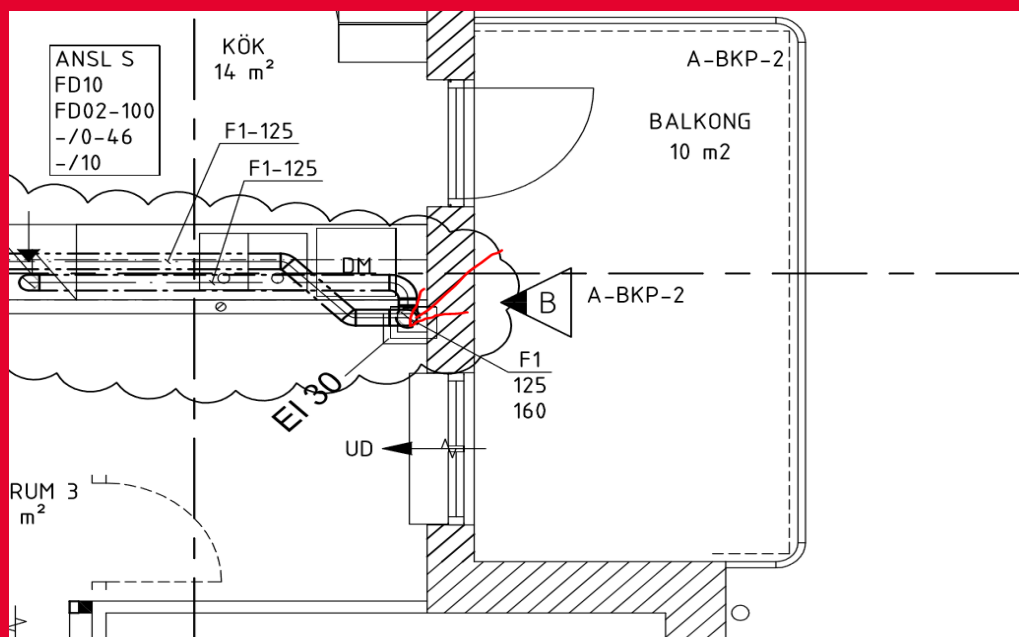


Jämförande analys av kopplingen mellan projektering och produktion

Comparative analysis of the connection between project planning and production.



Examensarbete, 15 hp, Byggingenjörprogrammet

VT 2019

Robin Andersson

Elias Svensson

Förord

Detta examensarbete omfattar 15 hp och är den avslutande delen på vår byggingenjörsutbildning (180 hp) på Malmö universitet. Arbetet är genomfört under våren 2019 och är ett samarbete mellan institutionen Byggt teknik på Malmö universitet och JM i Malmö.

Idén till arbetet framkom tillsammans med JM, utifrån vårt intresse för arbetsberedningar och avvikelser i produktionen.

Vi vill börja med att uttrycka vår tacksamhet till Christer Hansson, universitetsadjunkt på Malmö universitet som med sin kunskap handlett detta arbete.

Ett ytterligare tack till Åsa Larsson, arbetschef på JM, som tillhandahållit kontakter, material och engagemang under arbetets gång.

Till sist vill vi tacka samtliga informanter som ställt upp på intervjuer och visat engagemang för vårt arbete.

Malmö, maj 2019

Robin Andersson

Elias Svensson

Sammanfattning

Byggprocessen är omfattande och komplex med bygghandlingar som ska förmedla information mellan många olika aktörer. I byggbranschen finns ett tydligt problem med undermåliga bygghandlingar som årligen kostar flera miljarder. Undermåliga bygghandlingar kan resultera i att en avvikelse uppkommer, en avvikelse innebär ett avsteg från den planerade processen.

Syftet med studien är huvudsakligen att underlätta för byggbranschen, detta genom att minska antalet avvikelser i produktionen. Studien redogör vilka avvikelser som är återkommande, varför de uppkommer och vad konsekvenserna blir. Syftet med studien är även att kartlägga förbättringspunkter på kopplingen mellan projektering och produktion för att förhindra att de studerade avvikelserna uppkommer.

Frågeställningarna som besvarades är vilka återkommande avvikelser som uppkommer, varför de uppkommer och vad konsekvenserna av dessa blir. Även hur kopplingen mellan projektering och produktion kan förbättras för att undvika de återkommande avvikelserna besvarades.

Metoden för att genomföra studien var en fallstudie på fyra projekt på JM, där intervjuer genomfördes med arbetschef, platschef, projekteringsledare och BIM-samordnare. Informanterna besvarade frågor som togs fram utifrån litteraturstudien. I litteraturstudien framgick teorier om att arbetsgång, kommunikation, arbetsberedning och BIM är faktorer som påverkar kopplingen mellan projektering och produktion.

Resultatet av intervjuerna visar att återkommande avvikelser främst beror på kollisioner mellan ventilation och inredning, bärande armering samt vatten och sanitet. Samtliga avvikelser medför konsekvenser på tid, kostnad och kvalitet. Varför avvikelserna uppkommer beror på otillräcklig arbetsgång, kommunikation och BIM-process på JM.

Utifrån analys och diskussion drogs slutsatserna att det finns två huvudsakliga principer för att undvika avvikelser. Antingen att undvika avvikelsernas uppkomst i projekteringen eller att tidigt upptäcka avvikelser i produktionen och därmed göra revideringar av bygghandlingar innan momentet påbörjas. Förbättringspunkter som studien genererade är utökade granskningsdagar, arbetsberedningar, kommunikationsmedel samt kunskaper inom BIM. Ytterligare förbättringspunkter är system för erfarenhetsåterföring, standardiserade projekteringsmetoder, implementering av produktionserfarenheter i projekteringskedet samt sammankoppling av leverantörers projektering.

Nyckelord: Avvikelser, kommunikation, arbetsberedning, BIM, projektering och produktion

Abstract

Building documents is supposed to mediate information between different performers. There is an issue in the construction business with deficient building documents that costs billions every year. Deficient building documents results in abnormalities from the planning process.

The purpose of this study was mainly to facilitate for the construction business, due to reduce the number of abnormalities in the production. This study presents what abnormalities that's repetitive, why they occur and what the consequences are. This study also presents improvements on the connection between projection and production to reduce the number of abnormalities.

The method to complete this study was to interview people in the construction business within different cases and compare that to a theoretical literature study.

The repetitive abnormalities are collisions between ventilation and furnishing, reinforcement but also water and sanitary, which have consequences in time, cost and quality. Why they occur is due to insufficient workflow, communication and BIM-process at JM.

Two main principles are the conclusion, to eliminate abnormalities in the projection or discover the abnormalities earlier in the production. Broaden inspection days, work preparation, the knowledge of BIM and implement a system for experience feedback, standard projection methods including production knowledge are all improvement points.

Keywords: Abnormalities, communication, work preparation, BIM, projection and production.

Innehållsförteckning

1 Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Syfte	8
1.3 Frågeställningar	8
1.4 Avgränsningar	8
1.5 Metod och genomförande	9
1.5.1 Litteraturstudie	9
1.5.2 Fallstudie	9
1.6 Validitet och reliabilitet	11
1.7 Metodkritik	11
2 Teori	12
2.1 Totalentreprenad	12
2.1.1 Processen i en totalentreprenad	13
2.2 Projektutveckling	14
2.2.1 Processen vid projektutveckling	15
2.3 Bygghandling	15
2.4 Kommunikation i byggprojekt	15
2.5 Arbetsberedning	16
2.5.1 5 M-principen	17
2.5.2 Arbetsberedningens tre delar	18
2.6 BIM	19
3 Resultat	20
3.1 Projektbeskrivningar	20
3.1.1 Ankaret	20
3.1.2 Hyllie Gränd 1	21
3.1.3 Seglet	22
3.1.4 Sjösidan	23
3.2 JM:s arbetsgång	24
3.3 Kartlagda avvikelser och konsekvenser	25
3.3.1 Ventilationskanal för stor i bjälklag	25
3.3.2 Kollisioner mellan installationer	26
3.3.3 Kollisioner mellan installationer och inredning	27
3.3.4 Kollisioner mellan installationer och armering	28
3.3.5 Genomföringar är felplacerade	30
3.4 Kommunikationsflöden på JM	32
3.5 JM:s arbetssätt med arbetsberedning	33
3.6 BIM-processen på JM	34
4 Analys	35
4.1 Arbetsgång	35
4.2 Kommunikation	35
4.3 Arbetsberedning	36
4.4 BIM	37
5 Diskussion	38
5.1 Arbetsgång	38

5.2	Kommunikation	39
5.3	Arbetsberedning	39
5.4	BIM	40
6	Slutsatser	40
6.1	Förslag till vidare studier	41
	Referenser	42
	Innehållsförteckning bilagor	44

1 Inledning

I detta avsnitt presenteras bakgrunden, syfte, frågeställningar och avgränsningar. Därefter följer metod och genomförande, reliabilitet och validitet samt metodkritik för att introducera varför, hur och under vilka omständigheter studien är gjord efter.

1.1 Bakgrund

Byggprocessen är omfattande och komplex med många olika aktörer som ska samarbeta (Nordstrand, 2008). Det mest väsentliga för ett framgångsrikt byggprojekt är kommunikation av information, till exempel vid byggandet av ett laboratorium producerades 3569 originalritningar (Karrbom Gustavsson, 2011). En annan faktor som är väsentlig för ett lyckat byggprojekt är att förebygga fel som annars kan uppkomma i produktionen (Hansson & Persson, 2009).

Handlingar används för att förmedla information mellan aktörer som är inblandade i byggprojektet (Nordstrand, 2008). Bygghandlingar är de juridiskt bindande dokumenten som byggnaden skall utformas utifrån (Andersson Markkanen & Karlsson, 2012). För att säkerställa att ett arbetsmoment utförs enligt bygghandlingen kan en arbetsberedning användas (Hultqvist & Jansson, 2013). Arbetsberedning är ett verktyg för att effektivt uppnå personsäkerhet, organisering och kostnadseffektivitet (Persson, 2012a).

Olika entreprenadformer innebär olika uppdragsgivare till framställning av bygghandlingar (Nordstrand, 2008). I en utförandeentreprenad projekteras bygghandlingar av konsulter uppköpta av byggherren (ibid). Eriksson och Hane (2014) beskriver en totalentreprenad som en upphandlingsform där entreprenören ansvarar för projekteringen av bygghandlingarna. Projektutveckling innebär att samma entreprenör organiserar hela processen, från markförvärv till försäljning alternativt förvaltning (Nordstrand, 2008). I projektutveckling har entreprenören, likt totalentreprenad, ansvaret för projekteringen av bygghandlingarna men även möjlighet att påverka förutsättningarna för bygghandlingarna (ibid). En entreprenadform där entreprenören har möjlighet att påverka bygghandlingarnas utformning ger förutsättningar för att kunna utnyttja dennes arbetsmetodik i produktionen (ibid).

Ingvaldsson och Svensson (2013) har gjort en studie om projektörernas roll i en totalentreprenad. I studien kartlägger författarna vikten av att ha samma syn på kommunikationen, arbetet i produktionen och att det finns en förståelse för varandras arbete. Ingvaldsson och Svensson (2013) påvisar också att det finns önskemål hos en entreprenör att tillsammans med projektören ta fram standardiserade arbetsberedningar för kritiska moment.

Tidigare studier har gjorts av Andersson Markkanen och Karlsson (2012) samt Hultqvist och Jansson (2013) som påpekar att fel i bygghandlingar eller i kommunikationen påverkar produktionsprocessen. Deras studier visar att en fungerande arbetsberedning bidrar till en mer effektiv produktion. Andersson och Eriksson (2017) samt Lindskog (2015) har gjort fallstudier om hur arbetsberedningen kan effektiviseras med olika metoder som bland annat Lean production eller uppföljning av moment i produktionen. Persson (2012a; 2012b) har gjort omfattande studier inom arbetsberedning. Persson (2012a; 2012b) har främst fokuserat på att ta fram en struktur för hur arbetsberedningar ska användas i produktionen, vad den bör innehålla och hur den ska följas upp.

BIM, byggnadsinformationsmodellering är en process som innebär att förmedla information i 3D-baserade modeller, som är ett verktyg för att effektivisera kopplingen mellan projektering och produktion (Jongeling, 2008). Magnusson (2017) berättar att i dagsläget innehåller modellerna inte tillräckligt med information som behövs i produktionen och används mest som en grafik för att visualisera den slutliga produkten.

I branschen finns ett tydligt problem med informationsöverföring genom främst undermåliga bygghandlingar, som årligen kostar byggbranschen flera miljarder (Svensk Byggtjänst, 2014). Undermåliga bygghandlingar kan resultera i avvikelser, en avvikelse innebär ett avsteg från den planerade processen (Aulin, Landin, Hansson, Olander & Persson 2015).

1.2 Syfte

Syftet med denna studie är att kartlägga vilka återkommande avvikelser som uppkommer i produktionen på grund av projekteringen. Studien ska redogöra varför avvikelserna uppkommer och vad konsekvenserna blir. Studiens syfte är också att presentera förbättringsförslag för hur kopplingen mellan projektering och produktion kan effektiviseras för att undvika avvikelser och därmed underlätta för byggbranschen.

1.3 Frågeställningar

För att uppnå syftet med denna studie kommer följande frågor behandlas:

- Vilka återkommande avvikelser uppkommer i produktionen på grund av bygghandlingarnas utformning?
- Varför uppkommer avvikelserna?
- Vad blir konsekvenserna av de kartlagda avvikelserna?
- Hur kan kopplingen mellan projektering och produktion förbättras för att förhindra att studerade avvikelser uppkommer?

1.4 Avgränsningar

Studien utreder nyproduktion av flerbostäder utförd av en entreprenör som kan påverka bygghandlingarnas utformning eftersom fallstudien baseras på detta. Studien är begränsad till den geografiska placeringen Skåne på projekt under 2019. Vilket innebär att slutsats och resultat av denna studie begränsas till södra Sverige för entreprenörer som kan påverka projekteringen.

Studien kommer att utreda fyra olika projekt hos en och samma entreprenör. Samma entreprenör innebär samma tillvägagångssätt och förutsättningar för samtliga projekt, detta för att studien ska kunna genomföras. Att fyra projekt valdes med olika personer på olika roller är för att filtrera felkällor som tillfälligheter, mänsklig inverkan och för att få en helhetsbild av hur entreprenaden arbetar. Fyra projekt valdes även för att kunna kartlägga vilka avvikelser som är återkommande. Avvikelser som uppstår på grund av slarv eller missar i produktionen kommer inte beaktas, då det inte är relevant till kopplingen mellan projektering och produktion.

Konsekvenserna av avvikelserna i resultatet begränsas till kostnad, tid och kvalitet. Kostnad innebär ökade utgifter, tid innebär ökad tidsåtgång och kvalitet innebär ändrade resultat då en avvikelse har uppkommit.

Kommunikationsformerna som beaktas i denna studie är telefon, mejl, möten, BIM och IT-verktyget BlueBeam. Detta för att de är de kommunikationsmedel som entreprenören är vana att arbeta med.

1.5 Metod och genomförande

Denna studie baserades inledningsvis på en litteraturstudie för att ge kunskap inom ämnet. Kunskapsluckan utredes därefter genom en fallstudie som var den huvudsakliga lösningsmetoden på fyra olika projekt. Dokumentation av avvikelser, kvalitativa- och kvantitativa intervjuer var de delar som fallstudien baserades på. Litteraturstudien gav tillsammans med fallstudien stöd till analysen, till problemen och förslag på förbättringar.

