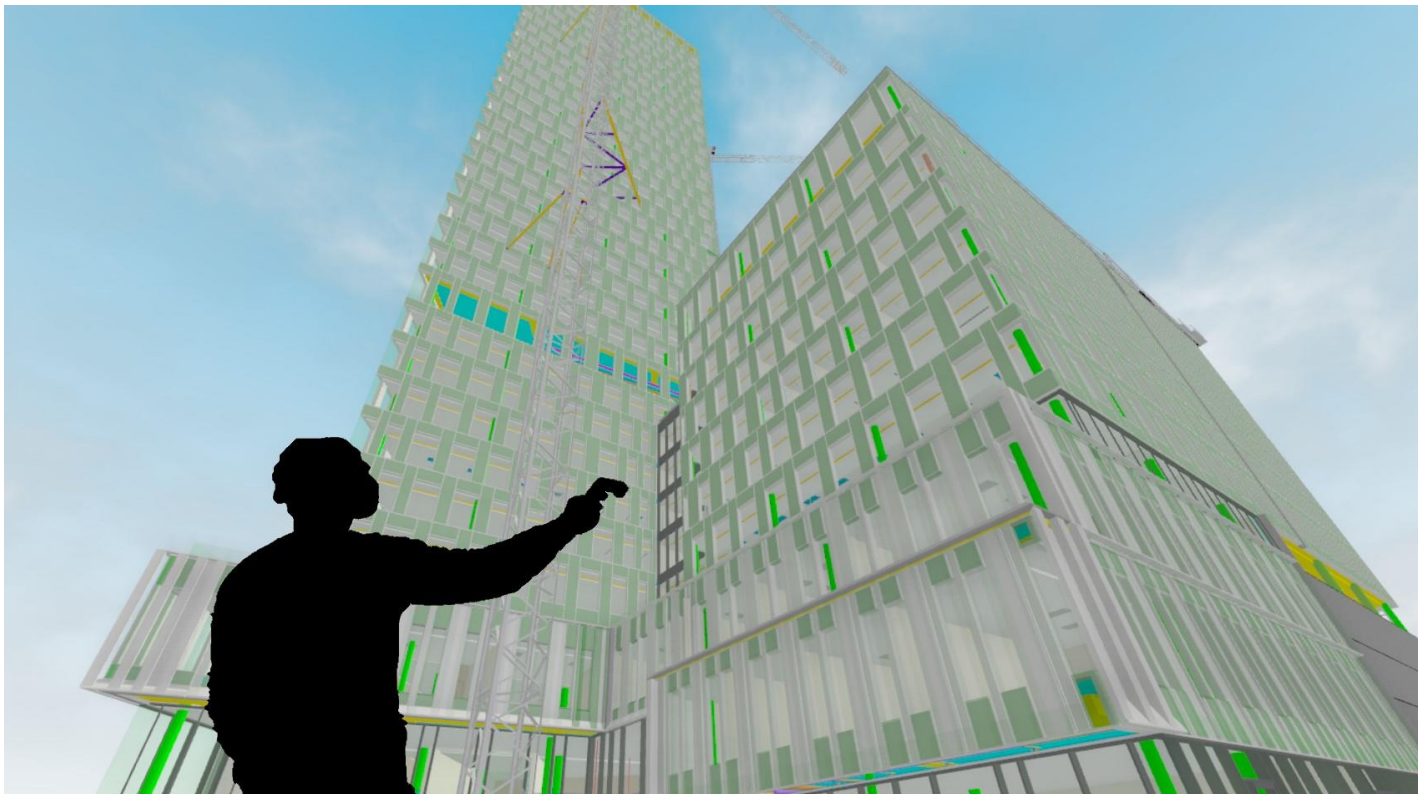




CHALMERS



BIM och digitala verktyg

Kan VR och andra digitala verktyg underlätta byggprocessen?

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Erik Gunnarsson

Johan Gynnemo

BIM och digitala verktyg

Kan VR och andra digitala verktyg underlätta byggprocessen?

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Erik Gunnarsson, Johan Gynnemo

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2019

BIM och digitala verktyg
Kan VR och andra digitala verktyg underlätta byggprocessen?
Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik
Erik Gunnarsson, Johan Gynnemo

© ERIK GUNNARSSON, JOHAN GYNNEMO, 2019

Examensarbete ACEx20-19-37
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:
Skanska IFC-modell över Citygate (Skanska, 2019)

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Göteborg 2019

BIM och digitala verktyg

Kan VR och andra digitala verktyg underlätta byggprocessen?

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Erik Gunnarsson, Johan Gynnemo

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction management

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Examensarbetet utreder hur BIM kan appliceras mer in i byggbranschen och hur fler digitala hjälpmedel kan användas för att underlätta byggprocessen. Själva syftet med rapporten är att få svar på vad produktionen och projekteringen anser om att få in mer BIM i byggprocessen och om det skulle kunna underlätta deras vardag. Även hur de framtida yrkesarbetarna utbildas inom digitala verktyg och BIM samt vad de har för åsikter om att använda det i sitt framtida arbetsliv. I samarbete med Skanska har frågeställningen angående om hur APD-planer och kundanpassning kan göras med hjälp av digitala verktyg tagits fram. Sedan se hur attityden till denna metod är samt se om VR-system kan underlätta förståelsen och känslan för dessa användningsområden men även rent generellt. Utöver den frågeställningen så behandlar rapporten frågeställningen om hur gymnasieeleverna inom bygg och anläggningsprogrammet utbildas inom BIM och hur viljan är kring att lära sig mer inom detta och att kunna få använda detta i deras framtida arbetsliv. Litteraturstudier och olika typer av undervisningar angående de dataprogram som kommer nämnas ligger till grund för förstudien. Enkätundersökningar och demonstrationer om användningen av digitala verktyg ligger till grunden för resultatet som sedan ger svaren på de frågeställningar som gjorts. Slutsatsen och diskussionen är kopplingar och bedömningar av skribenterna i examensarbetet men de bygger på de resultat som gavs vid enkätundersökningarna. Resultatet visade att eleverna vill lära sig mer om BIM och många ser detta som ett bra komplement till ritningarna för att bygga förståelse hur den färdiga byggnaden kommer se ut. Med BIM kände de att de kunde planera sitt arbete lättare. De nuvarande arbetarna ansåg att digitala hjälpmedel kommer kunna hjälpa till under möten som berör projektering och produktion och att dessa verktyg skulle vara ett gott komplement för förståelsen under dessa möten. De ansåg även att det kan underlätta arbetet med APD-planer och kundanpassning samt att få en större förståelse för hela bygget.

Nyckelord: VR (virtual reality), BIM, Digitala verktyg, underlätta, kundanpassning, gymnasieelever och APD-planer.

BIM and digital tools

Can VR and other digital aids facilitate the building process?

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

Erik Gunnarsson, Johan Gynnemo

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

ABSTRACT

The Diploma Thesis investigates how BIM can be applied more into the construction industry and how more digital aids can be used to facilitate the construction process. The purpose of the report is to get answers to how the production and the project planning likes to get more BIM into the entire construction process. Also, how the future craftsman is taught about digital tools and BIM and what they think about being able to use it in their future work life. In collaboration with Skanska, the question that this report will handle is how APD-plans and customer customization can be done with the help of digital tools. Then see how the attitude to this method is and see if VR systems can facilitate the understanding and feeling for these uses but also a general opinion about the system. In addition to this issue, the report deals with the issue of how high school students in the building and construction program are taught within BIM and how the will is to learn more about this and be able to use this in their future working life. Literature studies and various types of teaching regarding the computer programs that will be mentioned are the basis for the preliminary study. Surveys and demonstration stations on the use of digital tools are the basis for the results, which then becomes the answers to the questions that stands above. The conclusion and the discussion are links and assessments of the writers in the thesis work, but they are based on the results that were given during the questionnaires. The result showed that the students are eager to learn more about BIM and many of the students see this as a good complement to the blueprints and to get a better understanding of the building and they could see this as a part of their future work. Current workers considered that digital aids will be able to help during meetings that involve project planning and production and that these tools would be a good complement to the understanding during these meetings. They also felt that it could facilitate the work with workplace disposition plans and customer customization, and to gain a greater understanding of the whole building.

Key words: VR (virtual reality), BIM, digital aids, facilitate, customization, students, workplace disposition plan

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	VI
BETECKNINGAR OCH ORDFÖRKLARING	VII
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Genomförande	1
1.4 Avgränsningar	2
2 BIM- BUILDING INFORMATION MODELLING	3
2.1 Vad är BIM?	3
2.2 Förhållningssätt till BIM	3
2.3 BIM i projekteringen	4
2.4 BIM i produktionen	4
2.5 BIM-manual	4
2.6 APD-plan	5
2.7 Level of Development-LOD	6
2.8 Visualisering och skapande av BIM	7
2.9 Modellbaserade leveranser	8
3 METOD	9
3.1 Val av metod	9
4 FÖRSTUDIE	10
4.1 Projekt som sammankopplar BIM i produktionen	10
4.2 Programvaror	10
4.2.1 Unity	10
4.2.2 BIMxplorer	11
4.2.3 Revit	12
4.2.4 BIM360	12
4.2.5 Bluebeam	12
4.2.6 Solibri	12
4.2.7 Problematik med dataprogrammen	13
4.3 Digital ledare	13
CHALMERS, Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, Examensarbete ACEX20-19-37	III

4.4	Förberedelser från gymnasiet	14
4.4.1	Bräckegymnasiet	14
4.4.2	Skolverket och skolans utformning	14
4.5	Vårt projekt - Citygate	14
4.5.1	Projektering av Citygate	15
4.5.2	Kundanpassning av Citygate	16
4.5.3	APD-planer av Citygate	18
4.5.4	Hela Citygate i VR	19
4.6	Produktionens användning av digitala hjälpmedel	20
5	SAMMANFATTNING AV FÖRSTUDIEN	21
5.1	Programvaror	21
5.2	Skolans utformning	21
5.3	Citygate	21
6	DEMONSTRATION OCH ENKÄTUNDERSÖKNING	23
6.1	Demonstration med gymnasieelever	23
6.2	Demonstration med inblandade i projektet	24
6.3	Demonstration hos Qreo	24
7	RESULTAT	25
7.1	Från gymnasiet	25
7.2	Skanska respons på mera digitala hjälpmedel	26
7.3	Qreos respons på BIMxplorer	28
7.4	Utvecklingsmöjligheter	29
8	DISKUSSION	30
8.1	Gymnasiala kunskaper	30
8.2	Samarbetsförmågan	30
8.3	BIMxplorer, Skapandet av APD-planer och kundanpassning	32
8.4	Utvecklingsmöjligheter	32
9	SLUTSATS	34
9.1	Underlättar VR-tekniken för att få större förståelse för bygget och ses den som positiv?	34
9.2	Vad vet de blivande yrkesarbetare om BIM och hur ser de på VR-system och andra digitala hjälpmedel?	34
9.3	Vad krävs för att användningen av digitala hjälpmedel ska öka och är detta vad branschen vill?	34
9.4	Summering	35

Förord

Vi vill tacka Skanska och alla som svarat på enkäterna för deras intresse och hjälp i detta examensarbete.

Sedan vill vi tacka Bräcke gymnasiet och dess elever som tog sig tiden att låta oss presentera våra idéer och låta oss demonstrera de digitala verktygen. Vi vill även tacka Qreo.

Ett extra stort tack vill vi skänka till Mattias Roupé och Mikael Johansson som hjälpt oss komma i kontakt med Skanska och bollat idéer och bidragit med material för examensarbetet. På Skanska vill vi ge ett stort tack till Jimmy Hemmingson som varit vår kontaktperson och handledare och även Henrik Ljungberg som kommit med utvecklingsidéer. Till sist vill vi tacka Petter Hjertén som var vår kontaktperson på Bräcke gymnasiet.

Göteborg Maj 2019

Erik Gunnarsson, Johan Gynnemo

Beteckningar och ordförklaring

APD-plan	<i>Arbetsdispositions-plan.</i>
BEAst	<i>Byggbranschens Elektroniska Affärsstandard</i> , ett nätverk för att utveckla branschens elektroniska affärer.
Bluebeam	Ett program för att hantera pdf-filer.
BIM	<i>Building Information Modeling / Byggnadsinformationsmodellering.</i>
BIM360	En plattform för att hantera ritningar
CAD	<i>Computer Aided Design.</i>
Digitala hjälpmedel och verktyg	Verktyg som surfplattor, mobiler datorer, pekskärmar och program.
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i> , Ett öppet filformat för modelleringsprogram.
LOD	<i>Level of Development.</i>
VR	<i>Virtual reality / Virtuellt verklighet</i> , datorteknik som simulerar en miljö som vi kan uppleva.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

BIM (building information model) definieras som en modell av ett projekt där information kan ges till olika tredimensionella objekt. Exempelvis att objekten känner till varandra, har för material eller de fysikaliska egenskaperna på objektet. Denna informationen kan användas från projekteringen till förvaltning. I byggbranschen pratas det om att kunna använda denna informationen i produktionen för att både få tydliga lösningar och för att spara tid i projekteringen. Att få en modell digitalt underlättar också med att hålla koll på vilken handling som är den aktuella handlingen.

I takt med att de digitala hjälpmedlen blir billigare och enklare att använda finns det stor potential att med hjälp av dessa hjälpmedel öka samarbetet och få en diskussion där alla inblandade kan se och förstå problemen.

Byggbranschen har haft svårt att ta till sig nya metoder och arbetssätt till skillnad från industrin där implementeringen av digitala hjälpmedel har skett i högre grad (Lundgren, 2016).

1.2 Syfte

Målet med denna studien är att undersöka vilka fördelar och nackdelar som det kan medföra med att använda en BIM-modell och digitala verktyg som ersättning eller komplement till de traditionella arbetsmetoderna. Vi kommer även att undersöka om denna övergången mot att använda mer digitalhjälpmedel är något gymnasieskolorna är intresserade av att påbörja eller om övergången till digitala hjälpmedel redan har skett i gymnasiet. Dessutom se hur attityden till att använda mer digitala verktyg för att planera och genomföra byggprojekt.

1.3 Genomförande

Studien startas med en litteraturstudie om BIM, för att skapa en förståelse för komplexiteten kring området. När litteraturstudien genomförts började vi med en undersökning med ansvariga personer för Bygg- och Anläggningsprogram på gymnasienivå för att undersöka om BIM är något som eleverna har börjat förbereda sig för. Utöver det så görs en undersökning med en gymnasieklass, vilken attityd de har kring att få in mer digitala hjälpmedel i sitt framtida arbetsliv. Vi kommer också göra en demonstration och sedan en enkätstudie med de personerna som kommer använda BIM och digitala verktyg i sitt dagliga arbete för att se hur inställningen till ett ökat användande av dessa hjälpmedel är. Underlaget för denna rapport utgår från följande frågeställning.

- Underlättar VR-tekniken för att få större förståelse för bygget och ses den som positiv?
- Vad vet de blivande yrkesarbetare om BIM och hur ser de på VR-system och andra digitala hjälpmedel?
- Vad krävs för att användningen av digitala hjälpmedel ska öka och är detta vad branschen vill?

1.4 Avgränsningar

Detta examensarbetet kommer inte behandla alla olika användningsområden som BIM omfattar, så som mängdning eller kalkyl, inte heller ta hänsyn till de juridiska aspekterna i byggbranschen.

