått att framförallt mindre företag kan ha svårare att klara av övergången till BIM-arbetsättet, med just den ekonomiska aspekten som förklaring. Det skulle i sådana fall försvåra deras möjligheter att vara delaktiga i framtidens byggbransch, på grund av att de inte skulle ha förutsättningar för att kunna konkurrera i upphandlingar av BIM-drivna projekt.

För att beskriva den mognadsgrad på BIM som Trafikverket och Storbritanniens regering har eftersträvat, har de båda utgått från den så kallade BIM-trappan, se kapitel 3.1.2. Även om den inte är speciellt detaljerad, är den fortfarande en utgångspunkt och ger en schematisk överblick av övergången från 2D till BIM-tankesättet. Intervjuerna har klargjort att det finns alternativa versioner av BIM-trappan och det är möjligt att dessa kan användas i projekt för att beskriva vad som önskas på ett mer utförligt sätt, då de eventuellt är mer beskrivande.

En mer detaljerad guide till hur BIM ska tillämpas på ett projekt kan också erhållas med hjälp av en så kallad BIM-manual, se kapitel 3.1.3. Ett möjligt scenario är att ett projekts mognadsgrad kan bestämmas utifrån en BIM-trappa, medan exempelvis själva strategierna för hur BIM ska tillämpas och BIM-modellens detaljeringsgrad, det som kallas LOD, kan framgå i BIM-manualen. I den sistnämnda skulle även metoden för hur övergången mellan projektering och produktion ska gå till kunna beskrivas. BIM-manualen bör också bidra till en ökad stabilitet i BIM-frågor för en organisation, där vissa delar av manualen kan tas med till framtida projekt för att på så sätt slippa uppfinna hjulet på nytt för varje projekt. Detta är något som byggbranschen emellanåt anklagas för.

5.2 Arbetssätt

Att det i nuläget inte finns någon gemensam bild av vad som menas med BIM har gjort att branschen på sätt och vis befinner sig i ett mellanläge. Tanken med BIM är att arbetssättet ska spara in tid, men som det ser ut idag går det att argumentera för att det snarare är tvärtom. Förutom att det inte alltid finns en given metod för hur tillämpningen av BIM ska ske, utan att nya lösningar behöver komma på, kan det vara en kombination av 2D-ritningar och modeller som efterfrågas av beställare. Dels leder detta till dubbelarbete i projekteringsskedet, men det skapar även direkt en osäkerhet i hur BIM ska flyttas vidare till produktionsskedet.

En synpunkt som varit återkommande under intervjustudien är om BIM verkligen behöver tillämpas fullt ut i samtliga projekt. Måste en modell vara den enda informationsbäraren som används, eller kan varianter av ritningar ha överhanden vid en del tillfällen? I de tre fall som studerats har åtminstone så varit fallet. Användandet av termen ritning är dock tabu för vissa och det är inte heller alltid ritningar i traditionell bemärkelse som använts. En svårighet har till exempel legat i att ta ut olika mått från en modell, detta har i såväl projekt Røförsbron som projekt Slussen lösts genom att plocka ut vyer från modellen, se kapitel 4.1.1 och 4.2.1. I dessa vyer har det sedan varit lättare att ta ut korrekta mått. Hade den lösningen varit etablerad redan innan projektet och med en tydlighet kring vilka detaljer som behöver den här typen av redovisningssätt, hade ytterligare tid kunnat sparas in. Ju fler projekt som drivs på ett digitaliserat sätt, med BIM:s kärnidéer som grund, desto mer planerade och välgenomtänkta beslut kommer att kunna tas vad gäller tillvägagångssätt. Detta kommer även möjliggöra att projekt redan tidigt i processen kan ta beslut om vilka BIM-relaterade krav som behöver ställas för att maximera vinster i tid och ekonomi över projektiden.

Det finns också en skillnad i att driva ett projekt pappersfritt eller ritningslöst. En problematik som finns med ritningar i pappersformat är att de medför höga krav på logistiken, för att se till att rätt version används och att nödvändig information lätt kan hittas. I projektet Oslo flygterminal 2 i Norge, se kapitel 3.5, var just detta en av anledningarna till att projektet valdes att drivas med BIM. Istället för att framställa 50 000 ritningar och dokument användes en modell som innehöll informationen som behövdes. I intervjustudien har det framgått att det framförallt är den här typen av komplexa projekt som kommer gynnas av BIM, då det är fler detaljer som behöver redovisas än i enklare projekt.

5.3 Tillämpningar

Som nämns i kapitel 3.4 finns det ett antal konkreta sätt som BIM kan tillämpas på, ur många avseenden har dessa kunnat bekräftas i intervjustudien. Vad gäller revidering har digitala lösningar öppnat upp mer tillförlitliga tillvägagångssätt för att utföra ändringar i modellen utan att det uppstår förvirring hos de inblandade. Det är tydligare vilken modell som ska användas, antalet handlingar minskar och även risken att använda en inaktuell version av en ritning minskar. Visualiseringen är kanske den mest uppenbara fördelen, då det blir lättare att se vad som ska byggas och i intervjustudien har det framkommit att de inblandade parterna på så sätt tidigt fått en gemensam helhets- och målbild av projektet. Det är givetvis en fördel som kan minska risken för att onödiga konflikter ska uppstå på grund av oklarheter, det kan i förlängningen spara såväl tid som pengar. Något som har potential att öka förståelsen för projekt ytterligare är om Virtual Reality (VR) börjar tillämpas i större utsträckning. Den tekniska utrustningen för detta finns på plats, men används i dagsläget mycket sparsamt och uppfattas mer vara en idé än något som faktiskt används.

Projekt Røförsbron var ett pilotprojekt i BIM-sammanhang och många av arbetsmetoderna var således nya för de inblandade. De genomförda intervjuerna för projektet har klargjort att arbetssättet till viss del har fortsatt att tillämpas i liknande projekt sedan dess. Exempel på detta är hur armeringen i infrastrukturprojekt som broar ska redovisas. Tekniska lösningar vad gäller möjligheter att dela filer med modellen var inte utvecklade i samband med Røförs-projektet, vilket resulterade i tillfälliga lösningar på problem. I dagsläget har den typen av problematik exempelvis lösts med molnlösningar, men är ännu inte helt utvecklat. Att BIM-kunskaperna ökat med tiden är något som också konstateras i intervjuerna med de inblandade i projekt Slussen. Detta visar på att ju mer arbetssättet används, desto större blir kunskapen och möjligheten att utnyttja BIM:s potential.

Ett konkret exempel där visualiseringen underlättade arbetet i produktionen, som framkom i intervjustudien för projekt Røforsbron, se kapitel 4.1.1, var armeringsarbetet. Med 2D-ritningar kan det vara svårt att förstå hur den processen ska gå till på grund av dess komplexitet, men tack vare modellen var det enkelt att förstå arbetet. Även i projektet kring Oslos flygterminal 2 i Norge, se kapitel 3.5, användes modeller för att öka förståelsen kring just arbetet med armering. Den här typen av lärdomar är viktiga att ta med in i framtida projekt och kan ge goda möjligheter att spara tid och därmed även pengar. Å andra sidan, i projekt Slussen, se kapitel 4.2.1, har inspiration för armeringsarbetet hämtats från andra projekt utan omedelbar framgång. Där ligger problemet i att hitta en redovisningsform som tydligt presenterar rätt information. Detta kan visa på att utvecklingen av armeringsarbetet i BIM inte är fulländat trots allt.

I intervjustudien har det även framgått att kollisionskontroller har utförts i projekten och denna typ av samgranskning har underlättat arbetet. I jämförelse med ritningar hänger allt i en modell ihop och det här är en av de stora fördelarna i att arbeta digitaliserat. På det här sättet kan fysiska krockar undvikas redan i projekteringsstadiet och om det utförs på ett korrekt sätt, ska produktionen inte ens behöva ta hänsyn eller oroa sig för den typen av scenarion. Det här är en lösning som kan förhindra produktionsstopp och dess följd effekter. Det har även framkommit att samordningen har underlättats tack vare det digitaliserade arbetssättet, kommunikationen mellan projektets inblandade parter har förenklats och missförstånden har blivit färre.

Andra tillämpningar av BIM som i intervjustudien har kunnat bekräfta teorin är mängdavgivning och säkerhetsaspekten, båda dessa utnyttjades i projekt Røforsbron. Med tanke på riskerna det innebär att arbeta ute på vatten, användes modellen på ett fördelaktigt sätt och de eventuella riskerna kunde analyseras innan det arbetsmomentet hade påbörjats i praktiken. I och med att arbete på en byggarbetsplats kan medföra risker och att säkerheten bör vara av största vikt, är det här en tillämpning med stor potential och något som säkerligen kommer att kunna användas i framtida projekt. I intervjustudien av Slussen-projektet har det inte framkommit något konkret om hur BIM har underlättat säkerheten, men med tanke på dess omfattning och komplexitet kan den typen av projekt säkerligen gynnas av att utnyttja möjligheterna som BIM medför.

Gällande val av hårdvara i produktionen har det inte varit helt självklart och i dagsläget är det inte optimerat. Något som använts i både projekt Røforsbron och projekt Slussen är surfplattor och bortsett ovanan som en del yrkesarbetare haft, finns det även andra problem med det valet. Dels är de inte helt kompatibla med de olika mjukvarorna och dels är de inte alltid särskilt användarvänliga ute på en byggarbetsplats. Yrkesarbetarna kan behöva ha tjocka handskar för en del uppgifter och då är det svårt att navigera på en pekskärm. Även projekten The Saint Bartholomew och The Royal London Hospital, se kapitel 3.5, använde sig av surfplattor och samma problematik fanns där, men där var en lösning att köpa in pekpenor. Det skulle kunna vara en mer användarvänlig metod som eventuellt skapar bättre förutsättningar. Då det är en kostnadsfråga inledde såväl projekt Slussen som det brittiska sjukhusprojektet satsningen på surfplattor försiktigt. Bara ett fåtal köptes till en början in, men i sjukhusprojektet kom de så småningom fram till att det var en lyckad investering och beslöt sig för att köpa in fler.

Arbete utomhus innebär även att vädret kommer påverka möjligheten att använda surfplattor. Det var en av anledningarna till att både projekt Røforsbron och projekt Slussen använde sig av containrar där surfplattorna kunde kopplas samman med en större skärm, för att kunna utnyttja utrustningen oavsett väder. Det är ett koncept som även använts vid byggandet av en universitetsbyggnad i Norge, se kapitel 3.5. I det projektet var det inte helt fungerande på grund

av yrkesarbetarnas okunskap, men i och med att det fungerade väl i projekt Röforsbron kan det ses som en metod värd att arbeta vidare med och, om möjligt, utveckla vidare.

Trots att både surfplattor och så kallade BIM-stationer på sina håll varit framgångsrika, finns det utvecklingspotential vad gäller val av hårdvara ute i produktionen. I intervjustudien för projekt Röforsbron, se kapitel 4.1.1, spekulerades det kring om yrkesarbetarna i framtiden eventuellt kommer ha modellen i sina mobiltelefoner. Sett ur ett tillgänglighetsperspektiv hade det varit gynnsamt, men med tanke på att surfplattor är större än mobiltelefoner och ändå hade problem med att fungera optimalt med visualiseringen, är det kanske att hoppas på för mycket. Möjligen är det en annan typ av hårdvara som måste användas, en som i dagsläget inte finns och som är helt anpassad för byggbranschen. Då skulle den eventuellt kunna framställas tillsammans med företagen som skapar mjukvarorna för att åstadkomma den prestanda och ha den utformning som behövs. Det är av vikt att denna typ av hårdvara är tålig och användarvänlig för att den ska tillföra något.

5.4 Standardisering av neutrala filsystem

En förutsättning för att ett digitaliserat arbetssätt ska fungera och att missförstånden ska minska är att filer från olika programvaror ska kunna samverka. Den bakomliggande tanken med det neutrala filsystemet Industry Foundation Classes (IFC) är god, men i intervjustudien har det framkommit att den lösningen i dagsläget inte fungerar smärtfritt. Här krävs en utveckling, för det får inte finnas någon risk att objekt försvinner vid export och import mellan programvaror. Det skulle i sådana fall endast leda till nya bekymmer som kan öka missförstånden och innebära att projekt inte alls blir effektivare i jämförelse med ritningsbaserade projekt. IFC behöver nödvändigtvis inte heller vara det rätta filsystemet för att koppla samman olika discipliners modeller. Möjliga utfall är att andra öppna filformat kan komma att lösa problematiken snabbare och även fungera bättre, vilket kan leda till att dessa istället blir standard. Alternativt kommer olika aktörer att använda olika format, vilket skulle kunna påverka BIM som arbetssätt med risk att företagen driver utvecklingen åt olika håll. Detta skulle kunna påverka utvecklingen negativt vad gäller standardisering av arbetssättet inom branschen. Uppfattningen i byggbranschen verkar dock generellt vara att IFC är den lösning som kommer att gälla i framtiden. Det kan konstateras att det krävs en utveckling av neutrala filsystem, sker inte detta kan denna tekniska problematik innebära hinder i en ytterligare implementering av arbetssättet BIM.

5.5 Entreprenadformer

För att projekt i byggbranschen ska kunna drivas på ett digitaliserat sätt krävs fördelaktiga entreprenadformer, se kapitel 3.3.2. Intervjuerna med Gula linjen och Slussen, se kapitel 4.3.1 och 4.2.1, har tydliggjort detta och det har framgått att samarbete och diskussion mellan parterna kan skapa goda möjligheter för ökad implementering av BIM. Det måste finnas en tydlighet i vad de olika parterna behöver för information och material. Utförandeentreprenad med löpande räkning har varit formen för huvudentreprenören i projekt Slussen, där det betalas en bonus om slutkostnaden understiger en viss summa. Detta går att jämföra med Integrated Project Delivery (IPD) som är en samverkansform där de inblandade parterna ingår ett avtal för att exempelvis reglera hur vinster och förluster ska fördelas efter ett genomfört projekt. För att BIM ska kunna implementeras genom hela byggprocessen krävs att de mest gynnsamma lösningarna hittas. Om det finns en ekonomisk vinning i detta, för samtliga inblandade parter, är sannolikheten stor att de skulle göra sitt yttersta för att hitta ett så optimalt tillvägagångssätt som möjligt. Även diskussioner mellan parterna kan öka förståelsen för projektet som helhet och fler synsätt kommer på så sätt fram. Med tanke på det mellanläge som byggbranschen

befinner sig i för tillfället, där det inte finns någon mall att utgå ifrån, kan det vara av extra vikt att den här typen av entreprenadformer skapas i projekt som vill driva det digitaliserade arbetssättet framåt.

5.6 Kunskapsöverföring

Med ett nytt arbetssätt är det ofrånkomligt att kunskaper som tidigare inte funnits i byggbranschen kommer att efterfrågas. Som det är idag sitter den digitala kunskapen ofta hos personer som arbetat i en ledarroll alternativt hos någon som arbetat med programvaror kopplade till BIM, inte sällan en projektör. Det har lett till att nya arbetsroller har utkristalliserat sig och titlar som BIM-samordnare och BIM-strateg har etablerats. I den fas som byggbranschen befinner sig idag, där det digitala arbetssättet ska ta sig in i produktionsskedet, innehar dessa personer nyckelpositioner. Någon måste ha ett övergripande ansvar, veta vad som kan göras och hur det ska genomföras. De ska också ha möjlighet att utbilda övriga medarbetare under projektets gång, det gjordes till exempel i projekt Röforsbron. På så sätt sprids kunskapen och även om det är tidskrävande i nuläget, är det tid som kommer att bli värdefull längre fram.

