



CHALMERS



Implementering av digitala hjälpmedel i byggproduktionen

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

LISA SANDAHL
LINNEA SERNEMYR

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för Construction management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Examensarbete ACEX20-18-34
Göteborg, Sverige 2018

EXAMENSARBETE ACEX20-18-34

Implementering av digitala hjälpmedel i byggproduktionen

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

LISA SANDAHL

LINNEA SERNEMYR

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2018

Implementering av digitala hjälpmedel i byggproduktionen

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

LISA SANDAHL

LINNEA SERNEMYR

© LISA SANDAHL, LINNEA SERNEMYR, 2018

Examensarbete ACEX20-18-34

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2018

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction management

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Författarnas egna bild. Bilderna på skärmarna är från Dalux Field över ett projekt på Veidekke.

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg 2018

Implementering av digitala hjälpmedel i byggproduktionen

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik*

LISA SANDAHL

LINNEA SERNEMYR

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för Construction management
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Examensarbetet analyserar användandet och kravbilden av digitala hjälpmedel för användning i byggproduktionen, med fokus på BIM användning, men även vad det finns för behov i branschen av digitalisering. Arbetet undersöker vad det finns för utvecklingsmöjligheter genom att undersöka vilka tillämpningar och funktioner som efterfrågas och anses möjliga att implementera. Därefter undersöktes tillvägagångssätt för lyckad implementering av digitala hjälpmedel som anses bidra till positiva effekter. Då arbetet främst fokuserar på produktionen behandlar rapporten inte projekteringen eller förvaltningsskedet och då examensarbetet har utförts i samarbete med Veidekke tas inte andra företags arbetssätt i beaktning.

Litteraturstudien som utfördes för arbetet visar att det finns behov av digitalisering då branschen anses trög och kännetecknas i hög grad av slöseri, den visar även att digitalisering med fokus på BIM kan bidra till effektivare processer med högre kvalitet och funktioner på slutprodukten. Digitaliseringen kommer även bidra till tid- och kostnadsbesparingar, då det kommer bidra till att göra processer tidseffektiva och moment lättare att utföra. Från resultatet finns en tydlig uppfattning om att digitaliseringen med fokus på BIM ses som en innovation som bidrar till många möjligheter genom funktioner och tillämpningar som underlättar för arbetsmoment. Resultatet visar på att viljan till digitalisering finns men att rätt förutsättningar, kompetens, resurser och utbildningar behövs. Teorin och resultatet visar på att implementering av nya innovationer, som BIM, behöver göras stegvis med hänsyn till hur organisationer och människor arbetar. Det går tydligt att se att utbildning är en viktig komponent för lyckad implementering då det är en förutsättning för att få ökad kompetens. Utbildningar behöver finnas på flera nivåer för att personer gemensamt ska kunna engagera sig och vara delaktiga i implementeringen, alla behöver ha möjlighet att få utbildning utifrån sin kunskapsnivå. Det är bra att försöka koppla tillämpningar till modellens utformning för att ge en ökad förståelse för detaljnivån. Det är viktigt att gemensamt, på flera nivåer och från flera aktörer, ha tydliga riktlinjer, syften och mål. Detta då det krävs att det finns flera intressenter för att en innovation ska få stor genomslagskraft samt för att det är lättare att implementera tekniken tillsammans.

Nyckelord: BIM, Byggproduktion, Implementering, Digitala hjälpmedel,
Digitalisering, Digital acceptans

Implementation of digital aids in the building production

Degree Project in the Engineering Programme

Civil and Environmental Engineering

LISA SANDAHL

LINNEA SERNEMYR

Department of Architecture and Civil Engineering

Division of Construction management

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

This thesis analyzes the use and demand of digital aids for use in the building production, with focus on BIM usage. It also analyze what the need is for digitalization in the construction industry. The thesis explores available development opportunities by investigating which applications and features are desired and considered possible to implement. Subsequently it proceeds to analyze procedures for successful implementation of digital aids, which were considered to contribute to positive effects. As the thesis mainly focus on the building production, it does not cover the design or management phase and since the degree work has been conducted in cooperation with Veidekke, other company's working methods are not considered

The literature study conducted for this thesis shows that there is a need for digitization as the industry is considered to be stolid and is largely characterized by wastefulness. It also shows that digitalization with focus on BIM can contribute to more efficient processes with higher quality and better functions on the final product. Digitalization will also contribute to time and cost savings, it will help to make processes time-efficient and easy to perform. From the result i this thesis, there is a clear perception that digitalization with focus on BIM is seen as an innovation that contributes to many possibilities through better functions and applications that facilitates workoperations. The result shows that the willingness for digitization exists but that the right conditions, skills, resources and education are needed. The theory and the result indicate that implementation of new innovations, like BIM, needs to be done step by step with consideration to how organizations and people work. It is clear that education is an important component of successful implementation for it is essential to increase skills. Education needs to be offered on several levels to enable people to get involved and participate in the implementation, everyone needs to be able to get education based on their level of knowledge. It is important to link application to the design of the model to give a increased understanding for the level of detail. It is also important to jointly, on several levels and from several actors, have clear guidelines, objectives and goals. This is needed because it is required that there are several actors interested in order for a innovation to have a big impact and because it is easier to implement the technology together.

Key words: BIM, Building production, Implementation, Digital aids, Digitalization, Digital acceptance

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
BETECKNINGAR OCH ORDFÖRKLARING	VI
1 INLEDNING	1
1.1 Syfte och mål	1
1.2 Frågeställning	2
1.3 Genomförande och metod	2
1.3.1 Intervjuteknik	2
1.3.2 Enkätundersökning	2
1.4 Avgränsningar	2
2 TEORI	3
2.1 Bakgrund	3
2.1.1 Icke-värdeskapande processer	4
2.2 BIM i byggbranschen	5
2.2.1 4D & 5D	8
2.2.2 Fördelar med digitalisering och BIM	8
2.2.3 Utmaningar med BIM	10
2.3 VDC- och digitaliseringsstrategi	11
2.4 Digitala hjälpmedel	13
2.4.1 Exempel på tillämpning av BIM-kiosk	13
2.4.2 Programvaror	14
2.5 Kravställning från byggbranschen	15
2.5.1 Exempel på krav och riktlinjer om BIM	16
2.6 3D-modellen	19
2.6.1 Krav och detaljnivå på 3D-modellen	19
2.7 Innovationer avseende digitalisering	22
2.7.1 Innovationers spridning	23
2.7.2 Innovationers införandeprocess	25
2.7.3 Implementering	26
2.7.4 Teoretiska modeller för implementering	27
2.7.5 BIM-trappan	29
3 RESULTAT FRÅN STUDIEBESÖK OCH INTERVJUER	31
3.1 Sammanställning studiebesök och intervjuer	32
3.1.1 BIM-användning	33
3.1.2 Hinder och problem	33

3.1.3	Möjligheter	34
3.1.4	Enkätundersökning	35
3.2	Pilotprojekt digitala hjälpmedel	35
3.2.1	Implementering	35
3.2.2	Användningsområden och möjligheter	36
3.2.3	Problem och hinder	38
3.2.4	Intervju om strategi	38
3.3	Intervju med projekteringsingenjör och BIM-tekniker	39
4	ANALYS OCH DISKUSSION	40
4.1	Möjligheter med BIM i produktionen	40
4.2	Kännedom och uppfattning avseende digitaliseringen	42
4.3	Komponenter som påverkar implementering	44
4.3.1	Individer	44
4.3.2	Utbildning och kunskap	45
4.3.3	Branschens komplexitet	46
4.3.4	Modellens uppbyggnad	48
4.3.5	Tekniken	49
4.3.6	Manualer och rutiner	51
4.4	Metodkritik	52
5	SLUTSATS	53
5.1	Frågeställning 1	53
5.2	Frågeställning 2	56
5.3	Frågeställning 3	58
5.4	Vidare forskning	61
6	REFERENSER	62
	BILAGOR	68
	Bilaga A	68
	Bilaga B	69
	Bilaga C	70
	Bilaga D	71
	Bilaga E	72
	Bilaga F	73
	Bilaga G	74

Förord

Detta examensarbete är gjort på Chalmers tekniska högskola, institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik. Examensarbetet är på 15 högskolepoäng och är den avslutande delen av utbildningen Samhällsbyggnadsteknik högskoleingenjör. Examensarbetet är skrivet i samarbete med Veidekke Bygg Väst.

Vi vill tacka vår handledare på Chalmers, Mikael Johansson för stöd och goda råd under hela arbetets gång, ditt engagemang för ämnet har gett oss god handledning på vägen. Vi vill även tacka våra handledare på Veidekke, Niclas Böregård och Viktor Spargren för deras stöd genom arbetets gång och god vägledning för att hitta personer att intervjua och projekt att besöka. Ett extra stort tack till de projekt vi fått besöka och till personer som tagit sig tid att bli intervjuade och svara på frågor.

Göteborg juni 2018
Lisa Sandahl
Linnea Sernemyr

Beteckningar och ordförklaring

Nedan följer en tabell med förklaring av begrepp och ord som används i rapporten och vad författarna menar med dem.

APD-planer	Arbetsplatsdispositionsplan; planvy över området som ska byggas på innehållande t.ex. containrar, bodar, upplag och kranar för att få en överblick över arbetsplatsen.
BIM	Building Information Model (Byggnadsinformationsmodellering). Lagra och förmedla information via 3D-modeller.
CAD	Computer Aided Design.
Digitala hjälpmedel och verktyg	Verktyg som plattor, mobiler och datorer men också appar och dataprogram som modellen kan studeras och användas i.
Digitalisering	Tillämpning av digital teknik, i detta fall användandet av digitala verktyg med fokus på BIM verktyg.
ICE	Integrated Concurrent Engineering. Arbetssätt med organisation och processer som fokus.
Modellen	3D-modellen
Produktionen	Byggproduktionen
Projekt	Byggprojekt
VDC	Virtual Design and Construction. Arbetsmetodik som integrerar modellen mellan olika discipliner
4D	Fyrdimensionell; 3D-modell som är kopplad till tidplan
5D	Femdimensionell; 3D-modell som är kopplad till tidplan och ekonomi

1 Inledning

Det finns i nuläget en tröskel i byggproduktionen att börja arbeta med *Virtual Design and Construction* (VDC) där en viktig komponent är *Building Information Model* (BIM). Ett av problemen är att många inte vet vad VDC och BIM är samt att det finns flera olika tolkningar och synsätt på vad det innebär. VDC är ett arbetssätt som handlar om att integrera virtuella modeller mellan olika discipliner. Arbetssättet fokuserar på att optimera projektorganisationens samverkan, öka samarbetet, tydliggöra information och förbättra erfarenhetsutbytet för att uppnå projektets och kundens mål. Detta innebär att BIM är en viktig komponent för VDC (Veidekke, u.å.a), då BIM handlar om att överföra information i 3D-modeller. Det finns mycket information om detta där det beskrivs och förklaras vad VDC och BIM innebär och hur det kan utnyttjas i byggindustrin, men problemet med hur det ska implementeras och spridas kvarstår.

Ett annat problem är att byggproduktionen har svårt att anamma innovationer, vilket innebär att branschen har svårt att ta till sig nya tekniker, produkter eller arbetssätt som skapar förändring på marknaden (Lundgren, 2016, september). Byggproduktionen ligger därför efter i förhållande till flera andra industrier, till exempel bilindustrin, när det gäller att implementera utvecklingen inom data- och programbranschen (Granroth, 2011). Många förklarar att detta beror på att tillverkningsindustrin har digitaliserats och haft förmågan att utnyttja digitala hjälpmedel till att hitta nya affärsmodeller och arbetssätt. För att byggproduktionen ska förbättras i produktivitet krävs därför nya innovationer där företag vågar förändra gamla arbetssätt och vågar se utanför de ramar som finns idag.

Projekteringen har haft en större utveckling än produktionen gällande digitalisering och BIM vilket inneburit att arbetet under projekteringen utgår från BIM och sker digitalt (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen, 2016). Tack vare utvecklingen i projekteringen finns nu även möjligheter att arbeta med BIM under hela processen, från projektering, till produktion och sedan förvaltning. De tekniska lösningarna finns till stor del till hands men nu krävs det att byggindustrin tar in den information som finns och utbildar sig, utbildar människor om BIM och VDC för att få intresset och viljan till nya arbetsmetoder. Digitala hjälpmedel behöver involveras och implementeras för att förbättra produktiviteten och kvaliteten i byggprojekt avseende tid, kostnad och funktion. För detta krävs ledarskap, nyfikenhet och förmågan att få byggindustrin att förstå vilka fördelar digitaliseringen kan innebära i deras egna arbete.

1.1 Syfte och mål

Examensarbetet syftar till att analysera användandet och kravbilden av digitala hjälpmedel för användning i byggproduktionen. Detta för att få fram vilka tillämpningar och funktioner som efterfrågas och är möjliga att implementera. Arbetet ska även analysera tillvägagångssätt för att underlätta implementering av digitala hjälpmedel.

Målet med examensarbetet är att se hur produktionen kan anpassa sig till digitaliseringen.

1.2 Frågeställning

1. Vad finns det för behov och möjligheter med digitalisering i produktionen? Vilka tillämpningar och funktioner är möjliga att implementera och varför just dessa?
2. Vad är kravbilden från produktionen för att viljan och intresset ska finnas för användning av digitala hjälpmedel?
3. Vad för tillvägagångssätt behövs för att få de kunskaper som krävs för att använda ett digitalt hjälpmedel i byggproduktionen?

1.3 Genomförande och metod

Examensarbetet inleddes med en litteraturstudie kopplat till BIM, VDC, digitalisering av byggindustrin, implementering och innovationer. Detta för att få en fördjupad kunskap samt se hur långt tidigare arbeten kommit och om det fanns något att arbeta vidare med.

Utöver litteraturstudier gjordes studiebesök på pågående projekt hos Veidekke för att få en inblick i hur de använder sig av BIM och digitala hjälpmedel. Detta för att se var utvecklingsmöjligheter finns samt få en uppfattning av hur personer i produktionen uppfattar digitaliseringen. Under besöken undersöktes hur planeringsarbetet och dokumentation av arbetsmoment i produktionen gick till samt hur ritningar togs fram och användes. Det genomfördes även intervjuer med anställda hos Veidekke med olika yrkesroller vilka hade olika erfarenhet av BIM och VDC.

1.3.1 Intervjuteknik

Semistrukturerade intervjuer användes som intervjuteknik för examensarbetet. Tekniken innebär att intervjuaren i förväg skriver frågor, men under intervjun utgår från frågorna snarare än följer dem exakt. Detta för att personen som intervjuas fritt ska kunna utveckla sina svar. Frågorna som ställs är öppna och det ges mycket uppmuntran till att personen själv ska utveckla sina svar genom bland annat uppföljningsfrågor (Lantz, 2013). Uppföljningsfrågor ställdes i vissa fall genom att presentera en tillämpning för att den intervjuade lättare skulle kunna utveckla sina svar och få förståelse för användningsområden.

1.3.2 Enkätundersökning

En enkätundersökning utfördes för att få en överblick över hur BIM och digitala hjälpmedel uppfattas i produktionen av yrkesarbetarna. Enkäten delades ut vid studiebesöken.

1.4 Avgränsningar

Arbetet kommer avgränsa sig till att undersöka behoven och möjligheterna av digitalisering i byggproduktionen. Faser som projektering och förvaltning kommer inte att analyseras i så stor utsträckning utan fokus kommer läggas på produktionsfasen. Då arbetet koncentrerar sig på intervjuer med medarbetare på Veidekke undersöks därför inte arbetssätt hos andra företag.

2 Teori

I detta kapitel redovisas resultatet av litteraturstudien. Inledningsvis beskrivs hur byggbranschen traditionellt sett arbetar. Sedan behandlas BIM i byggbranschen, hur det används samt fördelar och nackdelar som uppmärksammas med användandet. Vidare beskrivs VDC och olika digitala hjälpmedel. Kapitlet tar sedan upp kravställning från branschen för att sedan beskriva krav på 3D-modellen. Avslutningsvis redogörs för vad en innovation är och hur innovationer kan spridas och implementeras. Det som beskrivs i teorin ligger tillsammans med resultatet från intervjuer och studiebesök som grund för analysen.

2.1 Bakgrund

Traditionellt sett används 2D-ritningar, scheman och prognoser tillsammans med beskrivningar i text på byggarbetsplatser som källa för information om projektet (Sars & Tolmé, 2013). Dessa innehåller allmän information till alla inblandade från tjänstemän till yrkesarbetare för att försöka skapa en gemensam målbild för projektet samt en förståelse för hur det ska byggas. Med en ökad komplexitet för byggprojekt är de flesta ritningar inte tillräckligt specifika för många av uppgifterna som ska utföras (Van Berlo & Natrop, 2015). En ökad komplexitet kan till exempel innebära högre krav på slutprodukten gällande miljö och hållbarhet vilket innebär fler funktioner och tekniska system i byggnaden. Ofta förekommer flera olika system som ska samordnas för att uppfylla kraven på produkten vilket gör projekt mer komplicerade.

Ett byggprojekts information förmedlas vanligtvis genom en kedja i organisationen från projekteringsledaren till produktionsledaren och sedan till arbetsledaren som förmedlar informationen vidare till yrkesarbetare, se Figur 1 som är ett exempel på en kommunikationskedja i organisationen. När information överförs stegvis genom processer finns det risk att delar av informationen går förlorad, speciellt i steget mellan arbetsledare och yrkesarbetare (Sars & Tolmé, 2013). Vid informationsöverlämning ges ett stort antal ritningar och beskrivningar till berörda som ska granskas och tolkas, detta kan innebära problem då tidsbrist kan göra att all information inte hinner hanteras eller att människor tolkar information, symboler och beskrivningar på olika sätt då det är svårt att få fram informationen på ett tydligt och lättförståeligt sätt för komplexa projekt. Det finns då risk att yrkesarbetare inte får tillräcklig förståelse för utförande av arbetsmoment och dess inverkan på projektets slutliga mål (Sars & Tolmé, 2013).



Figur 1. Kommunikationskedja i byggprocessen. Författarna egna bild.

I produktionen hanteras mycket information och ofta pågår revideringar av informationen från projekteringen vilket kan leda till missförstånd och att fel uppstår som måste lösas direkt på plats. Detta kan leda till kompromisser i tid, kostnad och utförande vilket i sin tur kan leda till att målbilden för projektet förändras (Sars & Tolmé, 2013).

2.1.1 Icke-värdeskapande processer

Byggbranschen kännetecknas i hög grad av slöseri (Fernström, 2009). Orsaken är bland annat det som tidigare nämnts där byggprocessen är som en lång kedja, med många aktörer vilket bidrar till bristande kommunikation och osäkerhet i projekt, vilket gör att ingen har en fullständig överblick och tar fullständigt ansvar för projektet. Det innebär också att det förekommer brister i erfarenhetsåterföring vilket gör att kunskap kan tappas mellan projekt (Fernström, 2009). Osäkerhet och brist på kunskap bidrar till att det läggs till marginaler samt att det på olika sätt sker gradering, vilket i sin tur leder till slöseri.

Det finns åtta icke-värdeskapande processer som är framtagna för bilindustrin, men de är även vanligt förekommande i byggprocessen (Sars & Tolmé, 2013). Dessa processer är:

1. Överproduktion – Producerar mer än vad som behövs eller vad kunden begär. Vilket kan generera till överbelastning, lagring, avfall och transportkostnader.
2. Väntan – När arbetare behöver vänta på att någonting ska hända, nästa bearbetningssteg, att beslut ska tas eller på leveranser av material och verktyg.
3. Onödiga transporter – Tid som läggs på transport av varor och material, onödiga förflyttningar av material, långa sträckor att flytta material.
4. Överarbete – Göra onödiga steg för att genomföra moment. Ineffektivt arbete på grund av exempelvis dåliga verktyg och produktdesign. När det utförs mer arbete än vad kunden kräver.
5. Stora lager – Mer än vad som används och kunden kräver. Genererar i lagerkostnader, skadade varor och fler transporter.

6. Onödiga rörelser – Rörelser då medarbetarna utföra arbeten som är onödiga, exempelvis om de behöver leta efter verktyg och material eller behöver gå onödigt långa sträckor.
7. Defekter/fel – Då fel uppstår och omarbete krävs.
8. Outnyttjad kreativitet hos de anställda - Genererar till förluster av nya idéer, färdigheter, förbättringar och lärande då företaget inte engagerar och lyssnar på de anställda (Fernström, 2009).

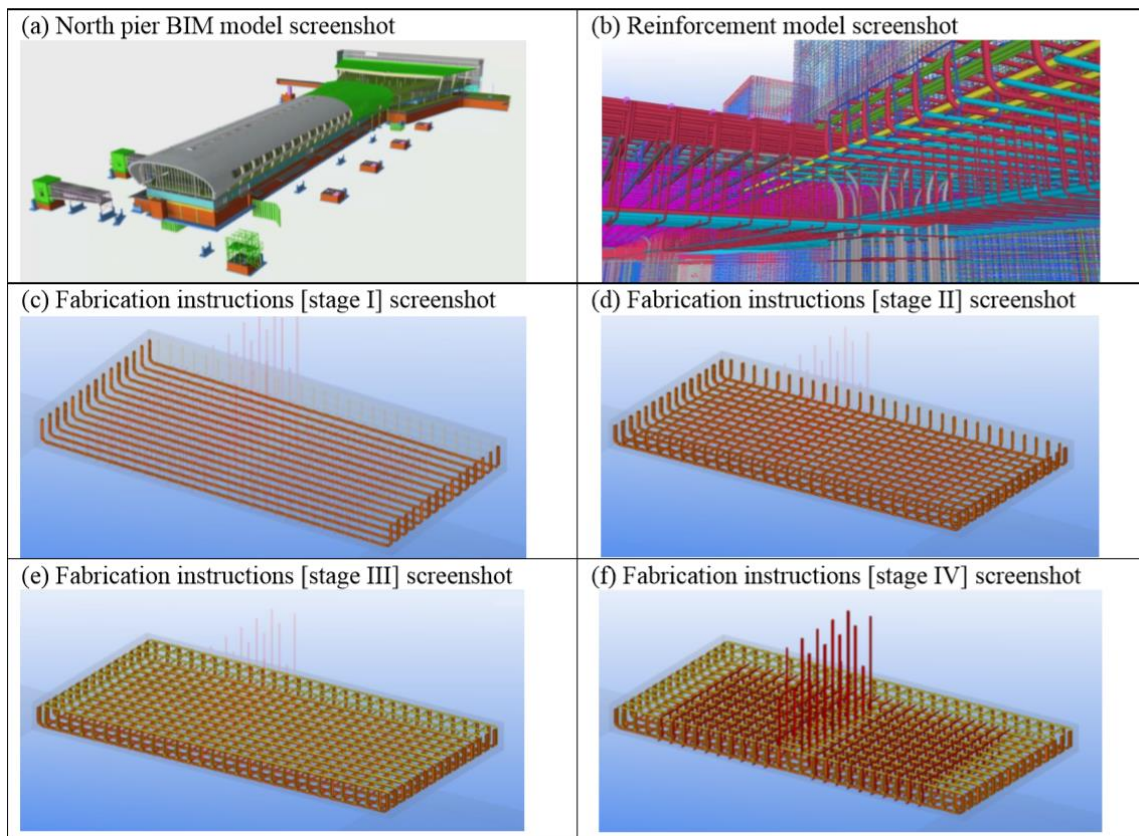
Processerna anses viktiga att eliminera då de inte skapar något värde för kunden (Sars & Tolmé, 2013). Fokuserar byggbranschen på att minimera dessa processer finns möjligheter att effektivisera byggbranschen, ett av de viktigaste hjälpmedlen för detta är BIM (Fernström, 2009).

2.2 BIM i byggbranschen

Stora investeringar i BIM-tekniken har gjorts där metoder och tekniker har utvecklats för att göra det möjligt att använda BIM på byggarbetsplatsen. Trots detta utnyttjas fortfarande inte många av de fördelar tekniken har att erbjuda, detta har bland annat att göra med att BIM fortfarande inte diffunderat genom hela byggkedjan (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen, 2016). Medan projekteringen utvecklat användandet av BIM och det där ses som ett fördelaktigt verktyg är produktionen fortfarande i startskedet med att börja arbeta med BIM.

I produktionen används fortfarande pappersritningar, som nämnts i avsnitt 2.1, som främsta informationskällan men modellen är värdefullt att använda även i produktionen då det kan hjälpa till vid visualisering, kommunikation och för att ta fram information (Van Berlo & Natrop, 2015).

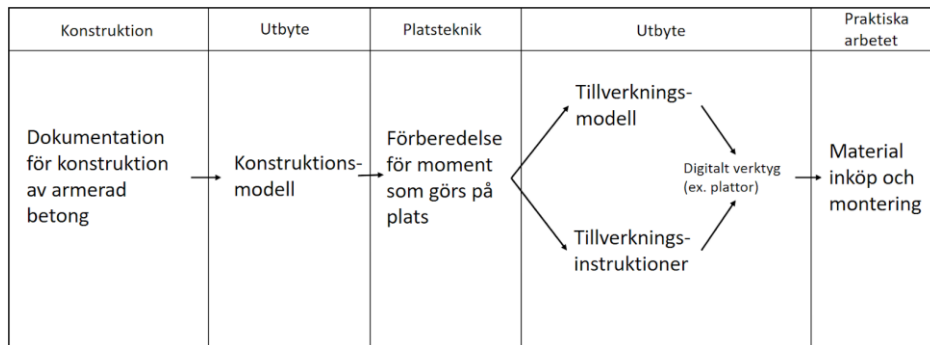
Pilotprojekt för att undersöka hur BIM kan stödja arbetet i produktionen har utförts. Ett projekt som gjort detta är Oslo Airport Terminal 2 (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen, 2016). Projektets komplexitet gjorde att det uppskattat skulle behövas 50 000 ritningar och dokument för att genomföra projektet. Därför beslutades det istället för att arbeta med ritningar skulle projektet använda BIM. Modellen producerades i Tekla, delades och gjordes tillgänglig via Dropbox och användes via iPads, exempel på de använda BIM-modellerna presenteras i Figur 2.



