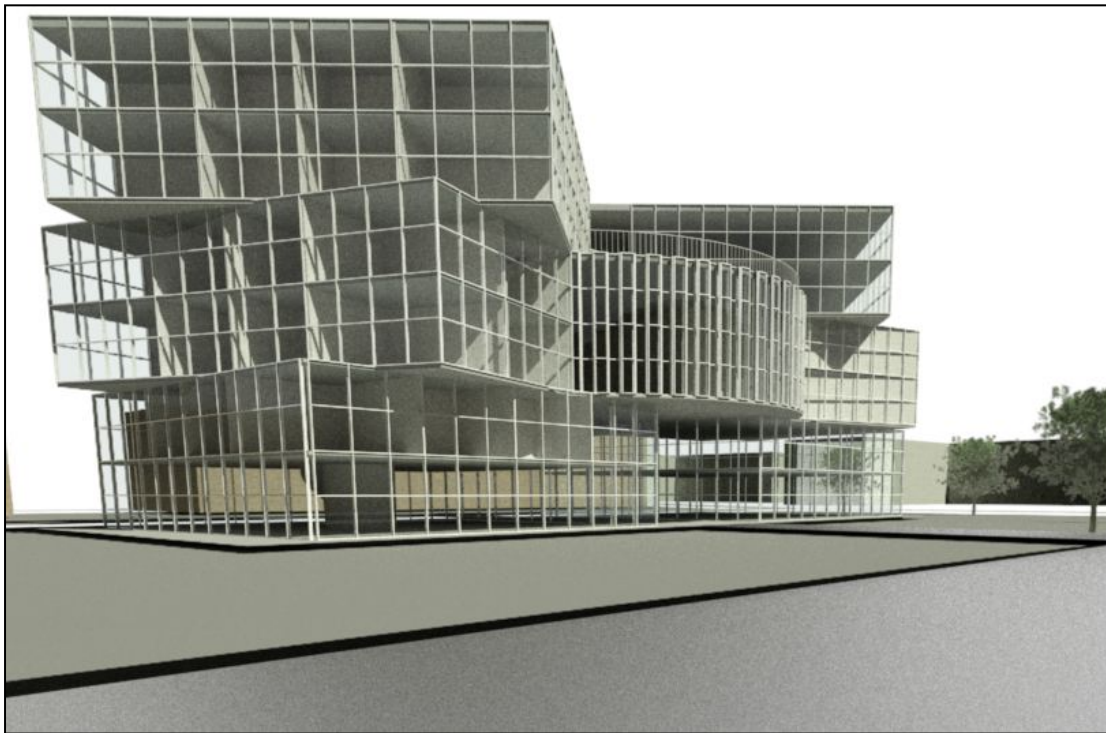


CHALMERS



Motiverad detaljeringsnivå i BIM

Implementeringen av en skala över Level of Detail

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn

JESPER JAKOBSSON & JOHANNES ÖBERG

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2014
Examensarbete 2014:33

EXAMENSARBETE 2014:33

Motiverad detaljeringsnivå i BIM

Implementeringen av en skala över Level of Detail

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn

JESPER JAKOBSSON & JOHANNES ÖBERG

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2014

Motiverad detaljeringsnivå i BIM
Implementeringen av en skala över Level of Detail
Examensarbete inom kandidatprogrammet
Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn

JESPER JAKOBSSON & JOHANNES ÖBERG

© JESPER JAKOBSSON & JOHANNES ÖBERG 2014

Examensarbete / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2014:33

Institutionen för bygg och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:
Egen illustration av konceptbyggnad skapad under kursen *Project and Commercial Management*.

Chalmers reproservice
Göteborg 2014

Motiverad detaljeringsnivå i BIM

Implementeringen av en skala över Level of Detail

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn

JESPER JAKOBSSON & JOHANNES ÖBERG

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Under de senaste åren har allt fler aktörer i byggbranschen fått upp ögonen för BIM och VDC, vilket innebär att man tar stöd av virtuella modeller under byggprojektet. Förhoppningen är att man genom att tillämpa VDC ska kunna förbättra kvaliteten som byggprojekten levererar sett till aspekterna tid, kostnad och funktion. För att detta ska vara möjligt krävs det att de inblandade aktörerna är överrens om vad som ska göras i de olika projektskedena, för att undvika att handlingar som tas fram innehåller antingen för lite eller onödigt mycket information. För att förtydliga kraven på BIM-modeller har byggföretaget NCC tagit fram en skala över olika detaljeringsnivåer.

Syftet med arbetet är att ta fram rekommenderade detaljeringsnivåer för BIM-modeller i olika projektskeden baserade på den skala som NCC har tagit fram.

Arbetet utreder syftet genom att ta del av litteratur och tidigare studier inom ämnena BIM, VDC-implementering samt Level of Detail. Arbetet identifierar positiva effekter som en framgångsrik implementering har för byggprojekt och hur implementeringen påverkas av införandet av specificerade detaljeringsnivåer för information i BIM-modeller. Utöver litteraturstudien har intervjuer genomförts med olika aktörer som är verksamma i NCC:s byggprojekt. Deras bild av hur arbetet med VDC kan förbättras samt hur detaljeringsnivåer kan användas har kompletterat informationen från litteraturstudien. Tillsammans leder det fram till arbetets slutsatser, som utgör rekommendationer på Level of Details i ett byggprojekts olika skeden. Dessutom ges rekommendationer kring hur NCC ska gå vidare för att förbättra implementeringen av VDC.

Nyckelord: BIM, VDC, Level of Detail, Kommunikation, Implementering av VDC.

Recommended Level of Detail in BIM

The implementation of a scale specifying Level of Details

Diploma Thesis in the Bachelor Programme

Business Development and Entrepreneurship for Construction and Property

JESPER JAKOBSSON & JOHANNES ÖBERG

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Construction Management

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Over the last years an increasing number of stakeholders in the construction industry have discovered BIM and VDC and the possibilities that occur when using virtual models in construction projects. The expectation is that an implementation of VDC will lead to an improved quality delivered by construction projects regarding time, cost and function. In order to achieve this it is important that the participants in a project agrees on how, when and to which level the usage of BIM should be applied.

To clarify which Level of Detail that is expected in the models during specific phases of the construction project, NCC has developed a scale that describes which information that should be included for each level. The purpose of the thesis is to give a recommendation regarding which Level of Detail that is appropriate during different project phases, and investigate how the scale will contribute to the implementation of VDC that NCC is pursuing.

The thesis is based on a literature review on the fields of BIM, VDC implementation and Level of Detail. The findings support the apprehension that BIM improves the outcome of a construction project and highlights the connection between good communication and a successful implementation of VDC. The thesis also includes interviews with participants in construction projects run by NCC. Their view on VDC and the potential associated with a scale specifying Level of Details contributes to the recommendations that the thesis is presenting. The findings show that the implementation of VDC is supported by the clarification of which Level of Details that is appropriate.

Key words: BIM, VDC, Level of Detail, Communication, Implementation of VDC.

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
1 INTRODUCTION	1
1.1 Syfte	3
1.2 Problemformuleringar	3
1.3 Avgränsningar	3
1.4 Företagspresentation NCC	3
1.4.1 Historik och verksamhet	3
1.4.2 Implementering av VDC	4
2 METOD	6
2.1 Arbetsmetod	6
2.2 Litteraturstudie	6
2.3 Intervjuer	7
3 TEORI	9
3.1 Varför behövs planering i byggbranschen?	9
3.2 BIM och VDC	11
3.2.1 Syftet med informationshantering i BIM	11
3.2.2 Syftet med visualisering i BIM	13
3.3 Detaljeringsnivåer i BIM-modeller	13
3.4 För- och nackdelar med BIM och VDC	14
3.4.1 Utredning	15
3.4.2 Projektering	16
3.4.3 Produktion	16
3.5 NCC:s arbete med VDC	17
3.5.1 NCC:s arbete med implementering av VDC	19
3.5.2 Standard för detaljeringsnivå hos NCC	20
3.5.3 NCC:s krav på detaljeringsnivåer	22
4 INTERVJUER	23
4.1 Kvalitativ del	23
4.1.1 Arbetsledare	23
4.1.2 Platschef	25
4.1.3 Projekteringsledare	25
CHALMERS , <i>Bygg- och miljöteknik</i> , Examensarbete 2014:33	III

4.1.4	Tekniska konsulter	26
4.2	Kvantitativ del	29
5	RESULTAT	30
5.1	Resultat av litteraturstudie	30
5.2	Resultat av intervjuer	31
5.2.1	Kvalitativ del	31
5.2.2	Kvantitativ del	33
6	SLUTSATSER	35
7	DISKUSSION	37
8	KÄLLOR	38
	BILAGA 1	40
	BILAGA 2	41
	BILAGA 3	46

Förord

Detta examensarbete är den avslutande delen av kandidatutbildningen Affärsutveckling och Entreprenörskap inom Byggsektorn på Chalmers Tekniska Högskola. Examensarbetet har genomförts under perioden januari till juni 2014 med omfattningen 15 högskolepoäng. Examensarbetet har utförts för institutionen bygg- och miljöteknik på Chalmers i samarbete med NCC Construction i Göteborg.

Vi vill tacka Karl Liberg på NCC Construction för handledning och stöd under arbetets gång. Vi vill även tacka de respondenter som ställt upp på intervjuer och som antingen jobbar för NCC eller medverkar som konsulter i projekt där NCC är huvudentreprenör.

Vi vill även tacka vår handledare på Chalmers, Börje Westerdahl för hans värdefulla handledning och givande diskussioner kring arbetets upplägg och innehåll.

Slutligen vill vi tacka Carl Stål och Marcus Lindh för deras stöd under arbetets gång.

Göteborg juni 2014

Jesper Jakobsson

Johannes Öberg

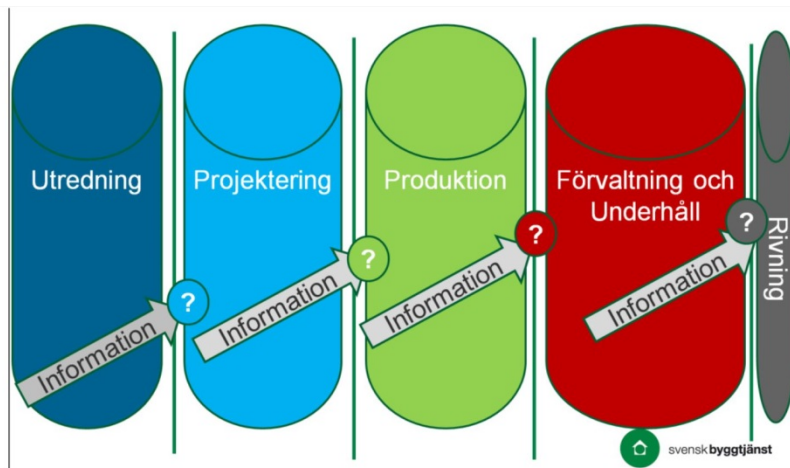
1 Introduktion

BIM ges av intresseorganisationen BIM Alliance Sweden två innebörder. Den första är Building Information Model, vilket innebär en digitaliserad modell som representerar byggnaden och dess egenskaper. Den andra är Building Information Modelling, vilket innebär anammandet av ett arbetssätt. Att man med hjälp av modeller och teknik utnyttjar den potential det innebär att ha information samlad i sammanhängande, digitaliserade modeller i sitt arbete (BIM Alliance, 2014).

Modellering i 3D började redan på 1960-talet. Potentialen med att kunna skapa representationer av objekt i digital form uppmärksammades inom olika områden (allt ifrån filmindustri till rymdprojekt). Det första steget mot BIM togs inom rymdtekniken, där 3D-CAD för första gången användes för att bättre kunna visualisera produkter och göra komplex information om form och funktion mer lättöverskådlig (Kam, 2013). Nästa steg i utvecklingen var att importera information och koppla den till modeller. Information om objekten i en modell samt information om hur olika objekt interagerar med varandra ökade potentialen med informationsmodeller. Från 3D-CAD som är ett underlag för visualisering utvecklades BIM vilket är ett logiskt verktyg som underlättar både presentation och samordning av information. Dessutom möjliggörs en automatisering av olika arbetsmoment då modelleringsprogrammen kan dra logiska slutsatser (BIM Handbook, 2011).

Genom åren har potentialen med BIM och digitaliserade representationer av byggprocesser successivt uppmärksammats och undersökts vidare. Även nationellt har arbetet med BIM utvecklats och potentialen undersökts i att gå från ett traditionellt arbetssätt, beroende av skriftliga handlingar, till ett digitalt och logiskt arbetssätt baserat på BIM (Jongeling, 2008). Det finns dock mycket kvar att göra innan den fulla potentialen med BIM är uppnådd (BIM Alliance, 2014).

En av utmaningarna med BIM i byggprocessen är den stora mängd aktörer som ofta är inblandade i ett byggprojekt. Information tillförs kontinuerligt från olika aktörer och för att göra informationsflödet till modellen systematiskt krävs det att samtliga inblandade arbetar utifrån ambitionen att förse modellen med relevant information. I rapporten BIM med BSAB beskrivs detta informationsflöde och det extra arbete informationsförlusten mellan projektskeden leder till. Ett logiskt och systematiskt flöde av information till en gemensam modell som kontinuerligt uppdateras skulle både leda till färre missförstånd och mindre omarbete (Dahlberg, 2013).



Figur 1: Risken med informationsförluster mellan olika projektskeden (Dahlberg et al, 2013).

För att informationsflödet ska bli successivt och logiskt behöver detaljeringsnivån i modellen följa behovet av detaljeringsnivå i varje enskilt byggskede. En projektör behöver uppgifter att utgå ifrån men tjänar samtidigt inte på att man i tidiga skeden gjort antaganden som är för detaljerade och som senare behöver omarbetas onödigt mycket. På samma sätt är den tekniska konsulten beroende av att veta hur förutsättningarna ser ut för de tekniska system han förväntas dimensionera och utforma, men både konsult och arkitekt tjänar på att gemensamt kunna diskutera förutsättningarna och enas om en framgångsrik lösning. Detta har uppmärksammats av NCC som för närvarande bland annat jobbar i en så kallad projektstudio som en del av sitt VDC-arbete. Projektstudion innebär att aktörerna, gemensamt vid regelbundna tillfällen, träffas och arbetar tillsammans. Detta med ambitionen om färre missförstånd och att färre förbiseenden av andras intressen ska ske. Om samtliga intressenter finns på plats och tillsammans kan enas om lösningar så har man funnit att projektet genomförandet underlättas.¹

Under ett byggprojekts gång ökar detaljeringsnivån hos den planerade byggnaden. På samma sätt behöver modellerna uppdateras när nya beslut fattas om hur byggnaden ska utformas. Att man som ansvarig för ett byggskede har klart för sig vilket behov man har på detaljeringsnivå är en förutsättning, men också att man kan kommunicera detta behov vidare. Till följd av detta har NCC tagit fram en skala som specificerar olika informationsnivåer, olika Level of Details (LOD). Skalan speglar olika behov som finns i byggprojektets olika skeden. Den tar dessutom hänsyn till skillnaden mellan detaljeringsgrad rörande visualisering och detaljeringsnivå på information – de två aspekter som byggnadsmodellerna används för.

För att knyta LOD-skalan till verksamheten och använda dokumentet på ett motiverat sätt är det viktigt att förankra det i det faktiska behovet av information i olika byggskeden. Även behovet av tillräcklig detaljeringsnivå på underlag och slutprodukt som finns hos olika aktörer som är verksamma under byggprojektet. För att kunna använda den framtagna LOD-skalan på ett motiverat sätt syftar därför kandidat arbetet till att besvara nedan presenterade frågeställningar samt ge en rekommendation kring hur man bör gå vidare med implementeringen av VDC i NCC:s byggprojekt.

