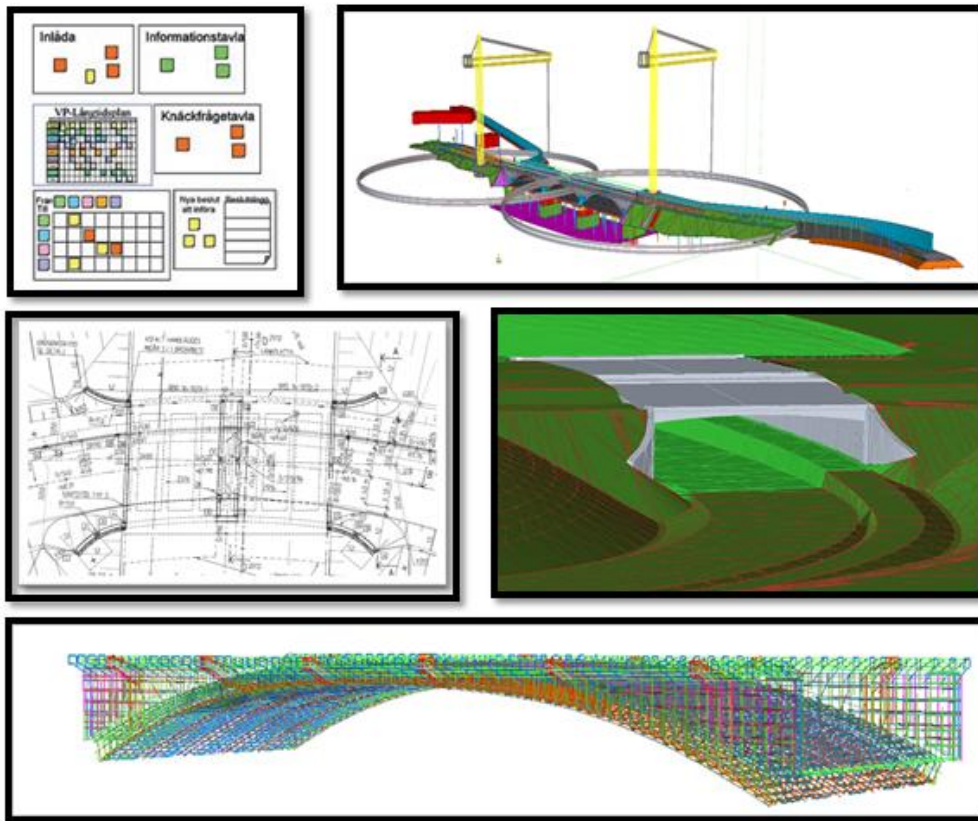




Visuell planering och 3D-visualisering i infrastrukturprojekt

Påverkan på kommunikation och informationsflöden

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn

CLARA SARS & SANNA TOLMÉ

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2013
Examensarbete 2013:29

EXAMENSARBETE 2013:29

Visuell planering och 3D-visualisering i infrastrukturprojekt

Påverkan på kommunikation och informationsflöden

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn

CLARA SARS & SANNA TOLMÉ

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

Göteborg, 2013

Visuell planering och 3D-visualisering i infrastrukturprojekt
Påverkan på kommunikation och informationsflöden
Examensarbete inom kandidatprogrammet
Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn

CLARA SARS & SANNA TOLMÉ

© CLARA SARS & SANNA TOLMÉ, 2013

Examensarbete / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola

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

Omslag:
Kollage av visuell planering (Dalman, C., 2005) samt 3D-visualisering (Skanska, 2013).

Chalmers reproservice/ Institutionen för bygg- och miljöteknik
Göteborg, 2013

Visuell planering och 3D-visualisering i infrastrukturprojekt

Påverkan på kommunikation och informationsflöden

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn

CLARA SARS & SANNA TOLMÉ

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

För att erhålla projekt inom byggbranschen måste företag sträva mot att utnyttja sina resurser effektivt och förbättra sina arbetsprocesser. Visuell planering samt 3D-visualisering är två verktyg som kan bidra till ett mer effektivt arbetssätt och underlätta informationsspridning och kommunikation. Verktøyen minimerar risken för att missförstånd och omarbete uppstår samt minimerar icke värdeskapande tid i projektet. Genom visuell planering sprids och synliggörs information om planering, beslut och problem inom projektet. För att också kunna tydliggöra arbetsmoment och skapa en gemensam målbild av projektet kan 3D-visualisering användas. Syftet med rapporten är att undersöka hur Skanska Infrastruktur kan tillämpa visuella verktyg i form av visuell planering samt 3D-visualisering i sin produktion för att öka förståelsen för arbetsmomentens utförande samt projektets mål hos medarbetarna. En litteraturstudie har utförts med fokus på människans förståelse, visuell planering samt 3D-visualisering. Som utgångspunkt för hur Skanska Infrastruktur arbetar idag har ett infrastrukturprojekt vid Lindholmsmotet i Göteborg utgjort källa för informationsinhämtning. Informationen om hur arbetet utförs i nuläget har baserats på observationer samt kvalitativa intervjuer med både tjänstemän och yrkesarbetare. Vidare har även kvalitativa intervjuer utförts med personal vid BIM-projekt i Arboga samt enheten Skanska Teknik. Antalet intervjuade vid Lindholmsmotet och Arboga uppgick till åtta tjänstemän och nio yrkesarbetare. Slutsatserna av undersökningen var att det arbetssätt som används i dag för informationsspridning kan förenklas, förtydligas och struktureras genom användning av visuell planering. De 3D-modeller som finns till förfogande från projektering bör användas mer aktivt och strukturerat för visualisering inom produktion. De båda verktygen bör användas redan från projektering för att uppnå sitt syfte fullt ut. Vidare måste verktygen användas aktivt under produktionsprocessen och aktiv uppdatering krävs. För att kunna nyttja verktygen optimalt behöver organisationen standardisera sina arbetssätt. Det är viktigt att organisationen internt mellan produktion och Skanska teknik för en diskussion om hur arbetet med 3D skall utvecklas. Standardiserade arbetssätt vad gäller 3D-modellering kan leda till konkurrensfördelar inom branschen. För att produktionen skall kunna se nytta av dessa arbetssätt krävs användning av relevanta nyckeltal för framtida jämförelser.

Nyckelord: Lean Production, Lean Construction, visuell planering, 3D-visualisering, BIM, kognitiv förståelse samt kommunikation.

Visual planning and 3D visualization in infrastructure projects
The impact on communication and flow of information
Diploma Thesis in the Bachelor Programme
Business Development and Entrepreneurship for Construction and Property
CLARA SARS & SANNA TOLMÉ
Department of Civil and Environmental Engineering
Division of Construction Management
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

To obtain projects in the construction industry, companies must strive to utilize their resources efficiently as well as to improve their work processes. Visual planning and 3D visualization are two tools which can contribute to a more efficient approach and enable information dissemination and communication. These tools minimize the risk of misunderstandings and rework and at the same time it minimize non-value adding time within the project. Visual planning improves the visibility of information regarding planning, decision making and problems within the project. To be able to clarify operations and creating shared objectives of the project, 3D visualization can be used. The report aims to examine how Skanska Infrastructure can apply visual tools in the form of visual planning and 3D visualization during construction, in order to increase the understanding of the execution of a task and the project objectives among employees. A literature study has been conducted with focus on cognitive understanding, visual planning and 3D visualization. To examine how Skanska Infrastructure work today, an infrastructure project at Lindholmsmotet in Gothenburg has been the source of information. The information about how the work is done at this stage is based on observations and qualitative interviews. Furthermore, qualitative interviews conducted with staff at a BIM project in Arboga and at the Skanska Teknik unit has been made. The total number of interviewees at both Lindholmsmotet and Arboga is 17. The conclusions of the study was that the approach used today for information dissemination can be simplified, clarified and structured through the use of visual planning. The 3D models that are available from the project design phase should be more actively used and structured in order to enhance visualization also in the production phase. Both visual planning and 3D visualization should be used as soon as possible after a new project has been obtained, in order to achieve its purpose in an optimal way. Furthermore, the tools must be actively used during the production phase simultaneously as it needs active updating. In order to use the tools optimally the organization needs to standardize their work processes. It is important that the organization internally, among the production unit and the Skanska Teknik unit, have a discussion on how to work and develop 3D modeling. Standardized work processes in terms of 3D modeling can lead to competitive advantage in the construction industry. For the involved in a production phase to be able to see the benefits of these approaches, the use of relevant indicators for future comparisons is required.

Key words: Lean production, Lean construction, visual planning, 3Dvisualization, BIM, cognitive understanding and communication.

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
1. INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Problemformulering	3
1.3 Syfte	3
1.4 Avgränsning	3
1.5 Informationsinhämtning	3
2. TEORI	4
2.1 Människans förståelse genom visualisering och målbilder	4
2.2 The Triple Constraints	6
2.3 3D-visualisering	7
2.3.1 Begreppet BIM	8
2.3.2 Visualisering av 2D i jämförelse med 3D	9
2.3.3 Tillämpning av 3D-visualisering	11
2.4 Visuell planering	11
2.4.1 Lean Production	11
2.4.2 PEABs modell för visuell planering	15
3. METOD	21
3.1 Val av metod	21
3.2 Studieförutsättningar och studieobjekt	21
3.3 Tillvägagångssätt och validitet	23
4. RESULTAT	25
4.1 Projekt vid Lindholmsmotet i Göteborg	26
4.1.1 Arbetssätt i projektet	26
4.1.2 Uppfattningar om informationsflöde i projekt	28
4.1.3 Uppfattningar om visuell planering och 3D-visualisering	30
4.2 BIM pilotprojekt i Arboga	33
4.2.1 Arbetssätt i projektet	33
CHALMERS, Bygg- och miljöteknik, Examensarbete 2013:29	III

4.2.2 Uppfattningar om BIM-användning vid planering	35
4.2.3 Uppfattningar om BIM-användning vid produktion	36
4.2.4 Erfarenheter av pilotprojektet	37
4.2.5 Framtidsutsikter för BIM	37
4.3 Skanska Teknik	38
5. ANALYS OCH UTVÄRDERING	39
5.1 Informations- och kommunikationshantering	40
5.2 Visuell planering	41
5.3 3D-visualisering	45
5.4 Skanska Teknik	47
5.5 Organisationsförutsättningar	48
6. SLUTSATS	48
6.1 Rekommendationer	51
7 REFERENSER	52

Förord

Denna rapport utgör det examensarbete vilken har utförts som en avslutande del av vår utbildning Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn, kandidatprogram på 180 högskolepoäng vid Chalmers tekniska högskola. Examensarbetet har utförts på halvtid under perioden januari till juni 2013 och omfattar totalt 15 högskolepoäng.

Examensarbetet har genomförts i samarbete med Skanska Infrastruktur region Väst.

Vi vill tacka de personer som har gjort detta examensarbete möjligt att utföra. Tack till vår handledare Mikael Andersson, distriktschef för Skanska infrastruktur väst, för hans engagemang och delaktighet i detta examensarbets uppkomst. Vi vill även tacka vår handledare vid Chalmers tekniska högskola, Mattias Roupé, forskningsingenjör vid institutionen för bygg- och miljöteknik, för hans hjälp och stöd under hela arbetsprocessen. Vidare vill vi tacka Hanna Skånberg för möjligheten till studiebesök vid BIM-projektet i Arboga samt alla intervjurespondenter från projektet vid Lindholmsmotet.

Avslutningsvis tackar vi Emmelie Andersson och Louise Röström för deras stöd under arbetets gång.

Göteborg juni 2013

Clara Sars & Sanna Tolmé

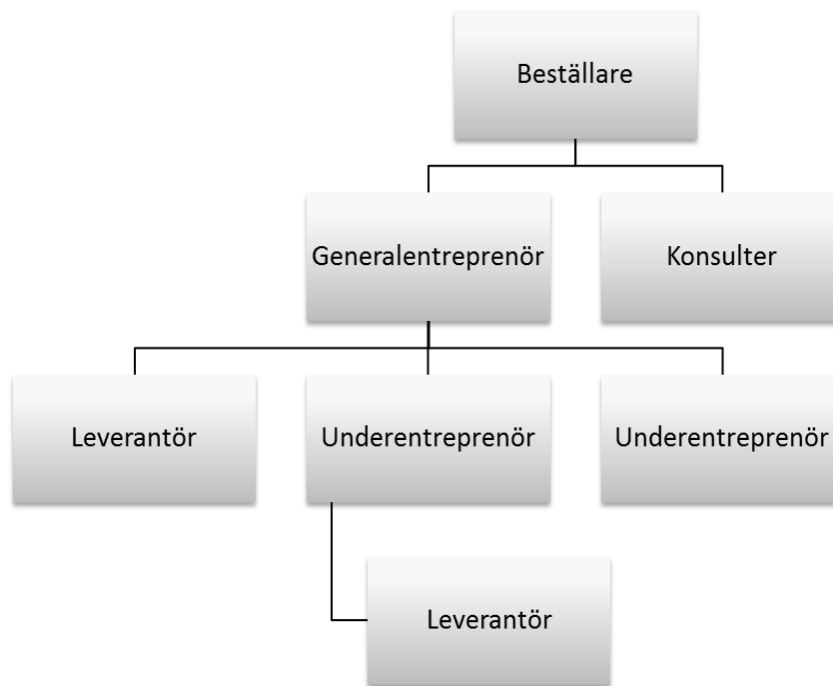
1. Inledning

Inom byggbranschen är kostnadsreducering en nyckelfaktor för att erhålla ett projekt. För att kostnadsreduceringen inte ska ske på bekostnad av kvaliteten av den slutgiltiga produkten strävar företag mot att istället utnyttja sina resurser mer effektivt inom varje projekt. Visuell planering samt 3D-visualisering är två verktyg som kan bidra till ett mer effektivt arbetssätt och underlätta informationsspridning och kommunikation. Verktøyen minimerar risken för att missförstånd och omarbete uppstår samt minimerar icke värdeskapande tid i projektet. Genom visuell planering sprids och synliggörs information om planering, beslut och problem inom projektet. För att också kunna tydliggöra arbetsmoment och skapa en gemensam målbild av projektet kan 3D-visualisering användas. Denna rapport syftar till att undersöka hur visuell planering samt 3D-visualisering kan underlätta och effektivisera informationsflödet mellan tjänsteman och yrkesarbetare i det vardagliga arbetet. Vidare syftar rapporten till att utreda hur verktygen kan implementeras i ett infrastrukturprojekt. För att kunna effektivisera informationsflödet genom nya arbetssätt är det viktigt att öka förståelse och motivation för alla inblandade aktörer.

I efterföljande kapitel behandlar rapporten bakgrunden till examensarbetets ämnesval samt syfte och mål för arbetet. Därefter presenteras teoretiska aspekter av visuell planering och 3D-visualisering samt hur människan påverkas av information och skapar förståelse. Resultatkapitlet är baserat på kvalitativa intervjuer och observationer vilka behandlar arbetssätt och medarbetares inställning till information och kommunikation inom ett infrastrukturprojekt. Slutligen sammanfattas arbetet i en diskussion samt slutsats om hur visuell planering samt 3D-visualisering kan implementeras i kommande byggprojekt.

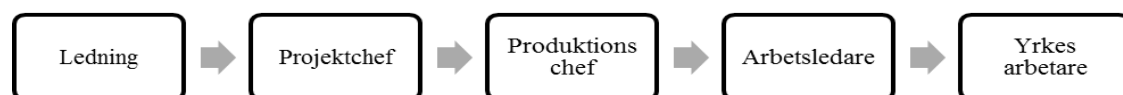
1.1 Bakgrund

Inom byggbranschen i Sverige idag är staten en viktig aktör vilken fungerar som drivande enhet till utvecklingen av infrastruktur (Bygghälsan, 2002). Trafikverket är den myndighet vilken på statens begäran ansvarar för byggnation av statliga vägar och järnvägar samt ansvarar för den långsiktiga infrastrukturplaneringen (Trafikverket, 2013). Det är vanligt förekommande att Trafikverket är beställare inom infrastrukturprojekt vilket också medför att anbudsprocessen sker under Lagen om offentlig upphandling (2007:1091). Bild 1.1 visar ett exempel på struktur för en generalentreprenad. Syftet med Lagen om offentlig upphandling (2007:1091) är att genom konkurrens pressa priserna för att på bästa möjliga sätt kunna tillvarata det offentliga medel (Konkurrensverket, 2013). Konkurrensen leder till att företagens vinstnivåer pressas nedåt för att kunna ha det lägsta anbudet. För att kunna tillgodose sig en vinst i projektet strävar företagen efter att minimera sina kostnader genom effektivt utnyttjande av sina resurser. Effektivt resursutnyttjande är den parameter ett företag kan arbeta med för att kostnadsreduceringen inte skall ske på bekostnad av kvalitet på den slutgiltiga produkten (Konkurrensverket, 2013). En form av förändrat arbetssätt för att bli mer resurseffektiv kan vara att underlätta informationsspridningen och kommunikationen i ett projekt för att undvika missförstånd, omarbete och minska icke värdeskapande tid. Två verktyg för att underlätta informationsspridningen och kommunikationen inom ett projekt är visuell planering och 3D-visualisering.



Figur 1.1 Organisationsstruktur för generalentreprenad

I ett projekt är det viktigt att ha kunskap om hur information om övergripande mål såväl som delmål och arbetsprocesser i projektet förmedlas. Det finns en risk att delar av information går förlorad på vägen genom kommunikationskedjan och speciellt i den slutgiltiga fasen mellan tjänsteman/arbetsledare och yrkesarbetare, se bild 1.2. Visualisering kan tydliggöra hur specifika arbetsmoment skall genomföras, vilka tillsammans utgör en del av projektets slutgiltiga mål. Det är viktigt att alla arbetar mot samma mål och har kännedom om målet. En tydlig bild kan ge svar på många frågor och lösa många av de tveksamheter som kan uppstå i produktionen på byggarbetsplatsen.



Figur 1.2 Kommunikationskedjan i organisationsstrukturen

För att alla delaktiga i projektet ska ha förståelse för projektets mål och delmål samt känna engagemang för det arbete som utförs är det viktigt att ge en tydlig bild av hur specifika arbetsmoment skall genomföras. Det är också viktigt att medarbetarna påminns om projektets mål kontinuerligt under hela projektiden. Visualisering genom visuell planering och 3D används redan i dag till viss del i projekt inom Skanska Infrastruktur. I nuläget finns möjlighet att visuell planering kan vidareutvecklas för att kunna tillämpas mer effektivt och mer naturligt för att påminna om projektets slutgiltiga mål. För att medarbetarna skall få ökad förståelse för arbetsmomentens utförande kan även 3D-visualisering användas mer kontinuerligt i det vardagliga arbetet.

1.2 Problemformulering

I komplexa projekt ökar svårigheten att få fram information på ett lätt och förståeligt sätt på rätt kunskapsnivå och i rätt tid. I byggprojekt finns också en risk att medarbetare inte har tillräcklig förståelse för utförandet av arbetsmomenten och dess inverkan på projektets slutgiltiga mål. Detta fall kan leda till fel i utförandet och missförstånd mellan två aktörer på byggarbetsplatsen. En annan faktor vilken kan påverkas av att inte känna till projektets slutgiltiga mål är minskat engagemang.

1.3 Syfte

Syftet med rapporten är att undersöka hur Skanska Infrastruktur kan tillämpa visuella verktyg i form av visuell planering samt 3D-visualisering i sin produktion för att öka förståelsen för arbetsmomentens utförande samt projektets mål hos medarbetarna. Vidare utreds även hur företaget arbetar med visuella verktyg i nuläget och vilken utvecklingspotential som finns för kommande projekt samt hur dessa skall implementeras.

1.4 Avgränsning

Rapporten kommer enbart att behandla produktion inom Skanska Infrastruktur och utvecklingspotentialen för visuell planering och 3D-visualisering. Vidare behandlas enbart informationsflödet mellan tjänstemän i produktion och yrkesarbetare. Arbetet kommer därigenom fokusera på hur Skanska Infrastruktur kan använda sig av dessa verktyg för att öka förståelsen för arbetsmoment och projektets slutgiltiga mål hos medarbetarna utan betydande fokus på implementeringskostnader.

1.5 Informationsinhämtning

För att få ökad förståelse för de två verktygen, visuell planering och 3D-visualisering har en litteraturstudie utförts. Litteraturstudien har utgjort grunden för teoriavsnittet vilken behandlar de två verktygen och dess inverkan i byggprojekt. Teoriavsnittet behandlar även hur människan genom visualisering kan öka sin förståelse för målbilder samt vilka sammanhängande aspekter som kan vara avgörande för ett lyckat projekt inom branschen. De sökord som har använts vid genomförandet av litteraturstudien är; Lean Production, Lean Construction, visuell planering, 3D-visualisering, BIM, kognitiv förståelse samt kommunikation.

Som utgångspunkt för hur Skanska Infrastruktur arbetar idag har ett infrastrukturprojekt vid Lindholmsmotet i Göteborg utgjort källa för informationsinhämtning. Informationen om hur arbetet utförs i nuläget har baserats på observationer samt kvalitativa intervjuer med både tjänstemän och yrkesarbetare. Observationer har utförts för att undersöka hur Skanska Infrastruktur arbetar i sin produktion i nuläget. De har också använts i analysavsnittet för att utreda vilken utvecklingspotential som finns för implementering av visuell planering och 3D-visualisering. För att utreda vad medarbetarna på Skanska anser om de två verktygen och utvecklingspotentialen inom produktion har kvalitativa intervjuer utförts. Intervjuer med anställda på Skanska Teknik, som är en strategisk resurs inom Skanska vilken arbetar med 3D-modellering, har också utförts för att identifiera vilka resurser som finns till förfogande för potentiell implementering i produktion. För att slutligen

få information om hur dessa verktyg använts i praktiken har studiebesök på ett BIM-projekt i Arboga genomförts. Detta är det första projekt som Trafikverket lanserat där digital information använts uppemot 100 procent. Under studiebesöket har både observationer och kvalitativa intervjuer utförts för att få bättre inblick i hur Skanska arbetar med visualisering samt informationsflöden inom projektet. Nästa kapitel syftar till att beskriva den förstudie som gjorts vilken fokuserar på de två verktygen visuell planering och 3D-visualisering samt hur människan tar till sig och skapar förståelse för information.

2. Teori

För att tydligare förstå hur människan fungerar i samverkan med visualiseringar och målbilder beskrivs människans visualiseringsförståelse i kombination med kommunikation och informationsöverföring. Därefter följer ett avsnitt om modellen The Triple Constraints, vilken visar vikten av de tre aspekterna tid, kostnad och utförande, för att uppnå ett lyckat projekt. Modellen sätter ramarna för ett projekts utförande samt beskriver de tre aspekter vilka en entreprenör kan arbeta med. Vidare fortsätter teorikapitlet att behandla innebörden av verktygen visuell planering samt 3D-visualisering, med fokus på utveckling samt pilotprojekt och forskning relaterade till dessa verktyg, fram till idag.