Figur 2. BIM-modeller vid Oslo projektet (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen, 2016). Återgiven med tillstånd, Creative Commons 3.0

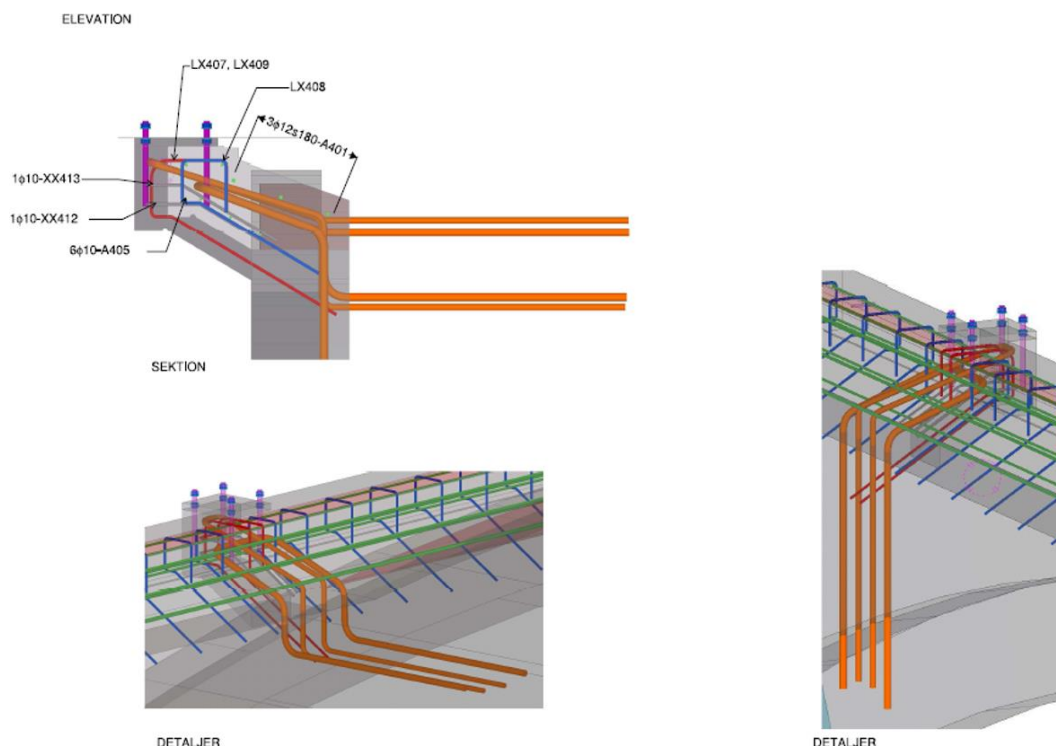
Under projektet fanns ingenjörer med kunskap om BIM på plats i produktionen för att hjälpa till med arbetet i modellen. Personerna hjälpte till att ta fram vyer och sektioner ur modellen, de fungerade som en informationskälla mellan modellen och yrkesarbetarna. Innan modellen skickades ut till yrkesarbetarna delades den upp i undermodeller som representerade enskilda situationer eller discipliner (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen, 2016).

Enskilda situationer gjordes genom att ta skärmdumpar på delar i modellen som exempelvis hissar, väggar och grunden för att visualisera hur byggnaden behövde monteras. I bilderna lades även nödvändig information in som exempelvis position och avstånd. Undermodeller för enskilda discipliner skapades genom att göra *Industry Foundation Classes* (IFC) filer för varje disciplin som laddades upp så de blev tillgänglig för respektive disciplin, detta gjordes för att underlätta samspelet och förståelsen av systemet (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen, 2016). Handlingarna gjordes i samråd med yrkesarbetare från varje disciplin. En processkarta för hur arbetet mellan plats-ingenjörerna, konstruktören och yrkesarbetarna gick till visas i Figur 3.



Figur 3. Processkarta. Omarbetad och översatt efter (Merschbrock & Nordahl-Rolfen, 2016) med tillstånd, Creative Commons 3.0.

Ett annat projekt där det inte användes några ritningar utan all information om projektet hämtades från modellen var Rörforsbron i Arboga. Projektet var att byta ut den befintliga bron mot en replika och handlades upp som ett BIM-projekt, vilket innebär att de endast använde sig av 3D-modellen för information om projektet (Reblin & Sharif, 2013). För att det skulle fungera fanns det fyra plattor på plats som användes för att hantera modellen. BIM-samordnaren på plats tog fram vyer och ritningar direkt från modellen i samråd med yrkesarbetarna för att de skulle få de vyer, snitt och mått de ville ha. Exempel på vyer från Rörforsbron, se Figur 4. Detta gjorde att de endast fick den informationen de behövde till det aktuella arbetsmomentet och behövde då inte tolka eller sålla i information (Göteborg & Olsson, 2016).



Figur 4. Exempel produktionsanpassad vyer från Rörforsbron, Skanska. (Skånberg, 2013)

2.2.1 4D & 5D

En 3D-modell kan kopplas till tidplan och blir då en 4D-modell som innehåller information om bland annat resurser och processer (Fredriksson, 2012). Det går då att simulera och visualisera olika förlopp och processer i ett projekt. Att tiderna för en byggnad visualiseras kan leda till att förståelsen ökar och att det blir lättare att få insyn i ett projekts olika faser. Det gör också att det i tidigt skede går att se och analysera om tidsplanen kommer hållas eller överskridas (Reblin & Sharif 2013). En annan fördel med 4D-modeller är att det är lättare att upptäcka om olika moment i processen är ett hinder eller problem för produktionen och kan därför vara till stor nytta när det görs arbetsberedningar eller kontroller som rör säkerheten på arbetsplatsen (Jensen, 2012). Modellen kan också användas till att ta fram APD-planer, detta då det är möjligt att utforma arbetsplatsen på ett bra sätt då det går att se vart olika arbetsgrupper är samt vilka arbetsmoment som är i gång vid en viss tidpunkt.

Utöver tid kan 3D-modellen kopplas till kalkyl och då fås en 5D-modell som gör det möjligt att hantera ekonomin i projekt, då modellen kan användas till inköpsplanering. Det är även möjligt att lägga in kostnadskalkyler och prislister för de olika byggdelen (Reblin & Sharif 2013).

2.2.2 Fördelar med digitalisering och BIM

Användandet av BIM och 3D-modeller bidrar till högre flexibilitet, större variation i hur det byggs och vilka typer av byggnader som kan konstrueras (Eastman, Teicholz, Sacks & Liston, 2011). Analyser av BIM-modellen har utvecklats och bygger på ett mer exakt underlag jämfört med tidigare (Jongeling, 2008), utvecklingen har bidragit till att det genomförs fler analyser vid projekteringen, detta för att de har blivit enklare och snabbare att genomföra.

En fördel som finns med att använda BIM så analyser enklare kan genomföras är att det i tidigt skede går att se krockar mellan olika teknikområden (Aspgård, 2017). Vilket bidrar till ett lättare samordningsarbete och lättare kollisionskontroller (Karlsson, 2018). Då även APD-planen integrerades i modellen, och då även lyftkranarnas radie, går det att se krockar mellan lyftkranarna (Reblin & Sharif, 2013).

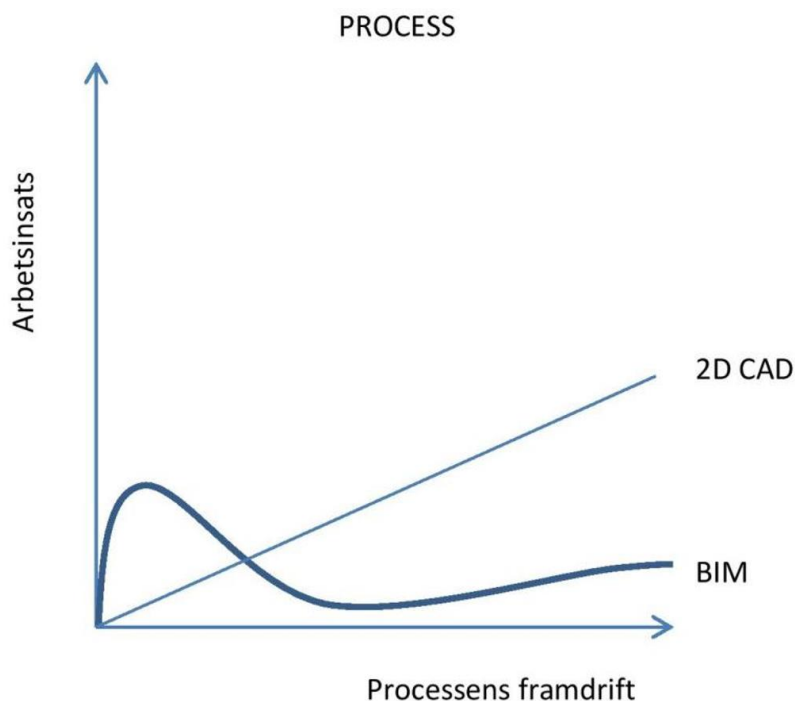
BIM i både projekteringen och produktionen gör att kommunikationen mellan de inblandade blir snabbare och enklare då användningen av 3D-modellen gör det enklare att förstå komplicerade situationer och få en snabb överblick över hela projektet (Bråthen och Moum, 2016; Sars & Tolmé, 2013). Modellen bidrar till en förståelse för andras arbete och underlättar för kommunikationen mellan discipliner (Jongeling, 2008). Användning medför att 3D-visualisering kan användas som stöd vid beslut då kommunikationen blir tydligare och beslut- och försäljningsprocessen går snabbare än tidigare. Då 3D-visualiseringen kommer direkt från BIM-modellen blir det mer kostnadseffektivt, Jongeling (2008) har genom undersökningar, tester och intervjuer kommit fram till att kostnaden för interaktiv visualisering minskar med 30 % om BIM används i förhållande till om det inte används.

BIM leder till lägre kostnader, tidsbesparingar och högre produktivitet, eftersom användandet bidrar till att det skapas färre dokument och görs färre fel (Eastman et al., 2011; Jongeling, 2008), vilket leder till lägre kostnader och tidsbesparingar

(Jongeling, 2008). Detta eftersom det tar tid att skapa, granska, lämna över och ändra bygghandlingarna (Stribeck, 2015; Svalestuen, Knotten, Lædre, Drevland & Lohne, 2017).

Om 3D-modeller används är det lättare att ändra i flera ritningar och vyer samtidigt och risken att någon glöms minskar, vilket gör att alla involverade parter sedan har den uppdaterade versionen vilket minskar risken för fel på grund av att gamla ritningar används (Bråthen & Moum, 2016; Svalestuen et al., 2017; Eastman et al., 2011). Att använda modellen gör även att feltolkningar minskar och möjligheten att ta fram egen information via nya vyer och snitt ökar (Jongeling, 2008), annars finns det endast tillgång till de snitten som konstruktören har tagit fram.

Att arbeta med och utveckla en användbar 3D-modell under projekteringen ger en större arbetsbelastning i början av projektet, men som sedan minskar i slutet av processen och tjänas in jämfört med att arbeta med 2D. Totalt sett blir arbetsbelastningen mindre sett över hela processen då BIM används (Jongeling, 2008; Wallin, 2012). Se Figur 5.



Figur 5. Skillnaden i arbetsinsats vid användning av BIM jämfört med 2D-CAD (Wallin, 2012).

Ett moment som kan effektiviseras senare i processen är framtagningen av 2D ritningar. Eftersom det fortfarande finns behov av 2D ritningar i projekt finns fortfarande ett behov av att det tas fram. Genom att beskära modellen horisontellt och vertikalt kan ritningar tas fram direkt ur modellen som är 50-80 % färdiga och som endast behöver kompletteras med exempelvis mått (Jongeling, 2008). Då modellen är korrekt framtagen effektiviseras även produktionen då det är färre projekteringsfel som behöver lösas ute i produktionen.

Ett exempel där det gick att se fördelar med att använda BIM i produktionen är Røfordsbron projektet. Då yrkesarbetarna fick tillgång till information om ändringar och tilläggsarbeten via plattorna gjorde att störningar, till exempel att de behövde vänta på nya ritningar, i projektet kunde minimeras (Sars & Tolmé, 2013).

Ett annat exempel är Merschbrock & Nordahl-Rolfsens (2016) undersökning av BIM användandet på Oslo Airport Terminal 2 som beskrivs i avsnitt 2.2. Där uppgav majoriteten av personerna som deltog i projektet att BIM var användbart för sitt arbete då det gav en ökad informationskvalitet. Personernas uppfattning var att informationen som visades i modellen blev mer fullständig och konsekvent jämfört med ritningar vilket medförde att de enklare kunde identifiera material vilket i sin tur medförde en effektivare sökning av material (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen, 2016). En av de intervjuade som deltog i projektet citeras i artikeln:

"Att använda pappersritningar är ett verkligt problem och jag vet att ... Till exempel när jag använder en planvy för att plocka upp armeringsjärn som jag behöver för ett jobb och senare tittar jag på en sektionsritning av samma situation så hittar jag massor av information som inte har visats i planvy. Att använda BIM-modellen är bara så mycket lättare " (s.5).

En annan av de intervjuade personerna för projektet i Oslo menar att modellen underlättar genom att de slipper diskutera och tolka flera olika ritningar och handlingar. Vanligtvis behöver de arbeta med flera ritningar och dokument samtidigt för att få en helhetsbild och personen ansåg att modellen effektivare gav en helhetsbild av projektet vilket underlättade arbetet (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen, 2016).

Om 5D-modeller används uppdateras även kalkylen direkt när ändringar görs i modellen. Att kostnaden ändras automatiskt med modellen medför tidsbesparing vid kostnadsberäkning (Hartmann, Meerveld, Vosseveld & Adriaanse, 2012; Metz & Svensson, 2012). En ännu viktigare förbättring anses vara att tiden mellan att ändringen gjordes till att leverantörer kunde kontaktas minskade väsentligt genom användningen av 5D (Hartmann et al., 2012).

2.2.3 Utmaningar med BIM

Det går tydligt att se fördelarna med BIM men det finns utmaningar med användandet vilket gjort att användandet inte fungerat. En av anledningarna är att projekt tror att BIM används när det egentligen använder BIM verktygen för att producera 2D-dokument. Detta innebär att BIM inte används då information i modellen går förlorad (Holzer, 2016).

En annan anledning kan vara att det inte finns något gemensamt mål med BIM under ett projekt vilket kan leda till oenigheter och minskad produktivitet (Holzer, 2016), utmaningen kan också vara att det inte finns några tydliga riktlinjer kring implementeringen eller tydliga mål från beställaren (Alarcón, Mandujano & Mourgues, 2013). Ytterligare en anledning är att det inte finns information från produktionen om hur modellen är tänkt att användas så den utvecklas utan att vet vad för information som behöver finnas (Holzer, 2016). Samma sak gäller vid val av

program, då det inte utvärderas vilket program som ska användas till en specifik uppgift eller på vilket sätt som uppgiften bäst utförs (Holzer, 2016).

Det kan också uppstå problem när det gäller ansvarsfördelningen, både juridiskt och tekniskt. Det kan vara att det inte finns beslut om vem som är ägare till modellen och då även informationen som skapas i den, vem som ansvarar för att kontrollera så att informationen stämmer och är ansvarig för eventuella fel. Någon måste även ta på sig den nya kostnaden som uppstår, speciellt i projekteringen (Azhar, 2011).

Ett problem kan även vara att någon måste ansvara för att samordna modellerna från de olika disciplinerna till en helhet, den personen har då en avgörande roll för vad modellen kan användas till, då det är den som väljer hur informationen ska presenteras (Van Berlo & Natrop, 2015). Här är det viktigt att få med rätt mängd information, så att personen inte behöver sälla i information då modellen är övermodellerad eller att information saknas på grund av att modellen inte är tillräckligt noggrann (Holzer, 2016). Det är en risk att det läggs för mycket tid på geometrisk modellering vilket gör att det läggs mindre fokus på kopplingen mellan informationen och geometrin (Holzer, 2016).

Andra utmaningar eller problem med användandet av BIM är att det kan uppstå problem med hård- och mjukvaran, att det finns brist på utbildning kring hur BIM fungerar och hur det kan användas (Alarcón et al., 2013), liten motivation och engagemang till användandet eller också dåligt förtroende för BIM (Svalestuen et al., 2017).

En utmaning med att arbeta med BIM är att det måste ske en förändring av arbetssättet. En risk som finns är det endast tas hänsyn till det egna arbetet och att det inte tas någon hänsyn till hur andra arbetar (Karlsson, 2018). En annan risk är att människor aktivt väljer att inte använda tekniken då de inte ser fördelar och nytta med förändring av arbetssätt (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen, 2016).

2.3 VDC- och digitaliseringsstrategi

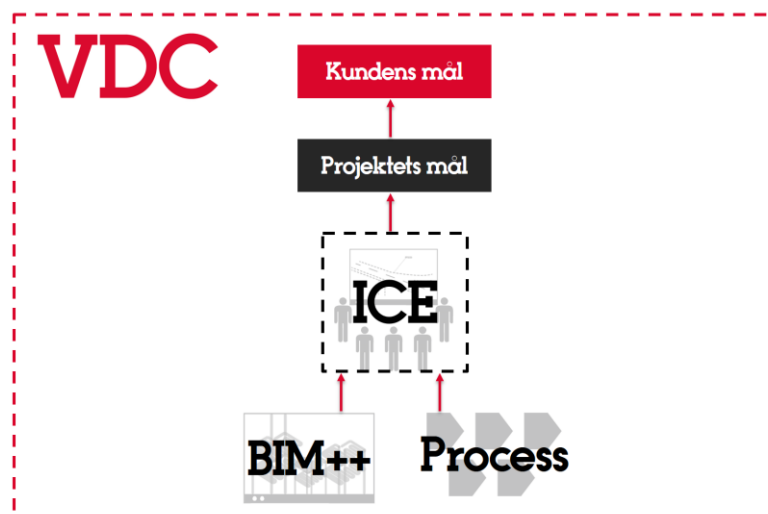
Virtual Design and Construction (VDC) är en arbetsmetodik som Veidekke beslutat tillämpa i sina projekt med syfte att "effektivisera våra byggprojekt med hjälp av modern teknologi och effektivare processer" (Veidekke, 2017e, s.5).

Begreppet VDC har utvecklats av Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), som är ett forskningscenter vid Stanford University (Veidekke, 2017e), se Figur 6. Metodiken handlar om att integrera, öka samarbetet, tydliggöra information och förbättra erfarenhetsutbytet för att uppnå projektets och kundens mål (Karlsson, 2017).

Kundens mål kan beskrivas med varför, varför ett projekt utförs och vad syftet är. Målet för kunden handlar oftast om användbarhet och att få en kvalitetssäker produkt som uppfyller de krav och funktioner som efterfrågas (Tunlid, personlig kommunikation, 30 maj 2018). Utifrån kundens mål sätter Veidekke upp projektmål. Projektmål kan beskrivas med vad, vad det är som ska byggas. Målen handlar om att uppfylla kundens mål genom att arbeta effektivt, säkert och lönsamt för att leverera en produkt som har värde för kunden.

Projektets mål uppfylls genom att arbeta med *Integrated Concurrent Engineering* (ICE) tillsammans med processer och BIM++ vilket kan beskrivas med hur, hur projekt arbetar för att uppnå målen (Tunlid, personlig kommunikation, 30 maj 2018). ICE kommer ursprungligen från NASA med syfte att kunna designa snabbare, bättre och billigare (Veidekke, 2017e). Arbetssättet handlar om hur projekt kan arbeta för att korta ner ledtiden i besluts- och utredningsprocessen genom att samla olika kompetenser på samma fysiska plats för att gemensamt ta beslut och lösa problem som uppstår under ett projekt (Veidekke, 2017e). Att tillsammans effektivisera och påverka processer i projekt.

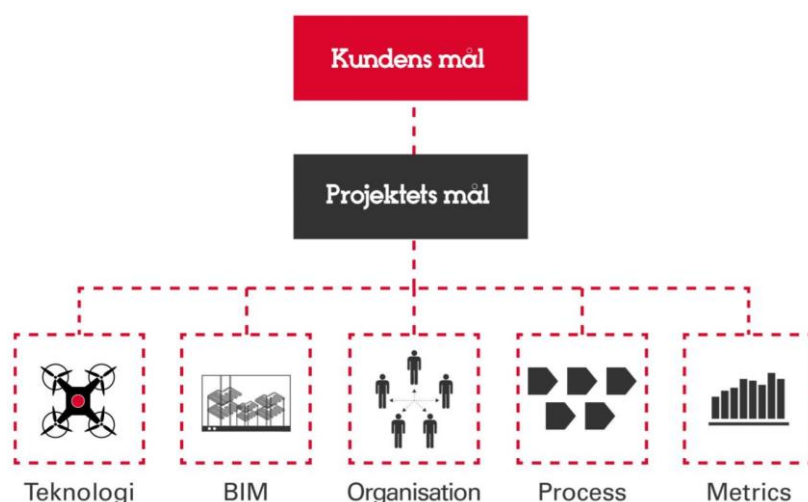
BIM++ handlar bland annat om att med hjälp av tekniska hjälpmedel och modeller, verktyg som 3D-, 4D- och 5D-modellering skapa en kvalitetssäkrad produkt. Processer handlar om att lägga fokus på hela processkedjan, från projektering till produktion och arbeta med att skapa en organisation för projektet med rätt kompetens och resurser (Tunlid, personlig kommunikation, 30 maj 2018). Tekniska mål bör vara uppfyllda redan i projekteringen för att underlätta för produktionen, att på förhand reflekterat över projektets utmaningar och från start fokuserat på att ge rätt förutsättningar i hela processkedjan. Det är viktigt att fokusera på de processer som skapar värde för projektet och som bidrar effektivt till att uppnå projektmålen (Tunlid, personlig kommunikation, 30 maj 2018). Mäta, utvärdera och justera processer för att genom detta förbättra och effektivisera projekt genom bland annat erfarenhetsåterföring.



Figur 6. Veidekkes VDC-beskrivning (Örn & Tunlid, 2017).

Utifrån Stanfords VDC-beskrivning har Veidekke utvecklat en digitaliseringsstrategi, se Figur 7. Teknologi handlar om hur information samlas in, vilka tekniska hjälpmedel som används för att arbeta med BIM samt hur tekniska hjälpmedel kan användas för att underlätta kommunikation och dokumentation (Tunlid, personlig kommunikation, 30 maj 2018). Omfattningen av BIM användandet varierar, målet är att alla projekt ska använda en basnivå. Användandet kan variera från 3D- till 5D-modeller. Organisation handlar om att sätta ihop grupper för projekt med rätt kompetens och resurser, tilldela tydligare roller och uppgifter för projekt för att ge rätt förutsättningar för användning av tekniken. Processer handlar om att lägga fokus på att utnyttja tekniken i de processer som skapar värde för projekt och som bidrar

effektivt till att nå projektets mål. Metrics handlar om att mäta och samla in mätetal för olika processer i projekt för att genom detta kunna förbättra och effektivisera processer (Karlsson, 2017).



Figur 7. Veidekkes digitaliseringsstrategi. (Örn & Tunlid, 2017).

2.4 Digitala hjälpmedel

I detta avsnitt beskrivs olika sätt som 3D-modellen kan användas på samt några olika programvaror som kan hjälpa till vid användandet av modellen i produktionen.

VR

Virtual Reality (VR), använder datateknik för att skapa en simulerad miljö (Marxent, 2018). Det är något som kan hjälpa till att öka förståelsen för ett projekt och hjälpa till vid kommunikation och beslutstagande inom ett projekt (Roupé, 2013). VR ger beslutsfattare en bättre förutsättning till beslut genom att ge tillgång till ett gemensamt virtuellt utrymme vilket inte bara kan leda till bättre kommunikationer utan även till bättre samarbete och effektivitet. Användandet av VR-modeller kan på så sätt påverka besuten och därmed även slutprodukten (Roupé & Gustafsson, 2013). Modellerna kan också ge en bättre uppfattning av djup vilket gör att personer kan uppleva den tänkta miljön (Roupé, 2013).

BIM-kiosker

BIM-kiosker är en fast station där de som arbetar på en byggarbetsplats kan kolla i modellen. Hjälpmedel fungerar som ett stöd vid möten och diskussioner då det finns tillgång till 3D-modellen (Svedrup Strand, 2017). BIM-kioskerna är utformade för att vara användarvänliga och en funktion som finns är att 2D-ritningarna sätts in i 3D-modellerna så att övergången mellan ritning och modell blir smidig.

2.4.1 Exempel på tillämpning av BIM-kiosk

Murvold, Vestermo, Svalestuen, Lohne och Lærde (2016) analyserade användningen av BIM-kiosker på byggnationen av ett nytt universitet i Trondheim. Under projektet användes sex stycken BIM-kiosker som placerades ut, en på varje våning av byggnaden, och var tillgängliga för alla. BIM-kioskerna gav yrkesarbetarna tillgång till den uppdaterade modellen och alla ritningarna.

Något som uppmärksammades var att kioskerna användes i mindre utsträckning än vad som var tänkt. Från intervjuer och enkätundersökningar framkom att de flesta trodde att bristen på användande berodde på bristen på utbildning. Respondenterna tyckte att utbildning är en viktig del av implementeringen av BIM-kioskerna i produktionen. Då yrkesarbetarna inte fick någon utbildning i hur de skulle göra, gick de till platskontoret och frågade om hjälp. Tiden som skulle sparas genom att använda BIM-kiosker gick då förlorad (Murvold et al., 2016).

2.4.2 Programvaror

Rendra

Digitalt program för 2D-ritningar och 3D-modeller. Där det går att visuellt analysera ritningar och modeller, ta bilder, skriva och markera i modeller och ritningar. Kan användas på datorer, plattor och mobiler (StreamBIM, 2018).

Autodesk BIM 360

Ett molnbaserat IT-verktyg för 2D- och 3D-ritningar som hjälper till vid bland annat modellsamordning, dokumentation, projektering och kvalitetskontroller (Autodesk, 2018).

Dalux Field

Programvara som fokuserar på samverkan och delning av BIM-filer och ritningar, se Bild 1. Aktiviteter som Dalux kan användas till är bland annat besiktningar, skyddsronder, egenkontroller och avvikelshantering, vilka alla kan göras via checklistor. Allt kan dokumenteras med hjälp av foton, markeringar i modellen och en detaljerad platsangivelse i pdf, CAD samt BIM och kan skickas direkt till ansvarig disciplin (Dalux, 2018).



Bild 1. Bilder från Dalux. Författarna egna bild, skrämdump tagen från Dalux Field.

Bluebeam Revu

I Bluebeam Revu går det att skapa, redigera, markera och samarbeta i pdf-filer. Används till arbetsflöden och samarbetslösningar i hela projektets livscykel (Bluebeam, 2018).

Synchro

En plattform som gör det möjligt att öka kvaliteten, säkerheten, produktiviteten och effektiviteten i ett projekt (Synchro, 2018a). Gör det möjligt att skapa, analysera, redigera, rapportera och hantera projekt visuellt. Går även att använda till schemaläggning och projektledning (Synchro, 2018b).

Revizto

Revizto är ett program som fokuserar på samarbete och BIM-koordination och gör BIM tillgängligt och användbart för hela projektgruppen. I Revizto går det att identifiera och hantera modellbaserade problem i både 2D och 3D samt hantera kollisioner. Det går även att följa framsteg och lösa problem i realtid på flera olika enheter och i VR (Revizto, 2018).

2.5 Kravställning från byggbranschen

I byggprocessen sker många upphandlingar av till exempel konsulter, varor och tjänster. Standarder och tillvägagångssätt för att genomföra projekt finns för att förenkla kommunikationen och samverkan mellan olika företag vid upphandlingar (Samuelsson, 2010). Ett hinder för användning av BIM som finns i byggbranschens kontrakt är krav på att leverera ritningar då det är ritningar som räknas som underlag för upphandlingar, det behövs därför göras ett standardkontrakt som involverar och beskriver hur BIM definieras (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen, 2016). Det är viktigt att skriva in krav och villkor så det tydligt framgår i avtalet om, hur och när BIM ska användas.

För att implementeringen ska fungera måste byggindustrin vara överens om vad BIM och VDC betyder, det måste skapas en gemensam definition för att inte skapa förvirring. Det måste framgå tydligt vad BIM och VDC är och hur det går att arbeta med det för att kunna öka förståelsen och användningen (Benjaminsson & Gustavsson, 2017). Vad som också är viktigt är att förmedla nyttan med användandet för att motivera varför ett nytt arbetssätt ska implementeras. Det är viktigt att utbildning erbjuds i ämnet för att öka förståelsen och för att det ska fungera på ett bra sätt (Benjaminsson & Gustavsson, 2017).