1.5.1 Litteraturstudie

Litteraturstudie syftar till att studera tidigare studier inom samma tema (Korhonen & Lindström, 2016). Lantz (2007) förklarar att ett av det vanligaste misstaget vid datainsamling genom intervjuer är att intervjuarbetet påbörjas för tidigt. Utrymme för förarbete och eftertanke krävs för att genomföra en sådan studie.

Litteraturstudier gjordes därför för att ge kunskap om hur studien skulle genomföras och grundläggande kunskap inom ämnet. Arbetsberedningar, bygghandlingar, intervjumetodik, fallstudie, entreprenadformer, arbetsgången i byggprocessen, avvikelser, kommunikation och BIM var de områden som studerades.

En svaghet med metoden är att det inte är möjligt för författarna att presentera all forskning som finns beskriver Forsberg & Wengström (2003), därmed finns risken att felaktiga slutsatser dras.

1.5.2 Fallstudie

Denscombe (2014) förklarar att en fallstudie innebär att ett specifikt fall studeras, som möjliggör en djupare kunskap inom ämnet. För att en fallstudie ska ge en helhetsbild inom ämnet bör både kvalitativa- och kvantitativa metoder användas, olika forskningsmetoder bör kombineras så som intervjuer och dokumentation.

Denna studie baserades på fyra projekt hos JM. Relevant personal för frågeställningen, valdes utifrån deras inblick och påverkan på projektering och produktion tillsammans med en arbetschef hos projektutvecklaren. Dessa personer varierade mellan de olika projekten för att utöka studiens omfattning.

1.5.2.1 Dokumentation av avvikelser

Avvikelse i produktionen studerades tillsammans med platschefer i de olika projekten för att identifiera vilka som är återkommande. Arbetsberedningar för tillhörande avvikelser studerades för att hitta möjliga förbättringspunkter. För att besvara vilka konsekvenser som återkommande avvikelser ger, studerades avvikelsekalkyler i de olika projekten och diskuterades med ansvarig platschef.

1.5.2.2 Intervjuteknik och genomförande

Frågorna till de inblandade varierades mellan de olika rollerna och togs fram tillsammans med en arbetschef hos JM. De utvalda rollerna inom projekten valdes till arbetschef, BIM-samordnare, platschef och projekteringsledare hos JM. Frågorna till informanterna bestämdes utifrån syftet i studien, litteraturstudien och diskuterades med en arbetschef, *se bilaga 1–4 (s. 45–48)*. Intervjuerna sammanställdes i bilagor, *se bilaga 5–13 (s. 49–57)*.

En del av den huvudsakliga metoden för studien var kvalitativa- och kvantitativa intervjuer, detta innebar att intervjutekniken var semi-strukturerad. Bestämda frågor besvarades med siffror och öppna frågor besvarades utifrån informantens kunskapsområde som gav upphov till djupare svar och diskussion.

Lantz (2007) förklarar att en nackdel med att genomföra semi-strukturerad intervjuteknik är att de öppna frågorna oftast är svåra att analysera och risken finns att en subjektiv tolkning av informationen görs.

Lantz (2007) förklarar att intervjuaren bör ge en ordentlig beskrivning av innehållet i intervjun. Tidsåtgång, syfte, dokumentation och hur informanten kan ta del av resultatet ska delges informanten innan intervjun påbörjas.

Intervjuerna genomfördes därför enligt följande strategi:

- Presentation om studiens syfte och frågeställning gavs.
- Informanten frågades om inspelning av intervjun godkänns.
- Informanten informerades om tidsåtgången för intervjun.
- Informanten informerades om att intervjun är anonym.
- Informanten besvarade frågorna.
- Motivering till poängsättning från informant, samt eventuella följdfrågor utträttades.
- Diskussionen mellan informant och författare antecknades av intervjuassistent som komplement till eventuell inspelning.
- Sammanfattning av intervjun tilldelades informanten för att undvika missförstånd och få godkänt till publicering.

1.5.2.2.1 Kvantitativ intervju

Holme och Solvang (1997) förklarar att en kvantitativ undersökning är färdigstrukturerad redan i teori- och problemformuleringsfasen. Detta gör att bearbetningen av informationen som insamlats är mycket lättare än vid en kvalitativ undersökning.

Intervjuerna baserades därför delvis på kvantitativ intervju där nämnda roller har besvarat en fråga utifrån poängskala ett till sex. Detta för att kunna jämföra svaren mellan de olika projekten utifrån mätbara svar.

1.5.2.2.2 Kvalitativ intervju

Lantz (2007) menar att en kvalitativ undersökning syftar längre än till beskrivning av det som det ställs frågor om.

För att ge underlag till analysen fick informanterna därför även besvara kvalitativa frågor utifrån deras kunskap för att ge författarna en djupare förståelse inom respektive fråga.

1.6 Validitet och reliabilitet

Reliabiliteten i en studie innebär tillförlitlighet och fastställs utifrån hur informationen har behandlats och hur noggrant metoderna har utförts (Holme & Solvang, 1997). I denna studie var samma personer intervjuare i samtliga intervjuer, detta innebär att studien är fri från partiska mätningar. Samtliga intervjuer var av samma struktur och informationen som framkommit från dem har behandlats på likvärdigt sätt. Dessa två parametrar kan anses öka reliabiliteten i en studie.

Validitet i en studie innebär att visa inom vilka avgränsningar resultaten är giltiga och att rätt metod för rätt fråga är använd (Infovoice, 2002). Denna studien har avgränsats till en entreprenör med möjlighet till påverkan på bygghandlingar i södra Sverige, således kan inte samma slutsatser dras för andra upphandlingsformer och annan geografisk placering. För att öka validiteten i studien har metoderna för datainsamling diskuterats med handledare och en arbetschef hos JM. Än fler intervjuer, roller och projekt hade kunnat öka validiteten i studien.

1.7 Metodkritik

I denna studie är det författarna som tagit fram frågor till respektive informant utifrån litteraturstudien som genomfördes. Detta medför att frågorna är begränsade efter den insamlade information författarna tog fram. Frågorna till informanterna hade kunnat vara mer specifika, då de upplevdes av några av informanterna som breda. Vilket medförde att intervjuaren fick förtydliga innebörden av frågan och därmed möjligen påverkat informantens svar.

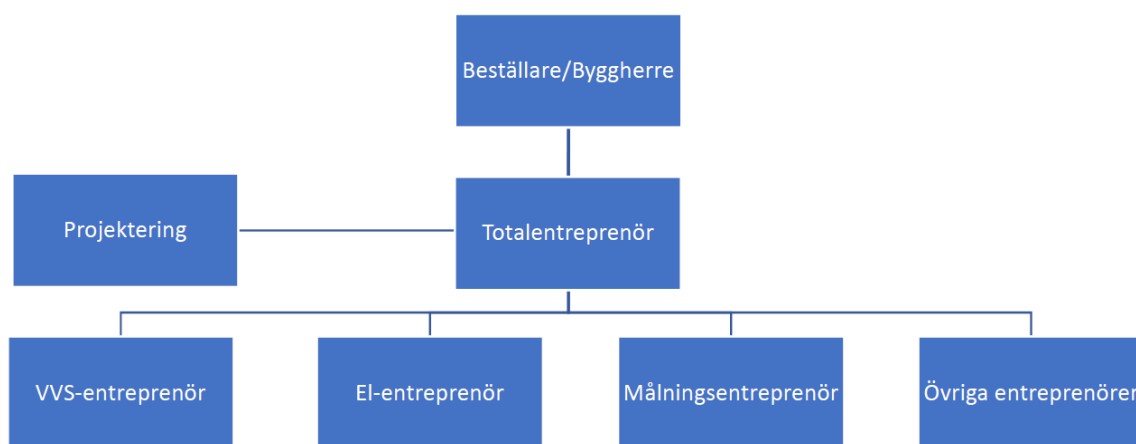
Metoden för att genomföra studien gav något partiskt resultat då inga externa aktörer var en del av studien. Författarna är medvetna om att inkludera intervjuer med externa aktörer, till exempel projektörer och underentreprenörer, hade kunnat ge ett annat resultat.

2 Teori

I detta avsnitt presenteras teorier om följande kapitel: Totalentreprenad, projektutveckling, bygghandling, arbetsberedning, kommunikation i byggprojekt och BIM.

2.1 Totalentreprenad

Révai (2012) förklarar att en totalentreprenad är den mest använda och etablerade entreprenadformen i Sverige. Totalentreprenad innebär att huvudentreprenören ansvarar för såväl projekteringen som produktionen av byggnaden. För att utföra projekteringen upphandlar huvudentreprenören konsulter för att ta fram handlingar. Huvudentreprenören kan ha interna projektörer i företaget men det är vanligare att upphandla externa projektörer. Révai (2012) förklarar även att avtalsstrukturen kan variera, men den vanligaste strukturen visas i figuren nedan, *se figur 1*. En fördel med totalentreprenad är att huvudentreprenören kan sätta sin prägel på projekteringen för att implementera dennes kunskaper. En annan fördel är att huvudentreprenören kan ta vara på erfarenhet från tidigare projekt till kommande projekteringsarbete. En av de viktigaste förutsättningarna för en väl fungerande totalentreprenad är att huvudentreprenören har goda kunskaper om hur projekteringsarbetet ska styras och ledas. Möjligheten att tillföra värdefulla produktionstekniska synpunkter till projektörerna anser Révai (2012) är en möjlighet som ska utnyttjas.



Figur 1 - Avtalsstruktur för totalentreprenad (Källa: Révai 2012)

I en totalentreprenad utser huvudentreprenören en projekteringsledare som ansvarar för att handlingarna utformas på rätt sätt och levereras i tid (Révai, 2012). Projekteringsledarens uppgift är att styra och ansvara för projekteringen samt att samordna, dels mellan projektörerna, dels mellan projekteringen och produktionen (ibid). Fungerar inte samordningen mellan projekteringen och produktionen blir produktionen negativt påverkad (ibid). En fortsatt samordning mellan projektering och produktion bör finnas genom hela projektet (ibid). Projekteringsledaren har ansvaret att vara insatt i entreprenadens produktionsmetoder och förmågan att kunna sammanbinda samtliga aktörers kompetens (Byggledarskap, u.d).

Huvudentreprenören ska även utse en platschef (Révai, 2012). Enligt Byggledarskap (u.d) är platschefen den person som ansvarar för produktionen ute på byggarbetsplatsen. Ansvaret ligger inom ramarna för tid, ekonomi, utförande, planering och personal i projektet (ibid). Huvudentreprenören vara försiktig med att pressa ner projektörernas ersättning vid upphandling (Révai, 2012). Detta kan leda till att handlingar inte blir klara i tid och att de inte håller tillräckligt hög kvalitet. Få saker är så kostsamma som när produktionen står stilla till följd av att tillhandahållna bygghandlingar inte är kompletta förklarar Révai (2012). Huvudentreprenören bör ge tydliga riktlinjer för vad projektören ska leverera (Révai, 2012). Projektörerna ska vid utformning av bygghandlingar ta hänsyn till arbetsmiljöaspekter på byggarbetsplatsen, miljökraven som ställs på den färdiga byggnaden, tekniska beskrivningar och föreskrifter (ibid).

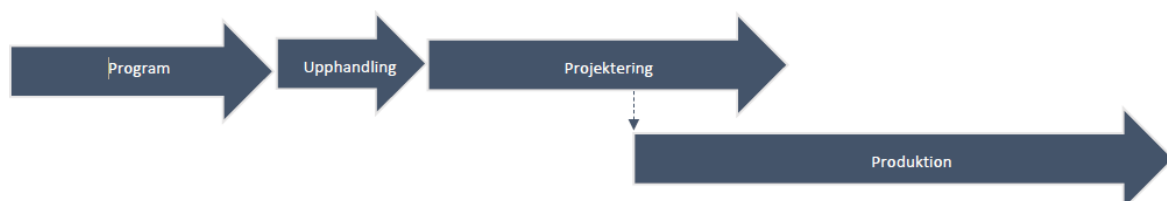
2.1.1 Processen i en totalentreprenad

Ett byggprojekt startar med en idé och den som låter uppföra byggnaden kallas byggherre (Révai, 2012). Byggherren bestämmer sedan vilken entreprenadform som ska användas under projektet. En totalentreprenad delas in i fyra olika skeden vilka är program, upphandling, projektering och produktion (ibid).

Processen vid en totalentreprenad är enligt Nordstrand (2008) följande: Under programskedet uttrycker byggherren funktionskraven som totalentreprenaden ska uppfylla. Funktionskraven innehåller byggherrens krav på hur byggnaden ska utformas för att uppnå ändamålet med den färdiga produkten. Detta är krav som totalentreprenaden måste uppfylla när byggnaden projekteras (ibid).

Under upphandlingsskedet tar byggherren in anbud från konkurrerande huvudentreprenörer som vill ta sig an projektet (Nordstrand, 2008). Huvudentreprenörerna lämnar in förslag på byggnadens utformning och hur de ska uppfylla byggherrens funktionskrav. Byggherren beslutar sedan vilket anbud som tillfredsställer dennes funktionskrav och önsknings mest. Totalentreprenaden handlar sedan upp konsulter som ska utföra projekteringsarbetet, då de oftast inte har interna projektörer (Nordstrand, 2008). Projekteringsarbetet innebär att man bestämmer hur bygganden ska utformas på detaljnivå och arbetet resulterar i bygghandlingar samt förklarande beskrivningar förklarar Nordstrand (2008).

I en totalentreprenad finns möjligheten att starta produktionen innan projekteringen är färdigställd, *se figur 2*, (Nordstrand, 2008). Detta ger möjlighet till en tidigare byggstart och därmed även en kortare projekttid. Totalentreprenaden utför produktionen av byggnaden och anlitar underentreprenörer för installationsarbete där totalentreprenaden inte har tillräckliga kunskaper eller resurser (ibid).



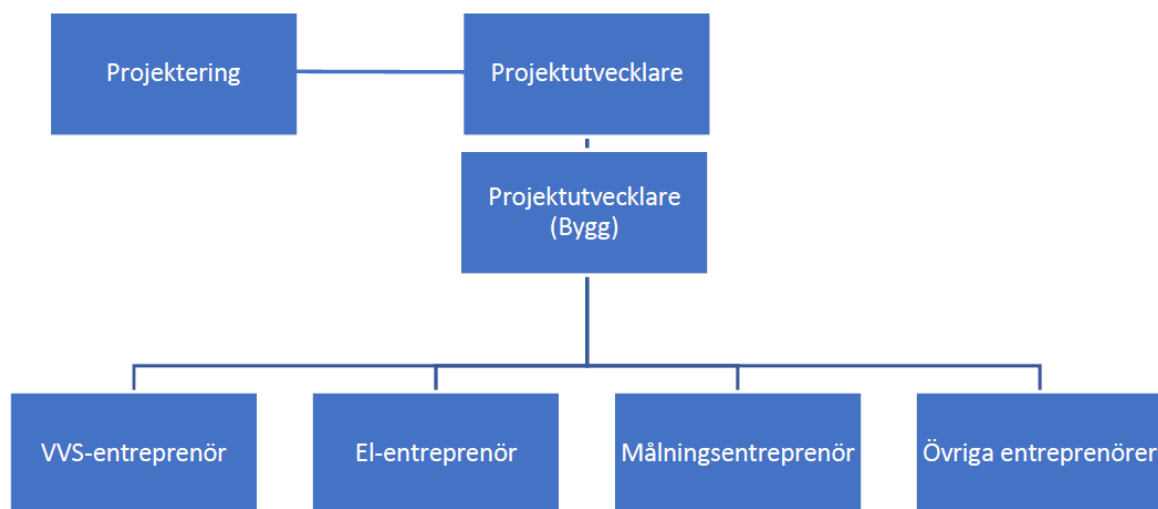
Figur 2 - Processen vid en totalentreprenad (Källa: Nordstrand 2008)

2.2 Projektutveckling

Projektutveckling är en affärsidé där en projektutvecklare har hand om hela kedjan från markförvärv till försäljning (Révai, 2012). Vanligast är att projektutvecklaren inriktar sig på bostäder. Vid en projektutveckling finns möjlighet för projektutvecklaren att själv bestämma byggnadens utformning och funktionskrav vilket gör att man kan anpassa byggnaden efter dennes sätt att arbeta. Likt en totalentreprenad har man ansvaret för projekteringen och framtagningen av bygghandlingar. Projektutvecklaren anlitar oftast konsulter som utför projekteringsarbetet förklarar Révai (2012). Projektutveckling är egentligen inte en entreprenadform påstår Nordstrand (2008) utan att projektutvecklaren är sin egen beställare.

