

## Kollaborativ dialogprocess med hjälp av interaktivt visualiseringsverktyg Kunskapsöverföring mellan yrkeskategorier

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*

*Samhällsbyggnadsteknik*

Malin Karlsson  
Cornelia Lönqvist

---

Institutionen för Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik  
Avdelningen för Construction Management  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Examensarbete ACEX20-19-29

Göteborg, Sverige 2019



EXAMENSARBETE ACEX20-19-29

# Kollaborativ dialogprocess med hjälp av interaktivt visualiseringsverktyg

Kunskapsöverföring mellan yrkeskategorier

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*

*Samhällsbyggnadsteknik*

Malin Karlsson

Cornelia Lönqvist

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2019

Kollaborativ dialogprocess med hjälp av interaktivt visualiseringsverktyg

Kunskapsöverföring mellan yrkeskategorier

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*

*Samhällsbyggnadsteknik*

MALIN KARLSSON

CORNELIA LÖNQVIST

© KARLSSON MALIN, LÖNQVIST CORNELIA, 2019

Examensarbete ACEX20-19-29

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2019

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Bilden illustrerar en förenklad systemuppbyggnad av ViCoDE. Systemet finns förklarat i avsnitt 2.6. Författarnas egen bild.

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg 2019

Kollaborativ dialogprocess med hjälp av interaktivt visualiseringsverktyg

Kunskapsöverföring mellan yrkeskategorier

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet  
Samhällsbyggnadsteknik*

MALIN KARLSSON CORNELIA LÖNQVIST

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

## **SAMMANFATTNING**

Byggindustrin utvecklas och projekten som konstrueras blir allt mer komplexa, vilket resulterar i att större informationsflöden skapas och det medför att flera aktörer från olika yrkeskategorier skall samarbeta. Det krävs då en utveckling av kommunikationsverktyg för att undvika ombyggnationer, misskommunikation och felaktiga tolkningar under byggprocessen. Kommunikationsverktyg som både kan användas inom och mellan organisationer för att utveckla överföring av kunskap och erfarenheter. I dagens läge räcker det ej med traditionella metoder som mestadels består av 2D-ritningar och textbaserade dokument. Informationen kan vara svårtolkad av individer som inte är vana att avläsa ritningar, men även för den yrkeskategori som arbetar med ritningar kan både små och stora detaljer lätt missas. 3D-ritningar kan vara till stor hjälp för den som skall tolka informationen, dock används inte tekniken i så stor utsträckning inom byggindustrin idag.

Denna rapport presenterar en utvärdering av ett interaktivt visualiseringsverktyg, Virtual Collaborative Design Environment (ViCoDE). En kollaborativ planeringsprocess med sömlös integrering och direkt återkoppling mellan olika digitala verktyg. I form av en multi-touch skärm för att kollaborativt göra förändringar i modellen samt få en överblick på ritningen och med hjälp av VR-teknologin uppleva en modell i skala 1:1 utifrån ett 3D-perspektiv.

Det anordnades två workshops under studien för att utvärdera användningen av ViCoDE. Syftet under respektive workshop var att utforma framtida lärolokaler. Förhoppningen är att skapa en mer säker, tids- och kostnadseffektiv och hållbar projektering genom att öka kunskapsöverföringen och förståelsen av verksamheten mellan yrkesgrupper. Med ViCoDE kan dialogprocessen underlättas då feedback kan överföras direkt mellan yrkeskategorier, vilket resulterar i kvalitetssäkring av projekteringen och hela byggprocessen.

Resultatet av studien är att ViCoDE skulle kunna vara ett tekniskt hjälpmedel för många problemlösande situationer, då det skapar förutsättningar för en lyckad kollaborativ process. Framförallt för att kombinationen av teknologin stödjer en flexibel analys av projektet utifrån olika perspektiv samt att analysen kan utföras i grupp och individuellt vilket är en grund för optimalt samarbete.

Nyckelord: Kommunikation, Samarbete, VR, Dialogprocess, Design,  
Kunskapsöverföring, BIM, Virtuellt kommunikation, Visualisering,  
ViCoDE.

Collaborative dialogue process with interactive visualization tool.

Knowledge transfer between professions.

*Degree Project in the Engineering Programme  
Civil and Environmental Engineering*

MALIN KARLSSON CORNELIA LÖNQVIST

Department of Architecture and Civil Engineering  
Division of Construction Management  
Chalmers University of Technology

## **ABSTRACT**

The construction industry is being developed and the constructed projects are becoming increasingly complex, which results in larger information flows and this means that several stakeholders from different professional categories must cooperate. It then requires a development of communication tools to avoid rebuilding, miscommunication and incorrect interpretations during the construction process. Communication tools that can be used both within and between organizations to develop the transfer of knowledge and experience. In the current situation, traditional methods that mostly consist of 2D-drawings and text-based documents are not enough. The information can be difficult to interpret by individuals who are not used to reading drawings, but even for the professionals that works with drawings, both small and large details can easily be missed. 3D-drawings can be of great help to anyone who is to interpret the information, however, the technology is not used consistent in the construction industry today.

This report presents an evaluation of an interactive visualization tool, Virtual Collaborative Design Environment (ViCoDE). A collaborative planning process with seamless integration and direct feedback between different digital tools. Partly with a multi-touch screen to collaboratively make changes in the model and get an overview of the drawing. In addition to this, with the help of the VR technology to experience a model in scale 1:1 from a 3D-perspective. Two workshops were organized during the study to evaluate the use of ViCoDE. The purpose of each workshop was to design future classrooms. The aim is to create a more secure, time and cost-effective and sustainable design by increasing the knowledge transfer and understanding of the business between professional groups. With ViCoDE, the dialogue process can be facilitated as feedback can be transferred directly between professional categories, which results in quality assurance of the design and the entire construction process.

The result from the study is that ViCoDE could be a technical aid for many problem-solving situations, as it creates the conditions for a successful collaborative process. Especially because the combination of the technology supports a flexible analysis of the project from different perspectives and that the analysis can be performed in groups and individually, which is a basis for optimal collaboration.

Key words: Communication, Collaboration, VR, Dialogue Process, Design, Knowledge Transfer, BIM, Virtual Communication, Visualization, ViCoDE

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	III
FÖRORD	V
BETECKNINGAR	VI
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte & Frågeställning	2
1.3 Avgränsningar	2
2 TEORI	4
2.1 Byggprocessens tidiga skeden	4
2.2 Kommunikation	6
2.3 Samarbete	7
2.4 Kunskapsdelning	8
2.5 Samarbete i virtuell miljö	9
2.5.1 Digitalisering och hållbar utveckling inom byggindustrin	10
2.5.2 Multi-touch table	11
2.5.3 VR	11
2.6 ViCoDE	12
3 METOD	14
3.1 Förstudie	14
3.1.1 Fältstudie – Befintliga lärolokaler	14
3.1.2 Initial intervjustudie	15
3.1.3 Teknisk förberedelse – Kollaborativ Workshop	15
3.2 Litteraturstudie	16
3.3 Fallstudie – Kollaborativ Workshop	16
3.3.1 Dokumentation av Workshop	18
3.4 Intervjustudie – Uppföljning Workshop	18
4 RESULTAT	20
4.1 Empiriska studier	20

4.1.1	Vision för framtida utbildning	20
4.1.2	Dagens arbetsätt på Lokalförvaltning	21
4.1.3	Utveckling av traditionell planering	22
4.1.4	När i byggprocessen skall ViCoDE implementeras?	23
4.1.5	Informationshantering och kunskapsdelning	24
4.2	Kollaborativa workshops	24
4.2.1	Workshop 1	24
4.2.2	Workshop 2	26
4.2.3	Övriga observationer	28
5	DISKUSSION & ANALYS	29
5.1	ViCoDE i dagens byggprocess	29
5.2	ViCoDE jämfört med traditionell planering	30
5.2.1	Rollfördelning	31
5.2.2	Effektiv förändring	32
5.3	Kollaborativ process	32
5.3.1	Gruppdynamik	35
5.4	Teknisk aspekt	35
5.4.1	Förberedelse inför Workshop	35
5.4.2	ViCoDE – Teknisk analys	36
5.4.3	Informationshantering och kunskapsdelning	37
6	SLUTSATS	39
6.1	Förbättringsförslag till GF och LF	39
7	FÖRSLAG TILL FORTSATT FORSKNING	41
8	KÄLLFÖRTECKNING	42
9	BILAGOR	46
9.1	Bilaga 1 - Intervjufrågor under fältstudie	46
9.2	Bilaga 2 - Intervjufrågor efter workshop	47
9.2.1	Bakgrund	47
9.2.2	Frågor om workshop	47
9.2.3	Implementering av verktyg i nuvarande process	47
9.3	Bilaga 3 – Kvantitativa frågor på mentimeter	48



## Förord

Detta examensarbete på 15 högskolepoäng är utfört under våren 2019 på institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, avdelning för Construction Management, vid Chalmers Tekniska Högskola. Arbetet har genomförts i samarbete med Lokalförvaltningen samt Grundskoleförvaltningen och syftar till att analysera om användandet av tekniken kan underlätta en kollaborativ dialogprocess kring utformning och designarbete mellan slutanvändare och beställare.

Vi vill rikta ett extra stort tack till våra handledare Mattias Roupé och Mikael Johansson, avdelningen för Construction Management vid Chalmers Tekniska Högskola, som har väglett och kommit med värdefulla tips under arbetets gång.

Vi vill även rikta ett stort tack till Mikael Iselow och Håkan Källqvist från Lokalförvaltningen, Marie Bergh och Hans Björklund från Grundskoleförvaltningen samt övriga anställda på Lokalförvaltningen där det finns många som kommit med tankar och idéer som lett fram till detta arbete.

Vi vill tacka de lärare som tog sig tid att delta under fältstudier och workshops, där det finns många som kommit med värdefulla reflektioner och åsikter.

Göteborg juni 2019  
Cornelia Lönqvist & Malin Karlsson

# Beteckningar

Här nedan finns förkortningar och beskrivningar av några vanligt förekommande ord i denna rapport beskrivna.

## Förkortningar

**BIM** = Building Information Model/Modeling, “är en intelligent 3D modellbaserad process som ger arkitektur, teknik och konstruktion (AEC) professionell insikt och verktyg för att effektivare planera, designa, bygga och hantera byggnader och infrastruktur”, definition tagen från Autodesk's hemsida

**CVE** = Collaborative Virtual Environment, samarbete i en virtuell miljö.

**LCA** = Livscykelanalys, innebär att en produkt eller ett material utvärderas efter sin miljöpåverkan från råvaruutvinning till återvinning eller deponi.

**RFP** = Rumsfunktionsprogram. Ett textbaserat dokument som Göteborgs Stad arbetar med vid framtagandet av nya lärolokaler i kommunen.

**ViCoDE** = Virtual Collaborative Design Environment. Ett system för sömlös integrering av digitala verktyg.

**VR** = Virtual Reality, Beskrivning av NE: “datorgenererad skenvärld i vilken användaren upplever sig vara och agera.”

## Förklaringar

**Autodesk-Revit** = En mjukvara från Autodesk som möjliggör skapandet av en BIM-modell. I Revit-mjukvaran kan kompletta 3D-modeller produceras med hög noggrannhet och med önskad information. Används framförallt av arkitekter, konstruktörer och ingenjörer (Autodesk, 2019).

**BIMObject** = En portal för nedladdning av BIM-objekt för olika BIM-mjukvaror, så som Revit. (BIMObject, 2019)

**Grundskoleförvaltningen [GF]** = Ansvarar för verksamheten i stadens kommunala grundskolor.

Ett projektets **livscykel**faser = tillverkningsfas, transportfas, byggfas, driftsfas, underhållsfas och dekonstruktion/rivningsfas.

**Lokalförvaltningen [LF]** = Förvaltar, bygger och ansvarar för service av bland annat skolor, äldreboende och andra byggnader.

**Lokalsekretariatet [LS]** = Den del inom Göteborgs Stad som ansvarar för den strategiska planeringen av lokaler så som ex. skolor.

**Multi-Touch Table** = En skärm med funktioner likt en smarttelefon

**Rambeskrivning/Ramprogram** = en teknisk beskrivning som skall ge stöd och vägledning om hur exempel en skola skall byggas.

**Sömlös integrering** = Ett samarbete mellan olika verktyg utan några märkbara skarvar mellan dem, flera verktyg fungerar som en.

**Unity** = Program som används framförallt för spelutvecklare för att skapa spel dit importering av BIM-data kan göras för att visualisera i realtid och är en kraftfull plattform för VR (Unity, 2019). Unity är det program som använts vid respektive workshop för de olika tekniska verktygen.



# 1 Inledning

Komplexiteten av byggprojekt utvecklas då flera faktorer skall tas hänsyn till under byggprocessen så som slutanvändarens åsikt, kvalitet, kostnad, tid och hållbarhetsfrågor. Det krävs en tillämpning av en strukturerad kommunikation för att underlätta arbetets gång. För att kunna hantera den projektkomplexitet samt de ökade kommunikationsutmaningarna som uppstår krävs det en utveckling av nya användarvänliga kommunikationsverktyg (Senescu, Aranda-Mena, och Haymaker, 2013). Digitalisering har implementerats mer och mer i byggindustrin vid försök att möta den ökade komplexiteten. Något som har tillämpats generellt i projekt är Building Information Models (BIM) för att skapa ett digitalt samlingsverk av information om en byggnad och genom detta kunna analysera projektet ur olika perspektiv (Ho, Tserng, och Jan, 2013).

Vid verksamhetsutformning kan det vara väsentligt med en kunskapsöverförande process i form av samarbete med externa intressenter för att uppfylla de förväntningar och krav som ställs på en byggnad. Tolkning av traditionella textbaserade planeringshjälpmedel som generellt används är svåra att förstå och det är lätt att missa något.

Under projektering av skolor finns det många inblandade intressenter från förstudie till förvaltning av byggnaden. Dessa intressenter kommer in i olika faser under projektets gång med olika bakgrund och kunskap som är viktiga att ta i beaktning (Roupé, Johansson, Maftlei, Lundstedt, och Viklund-Tallgren, 2018). Under alla byggprocesser värderas kvalitet, kostnad och tid. Kvaliteten syftar till att byggnaden skall kunna användas under många år framöver och vara optimal för dem som skall nyttja den. Att uppnå en kostnadseffektiv projektering och förvaltning av fastigheten är av stort intresse för alla inblandade (Hu & He, 2014). Slutligen att kunna producera en byggnad inom en komprimerad tidsram för att kunna tillfredsställa slutanvändarens behov (Lindahl & Ryd, 2007).

En av kommunikationsutmaningarna är människans förmåga att själv tolka information och skapa en mental bild i huvudet utifrån de traditionella ritningarna. Detta kan vara olika beroende på individens förutsättningar i form av bakgrund, utbildning och intresse. På grund av dessa faktorer så är det lätt att skapa sig en felaktig bild och förståelse av projektet (Roupé et al., 2018). För att skapa en större insikt om den projektkomplexitet som uppstår kan Virtual Reality (VR) användas för att visualisera ritningar i realtid ur ett verklighetsperspektiv.

I detta arbete presenteras en kollaborativ projekteringsmetod som använder sig av ett sömlöst samspel mellan VR och en interaktiv skärm i en förstudie för projektering av nya skollokaler där både verksamhet och beställare deltar i workshops.

## 1.1 Bakgrund

Vid projektering av nya byggnader finns det vissa standarder, rekommendationer och krav att följa som nämns i Plan- och Bygglagen (PBL), där tekniska egenskaper nämns som måste uppfyllas så som bärförmåga, energihushållning och säkerhet vid händelse av brand (PBL, 8 kap, 4 §). I 4 § punkt 7. påpekas lämplighet för det tänka ändamålet för byggnaden. Lagen tillämpas på alla byggnader i Sverige, med syfte att

bidra till samhällsutveckling med jämställda villkor där långsiktig hållbarhet och människan står i fokus (PBL, 1 kap, 1 §).

Vidare, vid projektering av skolor beaktas det tänkta ändamålet på så sätt att undervisningen baseras på läroplanen som Skolverket har tagit fram och att de tekniska förutsättningarna för antalet personer som ska vistas i lokalen uppfylls. Läraren får i uppgift att själv tolka och forma sin utbildning utifrån läroplanen (Skollag, 2010:800. 10 kap). En arkitekt får i sin tur uppdraget av den kommun som ska bygga skolan, att rita skolan och denne utgår från sina egna erfarenheter och kan eventuellt vända sig till någon av de lärare som är tänkta att undervisa i lokalen och har önskemål eller kravlista kring utrustning denne behöver för att bedriva sin pedagogik. Detta resulterar i att vid varje nybyggnation blir dessa salar individuellt anpassade efter tillfrågad lärare.