I nuläget har dessa personer, som tidigare nämnts, en viktig roll men frågan är hur det blir i framtiden. I takt med att digitaliseringen vinner mark och kunskapen sprids, kan dessa roller förändras igen. Det är möjligt att flera av de arbetsuppgifter som ingår i rollen idag, inte längre kommer behöva tillhöra någon specifik, utan det ansvaret kommer vara fördelat på flera personer och vara en naturlig del av ens arbete. Denna förändring kanske framförallt kommer gälla de inblandade i projekteringsskedet, i och med att de har kommit längst i implementeringen av arbetssättet. De har således mer erfarenhet av arbetssättet och kan i sådana fall bidra med kunskapsöverföring till resten av branschen. Ett möjligt framtidsscenario är att kunskapen inom BIM kommer utnyttjas i större grad hos beställarna och i produktion, detta kan ske på konsultbasis från projekteringssidan. På så sätt skulle det digitaliserade arbetssättet kunna få ett större och påskyndat genomslag i den svenska byggbranschen.

6. Slutsats

Detta kapitel sammanfattar teori och empirisk data. Återkoppling sker därefter till rapportens syfte samt besvarar studiens frågeställningar: Hur påverkas byggprocessen när 2D-ritningar ersätts med BIM-modeller? Hur fungerar modellbaserade projekt i praktiken och hur påverkas berörda parter?

Byggbranschen befinner sig i en övergångsperiod från ett traditionellt till ett modellbaserat arbetssätt. I dagsläget skapas ibland både en BIM-modell och 2D-ritning eftersom alla aktörer inte kan hantera en BIM-modell, vilket resulterar i dubbelarbete. Det har dessutom i både teori och intervjustudie konstaterats att definitionen av BIM varierar stort, vilket kan vara en bidragande faktor till varför övergången till ett modellbaserat arbetssätt sker långsamt.

Innehållet i byggprocessens skeden förändras när Building Information Modeling (BIM) implementeras i byggbranschen, detta bekräftas av både teori samt genomförd intervjustudie. I jämförelse med ett traditionellt arbetssätt förenklas mängdavtagning, samgranskning, revidering, säkerhet och visualisering tack vare BIM. Det digitaliserade arbetssättet möjliggör att hänsyn kan tas till produktionen redan under projekteringen. Således kan projekteringsskedet kräva mer resurser i jämförelse med traditionell projektering, men leda till mindre fel och därmed resursbesparing vad gäller både tid och ekonomi i produktion. Samverkan mellan, samt inom, byggprocessens skeden har ökat då BIM fordrar ett bredare tankesätt hos de involverade. Det ger en större förståelse för projektets helhet och ett synsätt som inte enbart innefattar den egna disciplinen. Ytterligare samverkan behövs dock, då det i projekteringen fortfarande upplevs att tydlighet saknas i vad modellen ska användas till och därmed hur, samt vilken, information som ska levereras.

Genom intervjuer med tjänstemän konstateras att BIM medför fördelar, men även utmaningar, i modellbaserade projekt. I produktionsskedet kan BIM-modellen bidra till en ökad förståelse för hur en detalj är uppbyggd eller hur ett arbetsmoment ska utföras. Arbetssättet underlättar även kommunikationen. I intervjustudien konstateras att BIM leder till nya arbetsroller som exempelvis BIM-samordnare och BIM-strateg, men även att traditionella arbetsroller förändras. En utmaning med BIM är att arbetssättet ställer krav på inblandade parter och mjukvaror. Det krävs större kunskap i digitala verktyg samt standardiseringar, dels i vad BIM-manualen ska innehålla, men även hur olika programvaror ska samverka. I de studerade projekten framgår att BIM-modellen är den primära källan för information, men att BIM-modellen inte alltid måste vara den enda informationskällan. Så kallade modellvyer och produktionsanpassade vyer förekommer, med anledning att en del information är lättare att hantera i 2D. Dessa är dock inga 2D-ritningar i traditionell mening utan vyerna är fortfarande hämtade från BIM-modellen. Ett BIM-baserat arbetssätt behöver således inte enbart bestå av modeller, utan det handlar snarare om att välja bäst lämpat underlag för att redovisa information.

6.1 Vidare studier

BIM är implementerat i olika grad i byggprocessens olika skeden och arbetssättet befinner sig fortfarande i en utvecklingsfas, vidare studier inom ämnet är därför av intresse för byggbranschen. Utifrån studiens resultat kan frågan om standardisering vara intressant att undersöka vidare. Hur standarder kring arbetssättet ska upprättas och vilka som ska ansvara för detta kan vara aspekter värda att fördjupa sig i. Det framkommer att BIM kan medföra stora fördelar även i förvaltningsskedet och vad som krävs för ytterligare implementering av BIM i förvaltningen kan därför också vara av intresse för vidare studier.

Källförteckning

- Akademiska Hus. (u.d.). *Hur går byggprocessen till?* Hämtad från:
<https://www.akademiskahus.se/om-oss/vanliga-fragor/hur-gar-byggprocessen-till/>
- AL-Hindi, R. & Yousef, Y. (2017). *BIM Byggnadsinformationsmodellering: Användning hos de olika aktörerna*. (Examensarbete, Örebro Universitet, Naturvetenskap och teknik). Hämtad från: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1144721/FULLTEXT01.pdf>
- Andersson, L., Cranbourne, C., Farrell, K. & Moshkovich, O. (2016). *Implementing Virtual Design and Construction using BIM: Current and future practices*. Taylor and Francis.
- Arayici, Y., Egbu, C. & Coates, P. (2012). *Building information modelling (BIM) implementation and remote construction projects: issues, challenges, and critiques*. Journal of Information Technology in Construction, Volym (17). Hämtad från: http://usir.salford.ac.uk/22736/1/BIM_AND_REMOTE_CONSTRUCTION_PROJEC TS.pdf
- Azhar, S., Hein, M. & Sketo, B. (u.d.). *BIM: benefits, risks and challenges*. Hämtad från: https://pdfs.semanticscholar.org/f06d/49120df6b73e1a43008edd3c89141e91dbe3.pdf?_ga=2.221943387.2113462166.1525864521-1505932414.1525864521
- Azhar, S. (2011). *Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry*. Leadership and Management in Engineering, Volym (11). Hämtad från: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- Barikan, M. & Samir, L. (2017). *Kommunikation och samarbete mellan beställare och entreprenör*. (Examensarbete, Kungliga Tekniska Högskolan, Byggt teknik och Design). Hämtad från: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1089349/FULLTEXT01.pdf>
- Bellini, V. (2017). *Projekteringsteknik: En analys av BIM med avseende på VR inom konstruktion*. (Examensarbete, Högskolan i Borås, Textil, teknik och ekonomi). Hämtad från: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1148698/FULLTEXT01.pdf>
- Bengtsson, A., Frendberg, J., Lennartsson, A., Lundberg, A. & Willemark, B. (2017). *Implementering och användning av BIM inom byggbranschen*. (Kandidatarbete, Chalmers tekniska högskola, Bygg- och miljöteknik). Hämtad från: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/251919/251919.pdf>
- Bengtsson, F. & Dahlström, M. (2017). *Rätt information med 3D-animation: En studie om det obrutna informationsflödet vid 3D-projektering*. (Examensarbete, Lunds tekniska högskola, Bygg- och miljöteknologi). Hämtad från: <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=8917125&fileOId=8917154>

- BIM Alliance. (2017). *BIM Alliance om BIM*. Hämtad från:
<http://www.bimalliance.se/vad-aer-bim/bim-alliance-om-bim/>
- BIM Alliance. (2016). *BIM - påverkan på affär och avtal*. Hämtad från:
http://www.bimalliance.se/library/2886/bim_paverkan_pa_affar_och_avtal_foerstudie_rapport_rev_a_7_april_2016.pdf
- BIM Alliance. (2014). *Riktlinje BIM i projekt*. Hämtad från:
http://www.bimalliance.se/library/2272/riktlinjer_bim_i_projekt.pdf
- BIM Alliance. (u.d.). *Vad är BIM?*. Hämtad från: <http://www.bimalliance.se/vad-aer-bim/>
- BIM Forum. (2017). *LOD*. Hämtad från: http://bimforum.org/wp-content/uploads/2017/11/LOD-Spec-2017-Guide_2017-11-06-1.pdf
- Cao, D., Wang, G., Li, H., Skitmore, M., Huang, T. & Zhang, W. (2014). *Practices and effectiveness of building information modelling in construction projects in China*. Automation in Construction, Volym (49), doi:
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.10.014>
- Constructible. (2017). *What's the Difference Between 3D Cad, BIM and VDC?*
Hämtad från: <https://constructible.trimble.com/construction-industry/whats-the-difference-between-3d-cad-bim-and-vdc>
- Davies, R. & Harty, C. (2012). *Implementing 'Site BIM': A case study of ICT innovation on a large hospital project*. Automation in Construction, Volym (30), doi:
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.11.024>
- Erlandsson, T. & Ängfors, M. (2011). *BIM och samarbete*. (Examensarbete, Lunds Tekniska Högskola, Byggvetenskaper). Hämtad från:
http://www.bekon.lth.se/fileadmin/byggnadsekonomi/TERlandsson_MAEngfors_BIM_och_sBIM_och_samarbete_-_En_studie_oever_anvaendandet_av_BIM_i_mer_integrerat_projekteringsarbete.pdf
- Eynon, J. (2016). *Construction Manager's BIM Handbook*. John Wiley & Sons, Incorporated.
- Fisher, M. & Kunz, J. (2012). *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions* (Stanford University, Stanford, USA). Hämtad från:
https://stacks.stanford.edu/file/druid:gg301vb3551/WP097_0.pdf
- Göteborg, A. & Olsson, P. (2016). *Digitala leveranser - BIM som informationsbärare*. (Examensarbete, Chalmers Tekniska Högskola, Bygg och Miljöteknik). Hämtad från:
<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/242121/242121.pdf>
- Hansson, B., Olanders, S., Landin, A., Aulin, R. & Persson, U. (2015). *Byggledning projektering*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Hardin, B. & McCool, D. (2015). *BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows*. John Wiley & Sons, Incorporated.

- Harty, C., Throssell, D., Jeffery, H. & Stagg, M. (2010). *Implementing building information modelling: A Case Study of the Barts and the London hospitals*. Nottingham University Press. Hämtad från: <http://www.engineering.nottingham.ac.uk/icccbe/proceedings/pdf/pf93.pdf>
- Hedin, A. (1996). *En liten lathund om kvalitativ metod med tonvikt på intervju*. Hämtad från: <https://studentportalen.uu.se/uusp-filearea-tool/download.action?nodeId=459535&toolAttachmentId=108197>
- Henning, A. & Lanevi, A. (2017). *Håller byggprocessen måttet? – En fallstudie i betydelse av erfarenhetsåterföring för ökad kvalitet och hållbarhet*. (Mastersuppsats, Sveriges lantbruksuniversitet, Landskapsarkitektur, planering och förvaltning). Hämtad från: https://stud.epsilon.slu.se/10589/7/henning_a_lanevi_a_170818.pdf
- Hooper, M. (2015). *Automated model progression scheduling using level of development*. Construction Innovation, Volym (15), doi: <https://doi.org/10.1108/CI-09-2014-0048>
- Hägström, M. & Söder, M. (2013). *Systematiskt arbetsmiljöarbete med hjälp av BIM*. (Karlstad Universitet, Hälsa, natur- och teknikvetenskap). Hämtad från: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:630529/FULLTEXT01.pdf>
- Höijer, M. & Skålberg, J. (2015). *Optimering av modelleringsteknik i BIM*. (Examensarbete, Karlstads universitet, Hälsa-, natur- och teknikvetenskap). Hämtad från: <http://kau.diva-portal.org/smash/get/diva2:825260/FULLTEXT01.pdf>
- Jongeling, R. (2008). *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt: En jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar i BIM*. (Forskningsrapport, Luleå Tekniska Universitet, Luleå, Sverige). Hämtad från: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:998274/FULLTEXT01.pdf>
- Jrade, A. & Lessard, J. (2015) *An Integrated BIM System to Track the Time and Cost of Construction Projects: A Case Study*. Journal of Construction Engineering, Volym (2015). Hämtad från: <https://www.hindawi.com/journals/jcen/2015/579486/>
- Khosrowshahi, F. & Arayici, Y. (2012). *Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry*. Engineering, Construction and Architectural Management, Volym (19). Hämtad från: http://usir.salford.ac.uk/27319/2/ROADMAP_FOR_BIM_implementation_in_the_UK.pdf
- Kim, H., Shen, Z., Kim, I., Kim, K., Strumpf, A. & Yu, J. (2016). *BIM IFC information mapping to building energy analysis (BEA) model with manually extended material information*. Automation in Construction, Volym (68). Hämtad från: https://ac.els-cdn.com/S0926580516300656/1-s2.0-S0926580516300656-main.pdf?_tid=2b15b12e-ba6e-40ee-a998-52dabb4cde19&acdnat=1524135378_8fееееb31d7a3e56fe9f5b070061fb47
- Kumar, B. (2015). *Practical Guide to Adopting BIM in Construction Projects*. Hämtad från: https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpPGABIMC3/viewerType:toc/root_slug:practical-guide-adopting

- Lantz, A. (2013). *Intervjumetodik*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Li, J., Hou, L., Wang, X., Wang, J., Guo, J., Zhang, S. & Jiao, Y. (2014). *A Project-based Quantification of BIM Benefits*. International Journal of Advanced Robotic Systems, Volym (11), doi: <https://doi.org/10.5772/58448>
- Magnusson, I. (2017). *BIM i produktion - var står vi idag?* (Examensarbete, Lunds tekniska högskola, Bygg- och miljöteknologi). Hämtad från: <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8907744&fileId=8915885>
- Manning, R. & Messner, J. (2008) *Case studies in BIM implementation for programming of healthcare facilities*. Journal of Information Technology in Construction, Volym (13). Hämtad från: https://www.itcon.org/papers/2008_18.content.05339.pdf
- Merschbrock, C. & Nordahl-Rolfsen, C. (2016). *BIM Technology acceptance among reinforcement workers - The case of Oslo Airport's terminal 2*. Journal of Information Technology in Construction, Volym (21). Hämtad från: https://www.itcon.org/papers/2016_1.content.04721.pdf
- Murvold, V., Vestermo, A., Svalestuen, F., Lohne, J. & Laedre, O. (2016). *Experience from the use of BIM-stations*. Group for Lean Construction. Hämtad från: <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-d557c4c9-7775-4c25-9782-71412c7bdee4.pdf>
- Nilsson, G. (2012). *Trafikverket handlar upp bro på BIM-underlag*. Hämtad från: http://www.bimalliance.se/library/2635/trafikverket_handlar_upp_bro_pa_bim-underlag.pdf
- Patel, R. & Davidsson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder: att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Nationalencyklopedin. (u.d.). *Automatisering*. Hämtad från: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/automatisering>
- Nationalencyklopedin (u.d.). *Entreprenad*. Hämtad från: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/entreprenad>
- Nordstrand, U. (2008). *Byggprocessen*. Stockholm: Liber AB.
- Nyberg, R. (2000). *Skriv vetenskapliga uppsatser och avhandlingar: med stöd av internet*. Lund: Studentlitteratur AB.
- NyTeknik. (2017). *Slussen byggs utan ritningar*. Hämtad från: <https://www.nyteknik.se/bygg/slussen-byggs-utan-ritningar-6840537>
- Reblin, L. & Sharif, S. (2013). *Effektivisering av ritningsredovisning av broar med hjälp av BIM*. (Examensarbete, Kungliga Tekniska Högskolan, Byggt teknik och Design). Hämtad från: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:957861/FULLTEXT01.pdf>