2 BIM- Building information modelling

Detta kapitel omfattar BIM, dess historik, användningsområden, hur det används idag samt andra tillämpningar som görs med BIM eller kan göras.

2.1 Vad är BIM?

BIM-Building information modelling är det fulla namnet, detta begrepp används framförallt i byggbranschens projekteringsskede (Jongeling, 2008). Detta används för att lagra och skapa information i ett byggprojekt. Dessa 3D-ritningar innehåller olika typer av information i varje beståndsdel som kan hjälpa till med att ha koll på mängdning, placering, fysikaliska egenskaper och mycket mer. Ändras en del i BIM-filen, så som en beståndsdel i väggen, så ändras det i hela BIM-filen då allt är länkat.

BIM började användas redan 1963 när Ivan Sutherland utvecklade ett program som liknar dagens CAD (computer-aided design). År 1974 utvecklades detta program av Charles Eastman, han menade att 3D projekteringen kommer kunna hjälpa till i projekteringsskedet. Med tidens gång och den datoriserade världen blev en verklighet utvecklades CAD och BIM till att bli ett standardverktyg för många projektörer inom byggindustrin (Issit, 2018).

BIM innefattar inte enbart 3D-modeller utan det finns fler lager av informationsuppbyggnad som kan göras, så som 4D, 5D och 6D. 3D BIM är som förklarat ovan, en modell över ett visst projekt med information i varje beståndsdel. 4D BIM är när tidsaspekter och planeringsrapporter för själva byggandet inkluderas i modellen där planer för arbetes utförande kan visas. I 5D BIM så inkluderas båda dessa parametrar i 3D såväl som i 4D men här inkluderas de ekonomiska kostnaderna och hur dessa ändras beroende på hur arbetet ändras i både tid och materialaspekter. 6D BIM inkluderar även förvaltningstiden på huset där en plan kan göras för att se hur förvaltningen bör ske (Mills, 2016).

2.2 Förhållningssätt till BIM

Användningen av BIM och digitala hjälpmedel har varierad utsträckning i dagens samhälle. När det gäller vad som är giltiga bygghandlingar är det fortfarande 2D-ritningar som är den dominerade bygghandlingarna. Detta trots de flesta projektörer projekterar i modellbaserade program (Jongeling, 2008).

Dagens bygghandlingar är pappersritningar, det vill säga 2D-ritningar. Dessa är informationsbärare och ses som original. Används modellen från projekteringen så får de användas på egen risk, medan i ett modellbaserat projekt är modellen originalet och det går att skriva ut ritningar från modellen (Striebeck, 2015). Dock får utskrivna ritningar från denna modell göras men då på egen risk.

2.3 BIM i projekteringen

I projekteringen används BIM i stor utsträckning på ett eller annat sätt. På vilken nivå varje företag använder BIM är dock extremt olika. Detta beror mycket på att det är i grund och botten beställaren som har sista ordet i vad för typ av bygghandlingar som ska gälla för projektet (Granroth, 2011). Då de moderna BIM-modellerna är relativt nytt blir det ofta så att modellerna görs om till traditionella 2D-ritningar där information om de olika beståndsdelarna redovisas separat. Vissa snitt, exempelvis på väggar, görs med all information men ger dock inte all information på hela sträckan av väggen. Detta kan leda till vissa problem vid montage av väggen. I BIM-modellerna kan även fysiska krokar hittas mellan de olika disciplinerna vilket då går att åtgärda innan byggskedet börjar. Dock kan byggbarheten vara svår att kontrollera i en modell eftersom det är svårt att få perspektiv hur stor arbetsytan är för den som ska utföra arbetet. Detta kan lösas med hjälp av stöd av VR-teknik eller insättning av regler i programmet exempelvis Solibri modellchecker.

2.4 BIM i produktionen

BIM i produktionen används till skillnad från projekteringen i väldigt liten utsträckning (Granroth, 2011). De som använder BIM inom produktionen är tjänstemännen, de har hand om beställningar och kalkyl för att kunna planera projektets utförande och ekonomiska avkastning. Eftersom det sällan är så att modellen är en giltig bygghandling så har tjänstemännen fri tillgång att ändra på modellen som de själva önskar. Ändringar sker då på egen risk. Just av denna anledning så skiljer sig användandet åt mellan varje arbetsplats.

Information i modellen kan göra att arbetsledarna slipper problem under produktionen och ger även en större överblick i alla olika delar av byggnadsprojektet (Granroth, 2011). Till exempel kan kollisioner som inträffar lösas innan det väl byggs och även få koll på hur samordningen mellan konstruktion och ventilation ska se ut. Vid eventuella problem som ändå uppkommer i produktion kan modellen studeras i exempelvis VR eller på en surfplatta för att direkt se vad som är skillnaden mellan modellen jämfört med det som har byggts.

En annan användning som kan göras i produktionen med hjälp av modellen är att mänga material så att beställaren beställer in rätt mängd av material vid rätt tidpunkt. Användningen av denna funktion skiljer sig dock åt från arbetsplats till arbetsplats på grund av kunskapsnivån hos entreprenören.

2.5 BIM-manual

I de projekt där BIM används sätter beställaren ofta krav på hur modellen skall kodas, detta gör beställaren genom en BIM-manual. Denna manual infattar hur BIM-modellen ska användas och hur modellen ska hanteras ute på arbetsplats. Den styr organisation, leveransformat och vilka objektgenskaper som är relevanta för bygget (BIMalliancen, 2014). En BIM-manual kan ha många olika

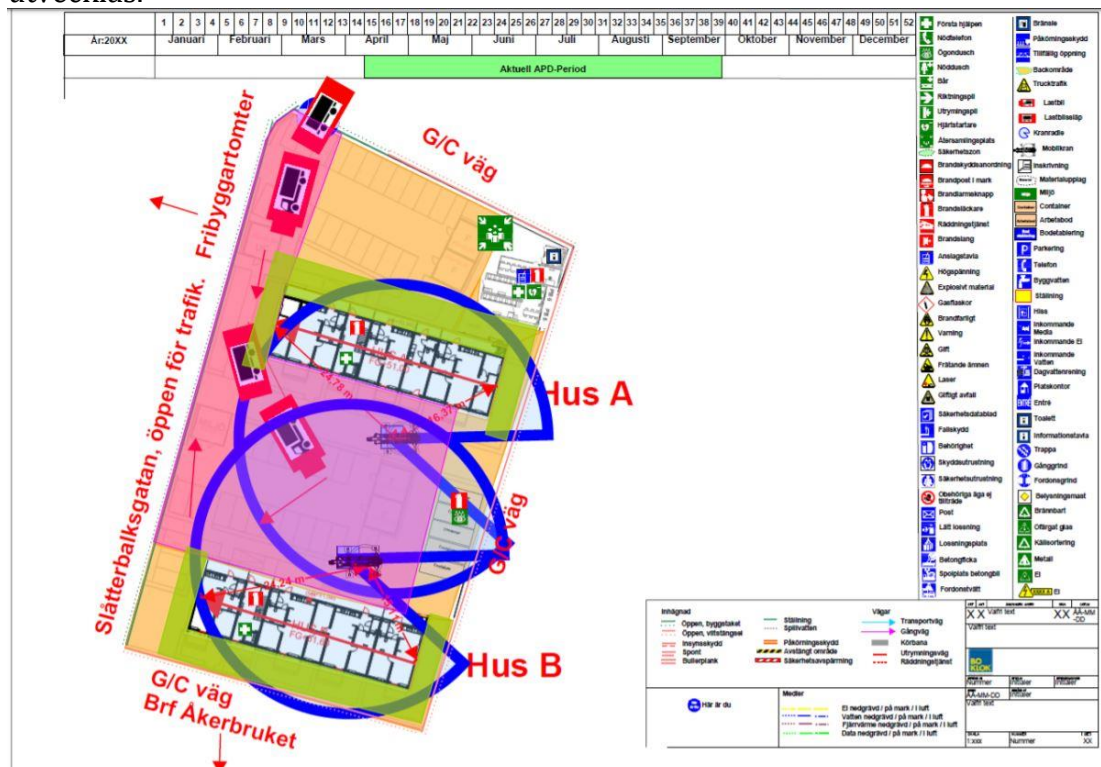
namn, men i grunden så är en manual för att styra upp de relevanta bitarna för byggets BIM tillämpning.

2.6 APD-plan

APD-plan, arbetsplatsdispositionsplan, är en plan eller karta över det området som skall bebyggas. Den är framtagen för att planera arbetsplatsens utformning under projektets gång. Olika objekt som lyftkranar, containrar, toaletter, lastbilar med mera beroende på vad som skall finnas på den arbetsplatsen placeras in på APD-planen för att få en överblick av arbetsplatsen (Arbetsmiljöverket, 2015). En annan tanke med APD-planen är att få in säkerhetstänk på arbetsplatsen. Byggbranschen har många direkt farliga moment i produktionen är det viktigt att lastplatser markeras in tydligt såväl som att förstahjälpen kit och brandsläckare alltid finns nära till hands.

BIM användningen av APD-planer är inte något som finns i stor utsträckning (APD-Plan Arbetsplatsdispositionsplan, 2019). Dock finns det programvaror som kan koppla information till de ovannämnda objekten så en BIM-plan över arbetsplatsen kan göras. En APD-plan kan även göras i 4D. Detta är då tänkt att den utvecklas med tiden för att få koll på hur arbetsplatsens utseende ändras under tidens gång.

Det traditionella sättet att skapa en APD-plan är att använda sig av exempelvis Bluebeam (Guldbrand & Thomasson, 2018). Där skapas en 2D-version av arbetsplatsen för att visa var material och containrar etcetera ska befinna sig på arbetsplatsen. Detta för att arbetet ska flyta på så smidigt som möjligt. Problemet med 2D-ritningarna är att de måste konstant uppdateras efterhand som projektet utvecklas.



Figur 1: Traditionell APD-plan (Guldbrand & Thomasson, 2018)

APD-planer kan även göras i 3D och 4D (Stand & Svantesson, 2013). Tanken med en sådan plan är att öka förståelsen ytterligare över arbetsplatsen. En sådan plan kan skapas med hjälp av programvaran SketchUp. 4D är tidsaspekten på arbetsplatsen, den tas i åtanke så att en kontinuerlig uppdatering av arbetsplatsen sker automatiskt. Detta för att se hur arbetsplatsen bör se ut vid en viss vecka för att öka säkerheten och produktiviteten.



Figur 2: Bild över en APD-plan i 3D (Guldbrand & Thomasson, 2018).

2.7 Level of Development-LOD

Med LOD innebär det hur hög detaljnivån är på objekt i modellen. Det finns sex olika LOD nivåer. Dessa är LOD 100, 200, 300, 350, 400 samt 500. Skillnaden mellan dessa är att ju högre siffra desto högre detaljrikedom på objektet (SRINSOFT, 2019).

LOD100-Concept design;

Innefattar enbart area, volym, höjd och placering av objektet och inga detaljer om utseende.

LOD200-Schematic design;

Har med sig mer detaljrikedom än LOD 100 och dessutom så kan viss information om objektet läggas till.

LOD300-Detailed design;

Former och mer precisa ritningar kring utseende kommer till här.

LOD350-Construction documentation;

Innehåller allt de ovan nämnda gör men innehåller även hur elementet interagerar med andra objekt samt att grafiska och skriva definitioner på objektet görs.

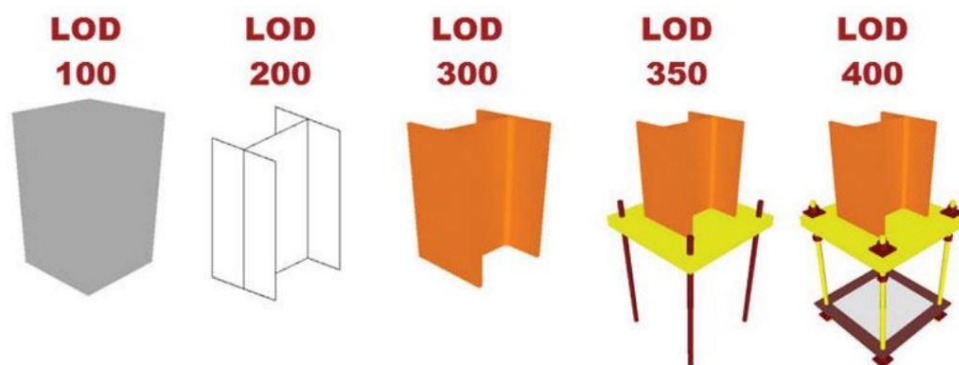
LOD400-Fabrication and assembly;

Innefattar dessutom detaljerad information och vid exempelvis en vägg så är varje element i väggen definierad med information och har information om volym, höjd och former för vare beståndsdel.

LOD500- As built;

Allt i LOD400 ingår även här, sedan så finns information kring hur underhåll för element bör ske. (SRINSOFT, 2019)

I figur 3 så ges det en tydligare bild över hur LOD skiljer sig mellan de sex olika typerna.



Figur 3: Visar skillnad mellan olika LOD- nivåerna för en stålpelare (BIMforum, 2015).

2.8 Visualisering och skapande av BIM

BIM, som tidigare har nämnt, används i projekteringen. När projekteringsarbetet utförs används digitala programvaror för att kunna koppla information mellan objekt och discipliner (Nordell, 2017). Vid granskning av detta arbete kan problem upptäckas och hanteras på olika sätt. Det särskilt vanligaste sättet idag är fortfarande att se det som en 3D-modell i datorn och snurra runt på modellen men också eventuellt göra vissa kollisionstester. Det går även att jobba med de digitala verktygen på pekskärmar och granska resultaten i VR-miljö.

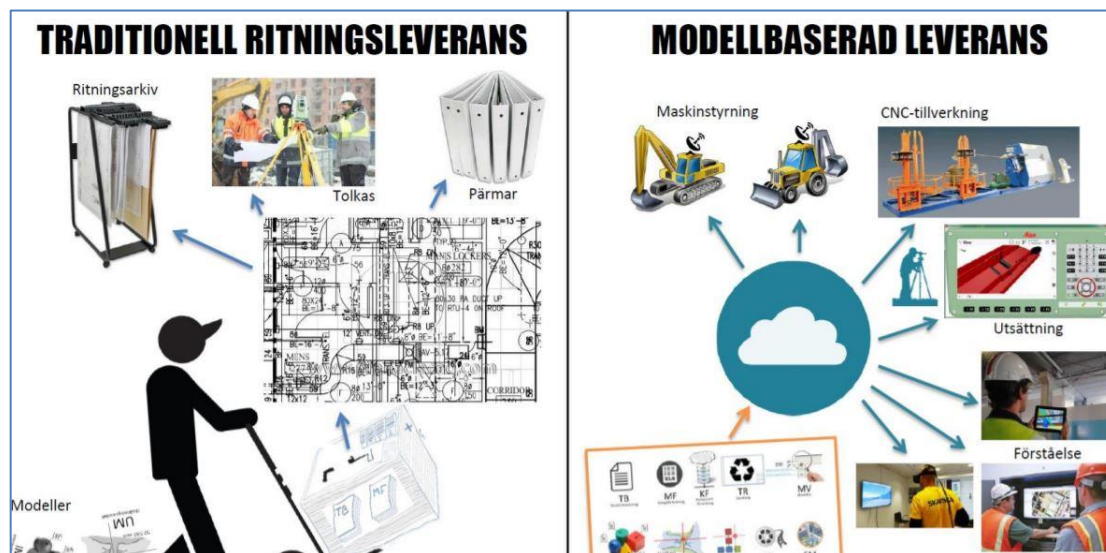
Tanken med VR-teknologin är att skapa ett enklare samarbete samt få en bredare uppfattning av hur saker ska se ut och hur miljön kan bli vid vissa korrigeringar av byggnationen. Dessutom att få en godare uppfattning av byggnaden så att kunden som ska köpa eller hyra in sig i den färdiga byggnaden kan få en känsla av sitt nya kontor eller bostad (Smarthousing, 2018).