¹ Karl Liberg, VDC-specialist NCC, 2014-02-03

1.1 Syfte

Syftet med arbetet är att ta fram en rekommendation gällande vilken detaljnivå för BIM-modeller som är lämplig vid olika skeden i byggprojekt. Arbetet syftar även till att undersöka vilka hinder det finns för att tillämpa VDC som arbetssätt.

1.2 Problemformuleringar

Examensarbetets syfte har konkretiserats till följande frågeställningar:

- Hur upplever aktörerna i ett projekt att kommunikationen och tillämpningen av VDC kan förbättras?
- Vad krävs för att implementeringen av VDC ska bli gynnsam för specifika aktörer?
- Vilken information används och vilken information skulle man önska fanns i BIM i dagens byggprojekt?
- Hur väl överensstämmer NCC:s målsättningar gällande VDC med hur verksamheten ser ut i dagens byggprojekt?

1.3 Avgränsningar

Respondenterna till intervjuerna är antingen anställda av NCC eller arbetar i projekt där NCC är huvudentreprenör. Gällande begreppet Level of Detail har arbetet utgått från den skala och definition av nivåerna som återfinns i dokumentet VDC-beskrivning hus (2013) som NCC tagit fram. Teoriavsnittet baseras på litteratur och resultat från nationella såväl som internationella studier kring ämnet VDC och BIM, medan intervjuobjekten i huvudsak är verksamma i projekt på den svenska byggmarknaden. Arbetet är avgränsat till att behandla byggprojektet från tidiga skeden till och med produktion.

1.4 Företagspresentation NCC

I kapitlet presenteras företaget NCC och det är uppdelat i en övergripande presentation av företagets historik och verksamhet samt en beskrivning om hur NCC vill arbeta med VDC.

1.4.1 Historik och verksamhet

NCC (Nordic Construction Company) bildades 1988 efter att Nordstjernen AB köpt upp ABV (Armerad Betong Vägförbättringar). NCC är idag ett av de ledande byggföretagen i Sverige och Norden. På den svenska såväl som på den nordiska marknaden konkurrerar man främst med två andra svenska byggbolag, PEAB och Skanska. Under 2012 hade PEAB den högsta omsättningen av byggbolag på den svenska marknaden, följt av NCC och Skanska. Sett till den globala marknaden toppade Skanska listan, följt av NCC och PEAB (Sveriges byggindustrier, 2013).

Tabell 1: Omsättning för byggbolag 2012 totalt (Sveriges Byggindustrier, 2013).

	Omsättning totalt 2012 (mkr)
Skanska	129 350
NCC	57 227
PEAB	46 840

Tabell 2: Omsättning för byggbolag 2012 i Sverige (Sveriges Byggindustrier, 2013).

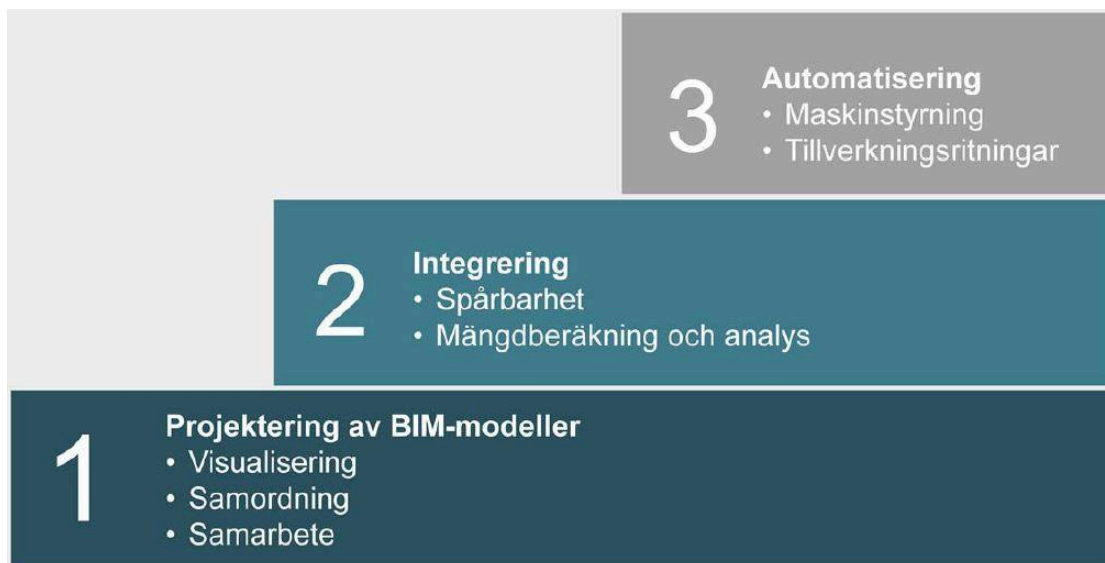
	Omsättning i Sverige 2012 (mkr)
PEAB	37 289
NCC	31 338
Skanska	31 060

Under 2012 ökade NCC sin omsättning med 8,2 procent och sin personalstyrka med 1,2 procent (Sveriges byggindustrier, 2013). För perioden 2012-2015 är målet att företagets omsättningstillväxt ska vara dubbelt så hög som BNP-tillväxten. Vad gäller bygg- och anläggningsverksamheten så är de främsta tillväxtmarknaderna Norge och Finland (NCC, 2013a).

NCC:s verksamhet i Sverige är uppdelad i fyra olika huvudavdelningar: NCC Construction, NCC Roads, NCC Property Development och NCC Housing (NCC, 2014). Av dessa är NCC Construction den största och stod för knappt 80 procent av företagets totala omsättning i Sverige (NCC, 2013b). NCC Construction är uppdelad i fem olika verksamhetsområden: Mark och Industribygg, Anläggning, Hus, Bostad och Partnering. Utöver detta finns ett antal staber som stöttar de olika verksamheterna inom olika områdena (NCC, 2013b).

1.4.2 Implementering av VDC

NCC:s ledning har tagit ett strategiskt inriktningsbeslut om att VDC skall användas som arbetsmetod i alla byggprojekt där de själva kan påverka arbetsformen (NCC, 2012). Sedan 2007 har man arbetat för att etablera detta arbetssätt i hela sin organisation (NCC, 2010). För att styra och kontrollera implementeringen i verksamheten har man tagit fram en implementeringsstege som innehåller tre faser: Projektering av BIM-modeller, integrering och automatisering (NCC, 2013d). Faserna illustreras i Figur 2.



Figur 2: Faserna för implementeringen av VDC (NCC, 2013d).

Projektering av BIM-modeller

Detta steg är det första steget i ett VDC-styrt arbetssätt. Här används BIM-modeller för visualisering av ett projekt, samordning av olika aktiviteter och för att främja samarbete mellan olika aktörer som deltar i samma projekt (NCC, 2013d).

Integrering

När de BIM-modeller som tagits fram i föregående steg innehåller tillräcklig information kan de användas för att göra mängdberäkningar och olika typer av analyser, exempelvis gällande tidsåtgång, kostnad och energiförbrukning. På så sätt kan kritiska moment som kan orsaka störningar i byggprojekt identifieras i ett tidigt skede och förebyggas (NCC, 2013d).

Automatisering

Det tredje steget i NCC:s utveckling av sitt VDC-arbete bygger på att de modeller som används är så pass detaljerade och avancerade så att de kan användas för maskinstyrning ute på byggarbetsplatserna. Ett annat användningsområde som introduceras på denna nivå är att BIM-modellerna används för att ta fram tillverkningsritningar automatiskt som sedan skickas till exempelvis producenter av prefabricerade byggelement (NCC, 2013d).

I dagsläget har NCC kommit längst i tillämpningen av VDC i projekteringsfasen av sina projekt. VDC ute i produktionen ses i dagsläget som ett relativt nytt arbetssätt och har ännu inte blivit etablerat (Böregård och Degerman, 2013). Tidigare undersökningar visar att personalen ute i produktionen inte känner fullt förtroende för modellerna och föreslår att det ska finnas en VDC-specialist i varje projekt som kan svara på frågor gällande modellerna och ansvara för att modellen som används är korrekt uppdaterad (Böregård och Degerman, 2013). Enligt Bilaga 1 så ska det numera finnas en VDC-specialist i alla NCC:s projekt som tillämpar VDC som arbetsmetod.

2 Metod

I kapitlet beskrivs tillvägagångssättet för att genomföra arbetet. Faktainsamlingen bygger på en litteraturstudie och intervjuer med aktörer som är verksamma i NCC:s projekt. Kapitlet syftar till att både beskriva och motivera valet av metod för att besvara frågeställningarna, och behandlar således både teori och en redogörelse för det projektspecifika tillvägagångssättet.

2.1 Arbetsmetod

Den arbetsmetod som använts för rapportens faktainsamling kan beskrivas som hypotetiskt-deduktiva med ett fenomenografiskt förhållningssätt. Arbetsmetoden innebär att befintliga teorier och allmänna vedertaganden ligger till grund för vilken information som samlas in och hur denna tolkas. Resultaten relateras sedan till den befintliga teorin och det är främst på avvikelserna från denna som fokus ligger (Patel och Davidson, 2011).

Det fenomenografiska förhållningssättet utgår ifrån de kvalitativa intervjuer som genomförts där intervjuobjektet får beskriva sin bild av problemområdet. Det insamlade materialet därifrån används sedan för en analys där det insamlade materialet analyseras och likheter och skillnader mellan de olika utsagorna identifieras. Dessa skillnader kategoriseras sedan och används för att identifiera de underliggande strukturerna som påverkar uppfattningen gällande problemområdet inom undersökningsgruppen (Patel och Davidson, 2011).

2.2 Litteraturstudie

Syftet med arbetets litteraturstudie är fastställa den akademiskt vedertagna bilden av VDC och de problemområden som arbetet kommer att fokusera på. En risk som dock måste beaktas är att de teorier som forskningen utgår ifrån riktar undersökningen och gör så att intressanta rön ej upptäcks (Patel och Davidson, 2011).

Vid urvalet av fakta till arbetet har en omfattande studie kring tidigare publicerat material genomförts för att kunna värdera detta och göra ett urval kring vad som bör användas. För att säkerställa att fakta som presenteras är reliabel och tillför värde har ett kritiskt förhållningssätt under informationsinsamlingen tillämpats. Genom att ställa frågor såsom varför ett dokument tillkommit och i vilka syften, samt vem som är upphovsman och vilken kunskap denne har inom ämnet, ökar chansen att skapa en gedigen faktabas (Patel och Davidson, 2011). Vidare har materialet analyserats för att bedöma huruvida det material som används kommer från primär- eller sekundärkällor. Närheten till informationslämnaren är en faktor som är avgörande för att bedöma trovärdigheten i det som sägs och om data kan användas till andra frågeställningar än den ursprungliga (Patel och Davidson, 2011).

För att säkerställa trovärdigheten i den genomförda undersökningen och analysen är det viktigt att informationsinsamlingen är så fullständig som möjligt och inte utelämnar material som motsäger de egna teorierna. Om ett riktat urval av fakta görs blir det material som framställs skevt och kan skapa en falsk bild av verkligheten. För att skapa en trovärdig bild av läget krävs således att även fakta som motsäger de egna resultaten presenteras och diskuteras (Patel och Davidson, 2011).

2.3 Intervjuer

För att besvara frågeställningen krävs riktade frågor till aktörer som är verksamma i byggprojekt. Intervjuerna har genomförts med tjänstemän som antingen jobbar för eller i samarbete med NCC. Aktörerna har varit platschef, projekteringsledare, byggt teknisk konsult samt arbetsledare. Totalt har sex personer intervjuats: en platschef, en projekteringsledare och två av övriga aktörer. Detta för att öka resultatets validitet men också för att passa omfattningen av kandidatarbetet. Underlaget till intervjuerna har anpassats utifrån teori för faktainsamling och utformats så att problematiken utreds med både kvalitativa samt kvantitativa svar. Den första delen baseras på frågor med hög grad av standardisering och låg grad av strukturering. Detta innebär att likartade frågor ställts till samtliga respondenter, men att möjligheten att svara fritt och öppet på frågan har funnits. Den följande delen av intervjuunderlaget består av en förenklad version av den av NCC framtagna LOD-skalan. Där ombuds respondenterna kryssa i vilken informationsnivå i modeller som de anser vara den mest lämpade vid ett byggprojekts olika skeden.

Patel och Davidsson (2011) belyser vikten av att intervjuobjekten frivilligt ställer upp på intervjuer och upplever att de bidrar till att besvara en relevant frågeställning. Dessutom är det viktigt att skapa trygghet i intervjusituationen. För att möjliggöra detta har intervjuobjekten svarat konfidentiellt. Inför varje intervju har arbetets syfte och bakgrund beskrivits för respondenterna och inspelningar har genomförts med samtycke från intervjuobjekten.

Standardiserade intervjuunderlag har använts för att genomföra intervjuerna och detta främjar möjligheten till att i en kvalitativ undersökning kunna jämföra svaren från olika respondenter (Patel och Davidsson, 2011). Underlaget har dock i viss mån anpassats till yrkeskategorin, för att bättre fånga upp de aspekter som är direkt knutna till en specifik typ av aktörs roll i byggprojekt. Struktureringen har hållits låg för att ge respondenterna möjligheten att svara fritt och uttömmande på de flesta frågorna.

Resultatet av intervjuer är beroende av både respondent och intervjuare. Enligt Patel och Davidsson finns det en rad aktiviteter som intervjuaren bör gå igenom som förberedelse inför genomförandet. Dessa redovisas i figuren nedan:

Tabell 3: Nödvändiga förberedelser innan genomförandet av intervjuer (Patel och Davidsson, 2011).

Förberedelser
1. Se till att frågorna anpassas till att täcka in hela frågeställningen och möjliggöra tillräckliga svar.
2. Ta bort irrelevanta frågor.
3. Bearbeta frågeformuleringarna för att undvika misstolkningar.
4. Genomföra pilotstudie där intervjuunderlaget testas i en simulerad intervju.
5. Träna intervjuarens intervjuteknik.

För att tillgodose dessa aspekter har intervjuunderlaget granskats av handledarna från både Chalmers och NCC. Därutöver har underlaget diskuterats med Mathias

Gustafsson som är docent på avdelningen Construction Management. En förenklad pilotstudie har genomförts genom att materialet har testats i en simulerad intervju med dels handledaren från NCC samt i simuleringar där rapportförfattarna agerat intervjuare och aktör i byggprojekt. Dessa simuleringar gav även möjlighet till utvärdering och förbättring av intervjutekniken.

För att säkerställa att informationen registreras på ett strukturerat sätt har samtliga intervjuer bandats med respondenternas samtycke. En av rapportförfattarna har dessutom varit ansvarig för att ställa frågorna och styra samtalet under intervjun, vilket låtit den andre fokusera på att anteckna utförligare. Efter varje genomförd intervju har informationen sammanställts och det är informationen från intervjutillfällena i kombination med vad som framkommit under litteraturstudien som ligger till grund för de resultat som presenteras.

3 Teori

Arbetets teoriavsnitt beskriver den litteratur som ligger till grund för arbetets resultat och slutsatser. Litteraturen som används är publicerad av högskolor, branschorganisationer samt sakkunniga inom området. Utöver detta används material från NCC.

3.1 Varför behövs planering i byggbranschen?

”Den som bygger ett hus måste tänka först.”

Citaten ovan är kinesiskt och är lika aktuellt i byggbranschen idag som det alltid har varit. När marginalerna blir mindre och konkurrensen hårdare finns det en gammal sanning att luta sig mot för de som söker framgång i byggbranschen: ett välplanerat projekt är ett lönsamt projekt (Sveriges byggindustrier, 2009).