I vissa fall krävs ny projektering av ämnesspecifika salar inför varje ny skola som skall byggas då olika arkitekter kan handlas upp till varje enskild byggnation av skola om inget ramavtal finns. Kommuner omfattas av Lag (2007:1091) om offentlig upphandling (LOU), som syftar till att företag på lika villkor ska kunna erbjuda sina tjänster till den offentliga sektorn (Göteborgs Stad, 2017).

Det blir en tidskrävande process att varje gång börja om på noll vid varje projektering av nya skolor för att få till en kvalitativ undervisningslokal. Vilket dels resulterar i en högre kostnad dels olika standard i skolorna.

## 1.2 Syfte & Frågeställning

Syftet med detta examensarbete är att studera det interaktiva visualiseringsverktyget, Virtual Collaborative Design Environment (ViCoDE). Analysera om användandet av tekniken kan underlätta en kollaborativ dialogprocess kring utformning och designarbete mellan slutanvändare och beställare.

Utifrån detta syfte ges följande frågeställningar:

- Kan en mer produktiv dialogprocess skapas med hjälp av ett interaktivt visualiseringsverktyg som ViCoDE och därmed öka kvaliteten på framtida lokaler?
- Kan kunskapsöverföring och ökad förståelse skapas mellan beställare, verksamhet och förvaltare med hjälp av ViCoDE?
- När i projekteringsprocessen skall en workshop med ViCoDE genomföras och påverkar det roller och maktförhållanden mellan aktörer i processen?

## 1.3 Avgränsningar

Denna studie kring användandet av ViCoDE är gjord tillsammans med lärare som yrkeskategori motsvararande verksamhet och slutanvändare. I denna rapport har inte andra verksamheter studerats vilket blir en avgränsning ur användandesynpunkt eftersom det endast görs analyser och jämförelser i avseende på en verksamhets design- och dialogprocess.

Avgränsningar som referensgruppen hade under fallstudien var att ytan de fick designa var begränsad, som grundades i dagens rambeskrivning. Tillgången av möbler, som baserades på den förstudie som utfördes innan fallstudien. Även tidsramen att utföra denna fallstudie var begränsad och satt av GF. Första fallstudien var på två timmar medans den andra pågick i tre timmar.

## 2 Teori

I följande teoriavsnitt presenteras de förutsättningar, utmaningar och problematik som kan uppstå kring samarbete och kommunikation, så som den psykosociala tolkningen av samspelet av verbal och icke-verbal kommunikation. Presentation av de kommunikationsutmaningar som finns i stort inom organisationer och i synnerhet byggindustrin gällande projektering samt förståelse mellan olika intressenter i ett projekt.

Här introduceras hur en digitalisering av ett projekteringsverktyg fungerar och syftar till att underlätta en dialogprocess mellan slutanvändare och beställaren. Viktiga faktorer för en gynnsam dialogprocess under projektering är ett väl fungerande samarbete och god kommunikation, vilket kräver stödjande verktyg för att uppnå en optimal produktbeställning som svarar mot slutanvändarens behov.

### 2.1 Byggprocessens tidiga skeden

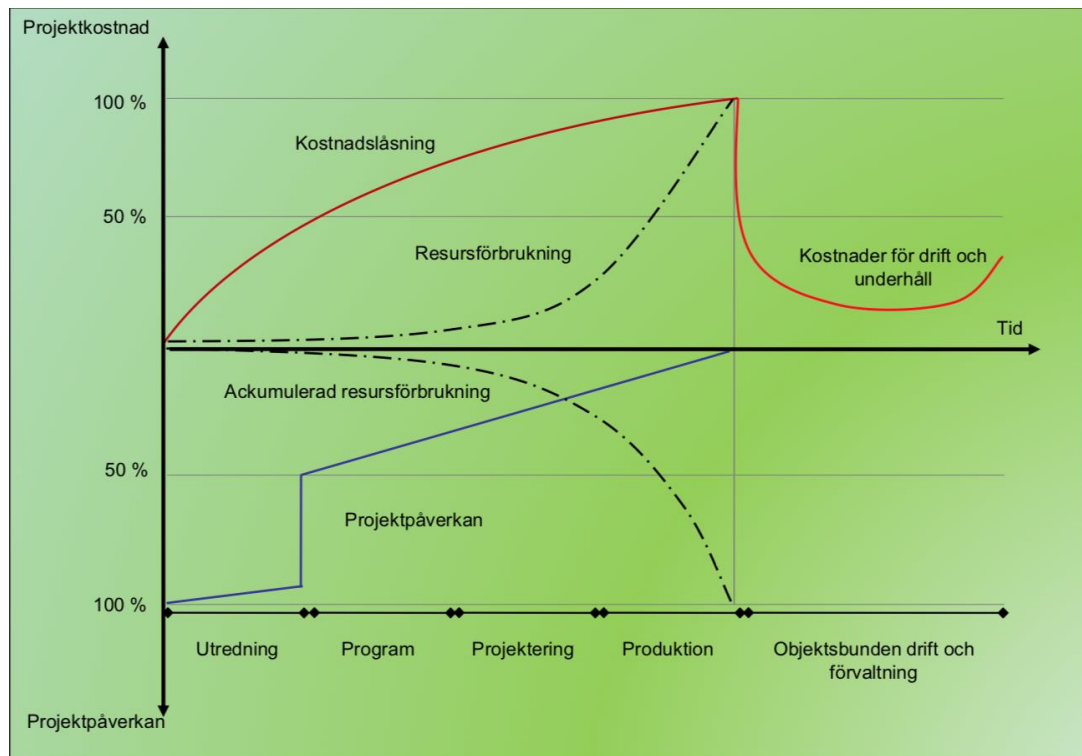
Inför planering och projektering, benämns som tidiga skeden i processen, är oftast den del av projektet som är väsentlig för projektets slutresultat (Ryd, 2017).

*“Tidiga skeden är innan vi har börjat rita! Under tidiga skeden klargörs mål och visioner. Tidiga skeden är innan det har blivit ett projekt! I varje projekt finns olika tidiga skeden”*

- Senior Arkitekt (Ryd, 2017, s.9)

I tidiga skeden finns störst chans att påverka ett projekt utan att det tillför ökade projektkostnader. Längre in i projekteringen minskar möjligheten att påverka, samtidigt som både resursförbrukningen och kostnaden för ändring ökar (se Figur 2.1). Kunskapen kring ett projekt är oftast störst i slutet av projektet och då är chansen för inflytande istället väldigt litet (se Figur 2.4) (Ahlström, 2008).





Figur 2.1. Förklarar hur projektkostnad och projektpåverkan samspelar under tiden för ett projekt (Ahlström, 2008).

Drivkrafter inom samhällsbyggnad genomsyras av utvecklingsmöjligheter i form av teknik-, bygnads-, eller produkt driven utveckling, då ny teknik implementeras som hjälpmedel i byggindustrin. Något som vanligt när det gäller teknikdriven utveckling är att det tar tid innan det börjas användas och etableras på marknaden (Ryd, 2017). Ett exempel inom byggsektorn är användningen av Building Information Models (BIM) som är ett exempel av teknikutveckling som är ett sätt att lättare få tillgång till nödvändiga verktyg för att exempelvis kunna producera miljövänligare byggnader (Krygiel & Nies, 2008).

*“Byggprojekt används ofta också för att genomföra förändring i organisationen. Framgångskriterier för en bra process är en gemensam förståelse mellan projektdeltagarna. En gemensam förståelse av verksamhetens vision, strategi, värderingar, kultur och mål är avgörande”*

- Byggherre (Ryd, 2017, s. 13)

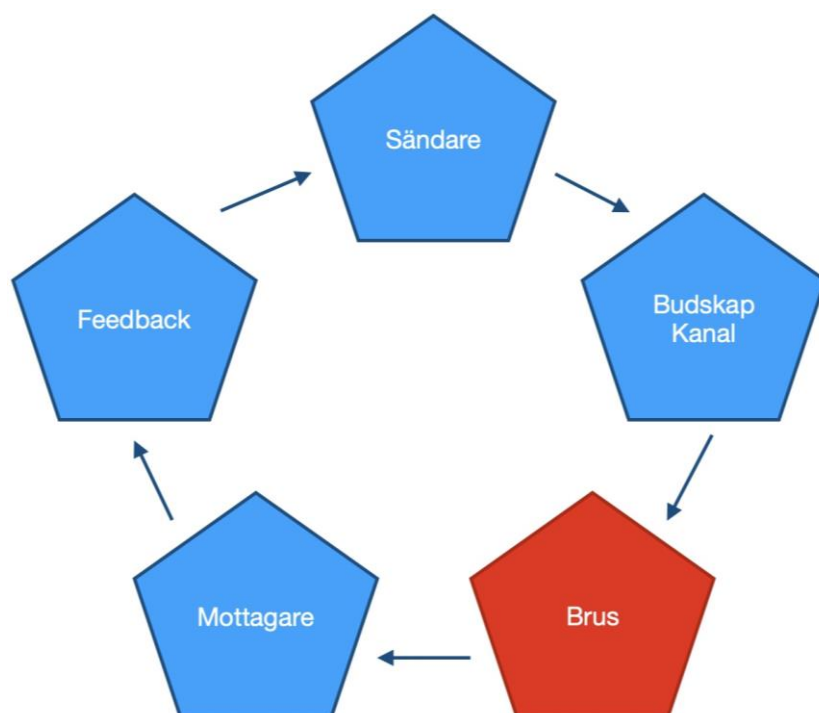
Ryd (2017) beskriver att digitalisering syftar till att minska miljöpåverkan, förkorta planerings- och byggtiden, minska de totala byggkostnaderna och möjliggöra ny affärslogik. Dessa delar berör de tidiga skedena och för att kunna dra nytta av förändringarna krävs ökad kunskap, förändring i inarbetade processer och förändrade aktörsroller. I samband med detta skall också kundens behov tillfredsställas och skapa värde för alla inblandade verksamheter både på kort och lång sikt. Ytterligare ett perspektiv på värdet är att bättre kvalitet säkerställs om kunskapen kommer in i tidigt skede och kan vara med och påverka slutprodukten eftersom som tidigare beskrivet är det svårare att ha inverkan på projektet ju längre tid som löper (Ahlström, 2008).

## 2.2 Kommunikation

Kommunikation definieras ofta som en överföring av information mellan människor och/eller apparater (Forslund, 2013). Forslund (2013) beskriver att en grundläggande kommunikationsmodell är uppbyggd av en avsändare och en mottagare, där mycket är en tolkningsfråga.

Informationen som avsändaren förmedlar görs genom både verbal och icke-verbal kommunikation. Verbal kommunikation är språket som används för att göra sig förstådd medan den icke-verbala kommunikationen syftar till kroppsspråk, ansiktsuttryck och kläder. (Ekvall, 1998) Den icke-verbala kommunikationen utgör 60–90% av det som mottagaren använder för att tolka den givna informationen från avsändaren. Mottagarens sinnesstämning är även en bidragande faktor i översättning av både verbalt och icke-verbalt kommunicerad information. Flertalet faktorer har betydelse i uppfattningen av budskapet under en dialog och störningar kan lätt uppstå i denna process (Forslund, 2013).

Störningar kan uppstå i form av olika typer av brus såsom fysiskt, semantiskt och psykologiskt brus. Tekniska verktyg och fysiska problem från avsändare eller mottagare kan förklaras som fysiskt brus, exempel på detta är akustiska problem, trötthet eller tekniska problem med digitala verktyg. Medan semantiskt brus är de problem som är kopplade till språket, att avsändaren av ett meddelande är otydlig eller vag i sin beskrivning. Psykologiska brus är som tidigare nämnt mottagarens sinnesstämning, inte mottagbar för det meddelande som skall förmedlas eller att avsändaren är nervös och med det inte utstrålar en säkerhet som gör att tvivel och ifrågasättande uppstår (Ekvall, 1998).



Figur 2.2. Ett flödesschema över kommunikationsprocessen. Författarnas egen bild.

Kontentan av denna beskrivning Forslund (2013) gör är att i all kommunikation är det mottagaren som bestämmer budskapet. Dock så är kommunikationsprocessen inte

enkelriktad, som beskrivs i figur 2.2, utan det krävs återkoppling och feedback mellan individerna för att förtydliga budskapet. Vilket resulterar i att mottagaren blir avsändaren och dialogprocessen upprepas.

## 2.3 Samarbete

Definition av en grupp är en frivillig alternativt påtvingad samling av två eller flera individer. Gemensamt för alla grupper är att de måste lösa grundläggande problem som rör samspel, roller och relationer (Nilsson, 1996). När de grundläggande problemen har löst så grundas gruppen.

Samarbete är en process som sker i en grupp eller mellan grupper mot ett gemensamt mål (NE, u.å.). Vid arbete mot ett ömsesidigt mål är ett gynnsamt samarbete en viktig del och enligt Senescu, Aranda-Mena, och Haymaker (2013), finns tre varianter av kommunikationsformer:

1. Samarbete i en grupp som arbetar mot ett gemensamt mål
2. Dela erfarenheter mellan grupper
3. Förståelse av hur andra grupper byter information inom verksamheten



Figur 2.3. Förklarar de olika kommunikationsformerna. Författarnas egen bild.

Kommunikationen under ett samarbete mellan organisationer samt enskilda individer är under konstant utvecklande med syfte att minska uppkomst av misskommunikation samt felaktiga tolkningar (Forslund, 2013). Enligt Churchill & Snowdon (1998), finns det några punkter som utmärker ett samarbete som är bra att ta hänsyn till för att uppnå framgångsrika resultat. Samarbete innebär en komplex form av informationsöverföring och de punkterna som tas upp och förklaras i artikeln är följande:

- **Övergångar mellan delade och individuella aktiviteter** – Det är bekräftat av många forskare att vid undersökning av samarbeten i olika verksamhetsfält ses det inslag av både grupp- och individuella prestationer. Vilket Churchill & Snowdon (1998) anser vara en väsentlig punkt för att uppnå en framgångsrik process inom samarbete. Att det skall finnas utrymme för att uttrycka sina åsikter i ett kollaborativt sammanhang men att även ha möjlighet till reflektion över uppgiften individuellt.
- **Flexibla och mångsidiga synvinklar** – Syftar till att flexibelt presentera den uppgiften som ett samarbete sker kring utifrån det perspektiv som är intressant att studera och därmed underlättar förståelsen. Som exempel vid konstruktion av en byggnad så ska möjligheten att få en överblick över hela konstruktionen vara lika enkelt som för en viss byggnadsdetalj eller möjligheten att analysera en byggnad i 3D-perspektiv. Flexibiliteten och mångsidiga synvinklar underlättar processen att samarbeta och kommunicera kring uppgiften beskriver Churchill & Snowdon (1998) i sin artikel.

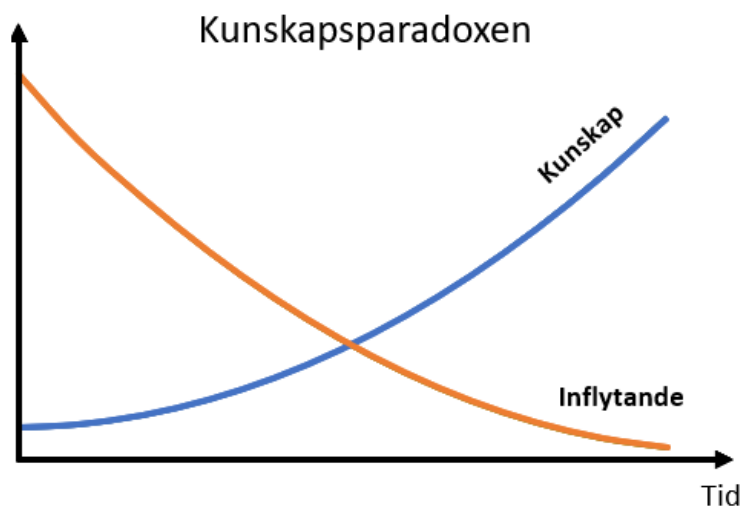
- **Dela kontext** – En central del i en samarbetande aktivitet är att ha delad kontext. Vilket kan innebära många olika saker; som att ha delad kunskap om tidigare erfarenheter eller nuvarande verksamhet, att få ta del av samma information och gemensamma miljö. Sammanlagt leder allt detta till en ökad förståelse mellan individerna som skall samarbeta.
- **Medvetenhet om andra** - Churchill & Snowdon (1998), menar på att vara närvarande för att skapa förståelse av gruppens individuella erfarenheter och åsikter kring uppgiften, utefter detta kan sedan gruppen skapa en gemensam förståelse kring varandras perspektiv. Vilket i sin tur resulterar i en större kunskap för projektet.
- **Förhandling och kommunikation** – Konversationen ansikte mot ansikte mellan människor är viktig aspekt i ett fungerande samarbete då forskning påvisar att en stor del av mottagandet av informationen är från gester, klädsel och andra icke-verbala kommunikationskanaler. Icke-verbal kommunikation är en naturlig informationsöverföring som bidrar till förståelsen för varandras budskap.