Att ställa krav på användandet och tydligt klargöra vad, hur och när BIM ska användas är viktigt för att BIM ska implementeras i byggprocessen. Samuelsson (2010) beskriver fyra aspekter som är viktiga att ta hänsyn till vid införande av innovationer och som kan kopplas till när BIM införs i ett projekt. De fyra aspekterna är:

1. Tidpunkten. I vilket skede som BIM ska börja användas för att uppnå den inverkan som är tanken för olika processer. Det är viktigt att tänka igenom vilka konsekvenser användningen får så att beslut är fattat i rätt tid för att uppnå rätt möjligheter.

2. Samordning. Hur många som berörs av beslutet att använda BIM och hur de behöver samordnas. Ju fler aktörer som berörs desto större är behovet av samordning, detta är förmodligen den svåraste och viktigaste aspekten.
3. Specialresurser. Vilka resurser som krävs för att implementera BIM och om kompetensen finns inom företaget eller om det behövs utbildning eller specialister.
4. Ledning och styrning. Vilka kompetenser och befogenheter behöver ledningen samt på vilken nivå i projektet ledning och styrning av BIM behövs.

Byggbranschens karakteristik bromsar ofta införandet av innovationer då det krävs speciella förutsättningar för en implementering (Karlsson, 2017). Branschen är inte homogen, beroende på exempelvis upphandlingsstrategi och att projekt är unika. Aktörer i branschen styrs ofta av egenintresse vilket gör det svårt för innovationer att slå igenom då de ofta bedrivs av enskilda aktörer. En stor spridning kräver att innovationen har flera intressenter samt en samordning mellan dem (Olander & Widén, 2012).

För att BIM ska kunna användas fullt ut krävs det att beställare och förvaltare sätter krav på att det ska användas. Det krävs också att standarder och rutiner utvecklas för hur och vad för information som skapas och hur utbytet av informationen ska ske (Granroth, 2011). Det är viktigt att ett företag tar fram hur de definierar BIM för att det ska kunna implementeras ordentligt.

Något annat som är viktigt för att få implementeringen att fungera är att viljan och engagemanget måste finnas hos arbetsteamet för att använda sig av nya arbetssätt och ny teknik (Lucchesi, 2017). Användandet av BIM och utvecklingen av det drivs mycket av beställarens krav samt av kunskaperna och viljan hos anställda. En bra implementering handlar mycket om attityden och tillvägagångssättet av informationen mellan olika parter (Holzer, 2016).

2.5.1 Exempel på krav och riktlinjer om BIM

Veidekke har tagit fram en BIM-manual för att beskriva hur de jobbar med BIM. Manualen ger en generell beskrivning och måste projekthanpassas för att möta specifika krav och förutsättningar för projekt. I manualen ges anvisningar för definition, upplägg och samverkan kring BIM som verktyg. Veidekke (2017a) beskriver syftet och omfattning av manualen enligt följande:

“Syftet med manualen är att i detalj beskriva arbetsrutiner och modellkrav för BIM/CAD relaterad information i projektet...

...Den övergripande målsättningen med en BIM-orienterad projekteringsprocess är att underlätta och förbättra kommunikationen och informationsutbytet mellan samtliga discipliner. Modellerna används bland annat för att generera handlingar, kvalitetskontroller, mängdavgångar och visuell planering.” (s.4)

I manualen definierar Veidekke (2017a) ansvaret för levererade modell-filer och hur det ska ske. Alla de olika parterna är ansvariga för sina egna modeller, innehållet i sina dokument och dess struktur. Varje disciplin ansvarar även för att den

gemensamma instruktionen följs, personen som ansvarar för modellen ansvarar även för att BIM-manualen följs av alla involverade från den disciplinen.

Veidekke har som minimikrav att de mjukvaror som används stödjer ett neutralt filformat för att informationsutbytet och arbetet med BIM-modellerna ska kunna läsas av alla (Veidekke, 2017a).

BIM-manualen beskriver även hur filer ska benämnas och delas. I Tabell 1 som är tagen ur BIM-manualen redovisas vilka fil-typer som ska delas mellan respektive disciplin. I tabellen kan gulmarkerade områden ändras till projektspecifik information. Benämning innefattar hur modell- och ritningsfiler ska namnges och kodas.

Tabell 1. Benämning av filer enligt Veidekkes BIM-manual (Veidekke, 2017a).

Till/från ↓ →	A	E	K	KP	V	Spr	Tr	X(Samordning)
A		.dwg,.ifc	.dwg,.ifc		.dwg,.ifc	.dwg	dwg, ADSK	.smc
E	.dwg,.ifc		.dwg,.ifc		.dwg,.ifc	.dwg	dwg,.ifc	.smc
K	.dwg,.ifc	.dwg,.ifc			.dwg,.ifc	.dwg	dwg,.ifc	.smc
KP								.smc
V	.dwg,.ifc	.dwg,.ifc	.dwg,.ifc			.dwg	dwg,.ifc	.smc
Spr	.dwg,.ifc	.dwg,.ifc	.dwg,.ifc		.dwg		dwg,.ifc	.smc
Tr								.smc
X	.ifc, .rvt	.ifc	.ifc	.ifc	.ifc	.ifc	.ifc	

Ytterligare beskrivningar i BIM-manualen är hur koordinater och enheter ska hanteras. Detta för att ha en gemensam lokal koordinat som kan översättas till världskoordinat för att alla discipliner ska arbeta i samma koordinatsystem (Veidekke, 2017a).

För modellsamordning har VDC-ingenjören ansvar för granskning av samordningsmodellen med syfte att upptäcka bland annat kollisioner mellan modellerna. Kollisionerna redovisas i Solibri och skickas till alla discipliner. Modellfiler ska sparas i en 3D-vy. Den ska också rensas innan uppladdning på externa referenser som innebär bland annat oanvända lager och objekt samt onödiga geometrier som inte tillhör slutprodukten. En egenkontroll av filen ska göras innan den laddas upp på projektets server.

Exempel på övriga krav och riktlinjer

Som nämns i avsnitt 2.3 har Veidekke beslutat att arbeta med VDC och har då tagit fram en projekteringsmanual för att underlätta tillämpningen av metodiken i projekt. Projekteringsmanualen beskriver VDC på en grundläggande nivå för att ge en generell beskrivning av hur Veidekke jobbar med VDC under projekteringen. Syftet med manualen är att ge förståelse för hur projekteringen inom projekt bedrivs.

Manualen beskriver bland annat hur besked ska delges, hur tidsplanering sker, hur projekteringshandlingar såsom ritningar och dokument ska hanteras, distribueras, namnges och granskas samt hur VDC tillämpas i kommunikation, dokumentation, kvalitet och arbetsmiljö (Veidekke, 2017e). Manualen anvisar att alla dokument som är av allmänt intresse ska sparas på SharePoint samt att kommunikation ska ske där. Mail ska endast användas i konfidentiella ärenden eller i ärenden som inte behöver dokumenteras, jämför med telefonsamtal.

Veidekke hänvisar i BIM-manualen till en modellsamordningsbeskrivning, som beskriver samordningsprocessen avseende för fildelning, tider, möten och kommunikation (Veidekke, 2017c). Manualen vänder sig till de personerna som ska vara med under modellsamordningsmöten eller de som ska ta fram underlag till mötena. Alla projektets modellfiler sammanställs till en samordningsmodell för att öka kvalitén på handlingar. Samordningsmodellen används sen för att synka underlagen mot varandra, identifiera kollisioner och andra byggtekniska problem (Veidekke, 2017c).

Modellsamordningen ska ske i Solibri Modell Checker och ska säkerställa att objekt inte kolliderar med varandra. När uppladdningen av modellfiler ska ske beskrivs i BIM-manualen och inför uppladdningen ska projektören ha utfört en egenkontroll enligt BIM-manualen (Veidekke, 2017c).

I modellsamordningsbeskrivningen står det också beskrivet hur kollisionsskontroller ska hanteras. Kollisioner hittas genom att modellen granskas genom olika regelsamlingar, som ger en resultatlista. Utifrån denna listan skapas sedan ärenden med kollisioner som behöver rättas till (Veidekke, 2017c).

För att säkerställa att modellen följer de krav som finns i BIM-manualen har Veidekke tagit fram en checklista som ska fyllas i samband med överlämningen av respektives disciplins modelleverans, se Tabell 2. Checklistan ska fyllas i av den modellansvarige för varje disciplin vid samtliga leveranser (Veidekke, u.å.b).

Tabell 2. Checklista inför modelleverans (Veidekke, u.å.b).

	skede	ej utförd	påbörjad	utförd	noteringar	signatur
Placering						
Modellen har rätt koordinater enligt BIM-manualen		☐	☐	☐		
Modellen har korrekta plushöjder enligt BIM-manualen		☐	☐	☐		
Granskning						
Korrekt namngivning av IFC-fil		☐	☐	☐		
Okulär besiktning av IFC-modellen		☐	☐	☐		
IFC-filen är optimerad		☐	☐	☐		
Samtliga våningsplan finns med		☐	☐	☐		
Modellen har korrekt våningsturkur enligt BIM-manualen		☐	☐	☐		
Modellen är kontrollerad på dubletter		☐	☐	☐		
Modellen är kontrollerad på interna kollisioner		☐	☐	☐		
Modellen är rensad från skissmaterial		☐	☐	☐		
Klassificering						
IFC-modellen är exporterad med BIP-koder		☐	☐	☐		
Samtliga byggobjekt innehåller korrekt BSAB-kod		☐	☐	☐		
Samtliga utrymmen innehåller korrekt BSAB-utrymmeskategori		☐	☐	☐		
Samtliga objekt är littererade enligt BIM-manualen		☐	☐	☐		

2.6 3D-modellen

Bilder används i många situationer, och har gjorts länge, för uttryck eller för att öka förståelse. Modellen kan användas på samma sätt som bilder för att få förståelse för ett projekt. En bild och då även en modell kan ses som ett sätt att förmedla ett budskap (Skoglund & Thorp, 2005). Modellen kan utnyttjas för visuella syften, där det går att se hur byggnaden ser ut och vart den är placerad samt som informationsbärare, där information om byggnaden och olika objekt är specificerat. 3D-visualisering av projekt kan tydliggöra målbilden och det finns många hjälpmedel för att visa information och 3D-modeller. Några exempel på hjälpmedel är Dalux, BIM-kiosker och VR som beskrivs under avsnitt 2.4. Projekt skulle då kunna genomföras utefter modellen och använda modellen på samma sätt som ritningar, med att ta ut mått, mängder, material etc. (Sars & Tolmé, 2013).

2.6.1 Krav och detaljnivå på 3D-modellen

För att 3D-modellen ska kunna användas som bygghandling och informationskälla behöver krav på detaljnivå finnas samt att den kvalitetssäkras (Stribeck, 2015). Detaljnivån avgör hur mycket information modellen kan ge, vilket avgör i vilka sammanhang den kan användas (Jakobsson & Öberg, 2014). För att modellen ska ha en hög kvalitet krävs att modellen innehåller relevant information, vilket innebär att endast den information som krävs för olika arbetsmoment finns tillgänglig och att inte överflödiga information finns som kan förvirra användaren. Van Berlo och Natrop (2015) menar att det är bättre att bara ge informationen som rör en specifik uppgift och inte mer, detta gör att de som ska utföra uppgiften blir bättre informerad och mindre distraherad av annat. Att ge rätt information kan leda till att arbetet får högre kvalitet och risken för fel minskar.

För att underlätta projekteringen av modellen bör det finnas riktlinjer och krav på modellen som beskriver detaljnivån för att säkerställa att önskad information finns. Riktlinjer för samordning av informationsstrukturer och formatstandarder bör också finnas för att underlätta samverkan mellan olika entreprenörer i projekteringen (Ekholm, Blom, Eckerberg, Löwnertz, & Tarandi, 2013). Formatstandarder används för att underlätta dataöverföringen med hjälp av neutrala filformat och därmed kan kommunikationen och samordningen förenklas.

LOD - Level of Detail

Level of Detail (LOD) är en beskrivning av olika detaljnivåer i BIM-modeller (Jakobsson & Öberg, 2014). Det finns olika definitioner och varianter där bland annat graderingen kan skilja. Graderingen av detaljnivå som valts att beskrivas i detta arbete är: LOD 100, 200, 300, 400, 450 och 500, medan Figur 8 visualiserar en annan definition. Kraven för de olika stegen adderas till nästkommande nivå, ju högre nivå desto högre krav på detaljnivån i modellen.

LOD 100

Denna nivå innefattar att den totala volymen för olika objekten visualiseras och anges på ett korrekt sätt samt att information om byggnadsarea och höjd.

LOD 200

Generiska rumsobjekt ska visualiseras på ett korrekt sätt, samt de olika planen och utrymmet mellan bjälklaget och taket ska tydligt synas i modellen. Det ska anges golvarea för alla våningarna och olika byggnadsdelar ska beskrivas.

LOD 300

Kraven på informationen för denna nivå är att funktionen för alla ytorna och byggnadsdelarna ska beskrivas och specificeras.

LOD 400

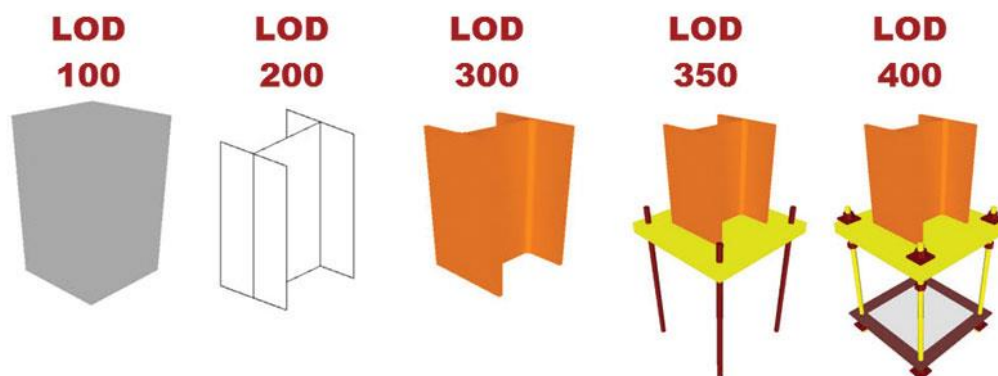
För denna nivå ska även informationen, utöver tidigare nivåer, innehålla typbestämning av olika byggnadsdelar, rummen ska numreras och ha specifika funktioner och beskrivningar. Om tillval kan göras ska dessa listas och kopplas till beskrivningarna av rummen.

LOD 450

Utöver tidigare krav ska även produktval redovisas för de olika byggnadsdelarna.

LOD 500

För att denna nivå krävs det att modellen och den byggnaden som byggdes stämmer överens både gällande orientering och informationen. Det går alltså inte att uppnå denna nivå innan produktionen är färdig (Jakobsson & Öberg, 2014).



Figur 8. Level of detail (Ikerd, 2013).

BIM-manual, Modellkrav Bygg

Veidekke har tagit fram en BIM-manual, Modellkrav Bygg, som innefattar specifika krav utöver kraven i BIM-Manualen som beskrivs i avsnitt 2.6.1. Kraven omfattar vilken detaljeringsnivå och informationsnivå objekt ska innehålla. Syftet är att kunna använda mängder från modellen för att stödja projektstyrning som kan innebära planering, upphandling och uppföljning. Samtliga krav har tagits fram för att säkerställa en effektiv, spårbar och säker informationshantering under projektet (Veidekke, 2017b).

Allmänna krav i BIM-manualen, Modellkrav Bygg, innefattar i vilken skala modeller ska ritas, vilka enheter som ska användas för mått samt att koordinater och måttsättning ska stämma överens med mätningar som kan göras i datorn. Kraven innefattar även att modellen ska användas för att ta ut mängder till inköp och

produktion samt som underlag för exempelvis budget, tidplan, ÄTA-arbeten och prognoser av slutkostnader.

Under allmänna krav i manualen beskrivs även att modellen ska innehålla samtliga byggnadsdelar som påverkar byggnadens utrymmen, funktion och utseende. Målet är att skapa en så produktionslik modell som möjligt. Modellen ska användas för att generera 2D-ritningar och andra handlingar, med undantag för detaljer.

I manualen finns en lista som beskriver hur information och egenskaper för objekt ska hanteras. Listan redovisas nedan (Veidekke, 2017b):

1. Generellt sett ska alla objekt modelleras utan ytskikt och uppbyggnad. Denna information skall istället framgå under beteckning, klassifikation och beskrivning. Undantag kan gälla för fasadväggar om yttersta skiktet skall redovisas för visualisering.
2. Samtliga byggdelar ska innehålla klassifikation enligt BSAB 96 byggnadsdelar.
3. Utrymmen och rumsobjekt skall modelleras och klassificeras enligt BSAB 96, utrymmeskategori.
4. Samtliga IFC-modeller ska levereras med property sets för BIP-koder, så att objektens egenskaper får namn enligt BIP efter export till IFC (mer info finns på www.bipkoder.se)
5. I samtliga projekt ska byggnadsobjekten namnges enligt manualen för beteckningar (tidigare littera), se bifogad manual Beteckning (TypeID).
6. Samtliga objekt ska vara korrekt uppbyggda avseende storlek, placering och höjd.
7. Samtliga objekt ska tillhöra en våning.
8. Samtliga byggdelar ska modelleras med en millimeters noggrannhet.
9. Våningsplan och lägenheter ska benämnas enligt lantmäteriets lägenhetsnumrering med Plan med versal samt två siffror. Ex = PLAN 08, PLAN 10 osv.
10. Modeller ska skapas på samma sätt som byggnadsverket ska uppföras, inga objekt ska vara våningsöverskridande, (ex väggar ska inte sträckas mellan olika våningar om inte tillverkningen är sådan)
11. Modellera byggnadsobjekten med det avsedda verktyget för ändamålet, dvs vägg ritas med väggverktyget, bjälklag med bjälklagsverktyget osv. Om det ej är möjligt att modellera ett specifikt byggnadsobjekt med korrekt verktyg, ska detta meddelas projektets VDC-ingenjör. Då ska objektet kopplas till korrekt motsvarighet i IFC, tex: ritas ett räcke med wall-verktyget ska räcket klassas till IFC Element type = railing
12. Alla byggnadsobjekt ska ha ett unikt globalt ID (guid). Detta unika ID ska även behållas då objekten editeras. (Veidekke, 2017b, s.3)

Ett exempel på krav i manualen är våningsstruktur, där kraven innebär att modellen ska delas upp per våning och samtliga byggnadsobjekt ska tillhöra en specifik våning (Veidekke, 2017b). Anledningen till att dela upp en byggnad per våning är att analyser, mängdavgivning och areamätningar vanligtvis sker per våning. Ytterligare en anledning är att arbetet på byggplatsen och i förvaltningen ofta använder ritningar per våning.

För att underlätta identifikationen av objekttyper i modellen används TypeID som är en beteckningsklassifikation. Alla byggnadsdelar av samma typ ska ha samma beteckning, skiljer sig typen av byggdel ska objekten ha olika littera vilket innehåller 1-4 bokstäver som beskriver byggnadstypen. Om egenskaperna hos en byggnadstyp

skiljer sig skall ett löpnummer redovisas efter beteckningen (TypeID). Exempel från Veidekke (2017b):

“Stominnerväggar - element av skivor och stålverk - IVB01” (s.4). Klassificering av byggnadsdelar skall innehålla klassifikation enligt BSABe Byggnadsdelar och för utrymmen ska klassificeringen vara BSABs Utrymmen.

I BIM-manualen, Modellkrav bygg har Veidekke (2017b) även gjort en sammanställning av krav objekt i modellen ska uppfylla, listan sammanställs nedan:

Tabell 3. Sammanställning av krav på objekt. (Veidekke, 2017b).

Väggar	- Ska tillhöra och vara avdelade per våning - Ska delas upp på ytter- och innerväggar - Ska delas upp på bärande- och icke bärande - Ska ansluta varandra och bjälklag - Ska delas upp vid möten med andra väggar - Ska ritas som de är tänkta att byggas - Ska ej vara våningsöverskridande
Bjälklag	- Ska delas upp på bjälklag, balkongplattor, loftgångsplattor - Mötande bjälklag får ej överlappa - Ytterkanter på bjälklag får inte skära igenom yttersida på fasadvägg. Bjälklagets ytterkanter ska modelleras in i halva fasadväggen.
Tak	Takkompletteringar, takluckor ska modelleras
Dörrar och fönster skall delas upp på:	- Innerdörr - Ytterdörr - Balkongdörr - Loftgångsdörr - Tamburdörr - Trä- och ståldörr - Entrépartier - Fönster ska littereras för att särskilja fönstertyp
Balkar och pelare	- Delas upp per plan - Inga objekt får överlappa - Objekten ska ha korrekta yttre mått - Tillhör K-modell men ska finnas i A-modell för gestaltning
Rum/zon	- Samtliga rum och utrymmen ska ha ett rumsobjekt - Ska vara kategoriserade enligt BSAB 96 utrymmeskategori - Ska modelleras upp till bjälklag, eller om undertak om höjden är känd - Rumsobjektet skall alltid vara uppdaterat
Trappor	- Ska delas upp på trappa av betong, trappa av stål - Ska ansluta bjälklag men får ej överlappa - Ska modelleras våningsvis som enskilda objekt
Håltagning	K och KP ska redovisa håltagning i byggnadens bärande delar med korrekta mått
Inredning (lös- och fast inredning)	All inredning ska modelleras som enskilda objekt
Partier	Partier (tex fönsterparti med dörr) ska modelleras som enskilda objekt
Räcken ska delas upp på:	- Glasräcke - Balkongräcke - Loftgångsräcke - Trappräcke (om det inte framgår i trappverket)

2.7 Innovationer avseende digitalisering

Digitaliseringen är aktuellt inom samhällets alla delar, vid denna transformation är innovationer ett viktigt begrepp som kan definieras som en förändring av en produkt, process eller arbetssätt som i någon bemärkelse är positiv och har implementerats i sitt sammanhang (Samuelsson, 2010). För företag är det viktigt att uppmärksamma när nya innovationer kommer då dessa kan vara avgörande för företagets framtid. En innovationsidé kan till en början vara mycket svårbedömd, eftersom den är

annorlunda och det är svårt att avgöra om den är bättre enligt nuvarande kvalitetsparametrar (Lundgren, 2016, september).

Byggindustrin är mitt i en implementering av nya innovationer som Hamon (citerad i Quist, 2017, 2 juni), strategi- och utvecklingschef på Veidekke menar pekar på en digitalisering av byggindustrins alla processer. Denna utveckling innebär flera utmaningar, men Hamon (citerad i Quist, 2017, 2 juni) menar att företag som lyckas anpassa sig efter de nya förutsättningarna med digitaliseringen kommer ha stora möjligheter genom förbättrade processer, effektivisering och stora besparingar.

Digitaliseringen av byggindustrin innebär att företag måste våga testa ny teknik och nya innovationer. För detta krävs att företaget vågar investera och att aktörer inte endast ser kostnader utan potentialen för besparingar i innovationer och teknik (Jongeling, 2008). Det finns flera anledningar till att företag inte investerar, en anledning är som nämnts tidigare att det är svårt att avgöra vilka innovationer som utmärker sig och är lönsamma.

Företag investerar både i pengar och resurser vilket gör att om innovationen inte är lönsam och konkurrenskraftig kan det resultera i svårigheter för företaget både ekonomiskt och konkurrenskraftigt (Jongeling, 2008). Ytterligare en anledning som hämmar innovationer är att upphandlingar vanligtvis genomförs genom att aktörer lämnar anbud på uppdrag och oftast vinner aktören som lämnat lägst pris, vilket gör det svårt att införa ny teknik då det ofta tillför en extra kostnad (Samuelsson, 2010).

En annan anledning till att företag inte investerar är att det inte varit tillräckligt hög press på dem att utvecklas då kunders betalningsförmåga ökat i samma takt som kostnaderna för byggprojekt (Veidekke, 2018). Detta gör att byggindustrin är en trög sektor vilket innebär att det tar tid för nya innovationer att slå igenom. Det beror även på att byggprojekt är komplexa, där varje bygge är unikt och projektbaserat (Samuelsson, 2010).

Att byggbranschen är projektbaserad innebär att projektorganisationen är tillfälligt sammansatt av olika aktörer som ska samarbeta för att optimera projektets resultat samt att det råder unika förhållande under projektet (Fernström, 2009). I projekt är flera olika aktörer involverade vilket gör att det är många som behöver samarbeta och komma överens. Ytterligare en aspekt i byggprojekt är att de är platsbaserade, vilket innebär att de är lokalt baserade avseende personresurser samt att byggnader uppförs på en specifik plats där den lokala marknaden styr vilka produkter och tjänster som efterfrågas (Samuelsson, 2010).

2.7.1 Innovationers spridning

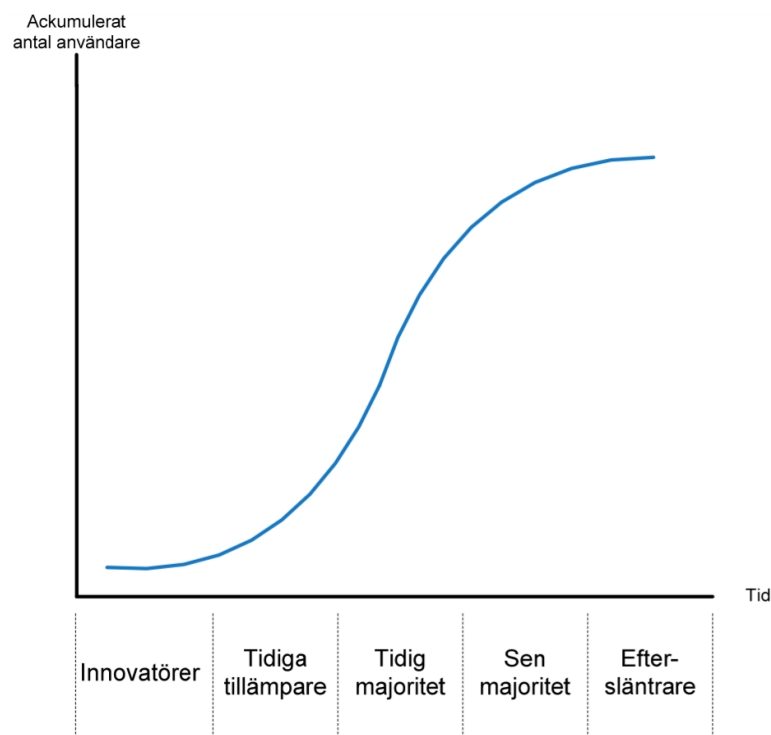
Hur stor genomslagskraft en innovation får kan beskrivas med fem kännetecken som är centrala för införandet av innovationen, där de två första är mest centrala för innovationens spridning (Rogers, 2003). Det första kännetecknet är *relativ nytta* vilket innebär i hur hög grad innovationen skapar nytta relativt den befintliga produkt, process eller idé den ersätter. Ofta mäts nytta ekonomiskt men det kan även bestå av faktorer som bekvämligheter och social prestige.

Det andra kännetecknet är *kompabilitet* vilket innebär i vilken grad innovationen är kompatibel med befintliga arbetssätt, värderingar, tidigare erfarenheter och behov hos användarna. Det tredje kännetecknet är *komplexitet* vilket innebär i vilken grad innovationen är svårt att förstå och använda. Om innovationen har en hög svårighetsgrad där användarna behöver lära sig nytt och få ny kunskap sjunker hastigheten på implementeringen av innovationen (Rogers, 2003).

