EXAMENSARBETE INOM TEKNIK,
GRUNDNIVÅ, 7,5 HP

STOCKHOLM, SVERIGE 2021

Byggnadsinformationsmodellering genom byggprocessen

KASPER KJAERGAARD

WILMER MOLIN

KTH
SKOLAN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNAD

Sammanfattning

Titel: Byggnadsinformationsmodellering genom byggprocessen

Författare: Kasper Kjaergaard & Wilmer Molin

Handledare: Hans Zetterholm

Examinator: Annika Gram

Bakgrund: Byggbranschen i Sverige är kluven. Behovet av bostadsbygge är stort men produktionen räcker inte till. Många faktorer påverkar produktionen av nya fastigheter. En av de mest väsentliga faktorerna till byggbranschens otillräckliga produktionsmöjligheter är branschens egna utveckling. Branschens utveckling har i stort sett varit stagnant i flera årtionden. Detta fram tills detta årtusende då digitaliseringen även har gjort entré inom byggsektorn. Flera digitala verktyg och arbetsmetoder har utvecklats för att effektivisera branschen. Bland de mest prominenta verktyg som gjort intåg på marknaden är BIM, building information modeling, byggnadsinformationsmodellering. Från att ha arbetat med fysiska ritningar har nu aktörer som projektörer och projektledare tillgång till digitala bygghandlingar. Bygghandlingar som innehåller betydligt mycket mer information som geometrisk och mängd baserad information kopplad till olika byggnadsdelar. BIM-modeller är i allra högsta grad en kraftigt bidragande faktor till både ökad effektivisering och digitalisering av branschen.

Syfte: Med detta examensarbete önskar vi identifiera konkreta användningsområden för BIM-modeller samt hur de används i branschen idag. Vi ämnar även identifiera förbättringsmöjligheter för användningen och implementeringen av BIM-modeller samt få svar på vilka utmaningar implementeringen och nyttjande av BIM-modeller i byggproduktionen står inför.

Metod: Till denna studie har djupintervjuer, egna observationer samt insamling av tidigare publicerad empiriska data utgjort grunden för metodval. De djupintervjuer som genomförts har varit med för arbetet högaktuella personer inom arbetslivet. Dessa djupintervjuer har gett oss en högaktuell nulägesbild av användandet av BIM-modeller.

Slutsatser: Digitaliseringen av byggbranschen medför stora förändringar i byggprocessen. Implementeringen av digitala verktyg och program har varit enorma steg för branschens utveckling. Arbetsmetoderna för varje steg i byggprocessen har utvecklats betydligt, och metoderna optimeras och effektiviseras konstant. BIMs inflytande på hur ett projekt genomförs, från start till slut, har otvivelaktigt förbättrat byggindustrin och möjligheterna med BIM innebär en fortsatt vidareutveckling.

Nyckelord: BIM, BIM-modell, 3D, 2D, 4D, 5D, BIM-samordnare, projektering, byggproduktion

Abstract

Title: Building information modeling throughout the construction process.

Authors: Kasper Kjaergaard & Wilmer Molin

Supervisors: Hans Zetterholm

Examiner: Eva Knutsson

Background: The construction industry in Sweden is divided. The need for housing construction is great, but the current production is insufficient. Many factors are affecting the production of new properties, both commercial and private. One of the most significant factors in the construction industry's insufficient production opportunities is the industry's own development. The development of the industry has largely been stagnant for several decades. This has been ongoing until this millenium, when digitalisation has also made an entrance in the construction sector. Several digital tools and working methods have been developed to streamline the industry. Among the most prominent tools that have entered the market are BIM, building information modeling. From having worked with physical blueprints and drawings, actors such as planners and project managers now have access to digital construction documents. Construction documents that contain much more information such as geometric and quantity of based information linked to different building parts. BIM models are to a very high degree a major contributing factor to both increased efficiency and digitalisation of the industry.

Purpose: With this thesis, we want to identify concrete areas of use for BIM models and how they are used in the industry today. We also intend to identify opportunities to improve the use and implementation of BIM models and get answers to what challenges the implementation and practice of BIM models the production faces.

Method: For this study, in-depth interviews, own observations and gathering of previously published empirical data have formed the basis for method choices. The in-depth interviews that have been conducted have involved highly relevant people who use BIM in their working life. These in-depth interviews have given us a highly up-to-date picture of what the use of BIM models mean and look like.

Conclusion: The digitalisation of the construction industry entails major changes in the construction process. The implementation of digital tools and programs has been a huge step in the industry's development. The working methods for each step in the construction process have developed significantly, and the methods are constantly optimized and streamlined. BIM's influence on how a project is carried out, from start to finish, has undoubtedly improved the construction industry and the possibilities with BIM undoubtedly mean a further development.

Keywords: BIM, BIM-model, 3D, 2D, 4D, 5D, BIM-coordinator, projecting, construction production

Ordlista

BIM:	Building information modeling, byggnadsinformationsmodellering
BIM- modell:	Objektbaserad 3D Modell med parametrar innehållande datainformation
2D:	2 Dimensionell
BIM 4D:	Visualisering av tiden, montageordning
BIM 5D:	Kostnadsestimering och mängdavtagning
BIM- Samordnare:	Model manager, modell-chef
Projektering:	Utrednings- och förberedelsearbeten
Byggproduktion:	Uppförande av byggnader
MAP:	Centralt kalkylsystem inom NCC

Förord

Som avslutning på vår akademiska utbildning på Kungliga Tekniska Högskolan har detta examensarbete tagits fram. Valet av ämne föll sig naturligt då intresset för effektivt byggande är stort. Innebörden och konsekvenserna av en effektiv byggprocess påverkar otroligt många parter varför effektiviseringsmöjligheter bör ligga i hela byggbranschens intresse. Ett bra redskap för en ökad effektivitet är framtagningen och användandet av BIM-modeller vilka erbjuder en rad möjligheter.

Examensarbetet har utförts med hjälp av djupintervjuer med bland annat projektchef Patrik Lindkvist på Peab Bygg Region Öst, Visby. Utöver djupintervjuer har empirisk data inhämtats från tidigare utförda studier om BIM-modellens användningsområden, utmaningar, för- och nackdelar etcetera.

Innehållsförteckning

1.0 INLEDNING 1

1.1 Bakgrund 1
1.2 Mål 2
1.3 Frågeställning 2
1.4 Metod 3
1.5 Avgränsningar 3

2.0 TEORETISK REFERENSRAM 3

2.1 Byggprocessens skeden 3
2.1.1 Idé och programskedet 3
2.1.2 Projekteringsskedet 4
2.1.3 Produktionsskedet 4
2.1.4 Förvaltningsskedet 4
2.2 Möjligheter med BIM 5

3.0 SAMORDNING 6

3.1 Byggsamordnare 6
3.2 Installationssamordnare 7
3.3 Samordningsmöten 7
3.4 Byggmöten 7
3.5 Tekniska hjälpmedel och mjukvara 8

4.0 BIM UNDER BYGGPROCESSENS SKEDEN 10

4.1 BIM under projektering 10
4.1 BIM under produktion 11
4.2 BIM under Förvaltning 12

5.0 MÄNGDNING MED BIM GENTEMOT TRADITIONELL KALKYLERING 14

5.1 Mängdning 14
5.2 Traditionell mängdning 14
5.2.1 MAP-system 14
5.3 Mängdning med BIM 15
5.3.1 Mängdning med BIM – studie 16
5.3.2 Mängdning med BIM - fördelar & nackdelar 16
5.3.3 Mängdning med BIM – resultat 17

6.0 INTERVJUER 17

6.1 Intervju med projekt- och projekteringschef Patrik Lindkvist, Peab 17
6.2 Intervju med blockchef och platschef Markus Molin, Peab 21

7.0 UTMANINGARNA MED BIM 21

7.1 IFC - ett standardiserat filformat 22
7.2 Tidigare identifierade risker & möjligheter 23
7.3 För studien nya identifierade risker & möjligheter 24

8.0 RESULTAT 25

8.1 Projektering & produktion 25
8.2 Förvaltningen 27
8.3 Förbättringsmöjligheter för BIM i produktionsskedet 28
8.4 SWOT-analys 29

9.0 SLUTSATS OCH FRAMTIDA STUDIER 29
10.0 REFERENSER 31
10.1 TRYCKTA KÄLLOR 31
10.2 RAPPORTER OCH UPPSATSER 31
10.3 DIGITALA KÄLLOR 32

1.0 Inledning

Building Information Modeling (BIM) kan beskrivas som en banbrytande teknik för hela byggbranschen och alla byggprocessens stadier. BIM har möjliggjort enorma kostnadsbesparingar, ökad effektivitet och gett möjlighet att genomföra nya konstruktioner som tänjt på tidigare gränser för vad som varit möjligt. Det råder inga tvivel om att BIM drivit på utvecklingen av byggbranschen, men vilka utmaningar står BIM inför, vad finns det för nackdelar med BIM och hur används BIM konkret idag?

1.1 Bakgrund

I skrivande stund kan byggbranschen i Sverige beskrivas som kluven. Behovet av bostadsbyggande finns men nyproduktionen har trots detta stött på en nedgång. Kreditregleringar för privatpersoner och banker är en av de faktorer som bidragit till det dämpande bostadsbyggandet. I kontrast till bostadsbyggandet står den offentligt finansierade sektorn med transportinfrastruktur där järnvägar, vägar, offentliga anläggningar och lokaler som skolor och förskolor ingår. En av byggbranschens största utmaningar idag är dess kompetensförsörjning och behov av ökad produktivitet genom effektivisering och digitalisering. Byggbranschen präglas idag av stora pensionsavgångar som skall täckas upp av yngre generationer med nya kompetenser och erfarenheter. Det sker med andra ord ett omfattande generationsskifte i branschen. Ett generationsskifte som kommer föra med sig nya arbetsmetoder, digitala verktyg, inställningar till digitalt arbete med mera (Damberg, UC 2019).

Som ett led i effektiviseringen och digitaliseringen av byggbranschen har BIM-modeller gjort sitt intåg på marknaden. Den digitala utvecklingen inom byggbranschen går snabbt framåt. För att från början endast ha jobbat med fysiska handgjorda ritningar kunde projektörer övergå till CAD, Computer Aided Design, vilket möjliggjorde digitalt skapade ritningar. Utvecklingen därifrån har resulterat i BIM, Building Information Modeling, vilket väldigt förenklat kan beskrivas som ett digitalt lego där varje legobit representerar en eller flera byggnadsdelar. Sammansättningen av modellens byggnadsdelar skapar en 3D-modell där varje byggnadsdel har en rad parametrar kopplade till sig. Bland annat finns geometriska data, mängdförteckningar och littera kopplad till byggnadsdelen. BIM-modeller är i allra högsta grad en kraftigt bidragande faktor till både ökad effektivisering och digitalisering av branschen. En BIM-modell är ett utmärkt verktyg när geometriska mängder skall plockas fram för att optimera allt från inköp till logistik och planering.