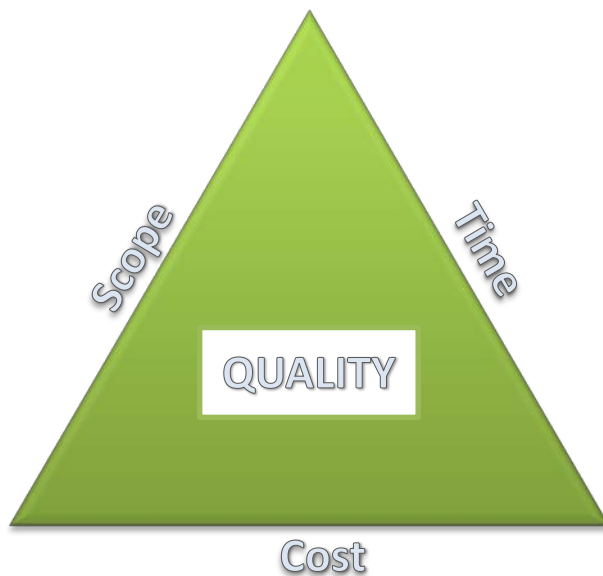
Nationalencyklopedin beskriver en plan som ”ett genomtänkt handlingsprogram för att nå ett visst mål” (Nationalencyklopedin, 2014a). Planering är således processen där handlingsprogrammet tas fram (Nationalencyklopedin, 2014b). Planering är något som använts i flera tusen år och har varit avgörande för stora byggprojekt som genomförts. När de egyptiska pyramiderna i Giza uppfördes för drygt 4 000 år sedan krävdes stora planeringsinsatser för att så pass stora projekt skulle vara genomförbara med de begränsade resurser som då fanns tillgängliga (de Haan, 2014).

Allt eftersom samhället och tekniken utvecklats har även metoderna som används för planering av projektgenomföranden förbättrats. Planering med hjälp av Gantt-schema är en metod som funnits i cirka 100 år och vidareutvecklingar av den metoden såsom kritisk linje och PERT-metoden har funnits i drygt 50 år (Sveriges byggindustrier, 2009). Utvecklingen av datorer och planeringsprogram under de senaste årtiondena är något som öppnat nya dörrar för byggbranschen, speciellt då man kunnat kombinera de olika delarna såsom produkt, kostnad och tidsåtgång i en gemensam BIM-modell.

En allmän regel för planering av projekt är att ett mål måste vara tydligt preciserat för att en plan ska kunna visa hur det ska nås. De mål som sätts för ett projekt ska vara tydliga, realistiska och mätbara. Mätbarheten är viktig för att i efterhand kunna bedöma huruvida projektet har nått de mål som antagits samt för att utvärdera vad som har gått fel (Sveriges byggindustrier, 2009).

Allt högre krav ställs på produkters prestanda och kvalitet. Kombinerat med de allt högre kraven om kund Anpassning så är det i allt större grad nödvändigt att i ett tidigt skede kunna fastställa att en produkt kommer uppfylla kundens önskemål (Carenholm och Ryd, 2009). Då byggprojekt tenderar att innehålla allt fler aktörer finns det ett tydligt behov av en välstrukturerad och planerad arbetsprocess med samverkan mellan de olika aktörerna i tidiga skeden (Carenholm och Ryd, 2009).

De tre kritiska aspekterna för ett byggprojekt är tid, kostnad och funktion (eng. time, cost and scope). Genom att arbeta med dessa tre aspekter kan en entreprenör påverka projektets utgång och vilken typ av produkt som levereras (Dobson, 2004). Aspekternas beroende och samband åskådliggörs i The Project Management Triangle (Xie, 2013) som illustreras i figuren nedan.



Figur 3: The project management triange (Xie, 2013).

Förutsättningarna för projektet gällande de olika aspekterna leder till att både planeringen och genomförandet måste anpassas. Beroende på vilken typ av projekt som ska genomföras är de tre aspekterna av olika vikt.

För att säkerställa att ett projekt utgår ifrån rätt perspektiv och lever upp till de krav som finns är det viktigt att målsättningen för byggnaden är klar på förhand. Genom att integrera aspekterna i planeringsprocessen och tidigt skapa ett program för vad som ska produceras är chansen större att den färdiga byggnaden svarar mot beställarkraven (Dobson, 2004).

Konsekvensen av att planeringsprocessen inte skapar en tydlig bild av vad som ska utföras är att feltolkningar kan ske av olika aktörer vilka är svåra att upptäcka innan produktionskedet. Detta leder till utökade kostnader och att kompromisser måste göras. En undersökning genomförd av Rogier Jongeling (2008) visar att tiden som läggs på hantering av konflikter mellan olika produktionsmoment minskar med upp till 90 procent i BIM-styrda projekt i jämförelse med traditionellt styrda projekt.

Planering av byggprojekt i Sverige

Studier som har gjorts gällande planering av byggprojekt i Sverige visar att det är ett arbete som prioriteras. I en undersökning genomförd av Sveriges byggindustrier (2009) där 160 platschefer, entreprenadingenjörer och arbetsledare tillfrågades blev snittbetygen för hur väl planeringen fungerade 5,6 på en åttagradig skala. Något som uppmärksammades var att medel för platscheferna blev 5,9, medel för entreprenadingenjörerna 5,7 och 5,3 för arbetsledarna. Betyget för planeringsarbetet blev alltså lägre ju längre ner i organisationen man tjänstemännen arbetade. Detta tyder på att det föreligger problem vad gäller samverkan mellan de olika parterna i byggprojekt, både inom samma organisation och mellan olika aktörer. Carenholm och Ryd (2009) påpekar att arbetsmetoder där samverkan och informationsdelning mellan olika aktörer i projekt är hög behövs.

Vad gäller utbildning inom planering uppgav mer än hälften av respondenterna i Sveriges Byggindustriers undersökning från 2009 att de inte fått någon formell utbildning inom planering. Respondenterna angav att de antingen var självlärda eller

hade inhämtat kunskap från kollegor. Samtidigt svarade 43 procent av respondenterna att de önskade utbildning inom både planeringsteknik och inom datorbaserade planeringsverktyg (Sveriges Byggindustrier, 2009).

En annan framgångsfaktor som nämns allt mer är integrering av beställare i byggprojektens tidiga skeden där beställaren tillsammans med leverantörerna gemensamt arbetar för att nå ett resultat som är så gynnsamt som möjligt för alla parter. Undersökningar av flertalet större partneringsprojekt i Sverige visar att nästintill alla som någon gång medverkat i ett samverkansinriktat byggprojekt inte vill arbeta med andra genomförandeformer än denna (Fernström, 2006).

3.2 BIM och VDC

I dagens byggbransch är det vanliga sättet att representera en byggnad att med hjälp av ritningar och en tillhörande skriftlig beskrivning sammanställa all tillhörande information (Jongeling, 2008). Detta resulterar i stora, ibland motsägelsefulla dokument varför en hierarki bland bygghandlingarna är nödvändig. Målet med byggnadsinformationsmodeller (BIM) är att på ett överskådligt och strukturerat sätt göra samma information som bärs av bygghandlingarna både tillgängligare och tydligare för att kunna förbättra förutsättningarna för kvalificerade beslut (Jongeling, 2008).

VDC utläses Virtual Design and Construction och innebär det integrerade arbetssättet att med stöd av BIM jobba med byggprojektets olika processer. BIM kan användas i planering, design, projektering och produktion där samtliga av dessa skeden kan stöttas av BIM-implementering (Gao, 2013). För att även innefatta aspekter som arbetssätt, organisationsanpassning, kommunikationsmönster etc. skiljer man på BIM som en modell och VDC som ett arbetssätt.

3.2.1 Syftet med informationshantering i BIM

Informationen i en byggnadsmodell representeras av I:et i BIM och utifrån målet att kunna förbättra förutsättningarna för kvalificerade beslut, är informationsbärandet en av nycklarna till att förstå potentialen med BIM. I Tabell 3 illustreras byggprojektets olika skeden samt de handlingar och funktioner som man under respektive skede arbetar med.

Tabell 4: Byggskeden och berörda handlingar (Dahlberg et al, 2013).

Skede	Utredning		Projektering			Produktion	
Typ av handlingar	Förstudier	Program-handling	Förslags-handling	System-handling	Bygg-handling	Produktions-handling	Relations-handling
Funktion	Verksamhetskrav	Rumsfunktions-krav	Utförning av förslag	Teknisk lösning	Detalj-redovisning	Inköp Tillverkning Planering	Överlämnande
Ekonomi	Tidig kalkyl	Programkalkyl Driftskalkyl	Förslags-kalkyl	Systemkalkyl Anbudskalkyl		Produktions-budget/prognos	
				Produktionskalkyl		Slutkostnad	

I förstudien genomförs en behovsanalys av byggherren för att utreda vilka möjligheter som finns för en fastighet. Beroende på vilken aktör som är byggherre så kan analysen utformas på olika sätt. Exempelvis så kan byggherren vara en offentlig organisation som vill skapa allmännyttan. Alternativt kan det vara en kommersiell aktör som vill tillgodose marknadens behov och skapa avkastning för sin investering. När analysen

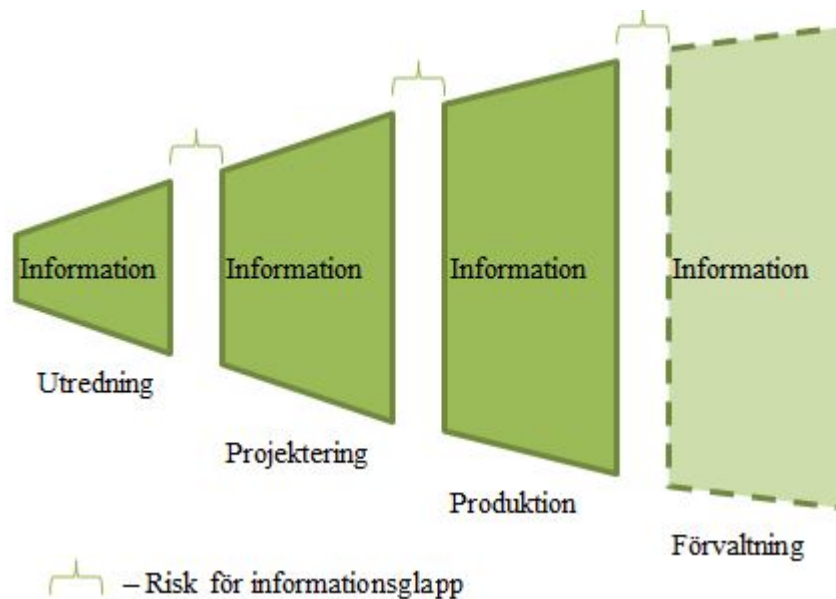
är färdig inleds programarbetet, där målet är att svara på frågor som exempelvis vart på tomten byggnaden ska placeras och hur stora rum som behövs för att fylla de funktionskrav som ställs. Programarbetet avslutas normalt i och med att arkitekten redovisar en eller flera skisser för hur byggnaden kan utformas och en av dessa väljs ut som det förslag som man arbetar vidare med (Svensk Byggtjänst, 2014).

När projektet går in i projekteringsfasen skapas betydligt mer detaljerade handlingar för hur byggnaden faktiskt ska utformas. En förslagshandling utformas där arkitektens tidiga skiss konkretiseras. När systemhandlingen sedan skapas involveras fler tekniska konsulter med olika specialområden för de olika tekniska systemen i byggnaden, exempelvis VVS, EL och brandkonsulter. Utifrån systemhandlingen skapas sedan bygghandlingarna som innehåller de ritningar och beskrivningar som entreprenören utgår ifrån för att producera byggnaden. Syftet med bygghandlingarna är att alla aktörer i produktionen i detalj ska veta hur byggnaden ska utformas (Svensk Byggtjänst, 2014).

Produktionsskedet inleds med att produktionshandlingar skapas utifrån bygghandlingarna, där de olika arbetsmomenten planeras för att skapa en så effektiv byggprocess som möjligt. Under detta steg sker även inköp och tillverkning av byggdelar som ska användas i produktionen. I och med att produktionen avslutas och byggnaden överlämnas skapas relationshandlingar som redovisar hur den faktiska byggnaden ser ut med hänsyn till ändringar som skett under produktionen (Svensk Byggtjänst, 2014).

Under byggprojektets gång finns ett successivt flöde av information mellan aktörer involverade i utredningen, projekteringen och produktionen. I dagens byggbransch finns problem med informationsöverföringen mellan dessa skeden (Svensk Byggtjänst, 2013). Till följd av byggprojektets komplexitet och stora antal verksamma aktörer med spetskompetens inom olika områden är tillförseln av information kontinuerlig men vinklad och framtagen utifrån olika perspektiv. Det är av stor betydelse för effektiviteten hos byggprojektets genomförande att kommunikationen mellan ansvariga för olika skeden och informationen från olika aktörer ordnas och överlämnas korrekt. Att kommunikationen mellan aktörer har inverkan på byggkostnaden bekräftas i en undersökning genomförd av Svensk Byggtjänst (2007) där aktörer verksamma i olika byggskeden påstod att i genomsnitt 13 procent av byggkostnaden skulle kunna sparas om beskrivningar och annan information fungerade optimalt.

Problematiken i att informationen inte överlämnas korrekt illustreras i Figur 3. De olika ytorna representerar den totala informationsmängden i ett projekt som succesivt utvecklas. Glappen mellan de olika delmomenten visar vart det finns risk för informationsglapp till följd av bristande kommunikation.



Figur 4: Utveckling av den totala informationsmängden i byggprojekt.

3.2.2 Syftet med visualisering i BIM

Utöver lagring och behandling av information med hjälp av modeller bidrar BIM med en annan fördel: Visualisering. Problem i kommunikationen mellan aktörer kan motverkas med hjälp av interaktiv visualiseringsteknik (Jongeling, 2008) och till följd av användning av BIM finns underlag för att under projektets gång åskådliggöra konsekvenserna av olika beslut. Fördelarna med bättre visualiseringar drev utvecklingen av datoriserad CAD. Genom att övergå till modellbaserade program ökar möjligheterna till interaktiv visualisering (BIM Handbook, 2011).

I en lista över användningsområden som sammansatts av Gao efter en undersökning av 40 byggprojekt som i olika utsträckning använde sig av BIM, betonades visualisering som stöd för analys som ett värdefullt hjälpmedel. Med stöd av modeller kunde beställaren tydliggöra sina krav och kontrollera att byggnaden utformades enligt önskemålen på ett lättare sätt. Även interaktionen med övriga intressenter utan byggteknisk bakgrund kunde underlättas (Gao, 2011).

Även för aktörer med byggteknisk kompetens underlättar visualiseringsmöjligheterna arbetet. Byggprojekt innebär skapandet av flera individuellt fungerande tekniska system och för att kunna samordna detta använder fler och fler tekniska konsulter modeller för att kunna presentera och arbeta med utformningen av systemen (McGraw Hill, 2012). Fördelen med visualiseringen är dels att underlätta förståelsen för aktörer som är ovana vid typen av tekniska system, men också att kunna genomföra kollisionkontroller och utvärdera olika lösningar när olika system ska fungera ihop med varandra.

3.3 Detaljeringsnivåer i BIM-modeller

Ett problem som ofta uppstår i VDC-projekt är att konsulter och andra aktörer som arbetar med att ta fram handlingar är osäkra på vilken detaljeringsnivå som det beställda materialet förväntas hålla. Med bakgrund av detta har tidigare ansatser gjorts inom branschen för att skapa ett gemensamt ramverk för arbete med detaljeringsnivåer. Rapporten *Detaljeringsnivå i BIM* (2012) har skapats som en del

av ett samarbete mellan de största aktörerna på den svenska byggmarknaden med syftet att underlätta kommunikationen mellan beställare och leverantörer av handlingar. I rapporten har ett förslag till en branschgemensam gradering och beskrivning av olika detaljeringsnivåer för BIM-modeller tagits fram (Gustavsson et al, 2012). Rapporten har influerats av tidigare arbeten inom området som gjorts av myndigheter och offentliga organisationer i andra länder, bland annat Norge, Danmark, USA och Storbritannien.