2.1 Människans förståelse genom visualisering och målbilder

Bilder eller visualisering, har i alla tider använts av människan som ett hjälpmedel för uttryck. Ett uttryck för att skapa förståelse samt för att göra något synligare eller mer uppenbart (Tibell, L., 2008). Hur en människa uppfattar en bild varierar från person till person och beror på bakgrund och tidigare erfarenheter. Tidigare erfarenheter och bakgrund beror av aspekter som utbildning, kön eller sociala förhållanden. Även förmågan att kunna bearbeta information och ta den till sig begränsas beroende av graden av generalisering i informationen. Ju lägre grad desto enklare är informationen att relatera till och för olika människor att förstå på samma sätt (Roupé, M., 2013).

En bilds uppgift kan vara att komplettera en text eller en muntlig förklaring, eller fungera i samverkan med en text eller tal för att förtydliga budskap eller komplexitet. Det gör att människan lättare kan förstå innebörden av vad sändaren haft för avsikt att förmedla. Det är viktigt att sändaren innan bilden visas, har bestämt vilket budskap som ska framhävas, alltså vart fokus för informationen ska riktas. Det är också viktigt att hänsyn tas till vad mottagaren vill eller väljer att se och anpassa bilden till rätt situation och på rätt kunskapsnivå. Slutligen måste informationen ges i rätt mängd för att upplevas som givande. För mycket information kan bidra till ointresse och för lite kan lättare bidra till missförstånd (Mattson, L., 2006). Studier gjorda på Luleås tekniska universitet visade att visualisering med bilder som en del i byggprocessen underlättar för inblandade aktörer att tydliggöra det slutgiltiga resultatet av ett projekt. Genom att använda återkommande bilder under projektets gång, istället för nya obekanta bilder, förtydligas målbilden av utförandet (Ödling, D., 2002).

En bild som ska förmedla ett tydligt budskap måste utformas enligt vissa aspekter för att fungera korrekt i sitt sammanhang. Bilden måste utformas så att den fungerar i relationen mellan de aktörer som ingår i diskussionen, samt att den bidrar till rätt

kunskapsnivå inför diskussionen (Skoglund et al, 2005). I byggprojekt är det vanligt att använda 2D-ritningar med tillhörande beskrivning för att kommunicera. Aktörerna måste då själva förstå beskrivningen och missförstånd kan lätt uppstå. Aktörer kan i byggprojekt exempelvis vara tjänsteman, yrkesarbetare eller underentreprenör. Enligt forskningsrapporten, *BIM istället för 2D- CAD i byggprojekt*, skriven av Jongeling (2008) kan arbetssätt med 2D-ritningar leda till processnackdelar som:

- Olika tolkningar av ritningar av varje inblandad aktör vilket leder till missuppfattat projektmål eller arbetsmoment.
- Olika begrepp, linjer eller symboler som inte alla aktörer är insatta i eller förstår, vilket leder till ojämnt diskussionsunderlag för projektmål eller arbetsmoment.

Det är viktigt att bilden används vid rätt tidpunkt i projektet för att relatera till kommande och pågående moment. Dessa aspekter påverkar varandra och måste fungera i samband för att bilden ska uppfattas på rätt sätt av alla aktörer (Skoglund et al, 2005). Om detta sker, ökar tilltron för det påtagliga budskapet i bilden. En väl fungerande visualisering kan på så sätt hjälpa människan att se och uppfatta komplexa arbetsmoment eller aktiviteter som de annars inte skulle uppfatta, exempelvis endast kommunikation genom text och muntlig information.

Det är också viktigt att påpeka att tydligheten i en bild och hur den kommuniceras vidare måste öka då den ska visualiseras mellan olika aktörer eller yrkesgrupper som mellan tjänsteman och yrkesarbetare. Olika aktörer använder sig av olika typer av kommunikationssätt eller uttrycksätt vilken underlättas av en tydlig bild som grund för en diskussion. Människor som ständigt arbetar tillsammans använder sig av väl igenkänd kommunikation för att förmedla information till varandra. Det beror på yrkesgemenskapen eller erfarenheterna de delar samt att en gemensam bild av ett moment redan finns dem emellan (Tibell, L., 2008). Medvetenhet om kunskapsnivån bland människor i en grupp vilka ska relatera till en viss information måste finnas. Det gruppens individer kan relatera till, i form av erfarenhet eller kunskap, kommer att ligga till grund för diskussion. Därigenom kan diskussionen och eventuella lösningar påverkas av den begränsade kunskapsnivån inom vissa områden som gruppens individer representerar (Roupé, M., 2013).

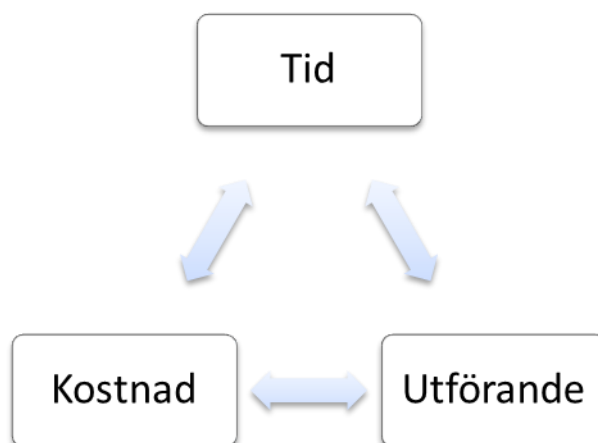
Olika erfarenheter och kommunikationssätt kan jämföras med en språkbarriär, och för att en diskussion om visualiseringen eller arbetsmoment ska fungera lättare behövs en tydlig, gemensam uppfattning om problemet eller momentet. Detta kan uttryckas som en konceptualisering där alla kan utveckla samt bidra med sina egna erfarenheter och begreppsutvidgning. Då kan alla slutligen tala samma språk och därmed uppnå en tydligare och opartisk kommunikation mellan alla aktörer (Rehal, S., 2004). Alltså, först när dessa bitar fungerar i processen är förutsättningarna uppnådda för syftet med att förmedla kunskap genom visualisering (Tibell, L., 2008).

Utgångspunkten för förståelse återfinns redan i ett företags organisationsstruktur. Där bestäms kommunikationssätt och kanaler, som exempelvis visualisering, för att på bästa sätt förmedla information vidare. En förändring inom ett projekt är ett kritiskt moment för att visa att kommunikationssättet faktiskt fungerar och når ut till alla olika aktörer. Visualisering kan underlätta denna förändringsprocess och tydligt kommunicera ut fysiska händelser. Förståelse uppnås ändå inte till fullo om inte

människor känner sig motiverade inför förändringen eller intresserade för det mål som ska uppnås inom organisationen eller det enskilda projektet (Rehal, S., 2004).

2.2 The Triple Constraints

Tid, kostnad och utförande är kritiska komponenter inom ett byggprojekt som utgör de aspekter vilka en entreprenör kan arbeta med för att påverka mål och resultat. Dessa komponenter samverkar med och beror av varandra enligt modellen The Triple Constraints, se figur 2.1.



Figur 2.1 The triple constraints

The Triple Constraints utgår från hur ett projekt definieras. Alltså, ett tillfälligt arbete vilken någon åtagit sig att skapa en produkt eller tjänst för att uppnå ett visst resultat (Dobson, M.S, 2004). Genom att arbeta utifrån modellen underlättas projektförflyttningen samt förståelsen för projektets fortskridande och utförande likväl blir krav och specifikationer en naturlig del av flödet. Utmaningen i ett byggprojekt är att få olika aktörer att samverka och tillsammans arbeta mot samma mål. Problemet är att aktörer kan komma ifrån olika kulturer eller inte är desamma under hela processen utan kan hyras inför vissa delmoment eller endast arbetar med en specifik del av projektet. Målet måste därför vara tydligt och innehålla The Triple Constraints delar som grund. Således måste överlämnandet av projektet ske inom rätt tid och budget men fortfarande uppnå de krav vilka beställaren begärt angående utförande och kvalitet. Konsekvenserna av att de tre komponenterna inte fullföljs är samordningsbrister eller feltolkningar av underlag eller arbetsmoment. Resultatet blir produktionsstopp då fel eller problem inte kan lösas förrän det faktiskt uppenbarar sig på plats, vilket i sin tur leder till merkostnader, fel eller kompromisser i utförandet (Jongeling, R., 2008).

En organisation är begränsad i sitt arbetssätt på grund av tillgängligheten av resurser, både tidsbaserade eller kostandsbaserade, samt utifrån den lägsta accepterade nivån gällande utförande eller kvalitet. Ett projekt har en stor mängd arbetsmoment som skall utföras vilka måste anpassas till andelen resurser som finns till förfogande. Därför måste aktiva val göras under hela processen för att på bästa sätt använda dessa resurser där de kan göra störst nytta, för att på så sätt effektivisera alla tre komponenter. Det är viktigt att planera för alla resurser med god framförhållning och förstå att de ska användas där de är mest effektiva för att kunna utnyttjas till fullo.

Resursanvändandet kan beskrivas enligt Dobson (2004) som följer:

“Every time we give you a dollar, or a body, or a week for your project, that’s a dollar, a body, or a week we can’t give someone else for a job that also has merit”
- Dobson, M.S.

Inom modellen The Triple Constraints är det vanligt att någon av de tre komponenterna agerar som en drivande faktor medan de andra två är komplement till denna. Vilken faktor som ska vara drivande är en prioriteringsfråga och kan arbetas fram inom varje organisation eller varje projekt. Den drivande komponenten är den faktor som avgör om projektet misslyckas eller inte utifrån uppsatta mål, medan de andra faktorerna möjliggör rätt förutsättningar för projektet.

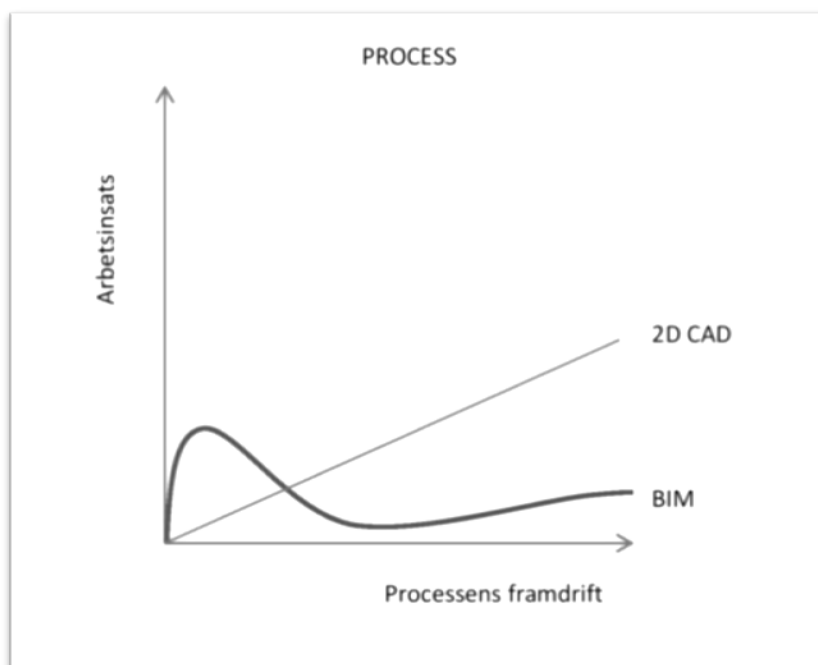
Utöver dessa aspekter krävs engagemang, vilket enligt författaren Dobson (2004) ökar sannolikheten för ett framgångsrikt projekt och ett lyckat resultat. Samtidigt är brist på engagemang bland inblandade aktörer den största risken för misslyckande. Med hänsyn till den drivande komponenten och engagemang kan en kritisk linje utarbetas vilken påverkar resursfördelning och arbetsmoment (Dobson, M.S, 2004).

2.3 3D-visualisering

Produktivitet är ett viktigt begrepp inom byggbranschen. Branschen har länge haft lägre produktivitetsutveckling än andra industrier. Som en följd av detta har utvecklingen avstannat då köpare eller beställare inte kunnat skapa det tryck på entreprenörer som krävs för en utveckling med innovativa lösningar. De entreprenörer som implementerar ny teknik får investera mycket pengar och resurser, vilket kan resultera i en svårighet med konkurrenskraften om inte lösningen är innovativ eller utmärker sig tillräckligt. En ökad produktivitet genom ny teknik måste löna sig på lång sikt och samtidigt sätta press på konkurrenter (Lutz, J. & Gabrielsson, E., 2002). Ny teknik kan i detta sammanhang vara arbetssättet BIM, som står för Building Information Modeling. BIM är ett samlingsbegrepp för informationsskapande, informationslagring samt kvalitetssäkrad användning från planering via byggnation till underhåll. En del i konceptet är användningen av 3D-ritningar (Jongeling, R., 2008). 3D-användning blir allt vanligare inom byggbranschen, dock fortfarande på en begränsad nivå. Det beror på en avvaktande inställning inom branschen då konkurrensen inte främjar steget mot ett nytt arbetssätt vilken också kommer förändra organisationen och produktiviteten (Fischer, A. & Pleil, E., 2012). Ett sätt att utveckla detta, förutom interna krav är externa krav, främst från beställare, för att byggbranschen ska kunna utvecklas. Externa krav bidrar till en effektivare projektprocess, för alla aktörer. Förutom rent praktiska aspekter som logistik och samordning är informationshantering en viktig aspekt i detta avseende om den används på rätt sätt och i rätt tid, riktad till rätt person. Kontinuerlig utveckling av BIM inom byggbranschen kan påverkas av faktorer som hårdare konkurrens, krav på lönsamhet och kvalitet samt tidseffektivisering (Wallin, E., 2012).

Om 3D kan användas under produktionen krävs en större arbetsinsats i början av projekt men minskar med tiden. Detta är en anledning till den långsamma utvecklingen av BIM-användning inom branschen. Nedan visas ett diagram vilken visar skillnaden i total arbetsbelastning vid projektering med BIM och dess 3D-visualisering, i jämförelse med användning av 2D ritningar under samma process.

Diagrammet visar även att de resurser som krävs i början av processen kan tjänas in under projektets arbetsgång. Arbetsbelastningen kan totalt sett bli mindre vid användning av 3D jämfört med 2D (Jongeling, R., 2008).



Figur 2.2 Arbetsinsats vid BIM-användning (Wallin, E., 2012)

2.3.1 Begreppet BIM

BIM står för Building Information Modeling vilket introducerades redan på 1970 talet men i begreppet Building Product Model och då främst på ett akademiskt och teoretiskt plan. Det var först i samband med att arkitektföretag och CAD-leverantörer som Autodesk och Bentley Systems benämnde BIM som ett begrepp. Begreppet blev därav mer känt och började då också användas praktiskt inom projekt som 3D-visualisering med objektorienterad bas (Jongeling, R., 2008). Det finns idag ingen övergripande definition av BIM då olika aktörer ser olika på konceptet. BIM är ingen teknik i sig utan ett samlingsbegrepp för informationsskapande, informationslagring samt ett arbetssätt för att lättare uppnå de krav på kvalitet en produkt skall inneha. Arbetssättet med BIM är användbart under hela produktens livscykel, från planeringsstadiet till underhåll av den färdiga produkten. BIM utgörs av en 3D-modell där information finns lagrad vilken kan genereras och förvaltas under produktens livscykel. Då begreppet 3D-visualisering används så behöver begreppet inte innefatta användning av BIM. Oftast är 3D idag uppbyggt för just visualisering och innehåller inte all användbar information som kan behövas under produktens livscykel. Däremot kan 3D-visualiseringen fungera som kompletterande informationsunderlag vilken kan förtydliga detaljer, ljussättningen eller vyer exempelvis (Jongeling, R., 2008).

BIM innehåller förutom 3D-visualisering även 4D samt 5D för att kunna få den information som krävs samt den identifiering av objektet som visar mer än en 3D. 4D

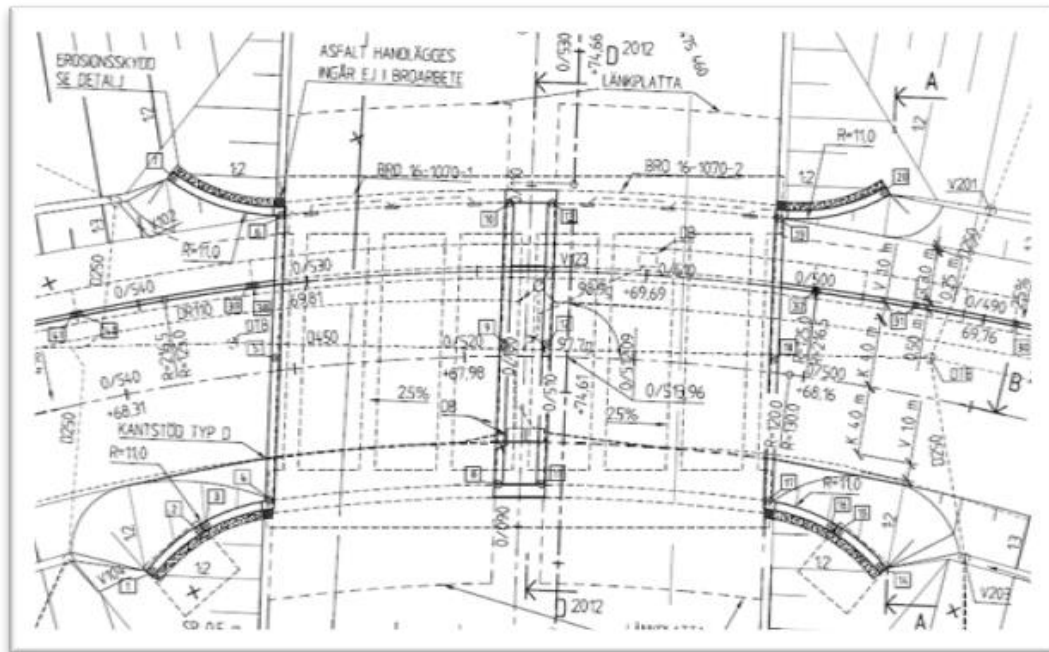
integrerat i produktionen eller planeringen innebär att tidsplaner skapas som en del av simuleringen. 5D innebär kostnadsdelen inom projektet och baseras på mängdförteckningar över material som sedan används för kostnadsberäkningar. För att 3D-visualiseringar ska kunna utnyttjas fullt ut måste alla delar vara väl utvecklade och justerade för rätt mottagare, och ständigt uppdaterade med rätt information vilken är kopplad till den specifika visualiseringen (Jensen, M, 2012). För att förtydliga ytterligare vad BIM kan bidra till under produktens livscykel följer nedan ett konkret exempel. Vid husbyggnationer skulle BIM som arbetssätt under projekteringsstadiet innefatta att anbudskalkyleringen baseras på 3D-modellen samt att beräkningar och beslut angående den framtida förvaltningen redan tas i beaktning under detta stadie. Under produktionsstadiet kan 3D-modellen användas som ritningsunderlag och som hjälpmedel för ekonomistyrning och tidsplanering i projektet. Efter byggnadens färdigställande kan BIM användas för att underlätta framtida förvaltning då information gällande material finns tillgänglig. Om beslut skall tas om framtida ombyggnationer finns då 3D-modellen som hjälp i beslutsfattandet.

2.3.2 Visualisering av 2D i jämförelse med 3D

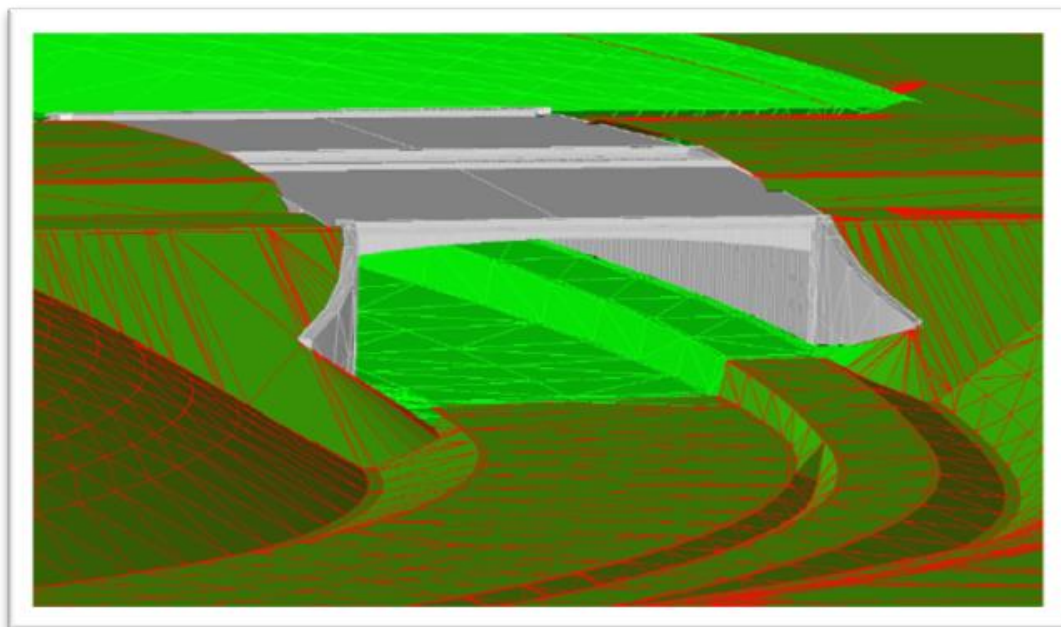
En gemensam bild av mål eller ett slutresultat för alla berörda i ett projekt är viktigt i beslutsprocessen. En produkt framställs idag traditionellt sett med 2D-ritningar, scheman, skisser och prognoser inom byggbranschen vilka sedan integreras under projekteringsprocessen. Tillsammans med beskrivningar i text används dem sedan i produktionsprocessen för att försöka skapa samma målbild för alla berörda aktörer. Det finns vissa problem med användandet av 2D ritningar. Ett stort antal ritningar med tillhörande beskrivning måste ges till alla berörda, vilket kan leda till bortfall av information eller tidsbrist till granskning. Vilket resulterar i att granskning inte sker i tid till möten under produktionen exempelvis. Ett annat problem som kan identifieras är svårigheten då olika aktörer ska tolka information, symboler, linjer eller texter på samma sätt för att informationen ska kunna vara användbar, vilket kan försvåra beslut under produktionen (Wallin, E., 2012). Vanligen pågår revideringar från projekteringen även under produktionsfasen vilket lättare kan medföra missförstånd och feltolkningar och gör att fler fel måste lösas på arbetsplatsen i realtid vilket bidrar till produktionsstopp. Det i sin tur leder till kompromisser i både tid och kostnader men även i utförandet enligt modellen The Triple Constraints, se kapitel 2.2 (Jongeling, R., 2008).