Med pekplattor kan samarbete ske på så sätt att många jobbar med samma vy av bygget samtidigt. Detta kan vara smidigt när det kommer till skapandet av exempelvis APD-planer (Roupe & Johansson, 2019).

2.9 Modellbaserade leveranser

Att använda BIM gör att leveransmetoden av information måste ändras för att få en tydlig uppfattning om vilken information som uppdateras (Stribeck, 2015). Några av problemen som Stribeck tar upp med traditionella handlingar och leveranserna av dessa är att det inte finns en självklar informationsguide var den nya informationen finns. Ett annat problem är att det krävs 20 gånger fler traditionella handlingar än modellbaserade handlingar för att förmedla samma information.

Vidare menar Stribeck även att det finns fördelar med att få digitala leveranser då denna åskådliggör informationen på ett enkelt sätt, genom att en informationsguide hänvisar vart informationen finns tillgänglig.



Figur 4: Illustration av traditionell- respektive modellbaserad leverans (Stribeck, 2015).

Ett projekt som har provat på denna typ av leverans är projektet Rörforsbron. Där genomfördes hela bygget med hjälp av modellbaserat underlag. Nackdelen med denna typ av leverans var att en konstruktör alltid var tvungen att vara på plats och göra produktionsanpassade vyer (Göteborg & Olsson, 2016).

3 Metod

Detta kapitel avser att berätta hur valet av metod gjorts och beskriver hur arbetet frågeställning kunnat besvaras.

3.1 Val av metod

Metoden som arbetet bygger på är litteraturstudie för att få en större förståelse för BIM. Detta för att ge en bredare kunskap till skribenterna så väl som läsare av detta arbete. Sedan har skribenterna fått mycket information genom skolgången så att vissa delar av rapporten är baserad på egen kunskap. Utöver litteraturstudien och den egna kunskapen så har demonstrationer av BIM och VR för byggarbetare, tjänstemän och skolelever gjorts. Projekten som visades och demonstrerades inför skolundersökningen för eleverna var ett affärs och lägenhetshus. För Skanska så monterades det hur en eventuell lösning på hur mera digitala hjälpmedel skulle kunna användas när det kommer till kundanpassning och APD-planer. Under demonstrationerna så har representanter från skolan och anställda på Skanska fått svara på enkäter som grund till resultatet till detta arbete. Det projekt där Skanska fick prova på att använda denna typ av digitala hjälpmedel var av projektet Citygate.

Dessutom gjordes en mindre demonstration hos Qreo under ett möte inför produktionsstart, där arbetarna sedan fick berätta muntligt vad de ansåg om VR-verktyget.

Resultaten från alla dessa undersökningar sammanställs och finns med i kapitel sju till nio i detta arbete.

4 Förstudie

Förstudien kommer att behandla projekt som försöker utveckla hur de digitala hjälpmedlen användas. Vilka programvaror som kan underlätta projektering och produktionen och hur de används och kan användas på Skanskas projekt Citygate. Dessutom behandlar kapitlet om hur gymnasiet förbereder sina elever för användning av BIM och digitala hjälpmedel.

4.1 Projekt som sammankopplar BIM i produktionen

För närvarande är det fortfarande en process att få in mer BIM i produktionen även om användandet ökar konstant (Johansson, 2018). Att fläta ihop användandet av BIM så samarbetet mellan produktionen och projekteringen kan ske smidigt gör att alla företag för att få fram en papperslös arbetsplats.

Rörforsbron var ett av de få exempel där ett modellbaserat underlag användes, det vill säga helt papperslöst projekt, med modell som underlag för att bygga själva bron (Göteborg & Olsson, 2016). Detta är något som fortfarande är extremt ovanligt och under produktionen av bron så krävdes det att en konstruktör var på plats under hela byggtiden.

Det projekt som studeras i denna rapport är Citygate som byggs av Skanska. Det som kommer bearbetas är hur användandet av BIM och VR-system kan underlätta planeringen och utförandet av APD-planer samt kundanpassning för respektive del av byggnationen.

4.2 Programvaror

För att kunna utveckla de digitala hjälpmedlen och göra så att användning av dessa ökar krävs de bra programvaror som kan hjälpa arbetarna bättre än de traditionella metoderna (Roupé, Johansson, Maftai, Lundstedt, & Viklund Tallgren, 2019). Några av dessa program är Unity, BIMxplorer, Solibri och Revit. Det är dessa program som har används i undersökningarna och för att ta fram informationen som använts för APD-planen och kundanpassningen.

4.2.1 Unity

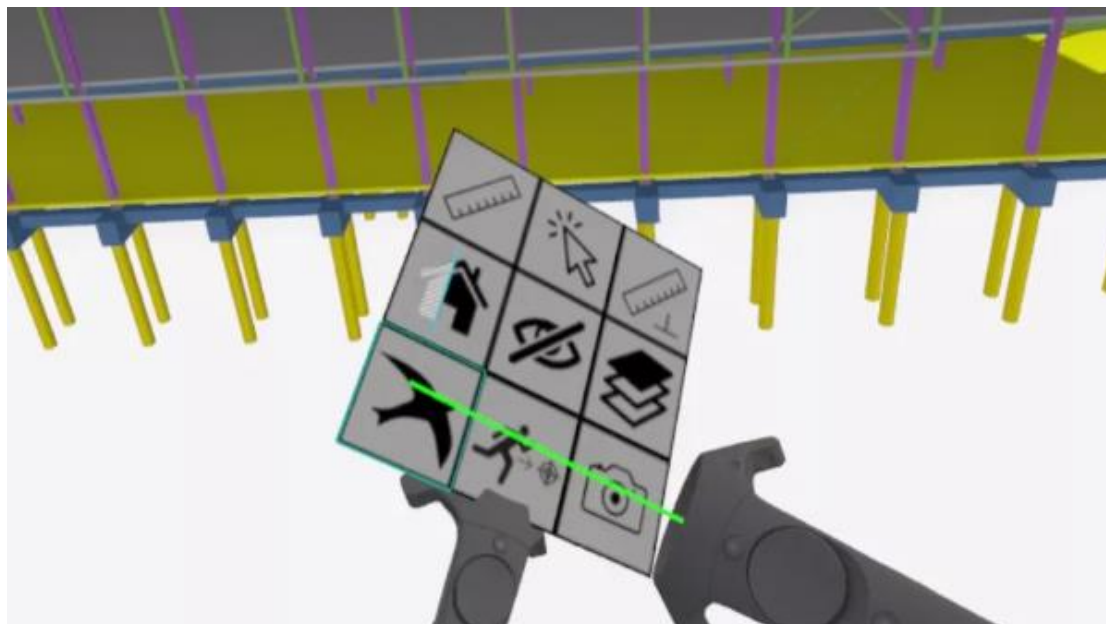
Unity är ett program som används för att skapa spel och program på ett enkelt sätt (Polsinelli, 2013), med hjälp av denna programvara kan spel och program skapas som visar samma miljö på flera olika plattformar. Detta möjliggör att flera personer kan vara delaktiga och diskutera olika lösningar kring en touchskärm och sedan titta på samma miljö i VR för att få en storleksuppfattning.

Programmet fungerar som så att en spelplan läggs in, och i detta fall ett våningsplan om en kundanpassning skall göras och enbart bottenplatta och spont om en APD-plan ska göras. Efter detta kan det enkelt läggas in olika typer av objekt som då kan vara bord, väggar eller vad det som nu önskas till en kundanpassning. För skapandet av APD-planen kan grävmaskiner, förstahjälpen kitt och containrar med mera läggas in. Spelet kan sedan upplevas i VR, datorn eller med hjälp av en

touchskärm där de olika objekten som programmerats in i spelet kan dras in på spelplanen (våningsplanet eller bottenplattan).

4.2.2 BIMxplorer

BIMxplorer är en programvara som används för att med hjälp av VR-glasögon kunna gå runt i modeller. Programmet går att använda som ett pluginprogram till Revit eller så går det att öppna IFC-filer direkt i programmet (BIMxplorer, 2019). I programmet så finns det en mängd funktioner som kan ta ut information från modellen.



Figur 5: Bild över de funktioner som finns i BIMxplorer (BIMxplorer, 2019).

Som Figur 5 visar så kan en meny över olika verktyg i programmet tas fram. Dessa är (från vänster till höger och uppifrån och ner):

- Mätfunktion, mäter mellan två punkter som väljs av användaren.
- Klickfunktion, klicka på ett objekt för att ta ut den informationen som har angivits i projekteringen.
- Mätfunktion, som mäter avståndet vinkelrätt mot markerad yta.
- Cut-verktyg, som gör att ett snitt av byggnaden kan ses.
- Döljverkyget, som gör att vissa objekt döljs om de blir valda.
- Listverkyget som kan dölja hela familjer.
- Flygverkyget som möjliggör fri framkomst i modellen.
- Teleporteringsverkyget, teleporterar användaren till vald yta.
- Fotograferings verktyg, som tar en skärmdump över den vyn som ses.

Tanken utöver användningen av dess verktyg är att kunna uppskatta och få känsla över hur ett klart projekt ska se ut. Detta program kan användas för att granska och se omedelbara fel som lätt missas i projekteringen men som enkelt kan ses i en virtuell miljö, vilket kan underlätta byggandet. Förhoppningen för programmet

är då helt enkelt att öka förståelsen och minimera ytterligare fel i projektering såväl som att öka förståelsen i produktionen (Roupe & Johansson, 2019).

4.2.3 Revit

Revit är ett program som Autodesk har utvecklat speciellt för byggnadsinformationsmodellering (BIM) (Cadcrafts, 2019). Programmet är modellbaserat vilket gör att om du ändrar modellen i någon vy så ändras modellen för hela projektet. Programmet har funktioner så att det kan användas för många olika disciplinerna inom byggbranschen.

4.2.4 BIM360

BIM360 är ett program skapat av Autodesk för att koppla arbetsritningar till varandra via en molntjänst (Autodesk Inc, 2019). Vid stora projekt kan det krävas extremt många olika pappersritningar och därav kan det vara mer praktiskt att använda dessa på en och samma plattform. På denna plattform kan det skapas länkar för att se alla de olika ritningarna. Avläsningar från dessa ritningar kan göras via exempelvis en dator eller pekskärm.

4.2.5 Bluebeam

Bluebeam är en programvara gjord för att granska och analysera ritningar. Det kan även skapas APD-planer med denna programvara och är ett populärt program för att göra just detta (Bluebeam, 2019). Bluebeam kan även användas för att länka ihop olika ritningar, samt navigera bland ritningarna likt BIM360 (NCC, 2017).

4.2.6 Solibri

Solibri model checker är ett program som går ut på att upptäcka olika kollisioner och att se logiska fel och att helt enkelt kunna granska byggnaden (Solibri, 2019). Solibri bygger på att importera IFC-filer till samma modell och sedan läggs dessa filer ihop och kollisionskontroller utförs. Detta ställer krav på att alla modellerar i samma koordinatsystem. Med logiska fel innebär det att kolla så alla funktionsmått är fria eller att det är rätt höjd på exempelvis dörrar.



Figur 6: Illustrerar ett logiskt fel, något som skulle kunna ha undvikits med Solibri (Mats Egg, 2014).

4.2.7 Problematik med dataprogrammen

För att få basförståelse och inblick i dessa program krävs en relativt låg LOD-nivå. Ibland krävs dock en mer detaljerad vy över objekten och modellen, detta görs via att öka LOD till exempelvis 400. Dock kommer filen bli extremt tung att bearbeta för de programmen och bidrar då till lagg och långa väntetider som sedan leder till att det inte sker något flyt i skapandet av exempelvis en APD-plan. En fördel med att ha en hög LOD-nivå är att det går att hitta detaljproblem som annars inte hade varit synliga. En annan problematik med programmen är att det krävs hårdvara med hög prestanda för att klara driva programmen vilket de flesta kontorsdatorer idag inte har. Problem med VR är att det tar yta i kontorslokaler vilket kan leda till en extra kostnad för företaget som vill ha ett sådant system på sitt platskontor (Roupe & Johansson, 2019).

4.3 Digital ledare

Digital ledare är en arbetsposition, personen som är digital ledare driver för att få in mer digitalisering på arbetet till den mån som företaget har nytta av det. Denna person har ansvar över att lyssna på vad arbetarna vill se för utveckling av sina arbetsmetoder med digitala hjälpmedel på arbetsplatsen. Detta är en viktig del i synnerhet inom byggbranschen. Att ha en duktig digital ledare på jobbet är viktigt för att kunna utveckla företaget. Att de dataprogram som har beskrivits i kapitel 4.2 används optimalt kräver det att den digitala ledaren är driven. Anledningen till

att många företag idag inte har de mest optimerade programmen för sitt arbete kan bero på den digitala ledaren (Lindström, 2019).

4.4 Förberedelser från gymnasiet

För att kunna ställa om till ett modellbaserat bygge med hög användning av digitala hjälpmedel krävs en del utbildning för att använda programvaran. Detta kommer göra att det ställs krav på att gymnasieutbildningen ställer om till att utbilda i denna typ av ritningsunderlag och förståelse av programvarorna (Bosch, Isaksson, Lennartsson, & Linderöth, 2016).

För att viljan ska finnas att ställa om måste kunskapen om vad som kan göras med programvaran finnas hos yrkesarbetarna och för att skapa en kravställning från produktionen. En undersökning hos Bygg och anläggningsprogrammet på Bräcke gymnasiet gjordes därmed för att se hur de framtida hantverkarna skulle tycka om att ställa om till en sådan ändring samt för att se om någon utbildning inom detta område redan sker.

4.4.1 Bräcke gymnasiet

Bräcke gymnasiet är relativt ensamma med att ha en utbildning för byggarbetare där CAD ingår i utbildning (Hjertén, 2019). De har en gymnasielinje som utbildar byggarbetare med att ha högskoleförberedande ämnen så som matematik, fysik och kemi, i dessa naturvetenskapliga ämnena de läser ingår även CAD. Detta ger då eleverna på skolan en viss kunskap om hur de ska rita och ta till sig information från modeller. Detta är dock en särskild inriktning med få elever, då de flesta väljer att läsa ett traditionellt byggprogram.

4.4.2 Skolverket och skolans utformning

Fortfarande finns inget krav från skolverket eller annan myndighet att utbilda snickare för att ha kunskap om modellhantering, även om detta är något som kommer mer och mer in på marknaden. Där finns inte heller något som motsätter att det kan införas i befintliga kurser då lärandeändamålen inte specificerar hur relevant information skall tillgodogöras (Skolverket, 2019). På exempelvis PEAB så måste speciella utbildningar om BIM och hanteringen av det hållas för att ge hantverkarna kunskap inom detta område (Bergström, 2019).