I takt med att inställningen och kompetensen kring framtagning och nyttjande av BIM-modeller ökar kan detta vara till stor hjälp och fördel för byggandet (Magicad, 2021).

Den information som lagras i BIM-modellen är allt från visualiseringen av hela byggprojektet ner på detaljnivå för enstaka installationskomponenter. Ett av BIM-modellens viktigaste syften är att möjliggöra och förenkla visualiseringen av byggprojektet för alla inblandade. Att flera parter arbetar i samma fil och har tillgång till samma information skapar ett tydligt informationsflöde vilket bidrar till minskad risk för kommunikationsfel (Granroth, 2011).

BIM-modeller bidrar bland annat till ökad effektivisering, visualisering, simulering och samordning av byggprojektet. BIM-modellen skapar även ett digitalt fotavtryck innehållandes stora mängder nyttig information om byggnadens konstruktion etcetera, vilket är till stor nytta för dess förvaltning (Granroth, 2011).

1.2 Mål

Med detta examensarbete ämnar vi identifiera konkreta användningsområden för BIM-modeller i byggbranschen idag samt identifiera förbättringsmöjligheter för användningen och implementeringen av BIM-modeller. Utöver detta önskar vi finna svar på vilka utmaningar implementeringen och nyttjande av BIM-modeller i byggproduktionen står inför.

1.3 Frågeställning

- Hur används BIM-modeller under respektive skede i byggprocessen?
- Finns det särskilt lämpliga projekt för framtagning och användning av BIM-modeller? Vad kännetecknar i så fall dessa projekt?
- Finns det förbättringsmöjligheter för användningen av BIM-modeller i produktionsskedet?
- Vilka utmaningar står användningen av BIM-modeller för?

1.4 Metod

Till denna studie har djupintervjuer, egna observationer samt insamling av tidigare publicerad empiriska data utgjort grunden för metodval. De djupintervjuer som genomförts har varit med för arbetet högaktuella personer inom arbetslivet. Intervjuobjekten har gedigen erfarenhet av att arbete med BIM-modeller under flertalet av byggprocessens skeden. Dessa djupintervjuer har gett oss en högaktuell nulägesbild av användandet av BIM-modeller. Inför varje intervju togs individuellt anpassade frågor fram baserade på personens yrkesroll, erfarenheter och kunskaper.

1.5 Avgränsningar

Detta examensarbete har främst genomförts med avgränsning på det praktiska användandet av BIM-modeller i verkligheten. Examensarbetet berör även arbetet med framtagningen av BIM-modeller. Fokus ligger på konkreta användningsområden samt potentiella förbättringar.

2.0 Teoretisk referensram

I detta kapitel presenteras och redogörs de teorier och begrepp som ligger till grund för studien. Övergripande kan byggprocessen delas upp och beskrivas i fyra olika skeden. Dessa skeden presenteras i texten nedan.

2.1 Byggprocessens skeden

2.1.1 Idé och programskedet

Under idé och programskedet identifierar man behoven för byggprojektet. Efter att behoven identifierats ska man undersöka projektets möjligheter vilket inkluderar att utreda vad detaljplanen tillåter och inte, vad det finns för ekonomiska medel att tillgå, vad beställaren ställer för miljökrav etcetera. Fokus under idé och programskedet är att skapa sig en idé om hur byggprojektet ska se ut. Förslag på utformning och gestaltning lämnas över till projektörer som jobbar vidare med det materialet (Nordstrand, 2008).

2.1.2 Projekteringsskedet

Under projekteringsskedet hamnar projektet i händerna på projektörerna, till exempel arkitekt, konstruktör, VVS-ingenjör, brandingenjör, elingenjör etcetera. Dessa jobbar vidare med projektet och skall ta fram en gestaltning, systemhandlingar och till sist bygghandlingar. Projektörerna skall fastslå byggnadens utseende både invändigt och utvändigt, konstruktion, ytskikt, placering av fönster och dörrar, fast inredning, tekniska system och dess placeringar etcetera skall även fastslås. Projektörerna bestämmer vilka byggnadsmaterial som ska användas samt i viss mån vilka byggtekniker som skall användas (Nordstrand, 2008).

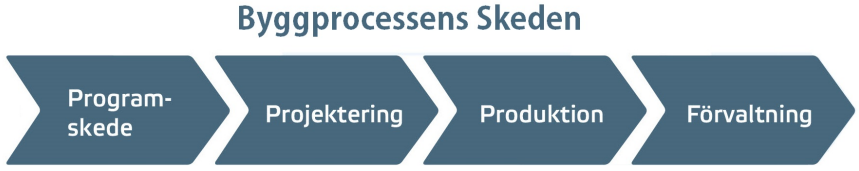
- Gestaltningen leder till förslagshandlingar
- Systemutformning leder till systemhandlingar
- Detaljutformning leder till bygghandlingar

2.1.3 Produktionsskedet

När bygghandlingarna är framtagna av projektörerna, typ av entreprenadform är vald och entreprenörer är upphandlade kan produktionsskedet påbörjas. Under detta skede tar projektet sin fysiska form. Produktionsskedet inleds med en etablering av entreprenaden, därefter påbörjas produktionen av projektet. Efter avslutad produktion med godkänd kontrollplan och slutbesiktning samt avlagt slutsamråd med byggnadsnämnden kan entreprenörerna påbörja sin avetablering. Efter avslutat produktionsskede påbörjas förvaltningsskedet samtidigt som entreprenadens garantitid om fem år påbörjas (Nordstrand, 2008).

2.1.4 Förvaltningsskedet

Efter avslutad produktion lämnas byggnaden eller anläggningen över till sin ägare som då inleder det längsta skedet – förvaltningsskedet. Förvaltningsskedet inkluderar underhåll och drift av byggnaden och/eller anläggningen. Vid stora entreprenader är detta ansvar inte ovanligt att beställaren lägger över på ett förvaltningsföretag (Nordstrand, 2008).



Figur 1, *Byggprocessens Skeden (Egen bild)*

2.2 Möjligheter med BIM

Under 2010 genomfördes en förstudie med syfte att ta reda på var man tror sig se störst fördelar med BIM under produktionsskedet. Förstudien genomfördes av SBUF, AF Bygg, NVS, Peab, Skanska, Sveriges Byggindustrier och Veidekke. Under en workshop där samtliga genomförande parter deltog fick deltagarna fritt tänkte på de fördelar de ansåg att BIM bringade till produktionsskedet. resultatet redovisas nedan (Skanska, 2010):

- Visualisering
- Mängdavtagning
- Planering
- Samordning/Kollisionskontroller
- Arbetsberedning
- Tydligare kommunikation
- Utsättning
- Bygget kan delas upp utefter produktionen
- APD-plan (Arbetsplatsdisposition)
- Enklare att optimera
- Bättre kalkylunderlag
- Försäljning
- Förebygga produktionsstörningar
- Informationen kan delas i realtid
- Prissättning
- Resursplanering
- Bättre helhetsförståelse
- Tydligare avstämningar
- Enklare hantering av ÄTA (Ändrings och tilläggsarbeten)
- Materialspecifikationer
- Samlad information

3.0 Samordning

Samordning är att koordinera (Boverket, 2013). Att samordna är att koordinera olika typer av aktiviteter/händelser som ska ske i till exempel ett projekt. Samordnarens funktion är att skapa en gemensam förståelse mellan flera enheter genom att koordinera dem för att arbeta tillsammans mot samma mål.

Inom byggprocessen är samordning ett av de viktigaste verktyg som finns till hand. Byggsamordning existerar under flera av byggprocessens olika skeden, det berör bland annat Installationer, kvalitetssäkring och resurshantering (Persson, 2012). För att ett byggprojekt ska lyckas krävs att alla inblandade yrkesgrupper arbetar tillsammans mot samma mål (Boverket, 2013). Entreprenader vill alltid uppnå god samordning för att på ett så smidigt och kostnadseffektivt sätt driva sina respektive projektet till slut. Samordningens primära roll inom byggnadsentreprenader är att förebygga fel i byggskedet genom att vara med från projektets start, projekteringsskedet, ända fram tills projektets avslut då fastighetens verksamhet tas i bruk.

3.1 Byggsamordnare

Inom byggprojekt existerar samordning på många olika fronter av projektets gång. Entreprenader med endast en samordnare finns inte. Samordning finns på en entreprenads alla olika fronter. Arbetsmiljösamordning är bland de allra vanligaste typer av samordning som kan hittas på en byggarbetsplats. Bland arbetsmiljösamordningen hittas BAS-P som är byggmiljösamordnare för projekteringsskedet av byggprojektet. Deras övergripande roll är att hitta och identifiera olika typer av risker som kan förekomma under byggnadsarbetet samt att förebygga dem med hjälp av planering. Den andra typen är BAS-U, byggmiljösamordnare för utförandet, deras roll som samordnare involverar säkerhetsrisken under produktionsskedet. De ska alltid finnas på plats, tjänsten som BAS-U delegeras alltid till en behörig på bygget, vanligtvis är det platschefen och arbetsledaren som tillsammans arbetar för att förhindra olyckor samt för att förbättra arbetsmiljön även fast det brukar vara platschefen som ensam bär ansvaret för strävan mot en trygg byggarbetsmiljö (Arbetsmiljöverket, 2015).

3.2 Installationssamordnare

För utförandet av entreprenader krävs som tidigare sagt mycket samordning. Speciellt när det kommer till alla olika Installationer som ska installeras i byggnaden. De flesta installationsarbeten pågår hand i hand med att byggnaden tar form. Många av montörerna delar samma arbetsyta under installationsarbetet. Vatten, ventilation och el ritas och byggs på trånga svårarbetade ytor vilket skapar problem när flera yrkesgrupper ska arbeta på samma plats. Därför är det viktigt att samordna alla installationsarbetena för att undvika stillestånd. Därför existerar rollen som installationssamordnare vars uppdrag går ut på att så smidigt, effektivt och tidsbesparande koordinera alla arbeten som berör installationer. Installationssamordnare deltar aktivt genom hela projektets gång, ända från projekteringen fram tills att projektet avslutas. Under projekteringen agerar installationssamordnaren som ett slags uppslagsverk för bygghandlingarna och har där som arbete att granska alla de olika handlingarna för att se till att de respektive underentreprenadernas arbete kan fortlöpa utan att hinder uppstår eller att de krockar med varandra (Byggledarskap, 2014).