En stor skillnad gällande utvecklingen och standardiseringen av BIM-arbetet i Sverige och andra länder är att arbetet med att genomföra standardiseringar genomförts av offentlig sektor i övriga länder, medan det i Sverige främst har genomförts av kommersiella aktörer (Gustavsson et al, 2012). Trafikverket har arbetat med att ta fram en standardisering av olika detaljeringsnivåer. Syftet har varit att hjälpa beställaren att förtydliga vad som efterfrågas samt att ge leverantören en tydlig bild av vad som ska levereras och hur modellen ska anpassas för att andra aktörer ska kunna arbeta med den på ett enkelt sätt (Kärrman och Magnusson, 2013).

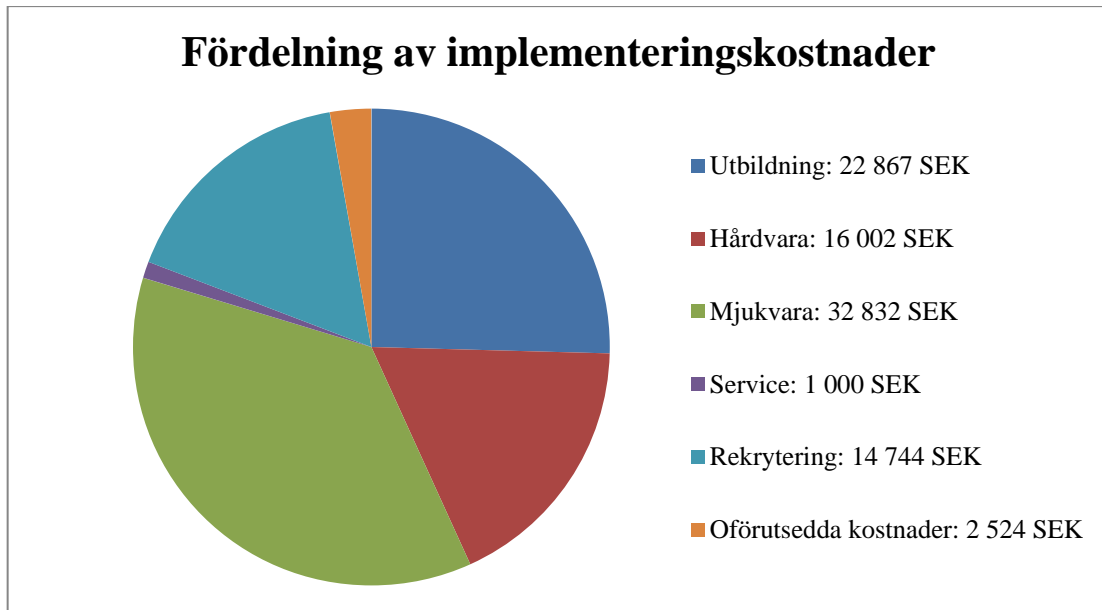
Sedan 2011 har man arbetat på EU-nivå med att uppdatera regelverken för offentliga upphandlingar för att anpassa dessa till modernare arbetsmetoder. Det förslag som fastslogs den 12 juli 2013 ger offentliga myndigheter i medlemsländerna möjligheten att begära att specifika arbetsmetoder används vid upphandlingar av offentliga kontrakt och vid designtävlingar (Council of the European Union, 2013). Den svenska regeringen har initierat en utredning som ämnar ta fram förslag på hur förändringarna ska kunna inkluderas i lagen om offentlig upphandling. Arbetet pågår i samarbete med jurister från branschföreningar inom byggnadsbranschen och specialister inom BIM-området för att skapa en så bra lagtext som möjligt. Utredningen beräknas vara klar under sommaren 2014 och en lagförändring kan tänkas börja gälla från och med år 2015.²

3.4 För- och nackdelar med BIM och VDC

Att mäta vilka kvalitetshöjningar eller besparingar som kan göras i projekt till följd av användande av BIM är en väldigt komplex fråga. Studier inom ämnet visar att det krävs att personalen tar till sig arbetssättet och får hjälp med att bygga upp en god kunskap om hur arbetet ska ske för att investeringen ska ge ett positivt resultat. En undersökning genomförd av McGraw Hill Construction (2012) visar en markant ökning av positiva ekonomiska effekter för företag med hög kunskapsnivå gällande arbete med BIM. Bland de användare som sade sig ha engagerat sig i BIM-arbetet till liten grad upplevde knappt hälften att deras investeringar lönat sig rent ekonomiskt. Motsvarande siffror för de aktörer som sade sig ha en hög engagemangsnivå var 94 procent i samma studie (McGraw Hill, 2012).

Kostnaden för en övergång från de traditionella arbetsmetoderna till BIM och VDC är svåra att bedöma rent generellt, då det beror av flertalet faktorer såsom vilken typ av projekt företaget är inblandat i, kompetensnivån hos personalen och investeringar i hård- och mjukvara. Dock kan en kostnad om cirka 90 000 kronor per system ses som ett ungefärligt mått för att implementera VDC som arbetssätt i små och mellanstora företag med mellan 10 och 249 anställda (Olatunji, 2011). Kostnadernas fördelning över olika poster redovisas i Figur 4.

² Olle Samuelsson, VD BIM Alliance, 2014-03-27



Figur 5: Fördelning av implementeringskostnader (Olatunji, 2011).

3.4.1 Utredning

För att enskilda VDC-styrda projekt ska kunna visa upp goda resultat är det av stor vikt att hela projektorganisationen implementerar arbetssättet. En studie genomförd av Gao (2011) visar att fördelarna relaterade till användning av BIM i projekt ökar beroende av hur stor andel av projektets aktörer som använder BIM, samt beroende av i vilket skede som BIM-modellerna skapas och hur väl anpassade informationsnivån i dem är i förhållande till projektskede (Gao, 2011).

I ett projekts inledningsskede är nyttoeffekterna av att arbeta med BIM att en realistisk modell lättare skapar förståelse mellan beställaren och arkitekten, samtidigt som realistiska simuleringar av exempelvis byggkostnad och energiförbrukning kan göras i ett tidigt skede (Gao, 2011). På så sätt minimeras risken att arbete behöver göras om i ett senare skede. Studier visar att ÄTA-arbeten minskar med cirka 50 procent i projekt där BIM använts i tidiga skeden (Jongeling, 2008).

Med hjälp av BIM-modeller kan arbetssättet *Design steering* tillämpas, vilket innebär att BIM-program används för att i tidiga skeden ta fram en målkostnad baserad på de funktioner som den färdiga byggnaden ska uppfylla. De indata som anges beskriver förutom volymkrav även andra faktorer, bland annat inomhusklimat, ljuskrav, ljudisolering och möblering. På så sätt kan ett realistiskt kostnadstak bestämmas i ett tidigt skede med specificerade funktionskrav, vilken arkitekten sedan får arbeta mot att försöka uppfylla. När en fungerande modell tagits fram används denna sedan för att försöka hitta besparingsåtgärder utan att försämra byggnadens funktion (Pennanen, Ballard och Haahtela, 2011).

En undersökning gällande *Design steering* som genomförts av Pennanen, Ballard och Haahtela (2011) visar att arkitektens möjlighet att skapa arkitektoniskt tilltalande byggnader inte nödvändigtvis påverkas negativt av de högre kraven i tidiga skeden som metoden innebär. Erfarenheter från upphandlingar av byggprojekt i Finland visar att kvaliteten på en byggnad inte förändras proportionsenligt när kostnaden ökar, i de projekt som bedömts ligga inom ett rimligt prisintervall. Undersökningen tyder på att

faktorer såsom val av personal och ledning påverkar kvalitén i högre utsträckning än kostnaden (Pennanen, Ballard och Haahtela, 2011).

För att kunna ta fram precisa estimeringar i tidiga skeden krävs det att den produkt- och tillverkningsinformation som beräkningarna baseras på är så korrekt som möjligt. Därför är det viktigt att erfarenheter från tidigare projekt återrapporteras till databasen så att informationen däri kan uppdateras för att överensstämja med verkligheten. Den informationen som finns om de olika produkterna ska vara baserad på den kostnad som dessa innebär ur ett livscykelperspektiv och inte enbart produktionskostnaden. Det ger en mer komplett bild av byggnadens totala kostnad (Pennanen, Ballard och Haahtela, 2011).

3.4.2 Projektering

När en programhandling för byggnaden tagits fram och arbetet med den exakta utformningen inleds uppstår stora nyttoeffekter till följd av den ökade förståelsen för slutproduktens specifikationer som en virtuell modell skapar i förhållande till tvådimensionella ritningar. Detta gör att fler aktörer kan bidra med sina åsikter (Gao, 2011). Stora nyttoeffekter uppstår då man i en BIM-modell kan ta ut flera olika ritningar och visualisera flera olika perspektiv från samma modell, jämfört med traditionella metoder där man arbetar ”plan för plan” (Jongeling, 2008).

De modeller som tas fram i förslagshandlingsskedet kan även användas för att marknadsföra projektet till slutkunden i de fall denne inte är beställare, exempelvis husköpare eller hyresgäster. På så sätt kan slutkunden integreras i ett tidigt skede och påverka projektets utveckling och därigenom öka chansen att de får en produkt som väl överensstämmer med vad de önskar (Gao, 2011).

En av nyttoeffekterna i VDC-projekt jämfört med traditionella projekt uppstår i och med att samgranskning av de olika projektaktörernas delarbeten kan genomföras. Genom att slå samman de olika delmodellerna till en gemensam modell kan en så kallad kollisionsskontroll genomföras, där de olika installationernas placering i en byggnad jämförs med varandra för att identifiera eventuella krockar vilka i så fall kan avhjälpas redan i modelleringsstadiet. Detta är en bidragande orsak till de minskade kostnaderna för ÄTA-arbeten, samt att konflikterna mellan olika aktörer på byggarbetsplatser minskar med 90 procent (Jongeling, 2008).

Beräkningen av kostnader och materialåtgång kan i hög grad automatiseras i projekt med BIM då modellen innehåller information om material och kvantitet, vilket kan användas för att beräkna kostnader och tidsåtgång. Undersökningar av BIM-projekt visar att tiden för mängdavgivning halveras i jämförelse med projekt där traditionella arbetsmetoder tillämpas (Jongeling, 2008). Dock ställer det höga krav på att de modeller som används är korrekta, då automatiseringen leder till att modellen inte granskas i samband med mängdavgivningen på samma sätt som vid traditionell projektering (Gao, 2011). Detta är ett stort problem för byggbranschen och ses som en av anledningarna till att implementeringen av BIM inte går fortare.³

3.4.3 Produktion

I dagens byggbransch finns det en stark vilja att gå mot ett mer industrialiserat byggande. Genom att flytta produktionen från tillfälliga byggarbetsplatser till fabriker

³ Karl Liberg, VDC-specialist NCC, 2014-03-18

exkluderas risken för skador till följd av väder och vind såsom fuktskador. Kombinerat med god logistik och planering finns dessutom möjligheten att minska kostnaderna samt att förbättra arbetsmiljön genom att mängden restavfall minskar till följd av den resurseffektivare produktionen (Fröjdfeldt och Leijon, 2008). Dock finns nackdelar gällande flexibiliteten och anpassningsförmågan för de prefabricerade byggelementen, då fördelarna är beroende av att standardiserade element används. Oftast uppstår problem när en projekterad byggnad, i efterhand, ska förses med lämpliga prefabricerade element. Detta då det kan vara svårt att hitta lämpliga byggdelar (Fröjdfeldt och Leijon, 2008).

En fördel som uppstår i BIM-projekt är att de bibliotek av produkter och material som används i modelleringen kan anpassas till ett standardiserat utbud. På så sätt förenklas användningen av prefabricerade byggdelar vilket minskar kostnaden och tidsåtgången för arbetet på byggarbetsplatsen, samtidigt som byggnaden kvalitetssäkras (Fröjdfeldt och Leijon, 2008, Gao, 2011). Användandet av prefabricerade byggdelar leder dessutom till att varulagret på byggarbetsplatsen kan minskas och just in time-principen kan tillämpas för att minska kostnader och tidsåtgång ytterligare (Fröjdfeldt och Leijon, 2008). Då BIM-modeller kan innehålla detaljerad information gällande dimensioner och materialval, finns möjligheten att använda dem som produktionsunderlag för prefabricerade delar (Bim Handbook, 2011).

En följd av bristande planering i ett projekts tidiga skeden är att problem uppstår i produktionskedet vilka måste lösas ute på byggarbetsplatserna. Detta bidrar med en relativt stor del av den totala kostnaden i byggprojekt. I en undersökning genomförd av Jongeling (2008) där projektledare och kalkylatorer tillfrågades om hur stor del ÄTA-arbeten har av den totala produktionskostnaden svarade de att 5-7 procent i bostadsprojekt och 8-10 procent i kontorsprojekt inte är ovanliga siffror. Av den summan uppskattade de att minst hälften kan härledas till problem som beror på feltolkningar av underlag samt bristande samordning (Jongeling, 2008). I samma undersökning uppger en entreprenör att denne tror att 3-5 procent av kostnaden för installationer kan besparas genom att tillämpa 3D-projektering av dessa.

En undersökning genomförd av McGraw Hill (2012) med 582 svarande aktörer i byggbranschen visar att 48 procent av respondenterna har kunnat minska mängden omarbete då aktörerna i BIM-projekt i större grad kan använda sig av samma material. För gruppen entreprenörer var motsvarande siffra 65 procent. Drygt hälften av de svarande entreprenörerna säger sig även ha kunnat minska sina projektider efter att ha implementerat BIM i sina verksamheter (McGraw Hill, 2012).

I produktionsprocessen bidrar även visualiseringsmöjligheterna som uppstår till följd av användandet av BIM-modeller till att osäkerheten minskar gällande vilka arbetsmoment som ska utföras. VVS-konsulter uppger att frågor från aktörer verksamma inom produktion minskar med 80 procent i de projekt som använder sig av informationsbärare i 3D (Jongeling, 2008). Undersökningar genomförda av NCC på projekt som de medverkat i tyder på att 17 procent av produktionskostnaden kan besparas genom att använda sig av 3D-visualisering och modellering (NCC, 2010).

3.5 NCC:s arbete med VDC

NCC tillämpar VDC i sina projekt där de själva kan påverka arbetsmetoden för att ge alla inblandade en tydlig och gemensam bild av byggprocessen och slutprodukten.

Syftet är att det material som tas fram av de olika inblandade parterna ska kunna samnyttjas för att effektivisera hela processen. För att ge en klar bild av hur VDC används i de olika stegen använder NCC sig av en matris där man kan följa ett projekt från vagga till grav (NCC, 2013c). Matrisen beskrivs nedan och återfinns i Bilaga 1.

För att samordna ett projekts aktörer i ett tidigt skede använder sig NCC av VDC-krav (CAD-PM) där de olika styrande kraven vad gäller strukturering, tillämpning av BIM-modeller och informationsnivåer beskrivs. Detta för att alla aktörer ska veta vad som förväntas av dem samt hur andra inblandade arbetar för att de ska kunna synkronisera sitt arbete (NCC, 2013c).