Projektutveckling påminner mycket om en totalentreprenad med goda möjligheter att påverka bygghandlingarnas utformning (Révai, 2012). Som projektutvecklare finns förutsättningar att inkludera produktionskunskaper i projektet än bättre än vid en totalentreprenad, redan vid programskedet kan beslut fattas för att möjliggöra en effektiv och framgångsrik produktion (ibid). Vid projektutveckling likt totalentreprenad finns möjlighet till att starta produktionen innan projekteringen är färdigställd (ibid).

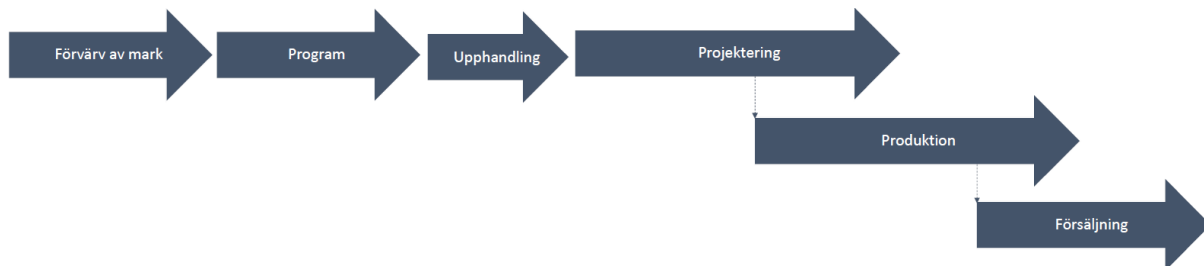
Enligt Révai (2012) hanteras projekteringen på samma sätt vid projektutveckling som i en totalentreprenad, för visualisering av ett exempel på avtalsstruktur i projektutveckling se figuren nedan, se *figur 3*. Projektutvecklaren utser en intern projekteringsledare som styr och samordnar projekteringsarbetet (ibid).



Figur 3 - Avtalsstruktur vid projektutveckling

2.2.1 Processen vid projektutveckling

Processen vid projektutveckling är enligt Révai (2012) följande: Projektutvecklaren kartlägger marknaden och efterfrågan i ett visst område som leder till en idé om ett projekt. Området utreds om det finns en lämplig tomt, om så är fallet förvärvs tomten. Olika myndigheter kontaktas för att reda ut vilka förutsättningarna är för projektet. Projekteringen startar med att externa arkitekter och projektörer anlitas som leds av en projekteringsledare. Produktionen genomförs och projektet avslutas med försäljning alternativt förvaltning förklarar Révai (2012).



Figur 4 - Processen vid projektutveckling (Källa: Révai 2012)

2.3 Bygghandling

En bygghandling är en ritning som produceras av projektören och ska förmedla byggherrens funktionskrav till totalentreprenaden eller projektutvecklarens funktionskrav till produktionen (Nordstrand, 2008). Bygghandlingen ska vara tillräckligt utförlig för att kunna förmedla nödvändig information om hur utförande ska genomföras och ska innehålla information om byggnadens utformning, dimensioner, mått och principer för montering vid specialfall (ibid). Ritningen ska också innehålla allmänna beskrivningar om till exempel kvalitet, toleranser och arbetsutförande samt förteckningar om till exempel mängdning av armering (ibid). Mängdning innebär att specificera materialåtgången i form av antal eller volym förklarar Nordstrand (2008). För att bygghandlingen inte ska missuppfattas vid leverans till entreprenören krävs att den utformas enligt standarder, i Sverige används Bygghandlingar 90 som ges ut av SIS, Swedish Standards Institute (ibid).

2.4 Kommunikation i byggprojekt

I en projektbaserad verksamhet inom byggindustrin finns det många olika aktörer som måste kommunicera Karrbom Gustavsson (2011). Under upphandlingsskedet bestäms det vilka kommunikationskanaler som ska användas under projektet (ibid). Problem kan uppstå om oklarheter finns i kontraktet, detta leder till att de olika aktörerna kan tjäna pengar på att inte berätta väsentlig information för de andra parterna (ibid). Detta leder till att ledningen av projektet kontrollerar de inblandade aktörerna istället för att leda aktörerna mot samma mål. Kommunikation mellan två parter måste ske i samspel, att båda parter måste förstå varandra förklarar Karrbom Gustavsson (2011).

Överföring av information måste till viss del ske genom personlig kontakt exempelvis möten eller liknande påvisar Bergkvist & Garney (2008). Att detta är en av de mest kostsamma metoderna för att överföra kommunikation är Bergkvist & Garney (2008) medvetna om och beskriver därför att det som tas upp i de personliga mötena måste vara meningsfulla och givande för samtliga inblandade aktörer.

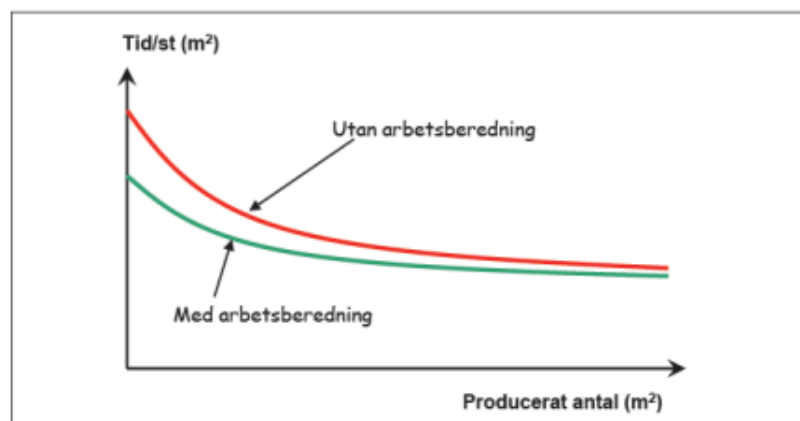
Mejl är ett vanligt kommunikationsmedel i byggbranschen men påstår att risken finns att det skickas för många mejl (Bergkvist & Garney, 2008). Ett effektivare kommunikationsmedel som till exempel IT-verktyg är att föredra (ibid). Telefonkontakt är ett kommunikationsmedel som är väl fungerande när snabba beslut ska fattas, det bör dock kompletteras med skriftlig information för att påvisa att ett beslut är taget (ibid). Användandet av IT-verktyg för att kommunicera aktörer emellan är ett välfungerande sätt men det kräver att alla inblandade har tillräckligt med kunskap för att hantera verktygen påvisar Bergkvist & Garney (2008). Därför är det viktigt att innan avtal skrivs med aktören bör totalentreprenaden eller projektutvecklaren undersöka att kunskapen och viljan finns inom den organisationen att kommunicera genom dessa verktyg.

Ritningar kommer troligtvis alltid vara den främsta informationskanalen mellan projektering och produktion berättar Bergkvist & Garney (2008). Det är därför viktigt att ritningarna blir mer innehållsrika, ett sätt att genomföra detta är att överlämna 3D-ritningar till produktionen. Fördelen med 3D-ritningar är främst att öka förståelsen mellan olika aktörer i kopplingen mellan projektering och produktion. En annan fördel med att arbeta med IT-verktyg och 3D-ritningar kan vara att revideringar av information sker i en och samma modell och samtliga berörda i projektet blir informerade direkt (Bergkvist & Garney, 2008). Med en god kommunikation i projektet ges möjlighet till att minska kostnader i produktionen, men att uppnå en god kommunikation är kostsamt för projektet men kan bidra till utökad kunskap till vidare projekt (Bergkvist & Garney, 2008).

2.5 Arbetsberedning

Inför kritiska moment under produktionen bör en arbetsberedning utföras, en arbetsberedning ska innehålla förberedelser och vara noga utförd för att momentet ska genomföras enligt planering (Nordstrand, 2008).

Utöver att en arbetsberedning ska utföras för ett kritiskt moment förklarar Persson (2012b) att en arbetsberedning även bör utföras för att kvalitetssäkra, när ett moment är riskabelt eller när ett moment kräver nya metoder. Att utföra en arbetsberedning innan ett moment görs bland annat för att störningar ska förebyggas och effektivisera arbetsmoment, *se figur 5*, (Persson, 2012b). I handboken för arbetsberedning gjord av Persson (2012a) betonas vikten av att arbetsberedningen ska anpassas efter varje enskilt projekt, då förutsättningarna inte alltid är desamma.



Figur 5 - Effektivisering av arbetsmoment (Källa: Persson 2012a)

2.5.1 5 M-principen

Utformandet av en arbetsberedning grundas ofta enligt 5 M-principen (SBUF, u.d). Metoden utgår från att man tar fram de viktigaste delarna av momentet i form av metod, människor, material, maskiner och miljö, *se figur 6*. Allt utifrån det relevanta underlaget i form av till exempel handlingar, föreskrifter och beskrivningar för momentet.



Figur 6 - 5M-principen (Källa: SBUF u.d)

SBUF (u.d) förklarar de olika delarna i principen enligt följande punkter:

- Metod ska väljas utifrån de tidigare erfarenheter de inblandade i arbetsmomentet har, utifrån referensprojekt och risker som momentet innebär. I detta avsnitt ska även utrustning som momentet kräver väljas.
- Människor som ska vara delaktiga i momentet ska väljas utifrån lämplighet. I detta avsnitt ska det framgå hur arbetet ska fördelas mellan de inblandade och vilka som är ansvariga för momentet.
- Materialet som ska användas under momentet är en del av hur arbetet ska utföras, därför ska det noteras vilket material som krävs, leveranstider, infästningar och hur materialet ska transporteras på plats.
- Maskiner som krävs för att utföra arbetet ska också noteras och under vilka omständigheter maskinerna ska användas.
- Miljöavsnittet ska innehålla arbetsmiljökrav, som till exempel risker, avfallshantering, väderskydd och hur man ska hushålla med resurser under momentet.

2.5.2 Arbetsberedningens tre delar

En arbetsberedning delas upp enligt Persson (2012b) i de tre följande delar: Förberedelser, genomförande och uppföljning.

Förberedelse delen förklarar Persson (2012b) ska innehålla att fram allt underlag för att kunna utföra arbetsmomentet som ska arbetsberedas. De styrande dokument som visar hur arbetsmomentet ska utföras kan till exempel vara ritningar, beskrivningar, kvalitetskrav, monteringsanvisningar och produktionsplan.

I genomförandet av en arbetsberedning beskriver Persson (2012b) att alla delaktiga i arbetsmomentet ska samlas för att ta del av de förutsättningar och den dokumentation som nu tagits fram som underlag. Utefter underlaget ska tio punkter enligt nedan utträttas:

- Startvillkor. Här bestäms bland annat vilka entreprenörer som ska vara delaktiga, man definierar vad som inte brukar fungera och vad som krävs innan arbetsmomentet kan starta.
- Riskanalys. Här kartläggs vilka risker momentet medför, hur de ska hanteras och åtgärdas.
- Byggmetod. Här beskrivs alla ingående delar för hur aktiviteten ska genomföras.
- Bemanning. Här bestäms vilken personal som är mest lämpad att utföra arbetet.
- Material och hjälpmedel. Här kartlägger man bland annat vilka material som ska användas i arbetsmomentet, hur de ska hanteras och transporteras.
- Hjälpmedel. Här kartläggs vilken utrustning som krävs för att utföra arbetet.
- Kontrollpunkter. Här kartlägger man vilka krav som finns på den färdiga produkten och vilka kontrollåtgärder som behövs för arbetsmiljö, miljö och risker.
- Restprodukter. Här kartlägger man hur hantering av restprodukter ska ske.
- Samordning. Här samordnas momentet med andra moment som sker i produktionen.
- Stafettväxling. Här definieras hur momentet ska överlämnas till nästa yrkesgrupp.

För att samla på sig erfarenheter och kartlägga vad som kan bli bättre till nästa moment så förklarar Persson (2012b) att man ska göra en uppföljning genom nedanstående punkter:

- Jämföra planerad och förbrukad tid.
- Notera det som kan förbättras och det som inte gick bra under utförandet.
- Återföra erfarenhet till framtida liknande projekt.

Att följa upp produktionen ger möjligheter till att upptäcka avvikelser i förhållande till planeringen och snabbt åtgärda dem (Révai, 2014). Felaktiga metoder för utförande, materialhantering och resursanvändning kan konstateras och åtgärdas direkt eller till framtida projekt (ibid).

Wiklund (2007) förklarar bland annat att medarbetarna måste känna sig delaktiga i arbetet, att medarbetarna måste träffa varandra för att utbyta erfarenheter och det måste finnas tydliga riktlinjer inom organisationen för erfarenhetsåterföring.

2.6 BIM

BIM är en process som kan användas i en organisation för att samla samtlig information i 3D som genereras i ett byggprojekt (Jongeling, 2008). Utifrån 3D-modellen projekteras, visualiseras, simuleras och samarbetas mellan olika aktörer i ett projekt vilket ger en större tydlighet för samtliga intressenter i ett byggprojekt (Autodesk Inc, 2018). Därav effektiviseras kopplingen mellan projektering och produktion (Jongeling, 2008).

En 3D-modell är inte per automatik BIM förklarar Jongeling (2008). För att en 3D-modell ska vara BIM måste den innehålla information om vad de olika objekten och processerna som den verkliga produkten företräder (ibid). Detta gäller även samgranskningsmodeller som är en kombination av flera olika modeller, från olika aktörer (ibid).

Vid traditionell projektering, dvs. genom 2D-modeller beskriver Jongeling (2008) att det finns problem. Främst genom revidering, mängdning och samordning. Information är spridd på olika handlingar och hos olika aktörer, vilket innebär att ändringar som görs måste ändras på flera olika ställen. Detta medför att revideringsprocessen och mängdningen är tidsödande (Jongeling, 2008). För att beskriva och visualisera ett moment krävs det oftast flera ritningar i traditionell projektering, där personen som måste utföra momentet måste skapa sig en egen bild av hur de olika systemen ska kopplas ihop (ibid). Detta är en lågkvalitativ samordning som medför att många problem som uppstår måste lösas i produktionen påvisar Jongeling (2008). Genom att använda BIM kan man i samordningsmodeller göra automatiserade kollisionskontroller mellan de olika systemen och därav minska felen som annars måste lösas i produktionen (ibid).

Samordningsprocessen mellan olika aktörer i byggbranschen är mycket effektivare, kvaliteten ökar och revideringsprocessen blir snabbare med BIM (Jongeling, 2008). Samordningsfel mellan olika aktörer uppskattas minska med 50% jämfört med traditionell samordning (ibid). BIM kan även tillämpas i produktionen och estimerade fel uppskattas även där minska med 50%. BIM möjliggör en effektivare produktion med färre fel, främst eftersom underlaget som huvudentprenören tar del av är mer komplett med BIM (ibid). För att utnyttja möjligheterna inom BIM krävs en förståelse och kunskap som kan täcka samtliga behov i byggprocessen (BIM Alliance, 2013).