Det fjärde kännetecknet är *testbarhet*, då en innovation enkelt kan testas och visar positiva resultat för användaren är det större sannolikhet att innovationen implementeras. Det femte kännetecknet är *observerbarhet* vilket innebär graden av hur enkelt resultat är synliga för andra, ju enklare det är att se ett resultat, desto lättare tas innovationen upp (Rogers, 2003).

Hur snabbt en innovation slår igenom beror på hur riskerna med den är fördelade mellan olika aktörer och att riskerna tas av aktörer som kan hantera dem. Om fördelningen blir fel kan det begränsa intresset för att satsa på innovationer (Lind, 2012).

En innovations ökning av användare kan beskrivas med en S-kurva, kurvan beskriver antalet användare av en innovation med tiden. Ofta startar en innovation med ett lågt antal användare, som sedan ökar till en kritisk punkt där användarna kraftigt ökar för att sedan nå en punkt där ökningen blir avsevärt långsammare (Samuelsson, 2010), Se Figur 9 som även beskriver uppdelningen av de olika användarna i de olika faserna.



Figur 9. S-kurva som beskriver en innovations ökning av tillämpare (Samuelsson, 2010).

I startskedet är det *innovatörer* som tillämpar innovationen. Det är innovatörerna som tar till sig innovationen och implementerar den i nya sammanhang. I detta skede är omgivningen skeptiska till innovationen och *innovatören* har en central roll till att idén sprids, en innovatör vågar ta risker (Rogers, 2003).

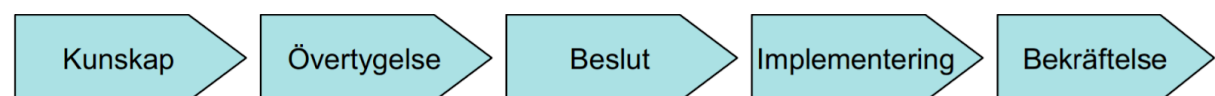
Efter *innovatörer* kommer de *tidiga tillämparna* som ofta får en förtrondenderoll, de agerar rådgivare och är integrerade i systemet, de spelar en stor roll för innovationens spridning (Rogers, 2003). Innan den accelererande spridningen uppkommer kommer den *tidiga majoriteten*. De tillämpar innovationen just innan majoriteten och har en betydande roll för dess spridning, genom kommunikation och nätverk.

Den *sena majoriteten* är kritiska till innovationen, de behöver övertygas om innovationen och se att osäkerheterna kring innovationen är borta samt att den visar en positiv trend (Rogers, 2003). De sista tillämparna är *eftersläntrare*, det tar lång tid för dessa att besluta om innovationen samt bli övertygade om den. Ofta har de ett mer begränsat nätverk samt begränsade resurser vilket gör att de inte vågar ta några risker.

Huruvida individer accepterar eller motstår att använda ny teknik beror på hur de uppfattar att tekniken är fördelaktig eller inte för sitt arbete. Det är viktigt att det finns en upplevd relativ fördel att använda en ny teknik över den befintliga lösningen den ersätter samt att den upplevs lättanvändlig (Samuelsson, 2010). Nya innovationer måste accepteras och anses användbara hos användarna för att få genomslagskraft, det är vanligt att många organisationer förblir skeptiska till att förändra etablerade arbetsmetoder (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen, 2016).

2.7.2 Innovationers införandeprocess

En innovations införande kan beskrivas i en process som innehåller fem steg, se Figur 10, processen kan ske både på individ- och organisationsnivå (Rogers, 2003). Processen beskriver hur en innovation stegvis sprids genom att beslutsfattaren först får kunskap om en innovation och sedan bildar sig en uppfattning av innovationen för att få en övertygelse om innovationens effekter. För att sedan ta beslut om att tillämpa innovationen. Nästa steg är implementeringen av innovationen samt att få bekräftelse på att innovationen uppnått förväntningarna. För att en innovation ska ta sig genom alla steg krävs att innovationen visar ett positivt resultat i varje steg, om innovationen inte visar positivt resultat finns möjligheten att när som helst i processen välja att inte gå vidare.



Figur 10. Innovationers införandeprocess (Samuelsson, 2010; Rogers 2003)

Som nämnts ovan kan beslut om innovationer fattas på olika nivåer. Samuelsson (2010) har delat in dessa nivåer i tre kategorier:

- Individer
- Organisationer
- Interorganisationella system

På individnivå tas beslutet av den enskilde individen att införa en innovation, vilket innebär att det huvudsakligen påverkar dennes aktiviteter (Samuelsson, 2010). Organisationsnivån innefattar bland annat företag där en stor del av innovationerna sker, där ofta drivkraften för innovationen är ekonomisk nytta. Ofta fattas beslut om

att införa innovationer på en högre nivå och inte av individerna som ska tillämpa innovationen.

Interorganisationella system innefattar bland annat projektorganisationer som exempelvis kan vara byggprojekt. Där varje projekt är unikt och återföring av kunskap mellan projekt är svår vilket hämmar innovationer. Ofta är det svårt att fatta beslut på denna nivå då projektorganisationens formella hierarki är diffus samt att projektorganisationen har svårt att ställa krav på enskilda företags rutiner. För att beslut om en innovation ska tas krävs att ett beslut tas av ett stort antal organisationer samtidigt eller i någon form av samverkan mellan organisationerna (Samuelsson, 2010).

En innovationsspridning blir trögare då den omfattar fler nivåer och kan påverkas både positivt eller negativt av att beslutet ligger på en högre nivå (Rogers, 2003). Rogers (2008) menar vidare att beslut som fattas på en högre nivå kan mötas av motstånd av de individer som ska använda sig av innovationen då de inte vill förändra sina aktiviteter eller processer. Föreslås en innovation på en lägre nivå, av en enskild individ, krävs beslut från en högre nivå vilket medför väntan. En innovations implementering försvåras betydligt då flera personer på olika nivåer är involverade i processen att ta beslut om innovationen.

Kotter och Schlesinger (2008) har identifierat fyra anledningar till varför en innovation ibland möts med motstånd:

1. Medarbetarna tror att de kommer förlora något av värde som resultat av förändringen. Fokus ligger i sådant fall på egenintresset och inte på hela organisationen.
2. Förstår inte förändringen eller orsaken till den och får uppfattningen om att förändringen kommer kosta dem mer än de tjänar på den.
3. Bedömer situationen annorlunda än de som inför förändringen. Ser inte behovet på samma sätt.
4. Rädslan för att inte kunna ta till sig de nya färdigheterna och beteendet som krävs för den nya förändringen.

2.7.3 Implementering

Implementering är en process som bidrar till att tekniska, organisations- och ekonomiska resurser används tillsammans för att skapa ett effektivt projekt (Fleck, 1994). Själva implementeringen kan ses som ett verktyg för att öka förmågan att kommunicera. Det är också en viktig del i att öka förståelsen för användbarheten och nyttan med digital hantering av byggprojekt. Detta behövs för att identifiera och tillgodose olika behov, krav och mål med den tekniska utvecklingen (Löfgren, 2007). För att kunna implementera och använda 3D-modellen istället för 2D-ritningar menar Stribeck (2015) att det måste tas fram nya rutiner för presentation och lagring av bygghandlingarna för att på ett effektivt sätt kunna visualisera ett projekt. Något annat som är viktigt att tänka på är att implementera BIM är en stor omställning för hela industrin (Fredriksson, 2012). Van Berlo och Natrop (2015) menar att om BIM ska lyckas användas är nyckeln att förmedla den information som finns men som tidigare inte varit tillgänglig för yrkesarbetarna.

Implementering kan delas upp i två delar, generisk teknisk kunskap och lokal praktisk kunskap (Fleck, 1994). Den lokala kunskapen, vilken är en viktig del i att få implementeringen att lyckas, handlar om att veta hur företaget jobbar för att på bästa sätt kunna implementera i det företaget. Medan den tekniska handlar om att förstå sig på det som ska implementeras (Fleck, 1994).

2.7.3.1 Utbildning och utveckling

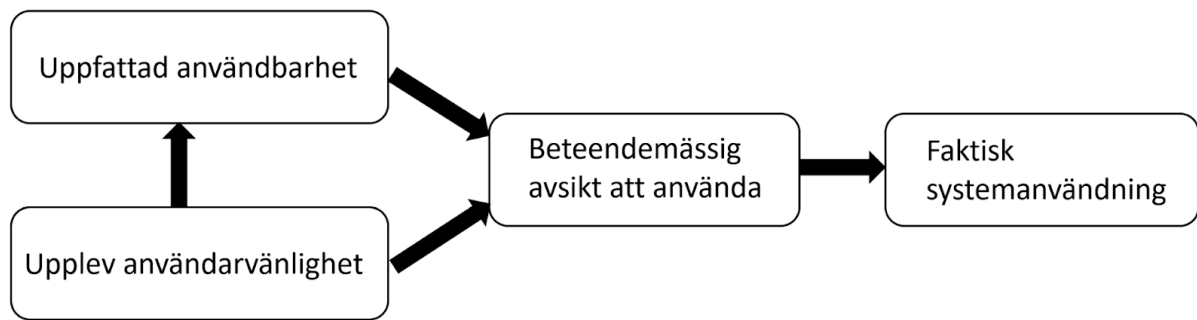
Det har skett en stor teknisk utveckling under modern tid och utvecklingen har skett snabbt (Veidekke, 2017d). Människan däremot har och kan inte utvecklas lika snabbt (Eriksson, 2002) vilket bidrar till att förändringar skapar varierande reaktioner hos individer av flera olika anledningar som till exempel tidigare erfarenheter eller personlighet (Karlsson, 2018). Att människan inte utvecklats i samma takt som tekniken är viktigt att ta hänsyn till då det ställs krav på förändring. Vid en förändring är det viktigt att skapa engagemang hos människor, exempelvis genom att skapa engagemangsskapande mål som får människor att sträva mot ett och samma mål och därmed öka förändringens spridning (Veidekke, 2017d).

Samuelsson (2010) menar att utbildning är en nödvändig förutsättning för innovationer då tillämpning och spridning bygger på lärande. Kunskap i byggprojekt är svårt att överföra då de sker mellan individer, projektteam och projektorganisation vilket gör att det ofta förekommer brister i överföring av lärande och återkopplingar (Samuelsson, 2010). Erfarenheten från projekt finns hos de personer som varit delaktiga under projektet, men ofta finns inga mekanismer som överför kunskapen till hela företaget, vilket gör att samma misstag återkommer i andra projekt vilket i sin tur innebär att spridning av kunskap i projektorganisationer går trögt.

Utbildningens betydelse för människans utvecklingsmöjligheter är stor (Eriksson, 2002). I en arbetsmarknad som påverkas av den tekniska utvecklingen är det allt mer uppenbart att den utbildningen som fås i skolan snabbt blir otillräcklig eller inaktuell. Det lärande som kommer från sitt egna arbete och kollegor kan bli otillräcklig för den kompetens ens arbete kräver, därför krävs individuell kompetensutveckling (Eriksson, 2002). Utvecklingen kan ske genom kurser, praktik, konferenser och liknande verksamheter. Detta för att utvecklas inom sitt arbete och få en ökad prestationsförmåga på arbetsplatsen.

2.7.4 Teoretiska modeller för implementering

Det finns ett antal olika teoretiska modeller som förklarar teknisk adoption och acceptans. Ett exempel är den tekniska acceptansmodellen (Technology Acceptance Model - TAM) som beskriver hur tillämpare kommer att acceptera och använda ny teknik (Merschbrock & Nordahl-Rolfen, 2016). Modellen beskriver att komponenterna *upplevd användarvänlighet* och *uppfattad användbarhet* kommer att avgöra om individer avser att använda tekniken, modellen lägger stor vikt på användarna. *Uppfattad användbarhet* ses som en direkt påverkan på *upplevd användarvänlighet* som i sin tur leder till *beteendemässig avsikt att använda* som även det måste vara uppfyllt för att uppnå *faktisk systemanvändning* (Merschbrock & Nordahl-Rolfen, 2016). Se Figur 11.



Figur 11. Hur tillämpare accepterar och tillämpar ny teknik. Översatt efter (Merschbrock & Nordahl-Rolfen, 2016) med tillstånd, Creative Commons 3.0.

Komponenterna i TAM-modellen:

1. *Uppfattad användbarhet* (Perceived usefulness) - Den grad som en individ tror att användandet av en ny teknik förbättrar dennes arbetsuppgifter
2. *Upplevd användarvänlighet* (Perceived ease of use) - Den grad till vilken en person tror att användandet av en ny teknik inte innebär någon extra ansträngning för sina arbetsuppgifter
3. *Beteendemässig avsikt att använda* (Behavioural intention to use) - Användarens avsikt att använda tekniken i framtiden.
4. *Faktisk systemanvändning* (Actual system use) - Användarnas verkliga användning av tekniken för utförande av arbetsuppgifter (Merschbrock & Nordahl-Rolfen, 2016).

Två andra modeller är *teknisk push och pull*, som kan användas för att beskriva en innovations uppkomst. Där *teknisk push* innebär att innovationen i branschen uppkommer på grund av utvecklingen i teknologin som löser ett problem eller uppfyller behov som tidigare inte var kända (Samuelsson, 2010). Det ställs krav på att entreprenörer ska anpassa sig till tekniken.

Teknisk pull innebär att behovet av digitala hjälpmedel finns, eller möjlighet till förbättring med hjälp av digitala hjälpmedel, och att de efter att behovet uppstått implementeras i ett projekt eller ett företag (Hartmann et al., 2012). Hartmann et al. (2012) menar på att först undersöka vad för behov som finns och sedan implementera hjälpmedlet gör att implementeringen går lättare. Detta på grund av att det finns kännedom om fördelarna och de berörda är med vid anpassningen av hjälpmedlet för den specifika användningen.

2.7.4.1 Exempel teoretiska modeller

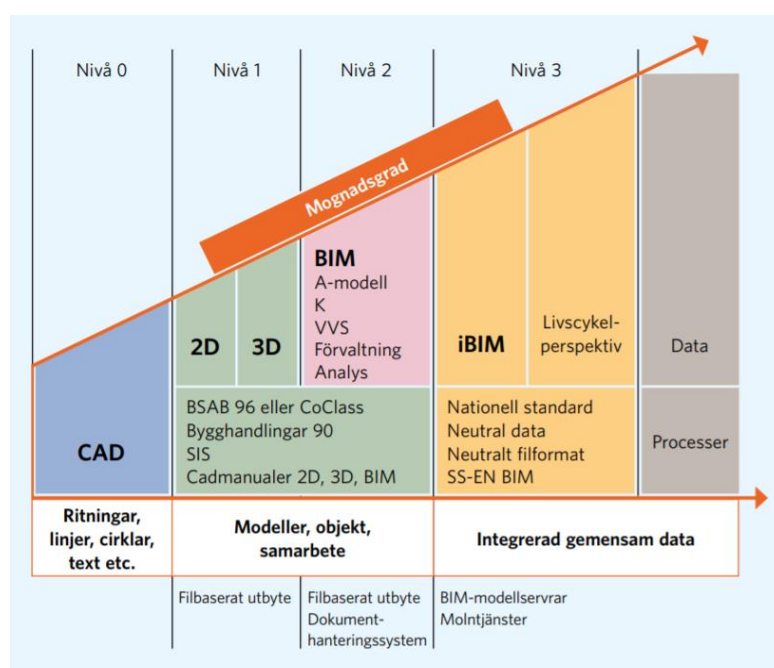
Ett exempel där *teknisk push* användes var vid projektet för Røforsbron i Arboga. Tanken med det projektet var som tidigare nämnt att endast använda sig av 3D-modellen för information i produktionen. Detta gjorde att entreprenören fick anpassa sig efter tekniken (Göteborg & Olsson, 2016). Det märktes ganska snabbt att plattorna som användes inte var ett tillräckligt verktyg för att utföra olika uppgifter då modellen var otillräcklig då det inte gick att se de olika måtten som behövdes vid exempelvis armeringsarbetet (Reblin & Sharif, 2013). Istället togs det fram produktionsanpassade vyer från modellen som sedan måttsattes, både i 2D och i 3D. Vyerna var bland annat

en effekt av att yrkesarbetarna tyckte det var svårt att själva få fram måtten på plattorna (Göteborg & Olsson, 2016).

Ett exempel på *teknisk pull* är vid implementeringen av 4D vid riskanalys. Efter en observation av hur riskanalysen går till på ett företag och vad för olika metoder som användes, testades det att implementera 4D-modellen. 4D-modellen kan användas till tre saker relaterat till risk, var risken finns, när risken kan uppstå och ytterligare information som till exempel åtgärder för att minimera risken (Hartmann et al., 2012). Det framgick även av diskussioner efter implementeringen att genom att presentera riskerna i 4D-modellen gick det att förbättra kommunikationen runt riskerna. De som fick testa på att använda modellen vid riskanalys menade att tekniken behöver utvecklas mer för att det ska fungera helt och hållet, vilket enligt Hartmann et al. (2012) visar på att styrkan i att använda *teknisk pull* vid implementering då det går att undvika implementering av teknik som inte är möjlig att använda.

2.7.5 BIM-trappan

Användandet av BIM-modellen kan beskrivas som en trappa, där ju högre upp på trappan ett företag kommer desto mer BIM har integrerats och används, se Figur 12. Varje nytt steg i trappan innefattar även de tidigare stegen (Sveriges Kommuner och Landsting, 2017), där Sverige idag ligger i huvudsak på nivå 1. Dock ligger de som är i framkant mellan nivå 2 och 3 (BIM Alliance, 2016).



Figur 12. BIM-trappan som beskriver användandet av BIM i olika stadier (Sveriges Kommuner och Landsting, 2017).

För nivå 0 är utskrivna dokument, som ritningar, huvudsakliga informationskällan och ses som originalhandling (BIM Alliance, 2016). Här sker kommunikationen mellan olika parter genom papper eller mail (Sveriges Kommuner och Landsting, 2017).

Under nivå 1 sker projekteringen i 2D eller en 3D-modell och det finns en gemensam granskningsmodell som används för visuell samordning. Informationen vid en upphandling fås som pdf-ritningar, vilket gör att de blir en del av

kontraktshandlingarna. Ritningar och andra dokument följer även med till förvaltningen (BIM Alliance, 2016).

Under nivå 2 börjar begreppet BIM användas, arbetet blir modellorienterat och egenskaper kopplas till de olika objekten i modellen. Det är vanligt att alla involverade parter arbetar i en egen modell som sedan levereras och sammanställs med andra modellerna för kollisionsskontroller och samordning. Även här finns pdf-ritningar och beskrivningar med i kontraktshandlingarna (BIM Alliance, 2016).

Nivå 3 innebär en ökad samordning och standardisering och handlar mycket om att införa ett mer integrerat arbetssätt, där en gemensam modell används från projektets start. Projektet är i detalj beskrivet i modellerna, som även följer med till förvaltningsskedet (BIM Alliance, 2016). Alla handlingar och all mängdavtagning hämtas direkt ur modellen och även all återkoppling mellan olika parter sker med modellen (Sveriges Kommuner och Landsting, 2017).

3 Resultat från studiebesök och intervjuer

I detta avsnitt presenteras resultatet från intervjuer. Intervjuer gjordes under studiebesök på tre olika projekt hos Veidekke (Flatås Park, Hills och Central Park) samt en intervju över Skype med en projekteringsingenjör och BIM-tekniker från Veidekke Norge. Befattningar, datum, benämning i rapport och projekt sammanställs i Tabell 4. Syftet med intervjuerna presenteras nedan.

Flatås Park och Hills

För att få en inblick i nuvarande verksamhet på Veidekke gjordes studiebesök på Flatås Park och Hills. Flatås Park var under besöket ett pågående projekt med 140 lägenheter i tre olika etapper. Hills var också ett pågående projekt med 76 villor och 5 flerbostadshus.

Syftet med studiebesöken var att se hur digitala hjälpmedel, BIM och 3D-modellen används i projekt idag. Detta för att se vart utvecklingsmöjligheter finns samt få en uppfattning om kravställningen från produktionen och hinder som finns för att börja arbeta med digitala hjälpmedel. Under besöken gjordes intervjuer av platschef, arbetsledare och underentreprenör samt enkätundersökning av yrkesarbetare.

Central Park

Central Park i Lund är ett bostadsprojekt med 147 lägenheter, vid besöket hade platta på mark gjorts för etapp 1 och för etapp 2-3 pågick pålning. Projektet är ett pilotprojekt av Dalux Field för Veidekke Sverige samt ett drivande projekt för digitala hjälpmedel. Under studiebesöket intervjuades VDC-utvecklare, platschef och arbetsledare vilket sammanställs i tabell 4.

Syftet med studiebesöket var att analysera och utvärdera hur användningen av Dalux Field och andra digitala hjälpmedel har upplevts och fungerat under projektet. Vilka hinder och krav projekt stött på kopplat till implementeringen och användningen av digitala program samt fördelar och nackdelar med användandet. Det utvärderades även vilka funktioner som använts och uppskattats samt vilka funktioner som användarna saknade eller tyckte fungerat mindre bra. Syftet var även att undersöka hur implementeringen och utbildningen av digitala hjälpmedel gått till.

Under studiebesöket i Lund intervjuades utöver de som nämns ovan även VDC-ansvarig för bygg och en VDC-utvecklare hos Veidekke. Syftet med intervjuerna var att få reda på Veidekkes strategi för hur VDC med fokus på BIM och digitala hjälpmedel ska implementeras och användas i produktionen.

Intervju projekteringsledare och BIM-tekniker

Flera projekt på Veidekke i Norge har använt sig av Dalux. Därför gjordes en intervju med en projekteringsledare och BIM-tekniker som varit delaktig i processen att implementera och använda programmet. Intervjun utfördes via Skype och spelades in för möjlighet att lyssna på den igen.

Syftet med intervjun var att få förståelse för nuvarande verksamhet och användningsområdena för Dalux. Hur, av vem och när Dalux används. Hur Dalux implementerades i verksamheten, problem, hinder och utvecklingsmöjligheter som finns med Dalux eller andra digitala hjälpmedel.

Tabell 4. Översikt över intervjuade till arbetet.

Datum för intervju	Projekt	Befattning	Frågor	Referens i arbete
180113		Projekteringsingenjör och BIM-tekniker	Bilaga A	BIM-tekniker
180129	Flatås Park	Arbetsledare	Bilaga B	Arbetsledare A
180129	Flatås Park	Arbetsledare	Bilaga B	Arbetsledare B
180129	Flatås Park	Underentreprenör	Bilaga B	Underentreprenör
180315	Hills	Arbetsledare	Bilaga C	Arbetsledare C
180315	Hills	Arbetsledare	Bilaga C	Arbetsledare D
180315	Hills	Arbetsledare	Bilaga C	Arbetsledare E
180315	Hills	Platschef	Bilaga C	Platschef A
180420	Central Park	Installationsansvarig	Bilaga D	Installationsansvarig
180420	Central Park	Platschef	Bilaga D	Platschef B
180420	Central Park	VDC-utvecklare	Bilaga E	VDC-utvecklare
180420	Central Park	VDC-ansvarig	Bilaga F	VDC-ansvarig
180517	Central Park	Arbetsledare	Bilaga D	Arbetsledare F

3.1 Sammanställning studiebesök och intervjuer

Idag använder sig Veidekke av Sharepoint för att dela ritningar, information och modellen till berörda under projekt (Arbetsledare A, personlig kommunikation, 29 januari 2018). Sharepoint är en molnbaserad tjänst som Veidekke beslutat att använda för att lagra, ordna och dela information. För kollisionskontroller och samordning av modellen har Veidekke som rutin att använda Solibri, detta görs främst under projekteringen. I produktionen finns inga rutiner (utöver Sharepoint som alla projekt ska använda) för vilka program som ska användas för att exempelvis hantera modellen, utan det får varje arbetsgrupp själv ta beslut om utifrån program som Veidekke har möjlighet att erbjuda. På Flatås Park användes Solibri för hantering av modellen och på Hills användes även Revizto.

På Hills användes OneNote för kommunikation och dokumentation inom arbetsgruppen. Programmet användes för att lämna kommentarer, skriva anteckningar, sprida information och för att göra det lättåtkomligt för alla. Programmet användes också för att skicka bilder från egenkontroller som sedan sammanställdes och användes som exempelvis underlag vid fakturering (Platschef A, personlig kommunikation, 15 mars 2018).

Ritningar till projekt tas fram under projekteringsskedet i pdf-format och laddas upp på Sharepoint. Ritningar laddades ofta upp på nytt på grund av att modellen uppdaterades. De intervjuade uppfattade att detta gjorde det svårt att hålla koll på alla dokument och ritningar. I produktionen skrivs sedan de ritningar som behövs till varje arbetsmoment ut i pappersformat (Arbetsledare A, personlig kommunikation, 29 januari 2018). Även mallar som används för exempelvis skyddsronder, egenkontroller och avvikelser kontroller skrivs ut, fylls i och scannas sedan in för att läggas upp på Sharepoint. Kommunikationen om avvikelser meddelas muntligt till de som var berörda eller via OneNote.

I projektet på Flatås Park hade arbetsledarna tillgång till plattor som yrkesarbetarna kunde låna, men dessa används inte då yrkesarbetarna behövde gå via arbetsledare för att få tag på plattorna samt att de tyckte det var smidigare att arbeta med pappersritningar. Arbetsledarna använde sig inte heller av plattorna då de föredrog att använda sig av datorer eller papper och penna. En anledning till att papper och penna

användes på Hills var för att tekniken hade strulat samt att det hade behövts utbildning i hur de olika programmen kunde användas då det inte fanns tid till att lära sig själv och i vissa fall var det svårt att veta vad program kan användas till (Arbetsledare C, personlig kommunikation, 15 mars 2018).

3.1.1 BIM-användning

I byggprojekt på Veidekke finns som mål att ha med en VDC-ansvarig genom hela processen (Arbetsledare B, personlig kommunikation, 29 januari 2018). Den VDC ansvariga är med under projekteringen och pusslar ihop alla discipliners modeller till en modell samt kör tester för bland annat kollisionskontroller. VDC ansvarig följer sedan med projektet ut i produktionen för att det ska finnas en person med kunskap om modellen på plats. VDC ansvarig arbetar även med arbetsledning ute i produktionen (Arbetsledare B, personlig kommunikation, 29 januari 2018).

I början av ett projekt sätts mål upp för hur modellen ska användas, men oftast används den inte i den utsträckning som var tanken. För de projekt som besöktes användes modellen vid uppstart för att få en visuell överblick och målbild av projektet samt i enstaka fall till att förstå detaljer. Arbetsledare C (personlig kommunikation, 15 mars 2018) tog även fram vyer ur modellen för att göra det tydligare för yrkesarbetarna vad som skulle byggas. Enligt Arbetsledare B (personlig kommunikation, 29 januari 2018) var det från början tänkt att modellen skulle användas i större utsträckning, exempelvis genom mängdning i Solibri.

3.1.2 Hinder och problem

Tanken på Hills var att yrkesarbetarna skulle använda modellen, men det fanns inte tid att lära alla att hantera programmet samt att modellen inte var tillräckligt utvecklad (Arbetsledare C, personlig kommunikation, 15 mars 2018). Då modellen inte var tillräckligt utvecklad togs en ny fram där arbetsledare ställde krav på vad som skulle ingå. Då detta gjordes när produktionen redan startat resulterade till den inte implementerades från start och kunde därför inte användas i den utsträckning som var tänkt samt att tiden inte fanns för att få den detaljnivå som krävdes på grund av att modellen skulle tas fram snabbt.