3.3 Samordningsmöten

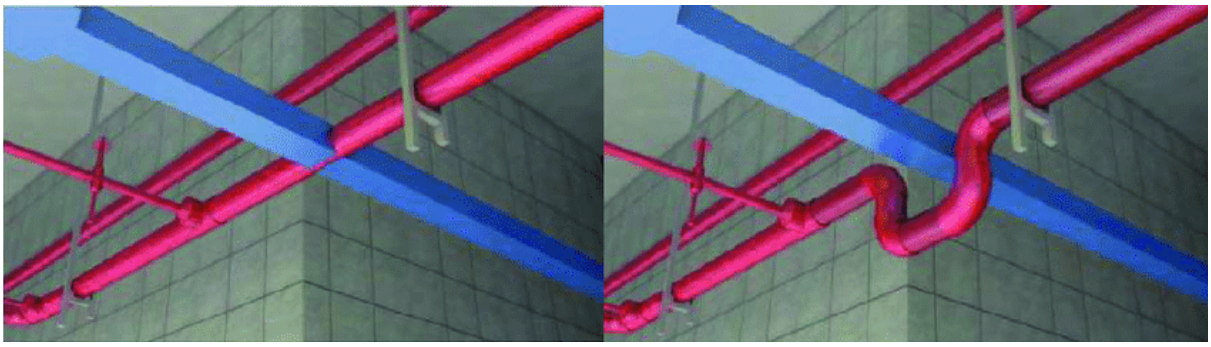
För att effektivt samordna på en byggarbetsplats krävs det konstant utbyte av information. Denna information berör byggarbetsplatsen och vilka typer av arbeten som ska bedrivas. Samordningsmöten är det bästa verktyg en samordnare har till sitt förfogande. På samordningsmöten deltar arbetsledningen tillsammans med de olika yrkesarbetarnas "lagbasar" ledande figurer för att tillsammans upprätta löpande planer för projektet. Dessa planer omdiskuteras kontinuerligt under byggarbetets gång för att uppdatera dem med väsentlig information. Yrkesgrupper som målare, snickarnas lagbas, elektriker, rörmokare mm. deltar på dessa möten. Dessa möten hålls kontinuerligt, oftast varannan vecka (SBUF, 2019).

3.4 Byggmöten

Byggmöten är bland de mest vanligt förekommande typerna av samordningsmöten som sker ute på en byggarbetsplats. Där samlas olika intressenter för projektet, arbetsledningen, beställare, projektchef, konsulter mm. Målet för dessa möten är varierande beroende på vilken aktör man frågar. Det kan till exempel vara att skapa en helhetsbild av produktionen och hur arbetet fortskrider. Men för arbetsledningen och samordningen är målet oftast att samordna produktionsaktiviteterna. Ämnen som berör direkta produktionsarbeten tas upp och diskuteras för att på bästa möjliga sätt undvika krockar samt för att planera kommande händelser (Törnros, 2016).

3.5 Tekniska hjälpmedel och mjukvara

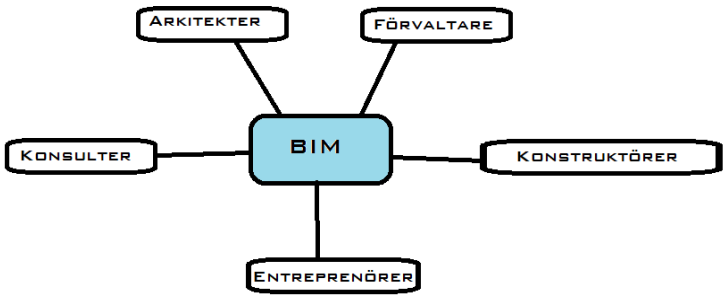
Tekniska framsteg för byggindustrin innebär att flera arbeten underlättas via digitalisering. Bland dem är samordnaren, som med hjälp av mjukvara som CAD, computer aided design, enklare kan granska och revidera ritningarna (Autodesk, 2021). Dessa CAD-ritningar förekommer i flera olika format, de kommer som traditionella utarbetande 2D-ritningar samt även som renderade 3D-modeller. Vanligare idag är BIM-modeller, steget efter CAD. BIM-modellens förmåga att lagra data i ytterligare dimensioner ger programmet förmågan att lagra mer information på färre handlingar. Parametrar läggs till i modellen som kan beskriva flera olika komplexa byggnadsdelar och innehålla information som till exempel material, volym, yta, installations parametrar som luftflöde, ljusstyrka mm. Kortfattat kan en BIM-modell lagra och redovisa information om olika system som ska implementeras. BIM-modellerna underlättar samordning arbetena markant genom att förse de involverade med mer lättillgänglig information. Det är primärt Installationssamordnare som drar störst nytta av BIM-modeller. Möjligheten att virtuellt kunna granska alla installationer och dess dragningar och mycket snabbare kunna upptäcka fel och krockar gör BIM-modeller i samordnings sammanhanget till ett mycket bättre alternativ än det traditionella arbetet med fysiska pappersritningar som endast visar två dimensioner. Ett vanligt problem som uppstår i bygghandlingar är installationen som krockar. Figur 2 illustrerar hur en sådan krock kan se ut i en BIM modell samt hur problemet löses via modifieringar i ritningen (Debok, 2014).



Figur 2. *VVS-ledning som krockar i stålbalk samt lösning via omdragning (Researchgate)*

Ett annat program som underlättar samordningen är Sitecon som är ett planeringsverktyg utvecklat av det finska företaget Elecosoft. Programmet är till för att skapa och planera aktiviteter med avseende på resursstyrning. Med Sitecon finns möjligheten att sammanlänka flera olika aktiviteter med varandra. Denna funktion används primärt för att förhindra att aktiviteter glöms bort på grund av ändringar i andra aktiviteter (Elecosoft, 2021).

BIM används för att synkronisera projektering och produktion genom att skapa och använda BIM-modeller för simulering och visualisering av olika delar under byggprocessens gång. Även tidsplaneringar, beräkningar och kalkyler kan utföras med BIM **(**Autodesk, 2016**)**. Genom att samla all information på ett ställe förkortar man kommunikationsvägarna genom att tilldela alla parter åtkomsten till all information om projektet. Det som möjliggör användandet av BIM modeller är att alla ändringar och revideringar som genomförs av projekterings kontoret direkt uppdateras och blir synliga av alla i BIM modellen. Detta informationsflödet ser till att bygghandlingarna som tilldelats respektive parter alltid är uppdaterade. Virtuella 3D-modeller underlättar även för samordningsmöten då modellen kan användas för att illustrera och belysa olika konstruktionslösningar på ett enklare sätt. Figur 3 nedan redovisar kopplingar mellan BIM-modellen och projektets medverkande aktörer.



Figur 3. Kopplingar mellan BIM och byggprojektets aktörer (Egen bild)

Eftersom kompetenskraven är så pass höga när det kommer till arbete med BIM krävs det kvalificerade aktörer som ansvarar för samordningen för arbetet med BIM som verktyg. PIO, Project-Information-Officer är personen som ansvarar för kvaliteten och samordningen av projektets informationsmodeller. Många konsulter specialiserar sig i denna typ av arbete. Ett annat namn för en PIO, är Tekniksamordnare (Tyrens, 2016).

4.0 BIM under byggprocessens skeden

4.1 BIM under projektering

Användandet av BIM-modeller har under de senaste decennierna ökat markant. Det har funnits en ljus framtidstro om att BIM skall kunna bidra till effektivisering och utveckling av byggbranschen och alla dess stadier (Eastman, 1992 & Olofsson m fl, 2008). Användandet av BIM har bringat fördelar till byggprocessen och mest påtagliga har dessa varit för projekteringsskedet. Den samordning och möjlighet att förutse krockar gällande installationsarbeten har effektiviserat projekteringens arbete enormt mycket. Detta spiller även över på efterföljande produktionsskede. Desto bättre projektering desto bättre förutsättningar för en effektiv och väl genomförd produktion (Jongeling, 2008 & SBUF, 2010).

Även om BIM-modellering har fått ett stadigt fotfäste om byggbranschen finns det som inledningen av examensarbetet nämner även motstridiga krafter till användningen av BIM-modeller. Dessa negativa syner och inställningar till BIM-modeller grundar sig ofta i brist på erfarenhet samt trygghet i det som redan behärskas. Vanliga argument mot användningen av BIM-modeller är att kostnaden för framtagningen ej överväger nyttan. Denna bakgrund har gjort att ett av de främsta användningsområdena för BIM-modeller har varit och är kollisionstester då fördelarna i form av kostnadsbesparingar är tydligt mätbara där (Linderoth, 2013). Projektörerna har idag kapaciteten att bygga in mer information i BIM-modellerna än vad som vanligen görs, dock har efterfrågan på ytterligare information från produktionssidan varit låg då projekten inte kunnat se de ekonomiska fördelarna med den ökade mängden information. Man vill helt enkelt se tydliga bevis på kostnadsbesparingar innan BIM-modeller implementeras (Skanska, 2010).

Det finns helt klart ett glapp mellan möjligheterna med BIM-modellerna och hur de faktiskt används. Projektörerna har främst tidsbesparingar som motivator för att arbeta strukturerat och använda BIM istället för traditionell projektering utan koppling till byggnadsdelar, mängder och koder. Att efterlämna sig en bra produkt väger även tungt. För produktionsskedet ligger dock de främsta argumentet för användning av BIM-modeller i en ökad kontroll samt tydlig visualisering (Linderoth, 2013).

4.1 BIM under produktion

Som nämnt ovan bringar BIM-modeller stor nytta till produktionsskedet genom att öka kontrollen, förenkla tidsplanering och inköp samt möjliggöra en förbättrad och tydligare visualisering av arbetes gång. Med hjälp av BIM-modeller går det enklare att se fram i tiden vad som komma skall och planera för dessa arbetsmoment. En vanligt förekommande arbetsuppgift för platsledningen under produktionsskedet är att hålla i och genomföra arbetsberedningar vilket är sammankomster med berörda discipliner inför uppstarten av ett nytt och/eller omfattande arbetsmoment. Under arbetsberedningen gås arbetsmomenten igenom, man refererar till tidigare projekt med likartade arbetsmoment och tar med sig erfarenheter från dessa. Vid arbetsberedningar är visualisering med hjälp av en BIM-modell ett mycket uppskattat verktyg från samtliga discipliner. Platsledningen använder även med fördel BIM-modellen för att visualisera olika delmål och underlätta den interna kommunikationen under projektets gång. Med en bättre och tydligare visualisering samt god kommunikation kan fel, missförstånd och feltolkningar förhindras ute på bygget (Skanska, 2010).