Senescu, Aranda-Mena, och Haymaker (2013) beskriver att det finns olika kommunikationsformer mellan och inom grupper medan Churchill & Snowdon (1998) betonar det som är relevant för att uppnå ett gynnsamt samarbete. Gemensamt för dessa kommunikationsteorierna är att dela erfarenheter och samarbeta mot ett gemensamt mål och att utbyte av information sker både mellan individer i grupp och mellan grupper.

Vid en förändringsprocess i en organisation är det viktigt att involvera medarbetarna tidigt i ett samarbete mot den förändring som skall ske. Genom att involvera medarbetarna tidigt i en förändring skapar det en större acceptans hos gruppen. Acceptans från medarbetarna är en viktig faktor för att uppnå en effektiv förändring. Även att det finns en förståelse i gruppen till att förändringen har nytta för organisationen i framtiden samt att medarbetarna känner att förändringsförslaget är genomtänkt och av god kvalitet. De nämnda aspekterna är viktiga om målet är att uppnå en effektiv förändring (Forslund, 2013).

## 2.4 Kunskapsdelning

Kunskapsdelning är en nödvändig del för samordning, optimering och utveckling inom organisationer, då det består av nätverk av medlemmar med olika kunskapsbakgrunder och organisationernas kärnförmåga är att effektivt ackumulera, dela och utnyttja kunskapssatserna (Foss, 1998). En annan positiv aspekt är att kunskapsdelning möjliggör en förståelse för organisationen och erfarenhetsöverföring mellan olika intressenter (Reich, Gemino, och Sauer, 2014).



Figur 2.4. Kunskapsparadoxen som beskriver förhållandet mellan kunskap och inflytande. Författarnas egen bild.

Kunskapsöverföring kan bli en ekonomisk och kvalitetsmässig vinst i byggnadsprojekt då problematiken ligger i att slutanvändaren är den som ska använda byggnaden och besitter den främsta vetskapen kring nyttjandet. Dennes kunskap och åsikt kommer oftast in när byggnaden är färdigställd och ombyggnationer och korrigeringar kan bli aktuella (Ahlström, 2008).

## 2.5 Samarbete i virtuell miljö

Som tidigare togs upp i inledningen (avsnitt 1), att användningen av digitala verktyg kan förenkla kommunikationen och samarbetet under ett projekt inom byggindustrin. Projekten i branschen utvecklas till att bli mer komplexa och det kräver en strukturerad kommunikation för att underlätta arbetet för att kunna göra rätt från början. Det behövs utveckling av nya kommunikationsverktyg för att kunna hantera projektkomplexiteten och de ökade kommunikationsutmaningarna som uppstår (Senescu, Aranda-Mena, och Haymaker 2013).

Förmågan att förstå information beror på kontexten vilken beror på hur informationen presenteras och individens bakgrund. Målet för en arkitekt är att skapa en mental 3D-bild hos mottagaren så som denne själv uppfattar den i sitt huvud och på så sätt visa hur denna bild skulle se ut i verkligheten och i sammanhanget för mottagaren. I slutändan är det mottagaren som väljer hur denne tolkar informationen han eller hon tagit emot. Vid en traditionell projektering visar arkitekten 2D ritningar där denne ska redovisa sin mentala bild av det han/hon har ritat. I denna kommunikation finns det rum för misstolkning och att information uteblir på dessa ritningar (Roupé, 2013).

Collaborative Virtual Environment (CVE), kollaborativa virtuella miljöer, undersöks i allt mer utsträckning då syftet är att öka samarbete och kommunikationen med hjälp av en digital miljö vars slutprodukt kan användas i den verkliga världen. Den digitala miljön är formbar utefter vilka miljöer det är som eftersträvas, den virtuella världen kan byggas upp, ändras och användas av individer och/eller grupper. Det resulterar i ett dynamiskt samspel och ett innovativt arbetssätt som tillåter människor att integrera med den digitala miljön genom både verbal och icke-verbal kommunikation via de

visuella kanalerna (Snowdon, Churchill, och Munro, 2001). Jämfört mot det traditionella arbetssättet där information skickas från en person till en annan och förnekar chansen att utforska detta på olika sätt

Studier påvisar att CVE ökar kvaliteten av design och konstruktion av en byggnation samtidigt som metoden förkortar projekteringstiden och indirekt minskar på kostnaden av projektet (Yabuki, 2011). Enligt Yabuki (2011) skapar CVE möjligheter att analysera miljöfrågor i tidigt skede och därmed skapa mer miljövänliga byggnader. Det tas även upp att metoden genererar i en mer samarbetsvänlig atmosfär mellan individer med olika bakgrunder, kunskap och utbildning då det skapar en större förståelse då det presenteras på ett enklare och tydligare sätt. Yabuki (2011) framför även att arkitekter och entreprenörer kommer in tidigare i affärsprocessen av ett projekt och det resulterar i att design och konstruktionsprocessen får en annan struktur där entreprenören är delaktig i designprocessen.

### **2.5.1 Digitalisering och hållbar utveckling inom byggindustrin**

Hållbar utveckling kan definieras på flertalet sätt, så som miljömässigt, ekonomiskt, ekologiskt och politiskt (Svanström & Gröndahl, 2010).

*“Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.”*

– Gro Harlem Brundtland (Brundtland, 1987)

Hållbar utveckling spreds över världen efter att Brundtlandsrapporten gavs ut 1987 och har legat till grund för framtidens miljömål (Svanström & Gröndahl, 2010). Byggnad i Sverige ökar ständigt vilket leder till ökade utsläpp av växthusgaser som motarbetar de klimatmål som Sverige satt upp (Bennewitz, 2019). För att minska utsläppen inom byggindustrin är en åtgärd att förbättra planeringen av en byggnad i tidigt skede (Boverket, 2018).

Inom byggindustrin används byggnadsinformationsmodellering (BIM) som en digital presentation av en byggnad för att kunna analyseras under hela dess livscykel. BIM-teknologi skapar en mer effektiv och integrerad process som gör det möjligt att ändra grundläggande information inför projektleverans. BIM innehåller digitalt exakt geometri och relevanta data som behövs för att stödja design, upphandling, tillverkning och konstruktion som används för att bygga i 3D (Ho, Tserng, och Jan, 2013).

Genom att kunna använda sig av informationsrika digitala hjälpmedel som exempel BIM tidigt i en byggprocess kan beräkningar göras och få ut information som kan användas för att minska utsläpp av bland annat växthusgaser, smog och ozonnedbrytande partiklar (Marzouk, Abdelkader, och Al-Gahtani, 2017). Aktiva val kan göras för att minska påverkan av miljön och skapa bättre förutsättningar till kommande generationer. Byggindustrin är en av de främsta källorna till utsläpp av växthusgaser och stor vikt bör läggas på att försöka påverka samt prioritera framtiden och att hålla utsläppen till en acceptabel nivå (Bennewitz, 2019). Marzouk, Abdelkader, och Al-Gahtani (2017) beskriver i sin artikel att med hjälp av BIM kan

det fås en övergripande blick på projektets livscyklifaser för att lättare göra en livscykelanalys (LCA) och komma med mer hållbara alternativ.

### 2.5.2 Multi-touch table

Multi-touch table är en skärm som stödjer interaktivitet så som panorering och zoomfunktioner av en modell likt en smart-telefon. Tidigare studier visar att samarbete runt en multi-touch skärm skapade stor motivation i den studerade gruppen och att de blev mer engagerade i uppgiften som de skulle lösa samt att de kände sig nöjda med interaktionen mellan sig (Bause, 2018).



*Bild 2.1. En grupp som kollaborativt arbetar på ett projekt runt en multi-touch skärm.  
Författarnas egen bild.*

### 2.5.3 VR

VR är en förkortning på det engelska uttrycket “Virtual Reality” (NE, u.å.), direkt översatt till svenska “Virtuell Verklighet”. Tekniken syftar till att skapa en datorsimulerad värld som demonstrerar en verklig eller påhittad miljö där användaren integrerar och närvarar genom VR-glasögon.

En gemensam nämnare som visualisering och VR har är att människan använder sin syn och visualiseringsförmåga som ett kommunikationsverktyg. Visualisering är ett informationsmedel för att kunna förtydliga komplexa data. Detta har visat sig ha stora fördelar jämfört med det skrivna ordet, då det visuella är överlägset dominerande av de mänskliga sinnen (Portman, 2015).



*Bild 2.1. HTC Vive VR-glasögon samt tillhörande kontroller. Författarnas egen bild.*

Tidigare studier hänvisar till att en optimal upplevelse genom interaktion i VR-tekniken uppnås via en kombination av människans visualiseringsförmåga, mottaglighet av ljud samt en taktil möjlighet (Steinicke, 2016). Enligt Steinicke (2016) har dagens teknik kunnat producera fram en produkt med de två första punkterna i form av syn och hörsel, avsaknad av en taktil möjlighet börjar Steinicke (2016) undersöka ifall en multi-touch platta skulle kunna vara till hjälp för att täcka in den taktila möjligheten i användandet av VR.

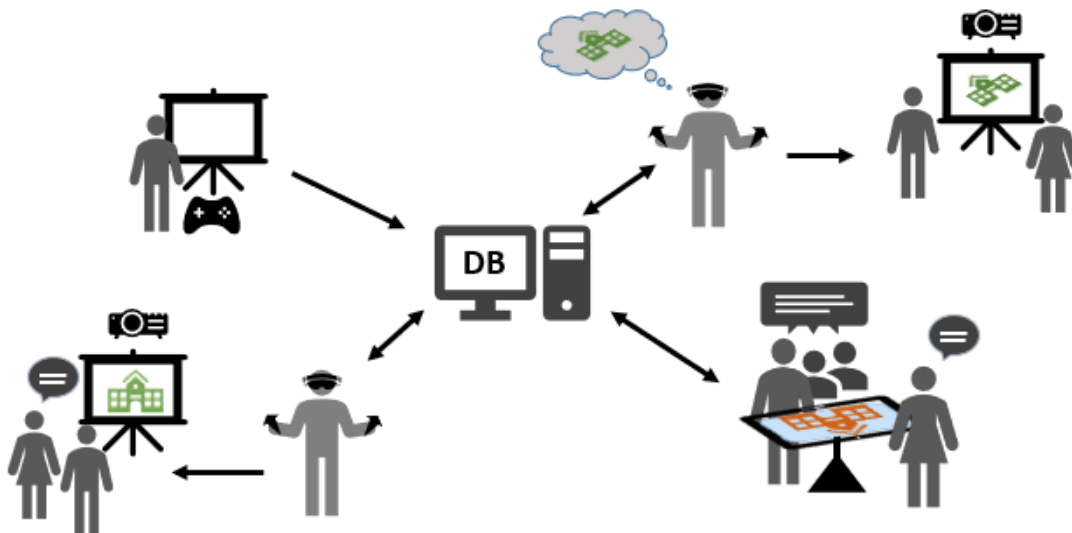
Det finns också forskning som visar att uppfattning visuellt bara är en del av hur vi upplever en byggnad eller miljö. Det är många andra faktorer som det mänskliga sinnet uppfattar så som omgivningen runt omkring och dofter. Våra sinnen utöver synen, så som lukt, beröring, balans och orientering uppfattar undermedvetet fler aspekter än det enbart det visuella. Dessa sinnen används för koordination och förflyttning och intagande av den omgivande miljön. Här kan en konflikt uppstå i den virtuella miljön och användare av VR har upplevt illamående på grund av motstridigheten mellan det visuella sinnet och den uppfattade rörelsen då kroppen befinner sig i ett stationärt tillstånd (Whyte & Nikolić, 2018).

Enligt experter inom byggindustrin är virtuell design en bra samarbetsmetod som kan bidra till en större förståelse inom ett projekt och dess komplexitet (Zaker & Coloma, 2018). Zaker & Coloma (2018) beskriver även i sin publikation att enligt den referensgrupp som de använde sig av ansåg att VR tekniken är för dyr för att kunna använda till varje projekt.

## **2.6 ViCoDE**

Virtual Collaborative Design Environment (ViCoDE) är ett system som stödjer interaktivt designarbete genom att erbjuda flera olika synvinklar på ett projekt som studeras (Roupé et al, 2019). Tekniken är en sömlös integrering mellan multi-touch skärm, VR-teknik och en projicerad bild i ett 3D-perspektiv på väggen, se Figur 2.5.





Figur 2.5. Systemuppbyggnaden av ViCoDE. Genom en databas uppstår en sömlösintegrering mellan de tekniska verktygen. Författarnas egen bild.

Tekniken skapar en möjlighet att observera uppgiften ovanifrån i 2D-vy och bli åtkomlig till individer runt en multi-touch skärm för att kollaborativt redigera i modellen utefter önskemål och förutsättningar. Samtidigt sker en integrering med VR-systemet som är uppkopplade i samma program och visar samma modell som multi-touch skärmen i realtid. I VR-systemet kan redigeringar göras med hjälp av VR-kontrollerna och ändringar sker omedelbart också i 2D-vyn och speglas även i den projicerade vyn. Samtidigt projiceras rummet från modellen upp i 3D-vy på en duk för brukarna kring multi-touch skärmen. Bilden som projiceras är från valfritt perspektiv från modellen.

Tanken är att systemet skall underlätta förstudien och projekteringen av exempelvis en undervisningslokal då brukarnas aspekter och kunskap kan fångas och återkopplas. Produkten är ny men har tidigare används i mer komplexa förhållanden, bl.a. projektering av operationssalar (Roupé et al, 2019).

## 3 Metod

I detta avsnitt beskrivs de metoder som används för att få fram denna rapport. För att bilda en uppfattning av problematiken av att projektera lokaler med undervisning av naturvetenskapliga ämnen inleddes arbetet med en förstudie. Under förstudien utfördes fältstudier på kommunala grundskolor samt intervjuer av lärare i naturvetenskap, projektledare på Lokalförvaltningen [LF] samt utvecklingsledare på Grundskoleförvaltningen [GF].

Vidare gjordes en litteraturstudie för att analysera frågan ur ett forskningsperspektiv. Baserat på förstudie samt litteraturstudien anordnades en fallstudie i form av en workshop där den interaktiva visualiseringstekniken prövades. För att fånga feedback av verktyget genomfördes inspelning och analys av workshop, det utfördes även intervjustudier av utvecklingsledare och individer från referensgruppen som deltog i fallstudien.

### 3.1 Förstudie

Under denna rubrik presenteras det förarbete som utfördes och som låg till grund för den fallstudie som presenteras längre ned i rapporten. Förstudien var ett induktivt arbetssätt, för att kunna skapa en förståelse och teoretiska förutsättningar inför fallstudien utfördes det en insamling av empiriska erfarenheter från verkligheten.

Två fältstudier utfördes samt flertal kvalitativa intervjuer av lärare inom naturvetenskap, projektledare från LF som ansvarade för byggnation av skolor och utvecklingsledare från både LF och GF vars vision är att utveckla verksamheten och fastigheten till bästa möjliga. Dessutom presenteras de tekniska förberedelserna i form av framtagning av modell som används under fallstudien.

#### 3.1.1 Fältstudie – Befintliga lärolokaler

Fältstudien är en förundersökning till kommande fallstudie. Genom studiebesök på högstadieskolor var målet att skapa en uppfattning om hur naturvetenskapliga lärolokaler tidigare byggts samt ser ut idag, för att kunna forma ett underlag för ny kunskapsproduktion och en början på ett utvecklingsarbete.

Fältarbete används ofta synonymt med begreppet deltagande observation. Metoden innebär deltagande ute i fält bland människor i situationer som är naturliga för dem, för att observera och förbättra observatörens tolkning och förståelse av fältet. Vilket kan leda till en större insikt och en möjlighet upptäcka mindre uppenbara sidor av fältet som eventuellt inte framgår under endast en intervjusituation (Fangen, 2005).

Valet av vart fältstudien skulle äga rum gjordes efter rekommendation av utvecklingsledare på GF. De gav förslag att besöka högstadieskolan, Påvelundskolan, som är byggd på 70-talet och har även varit delaktig i några renoveringar. Rektorn på Påvelundskolan upplyste om Frejaskolan F-9 som stod färdig 2018. Fältstudien inkluderade nu både en äldre och en nybyggd lokal vilket skapade ett perspektiv över hur utvecklingen av utformandet av naturvetenskapliga lärandelokaler har sett ut sedan 1970-talet.