För att BIM-processen ska fungera i ett projekt, krävs det olika roller med tydliga arbetsuppgifter inom processen (BIM Alliance, 2013). BIM-samordnare är en av dessa roller, denna person har ansvar för samordningsmodellen, granska informationsinnehåll och kvalitetssäkra de underlag som kommer in från olika aktörer (ibid). Det är viktigt att denna roll har erforderlig kompetens inom bland annat kollisionskontroller och kvalitetskontroller inom projekteringen (ibid). BIM-samordnaren måste även ha kunskap inom arbetsberedning, produktionsuppföljning och relationsmodeller inom produktion för att ha en förståelse för vad alla aktörer kräver för att utföra sitt arbete (ibid).

3 Resultat

I detta avsnitt presenteras den insamlade data som skedde genom intervjuer och de dokumenterade avvikelserna som tillhandahållits av projektutvecklaren. Frågor till informanterna samt intervjusammanställningar redovisas i bilagor, se bilaga 1–13 (s. 45–57).

3.1 Projektbeskrivningar

Ankaret, Hyllie Gränd 1, Seglet och Sjösidan är de projekt som fallstudien är baserad på. Projektens lämplighet har valts utifrån de tekniska beskrivningarna, eftersom studien kräver jämförbara projekt. Projektens lämplighet har även diskuterats med en arbetschef på JM.

3.1.1 Ankaret

Ankaret är ett projekt i området Strandstad i Lomma, där grundplattan nyligen är färdiggjuten. Projektet är på 58 lägenheter i fem olika huskroppar och tillträde har beräknats att vara mellan kvartal ett till kvartal tre 2020. Byggnaderna är tre våningar vardera och ligger i ett bostadsområde nära havet. För visualisering av Ankaret, se figur 7. Tekniska beskrivningar av projektet är följande:

- Bärande stomme i byggnaden är av ytterväggar och innerväggar av betong.
- Ytterväggar är av betong.
- Bärande innerväggar är av betongskalväggar.
- Grundläggningen består av platsgjuten källare.
- Betongbjälklagen med plattbärlag.



Figur 7 - Visualisering av Fall Ankaret (Källa: JM 2019)

3.1.2 Hyllie Gränd 1

Hyllie Gränd 1 är ett projekt vid Hyllie i Malmö som är i slutfasen av inflyttning. Projektet är på 139 lägenheter och tillträde har beräknats till kvartal två 2019. Byggnaden är fyra våningar och ligger i ett tätbebyggt område med angränsande byggtrafik. För visualisering av Hyllie Gränd, *se figur 8*. Tekniska beskrivningar av projektet är följande:

- Bärande stomme i byggnaden är av betonginnerväggar och stålpelare.
- Ytterväggar är av träregelstomme.
- Bärande innerväggar är av betongskalväggar.
- Grundläggningen består av källare och bottenplatta av betong.
- Betongbjälklagen med plattbärlag.



Figur 8 - Visualisering av Hyllie Gränd 1 (Källa: JM 2018)

3.1.3 Seglet

Seglet är ett projekt vid Kanaltorget i Lomma som är färdigställt och består av 34 lägenheter. Bygganden är fyra våningar och ligger i ett tätbebyggt område nära till havet. För visualisering av Seglet, *se figur 9*. Tekniska beskrivningar av projektet är följande:

- Bärande stomme i byggnaden är av ytterväggar och innerväggar av betong.
- Ytterväggar är av betong.
- Bärande innerväggar är av betongskalväggar.
- Grundläggning består av platsgjuten betongplatta.
- Betongbjälklagen med plattbärlag.



Figur 9 - Visualisering av Seglet (Källa: JM 2017a)

3.1.4 Sjösidan

Sjösidan är ett projekt i området Råbylund i Lund som är i slutfasen av inredningsval. Projektet är på 92 lägenheter i fyra olika huskroppar. Tillträde har beräknats att vara mellan kvartal fyra 2019 till kvartal två 2020. Byggnaderna är fyra våningar vardera och ligger i ett nybyggt område utanför stadskärnan. För visualisering av Sjösidan, se *figur 10*. Tekniska beskrivningar av projektet är följande:

- Bärande stomme i byggnaden är av betonginnerväggar och stålpelare.
- Ytterväggar är av träregelstomme.
- Bärande innerväggar är av betongskalväggar.
- Grundläggningen består av källare och bottenplatta av betong.
- Betongbjälklagen med plattbärlag.



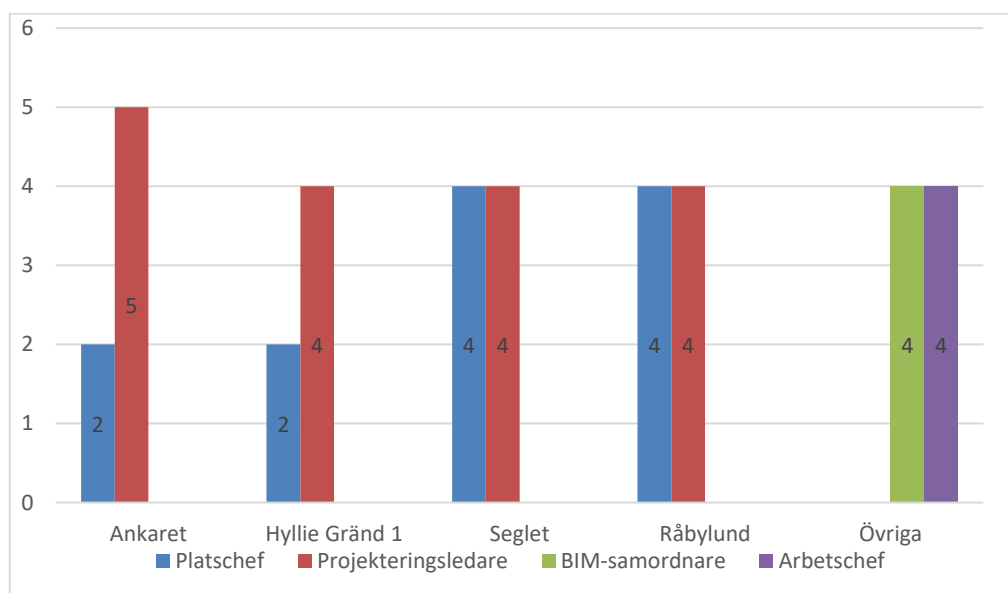
Figur 10 - Visualisering av Sjösidan (Källa: JM 2017b)

3.2 JM:s arbetsgång

JM arbetar med projektutveckling och har en lång erfarenhet av detta arbetssätt. I deras arbetsgång ingår idéfas, markförvärv, projektering, produktion, försäljning och förvaltning. Ett projekt startar med en analys av kundbehoven och marknadsutvecklingen som ligger till grund för ett markförvärv. En projektledare utses som ansvarar för kontakten med kommun och andra myndigheter om förutsättningarna för projektet. Projekteringsfasen startar med att en arkitekt anlitas som ger förslag på byggnadens utformning. Konsulter anlitas för att projektera konstruktion, mark, el och VVS. Projekteringen leds av en intern projekteringsledare som granskar samtliga handlingar. Denna person ska upptäcka kollisioner mellan olika projektörens arbete. JM överlämnar projekteringsanvisningar till de uppköpta konsulterna, detta för att projekteringen ska styras utefter hur projektutvecklaren vill arbeta. Produktionen startar när projekteringen är slutförd och underentreprenörer handlas upp på färdiga bygghandlingar.

Vid intervjuer med platschefer och projekteringsledare framkommer det att projekteringsanvisningarna inte är tillräckliga. Informanterna hade gärna önskat utökade projekteringsanvisningar med standardiserade måttsättningar, dimensioner och metoder. Utöver undermåliga projekteringsanvisningar anser projekteringsledarna att granskningen av handlingar inte är tillräcklig. De påvisar att utökade granskningsdagar eller inköpt kompetens är nödvändigt för att förbättra kopplingen mellan projektering och produktion.

Informanterna besvarade hur fungerande kopplingen mellan projektering och produktion är i respektive projekt enligt figuren nedan, *se figur 11*. De rollerna som inte är projektbaserade besvarade hur fungerade kopplingen generellt är i organisationen.



Figur 11 - Poängsättning på hur fungerande kopplingen är mellan projektering och produktion

3.3 Kartlagda avvikelser och konsekvenser

Vid intervjuerna med platscheferna diskuterades återkommande avvikelser som gett negativa konsekvenser för projekten. De fem nedanstående typerna av avvikelser är förekommande på samtliga av studiens projekt enligt tillhandahållna avvikelsekalkyler. Varför avvikelserna uppkom, hur de löstes och vilka konsekvenserna blev är samtliga hämtade från intervjuer med ansvarig platschef på respektive projekt.

3.3.1 Ventilationskanal för stor i bjälklag

Den intervjuade arbetschefen förklarar att enligt projekteringsanvisningarna ska betongbjälklaget ska vara uppbyggt av 50mm plattbärlag och 200mm pågjuten betong. Platscheferna berättar att installationer i form av ventilationskanaler, el-installationer, vatten- och avloppsrör samt armering ska få plats i bjälklaget. Utöver installationer krävs ett täcksikt mellan betongytan och armering för att skydda armeringen mot korrosion.

Bilden nedan, *se figur 12*, visar en ventilationsdragning i ett betongbjälklag i ett av projekten. Ansvarig platschef förklarar att en ventilationskanal kommer upp från våningen under och fördelas ut i bjälklaget med hjälp av ett T-stycke. Ventilationskanalen som kommer upp genom plattbärlaget och T-stycket har dimensionen 160mm medan ventilationskanalen i bjälklaget har dimensionen 100mm. Armeringsjärn och T-stycke gör att täcksiktet inte blir tillräckligt vilket resulterat i att T-stycket har tryckts ihop.



Figur 12 - Ventilationskanal i bjälklag

Samtliga platschefer bekräftar att ventilationsinstallationer som inte får plats i betongbjälklag är ett vanligt förekommande problem i produktionen. Samtliga projekt i denna studien har upplevt problemet. En platschef förklarar att det räcker med att det levererade plattbärlaget är tjockare än 50mm eller att plattbärlaget inte är helt slätt för att problemet ska uppstå trots att det teoretiskt sett ska få plats.

Platscheferna berättar att när en ventilationskanal eller ett T-stycke trycks till för att få plats, förändrar dess tvärsnittsarea. Förändrad tvärsnittsarea gör att tryckförlusten och lufthastigheten i komponenten blir större vilket kan leda till oljud i systemet. En annan potentiell konsekvens är att det kan uppstå glipor där betong kan läcka in vilket också påverkar tryckförlusterna och lufthastigheten i komponenten. Ändrade tryckförluster och lufthastigheter förändrar även dimensioneringen av ventilationssystemet. Enligt platscheferna medför denna avvikelse främst konsekvenser på projektets kvalitet. Platscheferna påstår dock att om det krävs åtgärder mot oljud blir konsekvenser i form av ökade kostnader och ökad tidsåtgång omfattande.

3.3.2 Kollisioner mellan installationer

Samtliga platschefer bekräftar att kollisioner mellan olika installationer är ett återkommande problem på JM. Alla projekt i studien har använt sig av samma konsultföretag för ventilation som för vatten och sanitet, trots detta har platscheferna uppfattningen om att projektörerna inte samarbetar. Enligt platscheferna är det vanligast att ventilationen kolliderar med vatten och sanitet. Projekteringsledarna hävdar att de har för lite tid och kunskap för att kontrollera installationssamordningen.

Bilden nedan, *se figur 13*, visar ett exempel från ett av projekten i studien där installationer kolliderar. Ansvarig platschef för projektet förklarar att ventilationsfilterboxen som sitter på väggen ska kunna öppnas vid byte av filter. Rören som sitter under boxen är tilllopp samt retur av sekundärvärme. Rörens placering medför att luckan som sitter i nedandelen av boxen inte går att öppna. Den ansvarige platschefen berättar att kollisionen av installationerna inte är åtgärdad och problemet måste lösas vid byte av filter.



Figur 13 - Kollisioner mellan installationer

Platscheferna är överens om att konsekvenserna varierar beroende på storleken på problemet. I exemplet ovan, *se figur 13*, blir konsekvenserna att kvalitén på byggnaden försämras och byggandens funktion inte blir tillräcklig. Ansvarig platschef för projektet förklarar att den förvaltningsansvarige kommer behöva lösa problemet när ventilationsfiltret ska bytas, lösningens konsekvenser blir både kostsamma och tidskrävande. Kollisioner av installationer kan istället åtgärdas i produktionen i samband med montering men blir då kostsamma och tidskrävande för produktionen.

3.3.3 Kollisioner mellan installationer och inredning

Att installationer kolliderar med inredning är ett problem som uppfattas som återkommande på JM. Installationer är placerade, enligt bygghandling, genom inredning som inte går att flytta. Problemet måste därför lösas i produktionen.

Bilden nedan, *se figur 14*, visar avluftningen till ett avlopp som enligt bygghandling ska monteras genom bänkskivan i köket. Ansvarig platschef förklarar att enligt bygghandlingen ska avluftningen genom bänkskivan, upp genom taket och släppas ut på en takterrass. Platschefen tycker inte denna lösningen är lämplig, dels eftersom kunden inte vill ha ett rör genom bänkskivan, dels eftersom utsläpp av avluftning inte är lämplig på en takterrass. Avluftningen fick därför dras om och gå upp genom sovrummet där ett 100mm djupt schakt behövde byggas.



Figur 14 - Avluftning utanför väggen

Konsekvenserna av att avluftningen till avloppet var felplacerad blev enligt ansvarig platschef omfattande. Kvalitén blev påverkad negativt eftersom ett schakt blev nödvändigt i sovrummet för att lösa problemet. Platschefen förklarar att lösningen på problemet även blev kostsam och tidskrävande.

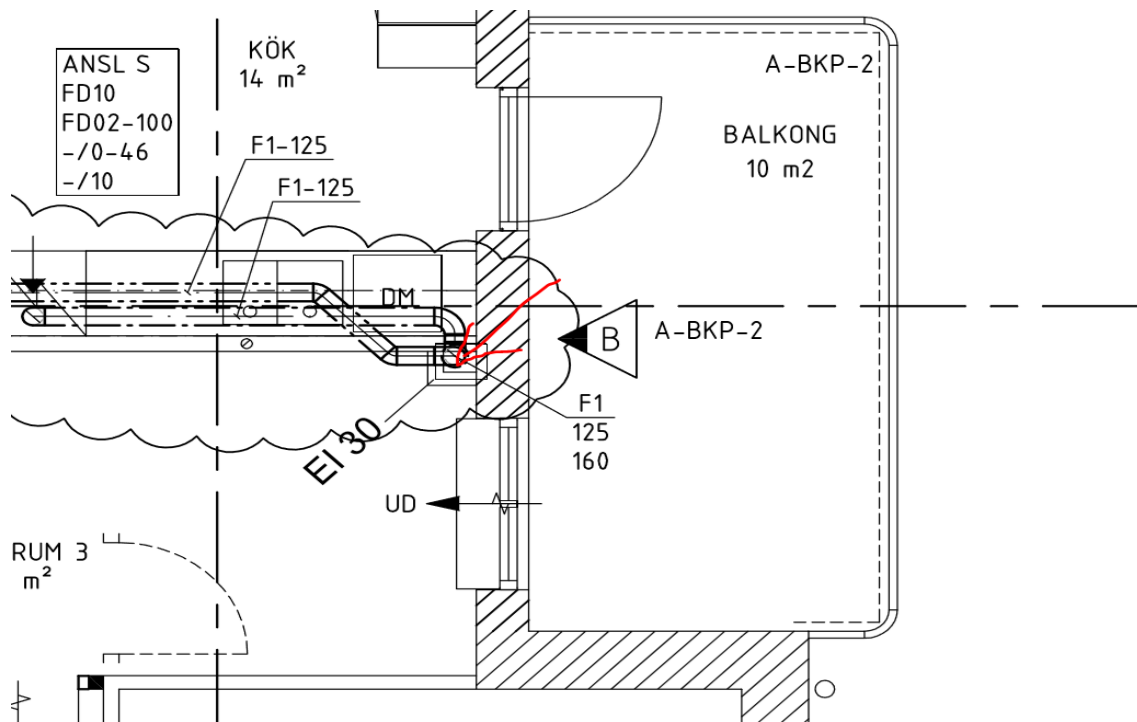
3.3.4 Kollisioner mellan installationer och armering

Kollisioner mellan installationer och bärande konstruktioner är också ett vanligt förekommande problem i kopplingen mellan projektering och produktion. Platscheferna bekräftar att samtliga projekt i denna studien har stött på detta problem. Problemet uppkommer när installationer, enligt bygghandling, ska placeras där nödvändig armering sitter. Armeringen går inte att flytta eller undvara vilket resulterar i att installationerna måste dras på annat sätt.