Innan produktionsskedet påbörjas har byggprocessen gått igenom anbudsskedet där det bolag som kommer genomföra produktionen lämnat in sitt anbud och vunnit projektet. Som tidigare nämnt strävar projektörer efter att efterlämna en så bra projektering som möjligt vilket användningen av BIM bidrar till. En bra projektering med utkomst av en BIM-modell ger även byggbolagen en mycket bra grund att ta fram sina anbud på. Anbud delvis eller helt gjorda utifrån BIM-modellen som grund tenderar att bli ännu bättre och mer precisa än anbud baserade på traditionella 2D-ritningar (Skanska, 2010). Inställningen till användandet av BIM-modeller i produktionsskedet är idag positiv även om förbättringsmöjligheter föreligger. Till exempel är information om byggelements vikter, hur stomdelar skall stagas upp, lyftöglor och typ av stroppar till prefabelement samt simulering av lyft funktioner som skulle underlätta produktionsskedet (Linderoth, 2013). Användningen av BIM-modeller har inte bara lett till en effektivare byggproduktion i form av färre installationskrockar, även mängden ändrings- och tilläggsarbeten har minskat till följd av en mer precis projektering. Mängden byggnadstekniska problem som löses på plats har även de minskat i antalet vilket lett till en effektivare produktion. BIM-modeller skapar en tydlighet vilket ger mindre utrymme för tolkning än en traditionell 2D-ritning (Linderoth, 2013).

För att förbättra implementeringen och övergången av BIM-modellen mellan projekteringsskedet och produktionsskedet kan byggproduktionens platsledning utökas med en roll som BIM-samordnare. BIM-samordnaren bör vara med under hela projekteringsskedet och fungera som en länk mellan projekteringen och produktionen. BIM-samordnaren är sedan med fördel med under

produktionsskedet. Detta kan motverka de problem som uppstår när projekteringschefen lämnar över projektet till projektchef eller platschef som ej varit med under projekteringen. Detta leder ofta till att BIM-modellens fulla kapacitet inte nyttjas fullt ut eftersom projektchef och/eller platschef inte är lika insatta i BIM-modellen som projekteringsledaren (Skanska, 2010).

4.2 BIM under Förvaltning

BIM förenklar förvaltningen. En artikel av byggdialogerna har intervjuat Falu kommun om deras mångmiljonsatsning på att skapa relevanta BIM modeller av fastigheter, primärt äldre fastigheter, för att underlätta kommande förvaltning.

Förr i tiden när en färdig fastighet lämnades över till beställaren medföljde mängder med pärmar innehållande information om byggnaden (Wennermark, 2019). Ventilation, el konstruktionslösningar, material mm redogörs i dessa pärmar, allt som krävs för att förvalta byggnaden. Den digitala utvecklingen har sedan länge varit kapabel att lagra all denna information digitalt. specifikt på en BIM-modell, som kan innehålla all tidigare nämnd information samt mycket mer.

Kommunen har år 2013 startat projektet för en mångmiljon investering att med hjälp av fysiska mätningar utförda med moderna mätinstrument återskapa kommunens alla byggnader som virtuella 3D modeller. Anledningen till denna satsning enligt dem är förvaltningskostnaderna som medföljer när äldre byggnader som saknar kompletta underlag som ritningar, tekniska beskrivningar och Installationer ska underhållas. “Större delen av Falu kommuns fastighetsbestånd är byggt för länge sedan, och informationen om de husen finns därmed i pärmar och ibland i ett huvud. Eller inte alls, vilket är ett större problem.” Deras arbete pågår därför att steg för steg scanna, fotografera och modellera alla byggnader. Totalt har Falu kommun som mål att uppdatera informationen för 300 000 kvadratmeter skolor, äldreboenden, förskolor, idrottsanläggningar, kontorshus med mera. 2018, 5 år efter att de satte igång har de hittills “scannat och kartlagt” över 60 000 kvadratmeter och skapat individuella BIM modeller för respektive byggnadskonstruktion.’

Deras primära argument för denna satsning av kommunens resurser, är att i längden, spara in på tid, pengar och arbete för kommande förvaltningsarbeten.

Fakta:

- BIM-modelleringen av Falu kommuns fastigheter startade 2013. Ombyggnadsprojekt har prioriterats.
- Av den totala ytan 300 000 kvm var 150 000 kvm scannade i slutet av 2018. Av dem hade 63 000 kvm modellerats.
- Modelleringstakten är 60 000 kvm per person och år, vilket betyder att i slutet av 2018 återstår fyra års arbete om allt ska modelleras.
- Kostnaden för scanning beräknas till 15 kr/kvm. sammantaget 300 000 kvm blir det 9 miljoner kronor. Dock har man sänkt ambitionen med 100 000 kvm vilket betyder att den totala kostnaden stannar på 6 miljoner kronor, utslaget på cirka 8 år.
- Besparingarna är svårare att beräkna exakt. Men om 40 driftingenjörer - genom att titta i modellen istället för att åka ut och besiktiga på plats - kan man minska bilåkandet med 20 km per person och dag skulle det ge en besparing på 4 miljoner kronor per år.

(Wennermark, 2019).

Resultaten från denna satsning har stor potential beroende på resultatet att bana väg för fler kommuner att göra samma sak. Detta kommer nästan oundvikligt att skapa en enorm efterfrågan på BIM och alla dess olika aktörer. Sammanfattningsvis om man redan på bara ett år kan spara in fyra av de sex miljoner kronor som spenderats på detta projekt innebär det enorma besparingar i framtiden.

5.0 Mängdning med BIM gentemot traditionell kalkylering

5.1 Mängdning

Mängdning av material är en stor faktor som påverkar projektets slutgiltiga kostnad. Mängdning av byggmaterial sker i flera skeden, först och främst av en anbudsingenjör som räknar på kostnaden på ett projekt. Därefter under produktionsskedet är det arbetsledaren som tar över och beställer in mängderna med material som krävs för det specifika arbetsmoment som skall genomföras.

5.2 Traditionell mängdning

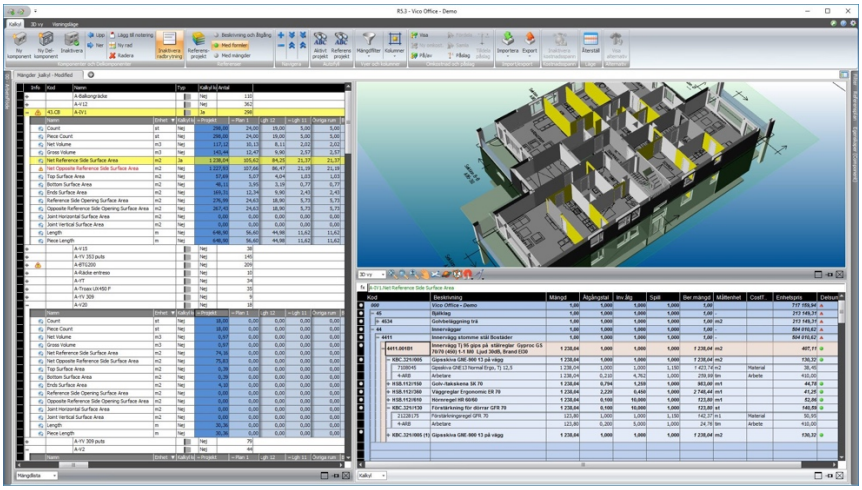
Traditionell mängdning sker primärt med manuella beräkningar som genomförs med färdigställda bygghandlingar som underlag i form av olika 2D-ritningar. Beställaren räknar då med miniräknare, papper och penna fram det material som kommer användas för att konstruera en byggnadskomponent eller ett större byggnadsskede. Det traditionella mängdning systemet som är vanligast inom byggsektorn är en tidskrävande process med många mätnings och beräkningsfel. Ett exempel på en traditionell mängdavtagningsmetod är hur företaget NCC arbetar med ämnet. Med en anbudskalkyl samt en produktionskalkyl skapas kalkylerna halvmanuellt genom att mata in data från ritningar som skala fram mått och sedan beräkna datamängd i kalkylprogrammet MAP.

5.2.1 MAP-system

MAP-system, som är ett standardiserat centralt kalkylsystem.
Data uppdateras ständigt i MAP-system för att skapa en gemensam standard för alla byggprojekt. Systemet används primärt som en standard för att eliminera potentiella dubbelarbeten, där flera aktörer räknar på samma moment fler gånger än nödvändigt, gällande aktuell information från projekteringsskedet. MAP-systemet innehåller RECEPT, mallar med information för olika byggnadsdelars materialmängdning samt baspriser, som konstant uppdateras, för kostnadsberäkningar efter nya avtal.

5.3 Mängdning med BIM

Framtagande av mängder från en BIM modell är en relativt ny teknik för framtagning av mängdning kalkyler. Ett krav för att mängda med en BIM modell är tillgängligheten av en parametrisk 3D modell. Modellen kan ha olika detaljnivåer. Ett exempel på en sådan modell är en modell framställt i programmet Revit 3D, ett program som används flitigt inom projekteringsskedet av ett byggnadsprojekt. Programmet är parametriskt vilket tillåter användning av flera olika parametrar såsom vikt, volym, färg osv. Det finns även parametrar som beskriver andra legala kontrakt och handlingar, till exempel ett projekts särskilda garantitid. Alternativ för Revit är program som iLink och Vivo Office, dessa är inga modelleringsprogram utan används för att exportera data från en modell relaterade mängdning. Processen för att hämta ut information om mängder i Revit är smidigt och tidseffektivt. Man markerar de byggdelar/byggdelen som man vill mänga, så kan man utvinna information om dess mått, volym samt strukturella sammansättning. Man sammanställer dem sedan i en "schedule" som är en typ av dokument som kan framställas i programmet. Man exporterar sedan schemat man skapat och bearbetar mängderna därefter.



Figur 4, mängdning med BIM (Nordic BIM)

Möjligheten att direkt kunna genomföra mängdavtagning via en BIM modell är något man hoppas och tror starkt på när det kommer till framtidens användning av BIM. I dagens läge sker mängdavtagning i flera utav byggprojektets skeden, Den första mängdavatagning som genomförs är av en kalkylator, anbudsingenjör, som räknar på anbudet som kräver en materialåtgång för att få fram priset. Därefter sker mängdavtagning ute på produktionen av arbetsledningen som mängder och beställer in material löpande för byggets olika arbetsmoment (Skanska, 2010).