- Skanska. (u.d.). *Building Information Management*. Hämtad från:
<https://www.skanska.se/490f45/siteassets/om-skanska/skanska-i-sverige/bim/bimbroschyr.pdf>
- Stintzing, R. (2005). *Leda Projektering*. Stockholm: Formas.
- Stockholms läns landsting. (2016). *Planbeskrivning; Tunnelbana till Arenastaden*. Hämtad från: http://nyatunnelbanan.sll.se/sites/tunnelbanan/files/Planbeskrivning_4.pdf
- Stockholm stad. (2017a). *Slussen anpassas till dagens behov*. Hämtad från:
<http://vaxer.stockholm.se/projekt/slussen/slussen-klimatanpassas2/>
- Stockholm stad. (2017b). *Översvämningsriskerna i Mälaren*. Hämtad från:
<https://vaxer.stockholm.se/projekt/slussen/slussen-klimatanpassas/>
- Sundqvist Johansson, M. (2005). *Upphandling av samverkansentreprenad*. (Examensarbete, Luleå Tekniska Universitet, Samhällsbyggnad). Hämtad från:
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1030751/FULLTEXT01.pdf>
- Svensk Byggtjänst. (2017). *Byggbranschen och digitalisering*. Hämtad från:
http://info.byggtjanst.se/rs/626-CSV-637/images/d5_digitaliseringsundersokning.pdf
- Sveriges Byggindustrier. (2018). *Bostäder och infrastruktur*. Hämtad från:
<https://www.sverigesbyggindustrier.se/bostaderinfra>
- Sveriges Kommuner och Landsting. (2017). *BIM - digitalisering av byggnadsinformation: I offentliga fastighetsorganisationer*. Hämtad från:
<https://webbutik.skl.se/bilder/artiklar/pdf/7585-513-4.pdf?issuusl=ignore>
- The Construction Index. (2015). *Skanska sells London hospital stakes*. Hämtad från:
<https://www.theconstructionindex.co.uk/news/view/skanska-sells-london-hospital-stakes>
- Tjärnberg, J. (Oktober 2012). *Virtual Design and Construction i verkligheten*. Hämtad från:
<http://kunskapslanken.se/2012/10/26/virtual-design-and-construction-i-verkligheten/>
- Trafikverket. (2015). *BIM trappan*. Hämtad från:
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/ny-teknik-i-transportsystemet/informationsmodellering-bim/bim-trappan/>
- Trafikverket. (2017). *Informationsmodellering BIM*. Hämtad från:
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/ny-teknik-i-transportsystemet/informationsmodellering-bim/>
- van Berlo, L. (2015). *BIM on the construction site: Providing hidden information on task specific drawing*. Journal of Information Technology in Construction, Volym (20). Hämtad från: <https://www.itcon.org/paper/2015/7>

WSP. (2012). *BIM ersätter alla ritningar när 100-årig bro renoveras*. Hämtad från:
www.mynewsdesk.com/se/wsp/pressreleases/bim-ersaetter-alla-ritningar-naer-100-aarig-bro-renoveras-752974

Bilaga 1: Intervjufrågor

1. Är det ok att vi använder svaren från denna intervju anonymt i vår rapport?
2. Är det ok att vi spelar in intervjun med dig?

Profilering

3. Vilken utbildning har du?
4. Vilken yrkesroll har du idag?
5. Hur många år har du i branschen?

Generella frågor

6. Vad är din definition av BIM?
7. Vad är din definition av VDC?
8. Vad har du för tidigare erfarenheter av BIM?
9. Vilka fördelar ser du med att använda en BIM-modell istället för 2D-ritningar?
10. Vilka nackdelar ser du med att använda en BIM-modell istället för 2D-ritningar?
11. Upplever du att det finns motstånd i branschen när det rör satsning på BIM?
12. Vilken roll tror du att BIM kommer att ha i branschen i framtiden?
13. Vilka åtgärder tror du krävs för att BIM ska bli en standard i branschen?
14. Har du fått någon utbildning i BIM-användande?

Projektspecifika frågor

15. Benämns/benämndes ert arbetssätt i projektet som BIM eller VDC?
16. Vad har/hade du för roll i projektet?
17. Hur har/hur applicerades 3D-modellen i produktionen?
18. Arbetar ni/arbetade ni/ska ni arbeta ritningslöst eller papperslöst i projektet?
19. Varför ansågs just detta projekt som lämpligt för att frångå 2D?
20. Vilka motgångar/utmaningar har ni stött på? Hur har dessa hanterats?
21. Upplever du att du disponerar/disponerade din tid annorlunda i detta projekt i jämförelse med tidigare icke BIM-baserade projekt?
22. Hur påverkas/påverkades din arbetsroll i detta projekt i jämfört med tidigare icke BIM-baserade projekt? Har du behövt/behövde du anpassa ditt arbetssätt?
23. Upplever/upplevde du att du och dina medarbetare har/hade tillräckligt med kunskap om BIM i projektet?
24. Anser du att BIM leder/ledde/kommer leda till nya roller på arbetsplatsen?
25. Vilka lärdomar tar du med dig från projektet? Vad skulle kunna göras annorlunda nästa gång?
26. Tycker du att det är/var någon skillnad i tillgängligheten avseende information i detta projekt i jämförelse med tidigare icke BIM-baserade projekt?
27. Hur detaljerat gör/gjorde ni era 3D-modeller? Om ni bara använder modellen, vilka krav ställs på detaljnivån?
28. Vilka typ av programvaror använder/använde ni?
29. Vad använder/använde ni för hårdvara i projektet?
30. I vilken del av projektet anser du användningen av BIM ger störst positiv effekt jämfört med tidigare projekt?

Projekt Slussen

31. Har ni stött på svårigheter i och med att modellerna är juridiskt bindande?

Yrkesspecifika frågor

32. Med tanke på att projekt kan ta många år att genomföra, vilka problem ställer det till med när det kommer till mjukvara, med tanke på att tekniken ständigt uppdateras?
33. Hur ser du på BIM och samarbetet med andra företag?
34. Hur ser du på BIM och samarbetet med andra företag?
35. Hur arbetar ni inom företaget för att personalen ska lära sig BIM?
36. Vad anser du är lönsamheten med att använda BIM i komplexa projekt jämfört med mindre projekt? Är vinsterna i tid och ekonomi fortfarande lika stora när projekten mindre komplexa?
37. Varför tror du att beställaren inte alltid kräver BIM?
38. Hur ser arbetsprocessen ut för att ta fram material till ett modellbaserat projekt gentemot det traditionella sättet med 2D-ritningar?

Bilaga 2: Intervju med BIM-ansvarig/broprojektör i projekt Rölforsbron

Den intervjuade har studerat till högskoleingenjör med inriktning husbyggnad och har arbetat i byggbranschen i 13 år. Personens roll i projekt Rölforsbron var broprojektör och BIM-ansvarig och dessa roller ingår fortfarande i den intervjuades yrkesbeskrivning. Företaget som personen arbetar på för tillfället använder sig av uttrycket BIM och det ses inte av den intervjuade som en teknik utan som ett samlingsbegrepp på hur information används på ett systematiskt och kvalitetssäkrat sätt. Inför projekt Rölforsbron hade den intervjuade arbetat utomlands under en tid och där kom i kontakt med Tekla, vilket sedermera blev mjukvaran som användes i projektet. Någon konkret utbildning i BIM-arbets sättet fick inte medarbetarna i projektet, utan mycket lärde de sig på egen hand och i samarbete med kollegor. I efterhand var upplevelsen att förkunskaperna inte var tillräckliga inom BIM när projektet startade. Flera av de valda tillvägagångssätten handlade om att ta just detta projekt i mål, för att i framtiden använda mer lämpliga och långsiktiga strategier. I dagsläget finns mycket video-instruktioner tillgängliga och företaget som personen arbetar på har tagit fram egna dokument som de anställda kan ta del av när det kommer till Tekla-frågor. Dessutom försöker företaget ha en årlig intern utbildning vad gäller mjukvaran, där mer avancerade tillvägagångssätt presenteras.

Till Rölforsbron-projektet togs inte en enda ritning fram, utan arbetet var både pappers- och ritningslöst. All information fanns i modellen, vilket ledde till att samtliga inom projektet visste vad som skulle utföras och hade en gemensam målbild, oavsett om rollen var administratör, yrkesarbetare eller något annat. Modellen kompletterades inte med några ritningar, dock togs ett antal skärmdumpar fram vid tillfällena då det behövdes. Anledningen till att just detta projekt tog steget till att arbeta utefter en modell var tack vare projektledaren på beställarsidan som ville testa ett BIM-baserat projekt. Det tekniska visualiseringsmedel som användes ute i produktionen var surfplattor. Det fanns även tillgång till en arbetsstation, belägen i verktygsboden i direkt anslutning till bygget, där arbetarna kunde ansluta sin surfplatta för att titta på modellen på en större skärm och ha möjlighet att rotera runt i den med hjälp av en datormus. Denna möjlighet var särskilt bra när det regnade eller om solen låg på. På byggmötena var modellen ständigt framme när något skulle visas. Därmed undgick dem att behöva veckla ut ritningarna på bord och slapp på så vis problematiken med att vissa på mötet får svårt att se detaljerna på ritningarna.

Flera lärdomar från projekt Rölforsbron togs med till efterföljande projekt. En specifik lärdom var att armeringsritningar inte längre behöver framställas, om en komplett modell används där all armering är inlagd. Detta på grund av att denna typ av ritning är väldigt tidskrävande, komplexiteten i geometrierna gör att det blir mer lönsamt och enklare att visualisera armeringen i en modell. Dessutom uppskattades 3D-modellen av yrkesarbetarna, såväl unga som gamla. En annan aspekt rent arbetsmässigt som tillkom i detta BIM-baserade projekt var hur modellen skulle göras tillgänglig för samtliga parter samtidigt. Här fick de inblandade ta del av den skarpa Tekla-modellen genom att den var uppladdad på ett av företagets servrar, men det tillvägagångssättet skulle inte fungera idag. Idag tas större hänsyn till sekretess och istället skulle en e-fil fördelas så att parterna kan se på modellen i en så kallad viewer. I samarbeten med andra företag används även ”model sharing”, vilket gör att samtliga kan arbeta i en och samma modell trots att de sitter utspridda i hela världen.

Rent generellt anser inte den intervjuade att det finns något motstånd i branschen vad gäller BIM. Snarare är det många som vill utnyttja arbetssättet, men att de inte har kunskapen gällande hur de ska komma igång. Samtidigt nämns att modet till att satsa på något nytt inte alltid finns och att det då är tryggare att arbeta på det traditionella sättet. Exempelvis nämns att det

förekommer dubbelarbete i en del projekt där beställaren både efterfrågar en 3D-modell och 2D-ritningar. I den typen av fall finns det en risk att modellen aldrig kommer vidare till produktionsstadiet på grund av att ritningarna istället används. Här föreslår den intervjuade att de själva borde upplysa beställaren om varför BIM är ett bättre arbetssätt, för att på så sätt minska okunskapen hos beställaren.

De som nämndes ha störst vinning av BIM är entreprenörerna. Många av dem har halkat efter i BIM-frågor och har inte insett vilka fördelar det arbetssättet kan ge om tiden och ekonomin slås ut över hela projektiden. Även om det tar längre tid och är dyrare att framställa en modell i jämförelse med ritningar, så kan hinder upptäckas i ett tidigare stadie och därmed förminskas riskerna för produktionsstopp längre fram. Ett sådant stopp kostar mycket pengar och går inte att jämföra med den i sammanhanget lilla, extra kostnaden att beställa en 3D-modell istället för ritningar. Den intervjuade anser att det är i byggskedet och i detaljprojekteringen som BIM kan skapa mest nytta, för då kan exempelvis mängder och hur stålplåtar ska tillverkas tas fram på ett enkelt sätt. En annan roll, förutom entreprenörens, som förenklades tack vare BIM var utsättarens. Här behövde utsättaren inte skapa en egen modell, vilket var smidigt och dessutom säkerställdes att utsättningspunkterna stämde överens med den gemensamma modellen.

En nackdel med BIM är enligt den intervjuade att fokus i en modell kan hamna på fel saker. Modellen behöver inte vara för verklighetstrogen och nivån på detaljerna behöver inte vara så specifika till den grad att det är rätt sorts träd eller asfalt som visualiseras i modellen, såvida syftet med modellen inte är att det ska vara just en snygg VR-modell som ska visas upp i en presentation. Sett ur ett bredare branshperspektiv är ett problem att få alla projektörer att arbeta efter samma eller åtminstone liknande detaljeringsgrad. Vad gäller mjukvaran, vågar de inte riskera att uppdatera den när modellerandet väl är påbörjat, för då vet de inte vilka konsekvenser det kan få. I själva Rölforsbron-projektet var en av utmaningarna hur de skulle ta sig an övergången från ritningar till modell utan att gå miste om den typ av information som en ritning ger på ett tydligt sätt. Inte minst eftersom det var första gången den här metoden användes och det därmed inte fanns någon att rådfråga. Det tog en del tid att komma fram till rätt metod, men väl ute i produktionen fungerade det väl och där var en av nycklarna att en BIM-samordnare var på plats för att guida yrkesarbetarna rätt vid behov. Fördomen om icke-anpassningsbenägna yrkesarbetare hade på förhand varit en del av diskussionen, men i det här fallet lärde de sig snabbt och den intervjuade upplevde det som att yrkesarbetarna nästan var de som var mest positivt inställda till det nya arbetssättet.

BIM är arbetssättet som kommer gälla i framtiden, slår den intervjuade fast. De närmaste åren kommer fokus vara på hur antalet ritningar kan minimeras och hur branschen ska komma fram till det stadie där ritningar endast framställs där de verkligen behövs. För att slippa det tidigare nämnda dubbelarbetet, är den intervjuades vision att konsulterna ska skapa en BIM-modell och att entreprenören sedan ska betala för enstaka ritningar om de anser att det behövs som komplement till modellen. Enligt den intervjuade är det i framförallt stora och komplexa projekt som BIM ses som lönsamt, både ekonomiskt och tidsmässigt. Detta för att fysiska krockar måste kunna visualiseras och att olika teknikområden ska stämma överens. Vid simplare fall, till exempel en rak bro, kan konsulten använda den metod som de känner till bäst.