Bilden nedan, *se figur 15*, visar armeringen till en prefabricerad balkongplatta. Platschefen för projektet förklarar att balkongplattans infästning är i form av armeringskvastar, utstickande armering som förankras i bjälklaget. Ett ventilationsdon ska enligt bygghandlingen, *se figur 16*, placeras där tumstocken visar. I samråd med den externa leverantörer som beräknat armeringen för balkongen, konstaterades att endast fyra armeringsjärn fick kapas i denna armeringskvast. Platschefen berättar att ventilationsdonet fick flyttas i sidled och ett nytt hål fick sågas i plattbärlaget.



Figur 15 - Ventilation kolliderar med balkongarmering



Figur 16 - Bygghandling som visar ventilationsdonets kollision med balkongarmeringen

Kollisioner mellan installationer och bärande konstruktioner resulterar oftast i att installationerna måste flyttas. Platscheferna förklarar att konsekvenserna kan variera beroende på avvikelsernas storlek och lösningsmetod. Ventilationen som kolliderade med balkongarmeringen, *se figur 15*, resulterade enligt ansvarig platschef i följande konsekvenser:

- Samråd med konstruktör medförde ökad tidsåtgång.
- Ventilationsdonet flyttades vilket påverkade kvalitén negativt.
- Det krävdes håltagning i plattbärlag vilket medförde ökad tidsåtgång och ökade kostnader.

3.3.5 Genomföringar är felplacerade

Platscheferna beskriver att nödvändig installation ska kunna fördelas ut i byggnaden vilket medför att genomföringar genom väggar och tak är oundvikliga. Genomföringarnas placering bestäms i projekteringen och redovisas på bygghandlingen. Vid prefabricerade element, till exempel skalväggar och plattbärlag, görs genomföringarna på fabriken.

På bilden nedan, *se figur 17*, visas en felplacerad genomföring i en vägg i ett av projektens källare. Platschefen för projektet berättar att ett ventilationsrör ska via genomföringen vidare i byggnaden. Isoleringen i taket har inte beaktats då genomföringens placering bestämdes och samtliga genomföringar i källaren har därav hamnat fel. Problemet resulterade i att en håltagningsfirma fick anlitas som sågade nya hål nedanför isoleringen, *se figur 18*. Cellplasten ovanför de nya hålen togs bort och detta utrymme fick muras igen.



Figur 17 - Genomföring som är felplacerad



Figur 18 - Genomföring efter håltagning

Felplacerade eller missade genomföringar är ett återkommande problem i kopplingen mellan projektering och produktion och förekommande på samtliga av studiens projekt. Enligt platscheferna varierar problemens omfattningar och konsekvenserna för de olika projekten. Platscheferna förklarar att en felplacerad eller missad genomföring får främst konsekvenser på kostnad och tidsåtgång. Att behöva anlita en håltagningsfirma resulterar i ökade utgifter och vidare moment blev stillastående. Även kvalitén kan försämrats som i exemplet ovan. Det uppmurade utrymmet ovanför det nya hålet håller inte samma kvalité som en homogen betongvägg. Platscheferna berättar också att väggens bärlighet kan behöva kontrolleras eftersom armering i väggen kapas.

3.4 Kommunikationsflöden på JM

En arbetschef på JM berättar i intervjun att kommunikationen i de projekten som är presenterade i studien skett genom möten-, mejl- och telefonkontakt.

Samtliga platschefer berättar att det är viktigt att vara delaktig tidigt i projekteringen för att kunna ge sina synpunkter på projekteringen och menar att många avvikelser kan undvikas genom en god kommunikation tidigt i projekteringen. Platscheferna menar att kommunikationen i dagsläget är för dålig mellan projektering och produktion, det finns inget system för direktkontakt med projektörerna och menar att responstiden är för lång. Många av platscheferna menar att projekteringsledare som mellanhand inte fungerar, då ett extra steg i kommunikationen kan innebära feltolkningar av informationen. Platscheferna påpekar även att uppfattningen finns om att projektörerna inte kommunicerar med varandra, främst vid projektering av installationer. Platscheferna uppfattar det som svårt att få ersättning för dessa projekteringsmissar och hade gärna haft ett system för hur JM ska sätta krav på att projekteringen ska kommunicera genom projektutvecklaren.

I vidare projekt har JM implementerat BlueBeam, ett verktyg som innebär att produktionen kan ge kommentarer till projekteringen digitalt på oklarheter i handlingar redan i granskningskedet. Platschefen som i sitt nuvarande projekt testat detta sätt att kommunicera, tycker det är ett bra verktyg för att effektivisera kommunikationen mellan projektering och produktion.

Projekteringsledarna menar att en god kommunikation mellan projektering och produktion är nödvändigt för att få in produktionens önskemål och följa upp avvikelser som skett. Projekteringsledarna menar att en snabb och effektiv kontakt är det viktigaste för god kommunikation. Projekteringsledarna menar precis som platscheferna att kommunikationen projektörer emellan är undermålig och många avvikelser kan undvikas om en god kommunikation mellan projektörer hade upprättats.

Platscheferna och projekteringsledarna är överens om att det i dagsläget inte finns ett system för erfarenhetsåterföring mellan olika projekt utöver projekteringsledarnas egna erfarenheter av tidigare projekt. De hade gärna satt ett system för hur man kan koppla samman vidare projekt utifrån de erfarenheter man skaffat sig.

3.5 JM:s arbetssätt med arbetsberedning

Arbetschefen berättar tillsammans med överlämnad broschyr att JM använder sig av arbetsberedning som ett verktyg för att beskriva hur ett byggmoment ska utföras i produktionen enligt projekterade bygghandlingar. Standardiserade monteringsanvisningar ska täcka de mest kritiska arbetsmomenten. När ett arbetsmoment startar skall en arbetsberedning med utförande personal genomföras. Arbetsberedningar hos JM ska genomföras enligt de åtta olika punkter nedan:

1. Genomgång av arbetsbeskrivning
2. Genomgång av revideringshistorik
3. Genomgång av monteringsanvisning
4. Genomgång av eventuell tillgänglig logistikanvisning
5. Genomgång av särskilt riskfyllda arbeten
6. Utse ansvariga för mottagningskontroll och egenkontroll
7. Notera deltagare på arbetsberedningen
8. Bestämna datum för uppföljning efter första montage

Arbetschefen förklarar de ingående delarna enligt följande: arbetsbeskrivningen är det dokument som ska styra hur planering, genomföring och uppföljning ska genomföras. JM har ca 50 färdiga monteringsanvisningar som ska täcka de mest kritiska moment som kan uppkomma på en bygghandling. Monteringsanvisningarna ska säkra god arbetsmiljö och rätt kvalitet. När en avvikelse har skett från arbetsberedningen, när man behövt göra avsteg från arbetsberedningen, utreds den av en kvalitetsingenjör på JM. Beroende på storleken på avvikelsen och i vilken frekvens den uppkommer, görs eventuella revideringar i monteringsanvisningen. Arbetschefen berättar att det i dagsläget inte finns arbetsberedningar för installationsmoment.

Samtliga platschefer har svårt att se hur arbetsberedningen skulle förbättra kopplingen mellan projektering och produktion och undvika avvikelser. De menar att upptäcka projekteringsfel i en arbetsberedning är försent. När en arbetsberedning görs förutsätts att bygghandlingarna är kompletta. Samtliga platschefer är dock positiva till en typ av checklista där återkommande avvikelser kontrolleras.

Projekteringsledarna menar att arbetsberedningen kan användas som ett verktyg för projektörerna för att få en bättre förståelse av hur byggmomentet ska utföras. En av de intervjuade projekteringsledarna anser att återkommande avvikelser borde kunna uppmärksammas vid en arbetsberedning.

3.6 BIM-processen på JM

Arbetschefen berättar att JM använder sig numera av BIM och en BIM-samordnare som hjälper projekteringsledaren. Inget av projekten i denna studie har dock använt sig av BIM i vare sig projektering eller produktion.

BIM-samordnaren berättar i intervjun att JM arbetar kontinuerligt med att implementera BIM i organisationen och ett nytt krav är satt att alla JM:s projekt ska använda BIM från och med 1 januari 2018. Projekten tidigare har använt sig av traditionell 2D-projektering berättar BIM-samordnaren. BIM-samordnaren påvisar också att många av de studerade avvikelserna hade kunnat undvikas med hjälp av BIM. En begränsning med BIM som BIM-samordnaren ser i dagsläget är att armering gör modellerna för stora och inte hanterbara. Kollisioner mellan installationer och armering är något platscheferna uppfattar som återkommande och de anser att BIM-processen kan bidra till en minskning av dessa kollisioner. Platscheferna har samma uppfattning som BIM-samordnaren att modellerna är begränsade på JM i dagsläget men menar att kollisioner med armeringsbalkar är kritiskt och hade gärna sett att det finns med i modellerna.

Platscheferna är positiva till implementering av BIM men de har olika uppfattningar om hur BIM kan användas i produktionen. Platscheferna har önskemål att i modellen kunna göra mängdning av material men är skeptiska till att detta är möjligt i dagsläget. Tre av de intervjuade platscheferna anser att processen endast ger en visuell bild som kan vara användbar men inte säkra på att modellen går att bygga utefter. Den fjärde platschefen har tidigare erfarenheter av BIM från en annan organisation och anser att det är ett användbart verktyg som förbättrar kopplingen mellan projektering och produktion avsevärt. Personen menar att flera av studiens berörda avvikelser hade kunnat undvikas med en fungerande BIM-process.

Samtliga projekteringsledare hävdar att BIM är en process som förbättrar kopplingen mellan projektering och produktion men att det i dagsläget inte fungerar inom organisationen. Två av de intervjuade projekteringsledare menar att kunskaper inom BIM behöver nå hela organisationen. Den tredje projekteringsledaren har inga åsikter om BIM eftersom personen inte har någon erfarenhet av processen. Projekteringsledarna menar att det inte räcker med att organisationen får ta del av kunskapen utan även projektörerna. Detta innebär merjobb för externa aktörer men menar att minskade kostnader för avvikelser kommer att överväga ökade kostnader för projektering.

4 Analys

I detta avsnitt har ansatsen för att analysera den insamlade data varit att binda det till teorin för att besvara frågeställningarna. Avvikelserna är en central del i analysen och sammankopplas till upphandling, kommunikation, arbetsberedning och BIM.

4.1 Arbetsgång

Arbetschefen förklarar i intervjun att JM är en projektutvecklare som styr projekteringen med projekteringsanvisningar. Detta går i linje med det Révai (2012) berättar om, att utnyttja möjligheten till en produktionsanpassad projekteringen. Vid intervjuer med platscheferna och projekteringsledarna framkommer åsikter om att projekteringsanvisningar inte är tillräckliga för att få fram kompletta produktionsanpassade handlingar, främst vid installationer. Informanterna hade gärna sett standardiserade måttsättningar, dimensioner och metoder. Detta går i linje med det Révai (2012) beskriver, att tydliga riktlinjer från huvudentreprenören för projektering är en nödvändighet för att hålla nere kostnader för produktionen.

Arbetschefen berättar även att projektutvecklaren använder sig av en intern projekteringsledare som ska styra, samordna och granska projekteringen. I intervjuerna med projekteringsledarna framkommer det att granskningsarbetet av handlingar kräver för mycket tid gentemot tiden som åsidosätts för detta arbete. Detta medför en brist i samordningen mellan projektering och produktion som leder till att avvikelser inte upptäcks i tid. Révai (2012) förklarar att brister i samordningen mellan projektering och produktion kan få negativa konsekvenser senare i produktionen.

4.2 Kommunikation

Vid intervjun med arbetschefen framkommer att kommunikationen inom studiens projekt skett via möte, mejl och telefon. Detta förstärks av Bergkvist och Garney (2008) som effektiva kommunikationsmedel. Platscheferna tycker att kommunikationen med projekteringen fungerar undermåligt. Platscheferna anser att de ofta kommer försent in i projekten, eftersom en platschef inte alltid är bestämd i projekteringskedet. Detta medför att de inte kan vara med på mötena där viktiga beslut om projekteringen tas. Platscheferna menar också att kommunikationen med mejl och telefon gentemot projekteringen är för långsam. Detta eftersom det inte finns en direkt kommunikationskanal till projekteringen utan att all kommunikation ska ske genom projekteringsledaren. Det som platscheferna anser saknas på studerade projekt är ett fungerande IT-verktyg för snabb och direkt kontakt med projekteringen. Den platschefen som i sitt kommande projekt använder ett IT-verktyg har en positiv inställning till att verktyget kan minska avvikelser i produktionen. Bergkvist och Garney (2008) påvisar att IT-verktyg är ett välfungerande kommunikationssätt som bland annat förbättrar revideringsprocessen, men menar att samtliga inblandade måste ha förståelse för verktyget. Platscheferna är medvetna om att kommunikation genom ritningar är den främsta kommunikationsmedlet inom byggbranschen men menar att de ofta är undermåliga och behöver förbättras. Detta styrks av Bergkvist och Garney (2008) som säger att ritningar måste innehålla än mer information, främst genom att implementera 3D-ritningar. Projekteringsledarna instämmer med mycket av platschefernas åsikter om kommunikation, men tycker oftast att kommunikationen genom dem är en nödvändighet för att de ska få en inblick i hela produktionen.

Samtliga informanter är överens om att det finns en uppfattning om att projektörerna inte kommunicerar med varandra på rätt sätt och därav uppstår många avvikelser. Révai (2012) påvisar att de är projekteringsledarnas uppgift att samordna projektörerna. Karrbom Gustavsson (2011) betonar vikten av att redan i upphandling bestämma hur information ska förmedlas, samt att problem kan uppstå i kommunikationsflödet om det inte är bestämt i kontraktet.

Inom organisationen berättar samtliga informanter att det inte finns ett system för erfarenhetsåterföring. Wiklund (2007) förklarar att det måste finnas konkreta informationskanaler och tydliga riktlinjer för hur erfarenhetsåterföring ska ske. I studien framkommer det att det gärna ska göras genom personliga möten mellan medarbetare där information om erfarenhet kan utbytas.