*Bild 3.1. En panoramabild tagen från fältstudie på Frejaskolan F-9. Författarnas egen bild.*

### **3.1.2 Initial intervjustudie**

Det utfördes kvalitativa intervjuer som syftar till att skapa en förståelse hur byggnads- och projekteringsprocessen av skolor har gått till i tidigare projekt, problematik som kan uppstå, om intervjupersonerna har några förbättringsförslag samt slutanvändarens åsikt. Vidare för att undersöka vad GF har för framtida ambitioner och visioner på undervisningen och indirekt utformningen av en skola.

Kvalitativ intervju anordnades med en utvecklingsledare från en annan kommun för att undersöka fördelar och nackdelar med storlek på en referensgrupp, då denne har varit engagerad i ett omfattande referensarbete vid framtagande av ny skola. Utvecklingsledaren intervjuades också för att skapa en större bredd på arbetet då kommuner kan ha olika arbetssätt.

En lärare inom de naturvetenskapliga ämnena var delaktig under respektive fältstudie, vilket resulterade i att det kunde utföras en semistrukturerad kvalitativ intervju vid båda tillfällena. Detta innebär att förbestämda frågeställningar kunde tas upp under intervjuerna men inte nödvändigtvis i samma ordning (Se Bilaga 1). Syftet med en kvalitativ intervju är att fånga den intervjuades uppfattning av ett visst fenomen eller uppbyggnad av rum. Det finns inga rätt eller fel utan i detta fall helt hur läraren upplever sin arbetsplats. Anledning till valet av kvalitativa intervjuer är på grund av informationen som sökes är åsikter och upplevelser, dessa är svåra att mäta därav gjorde vi inte kvantitativa intervjuer då de är mer specifika och numeriska (Patel & Davidsson, 2011).

### **3.1.3 Teknisk förberedelse – Kollaborativ Workshop**

Inför respektive workshop gjordes olika tekniska förberedelser. I AutoDesk Revit, ett designprogram för byggnadsinformationsmodellering, skapades en modell med ytterväggar, innertak och fönster över de klassrum som skulle användas i fallstudien. Kvadratmetermått till klassrummen var givna från den rambeskrivning som LF utgår ifrån, olika mått användes för respektive fallstudie. Modellen designades och framtoogs i Revit, exporterades vidare till Unity, som är en programvara för att skapa spel och som i fallstudien var den mjukvara som användes till visualiseringsverktygen.

I Unity presenteras modellen på ett rutnät som är 1x1 meter för att kunna bilda en uppfattning om skala när den sedan studeras på multi-touch skärmen.

Operativsystemet är designat med en rullande panel längs vänster sida där tillagda BIM-objekt i form av möbler finns tillgängligt att placera valfritt, roteras samt raderas i modellen. BIM-objekten var bland annat hämtade ifrån BIMobjects, en databas tillgänglig online, från databasen laddades Revit-familjer och objekt ner föreställande 3D-möbler för att på samma sätt som modellen exporteras till Unity och placeras i den rullande panelen.

Vid framtagning av vilka 3D-möbler som skulle inkluderas under den första fallstudien gavs inspiration från GF kring vad de i dagens skolor brukar köpa in. Vi tog även inspiration från den förstudie som gjordes i form av fältstudie och intervjuer. Vidareutveckling av den möbeltillgång som fanns under den första fallstudien gjordes inför den andra. Fler möbler kompletterades och från tagna anteckningar under fallstudien vad referensgruppen saknade under Workshop 1 samt en djupare informationsdykning gjordes i hur möblering av moderna och aktivitetsbaserade klassrum kan möbleras. Vidare för effektivisering av tidsåtgången till att placera ut möbler gjordes möbelgrupper baserat på den första fallstudien.

### **3.2 Litteraturstudie**

Den teoretiska bakgrunden som formats i denna rapport är baserad på en litteraturstudie gjord på vetenskapliga artiklar som innefattar tidigare forskning inom området. Med en systematisk, metodisk och källkritisk granskning av litteraturen kan insamlandet av informationen agera som en grund till den fortsatta forskningsfrågan som utvärderas i denna rapport.

Litteraturstudien har utförts i Chalmers biblioteks sökmotor samt Scopus, som är databaser innehållande vetenskapliga artiklar och tidigare studier. Den huvudsakliga söksträngen som nyttjades under denna litteraturstudie var: Project planning, BIM, VR, Communication, Collaboration, Virtual Environments, Visualization/Visualisation, Construction, Digitalization/Digitalisation, Knowledge transfer osv.

### **3.3 Fallstudie – Kollaborativ Workshop**

En fallstudie som är en beskrivning av en undersökning av ett speciellt fall eller en mindre avgränsad grupp i försök att samla ihop så mycket information som möjligt för att få en helhetsbild. Det är även vanligt att informationen som har samlats in är i olika karaktär för att uppnå en sån heltäckande bild som möjligt. Fallstudier kommer även till användning när förändringar och processer studeras (Patel & Davidsson, 2011).

Denna typ av fallstudie faller in i ett hypotetiskt-deduktivt arbetssätt. Vilket innebär att den teori som finns är utgångspunkten som därefter jämförs mot den verklighet som observeras. I denna rapport tillämpas detta arbetssätt då litteraturstudien av insamlad teori bland annat var ur ett samarbetsperspektiv, som vidare jämfördes under utvärdering av den kollaborativa processen som observerades under fallstudierna (Patel & Davidsson, 2011).

Två fallstudier utfördes och analyserades i denna rapport med olika inriktningar på respektive tillfälle. Fallstudien går ut på att en referensgrupp av lärare ska med hjälp

av det interaktiva visualiseringsverktyget, ViCoDE (som förklaras i avsnitt 2.6) får utforma och designa en optimal läromiljö för naturvetenskapliga ämnena.

Den VR-teknik som användes under fallstudien består av HTC Vive VR-glasögon med två tillhörande handhållna kontroller, per uppsättning glasögon, som används för att förflytta både sig själv i den virtuella miljön samt möbler om så önskas. VR-miljön är verklighetstrogen, noggrann och med tekniken kan rotering ske i 360 grader i modellen. Varje rörelse som utövas med VR-glasögon och kontrollerna innebär realistisk återkoppling in till den virtuella miljön (Vive, 2011–2019). Den VR-vy som upplevdes i glasögonen projicerades på en vägg för att övriga i gruppen kunde ta del av den vy som användaren studerade.

Referensgruppen bestod av lärare som undervisar i naturvetenskapliga ämnen från olika skolor i Göteborgs stad. Val av denna grupp gjordes av GF, som kontaktat flertalet lärare som själva fick anmäla sitt deltagande till fallstudien. Detta resulterade i att totalt 8 stycken olika lärare närvarade tillsammans med observerande utvecklingsledare och projektledare från LF och GF. Utvecklingsledare och projektledare besvarade frågor angående byggnaden och för att samla idéer till framtida byggnationer av skolor.

Under respektive fallstudie gjordes en videoinspelning för att med hjälp av deltagande observation fånga allas åsikter och beteenden i samma stund som de inträffar. Ur ett etiskt perspektiv gjordes en insamling av ett informerat samtycke innan varje inspelningstillfälle. Informerat samtycke innebär att när forskning innefattar människor skall de bli informerade av forskningen som skall utföras och deras roll i den forskningen. Individerna kan då fritt kunna ta ett beslut om de vill medverka eller ej (Lunds universitet, 2019). Ett informerat samtycke i form av ett skriftligt godkännande från alla deltagande som skulle närvara i rummet under fallstudien samlades in. Detta gjordes för att kunna använda deras åsikter och ansikten från videoinspelningen i denna rapport.

I fallstudien närvarade även observatörer för att opartiskt vara aktiva under denna workshop, dessa representeras av rapportens författare, utvecklingsledare från GF och LF samt projektledare från GF. Observatörerna var kända för referensgruppen för att kunna utnyttja tillfället med öppna kvalitativa intervjuer (Patel & Davidsson, 2011). Syftet med att komplettera med öppna kvalitativa intervjuer under fallstudien är att fånga gruppens tankar, åsikter och upplevelse kring det tekniska verktyget genom att bidra till utformningen av framtidens lärosal.

*Den första fallstudien* som utfördes var baserad på den förstudie som genomförts i form av fält- och intervjustudier. Detta tillfälle var konstruerat för att deltagarna skulle lära känna verktyget och arbeta utifrån dagens förutsättningar. Vid denna workshop gavs referensgruppen en färdig modell av ett traditionellt klassrum för undervisning av naturvetenskapliga ämnen på 60 kvm med ett prepareringsrum på 20 kvm. Angivna kvadratmetermått är från den rambeskrivning som LF använder i sin planering och utformning av skolor i Göteborgs Stad. Modellen bestod av ytterväggar, innertak och fönster.

*Andra fallstudien* genomfördes med inspiration från innovativt tänkande mot framtidens undervisningssätt i och med att integrera flera ämnen i samma lokaler,

skapa en miljö som motiverar och inspirerar elever till att lära sig samt är aktivitetsbaserade. Modellen som referensgruppen skulle arbeta med under denna fallstudie utgick ifrån de mått som beskrivs i LF's rambeskrivning som de tänkta ingående ämnena som ska undervisas i lokalen fått sig tilldelade och dessa har sedan adderats till en total yta. Den modell som gjordes innefattade 184 kvm som skulle bilda samutnyttjade lärosalar av flera ämnesinriktningar.

Deltagarna delades vid detta tillfället in i två olika grupper beroende på vilken årskurs de undervisar. Låg- och mellanstadielärarna fick bilda en grupp och högstadielärarna den andra. Den första gruppen fick tilldelat sig fysik, teknik, matte, slöjd och bild. Dessa ämnen skulle alltså kunna undervisas i lokalen. Den andra gruppen fick arbeta med lika stor yta, 184 kvm, fast med ämnena biologi, kemi, fysik och matte. I dessa salar det skall kunna ske undervisning av ungefär 40 elever samtidigt. Även här är modellen uppbyggd med endast ytterväggar, innertak och fönster. Inga innerväggar är inkluderade. Under detta tillfälle hade referensgruppen möjlighet att sätta upp väggar, halv- och glasväggar för att skärma av och skapa klassrum i den stora lokal de har till förfogande helt fritt efter egna idéer. De hade även tillgång till ett utbud av möbler och utrustning som de kunde placera ut valfritt i modellen (se avsnitt 3.1.3.). Efter presentation av uppgiften fick de starta med att planera och inreda sin tilldelade yta.

### **3.3.1 Dokumentation av Workshop**

För att kunna vara deltagande observatörer under workshop, togs hjälp av videoinspelning för att kunna göra en analys även efter sessionen. Kameran placerades högt på ett stativ för att kunna täcka hela rummet för att kunna analysera rörelsemönster av referensgrupp samt även andra icke-verbala kommunikationssätt som uttrycktes under tiden som dialogprocessen pågick.

En film- och medieproducent från LF dokumenterade utförandet av Workshop 1 och 2 med hjälp av en videokamera. Genom detta fångades situationer och diskussioner under den virtuellt kollaborativa planeringen för att fånga resonemang och beteende från referensgruppen. En samställning av materialet gjordes, länkar till respektive workshop finnes i slutet av avsnitt 4.2.1. samt 4.2.2.

## **3.4 Intervjustudie – Uppföljning Workshop**

Intervjuerna som utfördes efter fallstudien baserades på öppna kvalitativa intervjuer vilket innebär att intervjupersonernas erfarenheter går före de vetenskapliga förklaringarna. Information tas in för att förstå intervjupersonernas perspektiv på det undersökta ämnet (Kvale & Brinkmann, 2014).

Eftersom intervjuer bygger på att frågor ställs är det viktigt att redogöra vad syftet med intervjun och deras bidragande åsikter (Patel & Davidsson, 2011). Syftet med denna intervjustudie var att fånga åsikter och feedback av den fallstudie som hölls och speciellt om det interaktiva visualiseringsverktyget ViCoDE. Om denna teknik kan vara ett hjälpmedel i dialogprocessen under projektering av en framtida skola. Intervjuerna är konfidentiella vilket innebär att intervjupersonen är känd av intervjuaren men identiteten kommer inte att avslöjas i rapporten.

Intervjuer genomfördes på individer som besitter kunskap kring utveckling, beställning och projektering av skolor i Göteborgs Stad, såsom utvecklingsledare och projektledare från Grundskoleförvaltningen eller Lokalförvaltningen i kommunen. Utvecklingsledare, IT-samordnande och deltagande förälder från en referensgrupp för nybyggnation av skolor i Öckerö kommun har också intervjuats då ett omfattande referensarbete vid projekteringen gjordes på Öckerö som tidigare nämnts. Vi har även valt att intervjua flera lärare som deltog under Workshop 1 och 2 för att få deras syn på verktyget.

En annan typ av intervjustudie gjordes i slutet på den andra fallstudien med hjälp av Mentimeter. Verktyg används för att få in en skriftlig åsikt från referensgruppen kring deras upplevelse av det ViCoDE. Frågetypen som användes kallas "Open Ended", vilket innebär att referensgruppen fritt kunde svara på tre förbestämda frågor (Bilaga 3) upp till 140 ord per fråga, helt anonymt som även klargjordes innan denna process startade. Denna metod valdes för att få in deras ärliga tankar kring ViCoDE.

## 4 Resultat

Resultatet av uppsatsen presenteras i detta kapitel i form av empiriska studier samt resultat utifrån observation under workshop.

### 4.1 Empiriska studier

Här presenteras empiri som en sammanfattning av de kvalitativa intervjuer som gjordes innan, under och efter respektive workshop. För att skapa en större informationsbank kring bakgrunden och förstå problematiken.

#### 4.1.1 Vision för framtida utbildning

GF har en pågående ambition till att förbättra undervisningen i grundskolan genom att implementera nya sätt att bedriva undervisningen på. Ett upplägg som GF har uppmärksammat är STEM som är en metod där fyra separata ämnena flätas samman (Hom, 2014). Syftet är att få en helhetsbild och en introduktion till verkligheten där dessa ämnen ofta går in i varandra. STEM är en förkortning av följande fyra ämnen på engelska:

S – Science  
T – Technology  
E – Engineering  
M – Mathematics

En annan ambition GF har är att kunna utnyttja salar till mer än endast ett avsett ämne då antalet barn ökar varje år och utrymme för nybyggnation av skolor minskar då bostadsbyggandet prioriteras av politikerna.

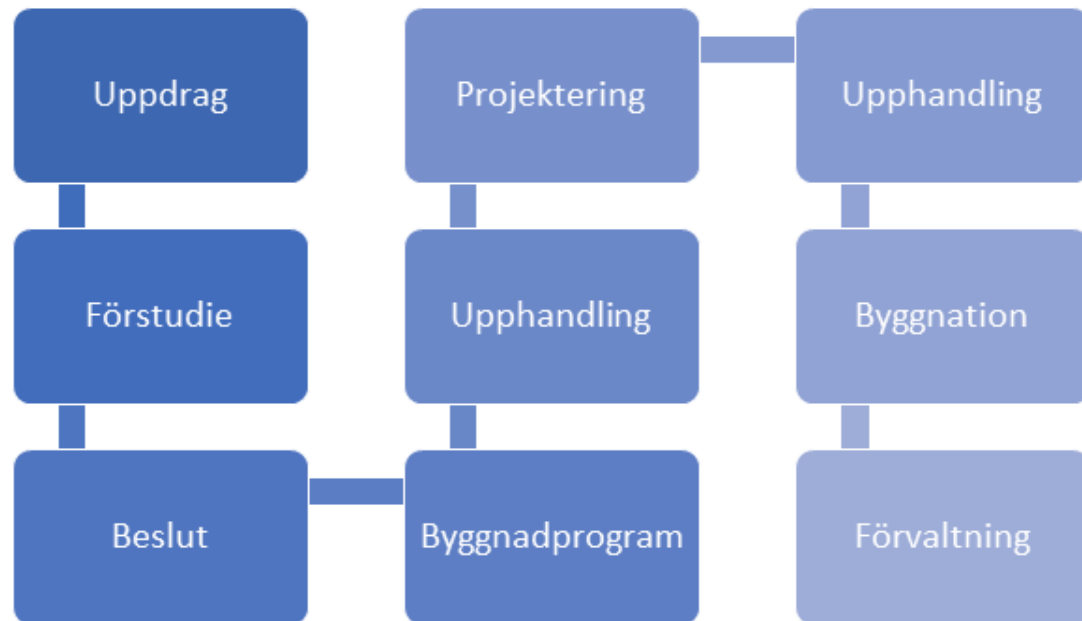
I utformning av nya skolor är en annan målsättning att kunna ha flera pågående aktiviteter i samma klassrum. En designtyp kring hur lärmiljön kan utvecklas, som även inspirerat är från arkitekten Rosan Bosch (Rosan Bosch, 2019). Som strävar efter att på ett innovativt sätt förbättra framtidens läromiljöer. Ambitionen är att de tre översta punkterna här nedan, ska vara möjligt att pågå i ett klassrum samtidigt:

- **Mountain top** – Som skall symbolisera att i klassrummet skall det finnas utrymme för läraren att hålla i en föreläsning eller genomgång.
- **Cave** – Syftar till att eleverna skall ha tillgång till en egen vrå för att själv fördjupa sig i ett specifikt ämne.
- **Campfire** – Att ha en yta med möjligheten för elever att samlas vid för att diskutera och samarbeta runt en uppgift
- **Waterhole** – Att i utformning av en ny skola skall det finnas ett område där eleverna kan fylla på med energi och ladda batterierna som exempelvis en matsal och sällskapsutrymme.
- **Hands-On** – Fördjupa sig i en uppgift tillsammans i en grupp.
- **Movement** – Syftar till att rörelse är viktigt för ökad inlärningsförmåga och för att må bra.