Bilaga 3: Intervju med produktionschef i projekt Rölforsbron

Den intervjuade har en verkstadsutbildning från gymnasiet och arbetar idag samt i projekt Rölforsbron som produktionschef och har 29 års erfarenhet av byggbranschen. I samband med Rölforsprojektet erhöll personen en utbildning i Tekla och därefter hölls även några dagars utbildning inom BIM under projektets gång.

I Rölforsprojektet benämndes arbetssättet som BIM och den intervjuade påpekade att det var en central del i projektet och att BIM var ett stort samtalsämne under projektets gång. Att just projekt Rölforsbron frångick 2D beror enligt personen på en drivande projektledare på beställarsidan. Den tillfrågade nämner att det inte fanns någon kunskap i BIM när beslutet togs och att det i början var svårt att förstå vad arbetssättet skulle komma att innebära för projektet. Personen hade innan projekt Rölforsbron inga tidigare erfarenheter i BIM, men definierar idag BIM som ett verktyg för att driva produktion och framdrift på ett bra och överskådligt sätt för att alla inblandade ska ha samma synsätt på projektet.

Största fördelen med att använda sig av BIM som arbetssätt är enligt den intervjuade att det är lättförståeligt. Personen menar på att alla kan förstå en modell och vad som ska byggas, medan en del däremot kan ha väldigt svårt för att läsa en ritning i 2D. Modeller resulterar i att alla får samma syn på projektet samt eventuella problem och möjligheter. Ytterligare fördelar som nämns är visualisering och att se mängder. Den intervjuade kan inte peka ut ett specifikt skede i byggprocessen där BIM ger störst effekt utan nämner projektering, planering och produktion. De utmaningar personen upplever är att de olika programvarorna inte alltid kommunicerar med varandra och att det finns förbättringspotential i den aspekten. Angående utmaningar med BIM förklarar även den intervjuade att tanken med arbetssättet är inga ritningar, utan enbart en skärm, ska tas med ut i produktionen men att det ibland kan vara svårt att få det att fungera bra i praktiken. I projekt idag nämner personen att problemet hanteras genom att hämta vyer i modellen som skrivs ut och medtas i produktionen.

Gällande motstånd i branschen påpekar den intervjuade att beställarna inte förstår vilka investeringar de måste göra, trots att viljan till utveckling finns där. Hos yrkesarbetarna finns det enligt personen förvånansvärt få som föredrar pappersritningar, men det finns fortfarande en del som gör det. Anledningen till motståndet beror enligt den intervjuade på att yrkesarbetarna kan uppleva att ta mått ur modellen som svårt vilket leder till en känsla av osäkerhet. Får de däremot hjälp med att ta ut måttkedjor och istället använder modellen för att visualisera bygget blir tryggheten till modellen större. Den intervjuade tror garanterat att BIM kommer att vara det framtida arbetssättet. För att arbetssättet ska bli en standard i branschen anser personen att beställarna måste använda sig av BIM även i förvaltningen. Den förvaltningsdata som idag överlämnas till beställaren ska i regel alltid vara en 2D-ritning, vilket resulterar i dubbelarbete då ritningar ska framställas utöver de modeller som redan finns. I mindre projekt faller därför ibland valet på att skapa 2D-ritningar redan från början, just för att slippa dubbelarbetet. Om modellen istället hade överlämnats som relationshandling anser den intervjuade att det skulle bli lönsamt att använda modeller i alla projekt. Varför beställaren inte alltid kräver BIM tror den intervjuade delvis beror på rädsla samt okunskap kring BIM:s nytta.

Inom Rölforsprojektet skedde applicering av 3D-modellen i produktion genom programvaran BIMsight i robusta läsplattor. Dessa var dock dyra och enligt den intervjuade inte speciellt bra. Resultatet blev att yrkesarbetarna i slutet av projektet använde sig av datorskärmar som var placerade i en container. BIM-samordnaren hade tillgång till Tekla Structures-modellen och den användes även på möten inom projektet. Projektet baserades på modellen och kan anses

vara både pappers- och ritningslöst. Ibland plockades dock enstaka produktionsanpassade vyer ut ur modellen.

Den intervjuade upplevde inte att tillräckligt med kunskap inom BIM fanns bland medarbetarna innan projekt Røforsbron. Någon av de inblandade hade arbetat med modeller tidigare, men inte med BIM som arbetssätt. Dock upplever personen att dennes medarbetare idag har tillräckligt med kunskap inom området. De första veckorna i projektet utbildade BIM-samordnaren medarbetarna i att arbeta med modellen och några återkommande eftermiddagar hölls även under projektets gång som en del av denna utbildning. De lärdomar som den intervjuade tog med från projekt Røforsbron berörde främst visualiseringsmomentet och uppbyggnaden av modellen. I början av projektet upplevdes inte informationen som lättillgänglig, men med tiden blev det lättare att hitta information. Den intervjuade förklarar att modeller idag dels innehåller mer information samt mer relevant information, vilket underlättar tillgängligheten.

I Røforsprojektet modellerades inte bron på rätt geografisk plats i programvaran vilket resulterade i att kushöjden och vattennivåer i modellen inte stämde överens med verkligheten. Problemet gick dock att åtgärda så fort felen var identifierade. Utöver detta upplevde inte den intervjuade några problem i projektet och tycker att arbetet flöt på bra i jämförelse med många andra projekt. Personens uppfattning är att bra handlingar och projektledning från beställarsidan är anledningen till detta.

I jämförelse med tidigare projekt tycker den intervjuade att arbetsrollerna inom projektet förändrades på grund av BIM. Det nämns exempelvis att det i projektet var de yngre yrkesarbetarna med större teknikvana som fick hjälpa de äldre med den typen av frågor. Även den intervjuade påverkades av det nya arbetssättet då personen till att börja med var tvungen att lära sig använda modellen. En positiv påverkan på arbetssättet var att modellen bidrog till att genomgång av arbetet, tillsammans med yrkesarbetarna, blev tydligare. Personen upplevde även att disponering av tid påverkades och att planeringen kunde ske tidigare och på ett bättre sätt. Mer tid lades därmed på planeringen i projekt Røforsbron i jämförelse med, icke BIM-baserade projekt. Beställaren i Røforsprojektet hade ställt vissa kriterier som entreprenören skulle uppnå. Detta var exempelvis att inga pappersritningar skulle användas samt att inköp och arbetsberedning skulle utföras via modellen. Desto fler av dessa kriterier som uppfylldes, desto mer betalt fick entreprenören och därför var önskemålet att även leverantörerna skulle arbeta modellbaserat. BIM-samordnaren fick därför lägga tid på att stötta vissa företag som hade svårigheter med detta. Det var främst de mindre företagen som upplevdes ha denna typ av svårigheter.

Bilaga 4: Intervju med projektchef i projekt Rölforsbron

Den intervjuade har studerat fem år på teknisk högskola. När projektet Rölforsbron var aktivt hade den intervjuade samma roll som idag, projektchef och personen har 17 års erfarenhet i branschen. Inom företaget benämns arbetssättet som BIM och personens definition på vad som anses ligga under arbetssättet BIM är ”all information samlad på samma ställe”.

Innan projektet drog igång hade ingen av de inblandade arbetat med BIM och att hoppa in i ett helt nytt arbetssätt var en utmaning. De fördelar arbetssättet gav projektet var framförallt att all information fanns samlad på ett och samma ställe. Den intervjuade anser att tillämpning av BIM framförallt leder till mindre fel i produktionen. Arbetssättet ökar även planeringsmöjligheterna förklarar personen. De nämnda aspekterna ligger till grund för att arbetssättet är ett kostnadssäkert alternativ anser personen. Positivt är också möjligheten att inom projektet få fler parter inblandade med enkla metoder. Inom branschen finns ett stort motstånd till arbetssättet vilket är en utmaning enligt den intervjuade. Främst tros motståndet finnas i förvaltningsskedet där stora förvaltare inte kan ta emot digitala modeller. Förvaltarna kräver därför att handlingarna ska levereras på det traditionella sättet för att kunna hantera informationen. Ytterligare motstånd återfinns i tidiga skeden av projektet. Den intervjuade förklarar att beställarna måste i större grad precisera vad modellen ska användas till samt vilka funktioner som krävs. Personen upplever däremot inte att det finns något motstånd till BIM i produktionen. I framtiden tror den intervjuade att BIM kommer ha en större roll i branschen, däremot finns det en stor utmaning med att arbetssättet inte är komplett ännu. Personen tror på standardiserade format och att göra modeller hållbara över tid är något som behövs för att BIM ska bli en standard i branschen. Angående utbildning inom BIM är personen självlärd och inom företaget bygger det mycket på att lära sig arbetssättet genom att pröva sig fram. Den tillfrågade förklarar att utbildningsdagar fanns på produktionsplatsen för alla involverade. Utöver detta fanns även en beskrivning av mjukvaran som användes i produktionen.

Varför just detta projekt ansågs som relevant att utföras ritningslöst och BIM-baserat byggde enbart på en driven projektledare på beställarsidan. De största utmaningarna enligt personen var att klara av att bygga utan ritningar och istället med hjälp av en modell. Det handlade dessutom inte enbart om att bygga modellbaserat utan målsättningen var även att utveckla ett nytt arbetssätt, vilket var en utmaning. Personen spinner vidare på frågeställningen och ser en utmaning i framtiden gällande hur planering, ekonomi och inköpsflöden ska integreras i BIM. Den intervjuades uppfattning är att det idag är en hög mängd av dubbelarbete mellan de olika skedena.

Som projektchef fick personen lägga mer tid på planering i jämförelse med tidigare icke BIM-baserade projekt, utöver detta var arbetsuppgifterna likvärdiga. Personen berättar att det inte fanns några ritningar på arbetsplatsen men att det däremot producerades ett tiotal produktionsanpassade vyer för vissa detaljer. Företaget ansåg att surfplattor var bästa alternativet vid applicering av modellen i produktionen och tror att en framtida lösning är att modellen finns i yrkesarbetarnas telefoner och att kompletterande material finns utskrivet.

I projektet fanns några nya arbetsroller, som konsekvens av BIM, dels en BIM-samordnare och dels en BIM-koordinator. Att projektet skulle ha dessa roller var kravställt från beställaren men projektchefen tror att rollerna kommer försvinna i framtiden. Överlag var kompetenskraven i projektet annorlunda jämfört med traditionella projekt. Exempelvis var förståelsen för ritningar lönlös och alla involverade var istället tvungna att kunna hantera och förstå modeller. Hur väl de inblandade hanterade det nya arbetssättet varierade med åldern. De yngre hade många gånger

större förståelse för problemen och kunde ställa sig frågan ”Vad är det jag behöver?” och på så sätt kunna ta fram lämplig information i modellen.

Personen nämner att företaget idag har fortsatt att arbeta på samma sätt i liknande projekt och ser det som en självklarhet att arbeta med BIM även om det inte ställs några krav från beställaren. Anledningen är den enorma skillnaden i tillgänglighet av information, förklarar personen. Den intervjuade beskriver det traditionella arbetssättet som svårt och tidskrävande. Personen uttrycker det som att ”man måste leta hela tiden och det är hänvisningar hit och dit” och menar att ett modellbaserat arbetssätt är enklare att förstå. En utmaning med modellen, enligt personen, är dock måtten. Det är möjligt att ta fram mått i modellen men det blir lätt fel, vilket är en av anledningarna till lösningen med produktionsanpassade vyer.

Den intervjuade berättar att eftersom förkunskapen inte fanns hos medarbetarna fick de själva bidra med idéer och personen kände själv sig som en idékläckare. Vidare förklarar personen att arbetssättet underlättade i kommunikationen med kunder och leverantörer då en lättförståelig visualisering kunde utnyttjas med modellen. Intressant upplevde personen även inköp av armering. Där hade alla elementen namngivits och beställningen utfördes på så sätt via modellen. Viktigt poängterar personen är att tydligt visa vad modellen ska användas till, annars blir modellen oanvändbar. Personen förklarar att arbetssättet beror på projektets komplexitet, vilket innebär att det är möjligt att tjäna mer pengar i större och svårare projekt. Byggprocessens delar är identiska i ett traditionellt och modellbaserat projekt, däremot skiljer sig utförandet inom de olika delarna. Avslutningsvis berättar den tillfrågade att inom företaget finns en BIM-trappa innehållande sju steg och skulle denna sättas i jämförelse med den BIM-trappa som består av fyra steg ligger det företag som personen är anställd hos på steg två i dagsläget. Skulle steg tre uppnås finns stora pengar att tjäna och den intervjuade tror det handlar om en mental barriär då den teknik som behövs redan finns tillgänglig.

Bilaga 5: Intervju med BIM-samordnare i projekt Rölforsbron

Intervjun gjordes med en person som läst en treårig byggnadsingenjörsutbildning. Den intervjuade har arbetat i byggbranschen i tio år, framförallt i rollen som broprojektör, men i jobbet ingår även att arbeta med BIM-frågor. I projekt Rölforsbron hade personen rollen som BIM-samordnare på 100%.

Det begrepp som användes i projektet för att beskriva arbetssättet var BIM och den intervjuades definition av begreppet är att något kläs med information, detta kan göras både i 2D och 3D. Det poängteras att VDC-begreppet används på andra företag och den intervjuades uppfattning är att det är samma sak som BIM. Inför Rölforsbron-projektet fanns ingen tidigare erfarenhet av arbetssättet hos den intervjuade, utan det var bara traditionell 2D-projektering som hade gällt fram till dess. Det var en tillfällighet som gjorde att den intervjuade blev en del av projektet, just då hade personen ingen specifik arbetsuppgift och de behövde någon som kunde ta ut mängder från modellen. Någon konkret utbildning i BIM-användande har personen inte, utan det är egen inläring, seminarier och samarbete med andra på arbetsplatsen som har lett till de kunskaper den intervjuade idag besitter.

Beslutet om att projekt Rölforsbron skulle drivas som ett BIM-orienterat projekt berodde till stor del på projektledaren hos beställaren. Att flera olika delar inkluderades i projektet gjorde det extra intressant, först skulle det göras en replik av en över 100 år gammal bro som var k-märkt och i dåligt skick. Den skulle sedan delvis rivas och därefter byggas upp igen utifrån replikan. Två andra aspekter som talade för ett BIM-projekt var att projektet var litet och att det låg avskilt, det skulle därmed inte finnas några logistikbekymmer och fullt fokus kunde således sättas på BIM-arbetet.