4.3 Arbetsberedning

Arbetschefen förklarar i intervjun att projektutvecklaren använder sig av arbetsberedning som en koppling mellan projektering och produktion inför kritiska moment och för att kvalitetssäkra. Detta går i linje med vad Nordstrand (2008) och Persson (2012b) berättar om varför en arbetsberedning är viktig. Persson (2012b) beskriver att när en arbetsberedning ska utföras är det viktigt att ha tillräckligt med underlag. JM använder sig av standardiserade monteringsanvisningar som beskriver och visualiserar hur ett moment ska genomföras. Tillsammans med detta använder sig JM av ritningar från projektörer och arbetsbeskrivningar. Hur en arbetsberedning ska genomföras hos JM, finns det tydliga riktlinjer för. Samtliga punkter som finns med i riktlinjerna stämmer överens med det Persson (2012b) beskriver bör finnas med i en arbetsberedning. När ett moment inte går att följa hos JM, revideras monteringsanvisningar tills nästa projekt. Detta går i linje med vad Révai (2012) beskriver om hur felaktiga metoder för utförande, materialhantering och resurshantering kan ändras från ett projekt till nästa.

Informanterna berättar att det inte finns kontrollpunkter i monteringsanvisningarna för att kunna upptäcka vanliga projekteringsfel. Samtliga platschefer är kritiska mot att detta skulle hjälpa kopplingen mellan projektering och produktion. Detta går inte i linje med vad Persson (2012b) berättar om att man har alla förutsättningar att tidigt upptäcka och kartlägga moment med hög risk och hur de ska hanteras och åtgärdas. Persson (2012b) säger också att det är viktigt att definiera vad som inte brukar fungera vid genomförande av momentet. Vid interjuver med projekteringsledare betonades vikten av att upptäcka projekteringsfel så tidigt som möjligt i produktionen. Det framkom önskemål om att ta upp vanliga projekteringsfel vid arbetsberedning och därav upptäcka avvikelser tidigare än vid genomförandet av moment.

Samtliga informanter berättar att arbetsberedning för underentreprenörer inte finns ute i produktionen. Persson (2012b) förklarar att det är viktigt att i en arbetsberedning ska stafettväxla arbetsmoment, det vill säga hur man ska lämna över ett moment till en annan yrkesgrupp. Detta kan inte JM kontrollera eftersom underentreprenörerna har sina egna arbetsberedningar.

4.4 BIM

Arbetschefen berättar att BIM är ett krav från och med 1 januari 2018 i projekteringen hos JM, dock har inte BIM använts i de studerade projekten. Projektutvecklaren har även anställt en BIM-samordnare som ska samordna och granska informationsinnehåll från samtliga aktörer. Detta betonar BIM Alliance (2013) är en nödvändig roll för att BIM-processen ska fungera.

Samtliga informanter är positiva till införande av BIM och är medvetna om att det kan förbättra kopplingen mellan projekteringen och produktionen. Vid intervju med BIM-samordnare framkommer det att många av studerade avvikelser hade kunnat upptäckas med kollisionskontroller i BIM. Detta går i linje med Jongeling (2008) som förklarar att BIM-processen kan medföra en minskning av avvikelser med 50% i produktion och 50% i projektering i förhållande till traditionell 2D-projektering.

Informanterna har meningsskiljaktigheter om hur BIM-processen ska användas. En del av platscheferna menar att det i dagsläget endast går att använda i produktionen för att ge en visuell bild av projektet. Projekteringsledare, BIM-samordnare och en av de intervjuade platscheferna menar dock att det är ett användbart hjälpmedel genom hela projektet. De informanter som ställer sig positivt till att använda BIM genom hela projektet har tidigare erfarenheter av BIM-processen. Jongeling (2008) anser att BIM-processen kan användas genom hela byggprojektet.

Flera platschefer har önskemål om att kunna mängda material utifrån BIM-modellen men menar att kunskapen inom organisationen i dagsläget är undermålig. Jongeling (2008) hävdar att mängdning genom BIM-processen är möjligt men enligt BIM Alliance (2013) är kunskap viktigt för att kunna utnyttja alla möjligheter. Vid intervjuerna har det framkommit uppfattningar om att det inom organisationen finns för lite kunskaper om BIM. Informanterna påpekar att även projektörerna måste ha tillräcklig kompetens inom BIM-processen för att uppnå möjligheterna med BIM. Det styrks av Bergkvist och Garney (2008) som beskriver att ritningar troligtvis fortsatt kommer vara den främsta informationskanalen.

Många av de studerade avvikelserna uppkommer genom kollision mellan installationer och armering. Platscheferna förklarar att det ofta är leverantörernas projektering av armering som kolliderar med installationer. Detta påpekar BIM-samordnaren är ett problem eftersom armeringen gör modellerna för omfattande och svåra att hantera. Jongeling (2008) menar att modellerna måste vara kompletta för att personalen i produktionen inte ska behöva skapa sig en egen uppfattning av hur momenten ska genomföras. Intervjuer med platschefer påpekar dock att kollisioner mellan armering och installationer är mest kritiskt där det finns armeringsbalkar och hade gärna sett denna informationen i modellerna.

5 Diskussion

I detta avsnitt diskuteras resultatet med författarnas egna tankar, för att ge en tydligare bild utifrån personliga erfarenheter som författarna erhållit under studiens gång.

Studiens syfte har till stor del besvarats, då återkommande avvikelser har hittats och de har analyserats utifrån varför de uppkom och vad konsekvenserna blivit. Kopplingen mellan projektering och produktion har genom studien visat sig vara komplex med problem som hela byggbranschen behöver förbättra för att undvika avvikelser som är kostsamma, tidskrävande och kvalitetsförsämrade. Brister i kopplingen mellan projekteringen och produktionen har uppmärksamats i studien och gett underlag för förbättringspunkter som kan vara användbara för hela byggbranschen.

5.1 Arbetsgång

Att det finns ett problem med kopplingen mellan projektering och produktion finns det inga tvivel om. Olika rollers uppfattning om problemet varierar, troligtvis på grund av hur de påverkas av att det finns ett problem. Studerade avvikelser upptäckts i produktionen vilket troligtvis skapar en frustration hos de berörda. Den kvantitativa frågan som ställts till samtliga informanter påvisar detta, *se figur 11*. Platschefernas poängsättning är betydligt lägre än övrigas, detta kan möjligen bero på att produktionen upptäcker och löser avvikelserna på plats, men sedan inte återkopplar till projekteringen. Eftersom projekteringsledaren inte får ta del av alla avvikelser så uppfattar de troligtvis att kopplingen mellan projektering och produktion fungerar bättre än platscheferna.

Att utnyttja produktionens erfarenheter och kunskaper i projekteringsarbetet har genom studien uppfattats vara bidragande för en lyckad koppling mellan projektering och produktion. Detta kan uppnås med hjälp av till exempel projekteringsanvisningar där projektutvecklaren eller totalentreprenaden kan förmedla produktionsanpassade lösningar till projektörerna. Det är viktigt att projekteringsanvisningarna är tillräckligt omfattande med tydliga riktlinjer för projektörerna. Vid utformning av projekteringsanvisningarna är det viktigt att inkludera både projekteringsledare och platschefernas kunskaper. För att minska projekteringstiden och effektivisera produktionen hade projekteringsanvisningarna troligtvis behövt innehålla standardiserad måttättning, dimensioner och metoder.

För en mer produktionsanpassad projektering skulle det möjligen krävas att personal som ska arbeta i kommande produktion får vara med på projekteringsmöte och ge deras synpunkter på projekteringsarbetet. Detta ger troligen ett bättre samarbete mellan projektering och produktion med en större uppfattning om att projektet genomförs tillsammans.

Projekteringsledarna påstår att det är tidskrävande att granska handlingar och de upplever att tiden inte räcker till. Att inte hinna granska de handlingar som skickas till produktionen är bidragande till att avvikelser uppstår i produktionen. För att lyckas granska samtliga handlingar krävs exempelvis ett IT-verktyg, mer tid till granskning eller inköpt spetskompetens som ansvarar för granskningen.

5.2 Kommunikation

I studien har en god kommunikationen mellan projektering och produktion visat sig vara viktig för att undvika återkommande avvikelser. Platscheferna har uppfattningen om att de inte får respons från projekteringen i tid, detta skulle kunna bero på att organisationens kommunikationskanaler inte är tillräckliga. Att endast använda sig av telefon, mejl och personliga möte har genom studien visat sig vara bra men begränsande. Ett IT-verktyg som komplement till telefon, mejl och personliga möte är att föredra och ger troligen en effektivare koppling mellan projektering och produktion. Med hjälp av ett IT-verktyg som till exempel BlueBeam får hela projekteringen del av kommentarer från produktionen. Möjligheten att produktionen kan ta del av kommentarer om oklarheter inom projekteringsarbetet och direkt kunna ge sina synpunkter är något författarna anser vara användbart. Under intervjuerna har platscheferna uttryckt åsikter om att projektörerna inte kommunicerar med varandra. Ett IT-verktyg för kommunikation blir det möjligen enklare att följa hur projektörerna kommunicerar med varandra. Projekteringsledarna tycker det är viktigt att all kommunikation går genom dem, ett IT-verktyg där samtliga får ta del av informationen samtidigt ger projekteringsledaren möjlighet att följa all kommunikation mellan projektering och produktion men även mellan projektörer. Ett system för erfarenhetsåterföring efterfrågas av informanterna i studien, genom studerade sätt att förbättra kopplingen kommer troligtvis även erfarenhetsåterföring i organisationen förbättras.

5.3 Arbetsberedning

Entreprenören har tydliga riktlinjer för hur arbetsberedning ska genomföras och tar del av tidigare erfarenheter, främst genom standardiserade monteringsanvisningar. Att arbetsberedning kan vara ett verktyg för att förbättra kopplingen mellan projektering och produktion finns det meningsskiljaktigheter mellan teorin och informanter. Troligtvis hade utökad arbetsberedning med vanliga projekteringsfel effektiviserat kopplingen, främst genom att produktionen hade upptäckt avvikelserna tidigare och därmed hade effektivare revideringar av underlaget kunnat göras.

Projektörerna har enligt projekteringsledarna i dagsläget ingen koll på hur arbetsberedningen på JM ser ut. Om projektörerna fått ta del av arbetsberedningarna under projekteringen, hade detta troligtvis medfört bättre handlingar. Projektörerna hade då kunnat få en bättre förståelse för hur produktionen vill arbeta, främst genom att se hur ett moment utförs men även i vilken ordning de olika delmomenten monteras.

I dagsläget har JM inte någon koll på arbetsberedningar hos sina underentreprenörer, detta försvårar stafettväxlingen mellan olika yrkesgrupperna på arbetsplatsen. Att inkludera underentreprenörer i relevanta arbetsberedningar hade troligen möjliggjort en bättre stafettväxling.

5.4 BIM

BIM har sedan januari 2018 varit ett krav hos JM att projektera efter. Detta kommer förbättra kopplingen mellan projektering och produktion med mindre avvikelser i projekten, främst genom kollisionskontroller. En utmaning för projektutvecklaren eller totalentreprenaden är att utbilda personalen i hela organisation om processens möjligheter och hur den ska användas. I studien har det framkommit att modellerna måste bli mer innehållsrika på information, att de måste vara kompletta. Ytterligare en utmaning är att få in samtliga projektörens information tillsammans med externa leverantörers information, åtminstone bör armeringsbalkar vara inkluderade i modellen för minskning av studerade avvikelser.

6 Slutsatser

I detta avsnitt presenteras slutsatsen av studien. Besvarar samtliga frågeställningar och presenterar förbättringspunkter samt ger förslag till vidare studier inom erfarenhetsåterföring, kommunikationsmedel och BIM för externa leverantörer.

Studiens syfte är att kartlägga vilka återkommande avvikelser som uppkommer i byggprojekt, varför de uppkommer och vad konsekvenserna blir. Syftet med studien är också att utreda hur kopplingen mellan projektering och produktion kan förbättras för att förhindra att studerade avvikelser uppkommer. Att minska avvikelser i byggprojekt är ett intresse för hela byggbranschen eftersom det årligen kostar flera miljarder kronor.

De återkommande avvikelserna i fallstudien är främst kollisioner mellan olika projektörens arbete. Följande avvikelser är återkommande på studerade projekt:

- Kollisioner mellan ventilation med vatten och sanitet.
- Kollisioner mellan bärande armering och installation.
- Kollisioner mellan inredning och installation.
- Felaktiga placeringar av genomföringar.

Varför dessa avvikelser uppkommer beror främst på undermåliga bygghandlingar. Anledningen till undermåliga bygghandlingar är bristande kommunikation och samordning i projekten. Kommunikationen upplevs inte vara tillräcklig för att hantera kopplingen mellan projektering och produktion. Samordningen mellan projektörer och projektledning upplevs komplicerad eftersom kunskapen, tiden och verktygen är begränsat i studiens olika projekt.

Konsekvenserna av de studerade avvikelser varierar på avvikelserns omfattning. Tydligt är dock att samtliga avvikelser ger betydande konsekvenser i form av extra kostnad, utökad tidsåtgång och negativt påverkad kvalitet. Exakta siffror på hur stora konsekvenserna blivit på respektive avvikelse är något som inte framkommit i denna studie. Detta eftersom informationen sammanställs en tid efter respektive projekts slut, inget av de studerade projekten har en sådan sammanställning.

Det finns två huvudsakliga principer för att undvika att de studerade avvikelserna uppkommer. Det första är att problemen inte når produktionen genom en välfungerande projektering. Det andra är att tidigt upptäcka avvikelser i produktionen och därmed att revideringar utförs på bygghandlingar innan momenten är påbörjats. JM jobbar ständigt med att förbättra kopplingen mellan projektering och produktion. BIM-processen är numera ett krav vid projektering och nya IT-verktyg för att kommunicera mellan olika aktörer har implementerats som enligt informanterna i denna studie förebygger avvikelser och effektiviserar kopplingen mellan projektering och produktion. Samtliga kartlagda förbättringspunkter för en effektiv koppling mellan projektering och produktion som påvisats i denna studie är följande:

- Utökad kunskap inom BIM för hela organisationen.
- System för erfarenhetsåterföring till kommande projekt.
- Utökad arbetsberedning med återkommande projekteringsfel.
- Utökad tid för granskningsdagar.
- System för hur leverantörens projektering ska sammankopplas med resten av projekteringen.
- Högre krav på projektörer på hur projektutvecklaren eller totalentreprenaden vill arbeta generellt och med BIM samt ett system för hur de olika projektörerna ska samarbeta.
- Produktionen ska vara med tidigare i projekteringen.
- Effektivare kommunikation mellan inblandade aktörer.
- Standardiserade sätt att projektera utifrån produktionens erfarenheter.

6.1 Förslag till vidare studier

Erfarenhetsåterföring har visat sig i denna studie vara viktigt för att undvika återkommande avvikelser. Trots detta finns inget etablerat system för hur man ska byta erfarenheter och ständigt förbättra organisationen. Hur ska man implementera ett effektivt system för erfarenhetsåterföring i byggbranschen?

I denna studie har det visat sig vara positivt att använda IT-verktyg för att kommunicera aktörer emellan. Vilka nackdelar finns med att kommunicera genom IT-verktyg? Vilka negativa konsekvenser finns med den minskade personliga kontakten som IT-verktyg medför?

Leverantörers projektering upplevdes i denna studie som svår att sammankoppla med resterande projektering. Hur kan samordningen mellan leverantörer och projektet förbättras? Hur kan BIM-processen användas för att förbättra denna kopplingen?