## 4.1.2 Dagens arbetssätt på Lokalförvaltning

Lokalsekretariatet gör årligen en prognosräkning. Prognosräkningen innebär att en överblick görs på hur många människor som finns i respektive ålder i ett område för att kunna beräkna behovet av skollokaler beroende på hur många som beräknas börja första klass under X antal år framöver. Från den behovsanalysen uppskattas antal elever området beräknas ha och ett uppdrag formas ifall en ny skola behöver byggas. Lokalsekretariatet [LS] ger uppdraget till Lokalförvaltningen och en förstudie inleds.



Figur 4.1. Lokalförvaltningens byggprocess av en skola i dagens läge. Författarnas egen bild.

Förstudien startas av projektledare för att ta fram vad projektet kommer att kosta samt överskådligt vilka förutsättningar som finns och funktioner som skall vara uppfyllda. De utgår ifrån behov och styrdokument från verksamheten, som läroplanen och ramprogram. Ramprogrammet är framtaget i syfte att finnas som stöd och vägledning i kommande byggnationer av skolor och är gjort i samarbete mellan LS, LF och verksamheten.

Det anordnas verksamhetsmöten där det förs dialog mellan projektledare från LF och verksamhet. I dessa verksamhetsmöten tas ett så kallat rumsfunktionsprogram (RFP) fram. Enligt projektledare från LF så finns det i dagens sätt att arbeta utrymme för att missa någon detalj då det är svårt att få en överblick av resultatet vid dessa möten. Idag är RFP ett relativt standardiserat textbaserat formulär som inte skapar i så hög grad utrymme för innovativt tänkande, men det är detta dokument som kommer innehålla den kravställning som ställs på det nya projektet. Dessa möten hålls med berörd verksamhet för utformning av lokalerna varannan vecka under sex månader, vilket blir en process som sträcker sig över en relativt lång tid.

Efter förstudien är klar görs ett politiskt beslut om förslaget skall genomföras. Lokalsekretariatet gör upp en tidsplan för nybyggnation eller en ombyggnation av en äldre skola och om anpassning till befintlig verksamhet behöver göras.

Efter beslut av genomförande så startar ett byggnadsprogramarbete igång. Detta innebär att en mer exakt teoretisk beskrivning av byggprojektet skapas samt ett underlag inför upphandlingen av entreprenörer för möjlighet att lämna ett mer utförligt anbud. Denna processen tar mellan 2–6 månader. Byggnadsprogrammet ligger sedan som underlag till projekteringen. Under projekteringen har inte verksamheten lika mycket att säga till om. Efter byggnadsprogramarbetet genomförs en upphandling av arkitekter, konsulter och byggentreprenörer inför projektering och sker under 1–3 månader

Under projekteringen tas det fram ritningar och detaljerade beskrivningar av byggnationen som skall genomföras utefter den budget som finns att tillgå. Verksamhetsmöten fortlöper även under denna process, dock så har verksamheten inte lika stor möjlighet att påverka några beslut, utan de möten som blir utvecklade sig till att bli informationsmöten. Det är vanligt att arkitekten är den som utformar hur lokalerna ser ut och inreds.

Byggnationen av en framtida skola görs baserad på de detaljerade beskrivningar och ritningar som tidigare framtagits. Under denna del av byggnadsprocessen hålls fortsatta rena informationsmöten med verksamhet gällande avstämningar kring tidsplan och med arbetslaget kring arbetsmiljön. Det följs därefter av avstämning inför inflyttning innan slutbesiktning. När slutbesiktningen är godkänd får verksamheten flytta in i sina lokaler. Efter ca 2 år görs det en garantibesiktning för att gå genom så att allt fungerar eller om det är något som felanmäls och kräver åtgärd.

### **4.1.3 Utveckling av traditionell planering**

Under förstudien så har utvecklingsledare möjligheter att försöka förbättra dialogprocessen mellan verksamhet och beställare. Utvecklingsledare från LF har testat andra kommunikationsverktyg för att öka delaktighet och med det försöka uppgradera dagens kunskapsdelning mellan yrkeskategorier.

Ett textbaserat alternativ som LF har testat kallas för MeetingSphere. Detta verktyg fungerar med digitala post-IT lappar där en ansvarig för mötet ställer frågor som sedan kan besvaras och utvärderas av medverkande. Sedan kan alla som är deltagande på mötet anonymt kommentera idéer och tankar som framkommit kring den ställda frågan i webforumet. Detta resulterar i en tidseffektiv process som kan förkorta en dags möten till endast 1,5 h och ger information med hög efterarbetskvalitet enligt utvecklingsledare på LF. I samband med detta experiment av ökad ambition för delaktighet testades verktygen av LF på ett kommande projekt de skulle ha. Det bjöds det in experter och berörd verksamhet i samma forum där alla anonymt utvärderade varandras åsikter och projektgruppens idéer. Det hölls totalt 12 workshops och det inkluderades studiebesök som en del av arbetet. Efteråt kunde all information som samlats på MeetingSphere sammanställas och det resulterade i 833 åsikter vid detta utvecklingsarbete. Sammanställningen av denna informationsbank delades sedan med hela gruppen vilket genererade att alla kände sig delaktiga och fick fram sin åsikt.

Under förstudien så finns det traditionellt sett väldigt lite visualiseringsstöd på planeringsmöten. Eventuellt finns det vid vissa möten tillgång till en ritning på bordet och andra inte vilket resulterar i att det inte finns något att relatera till och diskutera gällande utformning. Projektledare sammanställer mötet i form av ett protokoll vilket medför en stor mängd skriftlig information och det finns bristande utrymme för kreativitet under förstudien i planering av en skola. Som förklarar i Teori 2.1 så är det ett textbaserat dokument som öppnar det upp för tolkning då olika personer inte tyder text på samma sätt. Små detaljer är även svåra att få fram i text och det underlättar att visuellt kunna göra en förflyttning av ex. ett fönster. Kan observation om hur fönstret har förflyttats öka förståelsen i förhållande till att läsa en text om att fönstret skall flyttas så och så många millimeter upp, ner eller åt sidan. Det är svårt att i text beskriva enkla saker då det är svårare att få fram helhet och orsak.

LF har testat att använda sig av visualiseringsverktyg för att öka delaktighet av verksamheten samt underlätta förståelsen av den planerade skolan. De har testat att använda sig av Oculus Go som är en variant av VR-teknik där uppkoppling till dator inte behövs (Facebook Technologies, 2018). Vid användandet fick deltagare gå runt i en modell likt en guidad tur där en person leder en visning och deltagarna går på rad efter denne. Med ett knapptryck fick deltagarna tillfälle att själva gå runt fritt och utforska modellen och med ytterligare ett knapptryck kom deltagarna tillbaka in i ledet så att den guidade rundvisningen kunde fortsätta.

Det är upp till läraren att göra en tolkning av läroplanen som i sin tur styr hur utbildningen ska gå till så detta skapar en osäkerhet i projekteringen. Projektledarna säger att det är väldigt olika engagemang som upplevs från lärarna vilket sedan speglas i den nybyggda byggnaden. Det är ändå väldigt viktigt med delaktighet från verksamheten men det finns dock en viss gräns i hur innovativa och nytänkande LF vill att de ska vara. Det ska vara genomförbart både ur tekniskt perspektiv och möta den kravställning som finns, då lokalen skall kunna förvaltas i över 50 år. Det är viktigt att det byggs rätt, energieffektivt samt med bra material ur ett hållbarhetsperspektiv.

Utvecklingsledare från LF ansåg att ViCoDE var ett nytt planeringssätt som skulle vara intressant att testa då de har som mål att jobba mer visuellt i projekten för att öka förståelse för alla inblandade parter. Då LF ofta arbetar med väldigt stora och kostsammanprojekt är det viktigt att kunna visualisera hur det kommer att bli för att undvika ombyggnationer och felkonstruktioner. Dock anser de att ViCoDE principen med multi-touch skärmar, VR-kit samt 3D vyn på väggen är för tekniskt komplicerad för att implementera i sin verksamhet i dagsläget. Målet är att kunna använda liknande upplägg fast med enklare teknik som inte kräver en speldator och högteknisk kompetens för att iordningsställa.

#### **4.1.4 När i byggprocessen skall ViCoDE implementeras?**

Enligt utvecklingsledare både från LF och GF anser de att denna typ av interaktivt visualiseringsverktyg som ViCoDE, skall introduceras tidigt i byggprocessen för att fånga viktiga åsikter, tankar och nya idéer från verksamheten.

Utvecklingsledare på LF ville även kunna använda denna process för att kunna skapa nya rambeskrivningar för byggandet av skolor för att på så sätt effektivisera nuvarande processer. Projektledare från LF hade ett liknande förbättringsförslag; att en databas skulle skapas med all information från workshops med ViCoDE-verktyget för att slippa uppfinna hjulet på nytt inför varje ny skola ska byggas.

#### **4.1.5 Informationshantering och kunskapsdelning**

Utvecklingsledare på LF och GF anser att videofilmning är en bra metod att kunna få fram budskapet som referensgruppen förmedlar med respektive möbel som de placerar ut samt att kunna fånga väsentligheten av just den möbelgruppen gällande placering och val av inredning.

För att vidareutveckla kunskapsöverföringen och kunna förmedla denna information vidare ansåg utvecklingsledaren från LF att det kunde vara fördelaktigt att kunna skriva in notiser i modellen för att även få med sig skriftlig information efter genomförd workshop. Vilket skulle resultera i att när analysering av videon görs, kan det simultant observeras i modellen de notiser de skrivit och få en större förståelse kring den förklaring som de tänkt.

Ett annat förslag var att ha en projektledare medverkande under workshops som hade ett traditionellt RFP med sig som verksamhet och projektledare kunde fylla i samtidigt med hjälp av denna metodik för att undvika missförstånd. Att ViCoDE således kompletterar det traditionella arbetssättet.

De tänker sig att även arkitekt och projektledare för projektet skall delta under en liknande workshop. För att få en ökad förståelse av de resonemang som referensgruppen presenterar då de besitter expertkunskapen kring användning av lokalen och hur undervisning lämpligast utförs. För att inte enbart se byggnaden i funktionsmått och kvadratmetrar utan även kunna ta del av några innovativa lösningar som kan vara enkelt att fixa. Samtidigt kan arkitekt och projektledare också upplysa om vad som är genomförbart och inte.

## **4.2 Kollaborativa workshops**

Nedan beskrivs resultatet av observationer samt enstaka åsikter från deltagare under fallstudierna i kronologisk ordning och benämns med Workshop 1 och 2.

### **4.2.1 Workshop 1**

Vid uppstarten av workshop 1 presenterades tekniken under en kort presentation. Alla 7 deltagarna vågade sig efter det direkt till verktyget och satte igång inom 5 minuter med att möblera klassrummet de fått sig tilldelat. De hade tillgång till ett multi-touch bord och två VR-set, dock så tappade ena setet kontakten med servern och hade inte möjligheten att användas. Det upplevdes att multi-touch bordet var lätthanterligt och referensgruppen var nyfikna på att testa funktionerna. Alla deltagarna samlades runt bordet och två deltagare med något starkare röster samt åsikter tog kommandot för hur möbleringen skulle se ut i form av vilken ingående utrustning de tyckte sig behöva. Referensgruppen diskuterade kring bordet hur respektive deltagare har det på

sin nuvarande arbetsplats och redogjorde för den övriga gruppen hur de bedriver sin undervisning. Det noterades att deltagarna sporadiskt slängde blickar upp emot väggen där rummet projicerades i 3D-vy.

Referensgruppen upplevdes något stressade samt ivriga då de skyndade sig igenom scroll-listan med möbler och tog i början exempelvis första stolen de fick ögonen på utan att undersöka de andra stolarna som också fanns tillgängliga utan uttryckte istället att de saknade exempelvis en stol med hög rygg, trots att denna stol med hög rygg fanns längre ner i listan.

Efter att referensgruppen nästan möblerat färdigt ett klassrum utefter sina egna preferenser vågade de prova VR efter uppmaning från utvecklingsledare på GF. Ett VR-set fanns tillgänglig för gruppen att använda. Introduktionen av VR-glasögonen blev väldigt kort och dess syfte framkom inte på ett tydligt sätt. Det var ingen av deltagarna som själva tog initiativ till att prova VR-glasögonen samt att fördelen med samarbetet mellan VR och multi-touch bordet framkom inte tydligt och användes bara kort under Workshop 1. Några av deltagarna som provade VR-tekniken berättade att det var givande att uppleva en annan dimension och synvinkel i rummet. Det fanns andra som var mer negativt inställda och inte ville utnyttja denna del trots uppmaning, på grund av att de redan hade testat detta verktyg vid annat tillfälle.

Diskussion som uppkom kring inredningen i det förberedelserum som låg i anslutning till klassrummet gällde förvaring. Deltagarna insåg att hyllor utmed väggen inte skulle räcka i antal samt att de tillsammans diskuterade kring att de själva vill ha sin egen utrustning vilket kräver förvaringsytor. Gruppen kom tillsammans fram till att arkivskåp på utdragbara skenor vore en bra idé till förvaring för de material som krävs för att undervisa i de naturorienterande ämnena. Eftersom det resulterar i mer förvaringsyta på mindre kvadratmetergolv, se Bild 4.1.



*Bild 4.1. Pågående design av referensgruppen runt multi-touch skärmen. Skärmdump från multi-touch skärmen från Workshop 1. Författarnas egen bild.*

En annan idé som en deltagare kom med var att utnyttja vägggrytor i klassrummet genom att använda sig av whiteboardfärg för att slippa ha stora whiteboardtavlor samt kunna bedriva undervisning runt om i hela klassrummet. De argumenterade för att barnen skulle kunna skriva labbrapporter på väggarna m.m. Anledningen att diskussionen

uppkom berodde på att de inte fick in plats med whiteboardtavlor mer än på en vägg vilket de önskade för att variera undervisningen.

Allteftersom tiden gick blev de i gruppen som inte sagt så mycket tidigare varmare i kläderna och alla provade att flytta och dra in möbler. Dialogen utvecklades mer och mer efter att de starkare rösterna gav plats åt de lite mer tillbakadragna.

*“Här skulle jag trivas att arbeta.”*

– Deltagare vid Workshop 1

Resultatet som framkom var en relativt traditionell undervisningssal för kemi, enligt de högstadielärare som deltog. Låg- och mellanstadielärarna förklarade att de inte har några ämnesspecifika salar utan är vana vid att ta med sig det material de behöver använda till sin undervisning. I slutminuterna av Workshop 1 efter att högstadielärarna sagt sig vara klara och efter att en projektledare från GF förklarat att klassrummet såg liknande ut som lokalerna de bygger i nuläget, inledes det nya diskussioner kring hur nytänkande av inredningen skulle kunna se ut och göras. Kort därefter var tiden som var utsatt till Workshop 1 slut och referensgruppen fick avsluta sin designprocess.

Vid fråga ifall de var nöjda med resultatet så var framförallt högstadielärarna nöjda och lågstadielärarna påpekade enbart att de inte behövde så många diskbänkar och hoar som resultatet visade. Referensgruppen saknade även vissa typer av möbler som de skulle velat använt sig av.

Videosammanställning gjord av medieproducent på Lokalförvaltningen:

<https://www.youtube.com/watch?v=7fxfoxF2MPo&feature=youtu.be>

## 4.2.2 Workshop 2

Under Workshop 2 så var det 5 deltagande, 4 av dessa var även delaktiga under Workshop 1. Referensgruppen hade tillgång till två multi-touch table, med en 3D vy projekterat från varierande vinklar som ändrades under arbetsgången och två VR-set som de kunde använda och flytta möbler inne i VR. Ett tidsintervall på tre timmar denna gång.