4.5 Vårt projekt - Citygate

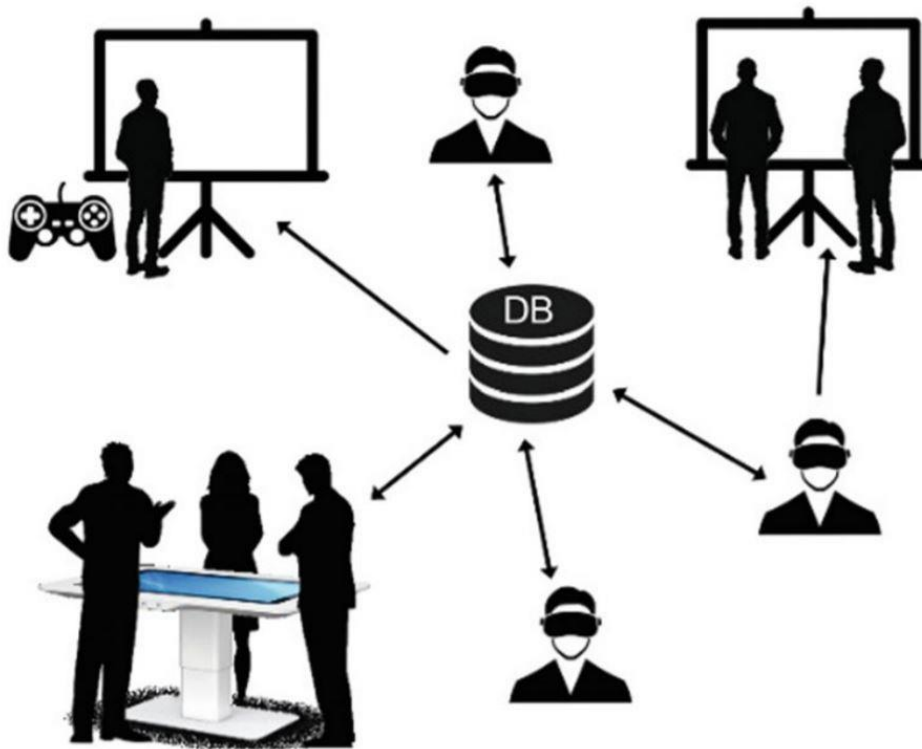
Citygate är ett kontorshus på 144 meter och kommer bli nordens högsta kontorshus (Skanska, 2019). Huset är ritat av den danska arkitektbyrån Henning Larssen Architects och huset har haft öppenhet som ledord vilket ska speglas både i arkitekturen och i verksamheten. Dessutom stävar bygget efter att motverka segregation och flera projekt driver sådant arbete i byggets namn. Dessutom så satsar Citygate på att vara en ledande symbol för ekologisk, social och ekonomisk hållbarhet (Citygatebyg, 2019).

På entréplan kommer det finnas kaféer och restauranger som ska skapa rörelse i området. Dessutom kommer garage för cyklar finnas för att främja användandet av cyklandet till jobbet. De resterande våningarna kommer vara kontor och planen för dessa är att det ska visa en öppenhet så varje hyresgäst till Citygate kan designa sitt våningsplan eller del av våningsplan så de kan få ut det de vill av bygget. ” I Citygate möts nya sätt att arbeta med nytänkande sätt att se på miljöer och lokaler. Flexibilitet, intelligent teknik, smart logisk och värdefulla tjänster förenklar din yrkesvardag” sades av Camilla Skogsberg, uthyrare på Skanska fastigheter. Detta citatet är vad Citygate jobbar efter och vad de en dag ska kunna ge de framtida hyresgästerna.

4.5.1 Projektering av Citygate

Citygate är ett av Skanskas största pågående byggprojekt, byggnaden kommer, som sagts i ovanstående stycke, vara nordens högsta kontorshus när det står klart och bli 144 meter och vara på 36 våningar. Byggnaden kommer vara certifierad enligt WELL och Leed. WELL-certifiering är en certifiering som tar hänsyn till människors välmående i byggnaden, medan Leed-certifieringen är en miljöcertifiering (Citygategbg, 2019).

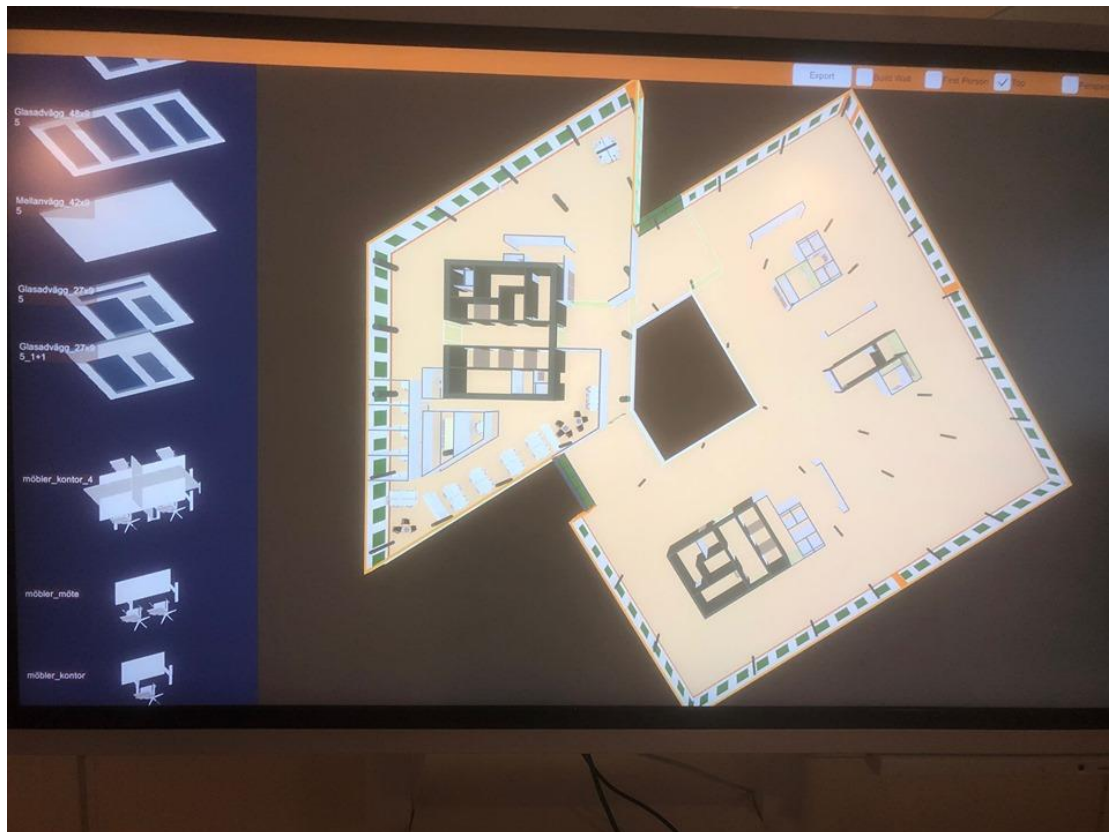
Hela projektet Citygate är modellerat i diverse programvaror som hjälper åt att samordna projektets alla olika stadier och utföra beräkningar. Alla projektörer inom alla discipliner och under entreprenörer skall tillämpa BEAst standard i sin framtagning av sitt underlag. Detta blir ett sätt att tillämpa BIM360, alla har ett gemensamt ritningssystem och detta kommer ge alla inblandade ett gemensamt sätt att navigera i denna plattform (Hemmingsson, 2019). Dock är kundanpassning inom VR inget Skanska har sysselsatt sig med än på grund av att uthyrning av lokalerna ligger långt fram i tiden. APD-planer görs antingen med papper och penna eller Bluebeam eller likande programvara då där inte finns ett alternativ som kan göra detta smidigare. Varje onsdag hålls ett projekteringsmöte för att samordna de olika disciplinerna och under dessa möten så används programvaran Solibri som sedan läggs upp på en projektor för att demonstrera var i projektet den aktuella frågan är.



Figur 7: Illustrerar hur konceptet skall användas för kundanpassning och APD-plan (Roupé, Johansson, Maftai, Lundstedt, & Viklund Tallgren, 2019).

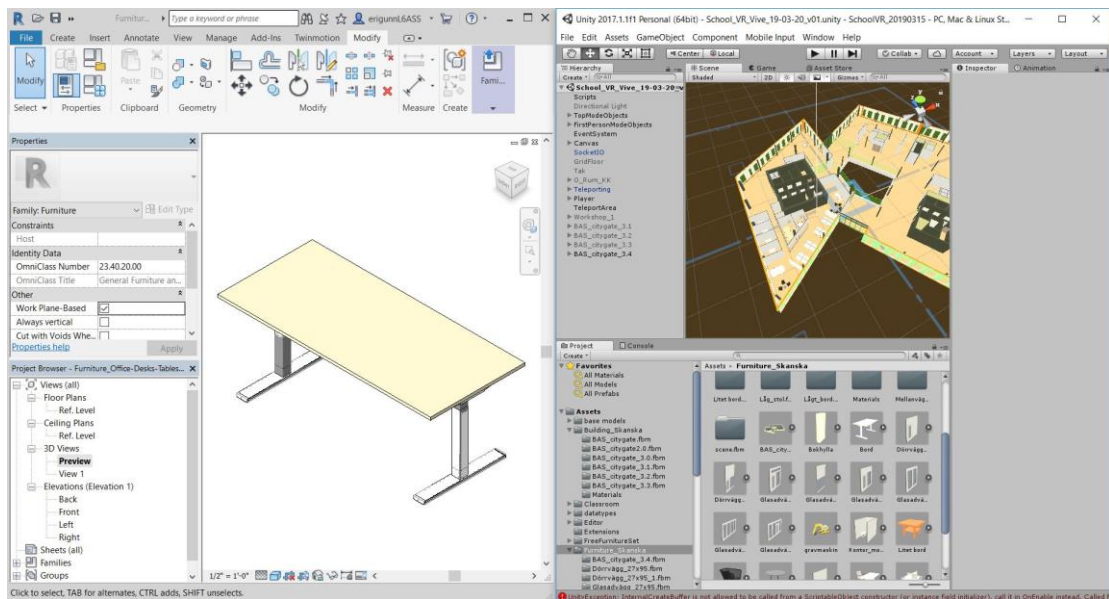
4.5.2 Kundanpassning av Citygate

I programmet Unity har ett spel kunnat skapas där planering av varje våningsplan kan designas med egna bord, stolar, väggar, cellkontor eller övriga objekt som kunden skulle vilja ha på sin hyrda yta. Denna användning av programmet och uppbyggandet av spelet var först skapad för att anpassa sjukhuslokaler där läkare fick gå in i VR och utföra en operation och få själva säga hur deras arbetsplats skulle se ut för att förenkla deras framtida operationer (Roupe & Johansson, 2019). Denna anpassning av programmet kan dock utnyttjas på Citygate med. För de som skall nyttja kontoret kan det vara en fördel att uppleva kontoret i VR miljö, vilket kan medföra att belåtenhet för sitt nya kontor ökar (Gustafsson, 2019).

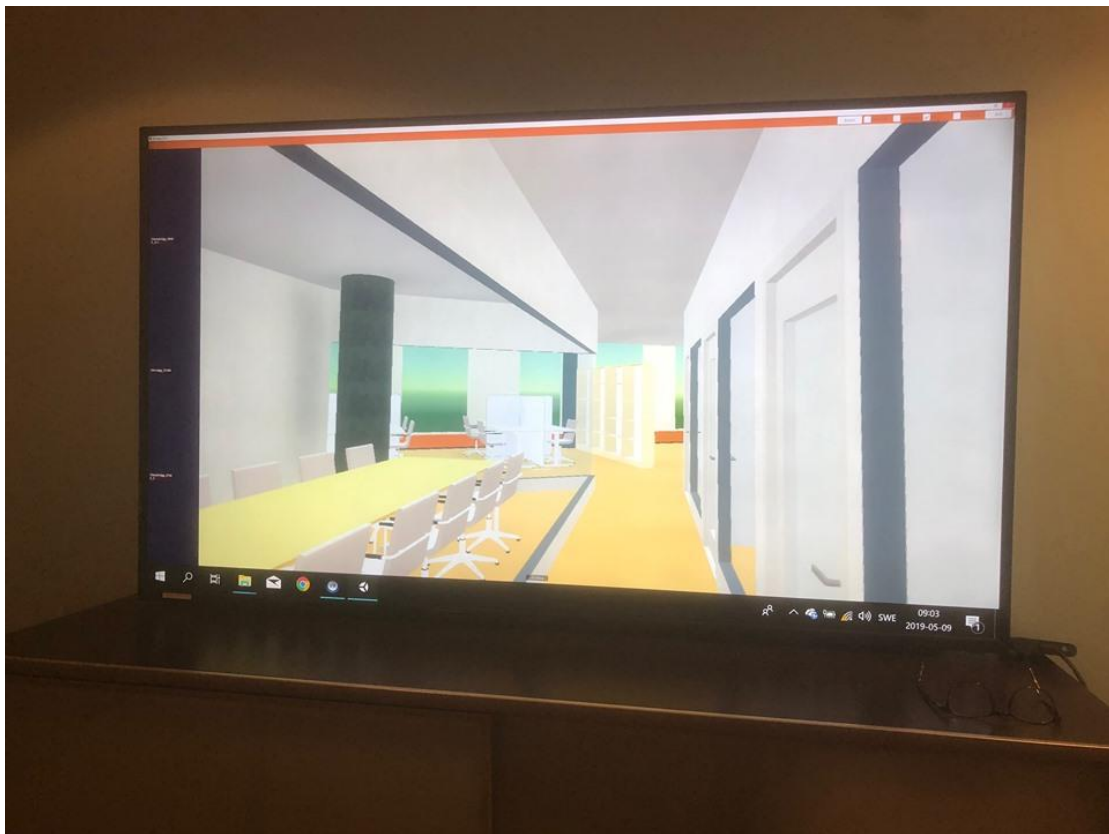


Figur 8: Illustrerar hur en kundanpassning ser ut på en pekskärm i Unity.

För att skapa spelet i Unity krävs det att en del förberedelser. För att spelytan skall kunna läggas in måste de icke relevanta sakerna skalas bort i Revit, i detta fall var det enbart våning 8 som användes för kundanpassningen. Därefter exporteras våningsplanet från Revit som en FBX-fil som sedan importeras in i Unity. De objekt som ansågs relevanta att använda för kundanpassning skapas genom samma procedur. Det som kan spara tid är att säkerställa att objekten som exporteras är utsatta i Revits lokala nollpunkt. När objekten är importerade till Unity krävs det att de får en box collider så de inte faller igenom spelplanen. För att objekteten skall gå att använda krävs det att läggs i ett bibliotek som går att nå i sidan av översiktsvyn, se figur 8. Objekten i biblioteket kan sedan dras in på spelplanen så att en personlig anpassning av våningsplanet sker.



Figur 9, Skärmdump från exproterering i Revit till Unity.