Bilderna nedan visar skillnaden i visualisering av en bro med hjälp av 2D i jämförelse till 3D. Denna metod med 2D-ritningar som grund för både projektering och produktion kan idag inte anses som tillräcklig för att information om ritningen ska kunna förmedlas tydligt. Istället är 3D-visualisering en mer kompletterande metod (Fischer, A. & Pleil, E. 2012). Som nämnts ovan används BIM aktivt i olika utsträckning men även begreppet används i olika stor utsträckning inom branschen idag och kan därför få olika betydelse. I grund och botten skiljer sig användandet beroende på informationsgenerering och hur väl den förs vidare genom användning av enskilda aktörer men även mellan aktörer inom processen. I vissa fall kan också information aktivt valts bort för att underlätta visualiseringen och göra den mer synlig och tydlig (Jongeling, R., 2008). Detta medför att BIM-användningen inte används optimalt då information aktivt valts bort vilket kan bidra till att vissa aktörer inte får tillgång till all användbar information. Det verktyg vi presenterar i detta

examensarbete är alltså en del i BIM sammanhanget, vilken kan ses som en delprocess till att fullt ut använda BIM i arbetsprocessen.



Figur 2.3 2D-ritning av bro



Figur 2.4 3D-modell av samma bro som ovan

2.3.3 Tillämpning av 3D-visualisering

Tillämpningen av 3D-visualisering på arbetsplatser har enligt studier visats bidra till en bättre kommunikation mellan de olika aktörer som samverkar. En projektutvecklarens åsikt om resultatet som framkom var följande:

”Kostnader för interaktiv visualisering minskar med 30 % när 3D-projektering används som bas till visualiseringen”- Jongeling, R.

Nyttan av BIM inom produktion kan enligt Jongeling (2008) uttrycka sig genom:

- Underlag från projektering anses vara av mycket högre kvalitet än i vanliga fall, och mycket tydligare.
- Tiden på arbetsplatsen som läggs på hantering av konflikter på grund av fel i underlag och missförstånd minskar med upp till 90 %
- Kommunikationen är enklare och snabbare med de olika aktörerna på arbetsplatsen.

Denna kan återknytas mot verktyget 3D-visualisering som en del av detta och därigenom kan nyttan ses även om BIM inte aktivt används mer än som 3D. Även BIM-konceptet i sin enklaste form, 3D-visualisering, genererar alltså de dokument som brukar användas, som planritningar eller detaljritningar på ett effektivare och tydligare sätt än traditionellt med enbart 2D, och därför kan nyttan ses redan här. Studier visade vidare att 3D-visualisering är ett mycket viktigt verktyg för beslutsfattare i deras arbete, och att det fungerar som ett stöd till hela processen för beslut under produktionen (Jongeling, R., 2008). De företag som idag använder 3D-visualisering eller BIM i sin produktion och vardagliga arbete anser sig se leverera ökad kvalitet och inneha snabbare revideringsprocesser. Vidare bidrog det även till en mer effektiv samordningsprocess med välfungerande möten och hög förståelse bland berörda aktörer (Wallin, E., 2012).

2.4 Visuell planering

Visuell planering uppkom från början som en del av arbetssättet Lean Production. Toyota var det företag som grundade och implementerade arbetssättet som ett strategiskt hjälpmedel vilket resten av världen nu har anammat. Toyotas arbetssätt och filosofi om tillverkning kallas ”The Toyota Production System (TPS)” och utgör grunden till Lean Production (Liker, J. k., 2004). Eiji Toyoda, dåvarande VD för Toyota, och Taiichi Ohno, produktionsingenjörskchef, utvecklade ”The Toyota Production System (TPS)” efter den kollaps i försäljningen som andra världskriget medförde. Den minskande försäljningen tvingade Toyota att avsätta en stor del av sin arbetskraft och företagets överlevnad var hotad (Womack, J. P., 2007). Det var utifrån dessa händelser som grunden till Lean Production föddes.

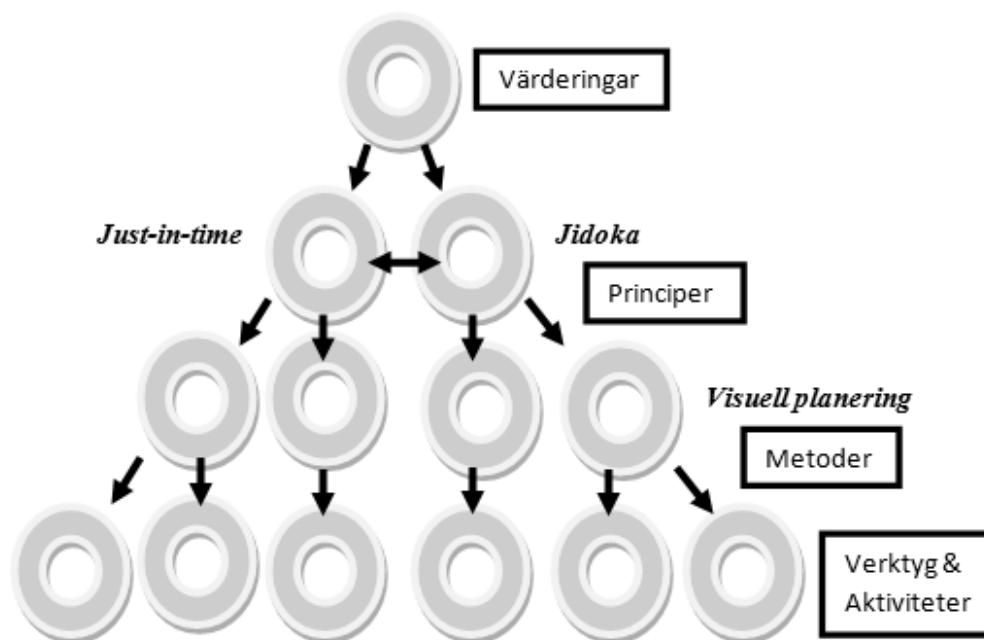
2.4.1 Lean Production

Syftet med Lean Production är att eliminera alla moment i produktionsprocessen vilka är icke värdeskapande för slutkunden, från order till slutleverans. De icke värdeskapande momenten kallas på japanska för *Muda* och betyder slöseri. Taiichi

Ohno, som var grundaren till ”The Toyota Production System (TPS)” beskrev själv hur Toyota ser på sitt sätt att arbeta genom detta citat:

”All we are doing is looking at the time line from the moment the customer gives us an order to the point when we collect the cash. And we are reducing that time line by removing the non-value-added waste.” – Taiichi Ohno (Liker, J.K., 2004)

Författarna Niklas Modig och Pär Åhlström (2011) definierar Leankonceptet som en verksamhetsstrategi i boken *Vad är Lean? – En guide till kundfokus och flödeseffektivitet*. De menar att Lean är en strategi för att uppnå hög flödeseffektivitet. Att ständigt söka förbättringar är en strävan inom verksamheten och uppnås genom att kontinuerligt förbättra både flödeseffektiviteten men också företagets utnyttjande av resurser (Modig, N. et al, 2011). *Kaizen* är japanska och är ett centralt uttryck inom Lean Production, vilket innebär att ständigt försöka förbättra arbetssätt i ett företag (Womack, J. P., 2007). I grund och botten baseras Leankonceptet på värderingar med fokus på kunden och dennes önskemål. För att lättare kunna tillgodose kundens önskemål så utvecklades principerna Just-in-time och Jidoka. Just-in-time handlar om att skapa ett bra flöde från order till leverans av vara. Hinder och störningar i flödet förebyggs genom att skapa en visuell och synlig verksamhet där problem kan identifieras i ett tidigt skede. Att minimera de fel och störningar som uppstår kallas för Jidoka. Det är alltså principerna Just-in-time och Jidoka som Lean baseras på och som metoder och verktyg utvecklats efter för att underlätta dessa. Visuell planering är en metod för att realisera Jidoka och för att realisera visuell planering har ytterligare verktyg och aktiviteter tagits fram, se bild 2.5 (Modig, N. et al, 2011).



Figur 2.5 Visuell planering inom Leankonceptet

Jeffrey K. Liker, som studerat Toyota under 20 år, har i sin bok ”The Toyota way” tagit fram en 4P modell för hur Toyotas arbetssätt och strategi är uppbyggd. Utifrån

dess fyra kategorier har Liker (2004) sedan delat in huvudkategorierna i 14 principer, vilka utgör "The Toyota Production System (TPS)", se nedan.

1. "Problem Solving"

- Bli en lärande organisation genom att ständigt reflektera och förbättra
- Gå och se med egna ögon för att bättre förstå en situation
- Fatta beslut långsamt och i samförstånd. Överväg alla alternativ och genomför sedan valt beslut snabbt

2. "People and Partners"

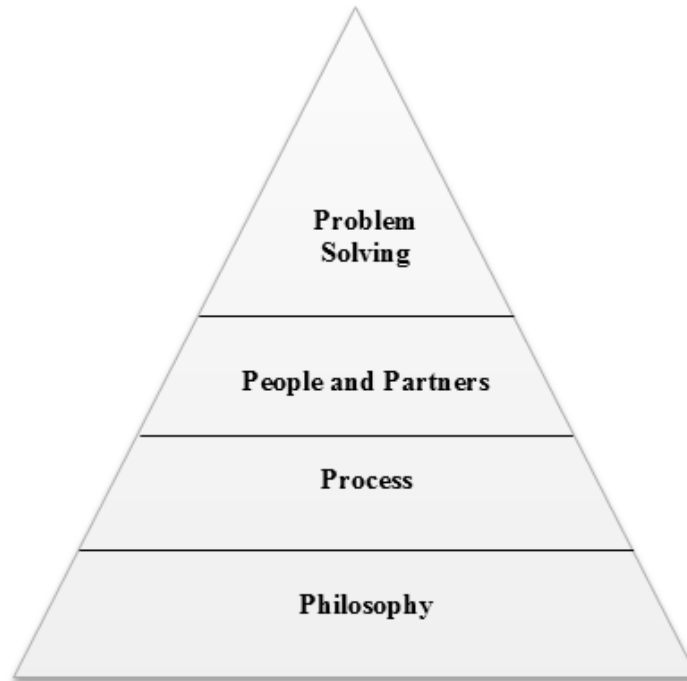
- Se till att ledningen känner verksamheten på djupet, lever enligt företagets filosofi och lär andra att göra det.
- Utveckla människor och arbetslag som följer företagets filosofi.
- Respektera partners och leverantörer genom att hjälpa dem att bli bättre.

3. "Process"

- Skapa kontinuerliga processflöden för att föra upp problem till ytan.
- Använd system för att undvika överproduktion.
- Jämna ut arbetsbelastningen.
- Skapa en kultur där processer stoppas för att reda ut problem.
- Standardiserat arbete är grund för ständiga förbättringar och medarbetarnas medverkan.
- Använd visuell styrning så att inga problem döljs.
- Använd bara väl beprövad teknik som passar medarbetare och processer.

4. "Philosophy"

- Basera beslut på långsiktigt tänkande även då det sker på bekostnad av kortsiktiga finansiella mål.



Figur 2.6 4P inom Leankonceptet

Visuell planering utgör en del i principen; Använd visuell styrning så att inga problem döljs, vilken ingår i kategorin process, se bild 2.6. Alla principer under kategorin process syftar till att minska icke värdeskapandeprocesser inom produktionen. Toyota har kartlagt åtta av dessa processer vilka anses vara de viktigaste att eliminera, då dessa inte skapar något värde för kunden:

1. Överproduktion – Producera mer än vad kunden behöver.
2. Väntan – Vänta på att någonting ska hända och att beslut tas.
3. Onödiga transporter – Mycket tid läggs på transport av varor och material.
4. Överarbete – Göra mer arbete än vad kunden kräver.
5. Stora lager – Lagra mer än vad som används och kunden kräver.
6. Onödiga rörelser – Onödiga rörelser då medarbetarna utföra sina arbeten.
7. Defekter/Fel – Omarbete då fel uppstår.
8. Outnyttjad kreativitet hos de anställda (Liker, J.K., 2004)

Inom byggbranschen är de åtta processerna vanligt förekommande. Om byggbranschen arbetar effektivare med att minimera dessa processer skulle både tid och kostnader kunna nyttjas på bättre sätt (Fernström, G., 2009). Detta tydliggörs genom modellen The Triple Constraints, vilken påverkar byggprocessen, se avsnittet The Triple Constraints. Inom byggbranschen har Leankonceptet spridits och applicerats inom produktion av byggprojekt, vilket benämns Lean Construction. Förbättringspotentialen inom byggbranschen för att minska icke värdeskapande processer är hög och enligt analyser gjorda av Chalmers tekniska högskola uppskattas dessa processer uppgå till 30-35 % av produktionskostnaderna (Josephson, P-E., Saukkoriipi, L., 2005). Då produktion av infrastruktur är en del av samhällsbyggande måste värdeskapande inte enbart fokuseras på byggherren och slutkunden utan också

involvera samhälle, ägare och medarbetare (Fernström, G., 2009). För att göra de icke värdeskapande processerna och problemen i produktion synliga används visuell planering. Visuell planering kan också underlätta förståelsen för medarbetarna om vad som sker i projektet och vilken inverkan olika arbetsmoment har gällande tid och planering på projektet som helhet, se avsnitt 2.1, människans förståelse genom visualisering och målbilder.

Fördelarna med att arbeta med visuell planering i produktutvecklingsarbete är att produktiviteten kan öka om problem gällande den mjuka sidan av produktutveckling kan lösas. Den mjuka sidan av produktutveckling handlar om teamwork, ledarskap, motivation och självstyrning. Visuell planering ger fördelar då metoden tydliggör projektmål och ledningens uppgifter vilket ökar motivationen hos de anställda (Dalman, C., 2005). De fördelar som visuell planering ger i projekteringsstadiet borde kunna ge samma mjuka fördelar i produktionsarbetet.

2.4.2 PEABs modell för visuell planering

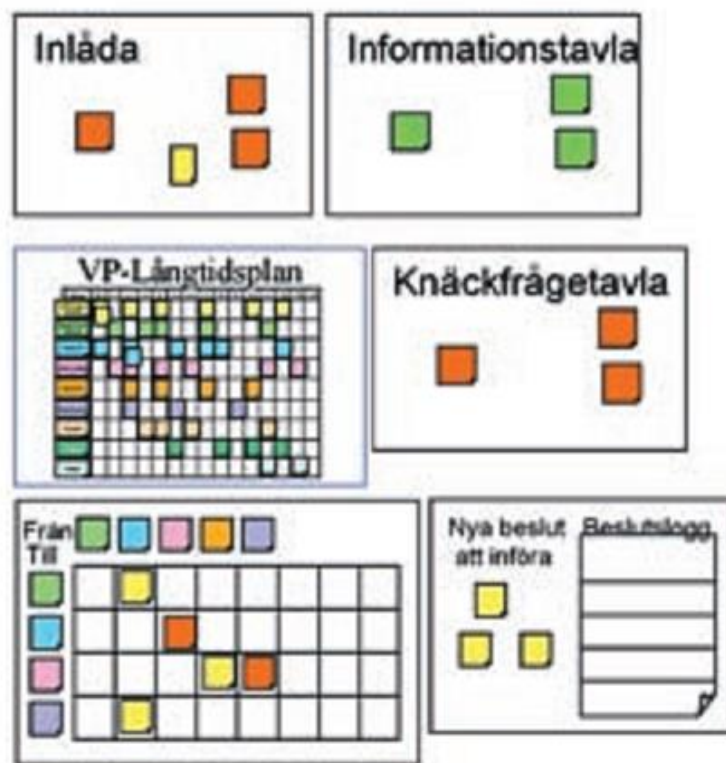
Pilotprojekt om hur visuell planering kan tillämpas inom byggbranschen har tidigare förekommit. Under 2005 gav PEAB ut en rapport vilken beskriver vad deras pilotprojekt om tillämpning av visuell planering resulterat i. Pilotprojektet utfördes både i projektering och i produktionsprocessen. Totalt utförde PEAB tre olika delprojekt och i delprojekt 3 testades metoden i produktion.

Målet med PEABs pilotprojekt var att utveckla en modell av visuell planering vilken skulle kunna tillämpas inom byggbranschen. Delprojekt 3 bestod av en nybyggnation av ett mindre antal bostadsrättshus. Metoden visade sig fungera men kortare byggtid uppnåddes dock inte. Då metoden bygger på beteendevetenskap och fokuserar på människor och förståelse istället för teknik har resultatets effekt varit svårt att mäta i siffror. Däremot upplevde de medverkande att ledningen av byggprojektet underlättades. Störst effekt uppnåddes då metoden tillämpades i projekteringsstadiet vilket därigenom var fördelaktigt i produktionsarbetet då problem hade lösts sedan tidigare. Den visuella planeringsmodell som PEAB framtagit skiljer sig beroende på om metoden används inom produktion eller i projektering (Dalman, C., 2005).

Både i projektering och i produktion fungerar visuell planering som ett diskussionsverktyg för att synliggöra mål och planering. Den visuella planeringsmetoden utgörs av två delar, målnedbrytning samt den övergripande tidsplanen. Både målnedbrytningen och den övergripande tidsplanen kan ha olika detaljnivå, alltifrån en övergripande grovt uppdelad nivå till en mer detaljerad och konkret nivå. Projektmålen bryts sedan ner och bildar en plan där mål och uppgift kan kopplas till individ eller enhet inom projektet. Då ett problem uppstår visualiseras detta på en synlig tavla. Om problemet inte kan lösas direkt behandlas det på chefsnivå och löses av en grupp. Att problemet behöver lösas av en grupp beror ofta på att en specifik enhet kan behöva ta hjälp från en annan. På så sätt kan en bra lösning som fungerar för alla enheter effektivt identifieras. Tanken med visuell planering är att hålla fokus på målet och de aktiviteter som tillsammans leder fram till slutresultatet. För att få bästa effekt av metoden krävs daglig uppföljning vilket ger en snabb återkoppling för medarbetarna om hur det dagliga arbetet förhåller sig till projektplanen (Dalman, C., 2005).

Visuell planering i produktion

Delprojekt 3 inleddes med ett introduktionsmöte där syftet var att informera projektets personal, underentreprenörer och leverantörer om visuell planering. På mötet presenterades historien om Toyota och vad deras arbete med visuell planering inneburit. Principerna för arbete med visuell planering och fördelarna med att använda sig av metoden presenterades också för att få medarbetarna medvetna om hur alla tillsammans kan bidra till ett bättre projekt. En del av de kommentarer som uppkom under mötet var att systemet behöver anpassas till byggprocessen och att möteprocesserna kommer vara tidskrävande (Dalman, C., 2005).



Figur 2.7 Tavlor, visuell planering (Dalman, C., 2005)

De olika hjälpmedel i form av tavlor som PEABs visuella planeringsmetod baseras på innehåller följande:

Förväntat resultat

Utgångspunkten för den metod vilken PEAB utvecklat för produktion utgörs av en tavla med en bild av slutgiltig produkt. Därigenom kan medarbetarna visualisera det förväntade resultatet och alla medarbetare skapar samma målbild. Med en tavla av det förväntade resultatet påminns medarbetarna återkommande om det slutgiltiga målet (Dalman, C., 2005).



Figur 2.8 Slutlig produkt (Dalman, C., 2005)

Långtidsplan

Långtidsplanen behandlar alla delmål, från start av projektet till slut, och påminner kontinuerligt medarbetarna om projektets mål samt resultatet av deras dagliga arbete. Tavlan är indelad i tid längs med horisontell axel och med enheter/personal längs med vertikal axel. Vidare kan de identifierade enheterna inom projektet ange sina kritiska starter och slutleveranser på lappar uppsatta på tavlan. På så vis kopplas det förväntade resultatet, delmål och aktiviteter samman med varje funktion inom projektet. Detta ger också en övergripande och lättöverskådlig bild för medarbetarna av hur de olika enheterna samspelar med varandra (Dalman, C., 2005).

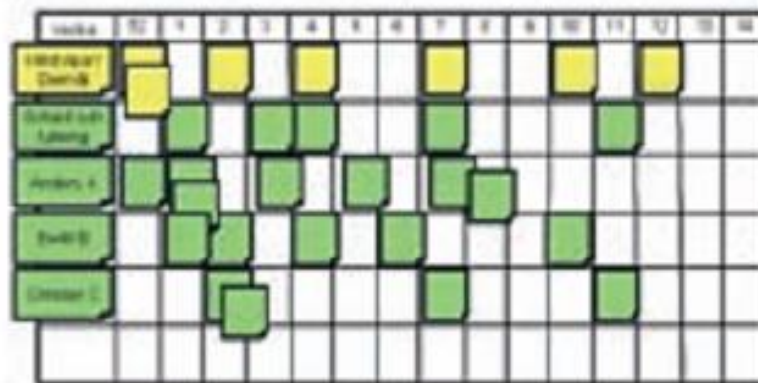


Figur 2.9 Långtidsplanen (Dahlmna, C., 2005)

Månadsplan och veckoplan

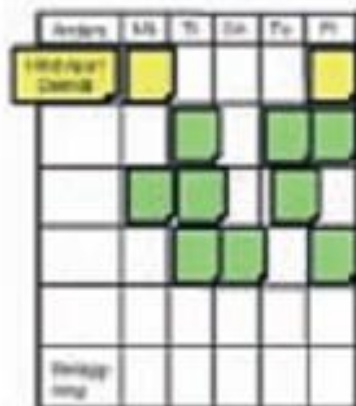
Av samma anledning som långtidsplanen finns även en månadsplan med delprocesser och aktiviteter för den kommande månaden uppsatta visuellt för att få en övergripande förståelse om mål inom en snar framtid. På månadsplanen kan sedan de olika enheterna själva ange arbetsbelastningen som summeras ihop längst ned på månadsplanen och anges i procent. Veckoplanen kan bestå av aktiviteter som är kopplade till individer för att fördela resurserna på ett effektivt sätt (Dalman, C., 2005).

Upprättande av VP- Månadsplan



Figur 2.10 Månadsplan (Dalman, C., 2005)

Upprättande av VP- Veckoplan



Figur 2.11 Veckoplan (Dalman, C., 2005)

Knäckfrågetavla

För att synliggöra olösta frågor av viktig karaktär vilka kan försena projektet finns en knäckfrågetavla. Problem och olösta frågor som uppkommer under projektets gång visualiseras med hjälp av post-it lappar så att alla problem finns samlade på ett och samma ställe (Dalman, C., 2005), se bild 2.7.

Beslutslista

Då en lösning identifierats och ett beslut tagits visualiseras detta på beslutslistan och slutdateras. Beslutslistan vidareförmedlar också informationen till projektdeltagarna (Dalman, C., 2005), se bild 2.7.