Alla var bekväma med att använda borden, inga större frågor kring användandet utan det var användarvänligt, alla var engagerade och använde verktyget. Båda grupperna valde att titta över vilka möbler de hade att tillgå, eftersom de förra gången märkte att det är möblerna som är styrande för vilka möjligheter de har att planera och inreda salen.

*“Det är lika bra att kolla genom listan, då det är de möbler som finns tillgängliga som sätter gränser.”*

– Deltagare från Workshop 2

När de började känna sig klara med inredningen i salen, fick de under uppmaning att testa på VR-tekniken för att uppleva det ur ett annat perspektiv. De var eniga om att rummet upplevdes olika på multi-touch bordet jämfört med VR och de ville gärna flytta på möbler för att uppnå ett mer optimerat utrymme. Efter användning av VR-

glasögonen var reaktionerna positiva från deltagarna. De uttryckte att det öppna upp ögonen för rummets utformning och att det gav möjlighet att själva reflektera över vilka förändringar som de ville göra.

En god kommunikation med förståelse för varandras åsikter mellan personerna som stod vid skärmen och bordet. Att ha en skärm eller projicerad vy för att se vad personen i VR tittade på underlättade kommunikationen mellan användaren och resterande grupp runt multi-touch skärmen. De ansåg att det var lättare att förstå vad användaren av VR-glasögonen försökte förklara förutsatt att de såg var personen tittade på i modellen. En observerad nackdel som uppstod under Workshop 2 var att VR-glasögonen och multi-touch skärmen var långt ifrån varandra, vilket gjorde att användaren av VR-tekniken hade svårt att få kontakt med de som stod och arbetade runt bordet för att uttrycka sin åsikt.

Negativt som upplevdes och uttrycktes av flera deltagare var att enbart en i taget kunde arbeta vid bordet, att det bromsade upp kreativiteten då det enbart tillåter en att möblera i taget medans de andra får vänta. Samt att de också saknade fler typer av möbelgrupper och annan speciell inredning som kunde förbättrat kreativiteten ytterligare.



*Bild 4.2. Vyn illustrerad här är från multi-touch skärmen, en överblick av ena designen som togs fram under Workshop 2. Författarnas egen bild.*

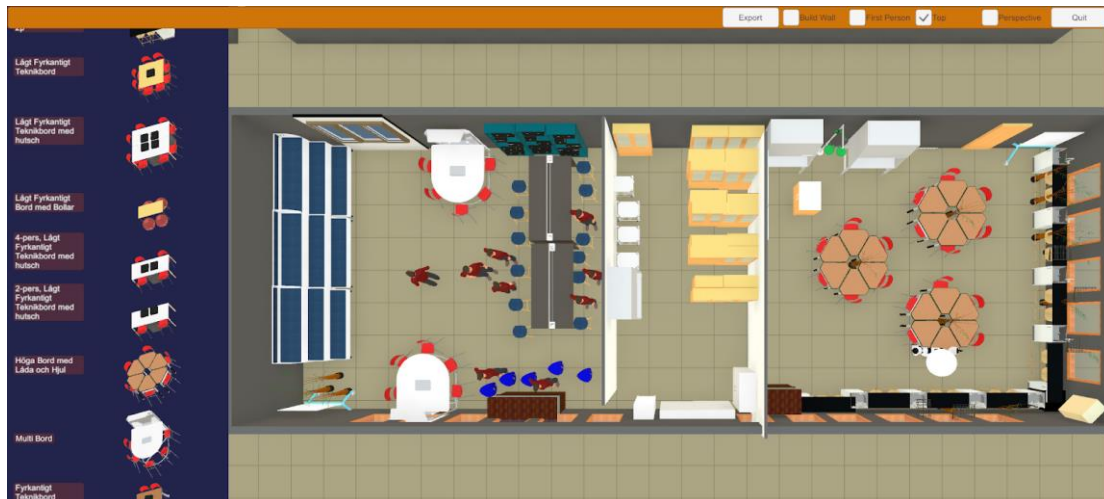


Bild 4.3. Vyn illustrerad ovan är från multi-touch skärmen, en överblick av andra designen som togs fram under Workshop 2. Författarnas egen bild.

Redovisningen av projekten var lättöverskådliga och smidiga. De kunde snabbt framföra sina tankar och idéer till den andra gruppen, utvecklingsledare och projektledare, genom att visuellt på multi-touch skärmen peka och beskriva samtidigt som en 3D-vy på det som redovisades projicerades upp mot duken. De förklarade och introducerade de olika pedagogiska metoder de tänkt använda sig av i det klassrum de planerat för. Här uttryckte utvecklingsledare från LF att det saknades någon typ av insamlade av information vid vissa möbelgrupper. Att det skulle finnas någon funktion för att samla tankar kring exempelvis placeringen av en viss inredningsdetalj.

Deltagare från LF och GF uttryckte att kunna visa med VR skapar kvalitet och framförallt säkrar kvaliteten i byggandet av en ny skola. Att involvera i tidigt skede för att undvika att behöva bygga om - tekniken hjälper processen. Upplevde att det var en givande workshop då deltagarna var öppna och diskuterade med varandra. Viktigt att lära sig av varandra när alla har olika bakgrunder och erfarenheter.

Videosammanställning gjord av medieproducent på Lokalförvaltningen:  
<https://www.youtube.com/watch?v=SNm8rxHEYqo&feature=youtu.be>

### 4.2.3 Övriga observationer

En observation som gjordes var att grupperna var mindre vid Workshop 2 i jämförelse med Workshop 1. Detta upplevdes som positivt då deltagarna fick större chans att göra sin röst hörd och vara med och påverka resultatet. Det upplevdes som att 3 personer i en grupp är det minsta antalet då det endast var 2 stycken i en av grupperna och det resulterade i att en var tekniskt ansvarig och en bestämde vad som skulle göras. De delade upp uppgiften mellan sig och ingen naturlig dialog eller diskussion kring utformningen skedde.

*“Andra tillfället var jättebra. Vi var färre i gruppen och alla fick prata.”*

– Deltagare vid Workshop 2



## 5 Diskussion & Analys

Mot teorin analyseras och jämförs den empiri som observerats och informationen från de kvalitativa intervjuerna. De framtagna frågeställningarna ligger till grund för analysen av resultatet.

### 5.1 ViCoDE i dagens byggprocess

Enligt de intervjuer som utfördes, med projektledare och utvecklingsledare från GF respektive LF, är det optimalt att använda verktyget tidigt i byggprocessen. Som även förklarats i teorin (avsnitt 2.1) är det i tidiga skeden som påverkan i en byggprocess är störst och det är alltså mest fördelaktigt att verksamheten medverkar under dessa skeden för att deras kunskap skall kunna tas tillvara. Om vi jämför uttalande på intervjuerna mot teorin så känns det optimalt att tillämpa ViCoDE i de tidiga skedena, då syftet är att öka delaktighet och förbättra dialogprocessen mellan verksamhet och beställare för att bygga lokaler avsedda för ändamålet. Efter intervju med utvecklingsledare på GF respektive LF uttryckte båda förvaltningarna att denna typ av teknik skulle säkra utformningen av lärolokalerna utefter hur lärarna önskar ha det. Då verksamheten, i vårt fall lärarna, är slutanvändare av skollokalerna får vara med från tidigt skede ges de möjligheten att påverka utformningen av den framtida lokal där de skall undervisa. Det säkrar i sin tur slutproduktens kvalitet då de besitter mest kunskap kring hur en undervisningslokal används i jämförelse mot arkitekten som annars ritat klassrummen. Utvecklingsledarna påstod även att med detta visuella verktyg samt en dialogprocess med verksamheten skapar möjligheter att hitta nya och innovativa lösningar som arkitekten inte skulle ha tagit till hänsyn till. Dessa åsikter och idéer är viktiga att fånga innan färdiga ritningar för hur byggnaden skall utföras är framtagna.

Under avsnitt 2.4 i teoridelen förklarar kunskapsparadoxen, se Figur 2.4, att det är i början av en byggprocess som möjligheten till inflytande är störst och minst kunskap finns. Ett sätt att öka kunskapen i tidigt skede kan göras genom användning av ViCoDE för att involvera verksamheten som får inflytande över det slutliga resultatet som byggs.

Det är inte ovanligt att ombyggnationer görs eller att nya materialinköp behövs av den orsaken att den nya byggnaden inte håller den kvalitet som önskas. Enligt våra studier så kan ViCoDE med hjälp av kollaborativ planering tillsammans med verksamheten motverka fel och misstag som måste åtgärdas då den givna informationen presenteras på ett lättillgängligt sätt för verksamheten. Som kan resulteras i minskad miljöpåverkan, besparing av resurser görs då i form av kostnad, tid men framförallt materialåtgång, vilket är högst aktuellt inom samhällsbyggnad då en helhetssyn eftersträvas. Då byggande i Sverige ständigt ökar vilket leder utsläpp av växthusgaser som nämns i avsnitt 2.5.1. Därför är det viktigt att skapa hjälpmedel som bidrar till utveckling av planeringsverktyg för att förebygga miljöpåverkan i olika form så som materialval.

En framtida utvecklingsmöjlighet av kunskapsdelning är att inte endast använda ViCoDE i de tidiga skedena under förstudien utan att fortsätta arbeta med den virtuellt kollaborativa planeringsmetoden även i byggprogramarbetet. Som det i avsnitt 4.1.2 förklaras är det där projektet på ett tydligare sätt definieras och modellen specificeras

kring vad som skall byggas. Därför finns det ett värde i att utnyttja teknologin för ökad delaktighet även i den processen.

## 5.2 ViCoDE jämfört med traditionell planering

I detta avsnitt analyseras det skillnader mellan virtuell kollaborativ planering som har använts under denna rapport samt den traditionella planering vilken LF använder sig av. Med olika infallsvinklar har denna jämförelse analyserats.

En inbjudan angående deltagande under workshop var skickad till de projektledare som intervjuades under förstudien, för att få en reflektion utifrån deras perspektiv om detta verktyg kunde vara till nytta. Tyvärr kunde inte någon delta under de planerade tillfällena av respektive workshop och därför kunde ingen utvärdering eller jämförelse ur deras perspektiv göras.

Det var en pedagog i referensgruppen under Workshop 2 som parallellt med vår uppgift var delaktig i en nybyggnation av en skola. Deltagaren hade inte varit involverad under de tidiga skedena i byggprocessen för den skolan där denne senare skulle arbeta, utan har i efterhand blivit tillfrågad kring möblering och utrustning efter att byggprogrammet varit färdigställt. I den traditionella processen fick deltagaren mer eller mindre lämna in en lista på vilken utrustning och vilka möbler önskades till klassrummen. Denne deltagare ansåg att den traditionella metoden som användes gjorde det svårt att se ett resultat framför sig vilket gjorde att klassiska möbler valdes för att ta det säkra togs före det osäkra vid upphandling. Uttryckte också att ViCoDE upplevdes som ett bättre sätt att kunna visualisera ett alternativ på hur det skulle kunna bli och uppskattade att en dialog kring utformningen fördes tillsammans med andra lärare. Föregående mening bekräftas i teori, se avsnitt 2.3, att dela kontext och flexibelt kunna visualisera problemet ur ett annat perspektiv möjliggör en bättre kollaborativ process vilket ViCoDE kan erbjuda som vidare diskuteras och analyseras i avsnitt 5.3.

Den direkta upplevelsen enligt deltagaren var att det var lätt att prova, ändra eller ta bort vad som utfördes vid bordet vilket gjorde det möjligt att testa idéer. Ett förslag deltagaren kom med var att genomföra en ViCoDE-workshop tillsammans med sina kollegor angående utformning av en nybyggnation. För att diskutera samarbeten mellan ämnen och möblering för att optimera de lokaler som de blivit tilldelade. Deltagaren tillade också att uppfattningen av GF's nya utbildningssätt med att samutnyttja utrymmen med andra ämnen i en större lokal skulle vara fördelaktigt.

Under Workshop 2 fick deltagaren nya idéer kring inredning gällande den framtida skolan som denne skulle arbeta på. Lämpligtvis så var utvecklingsledaren som var involverad i samma nybyggnation en deltagande observatör under Workshop 2, vilket resulterade i att en omedelbar feedback av denna inspiration kunde ges. Efter detta gjordes en ny beställning av möbler för att skapa en mer innovativ och inspirerande möblering för den planerade skolan. Denna händelse kan ses som ett starkt bevis på att ViCoDE är av nytta, då detta blev en direkt kunskapsöverföring från verksamheten till beställare och ändringar i pågående projekt gjordes för att få anpassat till slutanvändaren.

Att få möjlighet att känna på funktionen i rummet med hjälp av VR ansågs positivt, då VR visade ett konkret resultat och en upplevelse av rymden i rummet. Möjligheten ges med ViCoDE att analysera om rummet uppfyller krav, behov, funktion och kvalitet på ett lättförståeligt sätt i jämförelsen med att få se en 2D-ritningar, kravlistor eller förklaringar från projektledare kring utformningen. Referensgruppen fick god överblick och förståelse av utrymmet under Workshop 2 efter enbart 3 timmar, vilket är en kort tid i jämförelse med de möten som hålls återkommande under traditionell planering. De gavs en större kreativ möjlighet med ViCoDE jämfört med traditionella planeringsmedier att effektivt diskutera kring vilka möbler det önskade använda och vilka de saknade. Eftersom de flexibelt kunde flytta på möbler, radera och byta ut om de så önskade skapades ett innovativt samarbete mellan pedagogerna. Inom traditionell planering är också möten under projektering och framtagning av olika kravställningar tids- och kostnadskrävande enligt utvecklingsledare på LF då det är många aktörer som skall involveras.

En begränsning är att inga kvantitativa mätningar har gjorts i denna studie, trots detta antas det att användning av ViCoDE skulle minska tidsåtgången under projektering och RFP-framtagningar. Liknande studier har gjorts på sjukhus, där den involverade arkitekten uttrycker att ViCoDE bidrar till en mer tidseffektiv process, då återkoppling ofta sker med veckors mellanrum inom traditionell planeringsprocess. Arkitekten uttrycker att genom kollaborativ planeringsprocess med ViCoDE kan återkoppling av feedback ske omgående vilket denne upplevde som en bättre metod jämfört med traditionell och att informationen som gavs från verksamheten var av högre kvalitet (Roupé et al., 2019).

### **5.2.1 Rollfördelning**

Enligt genomförd litteraturstudie och respektive fallstudier så bekräftas det att ViCoDE ökar förståelsen hos verksamheten som i vanliga fall inte är vana vid att tyda handlingar och ritningar. Teknologin skapar en möjlighet för verksamheten att uttrycka sina åsikter. Enligt intervju med utvecklingsledare skulle det kunna vara fördelaktigt om en arkitekt och/eller en projektledare finns till hands under det kollaborativa arbetet med ViCoDE för att kommentera när det finns tekniska begränsningar i utförande. Eftersom det även är viktigt att ta hänsyn till deras yrkeskunskap och professionella synvinkel om en lösning som verksamheten framtagit fungerar eller ej.

På så vis blir det en rollfördelning då experterna istället stöttar upp slutanvändaren som får en betydande roll redan i projekteringen vilket också antas inträffa enligt arkitekt och projektledare som deltagit i en tidigare studie gällande utformning av en operationssal med hjälp av ViCoDE (Roupé et al., 2019). Enligt dagens arbetssätt på LF så är det i traditionell planering (se avsnitt 4.1.2) arkitekt och projektledare som styr utformningen med stöttning av verksamheten. Alltså blir det en version av ombytta roller om ViCoDE implementeras som ett verktyg i tidigt skede. Arkitekt och projektledare blir satta i en mer stöttande roll jämfört med traditionellt då de istället har en ledande roll i de tidiga skedena av en byggprocess.

### 5.2.2 Effektiv förändring

När GF planerar att göra en omstrukturering i det lärande som pågår i grundskolor idag och försöker bygga därefter är viktigt att få med verksamheten tidigt i processen för att skapa acceptans, förståelse och tydligt informera vad förändringen kommer att bidra till. Som beskrivet i teorin, avsnitt 2.3, är det dessa tre delar som skapar en effektiv förändring. Detta kan vara anledningen till varför kreativiteten inte var särskilt hög under Workshop 1. Det var enbart en kort introduktion där det inte tydligt framgick vad och hur lärarna skulle gå tillväga i nyskapandet av klassrum. Då deltagarna valde att skapa en lokal relativt lik en traditionell sal skulle anledningen till det kunna vara att syftet med förändringen av klassrummen inte framgick tydligt och inte heller accepterade den förändring som GF vill uppnå. I Workshop 2 däremot var det tydligare instruktioner och ritningar för ett kommande projekt hos GF hade använts som underlag för studien. Det var något konkret som deltagarna förstod innebörden av, vilket i sin tur skapade större acceptans och detta kan ha medfört att deltagarna blev mer kreativa när de förstod vad deras kunskap kunde bidra till.