Referenser

- Andersson, J & Eriksson, M., 2017. *Arbetsberedningar i produktion*. Kandidatuppsats, Karlstad: Karlstad Universitet.
- Andersson Markkanen, J & Karlsson, R., 2012. *Hantering av bygghandlingar*. Kandidatuppsats, Stockholm: Kungliga tekniska högskolan.
- Aulin, R., Landin A., Hansson B., Olander S. & Persson U., 2015. *Byggledning projektering 1* uppl., Lund: Studentlitteratur Lund.
- Autodesk Inc, 2018. *Vad är BIM?* <https://www.autodesk.se/solutions/building-information-modeling/overview> [2019-04-17]
- BIM Alliance, 2013. *Rollbeskrivning i BIM-projekt*. <https://www.bimalliance.se/> [2019-04-17]
- Bergkvist, F & Garney, H., 2008. *Kommunikation i byggprocessen*. Masteruppsats, Lund: Lunds tekniska högskola.
- Byggledarskap, u.d. *Roller och yrken i byggprojekt*. <http://byggledarskap.se/> [2019-04-16].
- Denscombe, M. 2014. *The good research guide*. 5:1 uppl., Maidenhead: McGraw-Hill.
- Eriksson, P-E & Hane, J., 2014. *Entreprenadupphandlingar*. (Rapport 2014:4). Stockholm: Konkurrensverket.
- Forsberg, C & Wengström, Y. 2003. *Att göra systematiska litteraturstudier*. 4:1 uppl., Stockholm: Natur och Kultur.
- Hansson, E & Persson, D., 2009. *Att lyckas med ett byggprojekt*. Kandidatuppsats, Halmstad: Högskolan Halmstad.
- Holme, I-M & Solvang, B-K. 1997. *Forskningsmetodik*. 2 uppl., Lund: Studentlitteratur Lund.
- Hultqvist, A & Jansson, D., 2013. *Brister i bygghandlingar*. Kandidatuppsats, Göteborg: Chalmers tekniska högskolan.
- Infovoice, 2002. *Validitet och reliabilitet*. <http://www.infovoice.se/fou/bok/10000035.shtml> [2019-04-08].
- Ingvaldsson, Ö & Svensson, M., 2013. *Projektörernas roll i totalentreprenader*. Kandidatuppsats, Göteborg: Chalmers tekniska högskolan.
- JM, 2019. *Bostadsfakta Ankaret*. <http://www.JM.se> [2019-04-16]
- JM, 2018. *Bostadsfakta Hyllie Gränd 1*. <http://www.JM.se> [2019-04-16]
- JM, 2017a. *Bostadsfakta Seglet*. <http://www.JM.se> [2019-04-16]
- JM, 2017b. *Bostadsfakta Sjösidan*. <http://www.JM.se> [2019-04-16]

- Jongeling, R., 2008. *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt*. (Rapport 2008:04) Luleå: Luleå tekniska universitet.
- Karrbom Gustavsson, T., 2011. *Byggsektorns förmågor*. (Rapport 2011:4). Stockholm: Kungliga tekniska högskolan.
- Kohonen, J & Lindström, K., 2016. *Litteraturstudie*. Lathund, Åbo: Åbo Akademi.
- Lantz, A. 2007. *Intervjumetodik*. 2:4 uppl., Lund: Studentlitteratur Lund.
- Lindskog, A., 2015. *Arbetsberedning – Ett verktyg med stor potential*. Kandidatuppsats, Lund: Lunds tekniska högskola.
- Magnusson, I. 2017. *BIM i produktion – Var står vi idag?*. Masteruppsats, Lund: Lunds tekniska högskola.
- Nordstrand, U. 2008. *Byggprocessen*. 4:3 uppl., Stockholm: Liber AB.
- Persson, M. 2012a. *Arbetsberedning*. Lund: SBUF.
- Persson, M. 2012b. *Planering och beredning av bygg- och anläggningsprojekt*. 1:1 uppl., Lund: Studentlitteratur Lund.
- Révai, E. 2012. *Byggstyrning*. 4:2 uppl. Stockholm: Liber AB.
- Révai, E. 2014. *Produktionsuppföljning av entreprenader*. Stockholm: Ervin Révai Konsultbyrå AB.
- SBUF, u.d. *Arbetsberedning*.
<https://www.sbuf.se/contentassets/9e2e447368dd4e748245c249414d3606/arbetsberedning/arbetsberedning-folder.pdf> [2019-04-09]
- Svensk Byggtjänst, 2014. *Besparingsmöjligheter genom effektivare kommunikation i byggprocesser*. (Rapport 2014:1). Helsingborg: Industrifakta.
- Wiklund, M. 2007. *Erfarenhetsåterföring inom entreprenadföretag*. Masteruppsats, Luleå: Luleå tekniska universitet.

Innehållsförteckning bilagor

Bilaga 1 – Intervjumall arbetschef

Bilaga 2 – Intervjumall platschef

Bilaga 3 – Intervjumall projekteringsledning

Bilaga 4 – Intervjumall BIM-samordnare

Bilaga 5 – Intervjusammanställning arbetschef

Bilaga 6 – Intervjusammanställning platschef Ankaret

Bilaga 7 – Intervjusammanställning platschef Seglet

Bilaga 8 – Intervjusammanställning platschef Hyllie Gränd 1

Bilaga 9 – Intervjusammanställning platschef Råbylund

Bilaga 10 – Intervjusammanställning projekteringsledare Ankaret & Seglet

Bilaga 11 – Intervjusammanställning projekteringsledare Hyllie Gränd

Bilaga 12 – Intervjusammanställning projekteringsledare Råbylund

Bilaga 13 - Intervjusammanställning BIM-samordnare

Bilaga 1

Denna studie är ett examensarbete på Malmö Universitet och syftar till att förbättra kopplingen mellan projektering och produktion, genom att studera avvikelser och intervjua personal. Vi vill gärna att du svarar så ärligt som möjligt på våra frågor och vi hoppas att du godkänner inspelning för att öka validiteten i studien. Tidsåtgången för denna intervjun är ca 30 – 45 minuter och du kommer inte nämnas vid namn i studien. Vi vill gärna att du motiverar svaren när du är färdig och så kommer vi ställa eventuella följdfrågor beroende på din motivering. Du kommer få ta del av informationen som sammanställs av intervjun innan den publiceras.

FRÅGOR TILL ARBETSCHEF

1. HUR FUNGERANDE ÄR KOPPLINGEN MELLAN PROJEKTERING OCH PRODUKTION FRÅN EN SKALA 1 – 6?

- 1) Mycket dåligt
- 2) Dåligt
- 3) Ganska dåligt
- 4) Ganska bra
- 5) Bra
- 6) Mycket bra

2. VILKA VERKTYG HAR NI IDAG FÖR ATT HANTERA KOPPLINGEN MELLAN PROJEKTERING OCH PRODUKTION?

3. HUR SER ARBETSGÅNGEN UT HOS JM FÖR ETT PROJEKT?

4. VILKA ROLLER KAN VARA INTRESSANTA FÖR DENNA STUDIE?

Bilaga 2

Denna studie är ett examensarbete på Malmö Universitet och syftar till att förbättra kopplingen mellan projektering och produktion, genom att studera avvikelser och intervjua personal. Vi vill gärna att du svarar så ärligt som möjligt på våra frågor och vi hoppas att du godkänner inspelning för att öka validiteten i studien. Tidsåtgången för denna intervjun är ca 30 – 45 minuter och du kommer inte nämnas vid namn i studien. Vi vill gärna att du motiverar svaren när du är färdig och så kommer vi ställa eventuella följdfrågor beroende på din motivering. Du kommer få ta del av informationen som sammanställs av intervjun innan den publiceras.

FRÅGOR TILL PLATSCHEF

1. HUR FUNGERANDE ÄR KOPPLINGEN MELLAN PROJEKTERING OCH PRODUKTION FRÅN EN SKALA 1 – 6?

- 1) Mycket dåligt
- 2) Dåligt
- 3) Ganska dåligt
- 4) Ganska bra
- 5) Bra
- 6) Mycket bra

2. VILKA AVVIKELSER UPPFATTAR DU ÄR ÅTERKOMMANDE?

3. HUR LÖSTES AVVIKELSERNA PÅ PLATS?

4. HUR TYCKER DU ATT ARBETSBEREDNINGEN HJÄLPER PRODUKTIONEN ATT FÖREBYGGA ÅTERKOMMANDE FEL I KOPPLINGEN MED PROJEKTERING?

5. HUR STORT INFLYTANDE TYCKER DU ATT DU HAR PÅ BYGGHANDLINGENS UTFORMANDE?

6. I VILKEN UTSTRÄCKNING SER DU TILL ATT FÖRMEDLA ERA ÖNSKEMÅL I PRODUKTIONEN TILL PROJEKTÖREN?

7. HUR TYCKER DU ATT BIM FUNGERAR I ERAN ORGANISATION?

8. I VILKEN UTSTRÄCKNING FÖLJER NI UPP ÅTERKOMMANDE FEL I PROJEKTERINGEN?

Bilaga 3

Denna studie är ett examensarbete på Malmö Universitet och syftar till att förbättra kopplingen mellan projektering och produktion, genom att studera avvikelser och intervjua personal. Vi vill gärna att du svarar så ärligt som möjligt på våra frågor och vi hoppas att du godkänner inspelning för att öka validiteten i studien. Tidsåtgången för denna intervjun är ca 30 – 45 minuter och du kommer inte nämnas vid namn i studien. Vi vill gärna att du motiverar svaren när du är färdig och så kommer vi ställa eventuella följdfrågor beroende på din motivering. Du kommer få ta del av informationen som sammanställs av intervjun innan den publiceras.

FRÅGOR TILL PROJEKTERINGSLEDARE

1. HUR FUNGERANDE ÄR KOPPLINGEN MELLAN PROJEKTERING OCH PRODUKTION FRÅN EN SKALA 1 – 6?

- 1) Mycket dåligt
- 2) Dåligt
- 3) Ganska dåligt
- 4) Ganska bra
- 5) Bra
- 6) Mycket bra

2. HUR TYCKER DU ATT BIM FUNGERAR I ERAN ORGANISATION?

3. HUR TYCKER DU ATT PROJEKTÖRERNA SVARAR PÅ PRODUKTIONENS ÖNSKEMÅL?

4. HUR MEDVETEN ÄR DU OM ARBETSBEREDNING I PRODUKTIONEN?

5. I VILKEN UTSTRÄCKNING KONTROLLERAR DU BYGGHANDLINGARNA?

6. I VILKEN OMFATTNING FÖLJER DU UPP FEL SOM UPPKOMMIT I PRODUKTIONEN PÅ GRUND AV PROJEKTERING?

Bilaga 4

Denna studie är ett examensarbete på Malmö Universitet och syftar till att förbättra kopplingen mellan projektering och produktion, genom att studera avvikelser och intervjua personal. Vi vill gärna att du svarar så ärligt som möjligt på våra frågor och vi hoppas att du godkänner inspelning för att öka validiteten i studien. Tidsåtgången för denna intervjun är ca 30 – 45 minuter och du kommer inte nämnas vid namn i studien. Vi vill gärna att du motiverar svaren när du är färdig och så kommer vi ställa eventuella följdfrågor beroende på din motivering. Du kommer få ta del av informationen som sammanställs av intervjun innan den publiceras.

FRÅGOR TILL BIM-SAMORDNARE

1. HUR FUNGERANDE ÄR KOPPLINGEN MELLAN PROJEKTERING OCH PRODUKTION FRÅN EN SKALA 1 – 6?

- 1) Mycket dåligt
- 2) Dåligt
- 3) Ganska dåligt
- 4) Ganska bra
- 5) Bra
- 6) Mycket bra

2. HUR SER ERT ARBETSSÄTT UT MED BIM?

3. HUR MYCKET KUNSKAP INOM ER ORGANISATION FINNS OM BIM?

4. HUR TROR DU ATT UTÖKAD KUNSKAP INOM BIM KAN HJÄLPA ER ORGANISATION ATT MINSKA FEL I KOPPLINGEN MELLAN PROJEKTERING OCH PRODUKTION?

Bilaga 5

Intervjusammanställning – Arbetschef

1. Arbetschefen tycker att kopplingen mellan projektering och produktion kan förbättras men att i nuläget ändå fungerar ganska bra, därför ger personen betyget 4.
2. I dagsläget har säger arbetschefen att organisationen har följande verktyg för att sammankoppla projektering och produktion.
 - Projekteringsanvisningar för flerbostadshus
 - Arbetsberedningar
 - Granskning av bygghandlingar
 - Möten mellan inblandade aktörer
 - BIM
3. Arbetschefen överlämnar en broschyr som förklarar JM's arbetsgång för projekten samt de tidigare nämnda processerna för att hantera kopplingen mellan projektering och produktion.
4. Rollerna som har mest inflytande och kunskap inom kopplingen mellan projektering och produktion berättar arbetschefen är platschefer, projekteringsledare och BIM-samordnare. Arbetschefen berättar även att projektörerna är relevanta men eftersom de varierar mellan olika projekt är det svårt att få till en intervju.

Bilaga 6

Intervjusammanställning – Platschef Ankaret

1. Platschefen anser att kopplingen mellan projektering och produktion fungerar dåligt, detta främst för att bygghandlingar är undermåliga och kommunikationen mellan inblandade aktörer har för dålig responstid eller når produktionen för sent. Platschefen berättar också att projekteringsledarna har för lite tid att kontrollera samtliga ritningar innan de når produktionen och hade gärna sett att man köpte in tjänsten i organisationen istället. Tillsammans leder detta till att platschefen sätter betyget 2.
2. Platschefen upplever att följande avvikelser är återkommande i projekten.
 - Ventilationskanalen får inte plats i bjälklaget.
 - Kollisioner mellan installationer
 - Kollisioner mellan armering och installationer
 - Genomföringar är felplacerade eller fattas
 - Konstruktionslösningar är undermåliga och visar för lite.
 - Fel som är associerade med leverantörens projektering.
3. Platschefen berättar att tid, kostnad och kvalitet påverkas av alla avvikelser, men har inga exakta siffror på konsekvenserna. Personen påpekar dock att det är svårt att få betalt för fel som uppstått på grund av projekterings undermålighet.
4. Platschefen berättar att kopplingen mellan projektering och produktion troligtvis inte förbättras med en utökad arbetsberedning, möjligtvis att man förbereder att felet kan uppstå men menar på att det är för sent att hitta felet vid denna tidpunkt.
5. Platschefen påpekar vikten av att vara med i tidigt skede vid projektering då personen upplever att många avvikelser kan undvikas genom att implementera produktionens kunskap.
6. Platschefen berättar att önskemålen måste nå rätt person och framför alltid sina åsikter till projektörerna. Personen anser att många avvikelser undviks på detta sätt.
7. Platschefen säger att organisationen inte har någon kunskap inom BIM men är väl medveten om fördelarna med denna process och nämner att många avvikelser troligtvis hade kunnat strykas ute i produktionen. Platschefen berättar att personen har tidigare erfarenheter av BIM-processen där resultatet har varit positivt, därför anser platschefen att BIM ger stora fördelar för både projektering och produktion.
8. Platschefen berättar att många gånger måste personen jaga projektörerna för att responstiden är för långsam och därav måste problemen lösas på plats innan projektörerna hunnit ge svar. Personen tycker dock att det är viktigt att följa upp återkommande fel.

Bilaga 7

Intervjusammanställning – Platschef Seglet

1. Platschefen tycker att kopplingen mellan projektering och produktion fungerar ganska bra och ger betyget 4. Personen medger dock att detta svar är med en distans till projektet, när avvikelser skulle lösas under tidspress kändes kopplingen mellan projektering och produktionen dålig. Platschefen vill dock stå kvar med sitt svar med ganska bra koppling mellan projektering och produktion. På detta projekt var det eventuellt lite mer avvikelser än vad platschefen är van vid.
2. Platschefen uppfattar följande avvikelser som återkommande:
 - Ventilationskanaler som inte får plats i betongbjälklaget.
 - Kollisioner mellan installationer trots att samma konsultföretag ritat samtliga installationer.
 - Kollisioner mellan installationer och armering.
 - Felplacerade eller missade genomföringar.
 - Vattenskåp får inte plats i innerväggarna

Platschefen har uppfattningen att många avvikelser uppstår på grund av att projektörerna inte kommunicerar med varandra. Personen anser att installationer är ett återkommande problem och inte fungerar ihop med konstruktionen. Problemet kan bero på att projektörerna av installationerna har för lite kunskap om produktionen och konstruktionen.