Till/Från matristavla

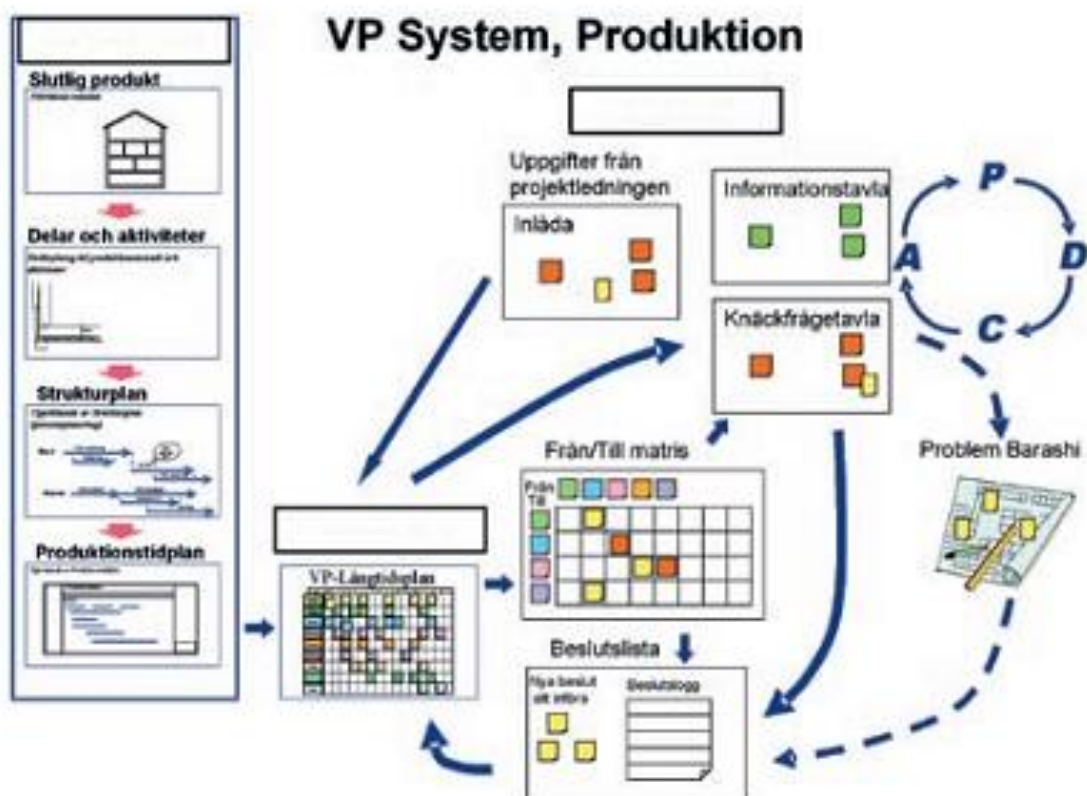
Till/Från matristavlans funktion är att underlätta kommunikationen mellan olika enheter inom ett projekt. Tavlan fungerar som en gemensam plats där de olika enheterna kommunicera med varandra. När en fråga uppstår sätts en daterad post-it lapp upp. Genom att tavlan är väl synlig kan också andra medarbetare ta del av vad som sker inom projektet. Efter att en fråga behandlats plockas lappen ner och kryssas över (Dalman, C., 2005), se bild 2.7.

Inlåda

För att förbättra kommunikationen ytterligare finns även en inlåda där frågor från alla medarbetare inom projektet, och inte enbart inom de olika enheterna tas upp. Då lapparna har behandlats kryssas de över och kan sedan tas ner från tavlan (Dalman, C., 2005), se bild 2.7.

VP möten/Samordningsmöten

Inom den visuella planeringsmodellen som PEAB uppfört skall samordningsmöten genomföras en gång per vecka. Under mötena efterföljs alltid samma standardagenda för att skapa en effektiv mötesprocess. Agendan inleds med uppföljning av föregående beslutslista och behandlar sedan långtidsplaneringen, månadsplaneringen, frågor från Till/Från matrisen. Dessa tillsammans utgör sedan en ny beslutslista. Mellan mötena är det också viktigt att hela tiden uppdatera de olika tavlorna för att metoden skall kunna fungera optimalt (Dalman, C., 2005).



Figur 2.12 Översikt av användning av visuell planering i produktion (Dalman, C., 2005)

Slutsatser av delprojekt 3

Det som kunde utläsas av delprojekt 3, vilken innefattade visuell planering i produktion, var att ledningen av projektet underlättades. Medarbetarna upplevde att problem kunde identifieras tidigt och därigenom lösas i tid. Informationsutbytet mellan den egna personalen, underentreprenörerna samt leverantörerna upplevdes fungera bra och koordineringen av personalen i helhet underlättades. Fördelaktigt var också att projektdeltagarna hela tiden haft en gemensam målbild över det slutgiltiga resultatet och arbetade mot samma mål.

Det fanns även en del svårigheter under projektets gång vilka mestadels gällde mötesnärvaron. Om mötesnärvaron var låg fallerade också hela idén om informationsspridningen, vilket gav en negativ effekt. Då underentreprenörer och leverantörer ansluter till projektet vid olika tidpunkter uppstår svårigheter i att kontinuerligt få ut informationen till alla enheter inom projektet.

I sin helhet bidrog metoden till att delmål och slutmål blev tydligare genom fokus på människa, teamwork och ledarskap. Då den visuella metoden sätter gruppen/individen i fokus på månadsplanen skapas därigenom tydligare fokus på människan vilket kan föra med sig effekter som ökad motivation (Dalman, C., 2005).

3. Metod

Detta metodkapitel behandlar motiv till val av metod samt ger en beskrivning av tillvägagångssätt för att svara på rapportens frågeställning. Syftet med beskrivning av tillvägagångssätt är att skapa trovärdighet i undersökningen och en möjlighet till återskapande av studien för framtida jämförelser.

3.1 Val av metod

De metoder som detta examensarbete har grundats på är kvalitativa intervjuer, observationer samt en litteraturstudie. Litteraturstudien har genomförts för att utgöra grunden för vår egen samt läsarens förståelse inom områdena visuell planering, 3D-visualisering och människans kognitiva förståelse. För att utreda vilken påverkan visuell planering och 3D-visualisering har på kommunikationen och informationsflödet i ett projekt och verktygens relation till människans förmåga att tolka information är teoridelen en grundläggande och omfattande del i rapporten.

De kvalitativa intervjuerna har genomförts för att skapa en bild av de anställdas attityd och upplevelse samt deras uppfattning av tillämpbarheten inom projekt av de två verktygen, visuell planering samt 3D-visualisering. Intervjuerna har också genomförts för att fastställa nuvarande arbetssätt och utvecklingspotential.

För att få en bättre uppfattning av nuvarande arbetssätt och möjligheten till implementering av de två verktygen har observationer utförts. Observationerna har även fungerat som ett stödjande komplement till intervjuerna för att stärka validiteten.

3.2 Studieförutsättningar och studieobjekt

Studien har utförts för företaget Skanska, som har verksamma inom hus- och anläggningsbyggande samt utveckling av bostäder och kommersiella lokaler, vilket gör Skanska till ett av Sveriges ledande byggbolag. Koncernen har cirka 56 600 anställda och är verksamma i stora delar av världen. Av de olika avdelningar som finns inom Skanska har studien avgränsats till Skanska Infrastruktur. Skanska Infrastruktur är en avdelning som bedriver stora, komplexa infrastrukturprojekt över hela landet som utför byggnation inom bland annat bro, tunnel, väg samt järnväg.

Det projekt som har utgjort grund till intervjuer samt observationer är ombyggnationen av Lindholmsmotet i Göteborg. Bilden nedan visar lokaliseringen av ombyggnationen.



Figur 3.1 Lindholmsmotet, Göteborg (Trafikverket, 2013)

Detta projekt är en utförandetreprenad med konstruktionsansvar för broar och stödmurar och beställare är Trafikverket. Kontraktsumman för projektet uppgår till drygt 86 miljoner och har pågått sedan september 2012 samt beräknas vara färdigställt under sommaren 2014. Under projektets gång varierar antalet yrkesarbetare och underentreprenörer men ca 14 yrkesarbetare samt 10 tjänstemän är inblandade i projektet i nuläget (Skanska, 2013). Skälen till ombyggnation beror av att trafikplatsens nuvarande utformning inte uppfyller de krav på trafiksäkerhet och transportkvalitet som är uppsatta för området. Detta på grund av korta påfarter samt osäkra övergångsställen som bidrar till trafikstörningar. Ombyggnationen omfattar bland annat nybyggnation av bro för Lundbyleden över Karlavagnsgatan med tillhörande ramper, anläggning av cirkulationsplats samt ny gång- och cykelbana. Trafiken kommer under hela byggskedet att upprätthållas med prioritet för gående, cyklister samt kollektivtrafik (Trafikverket, 2013).

Vidare har även observationer och intervjuer gjorts på ett brobyggnationsprojekt i Arboga. Anledningen till att även detta projekt var av intresse är att det har bedrivits som ett fullt utvecklat BIM-projekt.



Figur 3.2 Gamla bron i Röfors, Arboga (Skanska, 2013)

Entreprenaden i Arboga är en utförandeentreprenad för beställaren Trafikverket, med en kontraktssumma på 16 miljoner. Projektet har bedrivits med 6 yrkesarbetare, 4 tjänstemän, en projektchef samt en BIM-samordnare. Bron byggdes från början 1919 och kraven var att den skulle repareras som replika av originalbron, vilket gjorde projektet mer komplext gällande material och arbetsmoment. Då bron var i dåligt skick gjordes bedömningen att riva och bygga nytt. Projektet har fungerat som ett pilotprojekt mellan entreprenör och beställare för fullutvecklad användning av BIM. I det här fallet var det beställaren, Trafikverket, som satt krav på användning av BIM i projektet som ett försök till att utveckla branschen. I kontraktet ingick därför också krav på en BIM-samordnare samt 12 mervärdespunkter som var incitament för entreprenören vilket gynnades i ekonomisk fördelaktighet. Alla 12 punkter uppmanade entreprenören till att aktivt använda BIM i projektet och påvisa dess nytta och utvecklingspotential till kommande projekt. Idén var att modellen skulle användas aktivt under hela projektet och ersätta de traditionella arbetssätten. Exempel på mervärdespunkter där modellen skulle användas var kalkylering, utsättning med BIM samt upphandling av UE.

Som komplement till studiebesöken har intervjuer utförts med Skanska Teknik. Skanska Teknik är en enhet inom Skanska Sverige vilken driver utvecklingsuppdrag samt projekt inom olika områden för koncernen. Skanska Teknik består av fem olika avdelningar; Support, Anläggning & Geoteknik, Hus & Installation, Vägtekniskt Centrum samt BIM. BIM-avdelningen har funnits i cirka 4 år och bedriver utvecklingsprojekt inom området. Skanska Teknik agerar som konsulter till övriga enheter inom koncernen och vid specifika projekt.

3.3 Tillvägagångssätt och validitet

Den litteratur som teoridelen i rapporten är baserad på utgörs av resultat utifrån studier från forskningsrapporter och tidigare examensarbeten. De sökningar som har

gjorts för att hitta information har utvärderats i sin trovärdighet innan de har använts i rapporten. Då visuell planering inom byggbranschen är ett nytt begrepp så har en FoU-rapport av PEAB från 2005 använts för att förklara verktyget. Då företag oftast har olika uppfattningar om vad definitionen BIM innebär så har det varit viktigt att visa 3D-visualiseringens innebörd i BIM-konceptet samt hur 3D-visualisering skiljer sig från BIM. För att inhämta information har tryckt litteratur samt elektronisk litteratur använts. Källorna har hämtats från nätdatabaserna, Google Scholar, Chans samt Emerald. Innan användningen av den inhämtade informationen har viss information sorterats bort för att göra innehållet relevant för rapportens frågeställning. Vidare har även informationsinhämtningen skett med ett objektivt synsätt och ett kritiskt förhållningssätt till informationen vilket ökat validiteten inom den specifika avgränsningen. De sökord som har använts vid litteraturstudien är; Lean production, Lean construction, visuell planering, 3D-visualisering, BIM, kognitiv förståelse samt kommunikation.

De intervjuer som har utförts har varit kvalitativa och bestått av öppna frågor. Deltagaren har på så sätt själv fått analysera frågan utifrån sitt eget perspektiv och erfarenhet. Beroende på befattning har intervjufrågorna även riktats olika till olika deltagare för att kunna få en bättre helhetsbild av informationsflödet, kommunikationen, målbilder samt arbetsmoment. Med olika befattning följer också olika synsätt på projekt och dess upplevelse. För att kunna redogöra för var utvecklingspotential finns inom projektets olika delar var det nödvändigt att rikta frågorna olika beroende på kompetens.

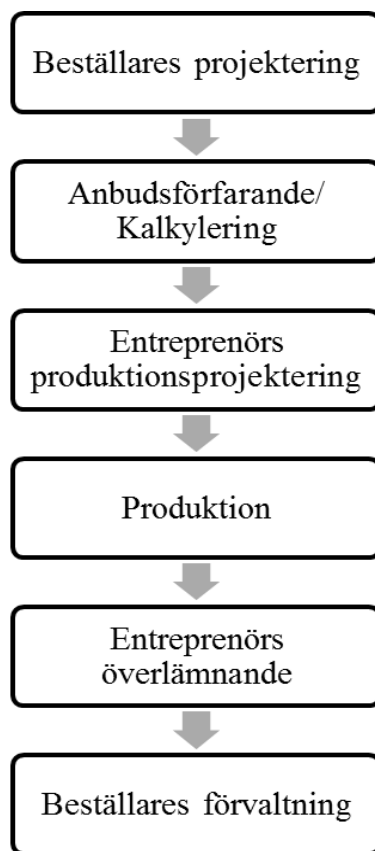
Deltagarna i intervjuerna har bestått av 9 yrkesarbetare och 8 tjänstemän på projektet vid Lindholmsmotet samt Arboga. Urvalet för intervjuerna är baserat på att olika befattningar uppfattar saker på olika sätt. Bland yrkesarbetarna fanns 2 snickare, 3 betongarbetare, 2 markarbetare samt 2 grävmaskinister. Av de intervjuade hade 8 yrkesarbetare mer än 10 års erfarenhet av bygg- och anläggningsarbete och en av deltagarna var lärling. Bland tjänstemännen fanns 1 projektchef, 2 produktionschefer, 1 BIM-samordnare, 1 mättekniker samt 3 arbetsledare. Anledning till spridningen av denna befattning var att de olika deltagarna hade olika ansvarsområden inom de två projekten och var utvalda just av denna anledning för att få en större helhetsbild inom ämnet. Vidare har intervjuer med två anställda på enheten Skanska Teknik gjorts. De var båda verksamma inom avdelningen för Anläggning & Geoteknik i Göteborg. Urvalet har bidragit till att en bättre helhetsbild och olika synsätt på problemet klargjorts. Att studien är begränsad till två projekt inom ett specifikt företag och att enbart ett fåtal kvalitativa intervjuer gjorts med varje befattningsgrupp i förhållande till det möjliga antalet så kan validiteten ifrågasättas och ses som begränsad till förutsättningarna och förhållandena till studiens två projekt. Det resultat som framkommit vid intervjuerna och som slutsatsen är baserad på kan alltså inte sägas vara ett resultat som återspeglas inom hela branschen.

Intervjuerna har först spelats in för att sedan transkriberas till text vilken har utgjort grunden till resultat-klustring. Transkriberingen har skett objektivt och ord från inspelningen har enbart överförts till papper. Resultat-klustringen har utförts individuellt och baserats på återkommande ord och teman från intervjuerna. Därefter har en gemensam analys genomförts för att komma fram till ett slutresultat.

För att öka förståelsen för aktuella arbetssätt och processer inom företaget har observationer genomförts löpande under projektets gång. Observationerna har skett under mötestillfällen mellan tjänsteman och yrkesarbetare vilket varit vid veckomöten med alla anställda på det specifika projektet närvarande. Då närvaron endast skett vid ett fåtal gånger kan inte validiteten anses vara hög utan resultat baseras på de tillfällen då observationer har varit möjligt att genomföra. Observationer har enbart fungerat som ett komplement till intervjuer.

4. Resultat

Intervjuer och observationer ligger till grund för resultatet av hur Skanska Infrastruktur arbetar idag samt kan utveckla de två verktygen, visuell planering och 3D-visualisering. Den första delen i resultatkapitlet behandlar hur Skanska arbetar i nuläget med informationsspridning och de två verktygen. Kapitlet tar sedan upp deltagarnas inställning, förståelse och engagemang omkring projektet i sig samt visuell planering och 3D-visualisering. Vidare presenteras hur pilotprojektet i Arboga arbetar i praktiken samt hur de två verktygen används i sammanhanget. Framtidsutsikter utifrån pilotprojektet av BIM-användning inom branschen framkommer även i denna del. Avslutningsvis utgörs resultatkapitlet av intervjuer från enheten Skanska Teknik. För att få ökad förståelse kring olika skeden inom ett projekt förtydligas detta enligt nedan, figur 4.1:



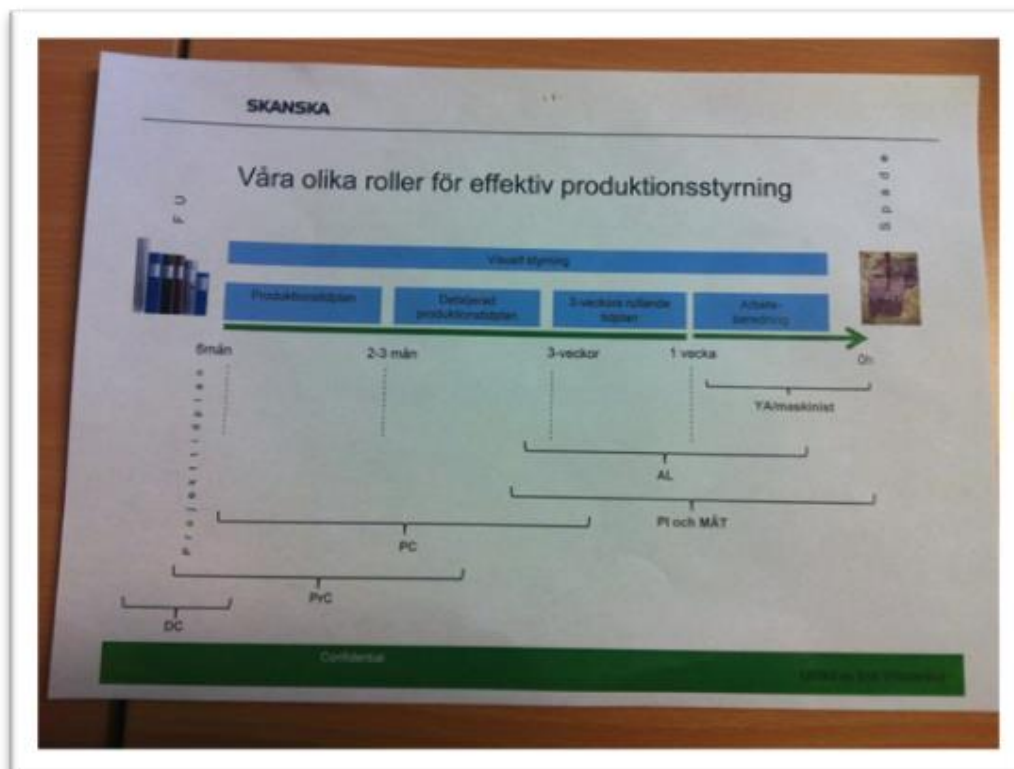
Figur 4.1 Olika skeden för en entreprenad

4.1 Projekt vid Lindholmsmotet i Göteborg

För att analysera vilken utvecklingspotential visuell planering och 3D-visualisering har i denna typ av projekt för Skanska utreddes hur Skanska i nuläget arbetar med dessa verktyg. Vidare utreddes även hur Skanskas motsvarande verktyg tillämpades och i vilken utsträckning, i det dagliga arbetet. Uppfattningar angående utvecklingspotential av informationsflöde och kommunikation med verktygen som hjälpmedel har också identifierats utifrån intervjuer.

4.1.1 Arbetssätt i projektet

I nuläget kunde likheter med visuell planering inom Skanska identifieras genom visuell styrning, men då dessa två verktyg har stora olikheter går de inte att jämföra fullt ut. Visuell styrning handlar om att personer skall ha olika fokusområden och samtidigt förhålla sig till olika tidsaxlar. I och med detta kan varje person till fullo fokusera på sin specifika befattning och sitt ansvarsområde som skall prioriteras för ett specifik tidsintervall. Detta för att få ut rätt detaljnivå gällande information under projektets gång. Därför skall exempelvis produktionschefen arbeta med vad som sker 3 veckor till 6 månader framöver och informationsnivån skall spegla projektet i sin helhet istället för detaljnivå. Medan yrkesarbetaren istället har fokus 1 vecka framöver och endast på detaljnivå. Nedan visas en bild vilken identifierar roller för effektiv produktionsstyrning för projektet.



Figur 4.2 Visuell styrning (Skanska, 2013)

Skanska arbetar utifrån idén om att en bra nivå på information handlar om att hitta och visa nyckelfaktorer, delmål och bryta ner dem till viktigaste mål för tillfället. För att uppnå effektiva kommunikationsvägar arbetar Skanska i nuläget utifrån strukturen att

rätt person ska prata med rätt person, för att det är där den rätta informationen finns att tillgå.

De likheter som finns med visuell planering är att information sprids genom synligt uppsatta tavlor inom projektet. Tavlorna visade rutiner, mål och delmål, arbetsmiljö och kapacitetsuppföljning vilka uppdaterades vid behov. Målen visualiserades med hjälp av flera sammansatta 2D ritningar från olika enheter och textad information som komplement. En övergripande tidsplan vilken visade hela projektets kritiska linje samt arbetsmoment återfanns i mötesrummet samt en treveckors-planeringstidsplan var uppsatt främst för yrkesarbetarnas ögon då det är där de enligt den visuella styrningen ska ha sitt fokusområde. Tavlorna involverades i nuläget inte aktivt och strukturerat i möten mellan tjänstemän och yrkesarbetare och var inte på den detaljnivå som bidrar till att de aktivt kan användas som diskussionsunderlag för att rent praktiskt fungera i likhet med PEABs modell för visuell planering.