Det är därför viktigt att GF tydligt informerar vad en förändring i utförandet av lärolokaler kommer att bidra till. Om de lyckas med att förmedla detta så kan en effektiv förändring uppstå, om inte kan detta leda till motstånd i förändringsarbetet och det kan vara svårt att få genom en ny lärometod som är GF's mål. Det är då svårt att driva igenom en förändring samt att motivera individer till att vara öppna och innovativa under en workshop med ett verktyg som ViCoDE. Resultatet blir att det är lätt att leva kvar i det gamla eller designar ett utrymme som redan görs i dagens projektering.

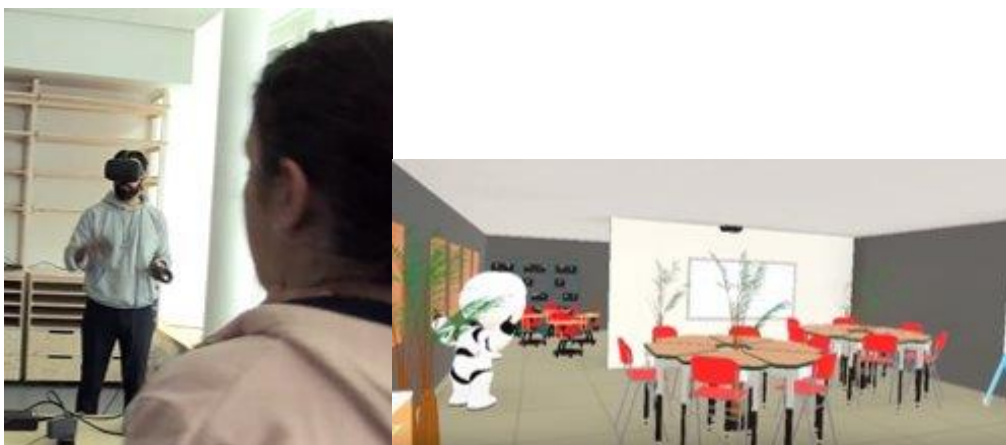
*“Så här ser det ut där jag jobbar - och det är bra!”*

– Deltagare i Workshop 1

Lärolokalerna på högskolorna är fortfarande konservativa och det är svårt att skapa nya lokaler med nya sätt att arbeta om inte lärarna kan och förstår den tilltänkta pedagogiken i klassrummet, därmed kan inte lokalerna utnyttjas så som syftet är tänkt. Det har förslagits av intervjuade lärare att en användarmanual för klassrum och skola skall utformas för att ha möjligheten att utnyttja lokalen optimalt.

### 5.3 Kollaborativ process

Under detta avsnitt sker en fördjupning och analys av den kollaborativa processen som uppstod kring ViCoDE. Enligt den litteraturstudie som gjorts bör de delar av Churchill & Snowdon (1998) som nämns i avsnitt 2.3 vara uppfyllda för att uppnå ett optimalt samarbete. De observationer som gjordes under respektive workshop (se avsnitt 4.2) jämförs mot teorin.



*Bild 4.1. Till vänster ser vi två deltagare kommunicera över möblering i Workshop 2. Till höger visas den vy som deltagaren med VR-glasögonen analyserar. Författarnas egen bild.*

En av de punkter som Churchill & Snowdon (1998) angav som viktigt för att ett bra samarbete skulle uppstå var möjligheten att ha tillgång till flexibla och mångsidiga representationer av problemet. Det möjliggjordes på respektive workshop genom att referensgruppen dels på multi-touch skärmen hade en 2D-vy där majoriteten av möbleringen skedde och dels via visualisering av möbleringen i 3D i den projicerade vyn och via VR.

*“Man får en känsla för utrymmet via VR”*

– Deltagare vid Workshop 2

Vidare leder detta in till en annan viktig punkt som togs upp av Churchill & Snowdon (1998), att ha övergångar mellan delade och individuella aktiviteter. Det som observerades under användandet av ViCoDE var att referensgruppen hade möjlighet att individuellt reflektera över projektet i VR-miljö samt interaktivt flytta möbler. Med endast verbal kommunikation kunde de smidigt övergå till att integrera med resterande grupp som samtidigt hade en pågående dialogprocess kring multi-touch skärmen. Detta resulterade i att samarbete utifrån olika perspektiv uppnås och att en större förståelse av projektet åstadkoms.



*Bild 4.1. Kollaborativt arbete runt en multi-touch skärm med 3D-vy på storbild i bakgrunden.*

Både verbal och icke-verbal kommunikation uppstod runt multi-touch skärmen under referensgruppens samarbete. Det observerades att de använde sig av icke-verbal kommunikation i form av handgester och kroppsspråk samtidigt som de vill framföra sin åsikt för att förtydliga. Även rent visuellt kunde de kommunicera med hjälp av multi-touch bordet genom att dra in de möbler de ville ha med i modellen. Med hjälp av VR-glasögonen sker både en verbal och icke-verbal kommunikation då de kan flytta möbler med VR-kontrollen vilket observeras av gruppen kring multi-touch bordet då de direkt ser förflyttningen, samt kommunicera verbalt med gruppen om hur de upplever VR-miljön. Att kunna ha en projicerad vy av det som personen i VR-miljön tittade på underlättade kommunikationen mellan dem.

Som presenteras under resultat, se avsnitt 4.2.2, startade Workshop 2 med en kort introduktion av den gemensamma uppgiften som skulle behandlas och GF's vision till framtida undervisning. Referensgruppen fick möjlighet att presentera sig själva. Trots gemensam bakgrund som pedagoger så har individerna i referensgruppen många olikheter så som arbetserfarenhet, undervisning av olika åldersgrupper av barn och arbetar på olika skolor från varierande delar av Göteborg. Det upplevdes som att alla hade något att bidra med då deras bakgrund skilde sig ifrån varandras. Enligt Churchill och Snowdon's (1998) teori kring samarbete, som beskrivs i avsnitt 2.3, är det en viktig parameter att ha en medvetenhet om andras olika kunskap då det kan tillföra nya perspektiv i en diskussion av ett problem.

Under Workshop 2 blev uppdelningen utefter vilken åldersgrupp individerna i referensgruppen undervisade, (dvs. låg- eller högstadie) och detta ökade deras gemensamma kontext och pedagogerna kunde uttala sig mer som experter i sitt projekt de skulle utforma. Under Workshop 1 var alla i samma grupp, och det observerades då att lågstadielärarna inte tog möjligheten att uttrycka sig emot högstadielärarna. Ett antagande är att lågstadielärarna kan ha känt att högstadielärarna besitter högre utbildning och därmed mer kunskap än de själva gör. En annan teori är att högstadielärarna var mer extroverta och tog för sig i gruppen.

Sammanfattningsvis kan ett antagande göras att ViCoDE stödjer ett gott samarbete enligt de parametrar som Churchill & Snowdon (1998) presenterat i sin studie.

### 5.3.1 Gruppdynamik

En analys som gjordes är att förarbetet inför den fallstudie som anordnas skulle ytterligare efterforskning gjorts kring vilken storlek som är optimal för kunskapsdelning och samarbete i grupp.

Det observerades under Workshop 1, då de var 7 stycken deltagare runt en skärm, att allas röster inte blev hörda. Under Workshop 1 noteras det att kreativiteten inte var särskilt hög då gruppdynamiken var lite ojämn. Som redovisat i avsnitt 4.2.1, var det två deltagare som hade lite extra auktoritet och alla tog inte möjligheten att bidra till projektet.

Under Workshop 2, som beskrivet i avsnitt 4.2.2, fanns det tillgång till två multi-touch skärmar och de närvarande bestod av fem deltagare och dessa delades upp i två grupper. Detta resulterade i att det blev tre stycken i en grupp där det framfördes att utbyte av informationen blev bättre då alla röster blev hörda i jämförelse mot Workshop 1 enligt en av deltagarna. Gruppen om två deltagare upplevdes inte som optimal då inget direkt samarbete kunde observeras eftersom de delade upp modellen mellan sig, som kan observeras i Figur 4.3.

Den reflektion som gjordes var att även om alla röster blir hörda, är en grupp av tre en mer optimal storlek för en kollaborativ planeringsprocess med kunskapsdelning jämfört med två. Om tre är optimalt för en kunskapsöverförande process bör undersökas vidare. För att skapa en ännu bättre process kan det krävas fler för en kvalitativ kunskapsöverföring och det skulle vara intressant för framtida studier att undersöka den optimala storleken. Dock antar vi att resultatet på detta förslag av studie kan komma att bli olika beroende på vilka individer som deltar i testgruppen.

## 5.4 Teknisk aspekt

Här fördjupar vi oss i en analys av den tekniska aspekten. Vad som skulle kunna skapa bättre förutsättningar till en framtida workshop, det tekniska perspektivet på ViCoDE samt kring den informationshanteringen som krävs för att sammanställa den information och kunskap som fås ut under planeringsprocessen.

### 5.4.1 Förberedelse inför Workshop

Förarbetet och insamlandet av information kring projektet som utfördes skulle kunna vara mer omfattande. Skapandet av möbler kräver mer bakgrundsinformation för att få ett bredare grund kring vad som kan tänkas användas i en modern undervisningslokal. Upplevelsen var att ingen egentligen visste vad de ville inreda lokalen med utan de utgick från det som fanns inlagt modellen. Referensgruppen upplevde det som hämmande när de skulle möblera och utforma lokalen vilket också påverkade resultatet. Det var svårt för pedagogerna att analysera och använda fantasin utöver det som fanns i scroll-listan. Under Workshop 1 uppmuntrades deltagarna till att informera om vad de saknade för möbler och inredning för att förbättra inför Workshop 2.

Ett förslag av utvecklingsledare från GF var att ha ett mötestillfälle innan med referensgruppen för att skapa bättre förutsättningar inför en workshop, där de skulle ges tillfälle att berätta vad de vill ska finnas med för möbler. Utbudet på möbler i Workshop 1 baserades på den förstudie som gjorts. Då hade eventuellt inte Workshop 1 varit så inriktad på hur de har det idag utan istället gett referensgruppen möjlighet att tänka mer innovativt.

Även vår tekniska kompetens begränsade då vi inte kunde lägga till alla de typer av möbler som önskades och även det utbud av objekt vi hade tillgång till att ladda ner.

#### 5.4.2 ViCoDE – Teknisk analys

Enligt teorin så bidrar integrering mellan de digitala verktygen till en optimal miljö för att öka förståelsen och förenkla delaktigheten mellan yrkeskategorier (Roupé et al., 2019). Multi-touch skärmen skapar en större förståelse än ett vanligt papper då den samordnas med VR-teknologin som ger visuellt stöd för att få en verklighetsuppfattning av den konstruerade modellen i skala 1:1.

*“Användningen av verktyget är intuitivt.”*

- Utvecklingsledare från LF

Upplevelsen referensgruppen hade gällande ViCoDE var att den var lätt att använda, att det var bra att kunna observera planeringen uppifrån för att sedan kunna gå omkring i VR-miljön för att studera hur rymden uppfattas i rummet. Positiv kritik från deltagarna att tekniken tillåter experimenter kring en optimal möblering och planering på ett snabbt och smidigt sätt då det är lätt att dra in möbler för att prova och sedan snabbt radera dem igen.

Ibland hade deltagarna svårt att få in möbler i modellen och problem med att radera dem, vilket gjorde att kreativiteten bromsades något på grund av att den tekniska begränsningen. De ville vara flera som kunde arbeta samtidigt då de upplevde att deras kreativitet och innovativa tankar inte hade möjlighet att uttryckas då processen avstannade och de fick invänta varandra. Referensgruppen ställde alltså högre krav på utrustningen än vad dagens teknik tillåter.

*“En i taget på skärmen bromsade upp kreativiteten...”*

– Deltagare vid Workshop 2

En åsikt från en av deltagarna från referensgruppen var att denne gärna hade sett att de var för sig fått jobbat med ytan på en mindre plattform först, så som en Ipad eller liknande och sedan delat med sig av sitt arbete med resterande gruppen för att efter det komma fram till en gemensam lösning av hur de bäst skulle möblera och utnyttja ytan. Det skulle bli en utveckling av övergången mellan delade och individuella aktiviteter som Snowdon & Churchill (1998) beskrev, om var och en av deltagarna är ambitiösa och kreativa kan de komma på idéer och få sin röst hörd ifall var och ens eget resultat går igenom och presenteras innan det gemensamma produceras.

Ett problem som uppstod var att VR-glasögonen var placerade en bit ifrån bordet gruppen arbetade kring. Eftersom det var flertalet personer i lokalen fick användaren i



VR-miljön svårt att göra sig hörd ifall inte gruppen fokuserat lyssnade på vad denne ville framföra. Enligt teorin är detta en typ av fysiskt brus i form av ett akustiskt problem (se avsnitt 2.2). Hade dessa hjälpmedel varit placerade närmare varandra hade kommunikationen förmodligen underlättats. Något som istället förenklade kommunikationen och samarbetet var den 3D-vy som visades av projektorn bredvid VR-glasögonen vilket speglade vad personen i VR-miljön såg.

VR-tekniken var enkel att påbörja användningen av, men att göra förflyttningar av sig själv uppfattades som svårt av vissa deltagare till en början innan de lyckats och förstod hur det fungerade. Användningen av VR-tekniken upplevdes som obehaglig av några i referensgruppen till en början, det bekräftar en teori (se avsnitt 2.5.3) vilket är en faktor som försvårar användningen av ViCoDE. Andra blev mer bekväma efter en stunds användning och kunde även förflytta möbler när de förstått hur de förflyttade sig själva.

En annan reflektion av Workshop 1 var att scroll-listan innehållande möbler upplevdes som rörig och referensgruppen hade svårt att få en överblick över vad som fanns tillgängligt. Ett förbättringsförslag på verktyget är att det skulle finnas mappar där möbler placeras enligt någon typ av mappsystem så att exempelvis alla bord kan samlas under en rubrik. Att på så sätt göra det mer lättöverskådligt över vilka möbler som finns tillgängliga i modellen.

### **5.4.3 Informationshantering och kunskapsdelning**

Kunskapsdelning innebär då individer delar kunskap med varandra och då behövs en analys kring hur informationen hanteras. I denna studie så anses informationshanteringen som något som kan utvecklas. Det är fördelaktigt att videofilma dialogprocessen för att fånga även det som inte sägs och det är även viktigt att kunna få ner det i beskrivande text. Dock är det en tidskrävande process att analysera materialet i efterhand.

Det hade varit fördelaktigt att eventuellt kunna kombinera det tidigare beskrivna textbaserade informationsrika verktyget Meetingsphere (se avsnitt 4.1.3), då genom att referensgruppen anonymt kan registrera sina åsikter kring modellen och användandet före, under och efter workshops. Som utvecklingsledare beskrev efter Workshop 2 så saknades någon typ av enkel informationsinsamlade under tiden gruppen jobbar med modellen utöver den videoinspelning som gjordes. Ett exempel som dök upp var att en referensgrupp ville ha en matta på ett visst ställe för att kunna samlas kring för att bedriva undervisning på. Fås inte informationen med kring varför mattans placering är som den är kan mattan tappa sin funktion som referensgruppen hade tänkt ut.

Efter färdigställande av referensgruppens modell framkom det att det hade underlättat om en användarmanual framtagits, som nämnts tidigare i diskussion, för att underlätta information om hur lokalen är tänkt att användas för den som skall nyttja den. Beroende på att den eller de lärare som varit med vid utformningen av lokalen nödvändigtvis inte behöver bli den slutliga användaren på grund olika orsaker så som byte av jobb.

En ytterligare analys som gjordes efter genomförandet av Workshop 2 var att det hade varit fördelaktigt om det gick att lägga till en etikett med en kort beskrivning med information kring användandet eller placeringen av en möbel. Det kan vara ett utvecklingsförslag på ViCoDE att på något sätt kunna programmera verktyget så att denna funktionen blir lättillgänglig. I detta fallet sparades en 3D-modell av referensgruppens resultat som sedan går att använda i projekteringen och i VR. Dock försvinner kunskapen och informationen över varför lokalen är designad och utformad som den är, vilket leder till att senare aktörer i projekteringsprocessen kan missa viktiga syften och funktioner.