När alla olika specialister tagit fram sina modeller så synkroniserar projektets VDC-koordinator dessa för att samordna de olika processerna och göra kollisionkontroller för de olika arbetsmomenten. VDC-koordinatören är en roll inom NCC som innehåvs av någon som är knuten till projektet och besitter tillräckliga kunskaper inom VDC. Den sammanslagna modellen används även för att ta fram tillverkningsunderlag för olika byggdelar, samt för att göra analyser av hur byggnaden kommer att fungera när den är producerad. Exempel på analyser som utförs är energibehovsberäkningar och utrymningssimuleringar (NCC, 2013c).

Med hjälp av modellen för projektet kan APD-planer tas fram för arbetsplatserna, samt TA-planer där trafiken till, från och på arbetsplatsen beskrivs. Dessa modeller tas fram för att säkerställa en god arbetsmiljö samt för att undvika kollisioner ute på arbetsplatsen och kan även användas för att visualisera arbetet för externa aktörer som grannar, beställare, leverantörer eller underleverantörer (NCC, 2013c).

När produktionen startar används de BIM-modeller som framarbetats för att visualisera och förtydligade arbetsmoment som ska utföras. Genom att koppla modellerna till projektets tidsplan kan arbetsmomenten visualiseras och simuleras i den ordning de ska utföras. Detta kan vara ett nyttigt hjälpmedel vid kritiska arbetsmoment där tid eller utrymme kan begränsa en aktör och det krävs god förståelse för hur momentet ska utföras för att inte störa andra aktiviteter (NCC, 2013c).

För att de modeller och planer som tas fram på förhand i BIM ska tas med ut i produktionen tillämpar NCC något som kallas VDC arbetsplats. Tanken med det är att modellerna verkligen ska användas som produktionsunderlag för att förenkla och förtydliga, samt att man ska följa upp BIM-arbetet med de faktiska resultaten för att skapa en bra bild över hur projektet fortlöper i förhållande till plan.

Automatiserade mängdberäkningar från modellerna kan ske under produktionsfasen (NCC, 2013c). För att det ska vara möjligt ställs höga krav på de modeller som används. Ett stort problem för NCC idag är att modellerna inte håller tillräckligt hög detaljeringsnivå eller är uppbyggda på ett felaktigt sätt. Vanliga fel som kan uppstå är att objektet namnges felaktigt, eller att det finns dubletter i modellen vilket påverkar mängduttagningen. Därför behövs ett styrdokument med en beskrivning av vilken detaljnivå modellerna ska ha i olika projekt och skeden.⁴

⁴ Karl Liberg, VDC-specialist NCC, 2014-02-03

3.5.1 NCC:s arbete med implementering av VDC

2009 beslutades att NCC ska tillämpa VDC som arbetsmetod i alla lämpliga projekt där de själva får vara med och styra hur arbetet ska gå till. För att bevaka hur implementeringen fortskrider så genomförs varje månad mätningar av hur många tillämpliga projekt som använder sig av VDC som arbetsmetod.

Av de projekt som NCC genomförde i Sverige under 2012 som ansågs lämpliga för VDC-arbete, med hänsyn till kontraktssumma (större än 5 M€) och NCC:s möjlighet att påverka arbetsmetod, använde sig 86 procent av VDC. Av alla projekt som genomfördes i Sverige under det året så användes VDC i 38 procent av dem. Jämfört med NCC:s verksamheter i de övriga nordiska länderna så är Sverige det land som i lägst grad tillämpar VDC i lämpliga projekt (NCC, 2013c). De nordiska ländernas arbete med VDC redovisas i Tabell 4.

Tabell 5: Andel VDC-projekt i Norden (NCC, 2013c).

	Danmark	Finland	Norge	Sverige	Totalt för NCC i Norden
Andel projekt lämpliga för VDC	29%	18%	23%	44%	31%
Andel VDC-projekt av lämpliga projekt	100%	93%	96%	86%	90%

Trots detta så är Sverige det enda nordiska land som använder sig av VDC för automatisering av processer i byggprojekt. I 47 % av de lämpliga projekten så används BIM-material som underlag för automatisering och för att producera tillverkningsritningar (NCC, 2013c).

I Sverige har NCC som mål att VDC skall användas till 75% i alla de totalentreprenader som de genomför där kontraktssumman överstiger 20 MSEK. Av de 90 projekt som passar beskrivningen så uppfyllde 83% målet under det första kvartalet 2012, och 73% under det andra kvartalet samma år (NCC, 2013c).

För att lyckas nå sina mål framöver har NCC identifierat tre problemområden där åtgärder krävs. Dessa tre är implementering, arbetsmetoder samt programvaror (NCC, 2013c).

Implementering

Det största hindret för införandet av VDC som arbetsmetod är bristande kompetens hos avtalstecknare, såsom affärschefer, entreprenadchefer, inköpare och

projekteringsledare. För att lyckas med implementeringen krävs det att dessa har god kunskap om VDC och vad det innebär så att de kan se eventuella nyttoeffekter vilket påverkar dem och ökar deras motivation att inkludera VDC i avtal. Genom att värna om de resurser som företaget besitter inom VDC samt erbjuda utveckling kan företaget framstå som attraktivt och locka till sig nya medarbetare och kunder (NCC, 2013c).

Arbetsmetoder

I dagsläget anses de arbetsmetoder som NCC använder för VDC-arbete som komplicerade och onödigt svåra, vilket gör att användarna undviker dessa. Därför krävs förtydliganden kring vilka program som finns samt hur de kan och ska användas. Vidare bör resultatet av VDC-arbetet mätas och nyttoeffekter redovisas för att förstärka intrycket av att VDC är en lönsam arbetsmetod (NCC, 2013c).

Programvaror

I dagsläget fungerar vissa programvaror för VDC-arbete inte enligt plan vilket försvårar tillämpningen av arbetsmetoden. Det program som används för automatiserad mängdning kräver väldigt höga kunskaper om hur programmet fungerar och en allmänt god IT-kunskap. Målet är att succesivt uppdatera de programvaror som används för att öka användarvänligheten (NCC, 2013c).

3.5.2 Standard för detaljeringsnivå hos NCC

Under vintern 2014 har NCC arbetat med att ta fram en gradering och beskrivning av olika detaljeringsnivåer i BIM-modeller. Syftet med detta är att underlätta beställningar av handlingar och säkerställa att de modeller som används innehåller den önskade informationen.⁵ Graderingen av detaljeringsnivåerna innehåller sex olika steg: LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400, LOD 450 och LOD 500. Ju högre nivån är desto mer utförliga är kraven på modellerna. Kraven i de olika stegen adderas till det som föreskrivits för underliggande nivåer (NCC, 2013c). Något som skiljer denna modell från andra är att det finns två olika kategorier som graderas: Orientering och information. Följande beskrivningar bygger på den av NCC framtagna skalan över Level of Details.

Orientering

Traditionellt sett har byggnadsmodeller används i visuella syften för att beskriva hur en byggnad ser ut och vart det är placerat. Detaljeringen på den typen av information regleras av detaljeringsnivån gällande orientering i NCC:s nya modell. Vad gäller orienteringen finns tre olika steg av informationskrav: De som gäller för LOD 100, för LOD 200-450 och för LOD 500.

Information

Den stora skillnaden mellan 3D-CAD och BIM är möjligheten att förse modellen med information som ej är orienteringsrelaterad. Kraven på information i modellerna utvecklas för varje steg i graderingen. Följande beskrivning av kraven för de olika nivåerna är hämtade från NCC:s rapport VDC-beskrivning hus (2013).

LOD 100

⁵ Karl Liberg, VDC-specialist NCC, 2014-03-18

De orienteringsrelaterade kraven som ställs på BIM-modellen i den lägsta nivån är att den totala volymen för de olika enheterna som finns på den aktuella fastigheten anges och visualiseras på ett korrekt sätt. Vad gäller information så behöver byggnadsarean samt byggnadens höjd anges.

LOD 200

De orienteringsrelaterade kraven på denna nivå gör gällande att generiska rumsobjekt ska visualiseras på ett korrekt sätt i modellen. De olika planen och utrymmena mellan bjälklagets överkant och takets innerkant ska även visualiseras på ett tydligt sätt. Vad gäller information ska golvarean för de olika våningarna anges samt att de olika byggdelarna ska beskrivas, exempelvis vägg, golv, tak.

LOD 300

Kraven gällande orientering är desamma för denna nivå som för föregående. De krav som ställs på informationen är att funktionen för de olika ytorna och de olika byggdelarna ska specificeras. Denna nivå ställer även krav på att väggarean för de olika ytorna specificeras.

LOD 400

Kraven på de orienteringsrelaterade aspekterna är desamma för denna nivå som för LOD 200. Här ska informationen innehålla typbestämning av de olika byggdelarna. De olika rummen ska även numreras och ha specificerade funktioner och beskrivningar. Möjliga tillval ska listas och kopplas mot beskrivningarna av de olika rummen för att skapa en förståelse gällande vilken förändring av rummets funktion som ett tillval innebär.

LOD 450

I denna nivå ska produktval redovisas för de olika byggdelarna. Kraven för orienteringsegenskaperna är fortsatt oförändrade.

LOD 500

För att uppnå LOD 500 krävs det att modellen överensstämmer med den byggnad som producerats, både vad gäller orientering och information. Således är denna nivå möjlig att uppnå först när produktionen avslutats och inga ytterligare förändringar av byggnaden kommer att göras.

3.5.3 NCC:s krav på detaljeringsnivåer

I dagsläget har NCC inte formulerat någon officiell kravbild gällande detaljeringsnivåer i olika projektskeden. Nedan presenteras de krav som NCC:s VDC-enhet i Göteborg skulle vilja ställa på BIM-modeller i olika skeden av ett projekt.

Beteckning	Aktör
A	Arkitektur
I	Installation
K	Konstruktion

Tabell 6: NCC:s kravbild på detaljeringsnivåer i olika skeden (NCC:s VDC-enhet i Göteborg, 2014).

Skede	Utredning		Projektering			Produktion	
	Förstudier	Program-handling	Förslags-handling	System-handling	Bygg-handling	Produktions-handling	Relations-handling
LOD 100	I	I					
LOD 200	A, K	A, K	A, I	I			
LOD 300		A, K	A, K	A, I			
LOD 400				K	A, I		
LOD 450					K	A, I	
LOD 500						K	A, I, K

Som tabellen ovan visar vill NCC ställa olika krav på informationsmängden från olika aktörer beroende på projektskede. Gemensamt för alla aktörer är att den slutliga modellen ska uppnå den högsta nivån och överensstämja med den färdiga byggnaden. I övrigt kan urskönjas att kraven gällande detaljeringsnivå är något högre för konstruktörer än för arkitekter, medan installation ligger något under de övriga aktörerna fram till dess att bygghandlingar ska produceras. I tabellen förekommer i vissa fall samma aktör två gånger i samma kolumn, vilket betyder att olika delar av den aktörens arbete kräver olika detaljeringsnivåer.

4 Intervjuer

Respondenternas svar på intervjuerna ligger till grund för resultatet av undersökningen. Intervjuunderlaget är uppdelat i en kvalitativ studie som har kartlagt aktörens inställning till VDC idag, samt på vilket sätt det utgör en del i yrkesutövningen. Utöver den kvalitativa delen har respondenterna ombetts fylla i ett formulär där den motiverade informationsnivån har identifierats. Detta möjliggör jämförelser och slutsatser kring dels vilken inställning som finns till VDC och hur arbetet kan stötta, och dels i vilken utsträckning modellerna behöver fyllas med information genom projektet enligt respondenterna. Nedan presenteras resultatet av intervjuerna med de olika intervjuobjekten.

4.1 Kvalitativ del

Den kvalitativa delen av intervjuerna som presenteras nedan är uppdelad efter typ av aktör. Intervjuunderlaget till de kvalitativa delarna återfinns i Bilaga 2.

4.1.1 Arbetsledare

Arbetsledarens roll är att vara en länk mellan yrkesarbetare och ledning av byggprojektet. Under studien har två arbetsledare intervjuats och intervjumaterialets kvalitativa del har anpassats för att fånga in de arbetsmoment som arbetsledaren behandlar samt på vilket sätt denne berörs av arbetet med VDC.

De arbetsledare som intervjuats är båda anställda av NCC och har mindre än 10 års branschrelaterad yrkeserfarenhet var. Båda uttrycker att BIM kan användas för att stötta produktionen, men resultatet från vardera intervjun redovisas nedan.

Arbetsledare 1

Arbetsledaren ser BIM som ett verktyg och hjälpmedel för att skapa tydlighet i byggprojekt. En virtuell modell kan användas för att på ett snabbt och enkelt sätt redovisa något som det hade krävts flertalet traditionella ritningar för att redovisa. Dock gör bristen på kunskap om BIM att det inte används till fullo och utbildning i hantering av BIM-program förespråkas. Det stöd som VDC-koordinatören bidrar med för att projektet ska kunna genomföras som planerat med önskad nivå på VDC-arbetet upplevs som tillräckligt.

I dagsläget är traditionella ritningar det som används ute i produktionen, modellen ses endast som ett komplement. Därför är det viktigt att alla aktörer som är inblandade i projekten informeras om att modellen finns och att de har möjlighet att använda sig av den för förtydliganden.

”Modellen borde finnas tillgänglig på en stor skärm på platskontoret så att de som arbetar kan komma in och kolla i den för att förtydliga de traditionella ritningarna.”

För att öka användandet av BIM-modeller och gå mot ett VDC-anpassat arbetssätt så krävs det att byggprocessens olika aktörer känner sig delaktiga i implementeringen av VDC. På så sätt ökar viljan att engagera sig och utveckla sin kompetens inom VDC. I dagsläget har de inblandade möjlighet att påverka VDC-arbetet och engagera sig främst genom mötena där arbetsberedningen planeras.

”I ett projekt finns väldigt mycket information och en del kommer alltid att

förbises vilket skapar problem. Det går att göra situationen bättre, men det kommer nog aldrig att bli perfekt.”

I dagsläget finns det en motvilja mot ett VDC-orienterat arbetssätt inom produktion. Inom projekteringen är inställningen däremot mer positiv, då exempelvis installatörer har stor nytta av modellerna då de kan genomföra kollisionskontroller.

Arbetsledare 2

Det finns fördelar med ett BIM-integrerat arbetssätt och BIM kan användas som ett verktyg för att stötta produktionen. I det aktuella projektet används modellerna som framställs i mindre utsträckning än man skulle kunna önska. Arbetsberedningar skulle kunna ha stöd av modellerna exempelvis, men så sker inte idag. Modellernas användningsområden i produktionen är visualisering av detaljer kring installationer, men utöver detta används dem för att effektivisera projekteringen. Detta är något som är viktigt när projektering och produktion sker parallellt i projektet, men det vore fördelaktigt med större användbarhet ute på byggarbetsplatsen.

Anledningen till att användningen inte är större beror på olika saker.

- **Kompetensen:** Det saknas utbildning kring programmen som används och konkreta exempel på hur arbetsledarna kan använda modeller för att underlätta sitt arbete.
- **Användarvänligheten:** Programmen är svåra att använda och det känns omständigt att ta fram relevant information från modellen jämfört med från traditionella ritningar.
- **Inställningen från yrkesarbetare:** VDC är inte tillräckligt förankrat med yrkesarbetarna och det finns ett ”naturligt motstånd” och en skepsis mot den nya tekniken då man inte konkret kan visa på hur den underlättar det dagliga arbetet.

”Ska vi mängda i Solibri måste vi få lära oss Solibri.”

Något som framkom under intervjun var vikten av att göra en tydlig avvägning på hur mycket resurser som det är lämpligt att satsa på BIM i projektet. För små eller för okomplicerade projekt motiverar inte en stor satsning på BIM. Återkopplingen till modellerna styrs i dagsläget från arbetsledaren via projekteringsledaren till VDC-koordinatören som gör ändringar i modellen. Att ha en för detaljerad modell med krav på att alla små avvikelser måste uppdateras skulle skapa en stor arbetsbelastning som inte kan motiveras.