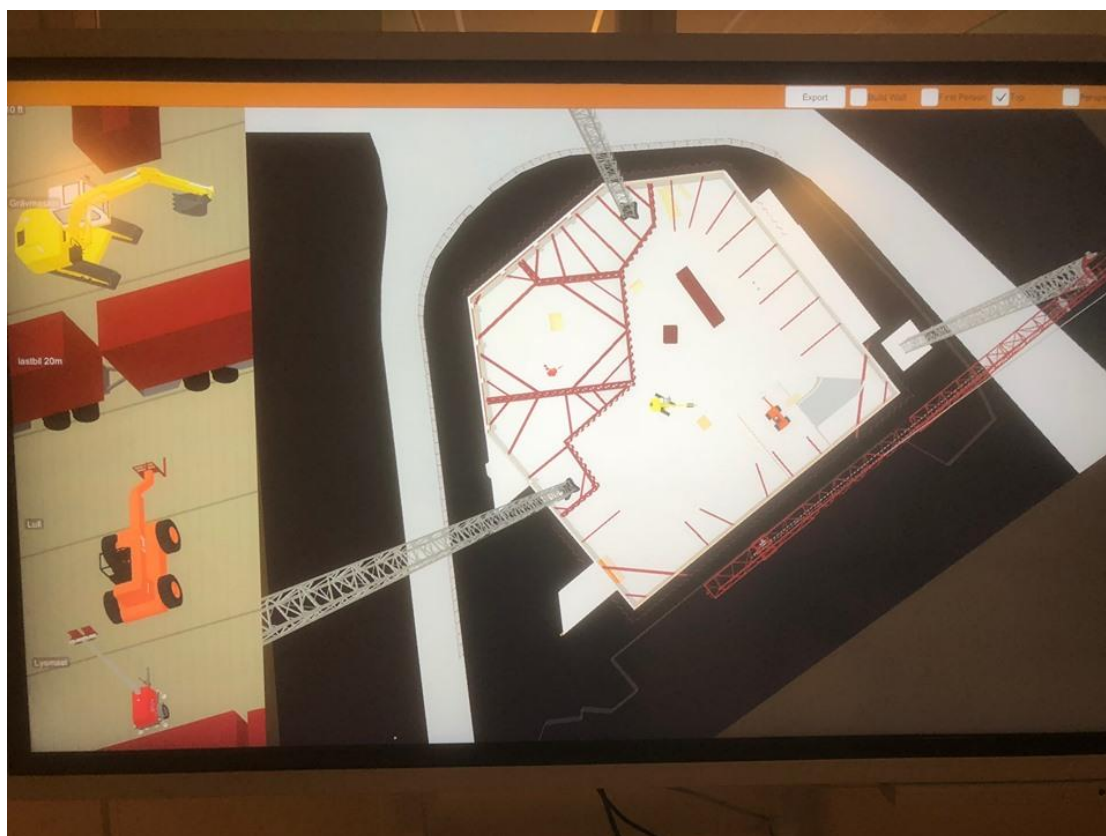
Figur 10: Illustrerar hur en kundanpassning kan se ut i VR med hjälp av programmet Unity.

4.5.3 APD-planer av Citygate

APD-planer har bland annat genomförts genom att samlas i stora rum med en stor karta över arbetsplatsen, där kunde personer med penna och papper visa hur de skulle vilja att arbetsplatsen ska se ut. Ett annat system är att använda Bluebeam och göra 2D-ritningar på APD-planer (Bluebeam, 2019). Detta kan tyckas vara ett gammalmodigt system men det är fortfarande just dessa system som används på många byggen och hos många företag.

Det nya sättet att utföra en APD-plan är att, lika som i kundanpassningen, använda sig av programvaran Unity som kan skapa en spelplan där arbetsplatsen är grunden. Sedan kan det enkelt placeras ut olika typer av bodar, maskiner, säkerhetsanläggningar eller andra objekt som skulle vara aktuellt för arbetsplatsen från en stor pekskärm. Det finns en viss problematik i att göra en APD-plan med Unity. Då en arbetsplats inte är helt platt utan har olika nivåskillnader så leder det till att olika nivåer måste läggas in i planen. Detta leder också till att alla objekt måste ha en massa med gravitation för att kunna landa på marken. När objekten kolliderar med varandra gör massan och gravitationen att ett av objekten flyger iväg. Detta gör att det blir svårare att skapa sin APD-plan på ett smidigt sätt. Självfallet går det att lösa dessa fel, dock krävs en mer fördjupad förståelse och kunskap inom programmeringsteknik.

Detta program kan även upplevas i VR av en person samtidigt som resterande personer som är delaktiga av uppbyggandet av APD-planen kan dra in olika objekt in i vyn. Personen i VR utrustningen ser då dessa föremål och kan då få en känsla över hur arbetsplatsen ska se ut.



Figur 11: Illustrerar bottenplattan på Citygate som ger möjligheten att skapa en APD plan med Unity på en stor pekskärm.

4.5.4 Hela Citygate i VR

Då hela Citygate finns som en IFC-fil så går det att uppleva hela byggnaden i VR-programmet BIMxplorer. Denna användning görs så att en helhetsbild av bygget

kan fås och öka förståelse över hur uppbyggandet skall ske. Andra funktioner som att ha en stadsplan runt om projektet så utsikten kan upplevas, ger en uppfattning av höjd och hur stadsbilden från sitt kontor kommer se ut. När Citygate väl står färdigt 2022 så kommer byggnaden vara 144 meter hög, att då kunna få utsikten över till VR-miljön redan i dagens läge ger en känsla över hur den framtida vistelsen kommer att vara (Skanska , 2019).

Dessutom kan kollisioner mellan exempelvis konstruktion och ventilation göras med VR-system och även se placeringen av olika objekt, detta så att korrigeringar kan göras tidigt så inga fel inträffar i produktionen.

4.6 Produktionens användning av digitala hjälpmedel

I produktionen vill Skanska inte använda fysiska pappersritningar utan de är mer intresserade att använda BIM360 för hela bygget där ritningarna är kopplade till varandra så att arbetarna enkelt kan byta mellan de olika disciplinerna, från exempelvis konstruktionsritningar till arkitekturritningarna. Dessa ritningar kan då ses via exempelvis en iPad där endast ett klick kan göras för att få upp nästa ritning. Produktionens användning av digitala hjälpmedel styrs av vem som är arbetsledare/projektledare och hur intresserad den personen är att använda digitala hjälpmedel. Skanska skall även tillämpa BEAst som mall så projektörerna för varje disciplin levererar de nödvändiga handlingarna på ett sätt där minimal handpåläggning krävs (Hemmingsson, 2019).

Med hjälp av touchskärmen och VR-glasögonen är förhoppningen att planeringen av APD-planen ska ske på ett effektivare sätt innan den skall realiseras, på så sätt kommer eventuella problem så som platsbrist kunna upptäckas i ett tidigare skede och det kommer finnas tid att utforma en lösning på problemet.

5 Sammanfattning av förstudien

Detta kapitel avser att sammanfatta de mest relevanta delarna av förstudien.

5.1 Programvaror

Programvaror så som Revit, BIMxplorer, Solibri och Unity är programvaror som är designade för att underlätta visualiseringen och informationspaketeringen av projekten som kan öka förståelsen för konstruktionen. Om projekteringen är så pass god i varje biståndsdel kan det räcka att enbart använda modellen i själva bygget, dock är detta något som är extremt ovanligt och enbart har hänt på ett fåtal arbetsplatser (Roupe & Johansson, 2019).

5.2 Skolans utformning

Idag finns inget krav på att ha någon kunskap om BIM eller digitala verktyg av de framtida snickarna, även om gymnasium som Bräcke gymnasiet har speciella linjer som utbildar inom CAD så är detta inget krav från skolmyndigheten (Skolverket, 2019). När eleverna väl går ut från skolan och ska in i arbetslivet måste de få extrautbildning inom detta område. Detta om branschen ska kunna röra sig mer mot en papperslös och BIM-användande bransch som använder sig mer av digitala verktyg.

5.3 Citygate

Nordens högsta kontorsbyggnad Citygate som precis har börjat byggas ska stå klart 2022. Huset är i huvudsak kontorslokaler men består av andra delar så som parkering, kaféer och restauranger på de nedre delarna av bygget (Citygategbg, 2019). På projektet Citygate har Skanska kommit långt i hur de använder digitala hjälpmedel i form av att pappersritningar används i låg grad och att de flesta ritningar och handlingar ligger på en databas som medarbetarna kan hämta direkt till sin dator, mobil eller surfplatta (Hemmingsson, 2019).

Projekteringen fungerar på så sätt att varje disciplin använder sig av den programvara de anser lämplig. Solibri används under projekteringsmötena för att kunna diskutera aktuella problem som förekommer under projekteringsstadiet (Projekteringsmöte, 2019).

Dock är det fortfarande några områden där det inte används några digitala hjälpmedel. APD-plan är ett sådant exempel och kundanpassning är ett annat. Sedan används ingen VR-teknik för samordning och inte heller något arbete sköts med hjälp av stora pekskärmar (Hemmingsson, 2019).

Det Skanska gör som exempel är att sammankoppla alla ritningar från projekteringen i alla discipliner till BIM360, detta gör då att alla ritningar kan komma åt via att klicka på en länk för att få upp den relevanta ritningen.

Detta är ett sätt att öka användningen av BIM i produktionen och att få bort pappersritningarna (Hemmingsson, 2019).

6 Demonstration och enkätundersökning

Detta kapitel omfattar hur undersökningen med de olika personerna gick till och vad som hände i processen.

6.1 Demonstration med gymnasieelever

Som ett underlag för studera hur attityden och viljan att använda modellbaserat underlag så utfördes en undersökning med en gymnasieklass, där eleverna fick prova att använda BIMxplorer och VR-glasögon för att se hur ett modellbaserat underlag kan se ut. Efter att ha studerat modellen och använt BIMxplorer med alla verktyg i ca 10 minuter så fick de svara på ett frågeformulär (bifogad) om deras attityd och vilja kring att använda modellbaserat underlag i deras framtida arbetsliv.



Figur 12: Elev testar VR.

6.2 Demonstration med inblandade i projektet

När undersökningen av de anställda på Skanska gjordes presenterades de tre olika modellerna, APD-planen, kundanpassningen och hela Citygate. De personer som ville prova detta fick sedan svara på en enkät som utgjorde grunden till resultatet.



Figur 13: Skanskaanställd provar att se Citygate i VR.

Figuren ovan visar var VR-systemet kopplat till en stor pekskärm. En person kan uppleva våningsplanet i VR samtidigt som andra jobbar med att sätta in väggar, bord och dörrar med mera via pekskärmen. Personen i VR kan sedan välja att gå runt i den virtuella världen och välja att flytta och ändra på placeringen på olika objekt, om personen inte ansåg att dessa inte var korrekt placerade i VR miljön. När hela Citygate visades så kunde BIMxplorer och alla dess olika verktyg användas, dessa förklaras i kapitel 4. Vid visning av APD-planen fungerade det liknade som vid kundanpassningen men det var bottenplattan som visades istället för våning 8 och det var andra objekt som kunde föras in.

6.3 Demonstration hos Qreo

En demonstration gjordes hos Qreo för studera om det går använda BIMxplorer enbart inför produktion eller om BIMxplorer kan användas som ett komplement till Solibri. Denna demonstration skedde under ett möte inför produktionsstart.

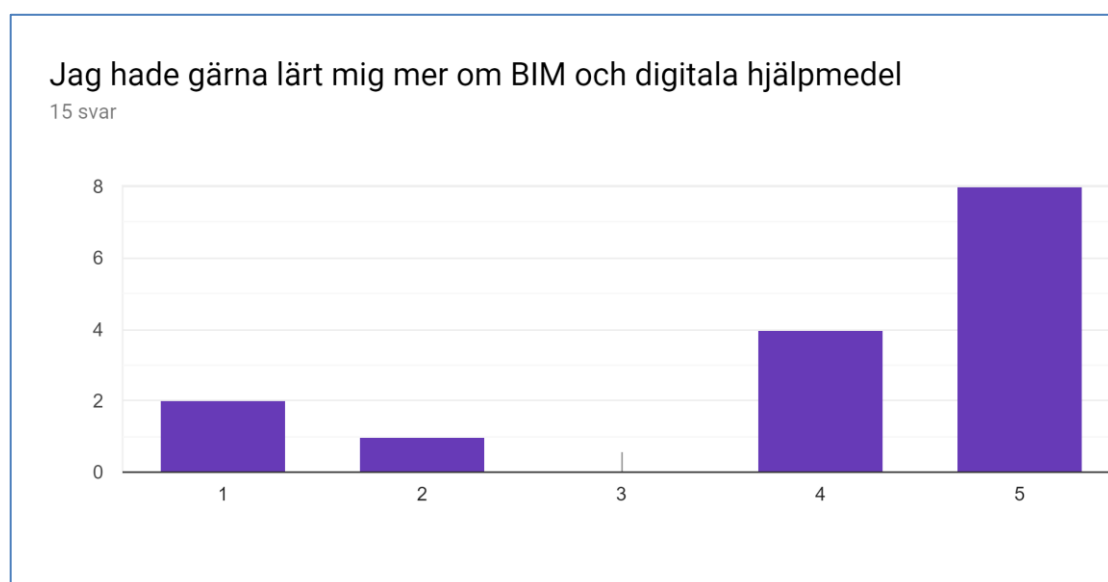
7 Resultat

Detta kapitel avser att visa de resultat som kommit fram i enkätstudierna från både skolundersökningen samt undersökningen på Skanskas projekt Citygate. Kapitlet kommer även innefatta vissa kommentarer från de som har deltagit i demonstrationerna.

7.1 Från gymnasiet

Årskurs två på Bräcke gymnasiet var den klass som fick vara vår referens som framtida yrkesarbetare. De fick svara på en enkät som bestod av 13 frågor om modellbaserat underlag och hur attityden till kompletterande VR-system var. Samtliga elever hade haft praktik inom byggbranschen på ett eller annat sätt. I stort sett hade ingen hört talas om BIM innan presentationen.

Undersökningen visar att intresset för BIM och dess innebörd var stort, närmare 80% av alla deltagande hade gärna sett detta som en del av skolan.



Figur 14: Svar från enkät, 1 är Instämmer inte alls, 5 är Instämmer helt.

VR-systemet var något eleverna tyckte var lätt att använda. Tanken med undersökningen var att se om det fanns någon koppling mellan att spela mycket TV/data-spel och att lätt kunna använda VR-systemet men en sådan koppling kunde inte ses. Då variationen var stor om hur mycket eleverna ansåg sig själva spela TV/data-spel samt att i stort sett alla elever ansåg att programmet BIMxplorer och VR var lättanvänt, ingen koppling kan göras mellan dessa saker utan bara ses som att VR inte är ett svårt system att använda.

Av alla elever som svarade på enkäten skulle 60% vilja använda BIM och VR-teknik i sitt framtida yrkesliv, åtminstone som mätfunktion och att få rumsupplevelse samt förståelse för bygget. 26,7 % hade kunnat tänka sig att använda sig att detta digitala hjälpmedel men kände inget absolut måste till användningen. Medan 13,3% var direkt negativa till detta hjälpmedel.



Figur 15: Svar från enkät, 1 är Instämmer inte alls, 5 är Instämmer helt.

Dock tyckte 86,7 % av alla deltagande att det var roligt att använda VR-systemet.

Åksjuka var något som upplevdes av vissa elever. De flesta kände inte av något alls (66,7%) men resterande kände något illamående av VR-systemet.

Annars var det inga andra negativa upplevelser som eleverna upplevde.

De positiva synpunkterna var mätfunktionen och rumsupplevelsen samt förståelsen för hur projektet skulle se ut när det var klart, vilket enligt dem "underlättar hur man bör ta starta arbetet".