## 6 Slutsats

Efter analys av empiri och teori kan slutsatsen dras att ett optimalt samarbete kan uppstå vid användning av ViCoDE om utgångspunkten är ifrån de parametrar som presenteras i Churchill & Snowdons (1998) artikel. Problematiken ligger i hur sammanfattningen och dokumentationen av den information som framkommer på en workshop skall göras för att ta tillvara på den kunskap verksamheten besitter. Vid en bred insamling av information från workshops i form av kunskapsöverföring från verksamhet till beställare kan kvaliteten på den resulterande byggda lokalen till högre grad motsvara kravställningen från slutanvändaren.

Vid placering av ViCoDE i tidiga skeden kan kvaliteten säkras ytterligare vid nybyggnation då fel kan undvikas redan tidigt i processen genom involvering av verksamheten. Undviks fel tidigt minskar också kostnaderna i form av projektering som behöver kompletteras, ombyggnation av den färdigställda byggnaden eller nyinköp av inredning.

Vidare slutsats som kan tas av denna studie är att kunskapsöverföring mellan verksamhet och beställare uppstår i form av att en deltagare fick ändrat sin upphandling av möbler inför nybyggnationen. En hypotes är att en ännu mer fördelaktig kunskapsöverföring hade kunnat uppstå om en arkitekt och/eller en projektledare varit närvarande under workshops i syfte att ta emot direkt feedback från användarna kring det studerade projektet, som var resultatet i artikeln av Roupé et al., (2019).

Studien visar att ViCoDE är användarvänligt då verktyget var lättförståeligt för de som deltog under workshops, trots att vissa i referensgruppen hade lite svårigheter med användandet av VR. Framförallt var det mestadels multi-touch skärmen som användes och inga tekniska svårigheter av användarna kunde observeras utöver att de ville kunna arbeta flera samtidigt med skärmen. Att verktyget är lätt att använda gör att alla kan bidra och vågar prova idéer. De ger alla lika förutsättningar att kommunicera kring uppgiften.

De tillgängliga objekten i programmet kan vara en begränsning och det som sätter gränser för innovation och kreativitet, att möblerna satte ramarna för vad som var möjligt att göra i modellen. I denna rapport dras slutsatsen att det krävas bättre förberedelser för gruppen som ska delta på en workshop för att de ska ha mer förståelse och information i form av vad målet med deras uppgift är. Att deras idéer är det som efterfrågas för att förstå behov som finns i en lokal och det i sin tur ökar deras kreativa förmåga med stöttning av ViCoDE-systemet.

Slutligen gör vi antagandet att ViCoDE kan vara ett hjälpmedel för en mer produktiv dialogprocess för att underlätta den komplexitet som finns i att designa byggnaden samt öka kvaliteten av kommunikationen mellan yrkeskategorier i kunskapsöverföringen.

### 6.1 Förbättringsförslag till GF och LF

Att investera i en studio med ViCoDE, där GF eller LF kan bjuda in verksamheten och vara med under förstudien tillsammans med arkitekten och förvaltningen. Planera

och visuellt kunna se byggnadens utformning och med sin expertkunskap bidra till smidiga lösningar. Detta arbete rekommenderas att göras parallellt med en RFP för att komplettera programmet för att få ner allt i ett dokument och minska risken för att missa någon del eller felaktig tolkning.

Delaktighet av arkitekten och förvaltaren är uppskattat av både verksamheten och dem själva. När de ska designa lokalen samt förvalta den i framtiden uppskattas delaktighet i dialogprocessen under förstudien för att få med sig ett helhetskoncept. Ett sätt att visa information som alla har möjlighet att förstå kan göras med hjälp av ViCoDE då den visualiseras verklighetstroget och på flexibla sätt. ViCoDE skulle även kunna användas under en större del av projektfasen, vid exempelvis genomgång av färdigställda ritningar som arkitekten tagit fram för att se över lösningar, undvika misstag och säkerhetsställa att allt kommit med för det gällande projektet på ett lättförståeligt och intressant sätt.

## 7 Förslag till fortsatt forskning

Ur teknisk aspekt till fortsatt forskning är ett förslag att undersöka möjligheten att interaktivt förflytta möbler i höjdled väl inne i VR-miljön för att öka den innovativa möjligheten att designa.

Att skapa mappar för möbelgrupper för att ge testgruppen en mer överblick på de möbler som de är ute efter. Som diskuterat med handledare att skapa en form av katalog för att möta upp testgruppen innan och att de får välja vad de kan tänkas vilja ha och använda under designarbete på workshop.

En annan vidare forskning vore att testa verktyget på andra verksamheter och i andra skeden i byggprocessen för att undersöka ifall det ökar delaktig och förståelse även i andra skeden och vid andra förutsättningar. Gällande skolutformning hade en ytterligare aspekt varit att även elever skulle varit delaktiga i ett referensarbete vid framtagning av nya skollokaler.

## 8 Källförteckning

Ahlström, P. (2008): Strategier och styrsystem för seniorboendemarknaden. Linköpings Universitet, Linköping. (s.48)

Autodesk (2019): Revit. Hämtad från <https://www.autodesk.com/products/revit/overview> 2019-04-15

Autodesk (2019): *DESIGNING AND BUILDING BETTER WITH BIM*. Hämtad från <https://www.autodesk.com/solutions/bim> 2019-04-15

Bause I.M, Brich, I.R, Wesslein, A-K et al (2018): Using technological functions on a multi-touch table and their affordances to counteract biases and foster collaborative problem solving. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, Springer Nature, 2018*, p. 26. DOI: <https://doi-org.proxy.lib.chalmers.se/10.1007/s11412-018-9271-4>

Bennewitz, E. (2019). Branschens utsläpp ökar. *Byggindustri*. Hämtad från <https://byggindustrin.se/artikel/nyhet/branschens-utslapp-okar-27925> 2019-05-25

Brundtland (1987): Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Hämtad från [http://mom.gov.af/Content/files/Brundtland\\_Report.pdf](http://mom.gov.af/Content/files/Brundtland_Report.pdf) 2019-05-25

Rosan Bosch (2019). Hämtad från <https://rosanbosch.dk/en/approach/learning-spaces-need-enable-and-motivate-every-learner> 2019-05-20

Boverket (1994): Boverkets handbok om betongkonstruktioner BBK 94, Band 1, Konstruktion, Boverket, Byggavdelningen, Karlskrona, Sweden, 185 sid.

Boverket (2018). Hållbart byggande med minskad klimatpåverkan. Hämtad från <https://www.boverket.se/sv/byggande/uppdrag/klimatpaverkan-i-byggprocessen/> 2019-05-25

Churchill E.F. & Snowdon, D. (1998). Collaborative virtual environments: An introductory review of issues and systems. *Virtual Reality. Volume 3*, Issue 1, pp 3–15. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01409793>

Ekvall, M. (1998): *Retoriken I praktiken*. Göteborg: Utbildningsstaden

Facebook Technologies (2018). Oculus Go. Hämtad från: <https://www.oculus.com/go/> 2019-04-30

Fangen K. (2005): *Deltagande observation*. Malmö: Liber AB.

Foss, N.J. (1996): Knowledge-based approaches to the theory of the firm: Some critical comments. *Organ. Sci.*, 7 (5), pp. 470–476

Forslund M. (2013): *ORGANISERING OCH LEDNING*. (2. Uppl.). Stockholm: Liber AB.

Grundskoleförvaltningen. (2019): *Grundskoleförvaltningens verksamheter*. Hämtad från [https://goteborg.se/wps/portal/start/kommun-o-politik/kommunens-organisation/forvaltningar/forvaltningar/grundskoleforvaltningen/grundskoleforvaltningens-verksamheter!/ut/p/z1/04\\_Sj9CPyKssy0xPLMnMz0vMAfIjo8ziTYzcDQy9TAy93S28TAwCTYwMvJ0DLI2d3Qz0wwkpiAJKG-AAjgb6BbmhigAC\\_e5q/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/](https://goteborg.se/wps/portal/start/kommun-o-politik/kommunens-organisation/forvaltningar/forvaltningar/grundskoleforvaltningen/grundskoleforvaltningens-verksamheter!/ut/p/z1/04_Sj9CPyKssy0xPLMnMz0vMAfIjo8ziTYzcDQy9TAy93S28TAwCTYwMvJ0DLI2d3Qz0wwkpiAJKG-AAjgb6BbmhigAC_e5q/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/) 2019-02-20

Ho, S-P., Tserng H-P., & Jan, S-H. (2013). Enhancing Knowledge Sharing Management Using BIM Technology in Construction, *The Scientific World Journal*, vol. 2013, Article ID 170498, 10 pages. DOI: <https://doi-org.proxy.lib.chalmers.se/10.1155/2013/170498>.

Hom, E. J. (2014): *What is STEM Education?* Live Science. Hämtad från <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html> 2019-03-10

Hu, W. & He, X. (2014). An Innovative Time-Cost-Quality Tradeoff Modeling of Building Construction Project Based on Resource Allocation, *The Scientific World Journal*, vol. 2014, Article ID 673248, 10 pages. DOI: <https://doi-org.proxy.lib.chalmers.se/10.1155/2014/673248>.

Kazaz A. & Ulubeyli, S. (2016). Construction Materials-based Methodology for Time-Cost-quality Trade-off Problems. *Procedia Engineering*, vol. 164, nr. 30, 2016, sid. 35–41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.589>

Krygiel, E. & Nies, B. (2008): *Green BIM : Successful Sustainable Design with Building Information Modeling*. Hämtad från: <https://library-books24x7-com.proxy.lib.chalmers.se/assetviewer.aspx?bookid=25185&chunkid=1&rowid=2> 2019-04-19

Kvale, S. & Brinkmann, S. (2014): *Den kvalitativa forskningsintervjun*. Lund: Studentlitteratur AB.

Lokalförvaltningen. (2019). *Lokalförvaltningen bygger*. Hämtad från: [https://goteborg.se/wps/portal/start/kommun-o-politik/kommunens-organisation/forvaltningar/forvaltningar/lokalforvaltningen/vara-verksamheter/byggande!/ut/p/z1/04\\_Sj9CPyKssy0xPLMnMz0vMAfIjo8ziTYzcDQy9TAy9LfwN3QwcTZ39vAKCTI0dTQ31wwkpiAJKG-AAjgb6BbmhigD2lyjL/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/](https://goteborg.se/wps/portal/start/kommun-o-politik/kommunens-organisation/forvaltningar/forvaltningar/lokalforvaltningen/vara-verksamheter/byggande!/ut/p/z1/04_Sj9CPyKssy0xPLMnMz0vMAfIjo8ziTYzcDQy9TAy9LfwN3QwcTZ39vAKCTI0dTQ31wwkpiAJKG-AAjgb6BbmhigD2lyjL/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/) 2019-05-02

Lindahl, G., Ryd, N. (2007): Clients' goals and the construction project management process. *Facilities*, Vol. 25. Issue: 3/4, pp.147- 156. DOI: <https://doi.org/10.1108/02632770710729737>

Lunds universitet (2019): *Forskningsetik. Informerat samtycke*. Hämtad från <https://www.forskningsetik.lu.se/forskningsetisk-information/informerat-samtycke> 2019-05-24

Marzouk M., Abdelkader E.M., Al-Gahtani K. (2017) Building information modeling-based model for calculating direct and indirect emissions in construction projects. *Journal of Cleaner Production*, vol. 152, 2017, sid. 351-363. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.138>.

Nilsson, B. (1996): *Socialpsykologi*, Lund: Studentlitteratur AB

Patel, R. & Davidson, B. (2011): *Forskningsmetodikens grunder; Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Lund: Studentlitteratur AB.

Portman M.E., Natapov, A., och Fisher-Gewirtzman, D. (2015). To go where no man has gone before: Virtual reality in architecture, landscape architecture and environmental planning. *Computers, Environment and Urban Systems*. Vol.54, 2015, sid. 376-384. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.05.001>

Reich, B.H., Gemino, A., och Sauer C. (2013). How knowledge management impacts performance in projects: An empirical study. *Int. J. Proj. Manag.*, vol.32 (4) (2014), pp. 590-602. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.09.004>

Roupé, M. (2013). Development and Implementations of Virtual Reality for Decision-making in Urban Planning and Building Design. *Department of Civil and Environmental Engineering*. Chalmers Tekniska Högskola. Gothenburg, Sweden.

Roupé, M., Johansson, M., Maftai, L., Lundstedt, R., Viklund-Tallgren, M. (2019). Seamless Integration of Multi-touch Table and Immersive VR for Collaborative Design. In: Mutis I., Hartmann T. (eds) *Advances in Informatics and Computing in Civil and Construction Engineering*. Springer, Cham. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-00220-6\\_32](https://doi.org/10.1007/978-3-030-00220-6_32)

Ryd, N. (2017). TIDIGA SKEDEN, I planering, bygg och förvaltning. AB Svensk Byggtjänst och författarna. Hässleholm, Sverige.

Senescu, R. R., Aranda-Mena, G., och Haymaker, J. R. (2013). Relationships between Project Complexity and Communication. *Journal of Management in Engineering*, 29(2), 183–197. DOI: [https://doi-org.proxy.lib.chalmers.se/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000121](https://doi-org.proxy.lib.chalmers.se/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000121)

Snowdon, D., Churchill, E., och Munro, A.J. (2001). Collaborative Virtual Environments: Digital Spaces and Places for CSCW: An Introduction. DOI: [10.1007/978-1-4471-0685-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0685-2_1)

SFS 2018:1368, Skollag (2010:800). Utbildningsdepartementet. Hämtad från: [http://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/skollag-2010800\\_sfs-2010-800](http://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/skollag-2010800_sfs-2010-800)



Steinicke F. (2016) Scientific, Technological, and Social Challenges. In: Being Really Virtual. *Springer*, Cham. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-43078-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-43078-2_4)

Unity Technologies. (2019). *Leading the XR Revolution*. Hämtad från <https://unity3d.com/unity/features/multiplatform/vr-ar>

Austin, D. (2006). *How Google finds your needle in the web's haystack. Feature column: Monthly essays on mathematical topics*. Hämtad från <http://www.ams.org/publicoutreach/feature-column/fcarc-pagerank> 2019-04-10

Vive (2011-2019). SURREAL. SO REAL. Hämtad från <https://www.vive.com/us/product/vive-virtual-reality-system/> 2019-05-01

Whyte, J. & Nikolic', D. (2018): *Virtual Reality and the Built Environment*. Second edition. Routledge, New York

Yabuki N. (2011) Impact of Collaborative Virtual Environments on Design Process. In: Wang X., Tsai J.JH. (eds) *Collaborative Design in Virtual Environments. Intelligent Systems, Control and Automation: Science and Engineering, vol 48*. Springer, Dordrecht

Zaker, R. & Coloma, E. Vis. in Eng. (2018). Virtual reality-integrated workflow in BIM-enabled projects collaboration and design review: a case study. *Springer International Publishing*, Jan 1, 2018. DOI: <https://doi-org.proxy.lib.chalmers.se/10.1186/s40327-018-0065-6>

## 9 Bilagor

### 9.1 Bilaga 1 - Intervjufrågor under fältstudie

Frågeställningar som användes under intervjun:

- Bra/Dåligt med lokalen?
- Har läraren överblick i lokalen?
- Hur är det att hålla i demonstrationer under lektionen?
- Ändringar som skulle underlätta lärandet?
- Trivs ni i miljön? Känslan att arbeta där.
- Dragskåp, är det nödvändigt?
- Förvaringsmöjligheter?
- Några önskemål som skulle göra lokalen optimal?
- Digitala verktyg?
- Undervisas naturvetenskap i hel- eller halvklass?

## **9.2 Bilaga 2 - Intervjufrågor efter workshop**

### **9.2.1 Bakgrund**

- Vad innebär ditt arbete som Utvecklingsledare?
- Hur länge har du jobbat på LF?
- När kommer du in i ett projekt?
- Vad för metod har ni använt innan?
- Vad är den tidiga processen?

### **9.2.2 Frågor om workshop**

- Hur var din upplevelse om workshopen?
- Vad var bra med tekniken?
- Vad va bra med upplägget?
- Vad var mindre bra med tekniken?
- Vad var mindre bra med upplägget?
- Tips på förändring/förbättring?

### **9.2.3 Implementering av verktyg i nuvarande process**

- När anser du att denna metod, workshop, skall äga rum under ett projekt att bygga en skola?
- Ersätter workshopen ett moment under byggprocessen av skolor, eller är det ett komplement?
- Hur upplevde du resultatet av workshopen?
- Kommer åsikter och framtagande av lösningar komma att tas till hänsyn i framtida projekt?

### **9.3 Bilaga 3 – Kvantitativa frågor på mentimeter**

- Vad var bra med tekniken?
- Vad var mindre bra med tekniken?
- Vad kan vi förbättra?