I produktionsstadiet av projekt Rölforsbron hade de veckomöten där BIM-samordnaren och yrkesarbetarna gemensamt gick igenom 3D-modellen för att se vad som var planerat för veckan. De färgkodade objekten i modellen som var i fokus under just den veckan och även delarna av projektet som var försenade. Ute på fältet hade yrkesarbetarna tillgång till modellen via en motion tablet och programvaran Tekla BIMsight, men tidigt insågs att det var svårt att ta ut mått via dem. Därför föll det arbetet på BIM-samordnarens bord som i Bluebeam fick ta ut vyer och skärmdumpar på modellen med mått och information som sedan användes av yrkesarbetarna. Vyerna skrevs aldrig ut, det var ett krav från beställaren, utan de skickades till yrkesarbetarnas digitala mappar som de sedan öppnade i deras motion tablets. För att säkra att de ständigt kollade på den senaste versionen av modellen och vyerna så infördes ett system där de aldrig sparade ner filerna, utan bara öppnade dem i programmet och sedan stängde ner dem när de var färdiga. Om vyerna skrivits ut hade det medfört en risk att en icke-uppdaterad version använts. Ett konkret exempel där denna metod användes var vid armeringsarbetet, då blev det lättare att se vad som gällde och även i vilken ordning som armeringen skulle läggas in. Arbetet med vyer ledde till ökad kvalitetskontroll och upplevdes inte heller som särskilt tidskrävande för BIM-samordnaren. Även andra arbetsroller påverkades av arbetssättet, projektingenjören och mättingenjören fick till exempel arbeta utifrån modellen. Av förklarliga skäl hade de inte gjort det tidigare.

När projekt Rölforsbron summerades fick den intervjuade det bekräftat att tid hade sparats ute på byggarbetsplatsen, eftersom mycket av det som vanligtvis dyker upp i det skedet redan var löst i projekteringsstadiet. Andra exempel där arbetssättet var gynnsamt var när farligt arbete skulle genomföras ute på vatten och när bron skulle rivas. I det förstnämnda tillfället kunde de visa det i 3D-modellen för att öka säkerheten och förståelsen för situationen. Vid rivningen

fick de helt tänka om när de såg modellen, eftersom det på förhand planerade tillvägagångssättet inte skulle fungera på önskat sätt.

Med tanke på att Röforsbron-projektet var ett pilotprojekt fanns det ett antal nya aspekter att ta hänsyn till, inte minst det som var kopplat till IT. Detta på grund av att internet var tvunget att vara tillgängligt hela tiden. Inför byggstart fungerade inte ens mobiltelefonerna på byggarbetsplatsen, vilket var tvunget att lösas. Det administrativa kring att yrkesarbetarna behövde ha ett konto för att komma in på servern där modellen och filerna låg, var också en process som inte var helt lätt. Vid tidpunkten för bygget fanns det inte heller några moln-lösningar för att göra modellen tillgänglig för de inblandade företagen samtidigt och synkroniserat, därför uppstod det en del bekymmer med brandväggar som försvårade samarbetet företagen emellan. Ett annat exempel där IT-biten inte fungerade optimalt var när modellen skulle kopplas till kalkylen och tidsplanen, eftersom de olika programvarorna inte kopplade till varandra. Det bekymret ordnades upp med en sorts import- och export-lösning. Genom projektet samarbetades det även med Tekla, vilket var programvaran som använts för modellen i projektet, och samtliga framförda synpunkter ska ha åtgärdats i efterhand. Den intervjuade beskriver det som att byggandet utifrån 3D-modellen var en liten del när det kom till utmaningar i jämförelse med IT-problematiken.

Fördelarna med BIM ur ett projektör-perspektiv är att kontrollen över ens egna handlingar ökar, vilket den intervjuade menar leder till större säkerhet. Projekteringsskedet har utökats med den här typen av arbetssätt och fler detaljer löses i det stadiet i jämförelse med när 2D-ritningar används. Tidigare kunde en del av det arbetet lämnas till byggarbetsplatsen, men så fungerar det inte längre och den intervjuade anser sig därmed lämna ifrån sig projektering av bättre kvalitet. I framtiden tror den intervjuade att BIM kommer spela en stor roll och pekar på den BIM-relaterade målsättning som Trafikverket har satt upp som en tydlig indikation. Efterfrågan har ökat sedan projekt Röforsbron och sedan dess har personen knappt projekterat någonting i 2D. Generellt tror den intervjuade att mer fås ut av BIM-arbetssättet än det traditionella arbetssättet i samtliga stadier av ett bygge, bara att det sker på olika sätt.

Några tydliga nackdelar med BIM tar den intervjuade inte upp, men menar att varje projekt möjligen inte har behov av att använda sig av det arbetssättet. I och med att BIM kan användas i olika hög utsträckning blir även det en fråga att ta i beaktning från projekt till projekt. Skepsisen som en del individer uttrycker kring nya metoder har den intervjuade dock stött på, men menar att många har bytt åsikt när de fått en större förståelse för vad det går ut på och vilka fördelar det kan medföra. Dock medges att ett stort jobb behöver göras för att BIM ska bli en välfungerande standard i byggbranschen. En aspekt som tas upp är att beställaren behöver veta vad de vill ha och vara tydliga med det, i nuläget är så inte fallet utan ibland görs även 2D-ritningar som sedan kanske inte ens används på byggarbetsplatsen. En annan utmaning för arbetet med 3D-modeller är relationshandlingar och hur det ska kunna garanteras att modellen går att öppna om 100 år om det skulle behövas.

Bilaga 6: Intervju med projektledare i projekt Röforsbron

Den intervjuade är i grunden utbildad till hus- och anläggningsarbetare med inriktning på armering och betong. Personen har därefter pluggat vidare på teknisk högskola. Idag har personen en yrkesroll som produktchef med tjugo års erfarenhet i branschen.

Projektet benämndes som ett BIM-projekt enligt den intervjuade, men poängterar att ordet används sparsamt av den tillfrågade själv. Detta gör personen på grund av att det finns olika definitioner och att det är svårt att veta vad som menas när BIM skrivs. Personen nämner även att det inte behöver vara en 3D-modell för att det ska definieras som BIM utan det handlar om strukturerad information. Personen kom för första gången i kontakt med BIM för flera år sedan. En disciplin hade 3D-modellerat och den tillfrågade, som då var yrkesarbetare, blev intresserad av hur projektörerna gått till väga för att fylla modellen med information. Røforsprojektet var alltså en möjlighet för personen att testa ett eventuellt framtida arbetssätt. Vad som bland annat sågs som en stor möjlighet med arbetssättet var den visualiseringsmöjlighet arbetssättet gav. Istället för att en traditionell ritning ska visualiseras som 3D i huvudet, är istället modellen visualiseringen, vilket minskar risken för feltolkning hos betraktaren. En förutsättning för detta är att mjukvaran uppfattas som användarvänlig. Vidare nämner den tillfrågade utmaningar som handlar om att allt kanske inte passar 3D-modellerat. Personen berättar att schematiska processer visualiseras bättre i 2D. Det viktigaste är alltså att det är lätt att förstå, inte att allt är i 3D.

Den intervjuade säger även "bara för att man inte ser det betyder det inte att det inte finns", med det menas att det finns funktioner i mjukvaran som ger möjlighet att släcka element. Ett problem med detta är att objekt då kan försvinna i export och import mellan programvaror. En utmaning är även att fylla modellen med rätt mängd information och det behövs standardiserade processer och modeller för att komma ifrån problemen med överflödig information. I grunden handlar det om att det ska vara lätt och att det inte ska gå att göra fel. I och med detta tror personen att produktionsanpassade vyer kommer leva kvar länge eller kanske för alltid, just på grund av att det är lättare att förstå vissa områden visualiserade i 2D.

Personen berättar att det finns en utmaning i branschen där en viss grupp har en övertro och pondus som anser att ritningar inte behövs på grund av att kunskapen finns att bygga utan ritningar. Tanken med BIM är att möjliggöra för att tillsammans kunna skapa sig en bild av det som ska byggas. Personen vill inte uttrycka det som ett motstånd utan som okunskap och för liten förståelse för vilka möjligheter BIM kan medföra. Personen är däremot övertygad om att arbetssättet är framtiden för branschen.

Inom projektet var personen initiativtagare och projektledare. Enligt den intervjuade var tanken att ha ett maximalt inflytande av BIM och använda informationen i så många led som möjligt. Något som underlättade väldigt mycket var de robusta läsplattor som fanns tillgängliga på arbetsplatsen. En viktig aspekt i projektet var att hitta balansen mellan "vad kan vi göra och vad är rimligt att vi gör". Exempel på detta är de produktionsanpassade vyerna som gav en möjlighet att få uttagna vyer från modellen till läsplattorna för att underlätta vissa moment. Vyerna innehöll detaljer eller schematiska delar. Det stora värdet i modellen för många intressenter låg i produktionsplaneringen och kommunikationen mellan underentreprenörer, där modellen användes som informationsbärare. Modellen och den information som fanns i projektet uppfattades som lättillgänglig, dels att nå men även för att kunna generera specifika mängder. Personen nämner dock att det krävdes en specifik programvara för att öppna filerna, vilket var något som medförde begränsningar. Än idag kan inte alla företag öppna samtliga typer av filer

på grund av specifika licenser. Storleken på filerna kan också vara ett hinder då det krävs bättre hårdvara än vad de flesta företag har.

Personen nämner utmaningar som företaget ställdes inför i planeringsstadiet. Här handlade det om att hitta modeller som kunde hantera det nya formatet. Vanligtvis skickas ritningar in som handlingar men denna gång var det en modell. Även en miljöprövning genomfördes och hur en domstol skulle hantera en modell som juridiska handlingar var en stor fråga. Dessa frågor har idag arbetats in i styrande dokument och policier på företaget. För att modellbaserade projekt skulle fungera poängterar personen att det var viktigt att ha ett bra och dedikerat projektteam, då det många gånger handlade om att förklara för individer varför det nya arbetssättet skulle vara bättre. Ett flertal nya arbetsroller utvecklades inom projektet. Med nya arbetssätt och programvaror krävdes även någon typ av huvudansvarig inom ämnet vilket blev en BIM-samordnare förklarar den intervjuade.

Personen förklarar att ingen hade tillräckligt med kunskap om BIM före projektets start. Det hela var alltså en stor utmaning men även en möjlighet att våga testa, berättar den intervjuade. Efter projektet har arbetssättet setts som enkelt att fortsätta använda och som i sin helhet underlättande i projektet. Något som däremot kan vara ett problem är uppdateringar av programvaror. Om modellerna ska användas i förvaltningsskedet längre fram kommer filerna behöva klara av ett större antal programvaruuppdateringar vilket kan bli en utmaning i framtiden. Personen tror på öppna programvaror och programstandarder för att underlätta denna frågan. Det handlar inte enbart om en standard utan om flera standarder som är bra på olika saker. Det behövs tekniker för att binda samman fördelarna med de olika standarderna. Det handlar alltså om själva utbytet programmen kan ge.

För att utbilda personalen i BIM som arbetssätt fanns dels utbildningsdagar samt att det togs fram 25–30 korta filmer om hur olika metoder tillämpades i mjukvaran. Det fanns även ett dokument som beskrev tillvägagångssätt i text med klickbara länkar. Den intervjuade tror att i framtiden kommer allt från en busskur till stora infrastrukturprojekt genomföras med BIM som standard. Personen utvecklar exemplet med busskuren att det oftast inte handlas upp en busskur utan närmare tio. En anledning är också att allt fler blir vana vid arbetssättet och att blanda två olika arbetssätt inte kommer vara en fördel. Det som BIM framförallt gör är att minska den tid ett projekt står stilla, förklarar den intervjuade. Det systematiska arbetssättet påverkar inte bara tiden positivt utan ger också en gemensam bild av det som ska byggas.

Kravställning på arbetssättet hos beställarna är på gång men det handlar om en kompetensfråga samt att arbetssättet delvis är under utveckling, beskriver personen. Den intervjuade tror att det är hög tid att testa och framförallt konsumera data i förvaltningen. Vad förvaltningen vill ha, vad som behöver finnas tillgängligt och hur handlingarna ska tas emot måste konkretiseras från beställaren. Personen ser idag arbetssättet som mest lönsamt i produktion och projektering. Däremot, när standardiserade processer, arbetssätt och informationsleveranser tagits fram är förvaltningen det skede som BIM kan vara lönsammast i.

Bilaga 7: Intervju med VDC-samordnare i projekt Slussen

Intervjudeltagaren har sin bakgrund i en tvåårig yrkesutbildning på Akademin. Totalt sett har personen jobbat i branschen i 13 år. Personen har varit delaktig i projekt Slussen, på ett eller annat sätt, i åtta år. Den intervjuade personen är anställd som konstruktör men jobbar på Slussen som VDC-ansvarig samt BIM-ansvarig på sin avdelning.

På projekt Slussen har arbetssättet valts att benämnas som VDC, men personen tror sig inte finna någon egentlig skillnad mellan BIM och VDC och menar att dessa begrepp har samma betydelse. Personen är själv inte så förtjust i dessa benämningar och förkortningar då det kan förvirra mer än vad det gör nytta. Men i syfte av denna intervju delade den intervjuade personen med sig av sin definition av BIM och menar att det kan omfatta allt från 3D-modellering upp till digitalisering av arbetsprocesser i hela byggnadens eller anläggningens livscykel. I praktiken menar den intervjuade att BIM handlar om att använda ny teknik för att göra jobb effektivare. Problemet med att definiera begrepp som BIM och VDC är att i princip alla i branschen har sin egen definition, vilket kan leda till problematik när det kommer till att föra diskussioner kring ämnet, menar den intervjuade. Personen försöker därav undvika dessa benämningar vid internt arbete.

Fördelen som den intervjuade ser i att arbeta med 3D-modeller istället för 2D-ritningar är att modellerna ger en ökad förståelse för alla inblandade och inte minst allmänheten som har lättare att förstå en modell jämfört med en ritning. Förutom detta ser personen även fördel i att modellen kan användas till mycket mer än att bara bygga utifrån. Informationen som kan läggas till i en 3D-modell är i princip obegränsad till skillnad från en 2D-ritning. Personen ser inga egentliga nackdelar med BIM men menar att det idag inte finns lika stor kunskap inom BIM som det finns inom 2D-ritning. Detta ses dock inte som något långvarigt problem. När det gäller motstånd ute i branschen mot satsningen på BIM tror den intervjuade att det alltid kan finnas motstånd på individnivå, men i stort är branschen överens om att det är BIM som kommer att gälla i framtiden. I framtiden tror inte den intervjuade att arbetssättet kommer att behöva namnges då BIM kommer att vara självklart i arbetet. För att BIM ska bli en standard i branschen bör stor vikt läggas på kunskapsöverföring. Kunskaper om vad som fungerat bra och vad som inte gjorde det bör överföras mellan projekt.

Personen förklarade att det används olika typer av informationsbärare i projekt Slussen som är lämpliga för olika typ av information. Den intervjuade menar att allt inte är lämpligt att redovisas i en 3D-modell. Det tas dock inte fram några traditionella ritningar utan istället skapas modellvyer från 3D-modellen och dessa levereras i pdf-format. Exempel på sådan information är ytskikt, då det är svårt att skapa denna typ av objekt i en modell. Även små lutningar kan vara lätta att missa i modellen. Personen poängterar att dessa modellvyer inte är ritningar i den traditionella bemärkelsen utan ett sätt att komplettera modellen på. De handlingar som har tagits fram och som kan jämföras med de traditionella ritningarna kallas för typritningar. Dessa är inte geografiskt bundna till en viss plats utan kan ses som en typlösning och kan användas flera gånger.