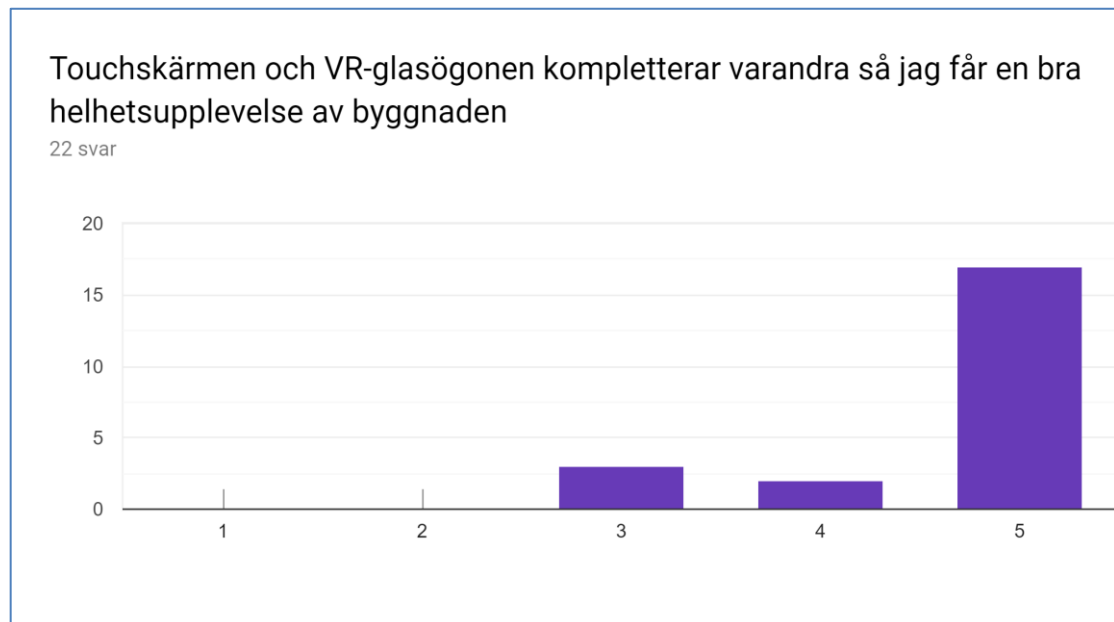
Bilagan innehåller alla frågor och svar från denna undersökning. Kapitel 11.1 och 11.2.

7.2 Skanska respons på mera digitala hjälpmedel

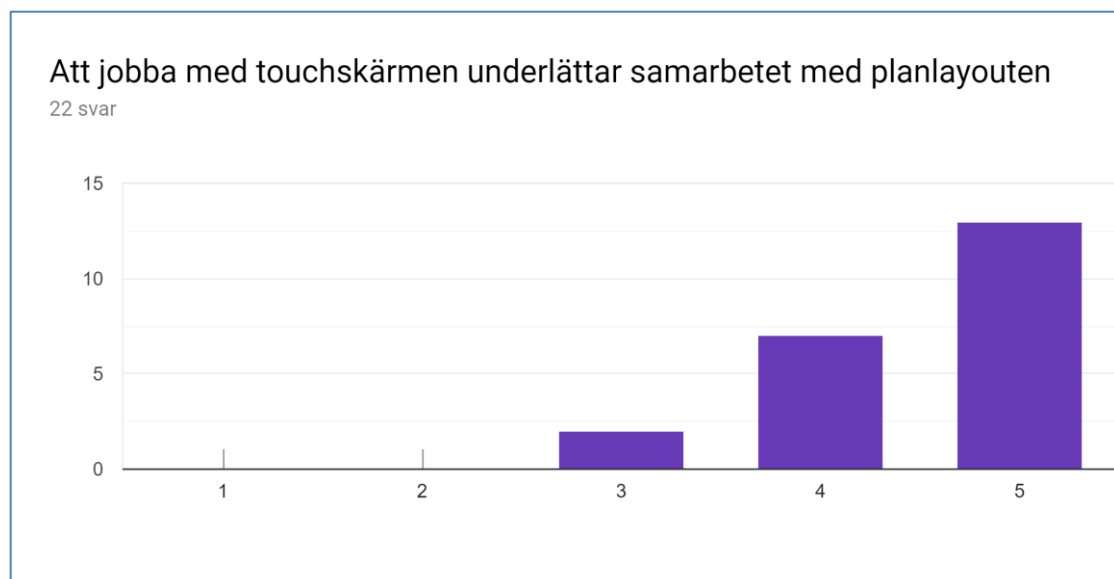
På Skanska ställdes 13 frågor för att få svar på vad de anställda ansåg om att använda de digitala hjälpmedel som visades, samt hur attityden till att få in mer av dessa digitala hjälpmedel var. För att läsa de exakta frågorna och svaren se bilaga. De frågor som ställdes till Skanska graderades på en skala ett till fem. Där fem är instämmer helt och ett är instämmer inte alls. Då skribenterna refererar till att påståendet är bra eller att uppfattningen är god, så är det fyra och fem från enkäten som räknas in i procentsatsen.

Att arbeta med en pekskärm underlättade samarbetet var en åsikt de flesta på Skanska hade, 90,9% gav fyra eller fem, och det var även väldigt enkelt att orientera sig med pekskärmen och även arbeta med det (95,5%). Detsamma gäller för VR glasögonen, orienteringsförmågan var god med VR (72,7%), dock inte lika hög som med pekskärmen, däremot gav de en ännu bättre rumsuppfattning och upplevelse, vilket stärkte förståelsen. 72,7% ansåg att pekskärmen gav en god rumsuppfattning och 95,8% ansåg att VR-systemet gav en god rumsuppfattning. Båda verktygen var också användarvänliga, 81,9% ansåg det om pekskärmen och

72,7% ansåg det om VR-systemet, och de anställda ansåg även att de två verktygen kompletterade varandra bra (86,4%). Samarbetet mellan personen i VR underlättade förståelse medan pekskärmen gjorde det smidigt att få exempelvis APD-planen utförd.

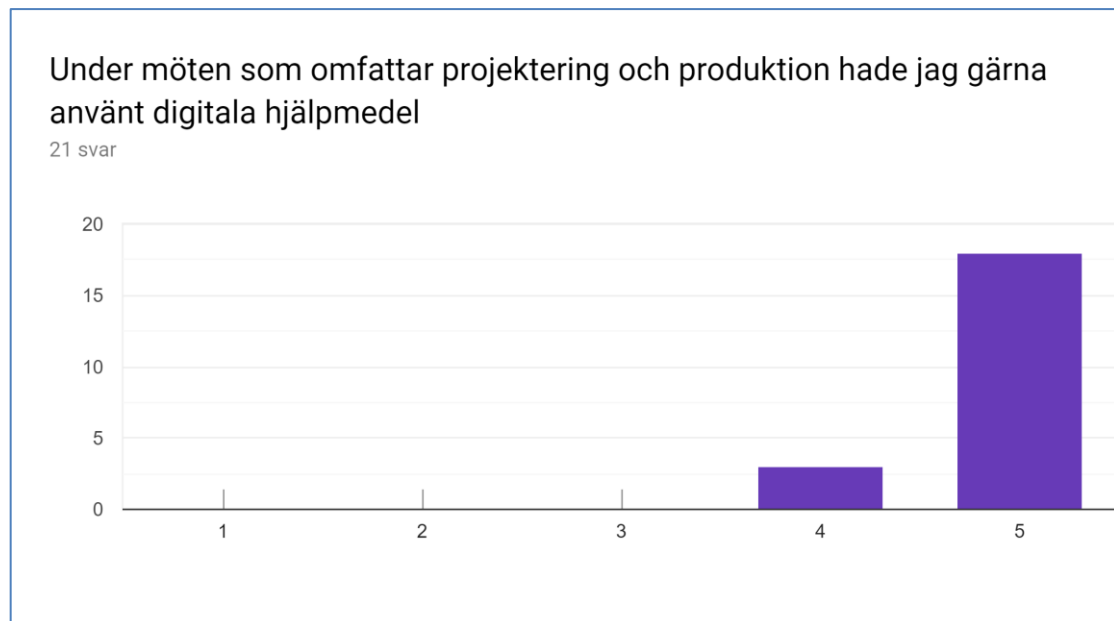


Figur 16: Svar från enkät, 1 är Instämmer inte alls, 5 är Instämmer helt.



Figur 17: Svar från enkät, 1 är Instämmer inte alls, 5 är Instämmer helt.

Trots att Skanska använder sig utav Solibri under projekteringsmötena så ansåg alla att mer av dessa typer av digitala verktyg skulle vara bra och användbara i likande möten. Mer planering och arbete med dessa typer av verktyg var det som tydligt kunde ses at Skanska skulle vilja ha. Dessutom så var det färre på Skanska som upplevde illamående av VR-systemet än vad det var på skolan.



Figur 18: Svar från enkät, 1 är Instämmer inte alls, 5 är Instämmer helt.

Specifika saker som uppskattades när hela projektet visades i VR var; rumsuppfattningen, höjdupplevelsen från våningarna, enkelheten att se kollisioner och få förståelse för alla storlekar. APD-planen uppskattades enormt och Skanska ansåg att skapandet av APD-planer på detta sätt bör vara något de ska övergå till, åtminstone på längre sikt. Storleksperspektivet på byggnaden var något som uppskattas särskilt mycket. Skanska fastigheter ansåg att kundanpassningen skulle kunna underlätta uthyrningen till kund då de kan få en mer personlig "touch" på hur kunderna vill ha det på sin hyrda del.

Dock så ansåg några att programmen skulle behöva finjusteringar till exempel att lösa buggar i systemen och att VR-systemet inte var så lätt att förstå sig på till en början. För att detta väl skulle kunna börja användas i möten, hade en kurs kunnat hållas angående hur programmen fungerar så att hjälpmedlet kan användas effektivt. En åsikt som framfördes muntligt vid demonstrationen var om vissa ytor så som lastplats skulle kunna ritas in och då ha ett slags ritverktyg. En annan funktion som önskades var att kunna dölja objekt, exempelvis om lyftkranar kunde ha en bärradie och om dessa då skulle kunna synas/döljas vid önskan. Det önskades även referenser till byggnader i närområdet för att få ytterligare perspektiv.

Generellt så uppskattades denna typ av digitala verktyg av medarbetarna på Skanska. De visade i enkäten att de vill ha mer av denna sorts hjälpmedel under hela byggfasen och projekteringsfasen för att underlätta deras arbete.

7.3 Qreos respons på BIMxplorer

Efter mötet på Qreo gavs responsen att där finns många fördelar med att se projektet i VR-miljö innan produktionen starta, då det är lättare att visa projekteringslösningar för de som skall utföra arbetet. De stora problemen med att endast använda VR var att orienteringen vara svår, att projektet inte hade

tillräcklig hög LOD-nivå och att utbildning av yrkesarbetarna kommer krävas för att implementera detta fullt ut.

7.4 Utvecklingsmöjligheter

För att användningen av digitala hjälpmedel ska öka så måste den gymnasiala utbildningen börja utbilda de nya byggarbetarna i detta och visa vilka funktioner och fördelar det finns med att använda dessa hjälpmedel. För att maximalt utnyttja programmet som skapar en APD-plan behöver programmet få mer detaljer och justeras så att komponenternas funktioner fungerar felfritt. Dessutom behöver informationen nå ut till branschen om att tekniken/programmen finns, och att tekniken inte är en stor kostnad i sammanhanget.

En större undersökning med fler folk som får prova på dessa program skulle kunna vara nödvändig så att ett mer rättvist resultat över vad branschen väl vill. Då det endast var 15 elever och 22 anställda på Skanska som svarade på enkäterna så kan inte absoluta påståenden göras utan enbart vad branschen och skoleleverna tenderar till att anse.

8 Diskussion

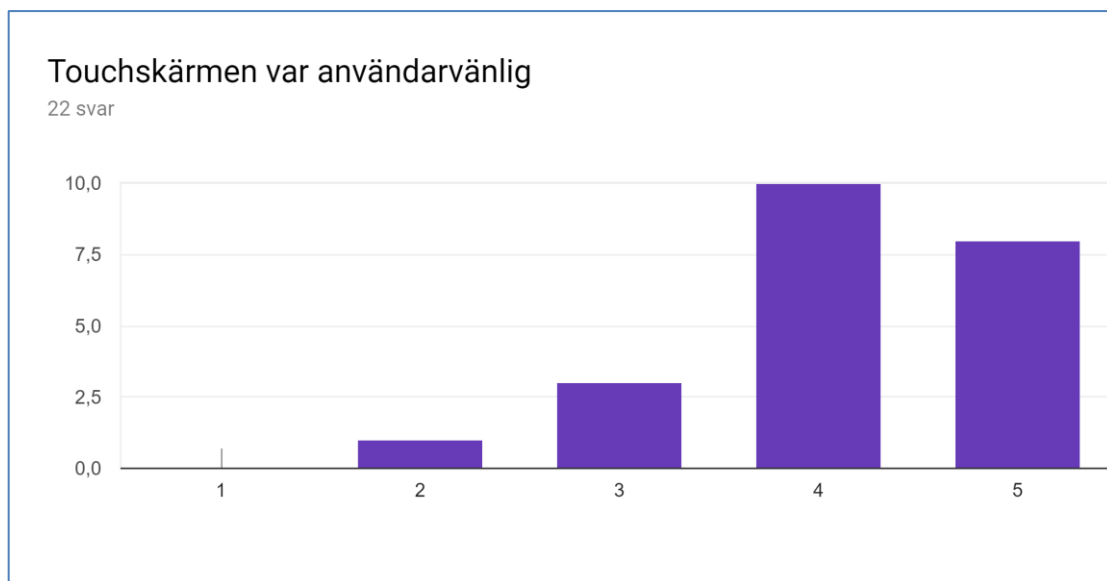
Detta kapitel avser att diskutera möjligheten att utveckla användningen av digitala hjälpmedel. Kapitlet är uppdelat i delkapitel där varje del ska diskutera de olika områdena som rapporten berör.