5.3.1 Mängdning med BIM – studie

En studie som genomfördes av studenter på Chalmers Universitet gällande mängdningen för betongvalv för ett projekt som genomfördes i Göteborg kom fram till flera relativa slutsatser gällande traditionell mängdning och mängdning med en BIM modell. De har i sin studie intervjuat flera arbetsledare och ingenjörer inom byggsektorn gällande metoder, fördelar och nackdelar för de olika mängdningsalternativen. De gick igenom följesedlar och projektdagboken, och skapade sedan en egen mängdning kalkyl med BIM modellen som framställdes för projektet och jämförde den verkliga mängden beställt material, den teoretiska BIM modellens mängdning och jämförde den med den verkliga åtgången av betong för projektet. Deras resultat anses av dem som icke tillräcklig då de endast studerade ett projekt samt att många av de handlingarna de hade tillgång till saknade tillräcklig information. Resultatet av deras studie var att mängdning med BIM modeller sparar både tid och material (Moayedzadeh, 2012). Bägge med direkt anknytning till projektets slutkostnad. Mängdning med traditionell metod hade en spillfaktor på 1,97%, 68m3 betong av 3440 m3 beställdes till bygget men användes aldrig. Spillfaktorn för mängdning med BIM räknades fram till 1,2%, en skillnad på 0,79%.

För att sätta denna siffra i perspektiv kan kostnaden som hade kunnat undvikas om projektets mängdningsprocess beräknas.

Traditionell metod och teoretisk kostnad på 1500 kr per kubikmeter betong ger oss en totalkostnad på 3440 * 1,0197 * 1500 = 5 261 652 kr

Mängdning med BIM modell ger oss 3440 * 1,012 * 1500 = 5 221 920 kr
Skillnaden i priset är 39 732 kr.

Med denna studie och våran kortfattade beräkning kan det snabbt tydas en betydlig prisdifferens, speciellt med tanke på att denna beräkning endast förhåller sig till de betongvalv som gjöt under projektets gång, och inte allt material. Denna beräkning inkluderar inte heller den insparade arbetstids åtgången för arbetsberedningen.

5.3.2 Mängdning med BIM - fördelar & nackdelar

sammanfattningsvis är mängdning med BIM ett betydligt mycket bättre alternativ än den traditionella metoden som primärt används på byggarbetsplatser i hela Sverige. Men kostnaden

avgör inte allt, kompetensen som krävs för att använda sig utav BIM modeller är ett krav för att i överhuvudtaget kunna mängda med programmet. Men med initiativ från de ledande entreprenörerna kan standarden i Sveriges byggbransch ändras, vilket i breda drag kommer minska spillet inom byggindustrin och därmed den omfattande klimatpåverkan som industrin har på världen.

5.3.3 Mängdning med BIM – resultat

Byggindustrin ligger långt bakom i utvecklingen gentemot andra industrier, speciellt när det kommer till arbeten man sedan länge kunnat genomföra digitalt. Mängdning med en BIM-modell är mycket bättre alternativ än den traditionella metoden. Tidsåtgång för osäkra kalkyleringar och materialsvinn minskar, vilket i slutändan sänker den slutgiltiga kostnaden på projektet. Nackdelarna med BIM modeller är en saknad kompetens hos arbetsledare och byggarbetare. Men med fortsatt digitalisering och implementation av BIM modeller kan detta sluta vara ett problem.

6.0 Intervjuer

Under datainsamling processen för detta examensarbete har vi gemensamt genomfört intervjuer med personal på byggföretaget PEAB. Vi har ställt anpassade frågor angående BIM och hur deras erfarenheter med programmet och diverse modeller har påverkat projektets sammanfattade totala arbete. Personerna vi har intervjuat har alla olika mycket erfarenhet och egna personliga upplevelser med arbetsmetoden. Deras yrkesroller har varierat till en viss mån. Intervjuerna har bedrivits löpande med detta arbete, och en stor del nyttig information har samlats upp. Nedan kommer en sammanfattande redovisning av några utav de intervjuer som genomförts.

6.1 Intervju med projekt- och projekteringschef Patrik Lindkvist, Peab

Intervju med projektchef och projekteringschef Patrik Lindkvist, Peab Sverige AB, 2021-05-11

Patrik Lindkvist arbetar som projekt-och projekteringschef på Peab Sverige AB region öst, Gotland. Patrik har mångårig erfarenhet från byggbranschen och gedigna kunskaper om framtagning, implementering och användning av BIM-modeller. För tillfället arbetar Patrik med

projekt Brf Ordboken vilket är en nyproduktion av 60 lägenheter fördelat över ett lamellhus och två punkthus, 2 affärslokaler, p-däck under jord och innergård med swimmingpool och pergolas. Projekteringen beskriver Patrik som mycket installationsrik. På installationssidan av projekteringen står Bravida med discipliner för VVS, el och ventilation som underentreprenör till Peab.

Projekteringen för aktuellt projekt har resulterat i en BIM-modell som används flitigt under pågående byggproduktion. Patrik beskriver att de största fördelarna under produktionsskedet ligger i den planering som BIM-modellen möjliggör. En BIM-modell beskriver Patrik som ett av de bästa hjälpmedlen man kan ha för upprättning av tidplan, gjutscheman, leveranstidplan, maskinplan, resursplan etcetera. "Tack vare BIM-modellen går det smidigt att se framåt i tiden och planera för kommande moment. Då man på ett enkelt sätt kan se in i framtiden går det att lägga upp leveranser av material som måste finnas på plats för utförande av olika moment. Det går att planera hur mycket resurser som behöver finnas på plats. Man ser med andra ord de problem som kan uppstå framåt i tiden. Allt detta resulterar i en bra samordning, smidig logistik, mindre risk för irrationellt arbete och en bättre ekonomi för projektet".

Figur 5, inspirationsbild över projekt Brf Ordboken, Visby. (Svensk Fastighetsförmedling)

På frågan vilken den främsta fördelen med användning av en BIM-modell under produktionsskedet är svarade Patrik entydigt att planeringen är den främsta fördelen. Vidare berättade Patrik att BIM-modellen är till mycket stor nytta vid arbetsberedningar inför uppstart av ett nytt arbetsmoment. "BIM-modellen hjälper hantverkarna och/eller installatörerna att visualisera arbetsmomentet vilket gör att problem som kan uppstå enklare upptäcks i tid och går i många fall att förhindra. Att ha med en 3D-bild som visar slutresultatet på arbetsberedningen gör

också att berörda yrkesdiscipliner enklare har något att börja samtala och diskutera kring. BIM-modellen fungerar med andra ord lite som en isbrytare. Utöver detta är BIM-modellen utmärkt att använda för att visualisera delmål för projektet. Genom att endast ha de byggnadsdelar som skall vara klara enligt uppsatt mål synliga i BIM-modellen ger det en tydlig bild över vad som skall vara klart och till när. Detta brukar få hantverkare och installatörer att börja tänka och planera vilket i majoriteten av fallen resulterar i kloka och bra idéer".

Det finns dock inte enbart fördelar med användningen av BIM-modeller, en stor riskfaktor som flertalet gånger resulterat i fel är att BIM-modellen många gånger inte visar aktuella bygghandlingar berättar Patrik. "Det finns flertalet exempel då man byggt efter BIM-modellen och det visade sig inte vara den inte varit uppdaterad enligt de senaste bygghandlingarna vilket resulterat i kostsamma fel att åtgärda. Denna problematik finns även med traditionella 2D-ritningar men där är det dock enklare att upptäcka vilken stämpling handlingen har samt dess datum. För ett otränat öga är det svårt att se vilken version BIM-modellen är och vilka handlingar den är baserad på". Ytterligare en nackdel menar Patrik är att det inte finns någon projektör som tar på sig ansvaret för de mängder som uppges och ritas in i BIM-modellen. När byggföretaget gör sin anbudskalkyl utifrån den modell som finns att tillgå då eller när byggföretaget använder BIM-modellen för att mängda upp material för inköp under byggproduktionen och dessa mängder inte stämmer överens med de verkliga mängderna får byggföretaget stå det kastet. Detta gör att vissa tenderar att bli skeptiska till att använda de mängder som finns att tillgå i BIM-modellen. "Det finns dock tendenser på marknaden om att detta är på väg att ändras till att någon part av projekteringen skall ta på sig ansvaret för de mängder som uppges, alternativt att ett externt företag går in och står som garant för de mängder som finns angivna i BIM-modellen".

På frågan hur installatörernas syn på användningen av Bim-modeller är svarar Patrik "att det skiljer sig väldigt mycket mellan Gotland och till exempel Stockholm. Här på Gotland upplever jag att installatörerna inte har kommit så långt i användningen av BIM-modeller som kring Stockholm. Installatörerna som vi arbetar med arbetar inte så självständigt med BIM-modellen som man kunde önska". Detta har troligen att göra med installatörernas arbetsledning, om inte kunskap och intresse för användning av BIM-modeller finns hos arbetsledningen förs det mes stor sannolikhet sällan över till installatörerna.

Vi ställde även frågan hur projekteringen har skilt sig åt från det att BIM introducerades i branschen mot hur projekteringen gick till innan. "Den absolut största skillnaden mellan projekteringen idag och hur den gick till och såg ut för ca. 10 - 15 år sedan är installationssamordningen som blivit otroligt mycket mer effektiv tack vare BIM. Installationssamordningen går idag betydligt smidigare, det blir färre fel och det går att få ihop mer komplicerade produkter än tidigare. Allt detta leder även till en stor kostnadsbesparing i både tid, verktyg och material. Tack vare den simulering som BIM möjliggör går det att konstruera betydligt mer komplexa byggnader och byggnadsdelar eftersom mycket går att förutse och testas i datorn". Patrik berättade om ett byggprojekt av en stor idrottshall där taket har extremt många olika höjder, vinklar och böjar. Takkonstruktionen är av stål där varje takstol fick tillverkas för hand av en smed. Patrik menar att utan den BIM modell som togs fram för projektet hade det varit näst intill omöjligt för konstruktören att få ihop konstruktionen. "Hade konstruktören endast använt sig av platta ritningar är jag mycket tveksam till om vi hade fått ihop konstruktionen". Projektet med idrottshallen avslutades för cirka tio år sedan och Patrik berättar att under detta projekt var BIM verkligen i sin linda. Innan dess var det inte ovanligt att installationskrockar upptäcktes genom att fysiskt lägga olika discipliners handlingar över varandra på ett ljusbord för att se om och i så fall vart installationer kolliderade med varandra.