Det var även svårt för arbetsledaren att veta vilka krav som kunde ställas på de som gjorde modellen och hur detaljerad den behövde vara. För att våga ställa krav på modellen krävs erfarenhet och kunskap om vad den kan användas till samt vilka krav som kan ställas på de som tar fram modellen menar de intervjuade.

En generell uppfattning från de intervjuade som inte varit delaktiga i att ta fram modellen var att de inte tyckte modellen kändes tillräckligt pålitlig för att användas mer än visuellt, då deras uppfattning var att varken mängder eller mått stämde överens med ritningarna. Istället för att mängda i modellen, som var tanken, så användes Bluebeam eller papper och linjal för att få fram mängder.

En annan anledning till att modellen inte användes var bristen på kunskap kring hur och vad för information som var möjlig att få fram ur modellen genom exempelvis mängdning, samt kunskap om hur program används. Detta framkom som ett tydligt exempel av underentreprenören (personlig kommunikation, 29 januari 2018) som i

dagsläget använde sig av pappersritningar och med hjälp av överstrykningspenna höll koll på vad som beställts och skrev sedan in det för hand i en tabell i datorn för att få leveransen av elementen på rätt sätt. Underentreprenören (personlig kommunikation, 29 januari 2018) berättar att det är viktigt att kunna få fram rätt information vid beställning av material, rätt information i detta fallet innebar littera, vikt och mått på de olika elementen. Detta för att få leveranser där elementen ligger i ordning så de lätt kan lyftas av och sättas på plats.

Projekt är under tidspress och har en budget att hålla sig till, vilket bidrar till att nya arbetsmetoder varken hinner eller vågar testas då det medför en risk (VDC-ansvarig, personlig kommunikation, 20 april 2018). Tiden det tar att lära sig något nytt samt testa nya arbetsmetoder är ytterligare anledningar till att det inte används.

3.1.3 Möjligheter

Alla som intervjuades var positiva till att använda sig av modellen och digitala hjälpmedel om det underlättade för deras nuvarande arbetsuppgifter. Ett arbetsmoment som digitaliserats på Hills var tidsplaneringen där Powerprojekt använde, tidsplanering var ett moment som ansågs tidskrävande. I Powerprojekt kopplas arbetsmoment ihop i en lång kedja, kopplingarna kan i vissa fall vara svåra att få ihop men de intervjuade tyckte att modellen underlättade arbetet då det visuellt gick att se vart problem kunde uppstå samt få en överblick av projektet. Vid tidsplanering används även modellen i vissa fall till att ta fram mängder för att beräkna enhetstider. Ytterligare en möjlighet de intervjuade såg var att göra APD-planer i 3D vilket ansågs fördelaktigt då hela området kan visualiseras och det går att se höjdskillnader enklare än vid användning av ritningar samt se kritiska moment och eventuella krockar.

De intervjuade menade att det hade underlättat om modellen kunde kopplas till tidsplaneringen så att det gick att se projektets förlopp visuellt. Att även kunna koppla in ekonomin till modellen ansågs positivt.

För att produktionen ska implementera digitala hjälpmedel krävs att det ställs krav på användandet, att det läggs tid på utbildning samt det arbetas med att öka efterfrågan på modellen. De intervjuade menar att implementeringen behöver smyggas in, det behöver visas vad modellen kan användas till samt vad det finns för möjligheter. För att få med de som inte är intresserade av modellen och digitalisering behöver det startas på en grundnivå för att väcka intresset och ge en förståelse för användningsområden som inte är för komplicerade. Arbetsledare C (personlig kommunikation, 15 mars 2018) menar att efterfrågan av modellen kan ökas genom att ge yrkesarbetare tillgång till modellen, introducera modellen i det dagliga arbetet exempelvis på skärmar, som idag finns uppsatta i bodarna men som inte används, där de kan visa rullande information med hjälp av modellen samt sprida kunskap om hur modellen kan användas.

Om implementeringen ska fungera krävs det att arbetsgruppen är intresserad av det och att viljan till att digitalisera arbetet finns.

Information om program ska finnas lättillgänglig och inte behöva sökas efter på egen hand, det bör finnas kurser och utbildningar på alla nivåer då det inte är självklart att

alla kan hantera exempelvis en iPad. Det är också bra om det finns en i varje arbetsgrupp som har bättre koll, som kan svara på frågor om andra fastnar (Platschef A, personlig kommunikation, 15 mars 2018). Det ansågs positivt att personen som gått VDC-utbildningen visade möjligheter och testade tekniken.

3.1.4 Enkätundersökning

Nedan följer en sammanställning av enkäten, se bilaga G, som yrkesarbetarna fyllde i under studiebesöken.

Något som alla yrkesarbetarna var överens om var att de, om de får möjligheten, var intresserade av att gå utbildningar om BIM, VDC och digitala hjälpmedel för att få information om vad det är för något och hur det kan användas. Ingen hade varit i kontakt med det eller fått information eller utbildning av det. All information om de olika arbetsmomenten fick de på papper, via mobiltelefon eller av arbetsledaren. Samma gällde även kommunikationen.

75 % svarade att de såg förbättringsmöjligheter i sitt arbete om det skulle finnas tillgång till 3D-modellen via egen platta eller mobiltelefon. 50 % ansåg också att det skulle vara bra om det skulle finnas tillgång till ritningarna digitalt. En av yrkesarbetarna såg också förbättringsmöjligheter kopplade till att kunna dokumentera digitalt samt möjligheten att ta ut mått i modellen eller på ritningar digitalt.

För att de skulle börja använda ett digitalt hjälpmedel ville de flesta att de skulle gå att använda i mobilen och hälften ville också kunna använda det på en platta. Alla tyckte att programmet ska vara lätt att hantera.

3.2 Pilotprojekt digitala hjälpmedel

Frågan om att vara ett pilotprojekt för Dalux skickades från ledningen ut till Veidekkes projekt i Sverige och då intresset fanns hos personerna i projektet på Central Park tackade de ja till att testa Dalux. Projektet var i projekteringsfasen vilket gjorde att det gick att implementera Dalux redan från byggstart, det beslutades att Dalux ska användas av alla som är delaktiga under projektets gång, både Veidekkes egna medarbetare samt underentreprenörer för att få användning av programvarans fulla potential.

3.2.1 Implementering

Implementeringen av Dalux skedde via en presentation av programmet och dess funktioner, presentationen hölls av anställda på Dalux men även av VDC-utvecklaren på Veidekke som själv lärde sig programmet genom att testa sig fram, läsa manualer och fråga anställda på Dalux. VDC-utvecklaren utbildade sedan de personer som var involverade i projektet, men många av funktionerna fick de testa sig fram och lära sig själva. Tanken var att för nya som kommer in i projektet, exempelvis underentreprenörer, finns nu personer på plats som kan Dalux vilket underlättar då personerna direkt kan få svar på frågor. Introduktion av programmet för nya som kommer in i projektet sker via Veidekkes VDC-utvecklare.

De intervjuade såg positivt på digitaliseringen samt mer användning av BIM i produktionsfasen men det ansåg att det krävdes att program utvecklades med större fokus på vad produktionen efterfrågar samt har för behov. Programutvecklare behöver utveckla program den enkla vägen, ur brukarnas synvinkel, Installationsansvarig beskriver det genom: *"Hur kan jag få papper och penna digitalt?"* (personlig kommunikation, 20 april 2018)

De ansåg för att implementeringen av program ska gå effektivare behövs det personer som kan programmen på plats i produktionen, så att det snabbt går att få återkoppling och hjälp med frågor. Det behövs ambassadörer i produktionen som sprider information och kunskap. Det krävdes även att program utvecklades så de var lätta att hantera även för personer som inte har vana att hantera digitala verktyg som mobiler, plattor och datorer. Det krävs även att brukarna kan ha en tilltro till programmen och modellen samt att det ställs krav på projekteringen att utforma modellen så det blir funktionsduglig för produktionen.

3.2.2 Användningsområden och möjligheter

Under studiebesöket hade projektet inte kommit så långt i produktionsfasen men fördelar med Dalux de intervjuade hittills hade kunnat se var att det bidrog till att modellen användes mer i produktionen av alla, främst för visuella syften men modellen användes även för kollisionsskontroller och mängdning i Solibri då det var viktigt att modellen var bra utformad för att kunna användas i Dalux.

Avvikelsehantering i Dalux ansågs vara en bra funktion då alla aktiviteter dokumenterades i programmet. Detta bidrog till att projektet lättare kunde se hur många problem och avvikelser de haft och som sedan kunde användas som underlag för kunskapsöverföring. Det bidrog även till att projektet fick bättre kontroll på uppföljningar av avvikelser samt underlättade för kommunikationen, då rätt person får rätt meddelande. Exempel på avvikelsehantering syns i bilderna nedan.

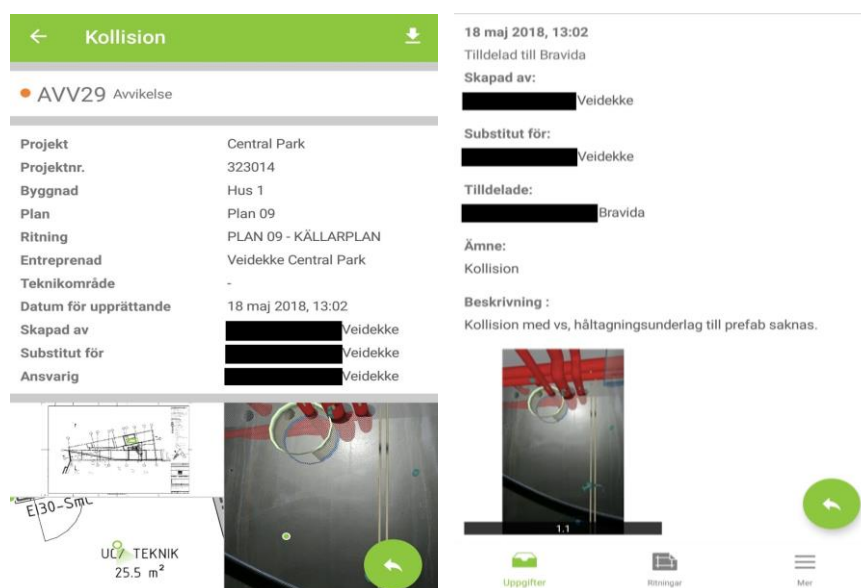


Bild 2. Exempel på avvikelsehanteringar skapade i Dalux. Författarna egna bild, skärmdump tagen från Dalux Field.



Bild 3. Exempel på avvikelshanteringar skapade i Dalux. Författarna egna bild, skärmdump tagen från Dalux Field.

Flera i projektet hade själva intresset och var drivande i frågan om digitaliseringen vilket gjorde att det testades en del lösningar för att digitalisera olika moment. Ett exempel var att de byggt in en skärm i ett bord, skapat en BIM-kiosk se Bild 4, vilket gjorde att de kunde föra diskussioner kring problem projektet stötte på direkt via modellen och slapp då leta fram rätt ritningar. Ett annat exempel var att det fanns skärmar på arbetsplatsen där scheman, tidsförlopp med mera skulle visas för att underlätta spridning av information, se Bild 4.



Bild 4. Digitala hjälpmedel som användes på projektet i Lund. Författarnas egna bild.

3.2.3 Problem och hinder

Hinder som gjort att Dalux inte implementerats i den takt som tanken var framför allt tidsbrist hos personal i projektet då det inte funnits tid att lära sig programmet så fort som de behövt. De behövde själva testa sig fram för att lära sig och det fanns ingen plats som kunde programmet fullt ut. Ett annat hinder är att funktioner i programmet inte fungerat på det sätt de önskat vilket gjort att de valde att inte använda programmet, detta anses vara ett vanligt problem då program ofta saknar någon funktion som gör att det väljs bort. Detta bidrar till att oförutsedda problem uppstår som måste lösas. Citat från intervjuad: ”Kommer något nytt som uppfattas som en arbetsbörda så lägger vi det ifrån oss, vi har inte tid” (Platschef B, personlig kommunikation, 20 april 2018).

Ytterligare hinder som kan uppstå vid implementeringen av digitala hjälpmedel är att projektet som testar programmet får bära en stor kostnad, projekt har en budget att hålla sig till vilket gör att det finns risker med att testa program om de inte får den effekt som var förväntad.

3.2.4 Intervju om strategi

Strategin för att implementera VDC med fokus på BIM i produktionen handlar om att sprida information i produktionen och på interna nätverk. Den handlar även om att utbilda VDC-ingenjörer som kan implementera tekniken. Det är viktigt att hitta personer som är intresserade och utbilda dem. Så de sedan kan sprida informationen vidare till andra i produktionen genom att visa möjligheter, skapa intresse samt hjälpa personer som vill använda tekniken.

VDC-ingenjörer kallas personer som gått Veidekkes VDC-utbildning som görs tillsammans med Stanford University. Utbildningen med Stanford University är på en vecka och efter det ska de som deltagit skicka in månadsrapporter för att beskriva vad som gjorts i projekten relaterat till VDC, hur det gått och vad för problem som har uppstått. Nio månader efter första utbildningstillfället träffas alla igen och diskuterar hur arbetet med VDC har gått och hur de ska fortsätta arbeta med det. Veidekke erbjuder även en grundutbildning inom VDC.

Veidekke har inte toppstyrt utan alla projekt får själva välja om de ska börja använda digitala hjälpmedel (VDC-ansvarig, personlig kommunikation, 20 april 2018). De har beslutat att inte ställa krav på att arbetsgrupper ska använda vissa program, utöver Solibri för kollisionskontroller och Sharepoint för delning av bygghandlingar, utan det är valfritt vilka program arbetsgrupper väljer att använda då det ses som effektivare att individer självmant beslutar att implementera ett program istället för att ledningen tar beslutet. Det måste finnas ett intresse i produktionen för att det ska fungera, det går inte att bara trycka ut det (VDC-utvecklare, personlig kommunikation, 20 april 2018). Oftast kommer initiativen att implementera ett program från de yngre i arbetsgrupperna. När initiativ om program kommer undersöker Veidekke om det finns möjlighet att köpa in programmet.

Något som är bra att eftersträva för att implementeringen ska gå så bra som möjligt, men som är svårt att följa, är att inte låta produktionen testa halvfärdiga produkter. Det vill säga att de inte får testa program som företaget inte riktigt har koll på eller

som inte är helt färdigutvecklade (VDC-utvecklare, personlig kommunikation, 20 april 2018).

Veidekke har, som nämns i avsnitt 2.5.1, olika manualer om BIM, VDC och krav på modellen för att alla projekt ska ha riktlinjer om hur de ska arbeta med detta. Det togs fram nya manualer 2017, för att öka användningen av dem skrevs syfte och förklaring till varför vissa krav finns med. Detta har lett till att de har följts i större utsträckning än tidigare (VDC-utvecklare, personlig kommunikation, 20 april 2018).

Målet är att använda BIM och VDC i produktionen för att få en bättre produkt och högre kvalitet samt få med all relevant information i produktionen (VDC-ansvarig, personlig kommunikation, 20 april 2018). VDC-utvecklaren hittar ett projekt som kan vara intresserade av att testa digitala program och presenterar det sedan för dem, är de intresserade börjar de implementera programmet. Projekten får själva bygga upp strukturen och hur de vill använda sig av programmet. Viktigt att tänka på vid implementeringen är att ta allt i rätt takt när informationen ska ut, det får inte bli för mycket på samma gång.

3.3 Intervju med projekteringsingenjör och BIM-tekniker

BIM-teknikern (personlig kommunikation, 13 februari 2018) har tillsammans med medarbetare drivit utvecklingen av digitalisering i produktionen. Tillsammans analyserade och undersökte de bland annat programmen Rendra, Autodesk BIM 360 och Dalux för att se vilket program som var bäst anpassat att använda i produktionen. Programmen beskrivs under avsnitt 2.4.2. Dalux valdes då det ansågs mest användarvänligt och hade funktioner som ansågs fördelaktiga och lätthanterliga.

För projekt som använder sig av Dalux har Veidekke Norge försett arbetslag med varsin platta för att alla ska ha tillgång till programmet (BIM-tekniker, personlig kommunikation, 13 januari 2018). Det finns även möjlighet att använda Dalux i mobiltelefonen, men mobilen var inget Veidekke stod för så vanligast var att plattan användes.

Enligt BIM-teknikern (personlig kommunikation, 13 februari 2018) har medarbetarna i produktionen uppfattat digitaliseringen som mycket positiv. Kommunikation och dokumentation fungerar bättre än innan och det upplevs att tid sparas då allt loggförs direkt i Dalux samt att information lättare når fram till rätt person. Att all information finns på samma ställe underlättar även arbetet. BIM-teknikern (personlig kommunikation, 13 februari 2018) har inga siffror på vad de sparar i tid genom att använda Dalux utan effektiviseringen är endast observerad utifrån upplevd användarvänlighet.

Yrkesarbetarna på Veidekke Norge var positiva till att de på egen hand kunde ta fram den information de behövde till olika arbetsmoment, som ritningar, och att de slapp gå till bodarna eller via arbetsledare för att få fram informationen (BIM-tekniker, personlig kommunikation, 13 februari 2018). Att som yrkesarbetare själv kunna vända och vrida i modellen underlättade för förståelsen om vad som skulle byggas och de fick en inblick i andra discipliners arbete, vilket medför bättre kommunikation mellan arbetslagen. Att alla hade tillgång till modellen bidrog även till att färre 2D-ritningar användes i produktionen.

4 Analys och Diskussion

Analysen utgår från teorin från litteraturstudien och resultatet från intervjuerna vilket författarna jämför samt resonera kring samband mellan dessa för att se, dels om det stämmer överens men också problemområden och var möjlighet till utveckling finns.

4.1 Möjligheter med BIM i produktionen

Från resultatet finns en tydlig uppfattning om att digitaliseringen med fokus på BIM ses som en innovation som bidrar till många möjligheter genom funktioner och tillämpningar som underlättar för arbetsmoment, att användandet av BIM kan ha positiv inverkan på projekt var alla de intervjuade överens om. Detta speglar tydligt teorins fördelar med BIM som visar på att digitaliseringen kommer bidra till effektivare processer med högre kvalitet och funktioner på slutprodukten, den kommer även bidra till tid- och kostnadsbesparingar, se avsnitt 2.2.2. Dessa fördelar är några anledningar till att resultatet visar på att företag strävar efter att anpassa sig efter de nya förutsättningarna som digitaliseringen innebär. Även teorin visar på att företag försöker anpassa sig då tekniken är en viktig komponent för både VDC- och digitaliseringstrategin som beskrivs i avsnitt 2.3. Anpassningen kan komma att bidra till nya arbetssätt och metoder för att utföra arbete vilket gör att personer som är i branschen behöver vara öppna för förändringar.

Projekten som besöktes var på olika nivåer av BIM användandet, men något som tydligt uppfattades på alla projekt var att användandet i förhållande till de funktioner som finns inte utnyttjades fullt ut.

Ett användningsområde som alla projekt som besöktes lyckats implementera till viss del var att använda modellen för visuella syften. Detta användes av flera personer på projekten, men är en tillämpning som författarna anser är möjlig att användas av alla i ett projekt då det endast krävs att personer kan vända, vrida och navigera i modellen. Detta innebär att det kan användas ytterligare av fler yrkesroller, både som komplement för ritningar men även istället för ritningar. Om fler personer utnyttjar den tillämpningen visar teorin på att det bland annat leder till bättre förståelse för projektet (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen, 2016).

De intervjuade uppfattade tidsplanering som ett tidskrävande och ofta problematiskt moment då projekt ofta är under tidspress och det är svårt att planera så tidplanen hålls. Flera av de intervjuade använde modellen som visuellt hjälpmedel då det ansågs underlätta för tidsplanering, men även för planering och uppföljning av arbetsmoment som exempelvis arbetsberedningar, egenkontroller och APD-planer.

Tillämpningar som inte användes i stor utsträckning på projekten var att hämta information om objekt och mått ur modellen samt ta fram egna vyer och snitt, detta antas bero på att personer istället valde att utgå från ritningar och dokument då de uppfattade det som mer pålitligt. En annan anledning kan vara att BIM-manualen, Modellkrav bygg, som beskrivs i avsnitt 2.6.1, hänvisar till att modellen ska användas till att ta fram 2D-ritningar och dokument. Detta bidrar till att BIM inte används vilket Holzer (2016) beskriver som en utav anledningarna till att BIM inte används eftersom information går förlorad i steget mellan 2D och 3D. Ritningar och dokument kan behöva tas fram i viss utsträckning, men författarna anser att när manualen hänvisar

till detta bidrar det till att endast dokument och ritningar används då den inte hänvisar till att information även kan hämtas direkt ur modellen.

Att hämta information om objekt och mått ur modellen samt ta fram egna vyer och snitt kopplar författarna till ett problem där de intervjuade uppfattade att det var svårt att hålla koll på alla bygghandlingar som skapades. Att utnyttja dessa tillämpningar kopplar författarna till teorin om fördelar, se avsnitt 2.2.2, som beskriver att bland annat dessa kan bidra till att färre bygghandlingar skapas vilket bidrar till snabbare processer i produktionen då dokument inte hela tiden måste skapas, granskas och lämnas över vid varje ändring och alla har direkt tillgång till den senaste versionen. Författarna anser att det är möjligt att implementera dessa tillämpningarna för att underlätta det uppfattade problemet med att hålla koll på bygghandlingar. Det anses möjligt eftersom exempel från teorin visar på projekt som lyckats använda modellen istället för ritningar. Detta genom att ha personer på plats som är ansvariga för och har kunskap om funktionerna och de olika verktygen samt ser till att modellen är uppdaterad och att plattor och datorer fungerar. Exempel på projekt är Oslo airport Terminal 2 och Røförsbron som beskrivs i avsnitt 2.2. Författarna anser dock att projekt inte helt behöver frånga ritningar och dokument direkt, då det kan anses vara ett stort steg, utan det kan implementeras stegvis vilket beskrivs mer utförligt i avsnitt 5.2.3.

En tillämpning som resultatet visar på att projekten som besöktes använde sig av var kollisionskontroller vilket anses positivt då det från teorin framkommit att detta bidrar till att färre defekter och fel uppstår i produktionen vilket bidrar till att det behöver lösas färre problem på plats (Aspgård, 2017). Kollisionskontroller och kontroller av modellen kan även bidra till att modellen blir bättre utvecklad då inga dubletter av objekt finns samt att objekt har rätt dimensioner och position. Att manualerna beskriver hur kollisionskontroller ska hanteras och genomföras samt i vilket program de ska utföras antar författarna kan ha underlättat implementeringen av tillämpningen.

Eftersom resultatet och teorin visar på att kontroller av modellen görs, genom bland annat kollisionskontroller och checklistor som beskrivs i manualerna, så borde modellens utformning stämma vilket ska kunna bidra till att mängdning i modellen kan utföras. Men resultaten visar också på att mängdning var en tillämpning som sällan användes, varför denna tillämpning inte används anser författarna att projekt borde fokusera mer på eftersom möjlighet att kunna använda tillämpningen bidrar till stora fördelar. Det kan bland annat bidra till att det görs färre dubbelarbeten och onödiga steg för att genomföra moment. Det underlättar för att få fram exakta mängder och minskar risken för att projekt beställer mer än vad som krävs som skulle leda till onödiga transporter eller stora lager. Dessa problem kan kopplas till de åtta icke-värdeskapande processerna som beskrivs i avsnitt 2.1.1, vilket tyder på att projekt behöver anpassa sig till tekniken för att eliminera dem. Att mängdning inte behandlas på samma sätt i manualerna som kollisionskontroller antar författarna bidragit till att denna tillämpning inte lyckats implementeras i lika stor utsträckning. Men även att manualerna främst riktar sig till projekteringen kan ha bidragit till att produktionen inte får den förståelsen för modellen som krävs för lyckad implementering.

Författarna instämmer med teorin och resultaten om att tillämpningarna, APD-planering i 3D samt 4D och 5D, kommer ge positiva effekter samt anser att det kan

bidra till att eliminera icke-värdeskapande processer och problem som de intervjuade uppfattade som tidskrävande. Författarna har från intervjuerna uppfattat att tröskeln för att implementera dessa tillämpningar är hög, framför allt för 4D och 5D då ingen kunskap finns kring hur användningen går till eller vilka program som kan tillämpas.

Från intervjuerna med personer som använt Dalux fanns uppfattningar om att dokumentation och kommunikation i projekt effektiviserades. Några uppgifter som de upplevde blev effektivare var skyddsronder, egenkontroller och avvikelshantering då dessa kunde göras direkt i en platta eller mobil. Att hantera avvikelser är något som även Svaalestuen et al. (2017) menar blir lättare med hjälp av BIM. Författarna anser att detta är funktioner som kan implementeras och användas på alla projekt då det ansågs enkla att lära sig samt att programmen som användes ansågs användarvänliga.

4.2 Kännedom och uppfattning avseende digitaliseringen

Intervjuerna som sammanställs i Kapitel 3 visar på problem och hinder som tidsbrist, brist på kunskap kring exempelvis vad BIM är, användningsområden, utbildning, resurser och rätt kompetens vilket är viktiga aspekter för att anpassa sig till digitaliseringen.

Tidsbrist upplevs från de intervjuade framförallt uppstå på grund av att projekt har en budget att hålla sig till vilket gör att de måste hinna klart med projektet inom en viss tid. Ny teknik kostar både pengar och tid att implementera vilket gör att projekt som testar ny teknik tar en risk ifall innovationen som testas inte fungerar, Jongeling (2008) menar även att det är svårt att avgöra vilka innovationer som utmärker sig och är lönsamma. Detta bidrar till att personer i projekt väljer att inte använda sig av teknik som uppfattas som tidskrävande och svår att lära sig, vilket skedde på projektet i Lund där en av anledningarna till att Dalux inte hade implementerats i den takten som var tänkt berodde på att tiden inte fanns i början av projektet för att lära sig något nytt. Ytterligare en anledning var att personerna stötte på hinder med funktioner i programmet, vilket gjorde att de inte uppfyllde förväntningarna de haft på programmet vilket i sin tur gjorde att det tog längre tid att få personer i projektet att vilja använda funktionen. Detta då det krävdes omtag för att sätta sig in i arbetssättet och läras sig hur de skulle gå till väga.

Digitaliseringens spridning kan kopplas till de fem kännetecken som beskriver hur stor genomslagskraft en innovation får, vilka beskrivs i avsnitt 2.7.1. Det första kännetecknet *relativ nytta* kan antas att individer i branschen har uppnått eftersom de intervjuade uppfattar digitaliseringen som ett positivt hjälpmedel för sitt arbete och ser flera fördelar med att arbeta med hjälpmedel som exempelvis BIM för visualisering och mängdning.

Branschen har kunskap om tekniken, funktioner och tillämpningar samt fördelar den kan bidra till men har inte lyckats implementera det i verkligheten och fått den att spridas och fungera. Detta antas bero på att personer i branschen inte har kunskap om hur tekniken kan användas för att uppfylla sin fulla potential. Det leder även till att personer inte vet att vissa arbetssätt kan komma att förändras vilket gör att det uppstår problematik vid implementeringen då personer kan behöva förändra etablerade rutiner vilket kan uppfattas som tidskrävande och problematiskt, speciellt av personer som

varit i branschen en längre tid och redan har etablerade arbetsrutiner. Detta kan kopplas till andra kännetecknet som är *kompatibilitet*.