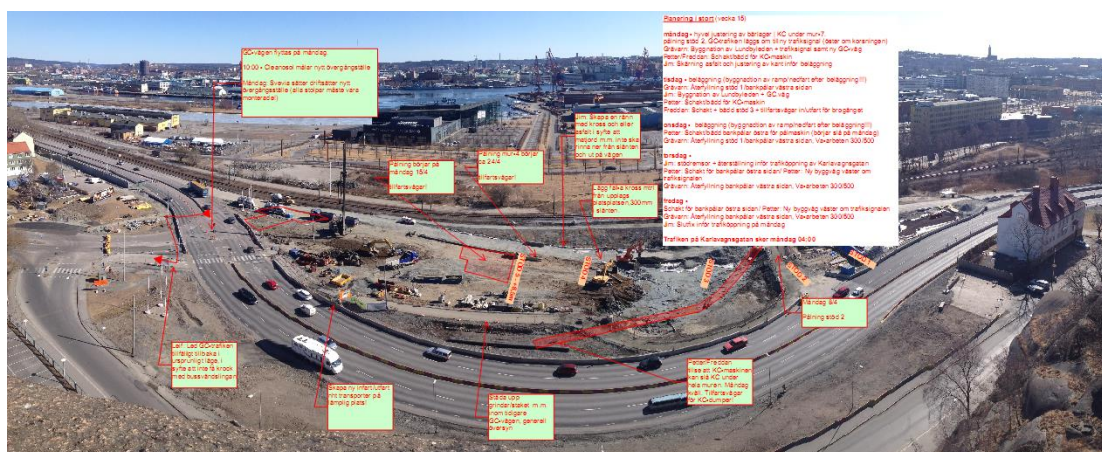


Figur 4.3 Informationsspridning, Skanska (Skanska, 2013)

På projektet utförs varje vecka ett antal möten med olika enheter inblandade. De möten som av tjänstemännen riktas till yrkesarbetarna är veckomötet som delas in som Bro- respektive Markenheter. Var fjärde vecka hålls detta möte med båda enheterna tillsammans för att alla ska få samma bild av projektets fortskridande. Anledningen till uppdelningen var enligt tjänstemännen att alla aktörer inte behöver all information som finns att tillgå. Alla medarbetare menade att i nuläget höll informationen på möten en bra nivå för allas förståelse i stort men att yrkesarbetarna ibland upplevde att de inte kände till moment eller information som de inte belastades med i arbetet rent praktiskt. De tillfrågade såg veckomötena som en bra kanal för informationsflöde och ett bra forum för möjligheten att kommunicera med varandra,

men påpekade samtidigt vikten av att de hålls kontinuerligt för att fungera mest effektivt.

En annan viktig del, utöver veckomöten, i Skanskas nuvarande informationsspridning är arbetsberedningar. Arbetsberedningar är mer detaljerade och endast berörda av det specifika momentet deltar, och utförs innan ett nytt arbetsmoment ska påbörjas, hur det ska utföras samt att detaljerad information om eventuella risker med arbetet tas upp. Idag utförs dessa beredningar mestadels muntligt men kan kompletteras med textdokument samt 2D-ritningar om så upplevs vara nödvändigt. Vid Lindholmsmotet har visualiseringar tagits fram med hjälp av foton och text för att förtydliga utförandet och planeringen, se bild nedan.



Figur 4.4 Visualiseringar, Skanska (Skanska, 2013)

I nuläget gällande 3D-modeller eller visualisering finns en begränsad tillgång inom projektet. Skanska får inga hela modeller av projektet som helhet av beställaren och de som finnas att tillgå är av dålig kvalitet och måste därför omarbetas om de ska kunna användas i planering samt produktion. De 3D-visualiseringar som finns används idag enbart som hjälpmedel för mättekniker och används inte aktivt som visualiseringsmaterial till produktion. Sedan ett antal år tillbaka har grävmaskinisterna GPS-system i sina grävmaskiner, vilka visar schaktnivåer och tvärsektioner i 2D vyer. Tack vare GPS-systemen har yrkesarbetarna inom mark färre antal ritningar och arbetar istället utifrån grävmaskinisten och dennes utförandeplanering. Vid byggnation av bro så kan armeringsritningar vara svåra att avläsa om de endast finns som 2D, och om oklarheter uppstår kan det i nuläget hända att konstruktören behöver kontaktas. Detta kan leda till störningar i arbetet och upplevs som en fördröjning i kommunikationskedjan.

4.1.2 Uppfattningar om informationsflöde i projekt

Bristande kommunikation och information kan vara orsaker till varför problem i produktion uppkommer enligt flera av de tillfrågade. Det betonades också att information kan ges på olika sätt, en arbetsledare kan antingen ge information genom att förklara eller genom att ha en dialog om ett moment eller problem med sina anställda. Att få med sig alla parter i kommunikationen och uppmärksamma samt ta till sig av yrkesarbetarnas åsikter ansågs vara otroligt viktigt enligt tjänstemännen.

”Man kan tala om saker på olika sätt, informera eller ha en dialog” – Tjänsteman

En av tjänstemännen betonade även att i sin yrkesroll var det viktigt att förklara varför något måste göras på ett visst sätt och sedan kontrollera att alla berörda uppfattat och förstått informationen på rätt sätt. Annars fanns en stor risk att missförstånd i kommunikationen mellan de olika aktörerna och feltolkning av informationen kunde uppstå. Yrkesarbetarna upplevde att det var lättare att ta till sig information om arbetsledaren var saklig och noga med vad som skulle förmedlas med informationen. För att öka förståelsen och tydligheten i informationsflödet var det också viktigt att arbetsledaren inte gav felaktig, irrelevant eller vag information. Att hitta en bra nivå på informationen handlar om att hitta och visa nyckelfaktorer, delmål och bryta ner delmålen till de viktigaste målen för tillfället enligt tjänstemännen. Det tillfälle då yrkesarbetarna upplevde att de inte fick information i rätt tid var vid ändringar i projektet då informationen levererades för sent. Vid moment med tidspress betonades vikten av att få information i god tid och att kravet på information ökade.

Under intervjustudien framkom att yrkesarbetare och tjänstemän hade olika uppfattning om huruvida information kunde vara belastande för yrkesarbetarna. Tjänstemännen ansåg att alla inte behöver all information då det kan upplevas som en belastning och att det är en anledning till att bro- och mark enheterna är uppdelade vid veckomöten. De menade att för mycket irrelevant information verkar belastande på yrkesarbetarna då detaljnivån blir för hög i förhållande till deras arbetsuppgifter. För att information ska kunna användas effektivt och på en givande dialognivå behövs informationsflöde på en sund nivå, passande för inblandade parter vilket idag enligt alla medarbetare fungerar bra. Samtidigt menade flera av yrkesarbetarna att informationsflödet fungerar väl men att mer information om projektets andra delar vore att föredra, även om deras yrkesroll inte direkt påverkades av all information. Yrkesarbetarnas inställning var att de behövde tillräcklig information för att kunna utföra ett bra arbete. Det ansågs vara bättre med för mycket information än för lite och att de själva kan sälla bort den information som de inte behöver ta del av och är irrelevant. De upplevde att mer information ökade förståelsen för projektet och förståelsen av varför andra delar i projektet var mer resurskrävande och kritiska. Det fanns alltså istället en efterfrågan på information för ökad förståelse och de upplevde inte information som stressande men måste ändå anses som relevant. Värt att påpeka är att yrkesarbetarna inte efterfrågar information i överflöd utan ser en risk med vag information. För att undvika att informationen är vag är det istället fördelaktig med mer information men denna måste ändå anses vara relevant.

”Man kan ju aldrig få för mycket information” – Yrkesarbetare

***”Att sitta på möten där man pratar om vart jordhögar ska flyttas ger ju ingenting”
– Yrkesarbetare***

För att underlätta uppkomsten av dialog och bra flervägs kommunikation mellan yrkesarbetare och tjänsteman behövs ett forum där de olika aktörerna kan kommunicera med varandra. Som nämnts tidigare i kapitlet ansågs veckomöten vara en bra informationsspridningskanal vilka gav tillfälle för frågor och förtydligande kring oklarheter. Det betonades dock att det var viktigt att mötena hölls kontinuerligt enligt planeringen och att de inblandade tog tillfället i akt att kommunicera och ta till sig av diskussionen för att ge bäst utdelning.

”Man kan inte utgå från att alla hört allting och utgå från det. Det är bättre att samla alla och diskutera.” – Tjänsteman

Arbetsberedningarna upplevdes vara en lika viktig informationskanal som veckomötena enligt alla deltagande i studien. För att arbetsberedning och arbetsmoment ska bli så bra som möjligt fanns åsikter om att både tjänstemän och yrkesarbetare borde vara med och skapa arbetsberedningar i ett tidigt skede i projektet. För att alla aktörer i projektet skall känna engagemang och motivation i arbetet är det viktigt att de anställda känner för projektet och att de upplever att deras åsikter tas tillvara enligt tjänstemännen. Under intervjustudien framhölls att det är viktigt att få med alla på tåget; det är entreprenörens tjänstemän och yrkesarbetare, beställare och underentreprenörer tillsammans som ska bygga någonting. För både yrkesarbetare och tjänstemän var det viktigt att få stöttning uppifrån och från sidan för att känna motivation och yrkesarbetarna framhöll också vikten av att själva få vara med och påverka sitt arbete, vilket bidrog till större motivation. Dock framhölls från tjänstemännen att det finns tillfällen då det bara finns en lösning på hur ett arbetsmoment skall utföras och då måste anvisningar följas till 100 procent.

”Jag får motivation av att man får lägga upp jobbet i en viss ordning, som man oftast vet bäst själv.” – Yrkesarbetare

Det framkom enligt tjänstemännen också att det är viktigt att alla vågar säga vad de tycker och att information borde leda till större motivation om det finns ett genuint intresse för projektet. Om det går dåligt och trögt i projektet så smittar det av sig och ger en negativ effekt på engagemanget enligt yrkesarbetarna. Genom att göra arbetet så lätt som möjligt och utveckla det som går, underlättas också utförandet vilket har en positiv effekt på engagemang och motivation. Helhetsbilden av vad de anställda behövde för att känna motivation var ett mål att arbeta mot för att sedan kunna göra någonting bättre och kontinuerligt känna att de utvecklas.

4.1.3 Uppfattningar om visuell planering och 3D-visualisering

Vid projektet Lindholmsmotet ansågs 3D-visualiseringen göra störst nytta som verktyg vid arbetsberedningar för detaljerad information men också i början av projekt för att öka förståelsen i ett tidigt skede. Vid arbetsberedningarna skulle 3D-visualisering kunna vara ett bra kommunikationsmedel för att informera om hur det ser ut och på så vis skapa snabbare förståelse hos yrkesarbetare men också hos tjänstemännen. Uppfattningen var att 3D-visualiseringen inte enbart hade fungerat utan skulle fungera som ett komplement till 2D-ritningar samt till planering. Då mycket information skall få plats på en liten yta så kan 2D-ritningar ibland upplevas vara svåra att tyda, vilket en 3D-visualisering ansågs kunna underlätta. Information gällande planering framkommer inte heller på en ritning vilket gör att 3D-visualisering kan användas för att tydliggöra arbetsmomentets planering, tror medarbetarna. Då skulle också yrkesarbetarnas största svårighet i deras dagliga arbete, som genom intervjustudien ansågs vara att arbeta i närheten av trafik och trånga ytor underlättas. För planering vad gäller uppläggning av material, APD planer och liknande var uppfattningen från tjänstemännen att arbetet skulle kunna underlättas med hjälp av en 3D-visualisering. En kommentar var dock att det kunde finnas en svårighet i att arbeta med 3D då arbetet är tekniskt komplicerat och svårt att få in i det dagliga arbetet.

Om 3D-visualisering används aktivt som en målbild för projektet ansåg de tillfrågade att det bidrar till att alla redan från början får ökad förståelse på ett lättare och effektivare sätt. Samtidigt bidrar visualisering även till att det blir lättare att kunna lägga upp en tydlig och strukturerad planering. Det blir även lättare att förmedla samma bild till alla och förtydligar arbetssätt inför moment. För att detta ska kunna uppnås måste visualisering användas aktivt vid möten som ett underlättande och tydliggörande verktyg för både moment och målbild. En 3D-ritning ute i produktionen tycker yrkesarbetarna skulle göra mest nytta för förståelsen av komplicerade konstruktioner vid armeringsarbete. Idag måste konstruktören kontaktas om frågeställningar uppstått, något som de tillfrågade tror skulle minska om 3D-visualisering kunde användas. Tjänstemännen menar också att utöver produktionsaspekten kan 3D-visualisering göra stor nytta då alla tillsammans kan skapa sig en gemensam målbild och resan dit i stort. Ett exempel som uppkom kring användningen av verktyget var tydligheten i att kunna hitta trånga ytor och höjdskillnader och på så vis i förväg undvika svårigheter med framkomlighet. Enligt en av tjänstemännen kan dock denna typ av användning av verktygen kosta mer än vad det ger tillbaka i effektivitet och ifrågasätter därför om det är värt att implementera både 3D-visualisering och visuell planering.

Vikten av att alla delaktiga i projektet har helhetsbilden klar för sig och känner till projektets mål, delmål och slutmål framhävdes alltså under intervjustudien. Under ett projekt kommer vissa aktörer in senare än andra. Exempel på aktörer kan i detta fall vara underentreprenörer som ansluter till projektet vid senare tillfälle eller att entreprenörens egen arbetskraft måste utökas. Detta medför en svårighet i att förstå projektets helhet och varför utförandet görs på ett visst sätt. De kan då missa den kritiska delen av projektet i förhållande till tidsplanen och förståelsen för andra inblandande och varför vissa moment är prioriterade. Ju mer information som finns att förmedla desto bättre blir därför helhetsbilden enligt yrkesarbetarna. Uppfattningen generellt sett var att visuell planering skulle kunna vara ett bra verktyg för att förmedla denna typ av information. Tjänstemännen påpekade dock att det viktigt att tavlorna i sådana fall visade lagom mängd information och att informationen var specifikt riktad till mottagaren. Tavlan behövde även aktivt uppdateras för att fungera i sitt sammanhang och mötena måste vara där tavlan finns tillgänglig. Det framkom att fikarummet antagligen var den bästa platsen för tavlornas placering då de fanns i närhet till möten, där yrkesarbetarna vistades samt i närhet till arbetsledarna vilka skulle behöva uppdatera tavlorna. Om bilder också tydligt vävdes in i förhållande till tidsplanen skulle planeringen kunna göras ännu mer visuell, annars kunde tavlorna för de som inte är vana eller insatta fortfarande vara svårlästa påpekade en tjänsteman. Informationen ska vara på rätt nivå för det tidsintervall som den angår för att göra störst nytta och skapa bästa förståelse. Detaljkunskap ska komma ut inför varje vecka samt dag för dag medan mer övergripande information ska behandlas med längre tidsintervall om tre veckor. Den fördelningen krävs för att kunna minska störningar och inte bli stillastående på grund av informationen menade tjänstemännen.

Kritiska punkter i projekt är svårare att identifiera beroende på vilket typ av projekt som utförs. En av tjänstemännen påpekade att vid ett vägprojekt är det oftast svårare att veta vilka delar av vägen som är mer kritiska än andra, jämfört med ett broprojekt vilket oftast har samma arbetsgång och planering oavsett projekt. Det är däremot oerhört viktigt att alla vet vilka delar i projektet som är kritiska. Under intervjuerna framkom att den rullande tre veckors tidsplanen skulle kunna sättas i relation till

projektets kritiska linje i stort i större utsträckning än vad som gjordes för tillfället, enligt tjänstemännen. På större projekt kunde detta vara mer relevant för att skapa förståelse om varför arbetsmoment är viktiga och hur de är relaterade till hela projektets kritiska linje. Om en 3D-modell skulle kunna kopplas till tidsplanen så skulle synligheten av moment i förhållande till tidplan och ekonomi kunna underlättas då planeringen för varje vecka skulle kunna bli visualiserad. Att kunna se vart projektet tappat i tid och ekonomi skulle då bli tydligare och projektstyrningen underlättas. I ett projekt är det enligt tjänstemännen viktigt att en god kommunikation med beställaren förs för att få ekonomi i projektet. Om något inte ser ut som på handlingarna så upptäcks det tillsammans i ett tidigt skede med en 3D-modell.

”Det är viktigt att ekonomin ställs i förhållande till kvalitet och om någonting är konstigt så måste alla våga säga till.” - Tjänsteman

Förståelsen för varandra är som nämnt tidigare en bidragande faktor till effektivare utföranden och varför ett moment kan vara viktigare att utföra före ett annat. Upplevelsen var bland både yrkesarbetare och tjänstemän att var och en måste ta ansvar för att vara tillräckligt påläst och förberedd inom sitt respektive ansvarsområde men även hjälpas åt att få andra att förstå sin del i helheten. För att utföra ett så bra arbete som möjligt ansåg tjänstemännen att god planering var en nyckelfaktor. Att ha allting genomtänkt innan ett moment startar, veta vad som skall göras, hur det är tänkt att utföras och hur yrkesarbetarna tycker att arbetet skall utföras var viktigt för att kunna bistå yrkesarbetarna på bästa sätt. Om 3D-visualisering funnits hade det varit ett betydande verktyg och komplement för snabbare inläring och förståelse samt för att uppleva högre motiveringsgrad, är alla medarbetarna överens om. Uppfattningen överlag var att 3D-visualisering är bra för att se hur olika delar i projektet samspelar med varandra och för att överbygga ansvarsområden på ett enklare och mer förståeligt sätt. Men det framkom även att de som kan avläsa 3D-visualisering redan nu har ett försprång i den typen av arbetsätt.

Vad gäller visuell planering ansågs generellt sett verktyget vara bra för att kunna förmedla mål och problemställningar på ett tydligt och visuellt sätt, tillgängligt för alla. Det bidrar också till att kunna upptäcka problemställningarna i ett tidigt skede, genom att alla på ett naturligt sätt kan samverka kring tavlorna. Det framkom dock olika åsikter om vilken effekt på motivation som visuell planering skulle ha om information om projektets kritiska delar betonades med röda lappar samtidigt som resurser på individnivå var kopplade till dessa delar. Några av de tillfrågade menade att det kunde ha en negativ effekt på motivationen och att yrkesarbetarna istället kunde få en negativ attityd. Andra menade att metoden kunde skapa tävlingsinstinkt hos yrkesarbetarna och öka motivationen genom att vilja förbättra situationen. Den gemensamma uppfattningen var sammanfattningsvis att det är viktigt att veta vilka områden i projektet som prioriteras och detta skulle kunna förtydligas genom att synliggöra de kritiska delarna eller försenade delarna i projektet med röda lappar. Det är bara en fråga om på vilket sätt informationen kommuniceras. Däremot fanns åsikter om att då visuell planering synliggör problem i projektet så kanske alla ser problem på samma sätt, vilket kan bidra till mindre tankeverksamhet. Alltså att visuell planering kanske istället hämmar chansen till att framhäva möjligheter och nya lösningar.

På projektet finns enligt yrkesarbetarna tydliga ritningar vilket inte borde leda till missförstånd eller frågeställningar, men mer komplexa problem och oklarhet kring

målbilder ökar svårigheten för en givande diskussion om moment och utförande. Mycket, och ibland irrelevant, information på ritningar kan göra den otydlig då all information ska få plats på en komprimerad yta. Missförstånd uppstår då alla diskuterar samma sak men med olika förutsättningar och målbild.

”Grävmaskinisterna har ju allting i sina maskiner men ibland kan man tänka, vad gör han nu?” – Yrkesarbetare

Enbart begränsad tillgång till 3D-visualisering finns i nuläget för att underlätta missförstånd och i de delar där yrkesarbetaren inte är verksam kan osäkerhetsfaktorer upplevas kring utförandet och anledningen till att det utförs som det gör. Samtidigt menar de tillfrågade att det är viktigt att alla talar samma språk. För att tala samma språk och därmed minska missförstånd och för att alla ska förstå blir det lättare om 3D-visualisering kunde användas som komplement vid diskussion eller utförande, exempelvis om det är oerfarna eller utländska arbetare som ska involveras under projektets gång.

4.2 BIM pilotprojekt i Arboga

För att få en kompletterande bild, utöver övriga observationer och intervjuer vid Lindholmsmotet i Göteborg, av hur Skanska kan arbeta inom olika projekt presenteras nedan de resultat som framkom under det studiebesök som utfördes vid en broombyggnation i Arboga.

4.2.1 Arbetssätt i projektet

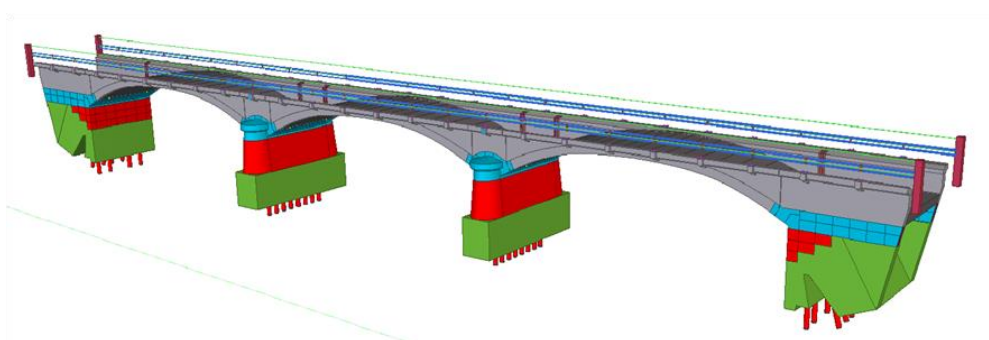
Projektet i Arboga uppförs som ett pilotprojekt för arbete med fullutvecklad BIM-användning. WSP agerade konsulter till Trafikverket och var projektör till 3D-modellen. WSP använder sig av programvaran TEKLA, vilket bidrog till att det var den programvara som även Skanska använde sig av efter upphandlingens slut. Enligt BIM-samordnaren är det i nuläget inget bestämt om det är denna programvara som i framtiden ska användas under produktion vid liknande projekt. Redan i anbudsskedet använde Skanska denna projekterade modell för att tillgodogöra all information vilken behövdes vid kalkyleringarna. Något som traditionellt sätt tas fram genom ritningar.

I projektets produktionsskede användes inga utskrivna 2D- eller 3D- ritningar utan istället fanns en virtuell modell tillgänglig för tjänstemän och yrkesarbetare. Modellen fick alla tillgång till genom dator samt genom en läsplatta anpassad för produktion, se bild 4.5. Genom modellen kan all nödvändig information inklusive 4D och 5D utläsas, alltså även tid samt ekonomi. För att göra detta möjligt krävdes trådlös nätverksanslutning vid arbetsplatsen och inte enbart på kontoret. Alla inblandade hade även en inloggning för att effektivt kunna ha tillgång till nätverket och därigenom ha möjlighet till en effektiv dialog via mail, till BIM-samordnare eller konstruktör. Enligt yrkesarbetarna bidrog denna form av kommunikationskanal till kortare väntetider vid frågeställningar och bidrog därmed också till färre störningar i produktion. Yrkesarbetarna hade tillgång till en dockstation ute på arbetsplatsen där läsplattorna kunde laddas. Totalt fanns 4 läsplattor att tillgå på projektet, vilka var av märket Motion. De var både väderskyddståliga samt klarade fall från 15 meters höjd.



Figur 4.5 Läsplatta av märket Motion (Motion, 2013)

I projektet har en övergripande produktionstidsplan, vilken inte är kopplad till 3D-modellen tagits fram, men det finns även en tidsplan uppförd i programmet TEKLA. Denna är kopplad till 3D-modellen och kan därmed visualisera byggproduktionens fortskridande. Modellen kan alltså i relation till varje vecka eller månad på ett tydligt sätt visualisera vilka aktiviteter som är kritiska och de delar där produktionen inte är i linje med planeringen. De delar i projektet som är försenade kan då visualiseras med en röd färg och färdiga moment kan visualiseras med en grön färg. Visualiseringen i förhållande till tid används sedan som grund till diskussion vid veckomöten.