8.1 Gymnasiala kunskaper

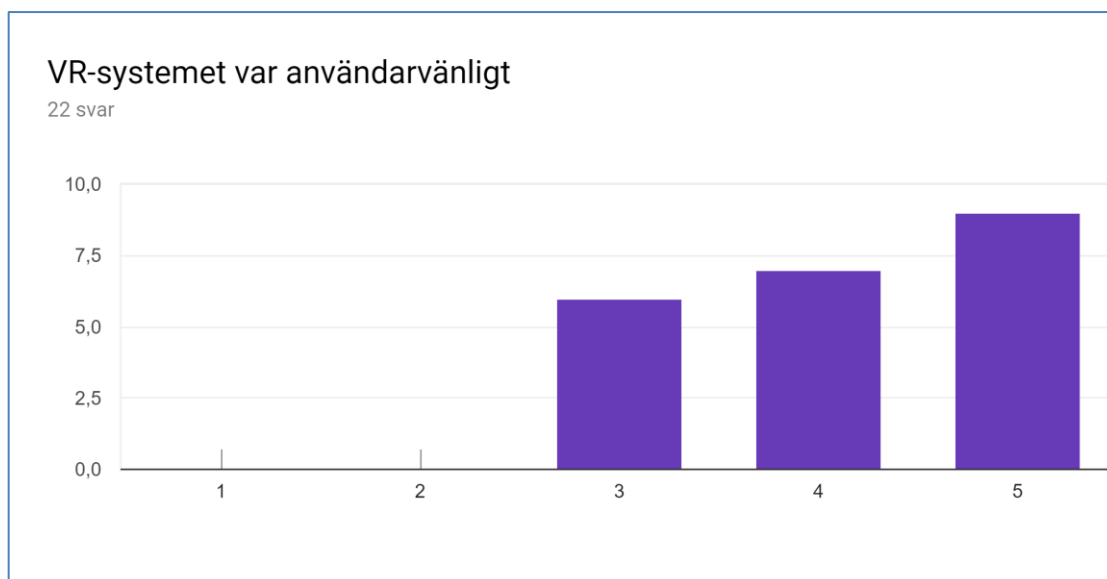
Då de gymnasiala kunskaperna inom BIM är knappt existerande så är detta ett problem om utveckling för mer BIM användande och mindre ritningar och bättre samarbete med tekniska hjälpmedel skall kunna användas. När eleverna väl tar studenten har de ingen kunskap inom området, därför behövs undervisning och andra hjälpmedel för att de ska kunna vara delaktiga i att kunna driva marknaden framåt. Detta blir betydligt enklare om kunskap inom BIM och digitala verktyg redan finns då produktionen kan komma med mer idéer och tankar om hur de kan på smidigaste sätt utveckla och förenkla sitt arbete. Detta skulle kunna göras antingen med att skolorna undersöker vad marknaden drivs mot eller att en berörd myndighet sätter krav i kursmålen om vad eleverna skall ha för förståelse inom BIM och digitala verktyg.

8.2 Samarbetsförmågan

Samarbetsförmågan med dessa program som har demonstrerats för Skanska kan ge en ökad förståelse och en roligare arbetsmiljö enligt enkätundersökningen. Förståelsen i VR-systemet tillsammans med pekskärmens attribut att kunna arbete tillsammans och att den är enkel att hantera ger en god samarbetsförmåga. Det intressanta är att VR-systemet ansågs vara något mer användarvänlig och gav dessutom en bättre rumsuppfattning och förståelse för hela projektet än vad pekskrmen gjorde. Att få en bättre förståelse i VR för projektet då det är skala 1:1 och att dessutom få 3D upplevelsen känns som väldigt rimligt. Däremot att användarvänligheten var bättre i VR är intressant då det är mycket fler funktioner i VR att lära sig än vad det är på pekskrmen. Detta kanske kan bero på att VR-systemet var något som Skanska var mer positiva till.



Figur 19: Svar från enkät, 1 är Instämmer inte alls, 5 är Instämmer helt.



Figur 20: Svar från enkät, 1 är Instämmer inte alls, 5 är Instämmer helt.

Huruvida det är möjligt att med dessa hjälpmedel öka samarbetet mellan projektering och produktionen är dock fortfarande oklar även efter denna undersökning. Det finns goda möjligheter för produktionen att säga sitt om hur deras arbetsplats skall vara även om det inte är till 100% de som gör APD-planen. Detta samarbete anser skribenterna kunna öka med den nya tekniken för att designa en APD-plan, då tekniken är enkel att använda och flera personer kan arbeta tillsammans samtidigt på samma plattform.

8.3 BIMxplorer, Skapandet av APD-planer och kundanpassning

Enkätundersökningarna har visat så vill medarbetarna på Skanska se mer digitala hjälpmedel vid möten angående både projektering och produktion. Detta för att lättare kunna visualisera problem och kunna diskutera fram lösningar.

Eftersom BIM är ett arbetssätt som redan används i projekteringen finns det stora möjligheter till att det skall börja användas mer inom produktionen, framförallt när insikt om vilka extrakostnader där finns med att använda 2D-ritningar jämfört med att använda modellbaserat underlag. Det som bromsar utvecklingen mot modellbaserat underlag och att använda mer digitala hjälpmedel är att ingen vill eller vågar prova ett nytt arbetssätt utan använder beprövade arbetssätt.

Ett problem som skribenterna upplevde under studien är att det finns få företag som ens vill undersöka möjligheten till att använda BIM fullt ut, utan det är inte förens ute på plats då medarbetarna verkligen ser hur tekniken kan användas som intresse väcks.

8.4 Utvecklingsmöjligheter

Utvecklingsmöjligheterna kring att kunna anpassa mer efter just APD-planer skulle kunna göras på sådant sätt att olika kameror sätts upp över arbetsplatsen där de kamerorna då kan utläsa vad det är för objekt på arbetsplatsen för att sedan då kunna lägga in dessa automatiskt in i programmet. Därefter kan justeringar göras för att optimera positionen på alla objekt på arbetsplatsen. Att dessa justerade APD-planerna sedan kan läggas upp på en slags molntjänst så alla berörda kan få tillgång till den hade varit önskvärt. Med den tekniken kan analyser göras kring hur beteenden är på arbetsplatsen, se hur arbetarna rör sig eller hur maskiner transporterar sig. Detta för att förhindra risker eller effektivisera arbetet.

De programvaror som har använts i detta examensarbetet Unity, BIMxplorer, Solibri och Revit har olika utvecklingsmöjligheter. Revit och Solibri använts mycket i projekteringen vilket kan ses som framsteg i den digitala byggnadsbranschen. Solibri bör kunna användas även i produktionen är något som sällan sker vilket är av diverse anledningar. Kunskapen är inte riktigt där för många, sedan så viljan att ställa om finns där men det är ingen som riktigt vågar ta tag i det. Unity har många utvecklingsmöjligheter inom byggbranschen. Då responsen för användningen av detta program varit god så ser skribenterna att en vidareutveckling på det system som gjordes skulle vara nyttig och det skulle även kunna bli den nya standarden att göra en APD-plan på. Då skribenterna inte har någon utbildning i programmering och ändå fick en så god respons så kommer de önskemål om utvecklingsmöjligheter för detta program kunna öka ytterligare.

Under examensarbets gång har det blivit tydligt att problemställningen kring hur digitaliseringen skall ske utgår från de befintliga plattformarna och metoderna att arbeta. Ett sätt att angripa detta problem är genom att ställa oss frågan "hur vill vi

arbeta och vad behöver vi?”. Genom att skräddarsy en ny plattform som inte är beroende av filformatet skulle enbart användbar information kunna tas ut. Att skräddarsy en plattform ger möjligheten till att redovisa informationen på ett sätt som är lätt att ta till sig.

Representanter från Skanska fastigheter var nöjda med hur kundanpassningen var, detta tyder på att det digitala hjälpmedlet skulle kunna hjälpa dem med sälj på olika byggen. Samma gäller här att ett större utbud på möblemang kan utvecklas så kunden skulle bli mer nöjd och få sin egen stil på sin köpta eller hyrda del av bygget. Detsamma gäller BIMxplorer, responsen där har även varit god. Skribenterna ser detta program som en del av projekteringsmöten och även som kontroll för de i produktionen. Detta för att få en inblick över problemen som uppstår under projekteringen på dessa möten samt för produktionen är det för att få förståelse för hur tillvägagångssättet kan vara och hur det ska se ut när jobbet de utför är klart.

9 Slutsats

Arbetets syfte är att undersöka möjligheten att använda mer digitala hjälpmedel i alla delar av byggprocessen och se attityden från våra framtida hantverkare att genomgå en sådan process. De frågor som ställs är; *Underlättar VR-tekniken för att få en större förståelse för bygget och ses den som positiv? Vad vet de blivande yrkesarbetarna om BIM och hur ser de på VR-system och andra digitala hjälpmedel? Vad krävs för att användningen av digitala verktyg ska öka och är detta vad branschen vill?*

9.1 Underlättar VR-tekniken för att få större förståelse för bygget och ses den som positiv?

Enligt resultaten så kan det tydligt ses att de digitala verktygen med VR och pekskärm underlättar arbetsprocessen. Att få APD-planer enkelt uppdaterade varje vecka så att planeringen av bygget kan ske smidigt var något som var positiv ur Skanskas perspektiv. Visserligen fanns det buggar i programmet som gör att just den version som arbetarna fick prova inte kommer komma i bruk. Idén och arbetssättet är något de skulle vilja använda sig mer av. Även att tillämpa digitala verktyg i möten angående produktionen och projektering var något Skanska ville se mer av, vilket också tydligt ses i resultatet.

9.2 Vad vet de blivande yrkesarbetare om BIM och hur ser de på VR-system och andra digitala hjälpmedel?

De framtida yrkesarbetarna har som sagt en positiv inställning kring att arbeta mer med BIM, VR och andra digitala hjälpmedel i sin framtida yrkesroll även om deras kunskap är i stort sett obefintlig. Dock är det en större andel som känner att de vill utveckla sina kunskaper inom ämnet. Detta tyder på att dessa ungdomar anser sig själva ha för liten förståelse för att kunna göra någon helt rättvis bild av vad som kan vara nyttigt och användbart för deras arbetssituation. Då nästan alla skolelever tyckte det var roligt att använda VR-systemet så är de rimligt att anta att de har viljan att ha mer digitala verktyg i arbetslivet så fort de får mer kunskap om BIM och digitala verktyg samt hur de kan användas för att underlätta arbetet. Detta kan då sedan leda till att de blir driva arbetare som kommer kräva andra arbetsmetoder, så som användning av digitala hjälpmedel, och branschen kan röra sig framåt.

9.3 Vad krävs för att användningen av digitala hjälpmedel ska öka och är detta vad branschen vill?

För att dessa metoder som visats i rapporten inte bara ska bli ett testförsök för Skanska, utan bli en eventuell förbättring på arbetssättet, så måste det finnas drivna anställda för att detta ska realiseras. De anställda som gör detta kan vara Digitala Ledare. Driver de på denna optimering av digitaliserandet så kommer arbetarna följa och utveckla sina arbetssätt till det som har demonstrerats under studien. Då undersökningarna och resultaten på att detta system har varit extremt positiva så bör dessa metoder tas i bruk och inget motstånd för detta lär ske. Alla

förutsättningar finns för att öka användningen av de digitala hjälpmedel som illustrerats. Det enda som då återstår är att någon vågar göra detta arbete, vilket Skanska har varit lyhörda med och har redan börjat driva i utvecklingsmöjligheterna.

9.4 Summering

Vid genomförandet av studien har det varit en positiv och optimistisk inställning till att använda digitala hjälpmedel. Skiftet till använda nya metoder kräver att personer med beslutande mandat väljer att använda de nya metoderna fullt ut och inte bara köra pilotprojekt eller ha digitala hjälpmedel som komplement.

Gymnasieskolan måste börja utbilda yrkesarbetarna i digitala hjälpmedel och se de som fullständiga handlingar istället för komplement till det befintliga metoderna, detta för att utveckla dagens arbetssätt.

Ämnen som kan studeras närmare i framtida examensarbeten:

- Vad som krävs av en plattform för att digitala handlingar/modellbaserat byggande ska kunna tillämpas.
- Digitalisering för yrkesarbetare.
- Nya metoder för projektledning.

10 Referenser

- APD-Plan Arbetsplatsdispositionsplan. (den 03 05 2019). Hämtat från Trafik-TA:
<https://www.trafik-ta.se/apd-plan/>
- Arbetsmiljöverket. (den 1 Juli 2015). *Arbetsmiljöplan för byggnads- och anläggningsarbete*. Hämtat från Arbetsmiljöverket:
<https://www.av.se/produktion-industri-och-logistik/bygg/arbetsmiljoplan/#1>
- Autodesk Inc. (den 27 Maj 2019). *Autodesk BIM360*. Hämtat från
<https://www.autodesk.com/bim-360/>
- Bergström, M. (den 22 02 2019). Möte om examensarbete.
- BIMalliancen. (2014). *BIMalliancen*. Hämtat från Riktlinje- BIM i projekt.
- BIMxplorer. (den 09 05 2019). *BIMxplorer*. Hämtat från BIMxplorer:
<https://www.bimxplorer.com/>
- Bluebeam. (den 09 05 2019). *Bluebeam*. Hämtat från Ta kontroll över komplexa byggarbetsplatser: <https://www.skanska.se/vart-erbjudande/ny-lokal/kontorslokaler/citygate/>
- Bosch, P., Isaksson, A., Lennartsson, M., & Linderöth. (2016). *Hinder och drivkrafter för BIM i medelstora entreprenadföretag*. SBUF-rapport 13069.
- Cadcrafts. (den 2 Maj 2019). *Produkter och tjänster / Fristående produkter / Autodesk / Revit 2020*. Hämtat från
<https://www.cadcraft.com/sv/webshop/autodesk/fristaende-produkter/revit/>
- Citygatebg. (den 03 05 2019). Hämtat från Värderingar- ett hus som vill mer:
<http://www.citygatebg.se/varderingar/>
- Granroth, M. (2011). *BIM - ByggnadsInformationsModellering: Orientering i modern arbetsmetod*. Stockholm: Godoymedia.
- Guldbrand, M., & Thomasson, L. (2018). *Använda dynamisk APD-plan i 4D som ett planeringsverktyg vid industriellt bostadsbyggande*. Malmö: Malmö Universitet.
- Gustafsson, M. (den 8 Maj 2019). Föreläsning.
- Göteborg, A., & Olsson, P. (2016). *Digitala leveranser*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
- Hemmingsson, J. (den 03 05 2019). Bygghandlingmöte.
- Hjertén, P. (den 11 04 2019). Intervju för skolundersökning.
- Issit, M. (2018). Building Information model. *Salem Press Encyclopedia*. Hämtat från <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=6&sid=052855e5-ac31-4564-9a80-0144ee0744ee%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbmc9c3Ymc2l0ZT1lZHMtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRl#AN=100259545&db=ers>
- Johansson, P. (den 06 09 2018). *Smarthousing*. Hämtat från BIM förändrar byggbranschen: <https://smarthousing.nu/boost/bim-forandrar-byggbranschen/>
- Jongeling, R. (2008). *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt - En jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM*. Luleå: Luleå tekniska universitet.
- Lindström, K. (den 27 05 2019). *7 framgångsfaktorer för att lyckas som digital ledare*. Hämtat från Computresweden:
<https://computersweden.idg.se/2.2683/1.706193/digital-ledare-lyckas>

- Lundgren, P. (den 22 September 2016). *Digital disruption*. Hämtat från Våga förändras innan det är för sent:
https://billogram.com/blog/digital_disruption-vaga-forandras/
- Mills, F. (den 13 01 2016). *What is 4D BIM?* Hämtat från theb1m:
<https://www.theb1m.com/video/what-is-4d-bim>
- NCC. (den 18 December 2017). *PDF Guidelines*. Hämtat från
<http://ncc.guidecloud.se/797.guide>
- Nordell, M. (den 20 Mars 2017). *Skanska*. Hämtat från BIM:
<https://www.skanska.se/om-skanska/skanska-i-sverige/building-information-modeling-bim/>
- Polsinelli, P. (den 5 December 2013). *Why is Unity so popular for videogame development?* Hämtat från Design a game:
<https://designagame.eu/2013/12/unity-popular-videogame-development/>
- Projekteringsmöte. (den 08 05 2019). projekteringsmöte.
- Roupe, M., & Johansson, M. (den 16 04 2019).
- Roupé, M., Johansson, M., Maftai, L., Lundstedt, R., & Viklund Tallgren, M. (2019). *Seamless Integration of Multi-touch Table and Immersive VR for Collaborative Design*. Springer.
- Skanska . (den 15 04 2019). *Citygate, Göteborg*. Hämtat från
<https://www.skanska.se/vart-erbjudande/vara-projekt/204749/Citygate%2c-Goteborg>
- Skanska. (den 15 05 2019). IFCfil_Citygate. Göteborg, Västra götaland, sverige.
- Skolverket. (den 4 Maj 2019). *Ämne - Bygg och anläggning*. Hämtat från Ämne - Bygg och anläggning:
<https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/gymnasieprogrammen/amne?url=1530314731%2Fsyllabuscw%2Fjsp%2Fsubject.htm%3FsubjectCode%3DBYG%26courseCode%3DBYGBYG01%26tos%3Dgy&sv.url=12.5dfee44715d35a5cdfa9>
- Smarthousing. (den 14 02 2018). *Smarthousing*. Hämtat från VIRTUAL REALITY I BYGGBRANSCHEN: <https://smarthousing.nu/prototyper/virtual-reality-i-byggbranschen/>
- Solibri. (den 09 05 2019). *Solibri*. Hämtat från Learn Solibri:
<https://www.solibri.com/learn>
- SRINSOFT. (2019). *SRINSOFT*. Hämtat från BIM level of development:
<https://www.srinsofttech.com/bim-level-of-development-lod-300-400-500.html>
- Stand, A., & Svantesson. (2013). *Säkerhetsplanering vid upprättandet av APDplaner*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
- Stribeck, J. (den 13 Oktober 2015). *Youtube*. Hämtat från Design Management Forum 2015 - BIM-projektering i Slussen:
<https://www.youtube.com/watch?v=PyUNlpth18o&feature=youtu.be>

Bilagor

Bilaga 1-Frågor till skolan

BIM

*Obligatorisk

Vilken klass går du i? *

- ☐ 1:an
- ☐ 2:an
- ☐ 3:an

Jag spelar mycket dator/tv-spel *

	1	2	3	4	5	
Instämmer inte alls	☐	☐	☐	☐	☐	Instämmer helt

Har du haft praktik? *

- ☐ Ja
- ☐ Nej

Om ja, som vad?