”Fokus måste alltid vara på att vi ska bygga ett hus, modellen är sekundär. Vi kan bygga ett hus utan modellen, det som är viktigt är att vi får den informationen som behövs i de olika stegen. Därför är det viktigt att det finns gränser för vilken tid och vilka resurser som ska läggas på modellen i olika steg.”

Arbetet med att ta fram en skala som gör det tydligare att specificera vilka krav som ställs på modellerna uppskattas och det är något som arbetsledaren efterfrågar. Om informationen som modellen innehåller inte används så är det inte motiverat att lägga tid och resurser på att importera den. För att modellen ska vara relevant på

arbetsplatsen måste både arbetsledare och yrkesarbetare känna att informationen är lättillgänglig och användbar.

”Modellen är ett hjälpmedel och får inte vara för avancerad. Det får inte heller finnas för mycket information. Den information som finns i modellen måste vara konkret, annars kommer inte människor att vilja arbeta med den.”

För att förbättra VDC-arbetet efterfrågas framförallt mer utbildning, större användarvänlighet och tillämpbarhet av tekniken ute på byggarbetsplatsen.

4.1.2 Platschef

Platschefens uppgift är att ansvara för byggprojektets genomförande. Detta innebär koordinering och ansvar över planering, logistik, arbetsmiljö och ekonomi. Under studien har en platschef intervjuats och intervjumaterialet har anpassats för att besvara hur VDC påverkar de olika ansvarsområdena och påverkar interaktionen med de olika aktörer som en platschef behöver samarbeta med.

Platschef

I dagens byggprojekt är den främsta nyttan med VDC-arbetet att kunna öka förståelsen bland de inblandande genom visualiseringar. 3D-modeller förtydligar och har potential att ge en mer övergripande bild av projektet. Genom att genomföra krocktester med hjälp av modeller åskådliggörs problematik innan den uppstår ute på bygget. Även i det förberedande arbetet med att ta fram APD-planer är visualiseringsmöjligheterna betydelsefulla.

Platschefen poängterar även fördelen med att kunna göra kalkyler i tidigare skeden, framförallt när slutkunden inte är bestämd i tidigt skede. Det gör att utvärderingen av olika alternativ kan ske snabbare. BIM används i dagsläget för övergripande analyser och prognoser, men de juridiskt bindande dokumenten är alltid ritningar.

Problematiken med VDC-arbetet är i dagsläget främst den ojämna kunskapsnivån på byggarbetsplatsen. Som platschef är det svårt att få en tydlig uppfattning om vad man kan få ut av modellen och hur den kan underlätta arbetet. Med stor arbetsbelastning är det svårt att hinna fördjupa sig i BIM-användning parallellt med skötseln av projektet.

”På frågan: ”Vad kan jag få in i modellen?” så svarar de som kan VDC – allt.”

De som kommit längst är projektörer. Bland installatörer finns ett ”naturligt motstånd” och en vana att arbeta enligt traditionella tillvägagångssätt. Som platschef upplevs det dock att det hade varit fördelaktigt om installatörerna använde sig av modellen i större utsträckning. Även i rollen som platschef hade en större kunskap om hur man faktiskt stöttar det dagliga arbetet varit potentiellt värdefull.

”Jag använder nog knappt hälften av allt som finns att få ut.”

4.1.3 Projekteringsledare

Som projekteringsledare ansvarar man för att projekteringen genomförs på ett sätt som tillgodoser kundens önskemål på byggnaden. För att möjliggöra detta är det viktigt att samordningen mellan de olika aktörerna i projektet fungerar och att lösningarna som framtas tillgodoser behovet hos samtliga intressenter. Studien innefattar intervju med en projekteringsledare.

Projekteringsledare

Projekteringsledaren har nytta av att BIM används i byggprojektet och användningen av modeller förväntas öka i framtiden. I dagsläget används främst modellerna till att göra krocktester och för att underlätta visualiseringar, men det finns potential i att samla och hämta data ur modeller. I dagsläget är användningen av exempelvis automatiserad mängdavgivning från modeller begränsad, men med bättre kunskap och teknik skulle resursanvändningen kunna minskas för att genomföra detta moment i framtiden.

Den underlättade visualiseringen är den främsta fördelen med VDC i produktionskedet, men BIM är fortfarande ett komplement till de skriftliga ritningarna som är de gällande handlingarna. Det är viktigt att hantera riskerna med att motstridiga dokument skapas och i dagsläget är modellen underställd ritningen i hierarkin. BIM-kiosk är ett sätt att stötta produktionen genom att öka tillgängligheten till modellen, men det är viktigt att uppdatera och kontrollera att handlingar i olika form stämmer överens.

Förekomsten av tydliga styrdokument för CAD-poolen är viktigt för att VDC-arbetet ska fungera. I dagens byggprojekt ska mer teknik installeras med mindre marginaler än tidigare. Detta ställer större krav på projekteringsarbetet och förmågan att arbeta tillsammans i byggprojekten för de olika specialister som är verksamma. För projekteringsledaren är det viktigt att kommunikationen mellan olika aktörer fungerar så bra som möjligt och att information och förväntningar kan förmedlas med tydlighet och effektivitet. Något som efterfrågas är möjligheten att åskådliggöra förändringar i modellen på ett bättre sätt.

”För att ha nytta av det [BIM-modellerna] måste vi ha verktygen att jobba med dem.”

Det som i dagsläget uppfattas som orsaken till att BIM inte används i större utsträckning är utbildning och kunskap. Många aktörer använder dataprogram på något sätt, även utländska aktörer som NCC anlitat vet vad BIM är, men kunskapsklyftorna försvårar samarbetet. Även om uppfattningen är att ”BIM är framtiden” så krävs det att man förstår varandra och kan samarbeta för att VDC ska tillämpas framgångsrikt.

”Stor skillnad i vad som finns, och vad som används.”

Användande av BIM kan även leda till att arkitektens kreativitet hämmas, då det inte går att skissa på samma sätt i BIM-program där färdiga byggdelar används som vid traditionella arbetsmetoder.

4.1.4 Tekniska konsulter

Studien innefattar intervjuer med två konsulter med olika roller i byggprojekt. Den ena av dem är utbildad byggnadsingenjör och arbetar för ett arkitektkontor och den andre arbetar som VVS-konsult. Som samarbetspartner till entreprenadföretag är det viktigt att arbetssättet är kompatibelt med det hos uppdragsgivaren och att kommunikationen mellan parterna fungerar. Intervjumaterialet har apassats för att ge svar på hur förväntningarna ser ut från uppdragsgivaren, hur samarbetet med VDC påverkar resultatet av projekten och hur detta samarbete påverkas av kommunikation kring krav på VDC. De tekniska konsulternas svar redovisas nedan.

Arkitekt

Arkitekten upplever främst positiva effekter till följd av arbete med BIM och VDC i möjligheten att få en omfattande överblick av projektet, samt som ett sätt att samla all information på ett och samma ställe. Potentiella nyttoområden framöver är automatiska mängdavgtagningar samt möjligheten att knyta en tidsplan till modellen och genomföra simuleringar av byggprojekt. Dock upplevs problem med att väldigt mycket information lagras i modellerna vilket gör dem väldigt prestandakrävande och svårarbetade. För att hantera detta kan flera mindre modeller skapas, vilket i så fall ställer högre krav på väl fungerande system för namngivning och uppdateringar. En annan problematik som uttalats av vissa arkitekter är svårigheten att skissa med BIM-modeller. Att formulera idéer och arbeta fram kreativa förslag anses av vissa vara lättare med traditionella metoder.

I dagsläget levereras traditionella ritningar i de flesta beställningar, trots att arbetet med att ta fram dem sker i BIM-program. Detta är något som är relativt tidsödande, då det extra arbetet som det kräver att framställa ritningar tar flera timmar i anspråk. Dock upptäcker allt fler beställare nytta i att ha tredimensionella modeller och vissa vill även knyta information till dessa. Skillnaderna i krav gäller oftast vilken nivå av information som ska finnas, men vad gäller orientering och visualisering förväntar sig beställarna ungefär samma nivåer i samtliga modeller.

I dagsläget finns det en relativt hög tydlighet vad gäller informationskraven på beställningar av BIM-modeller genom de krav som specificeras i upphandlingen och avtalet. Dock använder sig sällan beställarna av all den information som finns i modellen, utan skaffar sig denna på annat sätt. Exempelvis är manuell mängdning fortfarande det absolut vanligaste sättet att arbeta, istället för att ta ut informationen direkt från modeller. Modeller används primärt för att genomföra samgranskningar mellan olika discipliner samt för att visualisera den färdiga byggnaden för slutkunden.

VVS-konsult

VVS-konsulten är positivt inställd till att arbeta med BIM och VDC. I dagsläget genomförs allt arbete i BIM-miljö och detta leder till att verkliga produkter kan specificeras i tidiga skeden, vilket underlättar och förbättrar samgranskningar och kollisionkontroller. I de fall som traditionella ritningar ska levereras tas dessa från modellen och arbetet med omvandlingen tar ingen nämnvärd tid i anspråk.

När flertalet aktörer är inblandade i samma projekt och använder sig av olika programvaror uppstår kompatibilitetsproblem och risk finns att information försvinner på vägen. Genom att involvera alla aktörer i tidiga skeden så kan man skapa en gemensam bild av projektet och upprätta kommunikationsvägar vilket gör att problem i senare skeden i många fall kan undvikas.

Möjligheten att ersätta traditionella ritningar med modeller ses inte som ett realistiskt alternativ inom en snar framtid. För att kunna göra detta krävs det att projekten är stora för att nyttoeffekterna ska överstiga den extra tiden och kostnaden som BIM-arbete kräver.

I dagsläget uppstår ofta oklarheter gällande hur detaljerade modellerna ska vara och hur BIM-arbetet ska gå till. Speciellt i tidiga skeden finns ofta otydligheter gällande hur arbetet ska ske, vilket försvårar exempelvis anbudsförfarandet.

”BIM är ett väldigt stort och nytt begrepp som har olika betydelse för olika aktörer ((...)) Ofta kan beställare ställa krav på att BIM ska användas, utan att tydligare specificera på vilket sätt.”

I dagsläget upplevs ett motstånd mot BIM-modeller från produktion som beror på att yrkesarbetarna känner en osäkerhet kring korrektheten i modellerna. Därför är det av stor vikt att ha en nolltolerans mot kollisioner i modellerna för att göra dem trovärdiga, även om detta kan få som följd att väldigt mycket arbete läggs på utformningen av modellerna trots att det arbete som ska utföras skulle kunna utföras utan stöd av modellen.

”Vissa problem löses väldigt lätt ute på byggarbetsplatsen men kräver väldigt mycket jobb i modellerna för att det ska vara korrekt. Dock så krävs det att modellerna är helt korrekta och utan kollisioner för att överbygga det motstånd som finns mot att arbeta med BIM ute i produktionen.”

4.2 Kvantitativ del

Den kvantitativa delen av intervjuunderlaget återfinns i Bilaga 3. Under denna del ombads respondenterna att markera med kryss vilken LOD i BIM-modeller som de ansåg motiverad i de olika projektskedena. Respondenterna uppmanades till att tänka högt och resonera kring svaren, varför resultatet från denna del även innefattar kvalitativa uttalanden som bidragit till att ge en tydligare bild kring respondenternas tankar kring både materialet och innehållet. Respondenternas svar redovisas i Tabell 6.

Beteckning	Respondent
A	Arkitekt
AL1	Arbetsledare 1
AL2	Arbetsledare 2
PC	Platschef
PL	Projektledare
V	VVS-konsult

Skede	Utredning		Projektering			Produktion	
	Handling	Handling	Handling	Handling	Handling	Handling	Handling
LOD 100	Förstudier	Program-handling	Förslags-handling	System-handling	Bygg-handling	Produktions-handling	Relations-handling
LOD 100	AL1, AL2, PC, PL	A	A				
LOD 200	AL2, V (PL för kalkyl)	AL2, PC, V	PC				
LOD 300		PL	AL2, PL, V	A, PC, V	PC		
LOD 400		AL1	AL1	AL2, PL	A	A, AL2, PC	
LOD 450				AL1	AL2, PL, V	PL, PC, V	
LOD 500					AL1	AL1	A, AL1, AL2 PC, PL, V

Tabell 7: Sammanställning av svar på den kvantitativa undersökningen.

5 Resultat

Arbetets resultat baseras på den totala datainsamlingen som genomförts. Kapitlet är uppdelat enligt datainsamlingsmetod. I underkapitlet presenteras en sammanfattning av den information som använts för att besvara rapportens problemformuleringar.

5.1 Resultat av litteraturstudie

Nedan presenteras de resultat som utvunnits ur datainsamlingen med hjälp av litteraturstudie.

Byggbranschen i Sverige präglas allt mer av entreprenader där ett stort antal aktörer är inblandade. Speciellt i stora och komplexa projekt där den totala informationsmängden är stort tenderar många underentreprenörer att vara inblandade, vilket gör att det finns ett stort behov av tydliga och säkra informationsvägar. Så mycket som 13 procent av de totala produktionskostnaderna förväntas kunna sparas genom att skapa ett optimalt informationsflöde.

Genom att tillämpa VDC i projekt kan informationsdelningen förbättras vilket ökar både kvaliteten och kostnadseffektiviteten för byggprojekt. Undersökningar visar att i projekt där BIM använts har ÄTA-arbetena minskat med 50 procent, samt att konflikter mellan aktörers arbetsmoment beroende på felaktiga ritningar minskar med 90 procent.

Användandet av BIM-modeller med erfarenhetsåterkoppling har gjort att kostnadsestimeringar i tidiga skeden idag kan göras betydligt exaktare än vad som tidigare var möjligt. Genom att väga in olika byggdelaers livscykelkostnad istället för enbart produktions- och monteringskostnaderna kan bättre avvägda val göras vilket möjliggör en ökning av kostnadseffektiviteten i projekt. Studierna visar också att den arkitektoniska friheten inte behöver hämnas av att tydliga kostnadskrav ställs i tidiga skeden.

För att kunna dra nytta av de positiva effekterna som BIM kan ha krävs det att återkopplingen av tidigare projekt görs noggrant för att informationen om olika byggdelaers kostnad, produktionstid och funktion ska vara så korrekt som möjligt. På så sätt går det att i tidiga skeden ta fram kostnad- och tidsbedömningar, samtidigt som byggnadens funktionalitet gällande exempelvis värmegenomsläpplighet och ljudisolering kan vara anpassade till de krav som ställs från beställaren.

I dagsläget finns inte möjligheten för offentliga organisationer att ställa krav vid offentliga upphandlingar av byggprojekt om vilken arbetsmetod som ska tillämpas. Men beslut på EU-nivå gör att det finns en möjlighet att sådana krav kan komma att kunna ställas framöver. Detta skulle öka implementeringstakten för VDC och BIM i byggprojekt.

Gällande lönsamheten för investeringar i BIM och VDC-implementering visar undersökningar att den viktigaste faktorn för att lyckas är att engagera personalen i implementeringsarbetet. Genom att skapa ett intresse hos personalen och öka deras vilja att engagera sig och utöka sin kompetens, är chansen hög att en investering i BIM och VDC blir lönsam. Samtidigt visar studier att nyttan av BIM ökar exponentiellt med hur hög andel av ett projekts aktörer som använder sig av det, samt hur tidigt som BIM-arbetet inleds. Ett projekt där BIM-arbetet inleds tidigt och involverar en hög andel av projektdeltagarna har således bäst chans att lyckas.