Patrik berättar vidare att sedan filformatet IFC blev branschstandard har projekteringen med hjälp av BIM verkligen tagit fart. "Detta har möjliggjort en enormt mycket mer effektiv samordning under projekteringen, data har i mindre utsträckning gått förlorad än tidigare olika filformat skapats från olika datorprogram vilket resulterat i dataförluster. Den projektering som skett till detta projekt har tagits fram från en rad olika datorprogram som till exempel Revit, ArchiCAD och MagiCAD. Branschen har mycket att tacka filformatet IFC för".

Avslutningsvis berättar Patrik att även om framtagningen av en BIM-modell är kostsam behöver det inte resultera i en dyrare projektering än om projekteringen hade skett utan BIM. Detta för att projekteringen blir långt mycket mer effektiv och att kommunikationen förbättras avsevärt. Detta leder till färre arbetstimmar för projektörerna, bättre samordning projektörerna emellan samt färre tillbakagångar vilket i slutändan ger en bättre produkt än projektering utan BIM samt inte nödvändigtvis en dyrare projektering.

6.2 Intervju med blockchef och platschef Markus Molin, Peab

Intervju med blockchef och platschef Markus Molin, Peab Sverige AB, 2021-05-12

Markus arbetar som blockchef och platschef på Peab Sverige AB region öst. Markus berättar att han ofta håller i arbetsberedningar och att ett av hans främsta verktyg för att visualisera och kommunicera önskat slutresultat är att visualisera direkt i BIM-modellen alternativt att göra utdrag ur BIM-modellen.

Gällande fördelarna med att arbeta med en BIM-modell i projektet svarar Markus mycket likt Patrik. Markus tar även han upp planeringen som främsta användningsområde för BIM-modellen. "Att kunna se helheten av slutprodukten gör det mycket smidigt att planera och tydligt kunna se potentiella problem vid val av arbetsgång och metodval. Om vi börjar med att enkla väggformen till betongväggarna utifrån och in från plattan stöter vi på problem då vi inte kan fästa stödbenen och tvärstagen i någonting samtidigt som platsbrist för dubbning, utsättning och montering av ursparningar blir konsekvensen. Sådan typ av problematik är mycket enklare att se i 3D kontra 2D".

På frågan om det finns några byggprojekt som BIM-modeller passar bättre än andra svarar Markus att "BIM-modeller nästan uteslutande används till nyproduktionsprojekt då det är mycket svårt att använda på ROT-projekt (renovering, tillbyggnad och ombyggnad). Om en BIM-modell skall tas fram för ett ROT-projekt behöver byggnaden inventeras för att BIM-modellen ska kunna byggas upp och efterlikna befintlig byggnad. Detta är i praktiken en väldigt stor utmaning då mycket av konstruktionen kan vara dold och tidigare handlingar och underlag kan vara bristfälligt utförda eller bevarade. Dessutom kan det vara pågående verksamhet i byggnaden under projekteringen när BIM-modellen tas fram vilket hindrar en inventering".

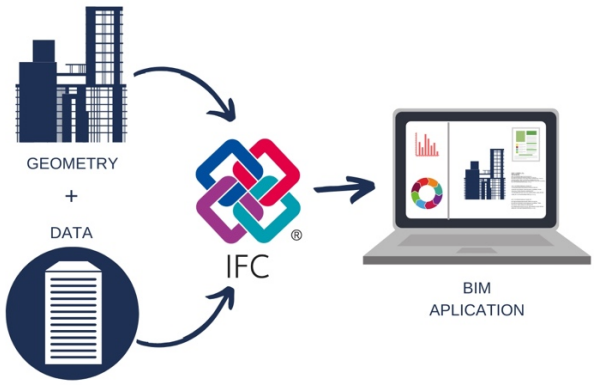
7.0 Utmaningarna med BIM

Användandet och implementeringen av BIM-modeller i byggbranschen står tveklöst inför en rad utmaningar. Ett av de främsta hindren att ta sig över är den förutfattade meningen att BIM-projektering tar mer tid än traditionell projektering i 2D samt att kostnaden för projekteringen då blir för hög mot dess nytta. Det finns med andra ord en viss skepsis mot framtagningen av BIM-modeller. Resultat visar dock på att den extra tid som läggs ner vid BIM-projektering kontra 2D-

projektering betalar av sig flera gånger om framåt i byggprojektet. Denna skepsis är dock inget unikt för just BIM-modeller och byggbranschen utan gäller generellt när ny teknik och information samt nya arbetssätt introduceras. Det tar tid innan teorin har hunnit möta praktiken på bred front och då kunna ge den nya tekniken ett stadigt grepp om branschen (Linderoth, 2013).

7.1 IFC - ett standardiserat filformat

Implementering och användning av BIM-modeller står även inför utmaningar gällande teknik, juridik och ledarskapsmässiga utmaningar. Dessa utmaningar är inte heller unika för just BIM-modellering utan kan ses som vanligt förekommande när det gäller introduktion av ny informationsteknik. Ett tydligt exempel på teknisk utmaning är kompabilitetssvårigheter mellan olika programvaror vilket kan leda till utelämnande av information beroende på vilket program användaren öppnar BIM-modellen i för att antingen projektera i eller enbart titta (Linderoth, 2013). De program som projektörerna projekterar i måste kunna tala med varandra för att projekteringsprocessen ska kunna bli effektiv. Ytterligare problem uppstår då konstruktionsprogrammen inte använder samma filformat som visualiseringsprogrammen. Byggbranschen har under lång tid arbetat med att hitta en gemensam standard för filformat för BIM-modellerna för både konstruktion och visualisering. Idag används oftast filformatet IFC, Industry Foundation Classes vilket har rått bot på stora delar av beskriven problematik (Skanska m.fl., 2010). Vidare finns förhoppningar och tro på att negativa förutfattade meningar om framtagning, implementering och användning av BIM-modeller kommer tyna bort i takt med att tekniken möter praktiken. Gällande implementering av BIM-modeller finns en stor fördel att implementeringen kan ske stegvis, applikation för applikation. Detta underlättar chanserna att direkt se nyttan av en applikation, till exempel applikationen för kollisionskontroll för installationerna (Linderoth, 2013).



Figur 6, användningsområde för filformatet IFC (Bimcorner)

7.2 Tidigare identifierade risker & möjligheter

Den projektgrupp som 2010 utförde förstudien om var man tror sig se störst fördelar med BIM under produktionsskedet identifierade även en rad olika risker vilka också kan beskrivas som möjligheter enligt nedan:

- Hög investeringskostnad för nya programvaror och kraftfulla datorer.
- Ökade projekteringskostnader.
- Integrationen mellan olika aktörers programvaror kan vara komplicerad.
- Bristande datorvana ute på arbetsplatserna gör att det krävs en högre användarvänlighet i programmen än vad som finns idag.
- Kan vara sårbart. Det kan låta bra och verka enkelt men i verkligheten är det programvaror som kan innehålla buggar.
- Överarbetade och därmed kostsamma modeller.
- Integration med befintliga programvaror för t.ex. planering och kalkyl.

Som kommentar till detta kan vi konstatera att projekteringskostnaderna ska öka om man jämför med traditionell 2D-projektering. I många fall blir dock kostnaden för projekteringen lägre tack vare ett mer rationellt och effektivt projekteringsarbete. I de fall kostnaden blev högre än 2D-projektering kan det dock i slutänden av projektet istället vara en stor kostnadsbesparing då man till exempel kunnat göra noggrannare anbud och budgetar samtidigt som man haft en mer effektiv produktion.

Överarbetade modeller är även de en risk som slår hårdast på kostnaden för projekteringen och därmed på projektets ekonomi. För att möta denna risk samt risken att BIM-modellens fulla kapacitet inte nyttjas kan arbetsrollen som BIM-samordnare vara en god lösning.

Resterande risker kvarstår och bör som entreprenör beaktas. Till listan ovan kan adderas:

- Risk och kostsamt att bygga efter BIM-modellen om den ej är uppdaterad enligt aktuella handlingar.
- De mängder som finns att hämta från BIM-modellen kan skilja mot verkliga mängder - ingen extern part som tar ansvar för mängderna i BIM-modellen.

7.3 För studien nya identifierade risker & möjligheter

En av de stora fördelarna med BIM-modellering är idag att det är kostnadsbesparande för projektet. Dock ligger ofta kostnadsfokus på enbart enskilda aktörer vilket bör skiftas till att se kostnadsbesparingarna för hela projektet (Dehlin och Olofsson, 2008 (Linderoth)). Detta blir extra viktigt då varje disciplin inom byggbranschen idag är starkt fokuserad på att optimera sina egna åtaganden utan att ta hänsyn till hela byggprocessens intressen (Love m.fl. 1998 (Linderoth)). En utveckling av BIM-modellen i 3D, som idag är fullt möjligt, är att koppla modellen till en tidplan och en budget vilket gör BIM-modellen till 5D. Detta för att få ytterligare kontroll och möjlighet att genomföra ännu bättre planering vilket i slutändan kan resultera i ett bättre resultat både ekonomiskt och kvalitetsmässigt (Skanska, 2010).

Ett stort och viktigt användningsområde för BIM-modeller för produktionssidan både under anbuds- och produktionsskedet är att mängda upp inköp av material. En viss problematik kring detta kan uppstå ifall hämtade mängder inte skulle stämma. Projektörer tenderar idag att inte vilja ta något ansvar för de mängder som går att hämta från en BIM-modell. Skulle fel mängder finnas i BIM-modellen riskerar byggföretaget att dra på sig oönskade problem. Detta skapar även ett visst motstånd till att våga använda BIM-modellen som underlag för mängdning inför inköp eller anbud då ingen går i god för uppgivna mängder i modellen.

Ytterligare en utmaning kopplad till BIM-modeller som byggbranschen står inför är att se till att det inte byggs efter en inaktuell modell, alltså en modell baserad på inaktuella handlingar. Denna utmaning gäller även 2D-ritningar vilka dock är något enklare att se hur och när de är stämplade. Allt detta för att undvika att produktionen blir fel vilket i sin tur innebär tillkommande kostnader, tillbakagångar och eventuella förseningar.

8.0 Resultat

Digitaliseringen av byggbranschen medför stora förändringar i byggprocessen. Implementeringen av digitala verktyg och program har varit enorma steg för branschens utveckling. Arbetsmetoderna för varje steg i byggprocessen har utvecklats betydligt, och metoderna optimeras och effektiviseras konstant. BIM:s inflytande på hur ett projekt genomförs, från start till slut, har otvivelaktigt förbättrat byggindustrin och möjligheterna med BIM innebär en fortsatt vidareutveckling.