Varför just Slussen ansågs vara lämpligt som ett projekt att frånga 2D-ritningar menar den intervjuade är dels för att beställaren ville ligga i framkant gällande BIM-frågan men även för projektets storlek och komplexitet. Det är ett projekt där det är väldigt svårt att bilda sig en uppfattning via 2D-ritningar. Det inkluderar även många discipliner som jobbar på en liten yta, vilket kräver stor samordning. I och med att det inte finns några traditionella ritningar i projekt Slussen blir modellerna juridiskt bindande. Det har dock inte lett till några problem, menar den

intervjuade. Projektet har varit igång länge och under dess gång har utmaningarna sett olika ut. 3D-modellen har vuxit fram allt eftersom, från att vara ett komplement i början av projektet till att nu vara huvudkällan till information. Desto mer modellen har använts desto fler justeringar har genomförts för att det ska fungera. Personen menar att en positiv bieffekt blir att aktörerna pratar med varandra. Det har resulterat i en ökad förståelse för vad de andra i projektet gör. Även om något kanske börjar som en motgång slutar det som en lärdom berättar personen.

Lärdomarna som personen kommer ta med sig till nästa projekt är många men personen menar att mycket även kommer att vara annorlunda. Nyckeln är att försöka ändra saker som inte fungerat allt eftersom i projektet men det hinns inte alltid med. Väldigt mycket skulle även kunnat utföras tidigare i projektet, ifall beställaren tidigt hade definierat vad modellen skulle användas till. Desto tidigare denna fråga är besvarad desto bättre blir modellen och beställaren betalar för det som efterfrågats. I detta fall har modellen, som tidigare nämnts, istället utvecklats allt eftersom.

När det handlar om tillgänglighet av information i detta projekt, jämfört med andra projekt där BIM inte använts, tror personen att problemet med tillgänglighet är kopplat till kunskapsbristen. För personer som har mindre kunskap i mjukvara blir informationen inte lika tillgänglig i modell jämfört med om arbetet hade varit i 2D. Beställaren har dock insett detta och lagt ner tid och pengar på att de anställda ska lära sig hantera mjukvarorna. Personen uppfattar inte att det finns någon skillnad i hur mycket information som finns tillgänglig, utan det BIM bidrar med är att informationen blir mer lättillgänglig. I och med att frågan om vad modellen skulle användas till var obesvarad, fanns det svårigheter i att definiera en lägsta detaljeringsnivå. Detta lämnas istället upp till projektörerna själva och kravet är att modellen ska gå att bygga efter. Programvarorna som används skiljer sig lite åt på varje disciplin. För modellering och konstruktion används programmet Revit till största del. Andra projektörer har använt sig av MagiCAD och för att samordna alla modeller har Naviswork använts. Under projektets gång har mjukvarorna uppdaterats men detta har inte lett till några problem.

I projektet har intervjupersonen fått disponera sin tid annorlunda. Personen sitter som VDC-samordnare på konstruktion och totalt sett är det tjugo personer som jobbar med projekteringen av Slussen på avdelningen. Den intervjuade har i uppgift att försöka likrikta dessa projektörers arbete, vilket är en roll den intervjuade inte haft i projekt där arbetet utgått från 2D-ritningar. Personen menar dock att även de som endast projekterar har fått en annorlunda roll än tidigare med större ansvar. Detta då det nu är projektörerna som besitter mest kunskap om modellen, vilket det inte alltid varit. Uppgifterna skiljer sig även med avseende på att det är annan information som levereras i modeller jämfört med ritningar. Personen upplever att bland sina medarbetare är kunskapen om BIM blandad. Många har stor erfarenhet i att arbeta med 2D-ritningar och ska nu byta till 3D-modellering. Personen menar att denna förändring är olika svår för olika personer. På det egna företaget arbetas det för att personalen ska lära sig BIM men de styrs av vilka uppdrag som fås. Mycket går ut på att försöka få personalen att lära sig av varandra. Detta genom att till exempel sätta ihop arbetsgrupper där någon utan erfarenhet av BIM kan lära sig av någon med mer erfarenhet. Dessutom försöker företaget erbjuda de anställda tillfällen att gå på seminarier för att lyfta upp blicken och se sig själva i ett större sammanhang. Den intervjuade har själv inte fått någon utbildning i BIM utan denne har endast gått på seminarier och kurser. Det mesta har personen lärt sig genom att jobba med BIM praktiskt i projekt. Arbetsprocessen för att ta fram material till ett modellbaserat projekt jämfört med det traditionella sättet kan bero på vilka resurser som är tillgängliga på företaget och vilken kunskap om BIM personerna besitter.

I detta projekt har den intervjuade hamnat i en annorlunda roll eftersom att personen har fått vara kontakten utåt mot både beställare och entreprenörer. Personen tror att denna typ av roll kommer minska i framtiden när kunskapen om BIM ökar. Arbetet med andra företag har fungerat väl. På Slussen-projektet arbetar intervjupersonen i nära relation med personer från andra företag. VDC-ansvariga från varje disciplin har möte varannan vecka för att diskutera bland annat hur de olika modellerna ska användas. Detta upplevs som positivt och personen hävdar att det har ökat samarbetet mellan disciplinerna då modellen öppnar upp för dialog.

Intervjupersonen tror att lönsamheten i att använda BIM är mer betydande i större och komplexa projekt. Men personen fortsätter vidare med att säga att byggbranschen nu är i ett utvecklingsstadium. På längre sikt kommer BIM-arbetsättet bli mer självklart och även om lönsamheten inte är lika stor i mindre projekt kommer arbetsättet inte leda till någon förlust. Att arbeta med BIM kommer bli en vana och det kommer inte finnas någon anledning att använda ett äldre arbetsätt för ett mindre projekt. Varför beställaren inte alltid kräver BIM tror den intervjuade är på grund av att beställaren inte alltid besitter kunskapen om BIM. Denna kunskap ligger hos konsulterna då dessa har kommit i kontakt med BIM först. Personen tror att en del stora beställare inte krävställer BIM eftersom att många mindre företag utesluts från upphandlingarna. Slutligen menar personen att BIM-arbetsättet ger störst positiv effekt på samordning och för att ge en ökad förståelse för alla inblandade. "Det är när man kan förstå modellen som man kan få mest nytta av den och detta gäller oavsett vem man är i projektet".

Bilaga 8: Intervju med VDC-strateg i projekt Slussen

Den intervjuade är utbildad civilingenjör och har arbetat inom byggbranschen i 14 år som bland annat projektör och ansvarig för BIM- och CAD-lösningar. De senaste åren har den intervjuade arbetat inom digitala lösningar och i dagsläget är yrkesrollen VDC-strateg på beställarsidan i projekt Slussen. Den intervjuades arbetsuppgifter som VDC-strateg i projekt Slussen innefattar, förutom en del datasamordning och dokumenthantering, kravställning gällande det digitala arbetet för främst modeller.

Arbetstitlarna BIM/VDC-strateg och BIM/VDC-samordnare kan vara svåra att skilja åt. Generellt innebär rollen som strateg mer kravställning på BIM/VDC till skillnad från en samordnare som i större grad sammanställer de olika modellerna. Den tillfrågades uppfattning är att en BIM/VDC-strategs och en BIM/VDC-samordnares roll och arbetsuppgifter varierar från projekt till projekt och tror att branschen skulle gynnas av mer definierade arbetsroller.

Arbets sättet i projekt Slussen benämns främst som VDC men ibland även som BIM eller VDC/BIM. Den tillfrågade poängterar att just benämning av arbets sättet inte stått i fokus och begreppen BIM och VDC kan vara svåra att skilja åt. Någon exakt definition av begreppen BIM och VDC har personen ej reflekterat över. På frågan om den tillfrågades egna definition av BIM och VDC svarar personen dock att det beror på vilket av de tre olika begreppen på BIM som syftas på. Om BIM definieras Building Information Management så kan begreppen BIM och VDC likställas, i annat fall är den allmänna uppfattningen att BIM är en del av VDC. Den tilltalade nämner vidare även att benämningen BIM eller VDC också kan vara företagsrelaterad.

Då den intervjuade i stort sett arbetat med BIM under hela sin karriär kan personen inte svara på frågan huruvida den tillfrågade disponerar sin tid annorlunda i detta projekt i jämförelse med tidigare projekt utan BIM. Personen svarar dock att en skillnad som är tydlig är förändringen i innehåll på möten. Exempelvis är det som tidigare var diskussioner om lager och tjocklek på linjer utbytt mot diskussioner om egenskaper och attribut på BIM-objekten samt dess nytta. På det sättet anser den intervjuade att branschen har lyft sig när det avser värdeskapande på möten.

Den intervjuade anser sig själv besitta tillräckligt med kunskap i BIM. När det rör medarbetarna uttrycker personen att det givetvis vore önskvärt att alla inblandade hade ännu större kunskap än de besitter idag. Medarbetarna får kontinuerlig utbildning i BIM där ledorden i utbildningen är "enkelhet och tydlighet" och utbildningstillfällena är mycket uppskattade.

På frågan om fördelar som den intervjuade anser finns med BIM, svarar personen till att börja med att allt hänger ihop på ett helt annat sätt i jämförelse med 2D, exempelvis vid revideringar. Med det tidigare arbets sättet fanns stor risk för misstag och den intervjuade påpekar att det kan vara svårt att tolka en ritning då betraktaren ska översätta 2D-ritningen till 3D i sitt huvud vilket ger utrymme för feltolkning. Personen nämner också fördelen med 3D-modellens visualisering vid komplexa installationer. En ytterligare stor fördel med BIM är tidsaspekten där personen berättar att en stor utmaning i projekt Slussen är tidsplanen. Projektet tvingades till ett uppehåll under nästan ett år 2014, men sluttid för projektet kvarstår och där är den intervjuade övertygad om att utan BIM skulle det aldrig vara möjligt. Ytterligare en fördel som den intervjuade nämner är mängden handlingar i projektet som minskat oerhört.

Personen nämner och återkommer vid ett flertal tillfällen i intervjun till värdet av att reflektera över vad 3D-modellen ska användas till och att det eventuellt inte är nödvändigt att alltid ha en 3D-modell, utan det kan fungera lika bra eller till och med bättre med en 2D-ritning i vissa fall.

Som exempel nämner personen att det inte finns någon vinning i att ha en 3D-modell för en del kopplingar och scheman. I projekt Slussen är inte allt i 3D utan den intervjuade säger att valet av bästa arbetssätt är viktigare snarare än att allt ska vara modellbaserat. Det finns ingen policy på att 2D-ritningar inte får förekomma i projektet, dock har de stora entreprenörerna överlag inga ritningar utan de som förekommer finns hos några av de mindre entreprenörerna.

Den intervjuade berättar att en strategi i projekt Slussen har varit att undvika att skapa en detaljerad kravspecifikation från beställarens sida med tanke på projektets komplexitet och de många inblandade disciplinerna. Det har istället, från beställarens sida, funnits en strategiplan där fokusområden och projektets mål avseende kalkyl, tidsplan, granskning, samordning och så vidare framgått. Kravställningen har sedan vuxit fram i samråd med projektörer utifrån vad som är rimligt och möjligt att utföra samt att entreprenörsidan har varit involverade sedan ett tidigt skede. Strategiplanen har visat sig vara mycket uppskattat av projektörerna som tack vare detta fått en uppfattning om vad beställaren tycker är viktigt och genom att undvika en detaljerad kravspecifikation i projektet har projektörerna även fått större frihet i att ta fram lösningar för att uppnå målen på bästa sätt.

Varför projekt Slussen ansågs lämpligt att frånga ritningar var dels komplexiteten i projektet. Rent geometriskt ansågs också 3D-modellering som ett måste för att få en bild av hur allt hängde ihop, men avbrottet på ett år och den förlust det innebär i tid bidrog också till att det fanns tid till att fokusera på frågorna kring just ett i stort sett ritningslöst projekt.

Entreprenadformen i projektet är utförandeentreprenad med löpande räkning. Fastpris-entreprenad var aldrig aktuellt då det inte fanns några entreprenörer som hade vågat lämna anbud på projektet i och med svårigheten att bedöma projektets slutpris. Entreprenörerna får betalt för allt utfört arbete och en bonus om slutkostnaden hamnar under en viss summa. Om slutpriset istället hamnar över den fastställda summan får entreprenörerna visserligen betalt men ett mindre påslag. Den intervjuade tycker själv att detta var en smart upphandlingsstrategi då detta förhoppningsvis kommer leda till att entreprenörerna strävar mot ett slutpris under den fastställda summan.

Modellerna i projekt Slussen är bygghandling och juridiskt bindande vilket är nytt i byggbranschen. Den intervjuade uppfattar dock inte att det medfört några stora problem i jämförelse med om traditionella ritningar hade varit bygghandling. Modellen hanteras på samma sätt som ritningarna och det ska vara tydligt vad som är gällande handlingar och vad som är reviderat. Ett mindre problem säger dock den intervjuade har varit var statusinformationen ska ligga i modellen. I en ritning finns regler för detta men det finns inte i modellen vilket har fått lösas på olika sätt.

De programvaror som används i projekt Slussen är främst Revit, Naviswork och Civil3D men även Tekla, MicroStation och AutoCad. Ett problem som finns i projekt med staten eller kommunen som beställare är att de inblandade kan bli låsta till de mjukvaror och licenser som finns. Något som kan leda till begränsningar i arbetet om kapacitet inte finns för önskvärda programvaror.

När det rör detaljeringsgraden i modellerna var just den punkten något som togs upp på personens första möte i projektet. En specifik detaljeringslista kommer aldrig att färdigställas säger den intervjuade av den enkla anledningen att fokus inte ligger på detaljer. Istället har dialog förts med projektörer om vad som är rimligt att genomföra och vad som är önskvärt från entreprenörerna.

3D-modellen har applicerats i produktionen genom att relevant information levereras från projektörer till produktion som en kombination av olika filer. Här nämner personen modellvyer, som är enklare former av snitt från modellerna. Dessa modellvyer är i 2D men har en stor fördel i och med att de inte kallas för ritningar. Detta innebär att kraven som ställs på en ritning, och som dessutom är tidskrävande, inte finns. När det avser hårdvara i produktionen testas för närvarande surfplattor samt att skärmdumpar och modellvyer skrivs ut. Det kan eventuellt också bli frågan om containrar med stationära datorer, men i och med att produktionsplatsen ligger i en stad så finns risken för stöld.

Som i de flesta projekt finns det utmaningar och många av dem hade funnits oavsett tillämpning av BIM i projektet eller inte. Dels är arkeologin en prövning samt att Slussens ålder innebär att de arkivhandlingar som modellen ska utgå ifrån är mycket gamla. Dessutom är det allmänna intresset för projektet mycket stort och det finns, förutom projektets komplexitet och den komplicerade geometrin, miljödomar och liknande att ta hänsyn till. Som en BIM-relaterad utmaning nämner den intervjuade att det i projekt Slussen finns kravställning på att pappershandlingar ska lämnas in till staden. Då nästan inga ritningar existerar idag återstår den frågan att lösa. Att ha modeller istället för ritningar leder också till frågor kring hur det ska vara möjligt att säkerställa att modellen går att öppna och använda i framtiden. Personen säger dock vidare att även om det existerar 2D-ritningar kan dessa vara ouppdaterade och felaktiga. Fördelen med digital information är att möjligheterna till uppdateringar är mycket större. En annan BIM-relaterad utmaning är kalkylfrågan. Kalkylen baseras på en systemhandling och i teorin skulle bokföringen vara enkel men det har visat sig finnas svårigheter som personen själv aldrig hade kunnat förutspå.