De detaljeringsnivåer som NCC önskar i olika projektskeden och som presenteras i Tabell 5 under kapitel 3.3.2 visar att det inte är möjligt att ta fram ett gemensamt direktiv för lämplig detaljeringsnivå som passar samtliga arbetsområden. Då aktörerna utför olika typer av arbeten krävs det att kravställandet blir än mer specificerat än i den modell som presenteras i Tabell 5. Kraven som ställs från NCC att den färdiga modellen ska uppnå LOD 500 ställer höga krav gällande återrapportering av ändringar ute på byggarbetsplatsen: både stora och små.

De största fördelarna som identifierats till följd av tillämpning av VDC är möjligheten för olika aktörer att genomföra samgranskningar av sina respektive förslag. På så sätt kan eventuella kollisioner identifieras i tidiga skeden och avhjälpas innan produktionen påbörjas. Tidigare undersökningar visar att 3-5 procent av den totala kostnaden i byggprojekt består av ÄTA-arbeten som uppstår på grund av feltolkningar och bristande samordning. Även möjligheten att ta ut olika delmängder ur modellen är något som kan ge stora nyttoeffekter, förutsatt att modellen är korrekt och att mängdningen sker på rätt sätt. Genom att använda sig av en lättöverskådlig modell istället för traditionella ritningar finns även möjligheten att integrera intressenter med lägre byggteknisk kompetens i utformningen av en byggnad.

Möjligheten att använda sig av BIM-modeller för inköp och tillverkning av prefabricerade byggdelar är något som lämpar sig väl i ett allt mer industrialiserat byggande där det traditionella byggandet i högre grad ersätts av montering av prefabricerade byggdelar ute på byggplatsen. För att detta ska vara möjligt krävs det att modellen uppnår LOD 450 senast när produktionshandlingarna tas fram, vilket den ska göra enligt de krav som NCC ställer gällande detaljeringsnivå.

5.2 Resultat av intervjuer

Nedan presenteras de resultat som utvunnits ur datainsamlingen som genomförts med hjälp av intervjuer.

5.2.1 Kvalitativ del

Intervjuerna tyder på att olika aktörer har olika inställning och kompetens kring VDC och användningen av BIM-modeller. Det finns ett naturligt samband mellan att man i sin yrkesroll utvecklar ritningar och att man tar stöd av den nya tekniken. Arkitekten har mycket goda kunskaper om programvaror och är medveten om vilken potential som finns i modellerna om de används fullt ut. Inställningen från arkitekten är att man som beställare bör ställa tydliga krav på informationsmängden som ska levereras i BIM. Man skulle även kunna använda informationen för att effektivisera mängdavgivning och på sikt göra simuleringar av byggprocessen.

I produktionen är inställningen bland tjänstemännen i regel positiv till BIM, men man talar ändå om ett "naturligt motstånd" och en obenägenhet att lämna traditionella tillvägagångssätt och arbetsmetoder. Arbetsledarna som intervjuats ger en bild av att man som yrkesarbetare sällan litat fullt ut på modellerna. Det upplevs dessutom föreligga en risk att ett allt för stort, onödigt fokus läggs på modellen – en handling som ändå inte är giltig bygghandling. VVS-konsulten bekräftar bilden men talar om vikten att uppdatera modellen med aktuell information genom hela projektet. För att skapa ett förtroende för BIM så är det viktigt att man ser att modellen är korrekt och inte ger motstridig information jämfört med bygghandlingarna.

Både projekteringsledaren och arkitekten påpekar att det i tidiga skeden kan finnas en

svårighet i att arbeta med ett modellbaserat skissande. Det uppfattas av vissa som hämmande för kreativiteten att vara bunden av programmen och att för mycket information måste specificeras när man tar fram förslag.

Många aktörer uttrycker att kompetensen kring BIM är lägre än önskat. Det finns bland tjänstemännen ett intresse för att lära sig mer och den uttalade åsikten är i regel att man ser fördelar med att ta stöd av mer avancerad teknik i sitt arbete. Inom produktionen nämner både platschefen och arbetsledarna en möjlighet att utgå från modeller för att förbättra kommunikationen vid arbetsberedningar. Projekteringsledaren nämner att det, utöver tekniska begränsningar, finns många funktioner och möjligheter med BIM som man med mer utbildning skulle kunna använda i projekten. Även arkitekten, som besitter stora kunskaper om programmen som används för att ta fram ritningar, pratar om funktioner som skulle underlätta arbete och som med säkerhet redan finns, men som ännu inte används i organisationen. Att satsa resurser på utbildning av personalen som ska använda sig av BIM uttrycks som ett viktigt moment i den fortsatta implementeringen av VDC som arbetssätt.

För att tillämpningen av VDC ska kännas relevant efterfrågas tydligare exempel på hur man kan använda modellerna för att stötta det dagliga arbetet. Detta har framkommit i intervjuerna med arbetsledarna, som även varit tydligast i att de uppmärksammat ett upplevt motstånd från yrkesarbetare. För att kunna övertyga andra om att VDC är fördelaktigt vill man kunna visa på hur BIM faktiskt kan användas för att förbättra produktionen. Hjälpmiddel för bättre tillgänglighet till modellen efterfrågas också. BIM-kiosk är ett alternativ, men än hellre vill man se bärbara läsplattor ute på byggarbetsplatsen.

Införandet av en skala som specificerar vilken detaljnivå som en modell ska ha välkomnas av samtliga aktörer som intervjuats. En större tydlighet kring vad en BIM-modell innehåller och bör innehålla framstår som viktig för att förbättra kommunikationen i byggprojektet. VVS-konsulten beskriver en problematik med oerfarna entreprenörer som slarvigt uttrycker att de ställer ett generellt krav på BIM. Genom att knyta LOD till de olika projektskedena är det lättare att möta efterfrågan på modellen och undvika att antingen leverera för lite eller arbeta fram mer information än vad som faktiskt används. Arkitekten påpekar att kraven i regel är tydliga i och med den upphandling som sker inför varje uppdrag. Där specificeras vilka krav som ställs på handlingarna som ska överlämnas och vad modellerna ska användas till. Projekteringschefen uttrycker ett behov av både förbättring av kunskap och teknik för att kunna genomföra mer avancerade moment med stöd av modellen - automatiserad mängdtagning och simuleringar exempelvis. Förbättrad kommunikation är även det ett område som behöver utvecklas, och om ett förtydligande med hjälp av specificerade Level of Details leder till det, så stötts en framgångsrik implementering av VDC.

5.2.2 Kvantitativ del

Nedan presenteras de resultat som utvunnits ur datainsamlingen som genomförts med hjälp av intervjuunderlagets andra del. Resultatet redovisas i form av kommentarer till de svar som redovisats i kapitel 4.2. För att underlätta läsningen visas tabellen återigen nedan.

Tabell 8: Sammanställning av svar på den kvantitativa undersökningen.

Skede	Utredning		Projektering			Produktion		
	Handling	Förstudier	Program-handling	Förslags-handling	System-handling	Bygg-handling	Produktions-handling	Relations-handling
LOD 100		AL1, AL2, PC, PL	A	A				
LOD 200		AL2, V (PL för kalkyl)	AL2, PC, V	PC				
LOD 300			PL	AL2, PL, V	A, PC, V	PC		
LOD 400			AL1	AL1	AL2, PL	A	A, AL2, PC	
LOD 450					AL1	AL2, PL, V	PL, PC, V	
LOD 500						AL1	AL1	A, AL1, AL2, PC, PL, V

Baserat på Tabell 7 har följande resultat kunnat sammanställas:

- Det råder oenighet om vilken LOD som är mest lämpad för de olika projektskedena för att på bästa sätt stötta byggprojektets genomförande.
- Arkitekten önskar LOD 100 fram till och med framtagandet av förslagshandlingen och kommenterar att kreativiteten kan hämmas av att det är svårare att skissa med hjälp av modeller.
- Platschefen och projekteringsledaren, två högre tjänstemän som enligt NCC:s vision ska premieras vad gäller utbildning inom VDC, har olika åsikter om vilken LOD som är lämplig. Projekteringsledaren anser att en högre nivå är lämplig, med mer information i modellen i tidigare skeden jämfört med platschefen. Platschefens svar tyder på att han inte anser sig ha nytta av den mängd information i modeller som projekteringsledaren rekommenderar i dagens byggprojekt.

- Parterna är eniga om att man bör sträva efter att framställa modeller med LOD 500. Det innebär modeller som representerar byggnaden som den faktiskt byggts. Av de kvalitativa intervju svaren framkommer det dock att det finns olika inställning till i vilken utsträckning mindre ändringar och detaljer ska modelleras.
- LOD-skalan i sin nuvarande utformning är inte nog specificerad och tydlig för att alla aktörer ska kunna ange en nivå i varje projektskede.

6 Slutsatser

Arbetets slutsatser bygger på resultatet som presenterats i föregående kapitel. Slutsatserna består av de rekommendationer kring detaljeringsnivå som arbetet, baserat på den totala datainsamlingen, kommit fram till. Detta redovisas i Tabell 8 och därefter följer genomgång och motivering för de olika projektskedena. Utöver detta presenteras slutsatser som riktas mot rapportens övriga problemformuleringar.

Tabell 9: Rekommenderad detaljnivå baserat på projektskede.

Skede	Utredning		Projektering			Produktion	
	Förstudier	Program-handling	Förslags-handling	System-handling	Bygg-handling	Produktions-handling	Relations-handling
LOD 100	X						
LOD 200		X					
LOD 300			X	X			
LOD 400					X		
LOD 450						X	
LOD 500							X

Motivering

Den rekommenderade detaljnivån under förstudien är LOD 100. Detta motiveras av att BIM-arbetet gynnas av att modeller initieras tidigt i byggprojektet, samtidigt som mer specifika detaljer inte är kända i detta skede. Vid framtagandet av programhandlingen rekommenderas LOD 200. Detta motiveras av att byggnadens funktion definieras i detta skede och således behövs information om de olika våningsareorna och rumshöjder. Detta för att nå fördelarna med arbetssättet *Design steering*.

I projekterings första skede där en förslagshandling tas fram rekommenderas LOD 300. Detta motiveras av att man i detta skede behöver kunna definiera byggnadens olika delfunktioner. Denna information krävs för att man ska kunna inleda ett resonemang kring utformningen av byggnadens tekniska system, vilket möjliggör engagemang av byggtkniska aktörer i ett tidigt skede av byggprojektet. Även för systemhandlingen rekommenderas LOD 300 då de olika tekniska systemen som utformas i detta skede inte behöver typbestämmas utan enbart ha en definierad funktion. För bygghandlingen rekommenderas LOD 400 då de olika byggdelarna behöver typbestämmas för att dessa ska kunna användas som produktionsunderlag och skapa tydlighet för de olika inblandade aktörerna.

För produktionshandlingarna rekommenderas LOD 450. Detta då alla byggdelar i detta skede behöver produktbestämmas så att inköp och tillverkning ska kunna ske. Detaljeringsnivån LOD 450 förbättrar förutsättningarna för användandet av prefabricerade byggdelar. För relationshandlingarna rekommenderas LOD 500 för

att den slutliga modellen ska överensstämma till fullo med den färdiga byggnaden. Detta stöds av det faktum att det i intervjuerna framkommit att det finns ett ”naturligt motstånd” mot VDC och BIM inom produktionen då man inte till fullo litar på modellerna. Därför måste modellerna uppdateras och revideras med alla de ändringar som sker i produktionen för att vara förtroendeingivande.

Svar på arbetets övriga problemformuleringar

- Hur upplever aktörerna i ett projekt att kommunikationen och tillämpningen av VDC kan förbättras?

Införandet av en LOD-skala kommer underlätta kommunikationen och gynna tillämpningen av VDC i NCC:s byggprojekt. En förutsättning är att LOD-skalans nivåer är tydliga och beskriva på ett sådant sätt att tjänstemännen förstår dem.

- Vad krävs för att implementeringen av VDC ska bli gynnsam för specifika aktörer?

Aktörerna efterfrågar en större tydlighet gällande hur BIM-modellerna ska användas. Konkreta exempel på vad modellerna kan användas till samt hur VDC kan stötta det dagliga arbetet efterfrågas.

- Vilken information används och vilken information skulle man önska fanns i BIM i dagens byggprojekt?

I dagsläget är kunskapsnivån på området VDC ojämnt fördelad mellan aktörerna. För att motivera en höjd detaljeringsnivå måste informationen användas, och detta skulle möjliggöra ett effektiviserat genomförande av byggprojektet. För att höja den motiverade detaljeringsnivån krävs mer utbildning av byggprojektets aktörer.

- Hur väl överensstämmer NCC:s målsättningar gällande VDC med hur verksamheten ser ut i dagens byggprojekt?

Målsättningarna svarar inte mot det rådande arbetet i dagens byggprojekt. För att nå den fulla potentialen med BIM krävs mer utbildning för samtliga aktörer, samt tydligare kommunikation mellan aktörerna.

7 Diskussion

Intervjuerna har dels inhämtat kvalitativa och dels kvantitativa uppgifter från respondenterna. De kvalitativa svaren har möjliggjort en djupare förståelse av problematiken kring VDC-implementering samt hur detta knyter an till NCC:s framtagna LOD-skala. När intervjuobjekten får svara öppet på frågorna möjliggörs belysande av problem och aspekter som författarna initialt inte trodde hade någon inverkan. Det rekommenderas således att även i framtida studier på området låta respondenter tala öppet om användningen av BIM och beskriva på vilket sätt de anser att en skala över Level of Details kan påverka deras användning och uppfattning av BIM.

Intervjuunderlagets andra, kvantitativa del innebär att svar inhämtas som konkret ger svar på vilken LOD som anses mest lämplig i de olika projektskedena. För att säkerställa att svaren är användbara och att respondenterna uppfattat skalan på samma sätt är tydligheten i formuläret av stor betydelse. För att även skalan ska vara tillämpbar i framtiden är det viktigt att nivåerna är definierade på ett tydligt sätt och användandet av skalan förankras i organisationen. Flera av respondenterna har uttryckt att det finns en osäkerhet i både vad som är möjligt och vad som menas i diskussioner kring BIM. Initiativet med definierade nivåer på detaljeringsgrader är således välkommet och materialet bör anpassas för att tillgodose aktörernas behov av att kunna kommunicera effektivare med varandra.

Det totala antalet respondenter hade, i en mer omfattande studie, med fördel kunnat ökas. Ambitionen med att inhämta svar från en större andel aktörer har lett till att det ofta bara har varit praktiskt möjligt att inhämta svar från en respondent per yrkeskategori. Detta leder till en statistisk osäkerhet gällande hur pass generella svaren kan anses vara. Rapportförfattarna anser dock att arbetet fyller sitt syfte genom att belysa problematiken kring implementerandet av en skala över Level of Details. Arbetet ger en grov uppskattning om vilka yrkeskategorier som berörs av implementeringen och vilka krav som dessa har på BIM för att de ska anse att det är användbart i genomförandet av byggprojekt.

Respondenterna är eniga om att relationshandlingen i produktionsskedets sista steg bör uppnå nivån LOD 500. Även litteraturen beskriver fördelar när all information om byggnaden, "as built", finns samlad i en modell. Arbetsinsatsen och resurserna för att framställa sådana modeller måste dock jämföras med beställarens krav och vilken användning av modellen som är intenderad. I dagsläget framstår det som att varken entreprenörer, konsulter, UA eller beställare i hög utsträckning använder funktioner i modeller som kräver en detaljeringsnivå på LOD 500. Men studier om möjligheterna att både öka effektiviteten och generera kundnytta till beställaren genom att framställa kompletta modeller över byggnaden som relationshandling bör undersökas vidare i framtiden.

8 Källor

Böregård, N., Degerman, C. (2013) *Implementering av Virtual Design and Construction inom husproduktion*. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola. (Examensarbete inom institutionen för bygg- och miljöteknik: avdelningen för Construction management).