Figur 4.6 3D-modell av Rölforsbron (Skanska, 2013)

En koppling mellan 3D-modellen och Skanskas program SPIK har identifierats vilken har bidragit till effektivare inköpsprocesser. Med hjälp av denna koppling kan mängder och materialtyper väljas direkt ur den virtuella modellen och en kalkyl kan därmed på ett produktivt sätt tas fram. Om förändringar i modellen skulle uppstå kopplas förändringarna också direkt till SPIK och en ny kalkyl genomförs. På så vis

blir identifikationen av kostnaden för ändrings- och tilläggsarbeten också tydligare, både från entreprenörens och från beställarens sida. En annan positiv effekt i relation till ekonomi vid användningen av BIM är att analysen av kassaflödet blir mer realistiskt. Ingen mängdning eller arbete med armeringsrapporter sker för hand, utan alla uppgifter hämtas direkt från programmet TEKLA vilket bidrar till minskad risk för felberäkningar.

Arbetsberedningar fungerar på liknande sätt som projektet vid Lindholmsmotet men istället för 2D-ritningar som komplement används modellen aktivt i dialogen mellan tjänsteman och yrkesarbetare. Enligt BIM-samordnaren fungerade dock inte yrkesarbetarnas begränsade licenser av TEKLA i tillräcklig utsträckning gällande mätprecision från modell. Som ett resultat av detta togs istället produktionsanpassade vyer fram, vilka formaterades till pdf för att kunna öppnas i läsplattan. En produktionsanpassad vy visar en sammanställning av olika ritningar med snitt och 3D-visualisering där enbart relevant information tas med. I läsplattan växlar yrkesarbetarna sedan mellan 3D-modellen och dessa vyer. Utsättningarna fullutvecklade licenser av TEKLA har däremot precis mätfunktion och kan därför nyttjas i deras arbetsuppgifter. För att få ut koordinater exporteras modellen över till GEO, som är ett program för geodesi och lantmäteri, där alla tänkbara koordinater som kan behövas finns tillgängliga. I det här projektet kan utsättningarna tack vare 3D-modellen få ut exakt de koordinater som de anser behöva i sitt arbete istället för att endast förlita sig på konstruktörens givna koordinater.

4.2.2 Uppfattningar om BIM-användning vid planering

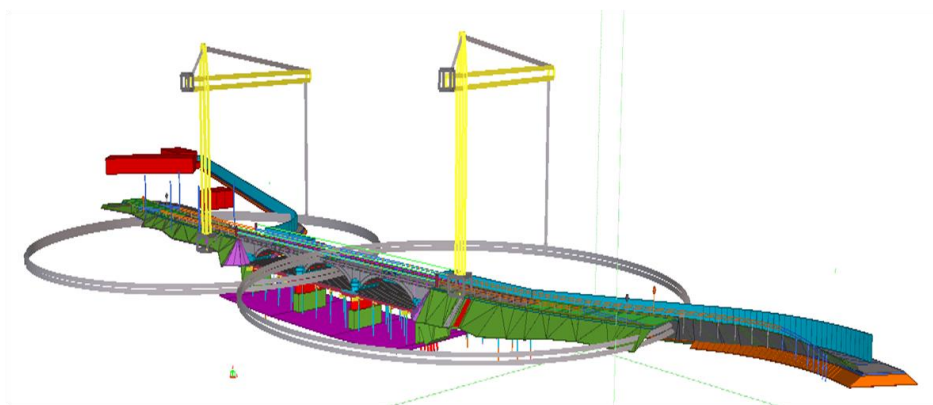
Upplevelsen av att använda BIM-modellen redan vid anbud och kalkyl var att det till en början var krångligt och svårt att hantera en ny programvara. Fler resurser än normalt behövdes vid beräkningarna i anbudsskedet. Då det var första gången som enbart en modell användes gick det inte att jämföra med tidigare anbud vilket uppfattades som en osäkerhetsfaktor. I anbudsfasen togs ingen hänsyn till att projektet skulle bedrivas som ett BIM projekt samt de positiva alternativt negativa faktorer vilka BIM-användningen kunde föra med sig. Tack vare stort engagemang och vilja lyckades projektet räknas hem. Det är i grund och botten en fråga om implementerings- och upplärningsfas och intrycket var att om arbetet skulle göras på nytt hade det genomförts mycket smidigare.

"Hade vi fått en likadan modell idag hade det gått hur snabbt som helst"
- Tjänsteman

De tillfrågade menade att helhetsbilden för användning av BIM i sig inte blir dyrare än vid traditionella projektutföranden. Anledningen är att kostnader vid projekteringsstadiet kan tjänas in tack vare effektivare arbete i själva produktionen, men även incitament från mervärdespunkterna spelar in. Det effektivare arbetet grundar sig i att ansvariga för projektering och produktion kan arbeta tillsammans med att ta fram lösningar för produktionsutförandet redan under projektering. För förtydligande, se bild 4.1. En utvärdering av projektet kommer att utföras efter färdigställandet till sommaren.

4.2.3 Uppfattningar om BIM-användning vid produktion

Genom att arbeta i 3D var upplevelsen att arbetet med APD-planer och planeringen av projektet kunde underlättas. Då modellen ger en mer verklig bild av ytor och utrymmen jämfört med 2D-ritningar kunde upplag av materialplatser planeras och kollisionsrisker upptäckas i ett tidigt skede. Även störningar som kan uppkomma i projekt upplevdes som näst intill eliminerade. Ett exempel på hur störningar i projektet kunnat minimeras är, som tidigare nämnt, att yrkesarbetarna via läsplattan kan få information om ändringar och tilläggsarbeten direkt ut till arbetsplatsen. På så vis behöver yrkesarbetarna inte heller bli stillastående och invänta nya pappersritningar med revideringar samt att kommunikationen med kontoret eller konstruktören blir effektivare.



Figur 4.7 Virtuellt APD-plan (Skanska, 2013)

Vad gäller informationsflödet och kommunikationen genom veckomöten och arbetsberedningar i kombination med BIM är alla medarbetare positivt inställda. Yrkesarbetarna upplevde till en början att tekniken och datoranvändningen var en utmaning men som tidigare nämnt gäller detta endast under upplärningsperioden. Efter upplärningsperioden fanns inget negativt att säga om BIM-användningen och läsplattan som verktyg. Tjänstemännen har under projektet gång kunnat se att yrkesarbetarna tagit mer egna initiativ och arbetat mer självständigt, vilket ses som ett resultat av välfungerande arbetsberedningar. Det är vid arbetsberedningar som den största nyttan med BIM och 3D-modellen identifierats då mötena har kunnat genomföras mer visuellt. Med en visualisering som komplement till textdokumentet ansåg alla att förståelsen för momentet och dess slutresultat ökade. Helhetsupplevelsen var att både förmedla och ta till sig information underlättades. Även information om säkerhet och risk var lättare att förmedla. Arbetsberedningarna bidrog till att problem kunde lösas redan inne på kontoret istället för ute i produktion och alla inblandade blev delaktiga i besluten och diskussionerna.

”Nu kan yrkesarbetare, underentreprenörer och tjänstemän sitta tillsammans och komma på lösningar och det tror inte jag man kan göra på ett mer optimalt sätt”
- Tjänsteman

Att yrkesarbetarna hade en ökad förståelse för arbetsmomenten och redan innan var väl medvetna om hur arbetet skulle utföras så ökade självständigheten i produktionsarbetet. Dessutom kunde yrkesarbetarna själva planera sin arbetsgång enklare utifrån modellen. 3D-modellen var också ett bra verktyg för att på ett snabbt

sätt kunna göra underentreprenörer införstådda i projektet. Då kunde underentreprenörerna enkelt bidra med praktiska lösningar och förslag för att optimera planering och utförande av moment. Problem kan genom 3D-modellen synliggöras tidigare, till exempel om en maskin inte skulle få plats vid ett specifikt ställe, vilket kan identifieras i ett tidigt skede.

Betongarbetarna är de som haft mest nytta av 3D-ritningar, då armeringsritningar i 2D kan vara svåra att avläsa samt att alla snitt i modellen inte framkommer jämfört med vid användning av 3D. Användning av 3D-modeller bidrog till ökad och snabbare förståelse, speciellt för lärlingar som hade ovana av ritningsläsning. Detta gynnade alla medarbetare, oavsett erfarenhet, genom att en gemensam målbild lättare kunde skapas tack vare en tydlig modell.

Vid frågan hur ser de såg på visuell planering som ett verktyg till att komplettera BIM, Svarade en tjänsteman att det är positivt, då visuell planering tydliggör hur projektet ligger till i förhållande till tid och ekonomi samt att det alltid är bra med visualisering för att synliggöra projektfaser och moment. Dessa två verktyg tillsammans är vägen mot användning av BIM enligt en av tjänstemännen.

4.2.4 Erfarenheter av pilotprojektet

Under pilotprojektets fortskridande har tre viktiga erfarenheter inför kommande BIM-projekt identifierats.

1. Formathantering

Det har upptäckts svårigheter med formathantering då program inte kan samverka med varandra i den utsträckning som krävs. Enligt trafikverket ser de ingen lösning på detta problem förrän cirka år 2030.

2. Multi-user mellan företag

Då aktörer från olika företag är involverade i samma projekt och använder sig av sitt respektive företags nätverk, uppstår en svårighet i att arbeta i samma modell.

3. Förvaltning av modell

Att förvalta en virtuell modell är inte samma sak som att förvalta en ritning. På grund av en ständig teknikutveckling uppstår en svårighet med att hålla modellen uppdaterad i fungerande format över en lång tid.

4.2.5 Framtidsutsikter för BIM

De intryck som framkom under intervjuerna angående BIM-användningens framtidsutsikter var främst att denna typ av arbetssätt som vedertaget för samtliga projekt är en realitet vilken ligger långt fram i tiden. Projekt som fungerar på samma sätt som projektet i Arboga, anses inte vara möjligt förrän om 5 till 10 år. Den största faktor vilken upplevdes vara orsaken till detta är okunskap om BIM som verktyg. Idag finns inte en enhetlig definition av BIM-användning och därför arbetar olika företag på olika sätt med detta. Okunskapen yttrar sig i förståelsen för hur BIM ska användas aktivt i projektering och produktion då beställare inte förstår den faktiska nyttan av användningen. Trots att krav börjar komma från beställare angående BIM-användning är det inte på grund av nyttan utan på grund av krav för att hitta

utvecklingsmöjligheter generellt inom branschen. En tjänsteman på projektet menar att då projekteringen blir dyrare och längre jämfört med traditionella projekt upplever beställares och entreprenörers aktörer rent allmänt att arbetssättet inte är värt att implementera. Dock tas inte i beaktning att störningar och därmed tid och pengar kan sparas under själva produktionen. Trots detta behövs informationen till projektets utförande oavsett arbetssätt, och med hjälp av visualisering underlättas användningen.

”Alla vill ha mer väg för pengarna men om de inte förstår nyttan med BIM framöver går det inte hand i hand” - Tjänsteman

En annan faktor som försvårar implementering av BIM i branschen är förfrågningsunderlaget till anbudsfasen. Om alla entreprenörer ska producera en egen modell redan i detta skede kan kostnaderna bli stora och bidra till att få räknar på projektet på grund av ovissheten angående att få projektet eller inte. Återigen återfinns problem med formathantering mellan beställare och entreprenör och att modellen som skapas måste kunna användas av alla aktörer.

Genom BIM omstruktureras vissa moment från produktion till projektering och upplevelsen från de inblandade i projektet i Arboga var att tack vare BIM minimeras risken att projektet drar över tiden, leder till bättre problemlösning samt skapar större möjlighet till bättre kvalitet på slutprodukt. Dessa är faktorer som visar att den mer omfattande projekteringsfasen har gett resultat och förbättringar i produktionsfasen. Nästa steg efter att projektet i Arboga avslutats är att finna ett standardiserat arbetssätt vilket kan fungera på fler samt större projekt och fungerar över tid framöver. Inom organisationen finns fortfarande viss negativitet och okunskap men fler testprojekt är lösningen. De som har lärt sig arbetssättet med BIM i och med detta projekt ser mer positiva än negativa faktorer till att gå vidare i utvecklingen. De vill inte återgå till traditionella projektformer och vänta in branschen, utan vill fortsätta utvecklingsfasen vidare genom att kontinuerligt hitta lösningar och effektiviseringar.

4.3 Skanska Teknik

Vid intervjustudien med anställda på Skanska Teknik framkom att fram till för 5 år sedan var projektering i 3D obefintligt. Projektering i 3D är i dagsläget ännu inte ett naturligt arbetssätt inom organisationen. Deras generella syn på projektering med 3D var dock:

***”Ett smartare sätt att göra något vi alltid gjort och förbättra arbetssätten”
- Tjänsteman***

De ansåg även att 3D måste fungera som en naturlig del av arbetets och branschens utveckling. För tillfället fungerade BIM-användning som ett tillval utöver det arbetssätt vilket redan finns. Istället borde de nuvarande arbetssätten utvecklas så att BIM på sikt kan bli en naturlig del i organisationens arbetssätt. Skanska Teknik är en egen konsultenhet inom Skanska vilken projekterar och arbetar med underlag till produktionsprojekt, främst mot enheterna Stora projekt samt Infrastruktur. Då de är konsulter styrs deras arbete utifrån vad de olika enheterna efterfrågar i form av underlag samt 3D. Vidare framkom även att i dagsläget finns ingen anpassad programvara för 3D, utan CAD används överlag. En annan anledning till den begränsade användningen av 3D är att utformningen av kontraktshandlingar görs av

aktörer med olika förutsättningar vad gäller resurser och tidigare erfarenhet. Att externa kunder eller beställare ställer detaljkrav på ritningars utseende försvårar arbetet med 3D då programvaran för detta inte är tillräcklig ännu.

Det underlag som Skanska Teknik får från externa kunder är förslagsritningar i 2D uppförda som PDF. Det är sedan Skanska Teknicks arbete att utforma en modell utifrån denna. Beroende på vilken projektör de externa kunderna har anlitat för att utföra förslagsritningarna kan tillgång till 3D vid vissa tillfällen finnas. I nuläget finns dock inte tillräckliga krav på förslagshandlingarna för att de ska uppnå rätt nivå för att kunna nyttjas vid produktionsprojekteringen. De 3D-modeller som går att få tillgång till är inte tillräckligt tillförlitliga vilket resulterar i att Skanska Teknik måste felsöka modellerna alternativt uppföra nya modeller. Att felsöka modellerna är oftast mer tidskrävande än att uppföra nya. Att 3D-underlaget för produktion är begränsat beror oftast av tidsbrist från upphandlingens slut fram till projektets start. Detta eftersom produktionens startpunkt är kritisk för projektets tidsplan.

Efterfrågan från produktionen är idag låg då nyttan av användningen ses som oviss samtidigt som arbetet med 3D utgör en extra kostnad till projektet. Om produktionen efterfrågar underlag i 3D förs en diskussion mellan Skanska Teknik och det specifika projektet angående vad som kan tas fram. Underlag i 3D är alltså inget som erbjuds från början, utan diskussion med projekten krävs för framtagningen. Vid intervjun framkom även att Skanska Teknik är begränsade i sina resurser för att projektera flera större projekt samtidigt men att enheten växer kontinuerligt för att kunna projektera i BIM. Skanska Teknik ansåg att deras unika uppgift var att definiera krav mot branschen för användning av 3D då Skanska innehar de resurser som krävs. För att definiera krav mot branschen behöver Skanska Teknik tillsammans med projekten definiera, hur de vill att arbetet med 3D skall se ut samt utifrån det utforma standardiserade arbetssätt. När organisationen har hittat ett standardiserat arbetssätt kan de också ställa krav mot beställaren angående förslagsritningarnas information och programvara. Samtidigt ställs också krav angående konverteringsmöjligheter mellan olika programvaror för att möjliggöra olika aktörers samverkan. Krav på beställaren bidrar därigenom till ett standardiserat arbetssätt för branschen där alla aktörer kan tala samma språk. Om det är Skanska som ställer krav på externa kunder och bidrar till det standardiserade arbetssättet inom branschen kan Skanska skaffa sig en konkurrensfördel genom detta.

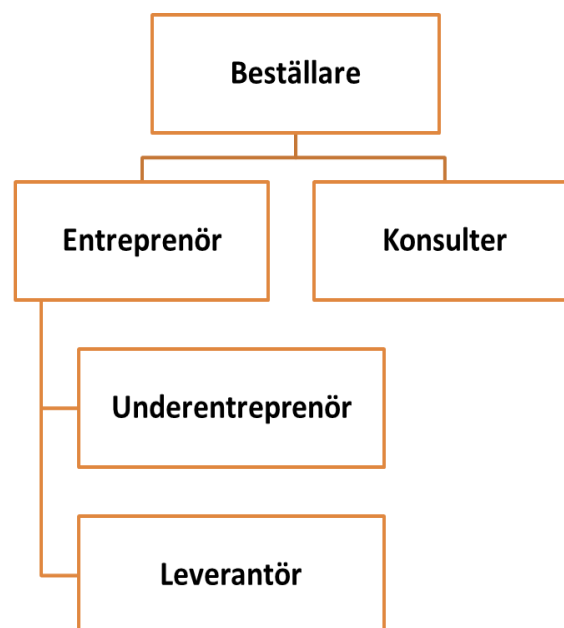
Just nu förs en diskussion angående hur 3D ska användas internt inom Skanskas organisation. Underlag av 4D har utförts och använts i produktion med varierat resultat. Slutsatserna var att modellen var svår att hålla uppdaterad vartefter revideringar gjordes och bristen på standardiserade arbetssätt gav inte full effekt.

5. Analys och utvärdering

I kapitlet nedan följer en analys av intervjustudierna gjorda vid Lindholmsmotet, Göteborg och BIM-projekt, Arboga samt rapportens teorikapitel. Analysen kommer fortlöpande att utvärderas och innehåller tolkningar av både resultat- och teorikapitlen, gällande verktygens utvecklingspotential, implementeringsmöjlighet samt informationshantering vid kommunikation.

5.1 Informations- och kommunikationshantering

Under intervjustudien framkom att bristande information och kommunikation kan bidra till missförstånd och därigenom störningar i produktion. Missförstånd kan lätt uppstå eftersom en person inte kan veta hur en annan person tänker eller uppfattar information. Anledningen till att missförstånd och olika tolkningar av informationen uppstår beror på att människor med olika bakgrund och tidigare erfarenheter uppfattar information olika, vilket styrks av Roupé (2013). Förmågan att kunna bearbeta information och ta den till sig beror också av hur komplext informationen förmedlas. Ju lägre grad av komplexitet och ju mer generaliserad informationen är desto lättare är det för olika människor att relatera till och förstå på samma sätt. En bidragande faktor till att kunna uppnå detta är enligt Mattson (2006) att den som förmedlar informationen måste ha kunskap om vad mottagaren genom sina tidigare erfarenheter kan ta till sig. De faktorer som då måste tas i beaktning är rätt situation och rätt kunskapsnivå, vilken informationen måste anpassas för. Alltså kan det tolkas som att de hjälpmedel som finns för att sprida information ute i ett projekt måste vara så enkla och tydliga som möjligt för att alla aktörer skall kunna ta till sig informationen, oavsett bakgrund eller involveringsgrad i projektet. Enligt Tibell (2008) använder sig aktörer som ständigt arbetar tillsammans av samma slags kommunikationssätt medan kommunikationen mellan olika aktörer blir svårare då aktörerna inte använder sig av samma språk. I ett byggprojekt där både yrkesarbetare, tjänstemän, underentreprenörer och beställare måste kunna kommunicera med varandra så ställs ännu högre krav på att informationen måste vara enkel och tydlig. Det en av de tillfrågade under intervjuerna påpekade var att alla aktörer skall vara med på tåget och att de tillsammans skall bygga någonting. Detta var utgångspunkten för att kunna bedriva ett lyckat projekt för alla aktörer. Vad som kan utläsas av detta är att för att uppnå ett lyckat projekt behövs användbara kanaler för att implementera informationsspridningen naturligt och minimera risker som kan orsaka missförstånd och leda till störningar i produktionen.



Figur 5.1 Utförandeentreprenad

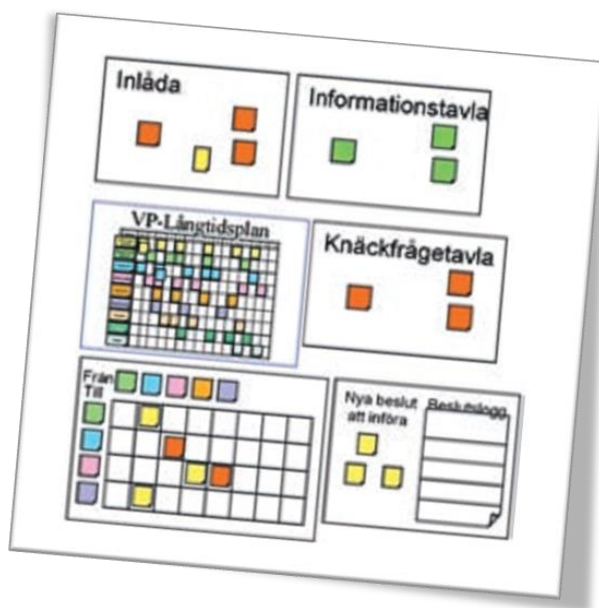
Det framkom också vid intervjustudierna att mycket av informationsspridningen sker muntligt. Detta kan tolkas som ökad risk för brist i kommunikationen då mycket av den muntliga informationen är lätt att glömma bort. Risken ligger alltså i att informationen inte då heller når ut till alla berörda aktörer då informationsutbytet kanske bara sker mellan några aktörer och samtidigt utan mötesstruktur där alla inblandade får tillgång till informationen. Enligt Mattson (2006) kan för mycket information orsaka ett ointresse hos mottagaren av informationen, samtidigt som för lite information lättare kan orsaka missförstånd. Alltså är detta en viktig aspekt att ha i åtanke när information ska förmedlas på effektivaste sätt. Under intervjustudien framkom att yrkesarbetarna ansåg att för mycket information var bättre än för lite information. Anledningen till detta var att mer information gjorde att yrkesarbetarna fick större förståelse för varför andra delar i projektet var mer kritiska och behövde mer resurser eller hjälp. Tjänstemännen ansåg däremot att för mycket information skulle, som teoridelen påpekat, bidra till ointresse och upplevas som stressande medan yrkesarbetarna menade att de själva kunde sälla bort den information de ansåg vara irrelevant i sammanhanget. Alltså kan tolkningen av denna aspekt vara att det är fördelaktigt att sälla bort överflödiga information än att bristande information bidrar till missförstånd. Dock får inte informationen vara irrelevant utan det gäller att hitta en bra balans mellan efterfrågad information och den information som finns att tillgå. Missförstånd för med sig negativa effekter som väntan på beslut eller omarbete i produktion vilka bidrar till ökad icke värdeskapande tid inom projektet. Icke värdeskapande tid i ett projekt medför fördröjningar i tidsplanen vilket leder till högre kostnader för beställare och entreprenör.