Erfarenheten av kalkylfrågan är något som den intervjuade kommer ta med sig till framtida projekt. Personen tar även med sig hur viktigt det är med en tydlig målbild. Den intervjuade säger vidare att de fördelar som funnits med att projektet snarare varit målstyrt än detaljstyrt är något personen också kommer ta med sig. Ytterligare en lärdom från ett sådant stort projekt som Slussen är vikten av ordning och reda samt struktur på informationen.

När det rör tillgängligheten av information tycker den intervjuade att det är mycket bättre i projekt Slussen i jämförelse med tidigare projekt. Dock tror personen att svaret beror på vem som tillfrågas och att en del, som till exempel är vana med att läsa i en fysisk pärm, hade svarat annorlunda. Personens uppfattning är att det främst är i produktionen som svårigheterna finns då de flesta projektörer är idag vana med det nya arbetssättet och finner det enklare att hitta informationen. BIM har varit implementerat i projekteringsfasen längre än i produktionsfasen vilket personen tror kan vara en bidragande faktor till detta. Därför är den intervjuades uppfattning att det kan ske förändringar med tiden.

I projektet tycker den intervjuade att de flesta är positivt inställda till BIM, viss ovana fanns till exempel hos mätentreprenörerna som tidigt i projektet hade ett önskemål om 2D-ritningar för att utföra kontrollmätningar. Idag befinner de sig dock långt fram i hanteringen av modeller och tycker det fungerar utmärkt efter att ha förstått att informationen fanns att tillgå lika väl i modellen som på ritningen.

Den intervjuade uppfattar branschens inställning till BIM som väldigt varierande och att det skiljer beroende på inriktning. Personen anser att det överlag finns ett visst motstånd när det rör satsningen på BIM och att branschen försöker framställa sig som positiv till BIM utåt sett när det i verkligheten finns ett motstånd till ett annorlunda och nytt arbetssätt. Den tillfrågade själv

är mycket positivt inställd till BIM och hade önskat att byggbranschen fokuserade mer på att se fördelarna med BIM istället för riskerna. Hos många finns oron att göra fel men den risken finns även vid det traditionella arbetssättet och är dessutom större enligt den tillfrågade. Som exempel nämner personen risk att göra fel vid mängdavgivning.

På frågan angående utmaningar med BIM i jämförelse med det traditionella arbetssättet svarar personen att BIM ställer större krav på de inblandade. Som exempel berättar den intervjuade att projektörer inte längre kan strunta i att färdigställa mer komplicerade detaljer på samma sätt som tidigare. Den tillfrågade säger också att projekteringen blir generellt något dyrare med BIM men att fördelar, som exempelvis möjligheten att hitta fel tidigare i projektet, väger upp detta. En annan utmaning är de många olika mjukvaror som används och som kan vara svåra att arbeta i samt vara lämpliga för olika ändamål. Dessutom kan problem uppstå när olika mjukvaror ska samverka och i ett projekt som Slussen, som ska pågå under väldigt lång tid, kan också uppdateringar ställa till problem.

I framtiden tror den tillfrågade att det kommer bli allt vanligare att göra en digital förhandskopia av det som ska byggas. Den intervjuade tror även att trenden med företag som tillhandahåller detaljer med egenskaper, exempelvis BIMobject, kommer att öka. Personen tror även på automatisering i processer, dels i projekteringen för effektivare granskning, men också på maskiner som bygger själva samt på ytterligare utveckling av verktyg som Virtual Reality (VR) och Augmented Reality (AR).

Den tillfrågade anser att BIM leder till nya arbetsroller och exemplifierar med BIM-samordnare. Den intervjuade upplever även att BIM leder till förändrade arbetsroller och tycker att det är väldigt tydligt hur en annan kunskap krävs vid BIM-baserade projekt i jämförelse med traditionella. Det sker också ett kunskapsutbyte mellan de som arbetat länge i branschen och de som är nya. Ofta besitter de olika nivåer av kunskap avseende digitala verktyg och det praktiska arbetet i produktionen och kan därför lära av varandra. Förutom att BIM leder till nya roller kan arbetssättet också minska behovet av anställda som krävs vilket kan vara vinstgivande. Ett exempel är antal anställda som krävs för att genomföra beräkningar på avdelningen för inköp.

Med tanke på hur stor del av en byggnads eller anläggnings livscykel förvaltningen utgör är förvaltningen den del i projektet som personen tror att största vinningen med BIM finns, men den intervjuade påpekar att alla skeden tjänar på BIM. Den tillfrågade berättar att i några av de projekt personen arbetat i tidigare används BIM-modellen i förvaltningsskedet idag och personen tror på stor utveckling inom området.

BIM har fungerat väl i samarbetet med andra företag. Projekt Slussen granskas av många kontrollinsatser där många av de anställda aldrig granskat på detta sätt förut. Lösningen har varit utbildningstillfällen för granskarna som fungerat bra och personen förklarar att det gäller att övertyga granskarna om att det inte behöver vara så komplicerat om de lär sig hur de smartast ska använda mjukvaran.

Personen anser att skillnaden när det avser hur lönsamt BIM kan vara i stora projekt i jämförelse med mindre projekt är att i stora projekt finns större resurser att lägga på utveckling av mallar, granskningsrutiner, arbetssätt och så vidare. Den intervjuades uppfattning är att de stora projekten driver utvecklingen och resultatet anammas sedan i de mindre projekten. Personen upplever att det är vanligare att inte veta hur BIM ska tillämpas i mindre projekt och utan den vetskapen tjänar inte heller projektet på att tillämpa BIM.

På frågan kring varför beställaren inte alltid kräver BIM svarar den intervjuade att “man är nog lite orolig för att utesluta många entreprenörer från branschen och ofta vet inte beställaren vad de vill ha vilket gör kravställningen på BIM svår”. Den intervjuades uppfattning är att det finns stora potentiella vinster om beställaren vet vad de vill ha.

Bilaga 9: Intervju med VDC-ansvarig i projekt Slussen

Den intervjuade är gymnasieingenjör med 23 års erfarenhet i byggbranschen och yrkesrollen idag är VDC-ansvarig för entreprenörsidan i projekt Slussen. Den intervjuade har erfarenhet av BIM från två ytterligare projekt utöver projekt Slussen. Personen har arbetat med projektering i BIM länge men tillämpningen av arbetssättet i produktionen är något nytt för den intervjuade.

Arbetssättet i projekt Slussen benämns som VDC av den anledningen att VDC var det begrepp som beställaren hade valt att använda. Den tillfrågade påpekar dock att det inte är mycket som skiljer de två begreppen åt och att arbetssättet lika gärna kunde ha benämnts som BIM. Däremot vill personen skilja på begreppen BIM och VDC om projekteringsskedet avses. Där benämns konsulternas arbetssätt, där olika teknikområden projekterar tillsammans, som VDC och BIM innefattar då enbart 3D-modellen. "Det är ingen som kan svara på vad BIM är", säger den intervjuade vid ett tillfälle i intervjun men berättar samtidigt att det finns olika föreningar som försöker samla information om BIM.

Fördelar med BIM anser personen vara att de inblandade får en helt annan bild av konstruktionen. "Mer likadant för alla", säger den intervjuade, i den mening att med en modell får alla samma helhetsbild i jämförelse med att var och en ska försöka tolka ritningarna. BIM gör det även lättare att upptäcka krockar tack vare möjligheten att lägga ihop olika modeller istället för att behöva undersöka flera olika ritningar. Skillnaden i processen för att ta fram material till ett modellbaserat projekt i jämförelse med ett projekt med 2D-ritningar är, enligt personen, att all information måste vara känd innan framtagningen av modellen för att den ska bli rätt.

Det finns utmaningar med BIM som arbetssätt, anser personen, och uttrycker att "vi är ganska långt ifrån att få det att fungera klockrent". Den intervjuade som representerar entreprenörsidan tycker att det fungerar bra i projekteringsskedet men att utmaningar finns i steget mellan projektering till produktion. Det är dels utmanande att få ut 3D-modellen i produktionen och dels är det svårt för yrkesarbetarna att ta ut informationen från modellen. Den intervjuade uppfattar yrkesarbetarna i produktionen som positiva till ett nytt arbetssätt men att de behöver få tillgång till enkla verktyg att arbeta med om det ska fungera. "Byggbranschen är färdiga för digitalisering men de digitala verktygen är inte riktigt klara ännu" säger den intervjuade och för att lösa problemen som hindrar implementeringen av BIM behövs utveckling av mjukvaror.

Involverade i projekt Slussen är låsta till en viss typ av programvara, vilket är ett problem i produktionen där det på grund av 3D-modellens filstorlek fått sättas en gräns på maximal filstorlek. Den intervjuade påpekar att även om programvaran som används inte skulle visa sig vara den bästa lösningen, finns risken att valet faller på samma programvara även i nästa projekt. Anledningen till detta är att slippa lära sig en ny programvara. Just uppdateringar av mjukvaran tror dock inte personen kommer att vara ett problem i projekt Slussen trots att projektet ska pågå under lång tid.

BIM-modellen tillämpas i produktionen genom dels surfplattor och dels stationära datorer i containrar. Varför valet föll på surfplattor var smidigheten med just den hårdvaran och det är viktigt att det både är praktiskt och enkelt för yrkesarbetarna att få tillgång till modellen. Förutom surfplattor och stationära datorer berättar den intervjuade att information även antingen skrivs ut eller sparas digitalt genom skärmdumpar som visas i surfplattan. Vid val av arbetsmetod för exempelvis armeringsarbetet har inspiration dels hämtats från andra projekt inom samma företag i kombination med dialog med beställaren.

Den intervjuade berättar att arbetet sker ritningslöst men inte papperslöst. Personen nämner att det i projektet finns något som kallas modellvyer, vars syfte är att komplettera 3D-modellen i situationer där det upplevs svårt att få fram önskad information ur modellen. Dessa vyer är rätt lika ritningar, säger den intervjuade, med skillnaden att modellvyn inte är stämplad på det sätt en ritning måste vara. Vyn är på så sätt inte juridisk bindande, det vill säga bygghandling. De situationer som personen nämner att en modellvy kan vara till stor nytta är exempelvis för att tydligt visa vissa mått. Personen berättar också att all information inte heller finns i 3D-modellen av den anledning att viss information inte är praktisk att modellera. Där kan istället en skiss av exempelvis en detalj vara ett bättre sätt och "all information behöver inte finnas i modellform", slår den intervjuade fast.

Rörande motstånd i branschen upplever den intervjuade att det främst existerar hos de individer som arbetat länge i byggbranschen och som nu måste ändra sitt arbetssätt till att inkludera tekniska lösningar som exempelvis datorer. Personen påpekar att det märks att den yngre generationen har en helt annan datorvana och lättare kan ta till sig de nya arbetssätten och generellt är de också mer positiva till den digitala förändringen. Den intervjuade vill dock tillägga att denne är imponerad av hur de flesta yrkesarbetare har tagit till sig det nya arbetssättet och kan förstå att BIM har fördelar för medarbetarna på kontoret även om de inte alltid ser den praktiska nyttan i produktionen.

Angående BIM:s framtida roll i byggbranschen säger den intervjuade att "BIM är här för att stanna men vi måste hitta ett bra arbetssätt, framför allt i produktionen" och att det finns mycket att jobba på i produktionsskedet. Personen säger vidare att det krävs ett helt annat samarbete mellan projektering och produktion än det som finns idag. För att BIM ska bli en standard i branschen behövs format som gör att alla kan tolka informationen, tror personen. Den intervjuade drar här en parallell med traditionella 2D-ritningar, att det finns standarder på hur ritningar produceras och att det behövs vid produktion av modeller också.

På frågan om utbildning inom BIM i projektet skett för entreprenörerna svarar den intervjuade "inte direkt". Den intervjuade, som projekterat förut, har fördelen med att ha arbetat med 3D-modellering men att det är "learning by doing" som gäller för entreprenörerna i projekt Slussen än så länge. Den intervjuades roll i projekt Slussen handlar till stor del om att utbilda och göra det så enkelt som möjligt för produktionen att tolka modellen och det underlag som delges dem. På så sätt utbildar den intervjuade yrkesarbetarna i produktionen.

Varför projekt Slussen ansågs som lämpligt att frånga 2D-ritningar har den intervjuade svårt att svara på, då personen arbetar på entreprenörsidan. Den tillfrågade nämner däremot att projektet anses vara väldigt komplext och svårt byggtekniskt och att det förmodligen är några av anledningarna. Arbetssättet ansågs dessutom lämpligt utifrån den valda entreprenadformen, samverkansentreprenad, där entreprenadformen gav möjlighet för entreprenörer och beställare att tillsammans diskutera fram bästa möjliga lösning i projektet. Den intervjuade tror att denna form av entreprenad var det smartaste valet eftersom beställaren då blir medveten om vad de beställer.

3D-modellerna i projekt Slussen är bygghandlingar, det vill säga juridiskt bindande men den aspekten har inte ställt till med några större problem än så länge i projektet, enligt den intervjuade. Dock har produktionsskedet just börjat och om några problem dyker upp i framtiden återstår att se. Den intervjuade kan inte svara på modellernas detaljeringsgrad, då

personen arbetar på entreprenörsidan, men personen upplever att detaljnivån i projektet är fullt tillräcklig.

Som exempel på utmaningar som hittills uppstått, relaterat till BIM, nämner den intervjuade att det varit svårt att hitta en fungerande redovisningsprincip för bland annat armering. Problemet ligger inte i att informationen inte finns i modellen, utan i att kunskap och enkelhet att nå rätt information saknas, säger den intervjuade. Detta resulterar i ökad tidsåtgång hos yrkesarbetarna. Arbetet med att förbättra och förfina modellen är således ständigt pågående i projektet. I samarbetet med andra företag anser personen att BIM både är till nytta och kan vara ett problem. Ett problem som den intervjuade nämner är att många underentreprenörer uteslöts från projektet då de inte hade den datavana som krävdes för projekt.

Personen har tidigare haft en helt annan yrkesroll och kan därför inte svara på om arbetstiden i detta projekt disponeras annorlunda i jämförelse med tidigare icke-modellbaserade projekt. Dock berättar personen att BIM leder till nya roller på arbetsplatsen där till exempel den intervjuades tjänst inte hade existerat utan BIM. Ytterligare en roll som skapats på entreprenörsidan är en så kallad datasamordnare. De arbetsuppgifter som datasamordnaren har var från början BIM-strategens, men i takt med att arbetsuppgifterna ökade föll valet till slut på att skapa en egen separat tjänst.

Då projekt Slussen är i startskedet vad gäller produktion tycker den intervjuade att det är svårt att redan nu ge konkreta exempel på lärdomar från projektet. Personen berättar dock att kunskapen i dels vad projekteringen klarar av och dels vad produktionen klarar av är något personen kommer att ta med sig.