Carenholm, S. Ryd, N. (2008) *Tidiga skeden i planering, bygg och förvaltning*. Stockholm: Sveriges Arkitekter och Byggherrarna

Dahlberg, H. et al. (2013) *Slutrapport Fokus I – BIM med BSAB*. Stockholm: Svensk Byggtjänst, NCC och SBUF.

de Haan, H. J. (2014), More Insight from Physics into the Construction of the Egyptian Pyramids. *Archaeometry*, vol. 56, s. 145–174.

Dobson, M. S. (2004) *The triple constraints in project management*. Vienna: Management Concepts.

Eastman, C. et al. (2011) *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, Second Edition*. Hoboken: John Wiley & Sons.

Fernström, G. (2006). *Från byggherre till strategisk partnering : executive bok om den senaste utvecklingen inom partnering*. Stockholm: Fernia Consulting.

Fröjdfeldt, I. och Leijon, A. (2008) *Prefabricerade byggelement*. Gävle: Högskolan i Gävle. (Examensarbete inom institutionen för teknik och byggd miljö. Avdelningen för byggnadsteknik).

Gao, J. (2011) *A characterization framework to document and compare BIM implementations on construction projects*. Stanford: Stanford University (Department of civil and environmental engineering).

Gustavsson, H. et al (2012) *Detaljeringsnivå i BIM*. Göteborg: Skanska Sverige AB: Skanska Teknik.

Jongeling, R. (2008) *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt*. Luleå: Luleå tekniska universitet. (Forskningsrapport inom Institutionen för samhällsbyggnad, Avdelningen för Byggproduktion).

Kam, C. et al. (2013) *The VDC Scorecard: Formulation and Validation*. Stanford: Stanford University (Department of civil and environmental engineering).

Kärrman, L. & Magnusson, J. (2013) *Detaljeringsnivåer av BIM i anläggningsbranschen*. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola. (Examensarbete inom institutionen för bygg- och miljöteknik: avdelningen för Construction management).

McGraw-Hill Construction (2012) *The Business value of BIM*. Bedford: McGraw-Hill Construction.

- Nationalencyklopedin (2014a) *Plan*.
<http://www.ne.se/plan> (2014-03-01).
- Nationalencyklopedin (2014b) *Planering*.
<http://www.ne.se/planering> (2014-03-01).
- NCC (2010) *Virtual construction*.
<https://www.ncc.se/en/About-NCC/This-is-how-we-work-/Virtual-construction/>
 (2014-03-18).
- NCC (2012) *Virtuellt byggande*.
<https://www.ncc.se/OM-NCC/Sa-arbetar-vi/Virtuellt-Bbyggande/> (2014-03-18)
- NCC (2013a) *Vår strategiska inriktning*.
<http://www.ncc.se/sv/OM-NCC/Sa-arbetar-vi/Var-strategiska-inriktning/> (2014-03-05).
- NCC (2013b) *NCC Construction*
<http://www.ncc.se/sv/OM-NCC/NCC-i-Sverige/NCC-Construction/> (2014-03-05)
- NCC (2013c) *VDC-beskrivning hus*. Göteborg: NCC Construction (VDC Beskrivning Hus - Kvarnbyterrassen)
- NCC (2013d) *NCC och VDC - En gemensam bild effektiviserar*. NCC Construction (VDC Beskrivning Hus - Kvarnbyterrassen)
- NCC (2014) *NCC i Sverige*.
<http://www.ncc.se/sv/OM-NCC/NCC-i-Sverige/> (2014-03-05)
- Olatunji, O-A. (2011) modeling the costs of corporate implementation of building information modeling. *Journal of financial management of property and construction*, vol 19, nr 3, pp. 211-231.
- Patel, R & Davidson, B (2003). *Forskningsmetodikens grunder: Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. 4:e upplagan. Lund: Studentlitteratur. ISBN 91-44-02288-3
- Svensk Byggtjänst (2007) *Besparingsmöjligheter genom effektivare kommunikation i byggprocessen*.
<http://www.byggtjanst.se/Images/pdf/besparingsmojligheter.pdf> (2014-03-01).
- Svensk Byggtjänst (2014) *Studenthandledning byggprocessen*.
http://www.byggtjanst.se/PageFiles/95715/byggprocessen_handledning_studenter.pdf
 (2014-05-06)
- Sveriges Byggindustrier (2009) *Planering I byggproduktion*. Göteborg: Prolog bygglogistik.
- Sveriges Byggindustrier (2013) *30 största byggföretagen i Sverige*. www.bygg.org
 (2014-03-05).

Bilaga 1

VDC - projektomfattning		Överlämning	Erfarenhetsåterföring
VDC-koordinator	Tidiga skeden Upprätta VDC Krav Delta i konsultupphandling	Samordna / kvalitetsssäkra leverans Samordna arkivering	Följa upp och sammanställa mål och mätetal Sammanställa VDC-erfarenheter från projektet
	Projektering Presentera VDC Beskrivning Underhålla VDC Krav Upprätta samordningsmodell Upprätta 3D APD/TA-Plan Hantera modellbaserad information Genomföra kollisionskontroll Kvalitetskravvalidera modeller	Produktion Presentera VDC Beskrivning Hantera mål och mätetal Underhålla samordningsmodell Underhålla 3D APD/TA-Plan	Anpassa leverans av DoU-modell till kund
VDC-specialist	Upprätta VDC Handlingsplan/Beskrivning Fastställa mål och mätetal Upprätta tidiga modeller • Anbud • Planering • Mångning • Visualisering • APD-plan Simulera Analysera • Ythantering • Optimeringar • etc... Upprätta kravspecifikation för laserscanning	Simulera • Tidsplanering • Arbetsberedning Genomföra VDC Arbetsplats Informationshantering • Visualisering Genomföra modellbaserad mängdtagning Säkerställa modellbaserad utsättning/maskinstyrning	Obligatorisk aktivitet

Figur 6: Matris över NCC:s arbete med VDC (NCC, 2013c).

Bilaga 2

Underlag för de kvalitativa delarna av intervjuerna

Projekteringsledare och platschef

Profilering

Hur länge har du jobbat i byggbranschen?

Hur länge har du jobbat på NCC?

Hur länge har du haft nuvarande befattning?

Vilken är din högsta utbildning?

Inledande frågor

1. Vad är din bild av BIM och VDC, beskriv ganska kortfattat.
2. Ser du nytta i att använda dig av BIM och VDC:
 - a) På byggarbetsplatsen?
 - b) I projekteringen - för att ge bättre förutsättning att "fortsätta" i produktionen.
 - c) För beställaren?
3. När ska BIM - arbetet inledas för att kunna underlätta i produktionen?
4. I vilken utsträckning används byggnadsmodeller som informationsbärare (som komplement/ersättande av ritningar)
 - a) Får du tillräckligt med information från modellen, eller behöver den kompletteras med annan dokumentation.
 - b) Skulle modeller kunna ersätta ritningar?
 - c) eller på något konkret sätt kunna förändras så att relevant information blev lättare att hämta/tillräcklig?
5. I vilken utsträckning används byggnadsmodeller för visualisering?
 - a) Uppfattar du det som ett fördelaktigt sätt att åskådliggöra byggnaden och byggprocessen? Vad har folk i din omgivning uttryckt?
 - b) Vem har nytta av visualiseringarna? YA, beställaren eller ledning?
6. På vilket sätt har du möjlighet att påverka byggnadsmodellen och bidra med dina kunskaper?
7. Är informationen i byggnadsmodellen tillräckligt utförlig och specifik, eller för inskränkt, då du först får möjlighet att påverka innehållet?
 - a) På vilket sätt påverkar det ditt arbete - extraarbete, gör-om-gör-rätt?

Yrkesspecifika frågor

1. Vilka yrkesroller kommer du i kontakt med i samband med arbete knutet till BIM?
 - a) Tillräckligt? Saknas någon?
2. Känns det som att ni kommit lika långt/är införstådda med varandra vid gemensamt arbete med BIM?
 - a) Vem har kommit längst?
3. Hur utvecklas detaljnivån på modellerna? Byggs modellen successivt på med information på ett logiskt sätt och hur löser ni intressekonflikter i projektering/samordning?
4. Prioriteras det att förmedla vidare den information om byggnaden som inte överensstämmer med ritningarna, när avvikelser sker, till nästa led/in i en ritning/byggnadsmodell?
 - a) Vilket värde skulle det ha att dokumentationen underlättades av sådana förändringar?
 - b) Vem skulle vara mest lämpad att dokumentera/aktivt arbeta med modellen under produktionen?
5. Upplever du att det finns en motvilja mot förändringar, införandet av ny teknik närmare bestämt, innan, under eller efter det byggskede som du är involverad i?
 - a) Om ja, vad är man tveksam till?
 - b) Arbetar man tillräckligt med att försöka se och motivera berörd personal till att använda och få nytta av ny teknik?
6. Kan bristen av tydlig information orsaka problem i produktionen?
 - a) Vad beror oftast kommunikationsmisstagen på?
 - b) Utom tidspress - finns det hjälpmedel för att komma till rätta med problematiken/göra informationen tydligare?

Arbetsledare

Profilering

Hur länge har du jobbat i byggbranschen?

Hur länge har du jobbat på NCC?

Hur länge har du haft nuvarande befattning?

Vilken är din högsta utbildning?

Inledande frågor - uppvärmning och öppnande.

- 1) Vad är din bild av BIM och VDC, beskriv ganska kortfattat.
- 2) Vilken nytta ser du av att använda dig av BIM och VDC på byggarbetsplatsen?
När ska BIM användas för att kunna underlätta i produktionen?
- 3) I vilken utsträckning används byggnadsmodeller som informationsbärare (som komplement/ersättande av ritningar)
- 4) Får du tillräckligt med information från modellen, eller behöver den kompletteras med annan dokumentation.
 - a) Skulle modeller kunna ersätta ritningar?
 - b) eller på något konkret sätt kunna förändras så att relevant information blev lättare att hämta/tillräcklig?
- 5) I vilken utsträckning används byggnadsmodeller för visualisering?
 - a) Uppfattar du det som ett fördelaktigt sätt att åskådliggöra byggnaden och byggprocessen? Vad har folk i din omgivning uttryckt?
 - b) Vem har nytta av visualiseringarna? YA, beställaren eller ledning?
- 6) I vilken mån har du möjlighet att påverka byggnadsmodellen?
- 7) Hur är mottagandet av tekniken med 3D-visualiseringar och BIM hos YA?
Positivt/negativt?

Yrkesspecifika frågor

- 1) Prioriteras det att förmedla vidare den information om byggnaden som inte överensstämmer med ritningarna, när avvikelser sker, till nästa led/in i en ritning/byggnadsmodell?
 - a) Vilket värde skulle det ha att dokumentationen underlättades av sådana förändringar?
 - b) Vem skulle vara mest lämpad att dokumentera/aktivt arbeta med modellen under produktionen?
- 2) Upplever du att det finns en motvilja mot förändringar, införandet av ny teknik närmare bestämt, innan, under eller efter det byggskede som du är involverad i?
 - a) Om ja, vad är man tveksam till?
 - b) Arbetar man tillräckligt med att försöka se och motivera berörd personal till att använda och få nytta av ny teknik?
- 3) Kan bristen av tydlig information orsaka problem i produktionen?
 - a) Vad beror oftast kommunikationsmisstagen på?
 - b) Utom tidspress - finns det hjälpmedel för att komma till rätta med problematiken/göra informationen tydligare?

Teknisk konsult

Profilering

Hur länge har du varit verksam i byggbranschen?

Hur länge har du jobbat som konsult?

Hur länge har du samarbetat med NCC?

Vilken är din högsta utbildning?

Inledande frågor - uppvärmning och öppnande.

1. Vad är din bild av BIM och VDC, beskriv ganska kortfattat.
2. Ser du nytta i att använda dig av BIM och VDC i ditt arbete?
 - a. Kan BIM användas för att underlätta ditt arbete/göra din produkt bättre?
3. I vilken utsträckning använder du byggnadsmodeller som informationsbärare (som komplement/ersättande av ritningar)?
4. Får du tillräckligt med information från din beställare för att kunna framställa BIM-modeller som klarar av att vara ensamma informationsbärare?
5. Skulle modeller kunna ersätta ritningar?
 - a. Kan modellerna på något konkret sätt kunna förändras så att relevant information blev lättare att hämta/tillräcklig?
6. I vilken utsträckning används byggnadsmodeller för visualisering?
 - a. Uppfattar du det som ett fördelaktigt sätt att åskådliggöra byggnaden och byggprocessen, eller den specifika del som du bidrar med? Vad har dina beställare uttryckt?
7. I vilken mån har du möjlighet att påverka byggnadsmodellen?
8. Hur är mottagandet av tekniken med 3D-visualiseringar och BIM hos de beställare som inte specificerar i vilket format som de vill ha sin produkt levererad?

Yrkesspecifika frågor

1. I de fall då du levererar traditionella ritningar idag, ritar du dem på traditionellt sätt (2D), eller använder du dig av BIM-mjukvara för att sedan göra om dem till 2D och leverera dem?
 - a. Om ja, hur stor del av den totala tiden för uppdraget uppskattar du går till att omvandla BIM/VDC-material till 2D?
 - b. Ställer de beställare du jobbar med krav på att det du levererar ska vara BIM-modeller?
 - c. Föreslår du till dina beställare att den produkt du levererar ska vara en BIM-modell?
2. När du samarbetar med NCC, begär de BIM-handlingar?
 - a. I de fall då du levererar BIM-modeller, finns det en tydlig kravbild av vilken nivå på modellen som beställaren förväntar sig?
 - b. När du samarbetar med NCC, upplever du att de ger dig en klar bild av vad de förväntar sig av dig?

- c. Skulle ditt arbete underlättas av att ett sådant underlag fanns?
3. I de fall då beställaren beställer BIM -modeller, hur gör du för att säkerställa att du får all nödvändig information från denne? (Begär in uppgifter efterhand, har en "standard" för vilka uppgifter som begärs).

Bilaga 3

Underlag för de kvantitativa delarna av intervjuerna

Skede	Utredning		Projektering			Produktion	
Typ av handlingar	Förstudier	Program-handling	Förslags-handling	System-handling	Bygg-handling	Produktions-handling	Relations-handling
Funktion	Verksamhetskrav	Rumsfunktionskrav	Utformning av förslag	Teknisk lösning	Detalj-redovisning	Inköp Tillverkning Planering	Överlämnande
Ekonomi	Tidig kalkyl	Programkalkyl Driftskalkyl	Förslagskalkyl	Systemkalkyl Anbudskalkyl		Produktionsbudget/prognos	
				Produktionskalkyl		Slutkostnad	

Skede	Utredning		Projektering			Produktion	
LOD 100							
LOD 200							
LOD 300							
LOD 400							
LOD 450							
LOD 500							

Level of Detail	Beskrivning
LOD 100	Information om utrymmen volymer, ytor/linjer etc.
LOD 200	Information om vilka byggdelar som ska användas. Ex. vägg, golv, bjälklag eller tak. Funktion eller typ ej specificerad.
LOD 300	Byggdelamas funktion specificeras. Ex. yttervägg, innervägg eller GC-väg. Typer är ej specificerade. Status för layout ska anges (ex. Fastställd, preliminär, förslag).
LOD 400	Byggdelamas typ och funktion specificerade. Ex. innervägg 1, innervägg 2 etc. Status för typer skall anges (ex. Fastställd, preliminär, förslag).
LOD 450	Produktval för de olika byggdelama specificerade.
LOD 500	"Komplett" modell uppdaterad med de ändringar som gjorts i produktion i förhållande till initiala produktionshandlingar. Modellen representerar byggnaden "As built".