Det yrkesarbetarna påpekade i intervjuerna var att informationen från tjänstemännen inte skulle vara vag utan att styrkan låg i att den var saklig. Att informationen är saklig skulle kunna innefatta att den är relevant för det arbete som skall utföras samt att den levereras rätt i förhållande till tidsplanen. Under intervjustudien framkom även att information på detaljnivå skall förmedlas veckovis. Med hänsyn till vad teoridelen behandlar gällande att information skall ges i rätt tid så kan det anses att Skanska har haft detta i åtanke då de arbetar med visuell styrning. Visuell styrning innebär att olika yrkesbefattningar skall ha olika tidsperspektiv vad gäller planering och utförande. Yrkesarbetarna skall ha ett kortare perspektiv vad gäller planering och istället fokusera på det dagliga utförandet. Tjänstemännen däremot måste ha en mer långsiktig planering och är inte lika involverade i utförandet av arbetsmomenten då de väl sker.

5.2 Visuell planering

Som det framkom under intervjustudien är det av yttersta vikt att alla delaktiga i projektet känner till projektets delmål, slutmål och målbilden i stort. Enligt Dalman (2005) fungerar visuell planering just som ett verktyg för att underlätta diskussion och för att synliggöra mål och planer i ett projekt. I PEABs pilotprojekt gällande visuell planering så upplevdes metoden bidra till att delmål och slutmål blev tydligare genom att fokus sätts på människa, teamwork och ledarskap. Att fokus måste sättas på människan styrks också av Tibell (2008) som påpekar att bilder och visualiseringar använts som uttryck för att göra någonting mer synligt eller mer uppenbart för mottagaren av informationen. Precis som Roupé (2013) också påpekar är det lättare för olika människor att förstå information på samma sätt om graden av information är lägre och enklare att relatera till. Det är precis vad visuell planering kan tolkas att

bidra med; ökat synliggörande, enklare att uppfatta och förstå information samt ett tydligare och mer strukturerat sätt att leverera informationen på. Visuellt planering borde också underlätta medarbetarnas förståelse gällande vilken inverkan de olika arbetsmomenten har angående tid och planering sett till projektet som helhet. Sättet att arbeta med visuellt planering och post-it lappar på stora tavlor kan upplevas som omodernt och gammaldags. Dock är ju visuellt planerings främsta funktion att metoden har fokus på människa och dess förmåga att ta till sig information. Då metoden ger en enklare och mer generaliserad grad av information blir det som tidigare nämnts mer lättförståeligt för alla olika aktörer.



Figur 5.2 Visuellt planering (Dalman, C., 2013)

Att Skanska idag arbetar med visuellt styrning i sina projekt innebär att en genomtänkt och välarbetad plan för när information skall förmedlas till de olika yrkesbefattningarna har tagits fram. De tidsperspektiv som visuellt styrning innehåller upplevs vara relevanta och informationen anses levereras i rätt tid. Att information levereras i rätt tid och vid rätt situation var enligt Mattson (2006) viktigast att ta hänsyn till för att ett budskap skulle nå fram till en mottagare. Att visuellt styrning redan är ett aktivt hjälpmedel inom projektet innebär att implementeringen av visuellt planering har en grund att utgå från vad gäller informationsförmedling samt dess detaljnivå. PEABs modell enligt Dalman (2005) utgörs av två delar, målnedbrytning samt den övergripande tidsplanen. Målnedbrytningen arbetar Skanska redan aktivt med genom den rullande treveckors-tidsplanen men att sätta målnedbrytningen i relation till den övergripande tidsplanens kritiska linje för hela projektet skulle kunna utvecklas. Alltså skulle dessa två tidsplaner kunna sättas i relation till varandra vid möten. För att utveckla sitt arbete med visuellt planering skulle Skanska kunna ha tavlorna uppsatta mer synligt samt visualisera de problem som uppstår mer tydligt på en problemtavla kontinuerligt under projektiden. Därigenom skulle målnedbrytningen och de uppstående problemen från medarbetarnas sida bättre kunna uppfattas och relateras till i projektet som helhet. En kommentar om visuellt planering som uttrycktes under intervjustudien var att planeringen blir väldigt visuellt och därmed mer lättförståeligt.

Vid intervjustudien så upplevde medarbetarna i projektet att de fick motivation genom att arbeta mot någonting. Om medarbetarna förstår målnedbrytningens relation till den övergripande tidsplanen för projektet så kan det anses underlätta förståelsen av arbetsmomentens betydelse för projektet i helhet. Alltså förtydligas den lilla delen i det stora hela och förståelsen för varför vissa moment är mer kritiska än andra. Vidare framkom även under intervjustudien att information om vilka delar i projektet som var mest kritiska bidrog till en ökad förståelse för varandra och de olika enheterna inom projektet. Från de slutsatser som drogs av PEABs pilotprojekt så upplevdes informationsutbytet mellan den egna personalen, underentreprenörer och leverantörer fungera bra och koordineringen av personalen underlättades i sin helhet. Fördelaktigt var då också att alla aktörer i projektet hade en gemensam målbild samt var medvetna om det förväntade resultatet och visste om de kritiska punkterna i projektet. På så vis kan en tolkning vara att underentreprenörerna då också förstår vikten av sin egen prestation i projektet och konsekvenserna av deras arbete i relation till hela projektets tidsplan. Då är även underentreprenörerna redan från början medvetna om de förutsättningar som finns och har förmodligen mer motivation till att göra sitt bästa för att uppnå projektets mål och tidplan. Vidare blir det också lättare för entreprenören att driva på sina underentreprenörer då de redan har en uppfattning om arbetets vikt för projektet.

Något som har kunnat tolkas ur PEABs arbetssätt med visuell planering är att individer kopplas till tidsplanen och deras arbetsområden. För att göra tidsplanen än mer visuell i relation till individerna och samtidigt synliggöra vilka delar i projektet som är kritiska fanns en tanke inför intervjustudien om att använda röda lappar för att påvisa de kritiska punkterna och vilka individer som arbetar där. Det fanns olika åsikter angående att visuell planering används som verktyg och att planeringen bryts ner på individnivå samtidigt som de moment i projektet vilka inte är i linje med planeringen eller som är kritiska synliggörs genom röda lappar. Åsikter från intervjustudien skiljdes åt om vilken påverkan detta skulle ha på motivationen. Då individerna kopplas till de kritiska punkterna i projektet ansåg vissa att det kunde hämma motivationen hos de anställda då medarbetarna skulle kunna uppleva sig själva som uthängda eller vara en bidragande orsak till att tidsplanen inte höll. En logisk följd som kan dras till detta är att om visuell planering med synliggörande av kritiska punkter i projektet med koppling till individer skall fungera måste en tydlig förklaring om varför dessa moment är kritiska också läggas fram. Det bör påpekas att det inte behöver vara individerna som är orsaken till att momenten är kritiska. I de flesta fall är det oftast en annan bakomliggande orsak eller faktor. Som nämnt tidigare så berördes under intervjustudien att alla i projektet måste veta om de kritiska punkterna och vilka områden som går först och varför de prioriteras. Vid ett vägprojekt har slutsatsen dragits att det inte alltid är självklart vilken del av vägen eller delar under marken som är mest kritiska och därför skulle visuell planering kunna vara ett bra verktyg inom infrastruktur för att sprida information om detta.

Ett annat sätt att se på visuell planering som verktyg framkom under intervjuerna då en av medarbetarna påpekade att då problem synliggörs kanske alla ser på problemen på samma sätt. Det ansågs kunna bidra till minskad tankeverksamhet vilket då inte heller framhäver möjligheterna till att lösa problemet på bästa sätt. Dock kan det tolkas som att användningen av visuell planering borde bidra till att problem synliggörs överhuvudtaget och då också kunna lösas innan problemet påverkar tidsplanen. Detta styrks också genom Dalman (2005) och PEABs slutsatser av sitt

pilotprojekt där det framkom att medarbetarna upplevde att problemen identifierades tidigt och därmed kunde lösas i tid.

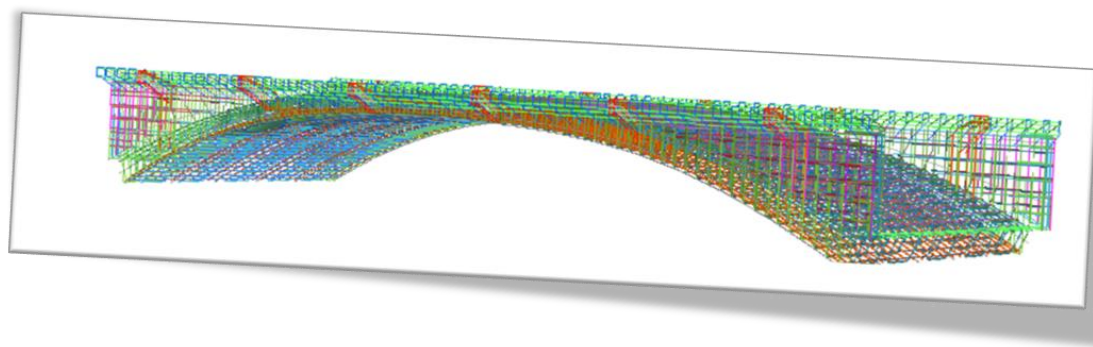
För att visuell planering med tillhörande tavlor ska fungera som en bra informationsspridare och kommunikationsverktyg i projekt måste tavlorna aktivt involveras i mötesprocesserna och vara en naturlig del av mötesstrukturen. Här finns en utvecklingspotential för Skanska att genom att använda tavlorna kontinuerligt kunna effektivisera sina mötesprocesser. Så som strukturen ser ut idag är veckomötena mestadels muntliga utan något strukturerat visuellt hjälpmedel för att styrka budskapet informationen ska förmedla. Vad som skulle kunna utvecklas är att användningen av tavlor och visuella hjälpmedel sätts i relation till tidsplanerna samt att beslut dokumenteras och synliggörs. Därigenom finns alltid informationen att tillgå för alla aktörer. Genom användning av visuell planering kan missförstånd som orsakats av muntlig information minimeras samtidigt som strukturen kan säkerställa att alla inblandade aktörer får samma information. De aktörer som ändå inte kan närvara vid ett specifikt möte kan få samma information genom beslutslistan, där alla beslut som tagits under mötet har dokumenterats. Just kontinuerligt användande av tavlor är enligt Dalman (2006) en viktig faktor för att visuell planering ska fungera korrekt. En svårighet som dock upptäcktes under pilotprojektet var att om mötesnärvaron var låg fallerade också idén om informationsspridningen. Detta på grund av att alla olika enheter eller befattningar som borde ha funnits närvarande för att kunna kommunicera med varandra, och lösa pågående problem inte var möjlig. Därav kunde inte de olika enheternas förmågor heller vägas in i problemlösningen. När ett problem i produktion uppstår som olika enheter är inblandade i kan det anses behövas en hög mötesnärvaro för att hitta den bästa lösningen på problemet. Då spelar det ingen roll om en beslutslista som delger information finns tillgänglig, om de olika enheterna inte kan vara med och påverka beslutet från början.

Den bästa placeringen av tavlorna ansågs av majoriteten från de medverkande i intervjustudien vara i fikorummets. Placeringen ansågs då ge mest information till yrkesarbetarna och var samtidigt nära tillhands för tjänstemännen att kontinuerligt uppdatera. En frågeställning som uppkom under intervjuerna var frågan om vem som ska uppdatera dessas tavlor och vad som kunde vara ett smidigt sätt att uppdatera dem, för att fungera som en naturlig del av arbetsprocesserna. Enligt Dalman (2005) måste arbetet med visuell planering påbörjas så tidigt som möjligt, och fördelaktigt är redan från projekteringsstadiet för att lösa problem i ett tidigt skede. Det kan därför tolkas att den som är ansvarig för ett projekts tidsplan i projekteringen och sedan också i produktion borde vara den som uppdaterar tavlornas olika tidsplaner. För att till/från matristavlan skall fungera korrekt måste alla olika enheter i projektet använda denna aktivt när problem uppstår. Vid mötena måste också de olika post-it lappar med uppkomna problem tas upp och efter mötet måste tavlan på nytt uppdateras för att kunna fungera optimalt. Denna aspekt uppkom även bland de tillfrågade vid intervjustudien, där det lyftes att endast relevant information skulle finnas på tavlorna. Vidare framkom även att visuell planering är än mer relevant vid stora projekt då det ställs större krav på kommunikationen mellan olika enheter. Detta kan tolkas som att vid större projekt är det svårare att sprida information och fler inblandade aktörer behöver kunna kommunicera med varandra vilket utgör större risk för missförstånd. Kommunikationsvägarna i ett större projekt är alltså längre och mer komplexa.

5.3 3D-visualisering

Enligt Tibell (2008) så har människan i alla tider använt bilder som ett hjälpmedel för uttryck. Bilden har använts för att skapa en förståelse och göra något mer synligt samt förtydliga komplexitet. Vid Luleås tekniska universitet gjordes studier som visade att visualisering med bilder i byggprocessen underlättade för inblandade aktörer genom att tydliggöra ett slutgiltigt resultat för projektet, enligt Ödling (2002). Enligt Jongeling (2008) så är det idag vanligt att använda 2D-ritningar med tillhörande beskrivning för att kommunicera. Då kan dock missförstånd uppstå på grund av att alla olika aktörer i projektet själva måste tolka informationen. Under intervjustudien framkom det att 3D-visualisering gav snabbare förståelse för det arbete som skulle utföras och att 3D uppgavs bidra till en bättre helhetsbild då även höjd- och djupdimensionen speglas. Detta kan tydas som att 3D-visualisering underlättar tolkning av information och är ett verktyg som kan användas för att förenkla kommunikationen mellan olika aktörer.

Vid studiebesöket i Arboga påpekades att 3D-visualiseringarna i projektet hade varit speciellt värdefulla då alla oavsett kunskapsnivå kunde tolka och snabbare skapa sig en förståelse för projektet. Alltså var följden att alla kunde delta i diskussionerna på samma villkor oavsett kunskapsnivå. Det styrker även Skoglund et al (2005) då de påpekar att en bild måste utformas för att fungera i relation till alla inblandade aktörer och på rätt kunskapsnivå. Detta kan tolkas som att 2D-ritningar kan ge för mycket information på en liten yta för att kunna fungera som ett bra underlag för diskussion mellan alla olika aktörer. De som då inte har den kunskapsnivå som krävs kan inte heller delta på samma villkor i en diskussion. Genom att ha en 3D-visualisering istället för 2D-ritning kan alla aktörer oavsett kunskapsnivå delta i diskussionen då aktörerna uppfattar underlaget på mer lika sätt. Då det framgår att 3D också ger snabbare förståelse för det arbete som skall utföras så kan det tolkas som att 3D-visualisering också minimerar oklarheter, missförstånd och störningar i produktionen. Att inte alla alltid är med från början i ett projekt och är lika insatta som de andra ansågs under intervjustudien kunna utgöra ett problem som skulle kunna minimeras med hjälp av 3D-visualisering. Om inte alla är med från början i ett projekt kan det tolkas som att det är svårare att förstå helheten, detta gäller även underentreprenörer som ansluter under projektets gång. 3D-visualisering ansågs under intervjuerna göra störst nytta då den gav möjligheten för alla delaktiga att skapa en gemensam målbild och förståelse av projektet.



Figur 5.3 3D-modell för armering (Skanska, 2013)

Det framkom under intervjustudien att planeringen av projektet kunde vara svår med enbart 2D-ritningar som underlag på grund av att dem inte förmedlade en bra bild av volymer och utrymmen. I Arboga märktes en tydlig skillnad i planeringen och arbetet med APD-planer då utrymmen var lättare att uppfatta tack vare den tredje dimensionen. Om ett tänkt beslut i praktiken inte skulle gå att genomföra kunde detta identifieras redan under planeringsstadiet. Med en 3D-visualisering blir det till exempel enklare att se om maskiner kan ta sig fram och om kranarnas omkrets räcker till för att underlätta logistiken. Det är just i sådana situationer som det kan anses framgå att 3D-visualiseringar är ett verktyg som bör användas redan under planeringen för att kunna göra största möjliga nytta senare under projektets gång. Att 3D-visualiseringar också är bra för att se hur olika ansvarsområden samspelar med varandra framkom under intervjuerna. Detta kan tolkas som att det borde bli enklare att få en förståelse om hur de olika ansvarsområdena påverkar varandra med deras respektive planering med 3D-visualisering.

3D-visualiseringarna ansågs under intervjustudien ge mest nytta gällande produktion om de används vid arbetsberedningar. På så vis förtydligas beskrivningar om arbetsmomentens utförande, som förmedlas via text idag, samt att komplicerade konstruktioner som i vanliga fall visas på 2D-ritningar blir mer lättförstådda. Det framkom även att 3D-visualisering är ett bra komplement till 2D-ritningar men uppfattningen var att de inte kan ersätta 2D-ritningar helt och hållet. Vid intervjustudien i Arboga framkom dock att användningen av enbart 3D-visualisering mer är en fråga om implementering och vana då de enbart använde sig av 3D-modeller i projektet. Tolkningsmässigt sett handlar det bara om att implementera ett nytt sätt att arbeta på och innan implementeringen skett finns alltid viss risk för skeptisk inställning. Alltså behövs den skeptiska inställningen som finns mot förändringar övervinnas och när väl implementeringsfasen är över så kan det nya arbetssättet fungera bättre än tidigare, gällande både förståelse och produktivitet. Detta kan vidare styrkas då Jongeling (2008) menar att 2D-ritningar med tillhörande beskrivning för att kommunicera gör att alla aktörer själva måste förstå beskrivningen i högre grad. Således minimeras risken för missförstånd då 3D-visualiseringen underlättar för kommunikation för alla aktörer. Dock hade medarbetarna i projektet i Arboga upplevt att vid vissa specifika tillfällen så behövdes ändå vyer i 2D. Dessa 2D vyer hade då skalats ner på information och förenklats för att visa specifika detaljer inom ett arbetsmoment. 2D vyerna behövdes och användes för att kunna specificera mått och tvärsektioner. Det som framkom under intervjustudien på Lindholmen om att 3D-visualisering borde fungera som ett komplement till 2D stärks av upptäckten under intervjustudien i Arboga. Alltså borde 3D-visualisering användas som ett komplement för att skapa förståelse och 2D-ritningar användas för mer specifika detaljer.

Under intervjustudien så upplevdes 3D-visualiseringar ge snabbare förståelse. I Arboga var det just vid arbetsberedningar som den största effekten av att arbeta med 3D-visualisering påvisades då yrkesarbetarna fick snabbare förståelse genom att aktivt använda modellen och diskutera kring denna. En av effekterna var att tjänstemän och yrkesarbetare satt ner tillsammans och utförde arbetsberedningarna och detta bidrog till att en diskussion kring modellen och bästa möjliga utförande av arbetsmomenten möjliggjordes. Som ett vidare resultat av att 3D-visualiseringen gav snabbare förståelse kunde yrkesarbetarna bli mer involverade i det arbete som skall utföras och upplevelsen var att de även blev mer självstyrande. Yrkesarbetarna kunde själva

använda 3D-modellen och på ett lättare sätt hitta lösningar på problem under arbetets gång. Tack vare resultatet av mer självstyrande yrkesarbetare upplevdes projektet nästintill som störningsfritt, och icke värdeskapande tid minimerades. Detta kan tolkas som att större förståelse tack vare 3D-visualisering ger mer självstyrande yrkesarbetare vilket ger mindre avbrott i produktion och samtidigt färre störningar. Den ökade förståelsen bidrar också till att alla kan bidra i diskussionen lättare och möjliggör åstadkommande av bästa lösning då allas kunskaper tas tillvara på.

Då 3D-visualisering ger ökad förståelse kan också yrkesarbetarna enklare planera och lägga upp arbetet själva. Vid intervjustudien vid Lindholmsmotet framkom att yrkesarbetarna blev motiverade genom att själva få vara med och påverka sitt arbete och lägga upp jobbet i en viss ordning. Alltså kan det tolkas som att 3D-visualisering även främjar motivation hos yrkesarbetarna. I Arboga så upplevdes att motivationsgraden hade ökat och att fortsätta arbeta på samma sätt var önskvärt. Det uppkom även under intervjustudien vid Lindholmsmotet åsikter om att motivation kommer av att utförandet av arbetet underlättas och utvecklingen ständigt går framåt. Detta kan tolkas som att användande av 3D-visualisering bidrar till mer motiverade medarbetare då utförandet av arbetet underlättas och verktyget är en del av en pågående utveckling.

5.4 Skanska Teknik

Under intervjustudien med anställda på Skanska Teknics enhet för Anläggning och Geoteknik framkom att det är ansvariga vid produktionen som måste ställa krav på att 3D modeller ska uppföras. Anledningen till att detta inte görs i någon större utsträckning beror av att produktionen inte förstår nyttan av användandet och effekterna av detta. Det kan tolkas som att den produktivitet som erhålls genom att arbeta med 3D måste kunna mätas genom nyckeltal för att visa på ökad produktivitet. De pilotprojekt som genomförs och de slutsatser som framkommer måste spridas vidare inom organisationen med hjälp av nyckeltalen för att alla ska få en förståelse för effekterna. Med hjälp av nyckeltal blir det lättare att göra en jämförelse med traditionella arbetssätt inom projekt och inte enbart utgå från den positiva eller negativa känslan som uppkommer vid arbete med BIM. Alltså borde påvisandet av positiva effekter från nyckeltalen bidra till en ökad efterfrågan.

Vidare framkom även att då efterfrågan från produktionen finns så brister kvalitetsnivån på de förslagsritningar som fås av beställaren vilket resulterar i merarbete för Skanska Teknik. Detta bidrar i sin tur till ytterligare tidspress i produktionsprojekteringen genom att Skanska Teknik antingen måste felsöka de modeller som finns att tillgå eller utföra nya innan projektets produktion startar. Detta kan tolkas som att externa kunder har en stor del i hur arbetet med 3D kommer fortskrida. Branschen behöver alltså ett standardiserat arbetssätt och utförligare förslagsritningar för att underlätta för 3D-användning. Det finns en stor möjlighet för Skanska att skapa sig en konkurrensfördel om de själva är med och utvecklar de standardiserade arbetssätten inom branschen.

Förutom branschens förändringar så krävs också att en dialog och samverkan mellan produktionsenheterna och Skanska Teknik förs. På så vis kan produktionen få reda på vad de kan få hjälp med av Skanska Teknik och nyttan av modellernas användande. Eftersom det är produktionens efterfrågan som styr Skanska Teknics arbete så

kommer ingen förändring ske innan en diskussion förs. Det är alltså först när produktionen ser nyttan av användandet och är informerade om hur de kan arbeta med modellerna som efterfrågan kan komma att öka. Vid intervjuerna framkom att Skanska Teknik såg det som sin unika uppgift att definiera vad som skall levereras tillsammans med projekten. Därigenom kan också krav definieras mot branschen genom att uppföra standardiserade arbetssätt. Detta kan tolkas som att Skanska internt måste börja arbeta med egna standardiseringar vad gäller användning av 3D för att Skanska Teknik på bästa möjliga sätt skall kunna framställa modeller som fungerar i produktionen. Det är därför viktigt att kunna identifiera var, när och hur 3D skall användas samt hur effekterna av 3D-användning skall följas upp i form av nyckeltal.