Den intervjuade upplever att det finns mycket mer information i modellen i projekt Slussen i jämförelse med tidigare projekt, vilket är positivt, men nämner att uppfattningen i produktionen istället är att det är för mycket information. För att förenkla för yrkesarbetarna kan projektörerna lägga önskad information på ett och samma ställe i modellen för att yrkesarbetarna ska slippa leta. En svårighet är att den information som granskare och beställare av projektet behöver också måste finnas på samma ställe. Detta leder till att mängden information i slutändan likaväl blir för stor.

Den intervjuade anser att både personen själv och dennes medarbetare har tillräckligt med kunskap om BIM för att klara av sitt arbete men att utvecklingsmöjligheter finns. Framför allt nämner personen att datamognaden hos yrkesarbetarna behöver öka för att det ska flyta på smidigare. Förhoppningen är att detta kommer lösas med tiden, i och med att arbetssättet fortfarande är under utveckling, i kombination med att den intervjuade stöttar de yrkesarbetare som har svårare att tillämpa de nya metoderna.

Varför beställaren inte alltid kräver BIM tror personen ligger i kunskapsbrist hos beställaren och att vetskap i vad som ska beställas saknas. Personen berättar också att aspekten kring hur projektet ska slutdokumenteras har en stor roll och att en stor del av beställarna, främst kommunala och statliga, fortfarande tror att 2D-ritningar kommer att vara aktuella i framtiden och vågar därför inte beställa en 3D-modell. Vidare nämner den intervjuade att Trafikverket tagit ett stort steg i kravställningen av BIM, men tillägger att det fortfarande är ovisst hur kravställningen ska hanteras och att de kan ha gått för fort fram då många entreprenörer saknar kunskap om BIM.

Slussen anses vara ett stort och komplext projekt och vinningen med att tillämpa BIM i denna typ av projekt, i jämförelse med mindre projekt, ligger i total intjänad tid enligt den intervjuade. Det tar dock längre tid att projektera i BIM och för mindre, enklare projekt är det inte säkert att BIM leder till vinst i tid och pengar. Det skede där personen anser att BIM ger störst positiv effekt är i synnerhet projekteringsskedet i framför allt komplexa projekt, men BIM kan också vara till nytta vid planering i produktionsskedet.

Bilaga 10: Intervju med BIM- och datasamordnare i projekt Gula linjen

Den intervjuade har en högskoleutbildning som byggnadsingenjör och har under sin karriär dels arbetat med Geographic Information System (GIS) och därefter med BIM sedan sju till åtta år, bland annat inom projekt Slussen. Idag är arbetsrollen BIM- och datasamordnare för projekt Gula linjen. Någon utbildning i BIM-användandet har inte erhållits utan den intervjuade är självlärd.

I projekt Gula linjen benämns arbetssättet som BIM. Den intervjuade definierar begreppet BIM som att det är modeller innehållande information som kan användas i projektets alla skeden, från tidig projektering till förvaltning. Vidare ska informationen kunna hanteras på olika sätt och utnyttjas i de olika skedena. Personen jämför BIM med GIS och menar förenklat att BIM är som GIS fast i 3D.

Den intervjuade anser att 3D i sig är ett stort steg gentemot 2D-CAD och menar att det i Gula linjen inte hade varit möjligt att projektera utan 3D. I en jämförelse med endast 3D-modellering ser personen många fördelar med BIM. I projekteringsskedet nämns fördelen att det med BIM är lättare att hantera mängden data. Även att analysera data blir lättare vid till exempel kollisionskontroller som tydligare framgår, istället för att jämföra disciplinens olika 3D-modeller. För stora projekt med många modeller och mycket data blir det även lättare att organisera informationen. Den intervjuade utvecklar att information går att utnyttja dels i modellerna och dels direkt på modellfilerna genom till exempel namngivningen av dem. Ändringshistoriken är ytterligare en fördel med BIM i projekteringen som innebär att det är möjligt att synliggöra vad som justerats i modellen istället för att den som utfört ändringen måste meddela det, med risk för brist i kommunikation.

I jämförelse mellan BIM och traditionella 2D-ritningar anser den tillfrågade att det är lättare att förstå anläggningen med BIM, främst den geometriska biten. Även i samarbete med andra företag ökar förståelsen, bland annat för beställaren. Den intervjuade nämner även att projekteringen inte utnyttjar BIM:s fulla kapacitet eftersom mycket fokus fortfarande är på geometriska frågor som funktion och utrymme. Något motstånd kring BIM i branschen är däremot inget respondenten upplever.

Respondenten anser att den stora nyttan med BIM ligger i förvaltningsskedet och ser där en utmaning för förvaltarna men samtidigt en stor potential. Den intervjuade gör en jämförelse med GIS-sektorn där mycket handlar om just förvaltningen. Eftersom den branschen kommit längre gällande ett enhetligt format, menar personen att förvaltningen i den sektorn är enklare. För BIM finns det flera typer av format vilket leder till oklarheter i hur förvaltning ska ske på bästa sätt och vilka filer förvaltaren ska rikta in sig på som Industry Foundation Classes (IFC) eller originalfiler till exempel.

Gällande utmaningar med BIM nämner den intervjuade att om olika teknikområden använder olika programvaror kan det ställa till med problem i hantering av projekteringsverktyg.

Utbytet av filformat mellan olika program är en utmaning och personen nämner att IFC är ett bra alternativ, men har sina brister. Alla programvaror klarar inte av att hantera IFC-filer vid exportering eller länkning och det går att se problem i att information försvinner, till exempel långsträckta objekt från Tekla. Vidare ser personen en utmaning i att projektörerna ska se nyttan med att lägga in informationen på objektet men tillägger att de redan ser nyttan med att arbeta i 3D. Personen nämner även att det är en utmaning att modellera då det som modelleras måste

vara mer korrekt i jämförelse med ritningar där det mer eller mindre går att underlätta arbetet genom att undvika att rita ut alla detaljer. Det leder exempelvis till att Gula Linjen kan komma att kosta mer i projekteringen än om projektering skett i 2D, men personen tror det kommer leda till besparingar senare i produktionen. En helt korrekt jämförelse är dock svår att göra då en exakt likadan tunnelbana inte har projekterats i 2D-CAD.

Respondenten ser även en utmaning gällande hur leveransen från projektör till entreprenör ska ske på bästa sätt, vilket beror på vilken entreprenadform som väljs. I vissa fall ska endast en lösning föreslås för till exempel var en ventilationskanal ska gå, medan i andra entreprenadformer ska exakt dimension och placering anges. Det kan resultera i att projekteringen till en början sker väldigt noggrant och att information sedan får plockas bort på grund av att entreprenadformen anger det. I projekt Gula linjen har små delar börjat levereras och personen förklarar att de får gissa lite vad entreprenören vill ha och hur materialet ska presenteras för att det ska gå att bygga efter på bästa sätt, vilket är svårt då det kommer bero på vilken kunskap de entreprenörer som får jobbet besitter. Den intervjuade tror på samverkan och är övertygad om att ifall det är tydligt vad entreprenörerna vill ha kan projektörerna underlätta mycket för dem genom att leverera materialet på bästa sätt. Personen tror även på BIM-samordning hos entreprenören, antingen genom att konsulter lämnar över projektet eller att konsulterna följer med i produktionsskedet och arbetar tillsammans med entreprenören. Utöver BIM-samordnare ser personen kompetenta utsättare som nyckelpersoner. Har utsättarna kunskap i att plocka ut utsättningsdata från modeller kan leveransen ske modellbaserat, istället för att projektering sker i 3D men att ritningar sedan ändå plockas ut och levereras till entreprenör. I vissa fall kan det även resultera i att utsättarna i sin tur, utifrån ritningarna, bygger upp i 3D igen vilket resulterar i dubbelarbete då modell redan finns. Den intervjuade nämner även förvaltningsskedet som en utmaning gällande hur kodning ska ske när ingen kunskap finns om hur förvaltning kommer se ut om flera år.

Den intervjuades uppfattning är att BIM:s roll växt mycket de senaste åren, något som delvis beror på antalet stora projekt. Personen både tror och anser att BIM:s roll måste fortsätta växa. Påståendet förklaras med att 3D-projektering resulterar i att anläggningen optimeras mycket och exempelvis ett schakt, med massa rör och kanaler, kan tryckas ihop mer eftersom geometrin blir tydlig. I produktion måste installatörerna veta exakt var i schaktet ett rör till exempel ska placeras eftersom schaktet är så optimerat och de kan därmed inte placera det var som helst, vilket ibland fungerat tidigare. Den intervjuade menar att BIM-samordnare styr upp situationer som dessa på ett bra sätt.

För att BIM ska bli standard i branschen anser den intervjuade att juridiken dels måste falla på plats, det vill säga att hanteringen av olika entreprenadformer fungerar. Vidare anses förvaltningen vara nyckeln och personen menar att om drift och förvaltning kan sätta krav, riktlinjer och tydliga regler har branschen kommit långt. Någon typ av standardformat inom förvaltningen måste också tas fram. Kring frågan om BIM och standard i branschen diskuteras även nivån på BIM och i vilken utsträckning modeller ska användas. Respondenten tror inte att det i nuläget och en period framöver behöver vara modeller fullt ut då det blir för detaljerat samt tar för lång tid att utföra detaljerna. Istället kan en generalisering av modellen tillsammans med några detaljritningar, antingen i 2D eller 3D, som gäller för flera ställen framställas. Den intervjuade tror därmed inte att ritningar kommer att försvinna inom den närmsta tiden.

I projekt Gula Linjen kommer det finnas en kombination av ritningar och 3D-modeller som skiljer sig mellan disciplinerna. Entreprenörerna kommer att få använda 3D-modeller för att dels underlätta förståelsen av anläggningen samt till viss del bygga efter. Modellerna kommer

att kompletteras med ritningar för till exempel vissa detaljer. Inom elteknik nämner den intervjuade att många ritningar kommer produceras då dessa entreprenörer idag inte bedöms vara mogna nog att arbeta med modeller. Dock modelleras elstråk med plats för montering för att kunna användas vid samordning med andra discipliner, men inom just produktionen kommer ritningar finnas. För VA-systemet finns endast en ritning av en tvärsektion för hela sträckan som illustrerar hur fyllning ska läggas runt ledningen. Den intervjuade berättar att projektet har två olika typer av 3D-modeller, dels en byggmodell för varje disciplin och dels en samordningsmodell som redovisar hela projektet. Kombinationen av modeller och ritningar fungerar juridisk med ett dokument där det framkommer för vilka delar ritning respektive modell gäller. Ritningar och byggmodeller har samma status handlingsförteckningsmässigt medan samordningsmodeller har en lägre status och endast används för information.

En BIM-manual finns enligt den intervjuade i projektet. Personen utvecklar att beställaren har skapat en sådan, men att den är relativt enkel skriven och att det därmed även blir upp till dem som generalkonsulter att bidra med bra förslag. Inom företaget arbetar de internt med att försöka ha en enhetlig BIM-syn på projekten.

Varför projektet Gula linjen ansågs vara lämplig att arbeta modellbaserat anser den intervjuade vara en beställarfråga. Dock poängterar personen att även om beställaren inte hade efterfrågat ett BIM-projekt hade de valt att 3D-projektera oavsett. Vidare nämns att vissa discipliner möjligtvis inte hade arbetat med 3D i den utsträckningen som görs i projektet, men för samordningen hade 3D använts oavsett. Att beställaren inte alltid kräver BIM tror respondenten är en blandning av kompetens- och osäkerhetsfrågor. Vidare nämns att beställarna av större projekt kan vilja nå ut med vissa delar av projektet till många entreprenörer och därmed inte kan kräva stora BIM-organisationer för utförande av arbetet.

BIM-relaterade utmaningar som stötts på i projekt Gula linjen är, enligt den intervjuade, dels att det är många olika programvaror i projektet samt att BIM fortfarande är relativt nytt. Personen menar att det testas fram och att det ibland saknas kunskap i vad som ska göras samt hur detaljerad modellering och kodning av modellerna ska vara. Eftersom projektörerna inte vet hur entreprenörerna vill ha informationen presenterad är ramarna för projektet oklara. Det finns inga riktlinjer gällande detaljnivån på modellen utan den intervjuade berättar att det är upp till dem att presentera material till beställarna, så att de i sin tur kan fråga entreprenörerna om de kan bygga efter det. Detaljnivån varierar dels mellan olika discipliner, dels med vilken programvara som används samt för de enskilda projektörerna. Personen berättar att de i ett projekt samlas och beslutar om en nivå men att det i stora projekt ändå blir en viss skillnad på grund av att många parter är inblandade. Den intervjuade nämner att riktlinjer på detaljnivå är önskvärt, men att det inte existerar så vitt personen vet.

De stora programvaror som används i projekteringen är enligt respondenten Tekla, Revit, Civil 3D, MicroStation och AutoCAD. Den intervjuades uppfattning är att det är jobbigt med många programvaror samt att det skulle behövas ett gemensamt format som går att lita på. Vidare tror den intervjuade att IFC är lösningen men att det ännu inte är ett stabilt format och exemplifierar med att objekt tappas i Navisworks vilket medför det inte går att lita på programmet. Personen jämför med DWG-filer, det vill säga en ren AutoCAD-fil, som är stabil rent geometriskt och läsbar för alla, men att BIM-informationen då saknas.

Att det kommer nya versioner av programvaror under projektets gång är något den intervjuade anser kan vara ett problem. Ofta måste en mindre utredning utföras för att bedöma om en uppdatering ska ske, hur den nya versionen fungerar ihop med andra programvaror och om det

kan ställa till med problem gentemot beställaren. Personen nämner även att de internt kan ha programmerat in egna ”smarta funktioner” som nödvändigtvis inte längre fungerar när programvaran uppdateras.

I frågan gällande kunskapsnivån anser den intervjuade att en del absolut har tillräckligt kunskap medan andra förstår 3D men inte just BIM-delen. Personen nämner även att det är roligt att uppdragsledare använder och efterfrågar samordningsmodellen och menar att de inte klarar sig utan den. I den delen av projektet har kunskapen ökat mycket. För att personalen ska lära sig BIM erhålls kurser i exempelvis Navisworks, Solibri, Tekla och Revit. När nya medarbetare kommer in i projektet håller den intervjuade ibland en kortare kurs i till exempel Naivsworks. Det kan även hända att personen hjälper andra projekt, som företaget är inblandat i, att komma igång med BIM.

Den intervjuade upplever att arbetsrollerna på arbetsplatsen påverkats av BIM och exemplifierar med sin egen roll som BIM-samordnare. Personen menar att delaktigheten i projektet blir mycket större när BIM tillämpas jämfört med en ren datasamordnare i andra projekt och personen blir nu även en del av uppdragsledningen. De enskilda projektörerna får även ett samordningsansvar vilket kräver ett bredare tankesätt och att de inte enbart ser sina egna system. Granskningsrollen är något den intervjuade påpekar är en tillfällig risk eftersom de erfarna granskarna inte är vana att granska i 3D. Den intervjuade tror att 3D-granskare kommer bli en ny roll.

Avslutningsvis ser respondenten idag stora fördelar med att använda BIM i projekteringen samt för entreprenörerna inom vissa teknikområden. I framtiden är personen dock helt övertygad om att de största positiva effekterna kommer vara i drift och förvaltning, men i dagsläget befinner sig inte branschen där.