Kompatibilitet kan ändå antas att en del av branschen till viss del tagit sig förbi då intervjuerna visar på att flera personer i branschen ser tekniken som kompatibel för sitt nuvarande arbetssätt och det ses som ett behov att anpassa sig efter tekniken för att följa med branschens utveckling, men eftersom intervjuer endast gjorts med personer som haft intresset för BIM har författarna uppfattat att andra delar av branschen hör ihop med den tidigare kopplingen till *kompatibilitet* som beskrivs i stycket ovan.

Utifrån intervjuerna med personer i branschen uppfattas det som att tekniken har en svårighetsgrad som gör att personer inte hinner lära sig eller lägga tid på att sätta sig in i funktionerna vilket i sin tur gör att tekniken inte används och personer går tillbaka till befintliga arbetssätt. Detta leder även till att endast personer med rätt kompetens och resurser klarar av att använda tekniken fullt ut, detta kan kopplas till tredje kännetecknet *komplexitet*.

De tre första känneteckna kan kopplas till TAM-modellen, som beskrivs i avsnitt 2.7.4, som menar att *uppfattad användbarhet* och *upplevd användarvänlighet* kommer att avgöra om individer avser använda tekniken. *Uppfattad användbarhet* kan kopplas till *relativ nytta* och *upplevd användarvänlighet* kan kopplas till *kompatibilitet* och *komplexitet*. TAM-modellen visar på att dessa kriterier tillsammans behöver vara uppfyllda för att uppnå *beteendemässig avsikt att använda*, vilket är en komponent som inte kännetecknena behandlar för att innovationer ska spridas och implementeras. Att ha lyckats med spridning och implementering av en innovation kan kopplas till det slutliga steget i TAM-modellen som är *faktisk systemanvändning*.

TAM-modellen saknar de fjärde kännetecknet, *testbarhet*, och det femte, *observerbarhet*. Dessa kännetecken har varit svåra att uppnå med tekniken eftersom det varit svårt att mäta ekonomiskt och tidsmässigt vad tekniken bidrar till. Detta antar författarna bero på att tekniken innebär en kostnad för projekt vilket i sin tur måste löna sig genom effektivare processer och högre kvalitet i utförande. Men eftersom tekniken förändrar processer uppstår det tvivel om tekniken verkligen lönar sig då det är svårt att tydligt visa resultat på detta eller att det inte finns resultat som styrker effekterna av användandet. Exempel på detta är användningen av Dalux i Norge där inga siffror fanns för hur det påverkade processer.

Ett exempel från teorin som lyckats visa på hur processer förändras är då BIM används i projekteringen vilket gör projekteringen mer omfattande men vilket lönar sig senare i projektet vid framtagning av ritningar och information, vilket beskrivs i avsnitt 2.2.2. Även fast resultat pekar på att BIM bidrar till förbättrade processer ses oftast kostnaden tekniken bidrar till i projekt och inte alla fördelar som det resulterar till.

Att implementering och spridning av ny teknik, framför allt BIM, gått så långsamt antar författarna har att göra med att alla kännetecken samt komponenter i TAM-modellen inte har lyckats uppfyllas.

4.3 Komponenter som påverkar implementering

I detta avsnitt resonerar författarna kring faktorer och komponenter som påverkar implementering och användandet av digitala hjälpmedel. En uppdelning av komponenter har gjorts och presenteras i avsnitten nedan. Uppdelningen består av:

- Individer
- Utbildning och kunskap
- Branschens komplexitet
- Modellens utformning
- Teknik
- Manualer, standarder och rutiner

4.3.1 Individer

VDC-utvecklare och VDC-ansvariga som innovatörer

En strategi som Veidekke arbetar efter är att implementeringen ska ske på individnivå, där arbetsgrupper eller individer i grupper själva ska få intresset för nya innovationer för att på egen hand implementera det i verksamheten då detta anses effektivare än om det kommer från ledningen (VDC-ansvarig, personlig kommunikation, 20 maj 2018).

Utifrån intervjuer görs antaganden om att strategin handlar om att VDC-ansvarig och VDC-utvecklare på Veidekke har en avgörande roll som *innovatörer* vilket är första steget av tillämpare som beskrivs med S-kurvan i avsnitt 2.7.1. Detta innebär att det krävs att personer som har denna roll vågar ta risker, investera samt har kunskap, nyfikenhet och uppfinningsrikhet som gör att personer ser möjligheter med tekniken. Det innebär även att personerna har en avgörande roll för om nya innovationer kommer implementeras eller inte.

VDC-ingenjörer som tidiga tillämpare

Från intervjuerna framkom det ett behov av att i varje arbetsgrupp ha en eller flera personer med rätt kompetens och kunskap om tekniken och programmen. Denna roll anses att personer i gruppen som gått Veidekkes VDC-utbildning kan ta på sig och kan kopplas till S-kurvan som beskrivs i avsnitt 2.7.1 där dessa personer blir *tidiga tillämpare* vilket är steget efter *innovatörer*.

De intervjuade menade att personer på plats med rätt kompetens och kunskap om tekniken bidrar positivt för implementering och spridning då det går lätt och snabbt att få svar på frågor om problem uppstår. Om det inte finns personer på plats så hjälp kan fås med en gång, utan det tar ett tag att få hjälp finns risk att personer går tillbaka till befintliga arbetsmetoder då det går snabbare än att vänta på hjälp. Att ha dessa personer på plats antas av författarna även kunna bidra till att skeptiska personer blir mer nyfikna om tekniken smygs in och de ser möjligheter med den och inte endast ett problem med att lära sig något nytt. Detta kan kopplas till *teknisk pull* då personer i branschen ser möjligheter i sitt egna arbete med tekniken vilket är fördelaktigt för implementering. Att ha *tidiga tillämpare* på plats ute i produktionen kan leda till att företaget uppnår den *tidiga majoriteten* vilket innebär att tekniken får en snabb accelererande spridning, se Figur 9 i avsnitt 2.7.1.

4.3.2 Utbildning och kunskap

VDC-utbildningen som Veidekke erbjuder anser författarna har stora fördelar då personer som har intresset får möjlighet att utveckla sina kunskaper. Utifrån resultatet om utbildningens syfte framkom att den ska bidra till att personer som gått utbildningen ska implementera tekniken i sina projektgrupper och sprida kunskap och nyfikenhet, visa möjligheter för projekt och agera som små pilotprojekt för program som de själva väljer, som beskrivs i avsnitt 2.7.1 kan de agera *tidiga tillämpare*.

Utbildningar uppfattas som något positivt av de intervjuade och bidrar till ökat engagemang för tekniken. Samuelsson (2010) menar även att utbildning är en nödvändig förutsättning för att möjliggöra innovationers tillämpning och spridning. Ett problem författarna ser med VDC-utbildningen är att den lägger ett stort ansvar på en enskild individ. Detta genom att individen själv måste försöka skapa engagemang för utbildningen i hela arbetsgruppen vilket kan leda till problem, som framkommit under intervjuerna, där syftet med utbildningen inte helt uppfattats av personer i projekt vilket gör att personer inte engagerar sig för teknik individen försöker implementera. Detta i sin tur kan bidra till att utbildningens syfte inte uppnår sin fulla potential och kan leda till att personen lätt faller tillbaka i etablerade arbetssätt eftersom resten av gruppen arbetar så.

Ytterligare ett problem som uppkommit om VDC-utbildningen är att brist på kunskap kring hur och vilka program som kan användas för tillämpningar. Detta har uppfattats då personer själva har fått välja program utifrån tillämpningar de vill kunna använda vilket bidragit till att program som tilldelas individen inte är helt testade samt att personen endast vet tillämpningsområden och inte hur programmet faktiskt används. Detta gör det svårt att implementera tekniken och här uppstår då problem kring tidsbrist då personen på egen hand måste testa och lära sig programmet. Det är även svårt att ensamt lära sig ett program och ny teknik vilket även kan leda till att individen känner sig osäker på hur tekniken används vilket gör det svårt att övertyga andra om dess potential vilket i sin tur bidrar till att det är svårt att skapa engagemang och övertygelse om tekniken.

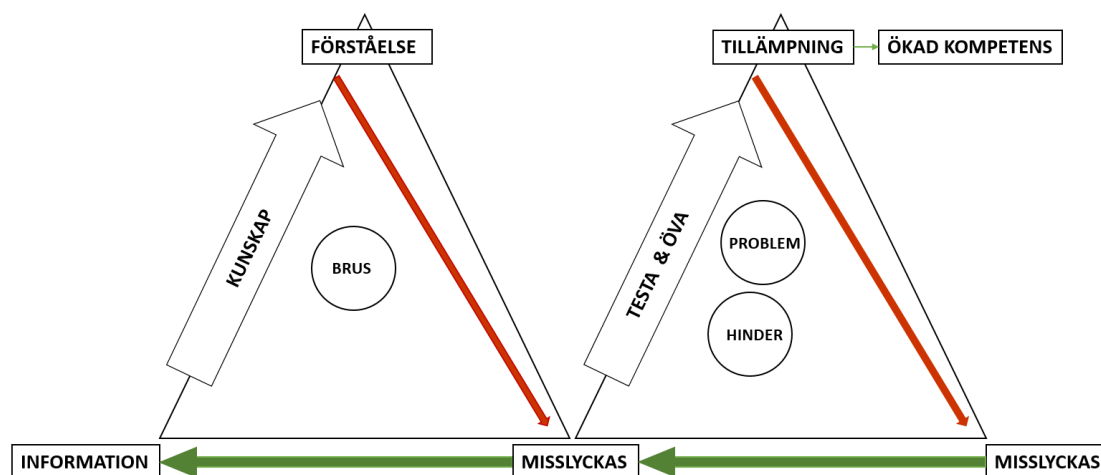
VDC-utbildningen kan anses vara en utbildning på avancerad nivå. Från intervjuerna framgår att det behöver finnas utbildningar på olika kunskapsnivåer för att även de med lägre kunskap om digitala hjälpmedel ska ha möjlighet att lära sig vilket även Eriksson (2002) anser är viktigt då den kunskap som fås i skolan snabbt blir inaktuell på en arbetsmarknad som påverkas av den tekniska utvecklingen.

Utbildning är en av de viktigaste komponenterna vid implementering för att personer ska få rätt kompetens (Samuelsson, 2010). Ändå uppfattar författarna att det inte läggs så stort fokus på det. Både från teorin där problem presenteras om varför implementeringen av teknik inte fungerat och från intervjuerna framgår att utbildning ofta glöms bort eller att syftet försummas. Att utbildningen är en viktig faktor för implementeringen ses tydligt i Murvold et al. (2016) exempel, se avsnitt 2.4.1, där BIM-kioskerna inte användes på grund av brist på kunskap kring användningen, vilket gjorde att yrkesarbetarna blev tvungna att fråga om hjälp. Det kan även kopplas till *teknisk push* som visar på att teknik som implementeras där ingen kunskap om hur det används finns bidrar till svårigheter vid implementering.

Utifrån bristen på kunskap som anses finnas i branschen har författarna uppfattat en trend som gör att personer i branschen har svårt att uppnå ökad kompetens av tekniken. Detta antas bero på att när information ges till individer finns alltid brus, exempelvis om personer är stressade kan det vara svårt att ta in information. Information som delges behöver tolkas och uppfattas på rätt sätt för att ge förståelse, brus som uppkommer kan bidra till att individen inte får förståelsen som krävs för att kunna testa funktionen och måste då starta om för att ta in information på nytt.

Då individen fått förståelse för funktionen behöver tid läggas på att öva och testa tekniken. Här uppfattas det som att det ofta uppstår hinder och problem vilket visas då implementering av teknik ofta inte uppnår sitt syfte. Om individen inte lyckas använda tekniken på grund av brist på kunskap och förståelse innebär det att individen behöver starta om och hämta in mer information för att få mer kunskap. Det är först när individen lyckats använda funktionen och därmed lyckats omsätta kunskap till handling, som den kan tillämpas och därmed har individen fått ökad kompetens, Figur 13 beskriver processen.

Att ge information som ger individer kunskap och förståelse kring tekniken anser författarna inte vara det svåra steget, utan att omsätta kunskap till handling och utveckla nya rutiner är oftast den svåra delen av implementering och påverkas av utbildningens utformning. Det anses av författarna att denna process ofta inte lyckas uppnås i branschen och att det ofta glöms bort att individer behöver testa och öva på att tillämpa funktionen innan den helt kan använda tekniken.



Figur 13. Process för att få ökad kompetens. Författarnas egna bild.

4.3.3 Branschens komplexitet

Resultatet visar på att projekt ofta har svårt att uppnå syfte och mål med BIM användning samt har svårt att implementera nya innovationer. Holzer (2016) och Alarcón et al. (2013) menar att problem med implementering kan uppstå då beslut om mål, syfte och riktlinjer inte finns. Men resultatet visar på att projekten som besöktes hade detta då de tidigt satt upp gemensamma mål för projektet. De hade även manualer och riktlinjer för att underlätta implementeringen av BIM och VDC vilket beskrivs i avsnitt 2.6.1. Eftersom detta finns borde det kriteriet vara uppfyllt på

projekten som besöktes vilket gör att författarna antar att problem med att uppnå syfte och mål påverkas av flera andra faktorer.

Problemet kan kopplas till det Karlsson (2017) beskriver med att branschen är komplex på grund av att den är projektbaserad vilket bland annat påverkar upphandlingar, strategier och organisation. Att branschen är komplex påverkar beslutsprocesser där Samuelsson (2010) beskriver att beslut behöver tas på flera nivåer samtidigt och komma från flera olika håll men mot ett gemensamt mål för att lyckas, det krävs att flera är intresserade av innovationen för att beslut ska få genomslagskraft. Samuelsson (2010) delar upp nivåer av beslutstagare i individer, organisationer och interorganisationella system. Utifrån branschen kan det istället delas upp i aktörer och nivåer inom företag.

Inom företag visar resultatet på att ledningen inte vill ta för många beslut som påverkar arbetsgrupper då det endast anses hämma innovationer. Det är även viktigt att tänka på hur något nytt introduceras och presenteras i organisationen. Om behovet kommer från produktionen eller om hjälpmedlet hittas centralt i företaget påverkar hur det tas emot. Exempel på detta märktes i exemplet med teknisk push som beskrivs i avsnitt 2.7.4.1, där de delade ut fyra plattor som skulle användas, vilket gjorde att entreprenörerna fick anpassa sig till tekniken. Här visade det sig att plattorna inte var tillräckliga för de arbetsmoment de skulle användas till då det inte gick att ta fram mått. Utifrån detta ser författarna en brist då beslut togs på en högre nivå och ingen hänsyn togs till produktionens krav vilket gjorde att det uppstod brister i teknikens användning.

Individer i projekt kan påverka beslut. Beslut som tas av individer som endast påverkar ens egna arbete är enklare att ta än om beslut behöver godkännas på flera nivåer vilket gör processen trögare. Även fast beslut lyckats tas på flera nivåer där mål är satta i ett tidigt skede för projekten har målen inte lyckats uppnåts vilket visats i intervjuerna. Exempelvis där det i ett projekt behövdes tas fram en ny modell då den befintliga inte uppfyllde kraven för att kunna användas i produktionen där tanken bland annat var att använda modellen till mängdning. Detta kan kopplas till kommunikationskedjan som beskrivs i avsnitt 2.1 där information i projekt ofta följer en kedja av individer vilket innebär att val som görs tidigt påverkar arbeten senare i processen. Det är viktigt att personer som är tidigt i kedjan tar hänsyn och gör val så rätt förutsättningar för personer senare i kedjan uppfylls, exempelvis hänsyn till krav produktionen har på modellen, så de uppfylls tidigt i kedjan och att personer inte enbart fokuserar på de moment modellen används för i sitt egna arbete. Detta är något som VDC-strategin behandlar vilket anses positivt, då strategin fokuserar på att reflektera över ett projekts utmaningar tidigt och fokusera på att ge rätt förutsättningar till hela projektet.

Underentreprenörer och konsulter är aktörer som kan påverka beslut. Resultatet visar att om beslut ska få stor genomslagskraft krävs det att alla i projektet, både konsulter, underentreprenörer och ledningen godkänner att ett projekt ska använda sig av ett visst program eller teknik för att det ska lyckas införas. Exempel från teorin kopplat till detta finns i Holzers (2016) sammanställning av anledningar till varför BIM inte fungerat då det kan bero på att viktiga BIM-aktörer inte delar med sig av sina modeller, personer fokuserar endast på sitt egna arbete. Olander & Widén (2012)

beskriver ytterligare ett samband då aktörer styrs av egenintresse, vilket gör det svårt för innovationer att slå igenom då de endast bedrivs av enskilda aktörer.

En annan aktör som kan påverka beslut är entreprenadföretag. Upphandlingsstrategi styr hur mycket företag kan påverka. Vid totalentreprenader har företag själva större möjlighet att påverka om tekniken ska användas samt när och på vilket sätt vilket gör att de kan påverka beslut för projekt i större utsträckning.

Förvaltare och beställare är aktörer som kan vara delaktig i beslut men behöver få kunskap och intresset om tekniken. Förvaltare kan påverka beslut genom att ställa krav på att vid överlåtelse få en BIM-modell, då det underlättar för underhåll och förvaltning.

Problem med att beställaren inte har kunskap om digitaliseringens fördelar har bidragit till att beställare inte engagerat sig i att företag ska effektiviseras. Detta beskriver Veidekke (2018) bero på att beställarens betalningsförmåga har ökat i samma takt som kostnaderna för byggprojekt, men i dagsläget väljs oftast de företag som lämnar lägst anbud vilket gör det svårt för företag som vill investera i teknik. Därför behöver beställare påverka genom att ställa krav på företag att använda tekniken för att effektiviseras vilket bidrar till kostnadsbesparingar, vilket i sin tur kan bidra till att det blir billigare att bygga.

Författarna anser att på grund av att beslut kan tas av alla dessa aktörer och på flera olika nivåer uppfattas branschen som hämmande för innovationer då det är svårt att få alla dessa att gå genom införandeprocessens steg samtidigt där beslutsfattare först behöver få kunskap om innovationen och bli övertygade för att sedan ta beslut samt implementerar den och få bekräftelse på innovationens effekter, processen beskrivs i avsnitt 2.7.2.

Andra faktorer utifrån branschens komplexitet som påverkat varför syftet inte lyckats uppnås antas vara brist på krav och inga konsekvenser då syftet inte uppfylls. En annan sak som påverkat kan vara brist i kommunikation. Ytterligare en faktor som kan påverka är att projekt är unika, vilket gör att beslut om bland annat syfte och mål för användning av teknik i projekt kan behöva projektanpassas för att kunna uppfyllas. Författarna anser att det är viktigt att följa de fyra aspekterna; tidpunkten, samordning, specialresurser samt ledning och styrning då beslut tas för att underlätta förståelsen och ta hänsyn till hur införandet behöver ske, aspekterna beskrivs i avsnitt 2.5.

4.3.4 Modellens uppbyggnad

Från intervjuerna framkom krav på att det är viktigt att modellen är uppbyggd på rätt sätt med rätt information för att underlätta användningen samt förtroendet för modellen. Men detta var något som ofta inte uppfylldes då de intervjuade uppfattade att modellen inte var tillräckligt noggrann för att tillämpa i produktionen då ofta mått och mängder i modellen inte överensstämde med ritningar. Denna uppfattning kom framförallt av personer som inte varit delaktiga i att ta fram och använda modellen. Detta kan kopplas till ett problem som Van Berlo & Natrop (2015) beskriver där personen som ansvarar för modellen har en avgörande roll för vad modellen kan användas till, då det är den som väljer hur informationen ska presenteras. Positivt

ansågs av de intervjuade om personer följer modellen genom hela kedjan så de kan beskriva vad de vill använda modellen till och utefter det utveckla modellen vilket gör att det finns en person i produktionen med kunskap om modellens uppbyggnad.

Checklistan som Veidekke använder sig av och som presenteras i avsnitt 2.5.1 anser författarna bidrar till positiva effekter då en kontroll av att modellen uppfyller kraven görs, men som framkom från resultatet lyckas ändå inte modellen implementeras för de moment projekt haft som mål. I avsnitt 4.1 beskrivs att manualerna främst anses rikta sig till projekteringen vilket författarna anser påverkar förståelsen för modellens uppbyggnad för användning i produktionen.

Ett problem med att modellen inte uppfattas som pålitliga för exempelvis mängdning resulterade i att modellen inte användes mer än till att visuellt gestalta projektet vilket visade sig vara fallet vid två av studiebesöken. Att modellen inte är tillräckligt noggrann är enligt Holzer (2016) en av anledningarna till varför användandet av BIM inte alltid fungerat vilket stämmer med svaren från intervjuerna.

Att projekten som besöktes hade kommit olika långt i användandet av BIM antas bero på att byggbranschen är projektbaserad och varje projekt är unikt. Detta kan innebära problem vid framtagning av modellen då varje projekt är på olika nivåer vilket innebär att de behöver olika mycket information i modellen. Hur hög nivå av BIM ett projekt använder kan utläsas genom BIM-trappan och beroende av vad modellen ska användas till kan olika detaljnivåer behöva användas vilket kan kopplas till LOD nivåerna i avsnitt 2.6.1. Detta gör att det är viktigt att tidigt beskriva vad modellen ska användas till då det tar lång tid att fixa modellen samt att det inte finns tid att vänta på en ny då projekt är under tidspress.

Det framkom under intervjuerna, att modellen inte bör innehålla mer information än vad som krävs för att hålla sig relevant. Detta är något Van Berlo och Natrop (2015) och Holzer (2016) skriver om. Även BIM-manualen (Veidekke, 2017a) tar upp detta till viss del då den beskriver att 3D-vyn innan uppladdning ska rensas på externa referenser som innebär bland annat oanvända lager och objekt samt onödiga geometrier som inte tillhör slutprodukten.

4.3.5 Tekniken

Det är svårt att veta vad digitala hjälpmedel i byggindustrin kan användas till. När internet började växa fram var det många som inte förstod vad det skulle användas till och vad det skulle vara för nytta med det. Samma sak gällde för smartphones, det var svårt att förutse hur stor del av vardagen den skulle bli. Det gäller även inom byggindustrin, det är svårt att ställa krav på ny teknik när det inte går att föreställa sig vad som kan vara möjligt att använda den till.

För att implementeringen ska fungera och ett företag eller ett projekt ska ta till sig tekniken måste personer se möjligheter med tekniken. Detta uppfattade författarna under intervjuer då exempel på tillämpningar presenterades. Tillämpningar som var enkla att förstå gjorde att personer såg möjligheter i sitt egna arbete med tekniken vilket i sin tur bidrog till att viljan och intresset att försöka testa tekniken ökade. Då möjligheter tydligt gick att se med tekniken ökade chansen för att personer la mer tid på att lära sig tekniken, även om allt inte fungerade som det skulle eller som de

trodde, ökade chansen för att personer testade igen. Detta syntes tydligt under studiebesöket i Lund, där vissa funktioner inte fungerade som de tänkt sig men de såg möjligheterna med tekniken vilket gjorde att viljan fanns att försöka igen.

En tröskel som författarna tror påverkar implementering av tekniken är att användandet i vissa fall kräver ett nytt arbetssätt och inte bara nya verktyg. Författarna uppfattar det som att branschen ofta ser programmen och tekniken som tidskrävande att lära sig och anpassa sig till, personer ser fördelar med tekniken, men det är en hög tröskel innan det kan implementerats. Uppfattning om att programmen inte helt uppnått sin fulla potential finns, då det anses att program har flera fördelar, men ett program som har alla dessa fördelar saknas vilket gör att för många olika program testas och personer orkar inte sätta sig in i program när de snart vet att ett nytt dyker upp.

Att flera program används för olika tillämpningar tror författarna är svårt att komma ifrån, men att använda flera program anses i vissa fall vara fördelaktigt då de går att anpassa program som endast har de funktioner som exempelvis en yrkesarbetare kräver vilken kan göra det mer lätthanterligt. Att arbeta i flera program kan leda till problem när filerna ska överföras mellan programmen vilket teorin tar upp genom rekommendationer om formatstandarder (Ekholm et al., 2013). Men detta är ett problem resultatet inte visar på, detta antar författarna är tack vare att manualerna tydligt beskriver hur filer ska benämnas, sparas och delas vilket har gjort att branschen lärt sig hur de ska gå tillväga för att undvika problemet med att överföra modellen mellan olika program.

Utifrån intervjuerna har författarna uppfattat att personer i branschen under flera år kommit i kontakt med tekniken och det finns en uppfattning om att program som tas fram för att använda tekniken inte alltid varit anpassade för organisationen och människan, att det tagits för lite hänsyn till hur tekniken faktiskt ska användas då program tagits fram. Detta kan antas vara en av anledningarna till problemet om BIM användning som Svalestuen et al. (2017) beskriver som innebär att personer har liten motivation och engagemang till användandet samt dåligt förtroende för BIM. Detta är viktigt att ta hänsyn till vilket visats i teorin där Van Berlo och Natrop (2015), Veidekke (2017d) och Eriksson (2002) menar att hänsyn till att människan inte utvecklats i samma takt som tekniken är viktigt att ha i åtanke när ny teknik ska implementeras. Att även sätta sig in i organisationsstrukturen och känna till hur människor och företaget arbetar är viktigt för framtagandet av tekniken men även för implementeringen och utbildningen.

Att teknik som inte varit helt analyserad utifrån behov och användning har försökts implementerats antas av författarna bidragit till att flera i branschen tappat förtroendet för tekniken då den inte fungerat. Ett exempel som visar på att tekniken behöver utvecklas för att kunna implementeras är exemplet från avsnitt 2.7.4.1 där *teknisk pull* användes. Först analyserades behovet hos företaget vilket visade sig vara ett behov av teknik för att underlätta arbetet med riskanalyser. De kom i undersökningen fram till att BIM, 4D-modellen i detta fallet, förbättrade kommunikationen men att tekniken behövdes utvecklas mer för att det skulle fungera fullt ut. Hartmann et al. (2012) pekade på styrkan med *teknisk pull* är att den utgår från behov och möjligheter istället för från tekniken vilket kan beskrivas med *teknisk push*. *Teknisk push* antas vara den

modell som oftast används vilket författarna anser bidragit till de problem som bland annat beskrivits i detta avsnitt.

4.3.6 Manualer och rutiner

Att manualerna beskriver ett syfte uppfattas som en viktig del både utifrån teorin och intervjuerna. VDC-ansvarig (personlig kommunikation, 20 april, 2018) menar att ett gemensamt syfte och mål bidrar till ökad chans för implementering.

Manualer anses av författarna vara ett bra verktyg som bidrar till rutiner och riktlinjer för att implementera arbetssätt. Veidekke har bland annat tagit fram manualer för projekteringen, framtagandet av modellen och hur modellen samordnas. I manualerna beskrivs krav på hur objekt ska placeras, utformas och benämnas samt hur ritningar, modellfiler etc. ska benämnas. Manualerna behandlar även ansvarsområden för olika delar. Detta uppfyller flera krav som framkommit både från intervjuerna och teorin.

Problem kring manualer som verktyg är att det tar tid att läsa manualer vilket gör att manualerna ofta glöms eller prioriteras bort vilket kan kopplas till tidsbrist i projekt som ofta tas upp, både i teorin och intervjuerna. Manualerna behöver beskriva information på en enkelt och sammanfattat sätt vilket ibland är problematiskt då det krävs att informationen tydligt framgår oavsett kunskapsnivå. Veidekkes manualer anses ha en bra mängd information, cirka 10 sidor, för att personer ska ha tid att läsa manualerna.