5.5 Organisationsförutsättningar

För att 3D-visualisering och visuell planering skall kunna implementeras måste de rätta förutsättningarna inom byggbranschen och ett företags struktur finnas. Till att börja med så kan en organisation vara begränsad i sitt arbetssätt på grund av resurser, både tidsbaserade och kostnadsbaserade, likt hur the triple of constraints är uppbyggt enligt Dobson (2004). Uppfattningen, generellt sett från intervjustudierna, var att för en eventuell implementering ska ske av ett eller båda verktygen måste dessa sättas i samband med storleken till det projekt som ska genomföras. Om projektet inte kräver så mycket resurser ansågs det inte var tillräckligt givande att ändra en arbetsmetod som krävs för att verktygen ska kunna fungera som ett hjälpmedel. Förändring behöver i så fall komma uppifrån i organisationsstrukturen och påvisa att de två verktygen kan ha en påverkan både på kommunikationen och på produktiviteten. Då en förändring i en organisation är ett kritiskt moment behöver de beslut som har tagits högre upp i en struktur kännas motiverande och pålitliga. Enligt Rehal (2004) så uppnås inte förståelse till fullo om inte människor känner sig motiverade inför en förändring eller de mål som ska uppnås inom organisationen. Alltså behöver motivation och engagemang spridas från beslutfattare ner genom hela organisationen för att kunna uppnå ett lyckat resultat.

Det framkom under intervjustudien att yrkesarbetare och tjänstemän hade olika perspektiv och syn på vilken som de ansåg vara den drivande faktorn av de tre komponenter som ingår i triple of constraints. Tjänstemännen fokuserade mycket på kostnader och därigenom kunna skapa god ekonomi för ett visst projekt medan yrkesarbetarna fokuserade mer på själva utförandet och hur det skulle kunna förbättras. Det är dock viktigt att se till alla aspekter, och att de har en samverkande effekt för ett lyckat slutresultat. Exempelvis kan implementering av nya hjälpmedel vara kostsamt till en början men sett över ett längre perspektiv borde det underlätta både utförande samt minska tidsåtgången för ett arbetsmoment eller planering.

6. Slutsats

Detta kapitel behandlar slutsatsen av resultat och analys vilka kommer att knytas an till syftet med rapporten.

Den slutsats som kan dras utifrån det resultat och analys som gjorts är att visuell planering och 3D-visualisering har en påverkan på kommunikationen och informationsflödet i ett projekt. Visuella planering synliggör projektets mål och bidrar

till att problem kan upptäckas i ett tidigare stadiet i processen. Det är också ett bra verktyg att kommunicera med mellan de olika enheterna inom projektet och dess ansvarsområden vilket ger ökad förståelse för hur de olika aktörerna påverkar varandra. Metoden sprider också information på en lägre grad av komplexitet och bidrar till att olika aktörer oavsett kunskapsnivå kan uppfatta informationen mer lika. Det är viktigt att ha i åtanke att tavlorna måste uppdateras kontinuerligt och användas i mötesprocesserna för att visuell planering skall fungera optimalt som ett kommunikationsverktyg. 3D-visualisering ger en ökad förståelse för vad ett projekt eller arbetsmoment skall resultera i. Då 3D-visualisering möjliggör att alla olika aktörer i ett projekt kan skapa sig samma målbild för vad som skall utföras kan det anses vara ett bra verktyg ute i produktion. 2D-ritningar kan ibland vara komplicerade att avläsa och de olika aktörerna uppfattar inte alltid ritningarna på samma sätt, vilket bidrar till missförstånd. Med 3D-visualisering som komplement till 2D-ritningar skulle risken för missförstånd kunna minimeras. Dock behöver 3D-visualisering användas som just komplement till 2D-ritningar eftersom den information som en 2D-ritning ger också behövs. 2D-ritningar och 3D-visualisering tillsammans utgör den helhetsinformation som krävs för att på bästa sätt kunna se ett utförande och slutgiltigt mål. När 3D-visualisering används som verktyg i ett projekt blir det lättare att kommunicera kring en målbild mellan olika aktörer. Det i sin tur bidrar till att missförstånd och störningar i ett projekt minimeras då de olika aktörerna är mer medvetna om vad som skall utföras. I praktiken kan detta yttra sig genom att yrkesarbetarna också blir mer medvetna om hur ett arbetsmoment skall utföras och blir mer självstyrande. Alltså kan mycket av den icke värdeskapande tiden i ett projekt minimeras.

För att visuell planering och 3D-visualisering skall fungera så är implementeringen en viktig aspekt. Visuell planering bör startas upp och arbetas med så tidigt som möjligt i ett projekt, fördelaktigt är redan vid planeringsstadiet vid projektets uppstart. Även i detta skede kan 3D-visualisering användas i form av målbilder för att också underlätta planeringen. Visuell planering måste kontinuerligt uppdateras för att uppfylla sitt syfte samt användas som underlag i mötesprocesserna. Det är därför viktigt att ha en person som ansvarar för uppdateringen av tavlans tidsplaner, vilket bör vara den som är ansvarig för tidsplaneringen i projektet. Vidare måste även alla tjänstemän se tavlan som ett naturligt kommunikationsverktyg och använda denna kontinuerligt. För att sprida information till yrkesarbetarna och ändå finnas i närhet till tjänstemännen så bör tavlorna placeras i fikarummet eller där mötena sker. Om tavlorna inte uppdateras kontinuerligt, inte används som en del i mötesprocesserna eller att mötena inte blir av kommer visuell planering inte uppnå sin fulla potential. Som tidigare nämnt så bör 3D-visualiseringarna finnas med från början av projektet för att ge alla olika aktörer samma målbild av slutresultatet. 3D-visualiseringarna bör även finnas med i arbetsberedningarna för att komplimentera arbetsbeskrivningarna i text och 2D-ritningarna. På så vis blir arbetsmomentens utförande tydligare och underlättar för diskussion samt minimerar oklarheter. Även 3D-visualiseringarna måste kontinuerligt uppdateras då revideringar skett för att uppfylla sitt syfte som kommunikationsverktyg, annars kan oklarheter ändå uppstå. Fördelaktigt är att 3D-visualiseringarna används på arbetsplatsen som 3D-modeller via en läsplatta då modellerna går att navigera i. Däremot kan 3D-visualiseringarna också användas som bilder av modellen i pappersformat och ändå uppfylla sitt huvudsakliga syfte. Om 3D-visualisering skall användas genom navigering på läsplatta eller dator så kan licenser

för programvara behöva uppdateras beroende på vilket program som använts vid projektering.

För att någon utvecklingspotential i användandet av de här två verktygen skall finnas så måste en förändring av organisationen ske. Alltså måste de arbetssätt som används i nuläget anpassas till ett nytt sätt att tänka och arbeta. För att kunna skapa tydligare informationsflöden och bättre kommunikation mellan aktörer i projekt så måste motivationen och viljan till förändring finnas. Om viljan till förändring skall spridas ut i organisationen så måste de beslutsfattare som tagit beslut om förändringen verkligen tro på resultatet så att motivationen sedan kan genomsyras i hela organisationen. Först då kommer visuell planering och 3D-visualiserings positiva effekter att kunna nyttjas fullt ut. Det fungerar inte att använda något av verktygen sporadiskt eller ostrukturerat, utan utvecklingspotentialen finns i ett fullutvecklat nyttjande.

Skanska har redan i dagsläget en god grund till användning av visuell planering men inte i tillräcklig utsträckning. Det material som används idag bör göras mer tydligt och enklare för att alla aktörer skall kunna ta informationen till sig. Materialet måste sedan också användas mer kontinuerligt och aktivt i mötesprocesserna än vad som görs för tillfället. Inom Skanska i dagsläget så finns också en god grund för användning av 3D-visualisering då Skanska Teknik innehar de rätta resurserna. Dock krävs standardiserade arbetssätt för att kunna implementera 3D i större utsträckning. Produktionen måste vara de som efterfrågar modellerna för att underlaget skall tas fram men då måste även nyttan av användandet påvisas genom nyckeltal vid tester och pilotprojekt. Först när positiva effekter via nyckeltal för ett projekt kan uppmätas kan det resultera i förståelse för verktygens påverkan. Som en del av det standardiserade arbetssättet måste produktionsenheten fastställa hur de 3D-modeller vilka funnits som underlag vid projektering och finns till förfogande även skall användas i produktion något som idag inte sker på ett strukturerat sätt. Potentialen för att implementera visuell planering och 3D-visualisering finns då Skanska är ett stort och etablerat företag som innehar de resurser som behövs. Därmed har de också en stor möjlighet att använda de här verktygen som en konkurrensfördel inom branschen.

Visuell planering och 3D-visualisering beror inte av varandra och kan användas som verktyg var för sig och ändå ge positiva effekter på kommunikationen och informationsflödet. Däremot finns stor potential i att använda dessa verktyg i samverkan med varandra då visuell planering tydliggör projektets mål och sprider information och 3D-visualisering ger en ökad förståelse för projektet och dess arbetsmoment. Visuell planering och 3D-visualisering tillsammans är ett utvecklingssteg mot BIM-användning och kan därför anses vara ett naturligt steg framåt för att följa med i utvecklingen inom branschen.

Visuell planering är genom studier som gjorts via andra företag ett verktyg som kan anses ge de positiva effekter som har analyserats och som bidragit till ovanstående slutsats och kan därför anses vara tillförlitlig. 3D-visualisering genom bilder har visats bidra till en ökad förståelse och det kan ytterligare styrkas genom resultat från Arboga om att visualiseringar även bidrar till ökad förståelse för just arbetsmoment inom produktion. En viktig aspekt vilken måste tas i beaktning i fråga om trovärdighet som framkommit i resultatet är att Arboga projektet är ett litet projekt. De effekter vilka har upplevts gällande exempelvis minimerade störningar kan i större projekt upplevas annorlunda. Då Arboga är ett litet projekt kanske det i sig från början endast

innehåller få störningsmoment eller oklarheter jämfört med ett projekt av storleksgraden som Lindholmsmotet. Därför kan en jämförelse av effekterna vid användning av 3D-visualisering anses vara begränsade. Vidare är de resultat och de slutsatser som framkommit företagsspecifika. Analysen är gjord utifrån Skanskas förutsättningar vilka kan se annorlunda ut beroende på företag.

6.1 Rekommendationer

Som en sammanfattning av rapportens slutsats följer rekommendationer nedan:

- Det arbetssätt som idag används för informationsspridning kan genom användning av visuell planering förenkla, förtydliga och strukturera information och mötesprocesser. Exempelvis genom att dokumentera beslut från möten. På så vis kan olika aktörer ta till sig informationen enklare och uppfatta denna på likvärdigt sätt.
- Använda de 3D-modeller som finns till förfogande från projektering mer aktivt och strukturerat inom produktionen. Exempelvis vid uppstart för produktion för att skapa en gemensam målbild samt vid arbetsberedningar för att förtydliga arbetsmoment.
- Uppmäta positiva effekter av verktygen med relevanta nyckeltal för framtida jämförelse mellan olika projekt.
- Arbeta fram standardiserade arbetssätt innan implementering av de två verktygen. Vad gäller 3D bör Skanska Teknik involveras i diskussion.
- Tavlorna behöver uppdateras kontinuerligt för att fungera optimalt, vilket bör göras av den som är ansvarig för tidsplaneringen i projektet.

7 Referenser

- Dalman, C. (2005) *Visuell planering*, Projektrapport, PEAB: Stockholm
- Dobson, Michael S. (2004) *The triple constraints in project management*, Management Concepts, [www] <http://library.books24x7.com.proxy.lib.chalmers.se/assetviewer.aspx?bookid=14167&chunkid=1&rowid=2> 2013-02-11
- Fernström, G., (2009) *Samverkan, lean tänkande och industriellt byggande I symbios för att utveckla bygg – En executive bok för att förändra och utveckla byggverksamhet*, Skurup: Fernia Consulting
- Fischer, A. & Pleil, E. (2012) *Uppfyller BIM förväntningarna som arbetsmetod för broprojekt?*, Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola. (Examensarbete inom institutionen för bygg- och miljöteknik, Konstruktionsteknik)
- Jensen, M. (2012) *Implementering av byggnadsinformationsmodellering i byggproduktionen*, Växjö: Linnéuniversitetet. (Examensarbete inom institutionen för teknik)
- Jongeling, R., (2008) *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt- En jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM*, Luleå: Luleå tekniska universitet, (Forskningsrapport, Institutionen för samhällsbyggnad)
- Josephson, P-E., Saukkoriipi, L. (2005) *Slöseri i byggprojekt - behov av förändrat synsätt*, Sveriges Byggindustrier, FoU-Väst, Göteborg, Sweden.
- Konkurrensverket. (2013) *Om offentlig upphandling* [www] http://www.konkurrensverket.se/t/SectionStartPage_6244.aspx 2013-03-14
- Liker, J. K. (2004) *The Toyota Way - 14 Management Principles from the World's greatest manufacturer*. New York: Mac graw Hill
- Lutz, J. & Gabrielsson, E. (2002) *Byggsektorns struktur och utvecklingsbehov*. Stockholm: Bygghälsan.
- Mattson, L (2006) *Webbpresentation och visualisering av byggnader- Påverkar webbpresentationen yngre personers intresse för byggnader på internet?* Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan. (Examensarbete, Programmet för medieteknik)
- Modig, N. & Åhlström, P. (2011) *Vad är lean? – En guide till kundfokus och flödeseffektivitet*, Stockholm: [Stockholm School of Economics Institute for Research](http://www.stockholmschoolofeconomics.se)
- Motion (2013) *Motion F5t – Photo Gallery* [www] http://www.motioncomputing.com/products/tablet_f5_gallery.asp 2013-05-10
- Rehal, S. (2004) *Föreställning och eftertanke- Bilder och verbalt språk i tidiga skeden av designprocessen*, Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola. (Akademisk avhandling inom innovativ design)

Roupé, M. (2013) *Development and Implementations of Virtual Reality for decision-making in Urban Planning and Building Design*, Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola. (Avhandling inom Institutionen för bygg- och miljöteknik)

Skoglund, T. & Thorp, A. (2005) *Vision och verklighet- En kartläggning av bildkommunikation i byggbranschen*, Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola. (Examensarbete, Institutionen för bygg- och miljöteknik)

Trafikverket (2013) *Lindholmsmotet* [www]
<http://www.trafikverket.se/lindholmsmotet> 2013-04-24

Socialdepartementet Bygghälsomyndigheten. (2002) *”Skärpning gubbar! Om konkurrens, kvaliteten, kostnaderna och kompetensen i byggsektorn.”* Statens Offentliga Utredningar, SOU 2002:115. [www]
<http://www.regeringen.se/sb/d/108/a/1649> 2013-03-14

Tibell, L. (2008) *Visualisering av naturvetenskap i lärande med fokus på representationer inom molekylär vetenskap*, Vetenskapsrådets rapportserie, Linköpings universitet, Stockholm

Wallin, E., (2012) *BIM som en effektivisering av processindustrin- en fallstudie på COWI Management AB*, Institutionen ingenjörshögskolan, Högskolan i Borås, Borås

Womack, J.P. et al. (2007) *The machine that changed the world- The Story of Lean Production-- Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry*, New York : Free press

Ödling, D. (2002) *Visualisering i tidiga skeden av byggprocessen*, Examensarbete, Luleå: Luleå tekniska universitet. (Examensarbete, institutionen för väg- och vattenbyggnad)

Bilagor

A. Intervjufrågor, Projektchef/ Produktionschef

- Hur håller ni kontakt med beställaren och hur ser era mötesprocesser ut?
- Finnas det några nackdelar med att använda visuell planering med tanke på att problem inom projektet tydligt synliggörs?
- Finns det nackdelar med att mycket information synliggörs för YA?
- Ser du potential i att arbeta med visuell planering för att tydliggöra övergripande mål och delmål för att få alla engagerade och arbeta mot samma mål?
- Hur tror du att man uppnår en bra flervägskommunikation? Att det blir en dialog mellan YA och tjm?
- Hur viktigt tror du det är att medarbetarna känner motivation inom ett projekt?
– Att de känner att de bidrar med någonting, få mer information och inte känna sig bortglömda, delaktighet.
- Tror du att de här två verktygen skulle kunna underlätta motivation och delaktighet inom projektet?
- När skall informationen förmedlas? - Fokus på nutid men ändå medvetenhet om de långsiktiga målen?
- Tror du att medarbetarna känner sig mer delaktiga om de med visuell planering får en större förståelse om de långsiktiga målen för att förstå varför specifika arbetsmoment är så pass viktiga?
- Om man genom visuell planering skulle synliggöra vart i projektet som man ligger efter och vilka individer som arbetar där, tror du att detta skulle vara positivt eller negativt?
- Hur tror du att flervägskommunikationen kan förenklas genom 3D ritningar? Bidrar det till en tydligare gemensam målbild?
- Vart tror du att 3D ritningarna gör störst nytta i produktionsfasen? När ska de användas för att tydliggöra arbetsmomenten och bidra till störst nytta? Vid arbetsberedningarna?
- Hur tror du att kommunikationen i informationskedjan överlag skulle kunna förbättras?

B. Intervjufrågor, YA

- Känner du att du får tillräckligt med information om hur olika arbetsmoment skall utföras?
- Känner du att du får information i rätt tid?
- Finns det vissa moment som är viktigare än andra att få i förväg?
- Hur mycket information känner du att du har om projektets mål och delmål överlag?
- Skulle du vilja ha mer information om hur det går i projektet och planering av projektet överlag?
- Upplever du att det kan uppstå fel ute i produktionen pga att informationen om arbetsmomentet och dess utförande varit för otydlig?
- När det uppstår fel ute i produktion, vad upplever du är den största bakomliggande faktorn?
- Hur ser du på 3D i jämförelse mot 2D ritningar? Kan 2D ritningarna ta tid att förstå?
- Upplever du att du tydligare kan förstå vad som skall utföras med hjälp av en 3D bild?
- Hur viktigt tycker du att det är med information och förståelse för att främja motivationen?
- Hur skapas motivation hos dig?
- Vad upplever du är svårast i ditt arbete?
- Vart tror du att 3D modellerna skulle göra mest nytta? Vid vilket specifikt tillfälle.
- Hur ser du på visuell planering och vart tror du att tavlorna skall placeras för att ge dig mest information? Container? Bodarna?
- Kan det upplevas som stressande att få för mycket information? Att information ges till fel person osv.
- Vad upplever du behövs för att få en bra flervägs kommunikation? – Att det blir en dialog mellan dig och din arbetsledare.
- Vad känner du att du behöver för att känna att du har tillräcklig förståelse för arbetsmomenten?

C. Intervjufrågor, Arbetsledare

- Vart tror du att 3D ritningarna gör störst nytta i produktionsfasen? När ska de användas för att tydliggöra arbetsmomenten och bidra till störst nytta? Vid arbetsberedningarna?
- Hur tror du att kommunikationen i informationskedjan överlag skulle kunna förbättras?
- Vad upplever du behövs för att få en bra flervägs kommunikation? – Att det blir en dialog mellan dig som arbetsledare och YA.
- Ser du potential i att arbeta med visuell planering för att tydliggöra övergripande mål och delmål för att få alla engagerade och arbeta mot samma mål?
- Vart tror du att tavlorna skall placeras med visuell planering för att kunna förmedla mest information? Container? Bodarna?
- När uppstår problem ute i produktion och vad är den bakomliggande faktorn? Kan bristande information vara en orsak?
- Kan det upplevas som stressande att få för mycket information tror du? Att information ges till fel person osv.
- Hur ser du på 3D i jämförelse mot 2D ritningar? Kan 2D ritningarna ta tid att förstå?
- Upplever du att du tydligare kan förmedla vad som skall utföras med hjälp av en 3D bild?
- Tycker du att det är svårt att förmedla information på ett tydligt och effektivt sätt?
- Vad känner du att du behöver för att känna att du har tillräcklig förståelse för arbetsmomenten för att kunna bistå YA?
- Hur viktigt tycker du att det är med information och förståelse för att främja motivationen?
- Hur skapas motivation hos dig?
- Tror du att medarbetarna känner sig mer delaktiga om de med visuell planering får en större förståelse om de långsiktiga målen för att förstå varför specifika arbetsmoment är så pass viktiga?
- Om man genom visuell planering skulle synliggöra vart i projektet som man ligger efter och vilka individer som arbetar där, tror du att detta skulle vara positivt eller negativt?

D. Intervjufrågor, Mättekniker

- Vart tror du att 3D ritningarna gör störst nytta i produktionsfasen? När ska de användas för att tydliggöra arbetsmomenten och bidra till störst nytta? Vid arbetsberedningarna?
- Hur tror du att kommunikationen i informationskedjan överlag skulle kunna förbättras?
- Vad upplever du behövs för att få en bra flervägs kommunikation? – Att det blir en dialog mellan dig och dina medarbetare.
- Vad har ni för tillgång till 3D-modeller för tillfället, som kan användas för visualisering?
- Hur ser du på 3D i jämförelse mot 2D ritningar? Kan 2D ritningarna ta tid att förstå?
- Upplever du att du tydligare kan förmedla vad som skall utföras med hjälp av en 3D bild?
- Tror du att mkt av ert arbete skulle underlättas med 3D modeller?
- När uppstår problem ute i produktion och vad är den bakomliggande faktorn? Kan bristande information vara en orsak?

E. Intervjufrågor, Studiebesök i Arboga

- Vad skiljer Arboga från andra projekt?
- Hur implementeras BIM i verkligheten? – Er syn på BIM. Vad innebär BIM för er?
- Hur använder ni 3D ritningarna i produktion? Hur går informationen fram till YA?
- Vad upplever ni som fördelar/nackdelar mot andra projekt?
- Upplever YA en förbättring i kommunikationen från tjänstemännen?
- Upplever YA att motivationen/förståelsen för arbetsmoment och projektet ökar genom att arbeta med 3D modeller?
- Får YA en bättre förståelse för projektet i helhet?
- Hur arbetar ni med planeringen av projektet? – Modeller som följer tiden och visualiserar projektets fortskridning?
- Upplever arbetsledarna att få ut information till YA underlättats genom 3D modellerna?
- Tror ni att mycket omarbete i skillnad mot andra projekt har kunnat förhindras genom BIM? Både med tanke på ”clash detector” funktionen redan i projekteringen men också med tanke på att YA upplever att det blir lättare att skapa sig en tydligare förståelse om hur arbetsmomenten skall utföras?
- Har självstyrningen hos YA kunnat underlättas?
- Finns det tid och kostnadsbesparingar i projektet – alltså hur ligger ni till vad gäller tid och kostnadsplan?
- Hur ser ni på visuell planering som ett verktyg till att komplettera BIM?