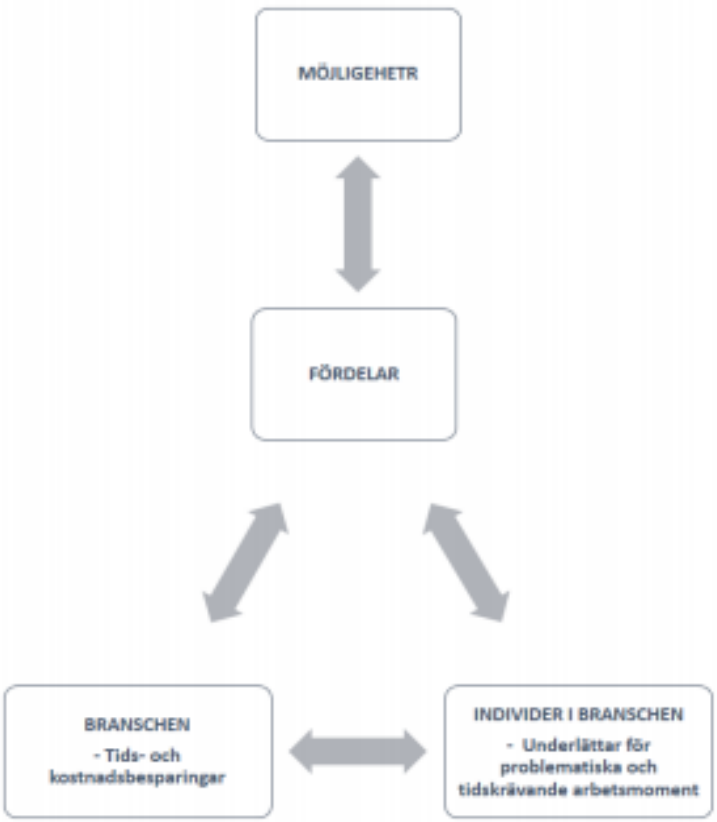
- Hur används BIM-modeller under respektive skede i byggprocessen?

8.1 Projektering & produktion

Fördelarna och möjligheterna med BIM är kanske mest påtagliga inom projekteringsstadiet. En av de största fördelarna är den samordning både kring installationer och projekteringen som helhet. Kommunikationen mellan projektörer har förändrats radikalt till det bättre tack vare BIM. Kommunikationen har blivit långt mycket mer effektiv tack vare att projektörerna arbetar i samma fil men på olika håll med olika områden. Behovet av samtal, e-mail och fysiska möten har minskat, även mängden fel, tillbakagångar och omarbeten har minskat jämfört med projektering i 2D. Det finns dock de som menar att projektering med BIM leder till för höga kostnader vilka inte överväger nyttan. Denna negativa syn på BIM kan delvis förklaras av att man är van vid det man redan behärskar vilket i detta fall är projektering i 2D. Att nyttan för framtagningen av en BIM-modell inte skulle överväga kostnaden kan i vissa fall vara helt felaktigt. Tvärtom kan kostnaden för framtagningen av en BIM-modell bli billigare än full projektering i 2D då samordningen som BIM möjliggör innebär att projektörerna kan behöva lägga ner färre antal arbetstimmar.

Tack vare införandet av filformatet IFC som branschstandard har projekteringen med BIM kunnat öka i stor takt då detta möjliggjort för projektörerna att arbeta i olika datorprogram. IFC-filerna har inte bara underlättat arbetet under projekteringsskedet utan även under produktionsskedet. Möjligheterna med BIM under produktionsskedet är många och inkluderar bland annat förbättrad mängdning och framtagning av anbud, mer precisa tidplaner, ökad kontroll, förbättrad visualisering och planering. BIM-modellen fungerar som ett bra hjälpmedel för att kunna sätta upp konkreta mål och på ett tydligt sätt visualisera detta till yrkesarbetarna. BIM-modellen är ett vanligt förekommande hjälpmedel för att underlätta framtagning av anbud, inköp av material och genomförandet av arbetsberedningar. Tack vare BIM-modellen kan man under produktionsskedet

enklare se framtida hinder och svårigheter varpå BIM-modellen underlättar mycket av den planering som skall göras under produktionsskedet. Denna planering innefattar bland annat upprättandet av tidplaner, resursplaner, maskinplaner, inköpsplaner, leveranstidplaner, arbetsmiljöplaner etcetera. BIM-modeller har med andra ord gjort produktionsskedet mer effektivt då man i större utsträckning kan undvika installationskrockar, ändring och tilläggsjobb, tillbakagångar samt få en avsevärt förbättrad planering av projektets alla olika delar och områden. Inställningen till användning av BIM-modeller under produktionsskedet är idag övergripande positiv även om en BIM-samordnare i många fall ytterligare skulle förbättra användningen av BIM-modellen. För att öka användningen av BIM-modeller ytterligare under produktionsskedet bör den tekniska kompetensen höjas. Detta hinder blir dock allt mindre och mindre i takt med de stora pensionsavgångar som branschen präglas av idag vilka i stor utsträckning ersätts av yngre arbetskraft med högre datorvana och kunskaper.



Figur 7. Möjligheter med digitalisering (Sandahl, L & Sernemyr, L)

8.2 Förvaltningen

Förvaltning av fastigheter har dragit stor nytta av virtuella digitala bygghandlingar. Bland dem som drar störst nytta av en BIM modell är Arbetsordningen. Detta för att tekniker och ingenjörer inte behöver åka ut på plats för att skapa en uppfattning av situationen, utan kan istället via en virtuell 3D modell av byggnaden se över diverse installationer och konstruktionslösningar för lösningar på potentiella underhållsarbeten och problem. Enligt Falu kommun är det primärt transportkostnader som utgör den stora kapitala besparingen. Enligt kommunens beräkning sparar man årligen in 4 miljoner kronor enbart på transportkostnader. Deras beräkning baseras på att 40 driftingenjörer som istället för att åka 20km för att besöka fastigheten på plats istället kan granska BIM-modeller virtuellt utan att behöva göra ett besök. Sammanfattningsvis, utav alla faktorer som påverkar förvaltningsarbetet av en fastighet eller konstruktion är BIM-modellernas starkaste egenskap att kunna presentera tillförlitlig information om byggnaden. Därmed sparar man in tid, både genom att undvika besök till fastigheten samt att det förberedande arbetet förkortas markant genom att med BIM-modellens parametrar kunna detaljerad förklara alla konstruktionsdelar som installationer och deras egna värden och parametrar.

BIM och dess funktioner har en direkt påverkan på det återkommande förvaltningsarbetet. Så pass mycket att det i längden skulle vara värt att återskapa alla ritningar för kommunägda fastigheter som virtuella BIM-modeller. Med deras satsning på 6 miljoner kronor för att kartlägga och modellera 300 000 kvadratmeter yta sparar de på redan 18 månader in kostnaden för modellerandet, och därefter 4 miljoner kronor per år. Denna besparing är enbart baserad på besök kostnader och utesluter besparingar av potentiell arbetstid som går åt för att förbereda arbeten, resursbesparingar är svår att räkna på då varje unik fastighet skiljer sig åt för mycket. Kan arbetstiden förkortas minskar även kostnaden för konsulter och drifttekniker.

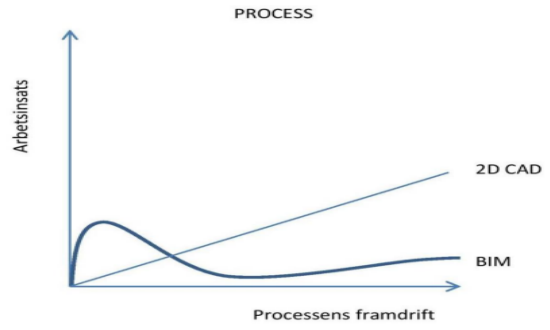
Användningsområdet för BIM-modeller är idag främst inriktat mot nyproduktion eftersom man vet vad som byggs in i byggnaden och har möjlighet att till mycket stor utsträckning spegla verkligheten med BIM-modellen. Användningen av BIM-modeller för ROT-projekt är möjligt men har svårigheten att veta vad som finns inbyggt i befintliga byggnader. Att inventera och efterlikna är möjligt men i många fall försvåras eller förhindras man av pågående verksamhet i byggnaden. Det finns också en risk med att bygga BIM-modellen utifrån gamla handlingar då ändringar kan ha gjorts efter tidigare byggnation. BIM-modellers främsta användningsområde är med andra ord nyproduktion. Man kan utgå från tumregeln att ju mer komplicerat och omfattande

ett byggprojekt är desto större är nyttan av att projektera med BIM samt att ta fram en BIM-modell.

8.3 Förbättringsmöjligheter för BIM i produktionsskedet

Användandet av BIM modeller i produktionen är fortfarande en mycket precisions baserad process. För att arbetet ska fortskrida utan problem krävs det att alla delaktiga aktörer alltid har de senaste uppdaterade bygghandlingarna till hands. Detta är och kommer fortsätta vara ett återkommande problem, att arbetsledning och yrkesarbetare arbetar efter uppdaterade ritningar vilket skapar problem som ÄTA-arbeten. En faktor till varför det ibland byggs med ritningar som ej fått sin revidering tillämpad beror mycket på kommunikation mellan aktörerna. Men skulden kan ej läggas på kommunikationsproblem då BIM som mjukvara och arbetsmetod existerar för att eliminera överflödig kommunikation. För att detta problem ska kunna åtgärdas, se till att alla har reviderade handlingar, krävs det ett bättre mjukvarusystem som tvingar alla enheter med tillgång till ritningarna att konstant söka på databasen efter nyare uppdaterade handlingar. Ett alternativ för att lösa detta är att skapa en standardisering om hur arbetet med BIM handlingar ska gå till, antingen genom implementering av ny mjukvara för datorprogrammen eller skapandet av ny standardiserad mjukvara.

De höga kompetenskraven är även en anledning till att implementeringen av BIM, speciellt i produktionsskedet inte pågår felfritt. Förslagsvis för att motverka kompetensbrist ute på arbetsplatsen kan entreprenader sätta krav på involverade om att läsa kurser om arbete med BIM. Kostnaden av att utbilda en arbetskraft kan anses som hög, men som med alla lästa utbildningar ökar kompetensen hos arbetskraften. Vilket har som effekt att skapa en mer värdefull arbetskraft vilket resulterar i mindre fel under produktionen vilket påverkar produktionshastigheten och projektets slutgiltiga prislapp. Skillnaden mellan användning av 2D och Cad ritningar mellan BIM i byggprocessen i figur 5.