Önskemål från de intervjuade som författarna uppfattat och som inte behandlas så tydligt i manualerna är hur tillämpningar påverkas av hur modellen utformas, vilket innebär en koppling mellan detaljnivå och tillämpning. Detta har bland annat uppfattats genom att flera personer inte har förtroende för modellen eller att projekt får en modell som inte uppfyller de krav projektet satt som mål vilket leder till att den inte kan tillämpas för de funktioner som är tänkt. Detta antas bland annat bero på brist på återkoppling för användningsområden av modellen i produktionen. Detta kan även kopplas till det som nämns i avsnitt 4.3.4 om modellens uppbyggnad, då olika detaljnivåer kan behövas beroende på vilken nivå av BIM användning projektet använder då olika nivåer krävs beroende på användningsområde.

Ytterligare problem kopplat till modellens uppbyggnad som författarna antar kan uppstå då det inte finns tydlig koppling mellan detaljnivå och tillämpning i manualerna är att det är svårt att avgöra vad relevant information är för en viss tillämpning, vilket är avgörande för om modellen kan användas till en specifik uppgift. Exempelvis är det svårt för en person som aldrig tagit ut mängder att förstå vilka steg i manualen som kan påverka denna tillämpning och om den information som användaren behöver går att få fram, exempelvis vikt på objekt som påverkar hur leveranser kan ske.

Ytterligare önskemål som författarna uppfattat och som även det inte behandlas så tydligt i manualerna är tydliga rutiner på tillämpningsområde tillsammans med hur och i vilket program. Detta behövs eftersom personer inte alltid har den kunskap som krävs för att kunna använda programmet för att få fram rätt information. Exempelvis önskade underentreprenören (personlig kommunikation, 29 januari 2018) att mått,

littera och vikt skulle kunna fås fram i en lista för att underlätta beställning av prefabelement men hade ingen kunskap om det gick att få fram.

4.4 Metodkritik

Metoden som använts är litteraturstudie, semistrukturerade intervjuer och en enkätundersökning. Litteraturstudien passade bra för att få in information från teorin om vad BIM är, vad det kan användas till och hur utvecklingen går. Detta gav författarna en ökad kunskap vilket också fungerade som ett bra underlag vid framtagning av intervjufrågor.

Semistrukturerade intervjuer valdes för att få ut så mycket information som möjligt samt ge de intervjuade möjlighet att själva berätta och utveckla. Intervjuerna fungerade väl då det innan intervjuerna var svårt att veta hur mycket de intervjuade visste om BIM och hur mycket det användes i projektet, men tack vare att det innan satts upp en struktur för intervjun och ett syfte för vad den gick ut på kunde författarna uppmuntra och utveckla frågorna utefter personens kunskap, dock har majoriteten av intervjuerna utförts med personer som har erfarenhet av BIM och är intresserade av att använda det, vilket gör att sammanställningen endast fokuserar på projekt eller intervjuade som redan vill använda eller redan använder BIM.

På grund av stress och tidsbrist i projekten fanns inte tid under studiebesöken att intervjua yrkesarbetare, som var tanken från början, så det valdes att göra en enkätundersökning med kryssfrågor istället. Ett problem som uppstod med enkätundersökningen var att det blev dåligt underlag då det endast var fem yrkesarbetare som svarade, vilket gjorde att det blev svårt att få en generell bild över vad yrkesgruppen tyckte. Det som också sågs som en nackdel med att göra en enkätundersökning var att det går att tolka frågorna på olika sätt och alla har olika erfarenheter av BIM och VDC, samt att inga följdfrågor och möjlighet att utveckla svaren fanns.

5 Slutsats

Examensarbetet syftar till att analysera användandet och kravbilden av digitala hjälpmedel för användning i byggproduktionen. Detta för att få fram vilka tillämpningar och funktioner som efterfrågas och är möjliga att implementera. Arbetet ska även analysera tillvägagångssätt för att underlätta implementering av digitala hjälpmedel.

Målet med examensarbetet är att se hur produktionen kan anpassa sig till digitaliseringen. I slutsatsen besvaras frågeställningarna utifrån analysen.

5.1 Frågeställning 1

Vad finns det för behov och möjligheter med digitalisering? Vilka tillämpningar och funktioner är möjliga att implementera och varför just dessa?

Utifrån tillämpningar och fördelar som presenterats i teorin och resultatet som visar på behov och vilja samt analysen som visar på att det finns möjlighet att implementera digitala hjälpmedel i produktionen har författarna sammanställt tillämpningar. Dessa rekommenderas då de anses bidra till positiva effekter av processer och arbetsmoment i produktionen.

Tillämpningar har delats upp i tre nivåer baserade på svårighetsgrad och i vilka steg de rekommenderas att de kan implementeras.

Första nivån behandlar tillämpningar som anses möjliga att implementera i produktionen utan större hinder. Första tillämpningen i nivån är att alla personer i projekt ska ha tillgång till program där modellen kan visualiseras genom att kunna vända, vrida och navigera i modellen där information om objekt ska kunna hämtas. Till denna nivå ska personer i projekt även ha tillgång till program för att hantera uppgifter som skyddsronder och egenkontroller etc. samt för dokumentation och kommunikation.

Andra nivån handlar om möjlighet att ta fram vyer, snitt och mått ur modellen så att modellen kan användas istället för eller som komplement till ritningar och dokument. Vid denna nivå ska det även finnas personer i produktionen som kan utföra kollisionskontroller och kontroller av modellen. Personer ska även kunna mänga utifrån modellen. Exempel på vyer, se bild nedan.

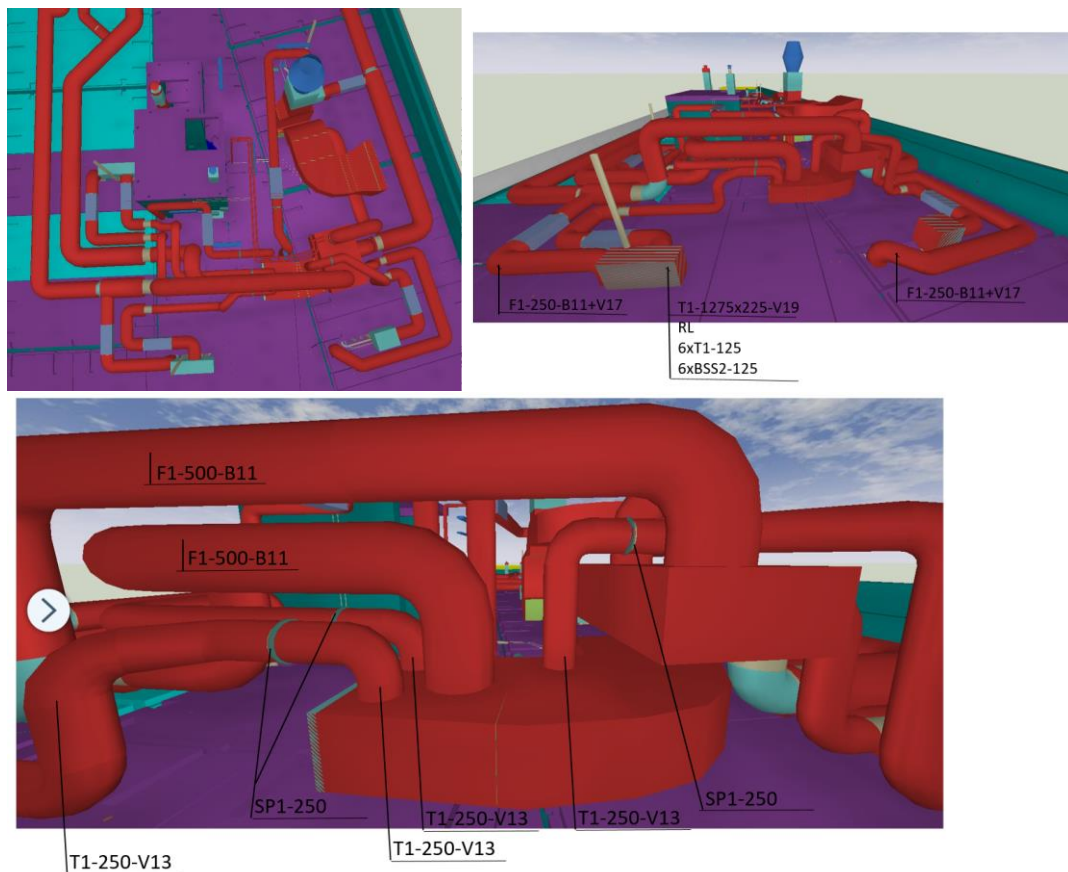


Bild 5. Produktionsanpassad vy för ventilationsrör. Författarnas egen bild, modellvy tagen från Dalux Field.

Tredje nivån innefattar tillämpningar då personer fått bättre kunskap om hur modellen fungerar, här antas tillämpningar från tidigare nivåer användas. Tillämpningen i tredje nivån är att göra APD-planer i 3D. Andra tillämpningen är 4D och om de tillsammans kopplas till APD-planen kan tidsförloppet för både arbetsplatsen och byggnaden visualiseras tillsammans. Sista tillämpningen är 5D. Dessa tillämpningar anses ha en hög tröskel för att implementeras då det saknas kunskap kring hur de används samt i vilka program tillämpningarna kan användas.

Tillämpningarna som rekommenderas har valts då författarna anser att dessa bidrar till följande fördelar:

- Effektivare processer - Digitaliseringen leder bland annat till tydligare, mindre och lättåtkomligare information, vilket även bidrar till kortare beslutsvägar samt snabbare uppdatering av information.
- Ökad förståelse - 3D-visualisering ger en ökad förståelse då det ger en fullständig och konsekvent bild av projektet.
- Färre fel - Färre dokument att hantera och tydligare presentation av information. All information finns på samma ställe samt hålls uppdaterad.
- Ökad informationskvalitet - Då modellen är analyserad och välutvecklad bidrar det till att färre problem behöver lösas på plats ute i produktionen.
- Bättre slutprodukt - Tydligare och högre kvalitet på underlag från projektering tydliggör målbilden med projektet.
- Lättare kontroller - Lättare att kontrollera till exempel krokar eller säkerheten i projektet då det enklare går att se kritiska moment vilket underlättar vid

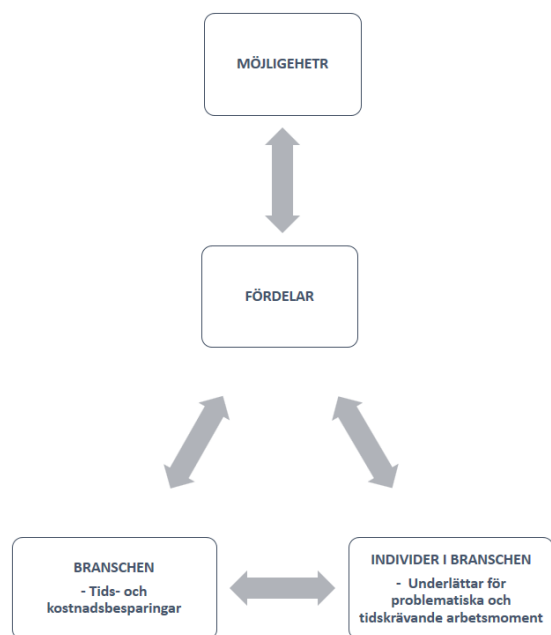
exempelvis arbetsberedningar. Det går att koppla koordinater direkt till modellen vilket gör det enkelt att veta ett objekts position i verkligheten.

- Bättre/lättare kommunikation - Kommunikationen kan ske direkt via olika program eller hjälpmedel och kan nå rätt person direkt.
- Bättre/lättare dokumentation - Dokumentation sparas direkt i program och på samma plats och behöver inte läggas in manuellt i efterhand. Då dokumentation är enkel att utföra bidrar det till att den utförs. Detta bidrar även positivt för erfarenhetsåterföring.
- Ökade förutsättningar för val av information - Möjlighet att plocka fram egen information ur modellen genom vyer och snitt som kan anpassas efter behov.

Författarna anser att fördelarna som finns med tekniken väger betydligt tyngre än de utmaningar och problem kring BIM som presenteras i avsnitt 2.2.3 som framförallt handlar om okunnighet och brist på utbildning vilket anses vara ett problem som går att lösa och som egentligen inte handlar om problem med tekniken utan snarare hinder i implementeringen.

Flera icke-värdeskapande processer, som beskrivs i avsnitt 2.1.1, vilka är tidskrävande, där hinder och problem kan uppstå anses kunna effektiviseras och göras säkrare med hjälp av tekniken. Det finns framförallt ett behov att eliminera icke-värdeskapande processer för att utveckla och effektivisera branschen, eliminering av dessa anses kunna uppnås genom att anpassa sig till tekniken och dess möjligheter vilket är viktigt för företag som vill hålla sig kvar på marknaden.

Tillämpningar som kan anses vara möjligheter leder till många fördelar som gynnar både ett behov utifrån branschen och individers perspektiv, detta eftersom tidskrävande och problematiska moment i individers arbete kan underlättas vilket ger bättre arbetsförhållanden. Detta i sin tur leder till tids- och kostnadsbesparingar för företag, alltså tjänar alla på en anpassning av möjligheter digitaliseringen medför vilket visualiseras i Figur 14.



Figur 14. Möjligheter med digitalisering. Författarnas egna bild.

5.2 Frågeställning 2

Vad är kravbilden från produktionen för att viljan och intresset ska finnas för användning av digitala hjälpmedel?

En kravbild som uppfattats utifrån intervjuerna är att det krävs ökad kunskap kring tekniken. Detta då personer vill få en bättre förståelse för hur tekniken kan användas för att uppfylla sin fulla potential samt en förståelse för hur tekniken förändrar etablerade arbetsrutiner, då personer oftast vill kunna styra sitt arbete. Något som tydligt framkom under intervjuerna var även att det digitala hjälpmedlet måste vara lätthanterligt och användarvänligt. Är det inte det finns risken att det läggs undan och projektet återgår till att använda befintliga tillvägagångssätt. Är det lätthanterligt krävs mindre av de som ska använda programmet och de behöver lägga mindre tid på att lära sig det. Vilket är bra då uppfattningen är att det ständigt råder tidsbrist.

Dessa krav innebär att det finns ett behov av att uppfylla kännetecknena *kompatibilitet* och *komplexitet*. Författarna rekommenderar att det behöver läggas mer fokus på utbildning vid implementering för att personer ska få mer kunskap vilket underlättar för tekniken att spridas och fungera.

Författarna har dragit en slutsats om att alla de fem kännetecknena, tillsammans med komponenterna i TAM-modellen, behöver uppfyllas för att viljan och intresset för användning av tekniken ska öka. Ett samband beskrivs i analysen mellan kännetecknena och TAM-modellen där *uppfattad användbarhet* kan kopplas till *relativ nytta* vilket anses att branschen uppnått och *upplevd användarvänlighet* kan kopplas till *kompatibilitet* och *komplexitet*. TAM-modellen visar på att dessa kriterier tillsammans behöver vara uppfyllda. Förslaget som föreslås för att uppnå detta utifrån kopplingen mellan teorierna och intervjuerna är att tekniken behöver vara utformad så att den är enkelt att lära sig, med funktioner som uppfyller kraven på vad den behöver användas till samt att interaktionen med tekniken är klart och förståeligt. Detta då intresset och viljan för användning av tekniken ökar då funktioner i program underlättar och effektiviserar individens egna arbete.

Funktioner där tillämpare ser möjligheter ökar intresset för användandet. Därför krävs det att program och dess innehåll utformas utifrån funktioner som produktionen efterfrågar. Exempelvis såg personer fördelar med att modellen innehöll färdiga mått och ritningar som krävs för att kunna bygga, detta för att det inte skulle behöva tas fram på plats då det är tidskrävande och arbetet behöver komma igång så snabbt som möjligt. Att direkt kunna markera i modellen och få fram ritningar på exempelvis en specifik vägg via modellen uppfattas som en bra funktion.

Analysen tar även upp att TAM-modellen har en komponent som inte kännetecknena behandlar vilken är *beteendemässig avsikt att använda*. Författarna menar att även detta är en viktig komponent som behöver uppfyllas genom att följa upp hur tekniken fungerade och se till att den fortsätter användas samt fortsätta skapa intresse och nyfikenhet kring tekniken för att göra så att personer avser fortsätta använda tekniken. Det hör även ihop med ett behov av att det ska finnas någon eller några på plats som kan hantera programmet eller programmen som används, detta innebär att det behöver finnas personer med rätt kompetens och kunskap på plats. De personerna ska fungera som support och kan då hjälpa till när problem uppstår, detta då personer anser att det

är problematiskt att behöva vänta på hjälp. Om det finns rätt kompetens på plats kan det underlätta implementeringen och användningen av BIM.

Krav på förståelse för teknikens potential har tidigare nämnts, metrics (mätetal) som är en del i digitaliseringsstrategin, men även en viktig del i VDC för exempelvis erfarenhetsåterföring, är en komponent som kan bidra till att kännetecknena *testbarhet* och *observerbarhet* kan uppfyllas. Detta eftersom mätetal kan visa på när projekt gått bra och haft färre problem än vanligt. Vilket gör att då det använts en ny teknik finns större möjlighet att visa på positiva resultat då det går att jämföra projekt med varandra om tydliga mätetal finns, men ett problem som fortfarande kvarstår är att varje projekt är unikt vilket gör att det är svårt att jämföra dem med varandra. Men att kunna jämföra antalet problem och kritiska moment ett projekt haft kan ändå visa på att där en teknik används och det uppsåt färre fel än normalt har tekniken bidragit positivt. Att även återföra problem som uppstått och som kan standardiseras är viktigt, exempel på detta kan vara vilka mått på prefabelement som bidrar till effektiva leveranser så inte onödiga transporter uppstår.

För att implementeringen ska fungera och BIM ska börja användas mer i produktionen krävs det att modellen är välutvecklad och går att använda till rätt ändamål. Då krävs det också att det ställs krav på hur modellen utvecklas från projektets start och att det sedan kontrolleras att den är framtagen på rätt sätt och innehåller rätt information. För att få en så bra modell som möjligt och som kan användas till det produktionen vill behöver projektören även veta vilket eller vilka program som sedan är tänkt att använda för att hantera modellen. Då behöver det också utvecklas olika rutiner/manualer för vad som behöver finnas i modellen för olika ändamål, det behöver till exempel inte finnas samma saker i modellen om mängdning ska göras som om den endast ska användas till visualisering.

Nedan sammanställs kravbilden:

- Krävs ökad kunskap kring tekniken. Personer vill få en bättre förståelse för hur tekniken fungerar och används.
- Lätthanterliga och användarvänliga program - Programmet är enkelt att använda och lära sig, funktioner får inte uppfattas som tidskrävande att lära sig samt använda.
- Rätt kompetens på plats - Personer med rätt kompetens som kan hjälpa till och svara på frågor om programmet samt underlätta för implementeringen och användningen.
- Rätt resurser - En utvecklad modell som är pålitlig och innehåller relevant information samt program som är välutvecklade.
- Rätt funktioner - Funktioner som effektiviserar och möjliggör moment i individens egna arbete.
- Användbarhet - Individer behöver ha förståelse samt kunskap om teknikens fördelar och hur tekniken påverkar etablerade arbetsrutiner. För att intresset för hjälpmedlet ska finnas behöver det vara möjligt för personer att se att det kan underlätta och effektivisera individens egna arbete, det ska vara enkelt att förstå sig på tillämpningar och hur de påverkar arbetsmoment.
- Pålitlighet - Modellen ska vara pålitlig och det ska garanteras att den stämmer.
- Modelluppbyggnad - För att modellen ska ta steget ut i produktionen krävs att modellen byggs upp för att vara användarvänlig med relevant information

vilket innebär den informationen som krävs för att utföra en aktivitet men inte mer än det för att hålla sig relevant.

5.3 Frågeställning 3

Vad för tillvägagångssätt behövs för att få de kunskaper som krävs för att använda ett digitalt hjälpmedel i byggproduktionen?

Individer

Det är viktigt att väcka intresse och nyfikenhet hos innovatörer. Därför krävs det att branschen delar med sig av kunskap och information om nya innovationer. Kunskap och information om innovationer som testats på tidigare projekt och som visat positiva resultat bör spridas då exempel från verkligheten som visar på att innovationen fungerat stärker förtroendet för resultatet och effekterna.

Att även sprida information om branschens problem och hinder samt vilka möjligheter som finns för att lösa dessa anses viktigt för att ge individer förståelse för varför tekniken behöver implementeras. Informationen kan styrkas genom att redovisa mätetal som visar positiva resultat då tekniken använts. Att arbeta med ICE tillsammans med mätetal bidrar även till erfarenhetsåterföring vilket är viktigt för att få kunskap om hur tekniken fungerat samt hur den kan förbättras.

Information kan spridas på kurser, konferenser och liknande verksamheter samt i rapporter och på intranät. Att sprida information digitalt underlättar vid informationssökning för personer som själva vill kunna hitta information och mycket av den information vi kommer i kontakt med idag är digital vilket gör att författarna anser det viktigt att sprida information digitalt.

Att ha individer som sprider kunskap om tekniken anses positivt då personer själva inte behöver söka efter information utan får det presenterat vilket kan ge ökad förståelse och intresse. Att VDC-utvecklare och VDC-ansvarig visar intresse för tekniken och presenterar den för arbetsgrupper och försöker skapa engagemang anser författarna vara en bra strategi som det bör fortsätta läggas fokus på.

Utbildning och kunskap

För att få alla i ett projekt att börja med digitala hjälpmedel, även dem som inte är intresserade, behöver digitaliseringen smyggas in. Författarna tror att det är viktigt att inte börja med för mycket, utan ta en del i taget. Börja med att visa hur det går att visualisera och sedan trappa upp det och visa hur vyer, mått och snitt kan tas fram för att stegvis använda modellen istället för ritningar och dokument. Beroende av vilken nivå användningen av BIM ligger på behövs olika nivåer av utbildning.

Det är även viktigt att skapa organisationer med rätt kompetens och kunskap, så att det i varje projektgrupp finns personer som har intresset och kunskapen för att kunna använda tekniken. Personen behöver finnas på plats ute i produktionen och har en förtroenderoll där det är viktigt att personen har bra kontakt med alla sina medarbetare och kan agera rådgivare. Personen har en avgörande roll för innovationens spridning och det är viktigt att personen sprider informationen och kunskapen i arbetsgruppen, visar möjligheter med tekniken och försöker väcka intresset hos personer i gruppen

som är skeptiska till tekniken. Antalet personer som har denna roll bör baseras på projektets storlek.

Utbildning är en av de aspekterna som det föreslås ska läggas mest fokus på för att produktionen ska börja arbeta mer med digitala verktyg. Det har uppfattats problem med att uppnå syftet med utbildningar och författarna föreslår att det behöver läggas större vikt vid utbildningens syfte. Exempelvis då en person går VDC-utbildningen så behöver hela arbetsgruppen vara delaktiga och bidrar till att syftet uppnås, det behövs ett gemensamt engagemang från arbetsgruppen att försöka implementera tekniken. Det behövs även finnas viss kravställning på att alla personer i arbetsgruppen ska vara delaktiga i och uppmuntra implementeringen av tekniken. Ge grundutbildning till de som inte går VDC-kursen så de får kunskap kring tekniken och hur program används. Detta för att underlätta för individen att implementera program då det anses lättare att lära sig och använda tekniken då personer gör det tillsammans och kan hjälpas åt.

En lista har sammanställts utifrån önskade funktioner i program med vilken utbildningsnivå som krävs för att införa tekniken i projekt. Utbildningsnivån är baserad på att ingen i projektet har någon kunskap om tekniken.

- Vända, vrida och navigera i modellen - En introduktion av tillämpningarna till alla i projektet. Det antas positivt att fler tillämpar och lär sig funktionen samtidigt och personer påverkas inte av att vissa endast använder ritningar. Det antas att på denna nivå kan personer enkelt prova sig fram, hjälpa och lära av varandra.
- Kommunikationsplattform - Antag Dalux. Här behövs introduktion och utbildning av programmet samt personer på plats som kan svara på frågor, minst en person som är insatt i programmet bör vara på plats.
- Hämta information om objekt i modellen - Att kunna navigera i modellen kommer snabbt bidra till att personer sedan lär sig hur information kan fås fram, genom att exempelvis markera objekt i modellen. Även här en kort introduktion och sedan kan personer lära sig tillsammans och av varandra.
- Ta fram mått ur modellen - Grundutbildning av tillämpningen där personer får testa på att ta fram mått, har personer en gång testat tekniken är det enklare att göra det igen. Även detta är en funktion som enkelt överförs mellan individer.
- Ta fram vyer, snitt och ritningar - För detta krävs bland annat att individen kan ta ut mått, då ritningar ur modellen tas fram och ofta behöver kompletteras med mått. För denna punkt krävs utbildning, att personer får testa på och har möjlighet att få hjälp. Mycket kan sedan föras vidare mellan personer i projekt men en bra förutsättning är om alla får utbildningen och sedan kan hjälpas åt om problem uppstår.
- Mängdning - Bra om alla får en introduktion och utbildning vid produktionsstart. Får testa på och sedan praktisera det i verkligheten med personer på plats som kan hjälpa till. Det antas att möjligheten för implementering ökar då projektgrupper tillsammans arbetar med att implementera funktionen.
- Kollisionskontroller - Krävs utbildning i programmet, exempelvis Solibri, där funktionen testas, antagligen mer än en gång. Sedan krävs användning av programmet i verkligheten för att fullt ut lära sig programmet. Att lära sig detta av kollegor kräver att personen med kunskap har tid och viljan att lära upp andra, räcker förmodligen inte endast att visa utan behöver testas på.

- Göra APD-planer i 3D - Kunna använda BIM-program, krävs utbildning samt att personer får testa på och öva.
- 4D - Förståelse för hur modellen är uppbyggd krävs samt att kunskapen från punkterna ovan är uppfylld, krävs utbildning samt att personer får testa på och öva.
- 5D - Förståelse för hur modellen är uppbyggd krävs samt att kunskapen från punkterna ovan är uppfylld, krävs utbildning samt att personer får testa på och öva.

För vissa funktioner tillkommer möjligheter som exempelvis att ta fram arbetsberedningar och ta fram tidplaner. Dessa funktioner behöver också visas och testas för att förstå på vilket sätt de används då problem som framkommit ofta är att det finns vetskap om tillämpningen men inte hur den utförs. Att gå från att ha information om en funktion till förståelse och sen faktiskt användning innebär en process där det krävs att individer får kunskap samt får öva på att använda funktionen, vilket beskrivs i Figur 13 i avsnitt 4.3.2.

Manualer, rutiner och avtal

Avtal bör skrivas där användandet av BIM behandlas då det är viktigt att ha ett gemensamt mål i projektet, så att alla vet hur och varför BIM ska användas. Att sätta upp ett gemensamt mål att sträva efter kan göra att det blir enklare att få fram en modell som uppfyller kraven. Om alla vet vad som är tanken med användandet är det dels, lättare att ställa krav på framtagningen av modellen, men också krav på användandet av den.