3. Platschefen förklarar att beroende på typ av avvikelse och storlek på avvikelse blir konsekvenserna tidsåtgång, ökad kostnad och försämring av kvalitet.
4. Platschefen anser inte att arbetsberedningen kan underlätta kopplingen mellan projektering och produktion. När en arbetsberedning görs förutsätts att bygghandlingarna stämmer. Platschefen ser dock positivt på att i arbetsberedningen ha en checklista med återkommande fel för att förebygga avvikelser.
5. Platschefen hade gärna varit med tidigt i projekteringen men har inte tillräckligt med tid. Inflytandet varierar från projekt till projekt, i vissa projekt får platschefen färdiga handlingar och kan därmed inte påverka nämnvärt. I platschefens kommande projekt användas BlueBeam som är ett program där platschefen kan kontrollera bygghandlingarna i granskningsskedet och ge kommentarer på tveksamheter. Personen tycker att BlueBeam är ett program som kan hjälpa kopplingen mellan projekteringen och produktionen.
6. Platschefen förmedlar sina önskemål till projekteringsledaren som sedan för vidare önskemålen till projektörerna. Personen anser att det är en omständlig process men hoppas att BlueBeam kan underlätta kontakten med projekteringen.
7. Platschefen anser att BIM endast är ett informationsverktyg och fungerar för att presentera ett projekt genom att ge en visuell bild av byggnaden. Ett önskemål som platschefen har är att kunna ta fram till exempel gipsmängder med hjälp av BIM men är osäker på BIM:s pålitlighet. Platschefen anser att en lathund eller utbildning inom BIM hade behövts i produktionen.
8. Platschefen skickar listor med avvikelserna till projekteringsledaren men anser inte att det är platschefens uppgift att följa upp dem. Personen hade gärna sett ett system för erfarenhetsåterföring.

Bilaga 8

Intervjusammanställning – Platschef Hyllie Gränd 1

1. Platschefen berättar att tidigare projekt har varit bättre och till och med bra, överlag ger personen därför betyget 5. I detta projekt har det dock varit personalutbyte i de olika rollerna som påverkar kopplingen och har därför varit dåligt, därav en 2.
2. Platschefen upplever att följande avvikelser är återkommande i projekten.
 - Ventilationskanalen får inte plats i bjälklaget.
 - Kollisioner mellan installationer
 - Kollisioner mellan armering och installationer
 - Genomföringar är felplacerade eller fattas
 - För mycket armering i vissa konstruktioner, krockar emellan.
 - Fel som är associerade med leverantörens projektering.
3. Platschefen berättar att tid, kostnad och kvalitet påverkas av alla avvikelser men har inte några exakta siffror på dessa. Personen säger även att det är svårt att få betalt för avvikelserna som är kopplade till projekteringen, än mer anledning till att hitta förbättringspunkter.
4. Platschefen menar att arbetsberedningen inte är det främsta verktyget för att hantera kopplingen. Att arbetsberedningen görs för tätt in på arbetsmomentet och då är det försent att göra något åt avvikelserna och menar istället att dessa problem som kan uppkomma måste vara löst tidigare.
5. I detta projekt berättar platschefen att personen har fått mycket inflytande över projekteringen och fått sin röst hörd men menar att det borde finnas standardiserade sätt att projektera utifrån, mer än projekthänvisningar som JM tillgodoser.
6. Platschefen berättar att personen hela tiden förmedlar sina önskemål till projekteringsledaren som sedan får ta kontakt med ansvarig projektör.
7. Platschefen berättar att kunskapen om BIM i organisationen är för liten och tror därför inte att man utnyttjar fulla potentialen av processen. Personen berättar dock att han tror att BIM kan hjälpa projekteringen med bland annat kollisionskrockar och därmed minska avvikelserna i produktionen. Platschefen ser dock idag bara BIM som ett flöde av information och inte som en komplett process att bygga utifrån.
8. Platschefen berättar att avvikelser från projekteringen följs upp i den utsträckning att de är nöjda med om bygghandlingen är reviderad tills projektet kommer till nästa plan. Att ett system för erfarenhetsåterföring tills nästa projekt inte finns är personen medveten om och tycker det bör införskaffas.

Bilaga 9

Intervjusammanställning – Platschef Råbylund

1. Platschefen tycker att kopplingen mellan projektering och produktion kan förbättras men att den i nuläget ändå fungerar ganska bra, därför ger personen betyget 4. Krockarna hamnar främst i projekteringen som därav påverkar produktionen. Platschefen upplever också att kopplingen har blivit sämre än tidigare.
2. Platschefen upplever att följande avvikelser är återkommande i projekten.
 - Ventilationskanal inte får plats i bjälklaget.
 - Kollisioner mellan installationer
 - Kollisioner mellan armering och installationer
 - Genomföringar är felplacerade eller fattas
 - För mycket armering i vissa konstruktioner, krockar emellan.
 - Vattenskåp ska i teorin exakt få plats i en vägg, men i produktionen fungerar det sällan.
3. Tid, kostnad och kvalitet påverkas av alla avvikelser men platschefen har inte några exakta siffror på dessa men påpekar att tidsåtgången är det främsta problemet, då det är krävande att få tag i rätt aktörer angående avvikelserna.
4. Platschefen berättar att arbetsberedningen kanske inte är det främsta verktyget för att förbättra kopplingen mellan projektering och produktion, men är positiv till att fel som brukar uppkomma bör tas med som en del av arbetsberedningen. Platschefen säger också att ett system för erfarenhetsåterföring som även når projekteringen inte finns.
5. Platschefen berättar att vanligtvis får platschefen vara med och få sin röst hörd i projekteringen, men i detta projekt fick han inte då annan platschef valdes från början. Det är dock inte alltid en platschef får vara med tillräckligt tidigt i projekteringen då projektering börjas tidigare än valet av vilken platschef är bestämt. Platschefen berättar att han vill vara med och styra projekteringen i tidigt skede och framföra sina åsikter.
6. Platschefen berättar att projektörerna måste få ta del av produktionen och försöker förmedla så mycket av sina önskemål som möjligt tidigt i projekteringen.
7. Platschefen har inte någon större kunskap inom området men förstår problemet med de tunga modellerna, men påpekar att i produktionen är det främst armeringsbalkar är det mest omfattande problemet vid kollision och bör åtminstone vara med i modeller för kollisionskontroll. Platschefen menar också att testversionen av BIM på detta projekt har medfört något positivt främst för installatörer men inte så mycket för snickarna. Personen påpekar att BIM är framtiden och tycker organisationen bör använda det mer.
8. Platschefen meddelar projekteringsledningen om fel som den tycker bör ändras i projekteringen, men vissa delar som upptäcks försent måste lösas på plats.

Bilaga 10

Intervjusammanställning – Projekteringsledare Ankaret & Seglet

1. Projekteringsledaren har varit med på två av de projekten i denna fallstudien. I det ena projektet fick personen komma in vid ett senare tillfälle och ta över från en annan projekteringsledare. Detta berättar personen gick ganska bra, men att en hel del avvikelser uppkom på grund av personalutbyte. Därav fick detta projekt en 4. I det andra projektet har projekteringsledaren varit med från början och tycker det fungerar bra, därav fick detta projekt en 5. Projekteringsledaren menar att en rak kommunikation mellan inblandade är det mest fungerande för minskade avvikelser.
2. Projekteringsledaren berättar att BIM fungerar mindre bra inom organisationen och att det behövs mer kunskap inom området. Att alla inblandade aktörer måste utvecklas till en enlighet i projekteringen samt utbildning för alla i hela organisationen tror personen är viktigt för att BIM ska fungera. Projekteringsledaren är dock övertygad om att implementering av BIM i större utsträckning hade minskat kollisioner markant i projekteringen och i produktionen visuellt hjälpt till att visa i vilken ordning montering av olika moment ska ske.
3. Projekteringsledaren berättar att personen tycker att produktionen ska rätta sig så mycket som möjligt efter projekteringen. Att ett standardiserat sätt att rita för alla projekt oavsett vilken platschef som är på projektet. Dock menar projekteringsledaren att produktionen bör vara med tidigare i projekteringen för att stötta projekteringen med sin erfarenhet. Projekteringsledaren berättar också att leverantörers egen projektering måste ha en rakare kommunikation, komma in i tidigare skede samt ett bättre sätt att sammanföras med resten av projekteringen.
4. Projekteringsledaren menar att det är viktigt att ha insikt i arbetsberedningen ute i produktionen när man projekterar, främst för att veta i vilken ordning de olika momenten ska monteras.
5. Projekteringsledaren menar att granskningsdagarna för de handlingar som kommer från projekteringen är för kort och kunskapen att hitta fel är begränsad inom organisationen. Personen hinner inte granska alla ritningar och hade hellre sett att man hade experter inom varje disciplin som granskade samtliga ritningar i alla projekt.
6. Projekteringsledaren tycker det är viktigt att följa upp fel som uppkommit och gör det i ganska omfattande storlek. Personen menar dock att det är viktigt att projekteringsledaren får ta del av allt som händer i produktionen så personen har möjlighet att följas upp.

Bilaga 11

Intervjusammanställning – Projekteringsledare Hyllie Gränd 1

1. Projekteringsledare tycker att kopplingen mellan projektering och produktion överlag fungerar ganska bra. En negativ faktor är byte av projektörer mellan olika projekt. Projekteringsledaren hade gärna sett att man använder sig av samma aktörer i kommande projekt.
2. Projekteringsledaren har inte använt BIM i något projekt och har ingen erfarenhet av verktyget. Personen allmänna uppfattning om BIM är att det borde vara ett bra verktyg som underlättar kopplingen mellan projektering och produktion. Projekteringsledaren anser dock att de studerade avvikelserna ska kunna upptäckas även utan BIM.
3. Projekteringsledaren förklarar att projektörerna projekterar utifrån JM:s projekteringsanvisningar. Produktionens har svårt att förmedla önskemål till projekteringen i tidigt projekteringssskede eftersom platschefen ofta inte är utsedd eller att platschefen inte har tid. I det senare projekteringssskedet, då granskningshandlingar skickas ut, har platscheferna större möjligheter att påverka bygghandlingarnas utformande.
4. Projekteringsledaren har inblick i arbetsberedningen men beaktas inte direkt i projekteringen. Enligt projekteringsledaren borde produktionen reagera på uppenbara fel vid en arbetsberedning. Normalt kontaktas projekteringsledaren när ett fel har upptäckts i samband med utförandet av ett moment. Projekteringsledaren anser att det hade varit en fördel att upptäcka felet redan vid arbetsberedningen för att ha mer tid på sig att åtgärda felet.
5. Projekteringsledaren förklarar att innan projekteringen startar är personen noga med att förmedla sina önskemål på hur bygghandlingarna ska utformas. Under projekterings gång kontrolleras dock inte handlingarna särskilt mycket. Ju fler problem och fel som uppkommer i projekteringen, ju mer kontrollerar projekteringsledaren bygghandlingarna.
6. Projekteringsledaren löser problemen som uppkommer men följer sällan upp fel för kommande projekt.

Bilaga 12

Intervjusammanställning – Projekteringsledare Råbylund

1. Projekteringsledaren tycker att kopplingen mellan projektering och produktion fungerar ganska bra och att projekteringsledaren får respons vid avstämning på hur vissa lösningar ska säkerställas och utföras. Att ha en projekteringsledare med erfaren från produktionen anser projekteringsledaren är en fördel.
Projekteringsledaren förklarar att JM har en checklista för produktionsanpassning som till exempel innehåller anvisningar om rullarmering eller armeringsnät ska användas på projektet. Checklistan för produktionsanpassning tas fram tillsammans med arbetschef och produktion men belyser inte allt som ett projekt innebär. Därför är det viktigt att engagera produktionen med i hela projekteringsprocessen.
2. Enligt projekteringsledaren fungerar BIM bättre och bättre på JM. Projekteringsledaren förklarar att från och med den 1 januari 2018 finns det krav på BIM-process men tidigare har JM 3D-projekterat utan tydliga riktlinjer. Nu upptäcks krockar i ett tidigare skede och det finns möjlighet att åtgärda krockarna innan de når produktionen. Med BIM hade avvikelserna med isoleringen i taket upptäckts tidigare påstår projekteringsledaren.
Projekteringsledaren anser att BIM borde användas mer i produktionen för att undvika fel och inte bara användas i projekteringen. Idag använder JM BIM för att undvika krockar i projekteringen men fördelen med BIM utnyttjas när våra entreprenörer och leverantörer använder BIM.
3. Projekteringsledaren har uppfattningen att projektörerna går produktionens önskemål till mötes. Man utreder åtminstone önskemålet istället för att avfärda det direkt.
4. Projekteringsledaren förklarar att personen är medveten om hur arbetsberedningarna ser ut men anser att projektörerna eventuellt borde få mer inblick i hur olika moment genomförs.
5. Projekteringsledaren lägger ner mycket tid på att kontrollera och granska olika handlingar under projekteringen men kan inte kontrollera allt. Ett önskemål är att någon från produktionen är med och kontrollerar bygghandlingen. Projekteringsledaren kontrollerar att projektörerna har signerat egenkontroller och projekterat enligt JM:s anvisningar. Att kontrollera bygghandlingar med avseende på installationer är ett bekymmer. Då ingen projekteringsledare har tillräcklig kompetens inom detta område. Det är först när VVS-entreprenören grottar ner sig i ritningarna som man kan hitta fel, dock är det oftast fel som man kan åtgärda innan produktionen monterar.
6. Projekteringsledaren anser att det beror på hur engagerad produktionsledningen är men på projektet i Råbylund har samarbetet fungerat bra. Ett fel utreds och handlingen revideras.

Bilaga 13

Intervjusammanställning – BIM-samordnare

1. BIM-samordnaren tycker att kopplingen mellan projektering och produktion kan förbättras men att i nuläget ändå fungerar bra, därför ger personen betyget 4.
2. BIM är nytt inom organisationen och har ännu inte implementerats på något av projekten i fallstudien varken i produktion eller i projektering. Men i de kommande projekten från 1 januari 2018 är det ett krav att BIM ska vara en del av projektering. BIM-samordnaren tar del av modeller från respektive projektör och ska kontrollera hålltagning, krockar och sammanställa till en modell. Detta berättar BIM-samordnaren medför mer jobb för projektörerna vilket upplevs tvemodigt. Projektet Råbylund har implementerat en testversion som har upptäckt några krockar i förhand, men mestadels av avvikelserna kvarstår, dels för att projekteringen av BIM inte används i detta projekt. BIM-samordnaren berättar även att armering inte finns med i modellerna eftersom modellerna blir för tunga, detta kan var en anledning till att installationer och armering är en återkommande avvikelse.
3. Kunskapen inom BIM hos entreprenören är begränsad och behövs arbetas mer med. Entreprenören är dock positiv och arbetar frekvent med att implementera BIM i alla sina projekt.
4. BIM-samordnaren påvisar att en större kunskap inom organisationen medför att fler fel hittas innan det når produktionen men tycker även att produktionen bör använda sig av processen för att ge en bättre bild av hur projektet har projekterats.