Figur 8. Skillnaden i arbetsinsats vid användning av BIM jämfört med för 2D CAD (Wallin)

8.4 SWOT-analys

Resultatet går att sammanställa i en SWOT-analys vilket tar upp BIMs styrkor, svagheter, möjligheter och hot.

S: effektiviserar byggprocessen, mer precis projektering på grund av välarbetade handlingar, smidigare byggproduktion, planeringsverktyg, nya typer av konstruktioner.
W: tekniskt svårt att använda, höga kompetenskrav, svårt att se vilka handlingar modellen baseras på.
O: oändliga utvecklingsmöjligheter genom implementering av nya funktioner, tänjer på gränser för vad som är tekniskt möjligt att bygga.
T: kan vara dyrt för entreprenörer att byta från det traditionella sättet att arbeta på, trygg med äldre sätt att projektera på, mindre användning av BIM-samordnare.

9.0 Slutsats och framtida studier

Hade det inte varit för den mänskliga faktorn hade BIM varit värdelöst då man på ett lika kostnadseffektivt sätt hade kunnat uppnå samma produktionshastighet och kostnader med de mer traditionella 2D bygghandlingar som är vanligast idag. Hade det inte varit för människan hade BIM som verktyg och hjälpmedel varit helt bortkastade pengar. Hursomhelst så är ingen perfekt och det är just därför BIM fungerar så pass bra som det gör. Att effektivt kunna identifiera kommande problem genom analyser av bygghandlingar, planering och direkta mängdavtagningar med rätt material, tillbehör och verktyg för varje arbetsmoment har som texten redovisar en stark koppling till bättre billigare resultat av färdigställda projekt. Att arbeta med BIM är ett arbete i sig, men kommer man över den tröskeln kan hela byggprocessen effektiviseras. Idag med de höga kompetenskraven på arbetsledningen gällande byggnader och konstruktionslösningar skapar en extremt stor efterfrågan på erfarna arbetare, men med en förankrad kompetens i BIM kan potentiella problem identifieras långt innan de problemen blir väsentliga i förhållande till tidsplanen. Arbetsledningen blir därmed informerad i god tid, vilket i sin tur leder till att ledningen med goda tidsmarginaler kan läsa på om problemet och därefter planera hur de ska förhålla sig till problemet. Kompetens med BIM kan överväga en spridd kompetens i bygg. Kortfattat kan man säga att möjligheterna med BIM är otroligt stora, likaså BIM som ämne att bedriva studier och undersökning på. Under arbetets gång har flertalet spår på vidarestudier identifierats vilka presenteras nedan.

- Konkret jämföra kostnaden för projektering i 2D kontra projektering i BIM
- BIM ur ett hållbarhetsperspektiv - kan BIM göra ett byggprojekt mer miljövänligt? Minimera antal transporter, byggfel, resursplanering, maskinplanering etcetera.
- Hur skiljer sig användningen av BIM-modeller olika länder emellan?
- Hur påverkar en BIM-modell arbetsmiljön på ett byggprojekt?
- Beställarens syn på BIM - hur ser den ut?
- Hur ser framtidens användningsområden ut för BIM-modeller?

När vi reflekterar över vårt arbete och hur vi har gått tillväga har vi nu med möjligheten att vara efterkloka insett att mycket fler källor med matnyttig information och data gällande BIM hade bättre besvarat några utav våra frågor. En utav våra tidigaste frågeställningar som vi tyvärr fick ta bort var "vad är kostnaderna för framtagning av en BIM-modell". En ytterst komplex fråga vi kastade bort mycket dyrbar tid på att forska i, men svaret på denna fråga är alltför komplex för att enkelt kunna sammanfatta i siffror. Storlek, komplexitet, typ av installationer mm är bara några av de hundratals faktorer som dikterar priset. Frågor som denna och djupstudier i särskilda frågor är svåra att besvara på så kort tidsintervall som vi har haft. Istället, något vi till vidare studier rekommenderar, inte bara gällande BIM, är att så tidigt som möjligt försöka besvara sina frågor med potentiella källor så arbetet inte kör fast.

Detta arbete har varit bland de mest rolig vi gjort under de två åren vi studerat byggproduktion. Detta eftersom arbetet verkligen har tvingat oss till att återgå och använda oss av information och fakta från så många olika kurser. Nyttan BIM medför till byggindustrin har aldrig varit så klar som nu och vi vet att nu, när det snart är våran tur i branschen, kommer arbete med BIM fortsätta att forma branschens utveckling och att våra möjligheter i branschen starkt kommer vara kopplat till våran kompetens inom ämnet. Våran kompetens gällande ämnet har vuxit enormt efter detta arbete och vi vet att otvivelaktigt så kommer vår personliga kompetens fortsätta att utvecklas, bara denna gång i praktiken.

10.0 Referenser

10.1 Tryckta Källor

- Eastman, C. (1992). *Modelling of buildings: evolution and concepts,* Automation in Construction

- Granroth, Marco. (2011). *BIM - ByggnadsInformationsModellering: Orientering i modern arbetsmetod*

- Jongeling, Rogier. (2008), *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt*
  Luleå tekniska universitet, 2008:04, ISSN:1402-1528, ISRN: LTU-FR—08/04—SE

- Linderoth, H. C. J. (2010). *Understanding adoption and use of BIM as the creation of actor networks.* Automation in Construction

- Nordstrand, Uno. (2008) Byggprocessen. Liber. ISBN: 9789147015115

- Persson, Mats. (2012). *Planering och beredning av bygg- och anläggningsprojekt*. Lund: Studentlitteratur AB

10.2 Rapporter och uppsatser

- Boverket. (2013). *Samordna planeringen av bebyggelser och transporter! En kunskapsöversikt: Rappor*t. Boverket.
  http://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2014/samordna-planeringen-forbebyggelse-och-transporter.pdf
  (Hämtad 2021-04-13)

- Moayedzadeh, Ayda. (2012). *Jämförelse mellan traditionell mängdavtagning, mängdavtagning med BIM och det verkliga utfallet på arbetsplatsen*: Vetenskaplig text
  https://odr.chalmers.se/bitstream/20.500.12380/162971/1/162971.pdf
  (Hämtad 2021-04-24)

- Sandahl, L & Sernemyr, L (2018). *Implementeringen av digitala hjälpmedel i byggproduktion. Examensarbete.* Chalmers.
  https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/255274/255274.pdf
  (Hämtad 2021-05-20)

- Wallin, E. (2012). *BIM som effektivisering av processindustrin: en fallstudie på COWI Management AB.* (Examensarbete). Borås: Institutionen för Ingenjörshögskolan, Högskolan i Borås.
  http://hb.diva-portal.org/smash/get/diva2:1308823/FULLTEXT01.pdf
  (Hämtad 2021-05-20)

10.3 Digitala Källor

- AF-Bygg, NVS, Peab, Skanska, Sveriges Byggindustrier & Veidekke. (2010). *BIM på bygget, en förstudie*
  https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/bd332dd0-dffc-4a05-b863-e96bb8b12fbe/FinalReport/SBUF%2012151%20Slutrapport%20BIM%20på%20bygget%20-%20en%20förstudie.pdf
  (Hämtad 2021-04-26)

- Arbetsmiljöverket. (2015). *Vem är ansvarig för vad inom bygg- och anläggning?* Broschyr. Arbetsmiljöverket. https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/broschyrer/vem-ar-ansvarig-for-vad-inombygg-och-anlaggning-broschyr-adi631.pdf
  (Hämtad 2021-04-29)

- Arbetsmiljöverket. (2016). *Samordningsansvaret för arbetsmiljön*: Broschyr. Arbetsmiljöverket. https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/broschyrer/samordningsansvaret-forarbetsmiljon-broschyr-adi203.pdf
  (Hämtad 2021-04-29)

- Autodesk. (2021). *Autocad - Översikt*
  https://www.autodesk.se/products/autocad/overview?term=1-YEAR#what-is-autocad
  (Hämtad 2021-05-02)

- Autodesk. (2021). *BIM:* Byggnadsinformationsmodeller.
  https://www.autodesk.com/solutions/bim
  (Hämtad 2021-05-02)

- BIM Alliance. (2021) *Vad är BIM?*
  https://www.bimalliance.se/vad-ar-bim/
  (Hämtad 2021-05-02)

- BIM Corner. (2020) *Iillustration*
  https://bimcorner.com/wp-content/uploads/2019/12/GEOMETRYDATA-IFC-STRUCTURE-1.jpg
  (Hämtad 2021-06-02)

- Byggdialog. Wennermark, Karin (2019) *BIM förenklar förvaltningen*: Artikel
  https://byggdialogdalarna.se/bim-forenklar-forvaltningen/
  (Hämtad 2021-04-25)

- Byggledarskap. (2014). *Byggprojektets yrkesroller*: Broschyr. Byggledarskap
  http://byggledarskap.se/wp-content/uploads/byggprojektets-yrkesroller.pdf
  (Hämtad 2021-04-30)

- Debok. (2014). Vad är CAD-ritningar? Artikel. Debok.
  http://www.debok.net/industrin/2014/12/Vad-ar-CAD-ritningar.html
  (Hämtad 2021-05-01)

- Elecosoft. (2021) *Sitecon*
  https://www.elecosoft.se/programvaror/sitecon
  (Hämtad 2021-05-03)

- Magicad. (2021) *Vad är bim*
  https://www.magicad.com/sv/bim/
  (Hämtad 2021-04-18)

- Nordic BIM. (2020) *Illustration*
  https://nordicbim.net/article.php?article=priceondesign&lang=2
  (Hämtad 2021-06-02)

- SBUF. (2019). *Planering alla dokument*: Broschyr. SBUF
  https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/67b01c3e-af4e-4a28-8454-920f988ee499/FinalReport/SBUF%2013540%20Bilaga%201.1%20Planering%20Alla%20dokument_190130.pdf
  (Hämtad 2021-04-30)

- Svensk Fastighetsförmedling. (2020). *Illustration*
  https://www.svenskfast.se/nyproduktionsprojekt/gotland/gotland/visby/visby/soder/brf-ordboken-5-i-visby/282533
  (Hämtad 2021-06-02)

- Törnros, Carl-Johan. (2016) *Byggmöten och byggmötesprotokoll*: Törnros
  https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/67b01c3e-af4e-4a28-8454-920f988ee499/FinalReport/SBUF%2013540%20Bilaga%201.1%20Planering%20Alla%20dokument_190130.pdf
  (Hämtad 2021-05-01)

- UC. (2019). *Vad händer inom byggbranschen, Damberg*
  https://www.uc.se/kunskap-inspiration/artiklar/vad-hander-inom-byggbranschen/
  (Hämtad 2021-04-15)

TRITA-ABE-MBT-21516