Som tidigare nämnts är ett problem att tillämpningen presenteras men utbildning i hur den används samt vilket program som bäst är anpassat för tillämpningen glöms ofta bort. Vid implementering av ny teknik är det viktigt att ha förståelse för människan och organisationen. Programmen och tekniken som tas fram behöver anpassas efter individerna med åtanke om hur, när och på vilket sätt den ska användas. Detta är något som skulle kunna utvecklas i manualer genom att tydliggöra hur modellens uppbyggnad speglar olika användningsområden för att ytterligare lyfta fram syftet med varför det är viktigt att göra vissa moment i manualerna. Exempelvis en koppling som ger förståelse för vad som behöver vara förinställt för att personer i produktionen enkelt ska kunna mäta, så att funktion är kopplat till modellens uppbyggnad. Dessa kan även baseras på vilken nivå användningen kommer vara på då det påverkar modellens detaljnivå och det är viktigt att tänka på vad modellen ska användas till så att den inte innehåller mer information än vad som krävs för uppgiften. Men även för att undvika att det läggs onödig tid på att projektera detaljer i modellen som inte uppfyller någon nytta.

Ytterligare utvecklingsområden är att ta fram tydliga rutiner för vilka program som ska användas, vad som kan tillämpas samt hur det används. Det behöver inte vara ett krav på att programmet ska användas men tydligare rutiner ger en bättre förståelse för varför, hur och när funktioner kan användas. En presentation av vilka program som kan tillämpas underlättar då individen själv slipper söka efter passande program. Exempel på områden som kan beskrivas är:

- Programmet/programmen
- Användningsområde/tillämpning av programmet - Exempelvis mängdning.

- Informationskälla i projektet - För att personer ska få kunskap om vilken information som kan fås ur modellen, då majoriteten av användarna inte har kunskap om vad för information som kan hämtas.
- Hur kommunikation och dokumentation i projektet sker - Om programmet ska användas för kommunikation och dokumentation. Detta är även bra att skriva in i avtal om alla i projektet ska använda tillämpningen.
- Detaljnivå på modellen - För att ge kunskap kring hur modellens utformning påverkar tillämpningsområden.

Det behövs ställas högre krav på produktionen att använda tekniken, få personer att lära sig och testa enkla moment tror författarna kommer leda till att personer senare är mer öppna för att testa på tekniken ytterligare. Öka möjligheten att kunna testa tillämpningar, om inte utbildning kan ges eller som komplement för utbildning, kan vara att ha lathundar för hur program används vilket kan underlätta användandet. Viktigt är även att föra tillbaka till de som tagit fram manualerna samt till projekteringen som gör modellen hur användandet fungerat. Detta för att till nästa projekt försöka uppfylla krav och brister som uppkom i produktionen samt se till att manualerna innehåller punkter som uppfyller behoven produktionen efterfrågar.

5.4 Vidare forskning

Det finns olika faktorer som påverkar varför modellen inte uppfyller kraven och uppfattas som pålitlig av personer i produktionen. Exempel på faktorer författarna antar kan påverka är att modellen inte var pålitlig för några år sedan och att den uppfattning finns kvar, brist i kontroller av modellen, brist i kommunikationskedjan mellan discipliner, aktörer och yrkesroller, brist i manualer och brist på krav samt inga konsekvenser då syftet inte uppnås. Detta är något som inte har hunnit undersökas djupare i detta arbete, men är något som författarna tycker ska undersökas och analyseras vidare.

Förslag till vidare forskning:

- Undersökning om vilka faktorer som påverkar varför individer i produktionen uppfattar att modellen inte är pålitlig.
- Undersökning av hur manualer och rutiner kan utformas för att vara anpassade för produktionen.
- Hur kunskapsnivåerna i branschen ser ut vilket avgör hur och på vilka nivåer utbildningar behöver finnas för att möjliggöra att alla i branschen kan delta i att använda tekniken
- Hur utbildningar av tekniken ska gå till för lyckad implementering som ger individer ökad kompetens.

6 Referenser

- Alarcón, L., Mandujano, M., & Mourgues, C. (2013, 31 augusti). Analysis of the implementation of VDC from a lean perspective: Literature review. I *Formoso, C.T. & Tzortzopoulos, P., 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. 31-2 augusti, 2013, Fortaleza, Brazil, 781-790. Hämtad från: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2946320
- Aspgård, J. [Novapoint & Quadri] (2017, 23 oktober). *BIM/VDC - Jerker Aspgård på Structor*. [Videofil]. Hämtad från: <https://www.youtube.com/watch?v=s1xUHR0w900>
- Autodesk. (2018). *Autodesk: BIM 360*. Hämtad 2018-05-10, från: <https://bim360.autodesk.com/>
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241-252. Hämtad från: <https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/%28ASCE%29LM.1943-5630.0000127>
- Benjaminsson, A., & Gustavsson, A. (2017). *Projektleddning i en digitaliserad byggbransch - En studie kring utmaningar och effekter vid implementering av VDC bland projektleddare*. (Examensarbete). Norrköping: Byggt teknik, Tekniska högskolan vid Linköpings universitet. Hämtad från: <https://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1155607/FULLTEXT01.pdf>
- BIM Alliance. (2016). *BIM - påverkan på affär och avtal*. (SBUF: 13133). BIM Alliance. Hämtad från: http://www.bimalliance.se/library/2886/bim_paverkan_pa_affar_och_avtal_foerstudie_rapport_rev_a_7_april_2016.pdf
- Bluebeam. (2018). *Bluebeam Revu*. Hämtad 2018-05-10, från: <https://www.bluebeam.com/se/solutions/revu>
- Bråthen, K., & Moum, A. (2016) Bridging the gap: bringing BIM to construction workers. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 23(6), 751-764. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2016-0008>
- Dalux. (2018). *Dalux Field*. Hämtad 2018-03-22, från: <http://dalux.com/sv/dalux-field/>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. (2nd edition.) Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Ekholm, A., Blom, H., Eckerberg, K., Löwnertz, K., & Tarandi, V. (2013). *BIM - Standardiseringsbehov*. (12690). SBUF.
- Eriksson, T. (2002). *Individuellt kompetenssparande: undanträngning eller komplement?* (Rapport, 2002:07). Göteborg: Institutet för arbetsmarknadspolitisk utvärdering, Handelshögskolan vid Göteborgs universitet.

Fernström, G. (2009). *Samverkan, lean tänkande och industriellt byggande i symbios för att utveckla bygg: en executive bok för att förändra och utveckla byggverksamhet*. Skurup: Fernia Consulting.

Fleck, J. (1994). Learning by trying: the implementation of configurational technology. *Research Policy*. 23(6), 637-652. doi: 10.1016/0048-7333(94)-0

Fredriksson, L. (2012). *BIM i produktionen vid väg- och anläggningsprojekt*. (Examensarbete). Göteborg: Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola. Hämtad från:
<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/163012.pdf>

Granroth, M. (2011). *BIM - ByggnadsInformationsModellering: orientering i en modern arbetsmetod: lärobok*. Stockholm: Arkitektur och samhällsbyggnad, Kungliga Tekniska högskolan.

Göteborg, A., & Olsson, P. (2016). *Digitala leveranser: BIM som informationsbärare*. (Examensarbete). Göteborg: Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola. Hämtad från:
<http://studentarbeten.chalmers.se/publication/242121-digitala-leveranser-bim-som-informationsbarare>

Hartmann, T., van Meerveld, H., Vossebeld, N., & Adriaanse, A. (2012). Aligning building information model tools and construction management methods. *Automation in Construction*, 22, 605-613. doi: 10.1016/j.autcon.2011.12.011

Holzer, D. (2016). *The bim manager's handbook: guidance for professionals in architecture, engineering and construction*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. Hämtad från:
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/chalmers/reader.action?docID=4457838&query=>

Ikerd, W. (2013). *A structural column base plate member at LOD 100 through 400*. Hämtad 2018-06-12 från: <http://www.structuremag.org/?p=558>

Jakobsson, J., & Öberg, J. (2014). *Motiverad detaljnivå i BIM*. (Examensarbete). Göteborg: Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola. Hämtad från: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/199224/199224.pdf>

Jensen, M. (2012). *Implementering av byggnadsinformationsmodellering i byggproduktionen*. (Examensarbete) Växjö: Linnéuniversitetet. Hämtad från: <http://lnu.diva-portal.org/smash/get/diva2:530999/FULLTEXT01.pdf>

Jongeling, R. (2008). *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt: En jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM*. (Forskningsrapport) Luleå: Institutionen för samhällsbyggnad, Luleå tekniska universitet. Hämtad från: <http://ltu.diva-portal.org/smash/get/diva2:998274/FULLTEXT01.pdf>

- Karlsson, S. (2018). *Implementering av VDC: En studie utförd på Veidekke Entreprenad AB*. (Examensarbete). Luleå: Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser, Luleå tekniska universitet. Hämtad från: <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1192496&dswid=-8444>
- Kotter, J. P., & Schlesinger, L. A. (2008, juli). Choosing strategies for change. *Harvard Business Review*, 86(7,8), 130-139. Hämtad från: <http://proxy.lib.chalmers.se/login?url=https://search-proquest-com.proxy.lib.chalmers.se/docview/227820760?accountid=10041>
- Lantz, A. (2013). *Intervjumetodik*. Lund: Studentlitteratur.
- Lind, H. (2012). Innovationer och effektivitet i byggsektorn. I Bröchner, J. (Red.), *Bygginnovationers förutsättningar och effekter*. (s. 57-63). Hämtad från: https://www.vinnova.se/contentassets/ca5731d6d7cd444e954ef26eddb891e7/vr_12_09.pdf
- Lucchesi, R. [Novapoint & Quadri] (2017, 23 oktober). *BIM/VDC - Roberto Lucchesi på Veidekke*. [Videofil]. Hämtad från: https://www.youtube.com/watch?v=k32_D3PooF0
- Lundgren, P. (2016, 22 september). Digital disruption - Våga förändras innan det är för sent. Hämtad från: https://billogram.com/blog/digital_disruption-vaga-forandras/
- Löfgren, A. (2007). *Towards mobile lean communication for production management*. Stockholm: Institutionen för Industriell ekonomi och organisation, Kungliga Tekniska högskolan. Hämtad från: <http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2007-082-075-Lfgren.pdf>
- Marxent. (2018). *What is Virtual Reality?*. Hämtad 2018-05-16, från: <https://www.marxentlabs.com/what-is-virtual-reality/>
- Metz, A., & Svensson, M. (2012). *VDC i produktionsfasen: Implementering av virtuellt byggande för Veidekke Bygg Väst*. (Examensarbete). Göteborg: Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola. Hämtad från: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/163131.pdf>
- Merschobrock, C., & Nordahl-Rolfsen, C. (2016). BIM Technology acceptance among reinforcement workers: The case of Oslo Airport's terminal 2. *Journal of Information Technology in Construction*, 21, 1-12. Hämtad från: <http://www.itcon.org/2016/1>
- Murvold, V., Vestermo, A., Svalestuen, F., Lohne, J. & Laedre, O. (2016). Experience from the use of BIM-Stations. I *Proc. 24th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction*, 2016, Boston, Massachusetts, USA, 23–32. Hämtad från: https://www.researchgate.net/profile/Ola_Laedre/publication/316202517_EXPERIENCES_FROM_THE_USE_OF_BIM-STATIONS/links/58f60f59aca272bbe78ec411/EXPERIENCES-FROM-THE-USE-OF-BIM-STATIONS.pdf

Nationalencyklopedin. (2018). *Digitalisering*. Hämtad 2018-02-21, från:
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/enkel/digitalisering>

Olander, S., & Widén, K. (2012). Intressenters betydelse för innovationsspridning i byggsektorn. I Bröchner, J. (Red.), *Bygginnovationers förutsättningar och effekter*. (s. 51-56). Hämtad från: https://www.vinnova.se/contentassets/ca5731d6d7cd444e954ef26eddb891e7/vr_12_09.pdf

Persson, K.M., & Gårdelöv, L. (2017) *Digitala hjälpmedel i produktionen* (Examensarbete). Göteborg: Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola. Hämtad från:
<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/251513/251513.pdf>

Reblin, L., & Sharif, S. (2013). *Effektivisering av ritningsredovisning av broar med hjälp av BIM: En fallstudie där en bro modelleras i Tekla Structures*. (Examensarbete) Stockholm: Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad, Kungliga Tekniska högskolan. Hämtad från: <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:957861/FULLTEXT01.pdf>

Revizto. (2018). *Next generation, BIM coordination*. Hämtad 2018-03-22, från:
<https://revizto.com/en/>

Rogers, E.M. (2003). *Diffusion of innovation*. (5. ed.). New York: Free press.

Roupé, M. (2013). *Development and Implementations of Virtual Reality for Decision-making in Urban Planning and Building Design*. (Doktorsavhandling, Doktorsavhandlingar vid Chalmers tekniska högskola, 3480). Göteborg: Chalmers tekniska högskola. Hämtad från:
<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/170547/170547.pdf>

Roupé, M., & Gustafsson, M. (2013). Judgment and decision-making aspects on the use of virtual reality volume studies. I: *Open Systems: Proceedings of the 18th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Aisa*. 15-18 maj, 2013, Singapore, 437–446. Tillgänglig:
<https://research.chalmers.se/publication/192803>

Samuelsson, O. (2010). *IT-Innovationer i svenska bygg- och fastighetssektorn - En studie av förekomst och utveckling av IT under ett decennium*. (Doktorsavhandling, Economics and Society, 214). Helsingfors: Edita Prima Ltd. Hämtad från:
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10227/662/214-978-952-232-092-6.pdf?sequence=1&origin=publication_detail

Sars, C., & Tolmé, S. (2013). *Visuell planering och 3D-visualisering i infrastrukturprojekt*. (Examensarbete). Göteborg: Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola. Hämtad från:
<http://studentarbeten.chalmers.se/publication/185226-visuell-planering-och-3d-visualisering-i-infrastrukturprojekt-paverkan-pa-kommunikation-och-informat>

Skoglund, T., & Thorp, A. (2005). *Vision och verklighet: En kartläggning av bildkommunikation i byggbranschen*. (Examensarbete). Göteborg: Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola. Hämtad från: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/18158.pdf>

Skånberg, H. (2013a). *Produktionsanpassad vy från Rörforsbron, Skanska* [Elektronisk bild]. Hämtad 2018-06-12 från: https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/0-5_mehmedovic-den_papperslosa_bron_20140424.pdf

StreamBIM. (2018). *StreamBIM Basic*. Hämtad 2018-03-22, från: <https://streambim.com/features/>

Stribeck, J. [Symetri]. (2015, 13 oktober). *Design Management Forum 2015 - BIM-projektering i Slussen, Tikab (sv)*. [Videofil]. Hämtad från: <https://www.youtube.com/watch?v=PyUNlpth18o&feature=youtu.be>

Svalestuen, F., Knotten, V., Lædre, O., Drevland, F., & Lohne, J. (2017). Using building information model (BIM) devices to improve information flow and collaboration on construction sites. *Journal of Information Technology in Construction*, 22, 204-219. Hämtad från: <http://www.itcon.org/2017/11>

Svedrup Strand, S. (2017). *Veidekke lanserer fleksibel BIM-kiosk*. Hämtad 2018-02-21, från: <http://www.bygg.no/article/1326096>

Sveriges Kommuner och Landsting. (2017). *BIM - digitalisering av byggnadsinformation: I offentliga fastighetsorganisationer*. Hämtad från: <https://webbutik.skl.se/bilder/artiklar/pdf/7585-513-4.pdf?issuusl=ignore>

Synchro. (2018a). *About Synchro Software*. Hämtad 2018-03-22, från: <https://www.synchroltd.com/about/>

Synchro. (2018b). *Synchro PRO*. Hämtad 2018-05-10, från: <https://www.synchroltd.com/products-2/synchro-pro/>

Van Berlo, L.A.H.M., & Natrop, M. (2015). BIM on the construction site: providing hidden information on task specific drawings. *Journal of Information Technology in Construction, Special Issue: ECPPM 2014*, 20, 97-106, Hämtad från: <http://www.itcon.org/2015/7>

Veidekke. (2017a). *BIM-manual*. [Manual]. Göteborg: Veidekke.

Veidekke. (2017b). *BIM-manual: modellkrav bygg*. [Manual]. Göteborg: Veidekke.

Veidekke. (2017c). *Modellsamordningsbeskrivning*. [Manual]. Göteborg: Veidekke.

Veidekke. (2017d). *Människan i fokus på VDC-dagen*. Hämtad 2018-02-17, från: <http://veidekke.se/om-oss/nyheter-och-media/pressmeddelanden/article26700.ece>

Veidekke. (2017e). *Projekteringsmanual*. [Manual]. Göteborg: Veidekke.

Veidekke. (u.å.a). *VDC*. Hämtad 2018-06-05, från: <http://veidekke.se/om-oss/kompetenser/article15019.ece>

Veidekke. (u.å.b). [Checklista]. Göteborg: Veidekke.

Wallin, E. (2012). *BIM som effektivisering av processindustrin: en fallstudie på COWI Management AB*. (Examensarbete). Borås: Institutionen för Ingenjörshögskolan, Högskolan i Borås.

Quist, N. (2017, 2 juni). 5 trends of disruption that will change the industry of construction [Blogginlägg]. Hämtad 2018-02-11, från <https://bimobject.com/en/blog/post/5-trends-of-disruption-that-will-change-the-industry-of-construction->

Bilagor

Bilaga A

Introduktion, allmän översikt

1. Vad är din bakgrund och yrkesroll i företaget?
2. Vilket är ditt pågående projekt?
3. Vilka faser är du aktiv i?
4. Kan du beskriva din typiska arbetsdag?
5. Vad är största utmaningarna i ditt arbete?

BIM och 3D-modeller

6. Finns det några riktlinjer/krav från Veidekke att använda BIM och VDC?
7. Dina tidigare erfarenheter av BIM och VDC i produktionen?
8. Hur är informationen organiserad, strukturerad, delad och lagrad?
9. Vad finns det för problem i produktionen kopplat till BIM?
10. Finns det några hinder för att använda BIM i produktionen?
11. Vad ser du för möjligheter inom produktionen för ytterligare användning av BIM och VDC?

Dalux app

12. Inom vilka områden använder ni Dalux?
13. Hur tillämpas detta/på vilket sätt används den?
14. Vilka yrkesroller använder sig av Dalux?
15. Vid vilka arbetsmoment används den (egenkontroller etc.)?
16. Fördelar/nackdelar?
17. Vilka funktioner saknas för ett ännu bättre funktion? (om det saknas något)
18. Hur har användandet av Dalux i produktionen mottagits av medarbetarna?
19. Hur implementerades Dalux i verksamheten?
20. Vad finns det för hinder/problem med att använda Dalux app?
21. Vilka utvecklingsmöjligheter ser du med Dalux eller andra digitala hjälpmedel?

Bilaga B

1. Vad är din bakgrund och yrkesroll i verksamheten?
2. Hur arbetar du med olika moment idag? Hur tas ritningar fram, planering och uppföljning av arbetsmoment (arbetsberedningar, egenkontroller, mängdning, tidsplaner etc.)?
Vilka områden/moment är mest problematiskt? Var brukar fel uppstå?
Vad finns det för förbättringar?
3. Vad vet du om BIM?
Används det mycket på bygget?
Om det används, hur används det och vad är din upplevelse av användandet?
4. Hur skulle du vilja att en digital programvara fungerade?
Vilka funktioner krävs/vilka funktioner skulle du vilja ha?
Vad behöver du få fram för respektive moment?
Vilka hinder finns?
Från när i byggprocessen vill du börja använda en digital programvara?
Hur tidigt vill man ha den och för vilka moment?
5. Hur tänker du dig att en implementering av digitala hjälpmedel skulle kunna gå till?

Bilaga C

1. Vad är din bakgrund och yrkesroll i verksamheten?
2. Hur arbetar du med olika moment idag? Hur tas ritningar fram, planering och uppföljning av arbetsmoment (arbetsberedningar, egenkontroller, mängdning, tidsplaner, APD-planer etc.) och hur sker kommunikationen (mail, telefon, muntlig)?
Vad lägger du mest tid på i ditt arbete, vad är mest tidskrävande? / Vilka områden/moment är mest problematiskt? Var kan fel uppstå?
Ser du några förbättringsmöjligheter i ditt arbete kopplat till digitala hjälpmedel?
3. Vad vet du om BIM?
I vilka sammanhang har du varit i kontakt/använt BIM?
Används det på detta bygget?
Från vem kom initiativet att använda BIM?
Om du använt det, hur och vad är din upplevelse av användandet?
4. Hur skulle du vilja att ett digitalt hjälpmedel fungerade?
(för tex. planering, arbetsberedningar mängdning, mått och avstånd, information, inköp, säkerhetsplanering, APD-planer och kommunikation)
Vilka funktioner krävs/vilka funktioner skulle du vilja ha?
Vad behöver du få fram för olika moment?
Vilka hinder finns?
Från när i byggprocessen vill du börja använda ett digitalt hjälpmedel?
Hur tidigt vill man ha den och för vilka moment?
5. Hur tänker du dig att en implementering av digitala hjälpmedel skulle kunna gå till?
6. Har du varit på/fått information/utbildning (från Veidekke) om BIM eller digitala hjälpmedel?
Om du varit på, vad var din upplevelse av utbildningen?
Har du intresse för att gå på fler utbildningar och vad skulle du vilja få ut av utbildningen?
Om du inte varit på men har möjlighet att gå på utbildning, vad skulle krävas för att du skulle vilja gå och tycka det är intressant, vad skulle du vilja ha med dig från utbildningen?

Bilaga D

1. Vad är din bakgrund och yrkesroll i verksamheten?
2. Har du använt dig av Dalux Field och/eller andra digitala hjälpmedel, i så fall vilka?
Från vem kom initiativet att använda hjälpmedlet?
3. Hur skedde utbildningen/implementeringen av programmen/programmet?
Hur tycker du det fungerade?
Nackdelar och fördelar med hur implementeringen och utbildning gick till?
Förbättringsmöjligheter vid implementering och utbildning?
4. Vilka hinder och krav (från användare och projektet i sig) finns/fanns vid implementeringen av programmen/programmet?
5. Vilka funktioner har du använt dig av i programmen/programmet? Vilka moment i ditt dagliga arbete har förändrats vid användandet av programmen/programmet?
Exempel på moment: Hur ritningar tas fram, planering och uppföljning av arbetsmoment (arbetsberedningar, egenkontroller, mängdning, tidsplaner, APD-planer etc.) och hur kommunikation sker?
6. Har du märkt av några förbättringar/positiva effekter i ditt arbete kopplat till användningen av programmen/programmet?
Kan/har exempelvis programmet underlätta för:
Det du lägger mest tid på i ditt arbete, det som är mest tidskrävande.
De områden/moment som är mest problematiska. Där kan fel oftast kan uppstå.
7. Hur upplever du att programmen/programmet fungerar?
Saknar du några funktioner i programmen/programmet?
Något som inte fungerade så bra?

Bilaga E

1. Vad är din bakgrund och yrkesroll i verksamheten?
2. Hur arbetar du med VDC och BIM idag?
3. Vilka möjligheter ser du med VDC och BIM, inom produktionen främst?
4. Vad har Veidekke för strategi för att implementera VDC och BIM i produktionen?
Manualer, utbildningar samt spridning av information till exempel?
Strategirapport
5. Vad finns det för utbildningsmöjligheter inom VDC och BIM?
6. Vad är Veidekkes mål med VDC och BIM?
I vilken grad/mån ska VDC och BIM användas?
7. Har du använt dig av Dalux Field och/eller andra digitala hjälpmedel, i så fall vilka?
Från vem kom initiativet att använda hjälpmedlet?
8. Hur skedde utbildningen/implementeringen av programmen/programmet?
Hur tycker du det fungerade?
Nackdelar och fördelar med hur implementeringen och utbildning gick till?
Förbättringsmöjligheter vid implementering och utbildning?
9. Vilka hinder och krav (från användare och projektet i sig) finns/fanns vid implementeringen av programmen/programmet?
10. Vilka funktioner har du använt dig av i programmen/programmet? Vilka moment i ditt dagliga arbete har förändrats vid användandet av programmen/programmet?
Exempel på moment: Hur ritningar tas fram, planering och uppföljning av arbetsmoment (arbetsberedningar, egenkontroller, mängdning, tidsplaner, APD-planer etc.) och hur kommunikation sker?
11. Har du märkt av några förbättringar/positiva effekter i ditt arbete kopplat till användningen av programmen/programmet?
Kan/har exempelvis programmet underlätta för:
Det du lägger mest tid på i ditt arbete, det som är mest tidskrävande.
De områden/moment som är mest problematiska. Där kan fel oftast kan uppstå.
12. Hur upplever du att programmen/programmet fungerar?
Saknar du några funktioner i programmen/programmet?
Något som inte fungerade så bra?

Bilaga F

1. Vad har du för tjänst/arbetsuppgift och vad är din bakgrund?
2. Hur arbetar du med VDC och BIM idag?
3. Vilka möjligheter ser du med VDC och BIM, inom produktionen främst?
4. Vad har Veidekke för strategi för att implementera VDC och BIM i produktionen?
Manualer, utbildningar samt spridning av information till exempel?
Strategirapport
5. Vad finns det för utbildningsmöjligheter inom VDC och BIM?
6. Vad är Veidekkes mål med VDC och BIM?
I vilken grad/mån ska VDC och BIM användas?

Bilaga G

1. Vad är din yrkesroll?

2. Hur får du tillgång till information (ritningar, beskrivningar m.m.) för olika arbetsmoment? (OK att välja flera alternativ)

☐ Papper

☐ Arbetsledare

☐ Mobiltelefon

☐ Plattor

☐ Annat, i så fall hur?

Hur tycker du det fungerar, ser du några förbättringsmöjligheter?

3. Hur sker kommunikationen (mail, telefon, muntlig)?

(OK att välja flera alternativ)

☐ Papper

☐ Arbetsledare

☐ Mobiltelefon

☐ Plattor

☐ Annat, i så fall hur?

Hur tycker du det fungerar, ser du några förbättringsmöjligheter?

4. Vad ser du som den största utmaningen i ditt arbete?

5. Har du kommit i kontakt med BIM eller VDC i ditt arbete?

☐ Ja

☐ Nej

Om Ja, när och hur har du använt det? Hur var din upplevelse av det?

6. Ser du några förbättringsmöjligheter i ditt arbete kopplat till digitala hjälpmedel?

Vilka funktioner skulle du vilja ha? (OK att välja flera alternativ, skriv gärna eget alternativ)

☐ Tillgång till 3D modellen via egen platta eller telefon

☐ Tillgång till ritningar digitalt

☐ Möjlighet att dokumentera digitalt

☐ Möjlighet att ta ut mått i modellen eller på ritningar

☐ Möjlighet till kommunikation till andra discipliner eller arbetsledare via en plattform.

☐ Eget alternativ:

7. Vad skulle krävas av ett digitalt hjälpmedel för att du skulle vilja börja använda det? (OK att välja flera alternativ, skriv gärna eget alternativ)

☐ Enkelt att lära sig

☐ Rätt funktioner

☐ Ska gå att använda i mobilen

☐ Ska gå att använda på plattor

☐ Eget alternativ:

8. Hur skulle du vilja lära dig ett digitalt verktyg? (OK att välja flera alternativ, skriv gärna eget alternativ)

☐ Utbildning

☐ Självinläring

☐ Manualer

☐ Annat alternativ:

9. Har du varit på/fått information/utbildning (från Veidekke) om BIM eller digitala hjälpmedel?

☐ Ja

☐ Nej

Om Ja, vad var din upplevelse av utbildningen, vad var det för typ av utbildning?

10. Är du intresserad av att gå på utbildningar om BIM, VDC och digitala hjälpmedel?

☐ Ja

☐ Nej

Vad skulle du vilja lära dig på utbildningen?