- ☐ Snickare
- ☐ Murare
- ☐ Betongare
- ☐ Övrigt:

Har du hört talas om BIM innan idag? *

☐ Ja

☐ Nej

Om ja, hur har du lärt dig om BIM?

Ditt svar

Det var lätt att använda VR-glasögonen *

1 2 3 4 5

Instämmer inte alls

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Instämmer helt

VR/ modellbaserat underlag något som jag kan tänka mig använda i mitt arbetsliv *

1 2 3 4 5

Instämmer inte alls

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Instämmer helt

Jag hade gärna lärt mig mer om BIM och digitala hjälpmedel

1 2 3 4 5

Instämmer inte alls

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Instämmer helt

Jag tyckte det var kul och använda VR *

1 2 3 4 5

Instämmer inte alls

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Instämmer helt

Jag upplevde ingen åksjuka med VR-glasögonen *

1 2 3 4 5

Instämmer inte alls ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Instämmer helt

Var det något du upplevde som extra bra?

Ditt svar _____

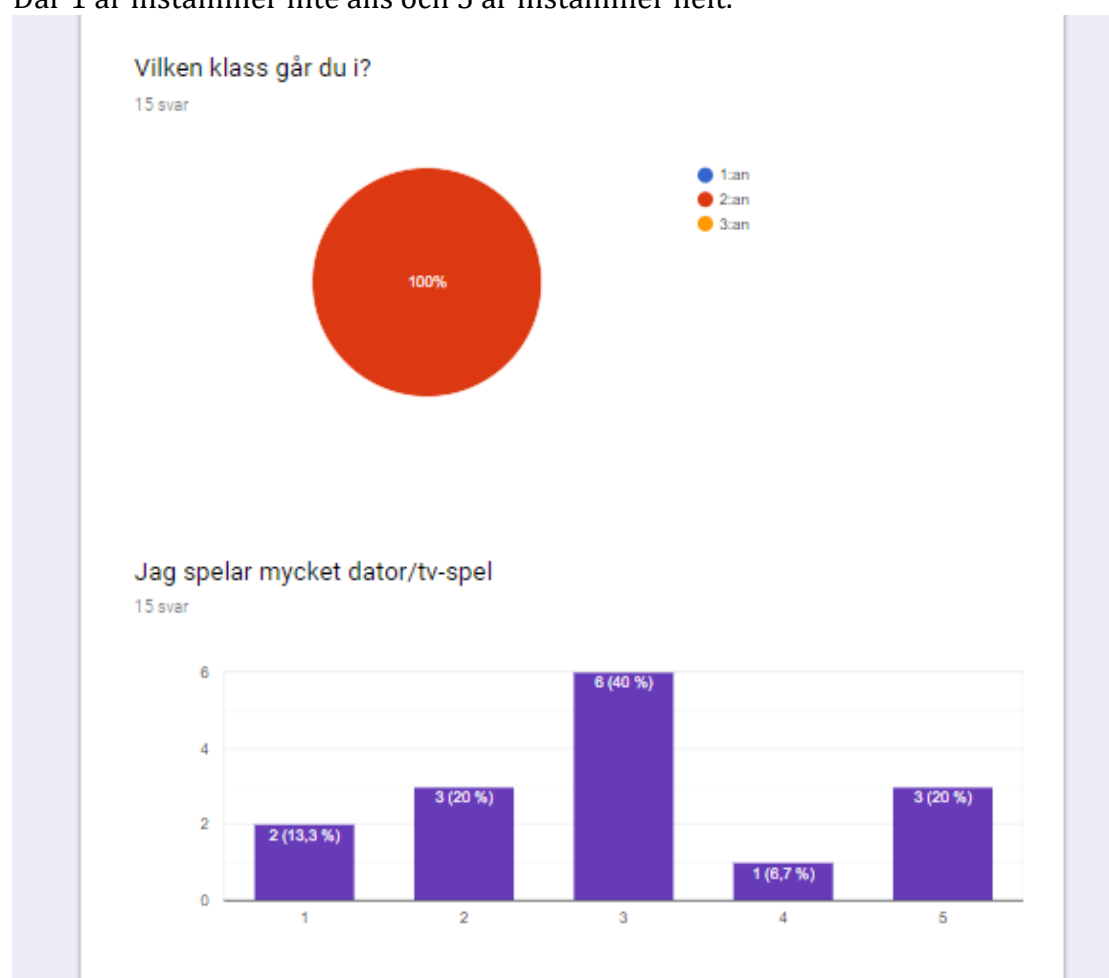
Var det något du upplevde som dåligt?

Ditt svar _____

SKICKA

Bilaga 2-Svar från skolan

Där 1 är instämmer inte alls och 5 är instämmer helt.



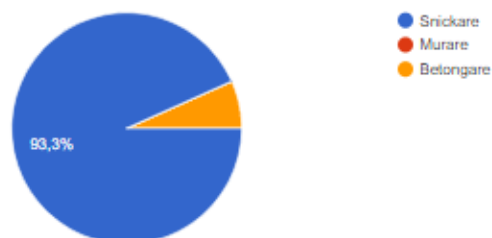
Har du haft praktik?

15 svar



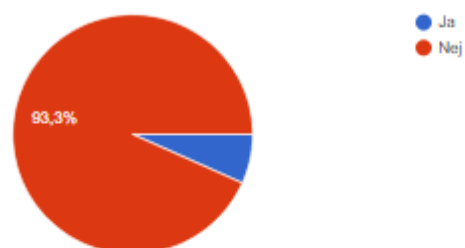
Om ja, som vad?

15 svar



Har du hört talas om BIM innan idag?

15 svar



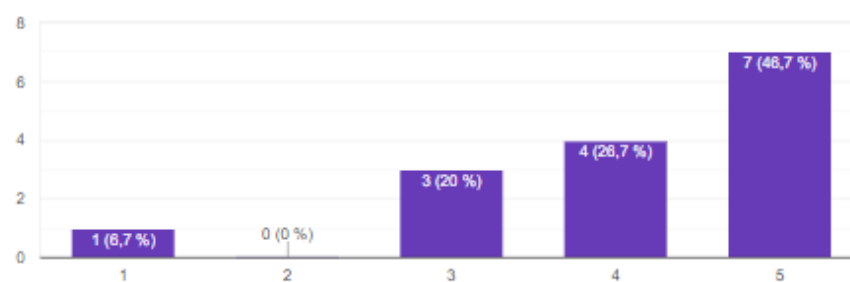
Om ja, hur har du lärt dig om BIM?

0 svar

Det finns ännu inga svar på den här frågan.

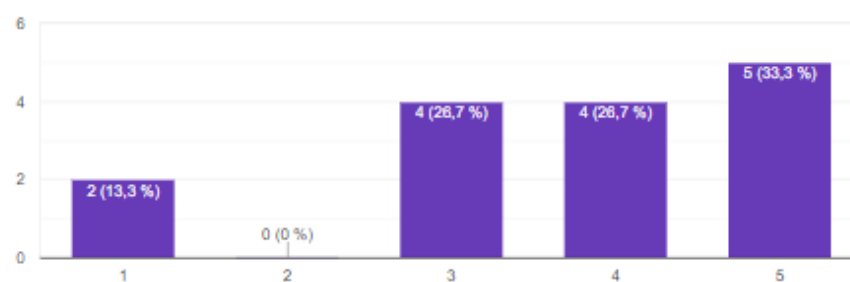
Det var lätt att använda VR-glasögonen

15 svar



VR/ modellbaserat underlag något som jag kan tänka mig använda i mitt arbetsliv

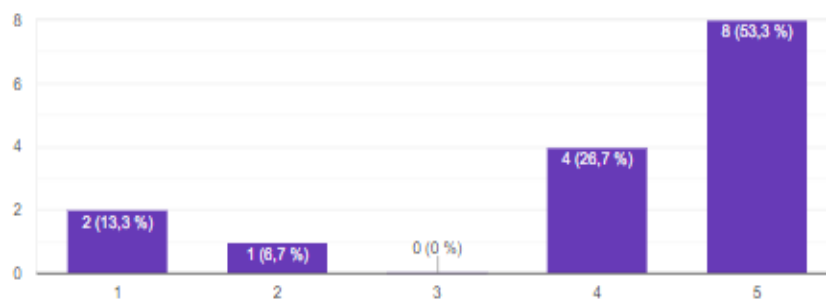
15 svar



Jag hade gärna lärt mig mer om BIM och digitala hjälpmedel

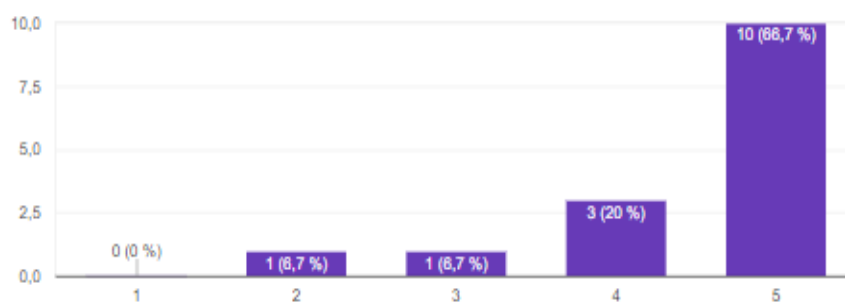


15 svar



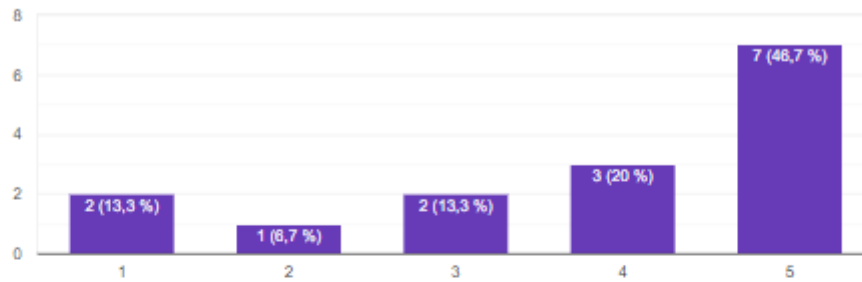
Jag tyckte det var kul och använda VR

15 svar



Jag upplevde ingen åksjuka med VR-glasögonen

15 svar



Var det något du upplevde som extra bra?

9 svar

Nej

coolt

En bild hur allt kommer se ut.

Jag tycker det var bra att man kan se en översikt över vadsom skall byggas.

ja att man fick en helt annan synvinkel på hur allt ska se ut och för att kunna förstå ritningen på ett bättre sätt

bra rumupplevelse

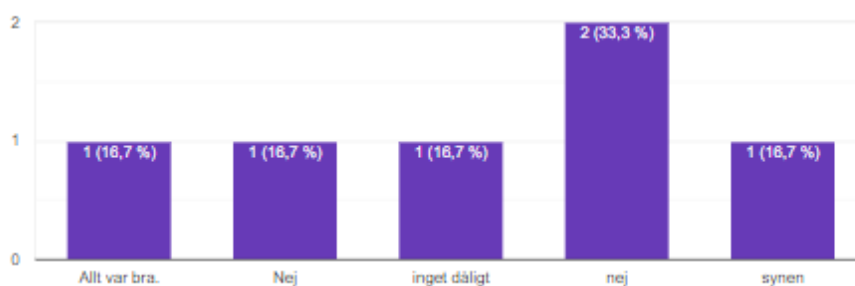
coolt mätning osv

kändes kul att få vara inne i bilden.

hur man kunde se alla måtten när man sköt

Var det något du upplevde som dåligt?

6 svar



Bilaga 3-Frågor till Skanska

Examensarbete

Hur tekniska hjälpmedel kan underlätta samarbete

Att jobba med touchskärmen underlättar samarbetet med planlayouten

	1	2	3	4	5	
Instämmer inte alls	☐	☐	☐	☐	☐	Instämmer helt

Det är enkelt att orientera sig på touchskärmen

	1	2	3	4	5	
Instämmer inte alls	☐	☐	☐	☐	☐	Instämmer helt

Det är enkelt att orientera sig med VR-glasögonen

	1	2	3	4	5	
Instämmer inte alls	☐	☐	☐	☐	☐	Instämmer helt

Touchskärmen gav mig en god rumsuppfattning

	1	2	3	4	5	
Instämmer inte alls	☐	☐	☐	☐	☐	Instämmer helt

VR-glasögonen gav mig en god rumsuppfattning

	1	2	3	4	5	
Instämmer inte alls	☐	☐	☐	☐	☐	Instämmer helt

Touchskärmen och VR-glasögonen kompletterar varandra så jag får en bra helhetsupplevelse av byggnaden

1 2 3 4 5

Instämmer inte alls

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Instämmer helt

Touchskärmen var användarvänlig

1 2 3 4 5

Instämmer inte alls

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Instämmer helt

VR-systemet var användarvänligt

1 2 3 4 5

Instämmer inte alls

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Instämmer helt

Jag vill se mer planering med hjälp av digitala hjälpmedel

1 2 3 4 5

Instämmer inte alls

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Instämmer helt

Under möten som omfattar projektering och produktion hade jag gärna använt digitala hjälpmedel

1 2 3 4 5

Instämmer inte alls

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Instämmer helt

Jag upplevde ingen åksjuka med VR-glasögonen

1 2 3 4 5

Instämmer inte alls

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Instämmer helt

Var det något du upplevde som extra bra?

Ditt svar

Var det något du saknade eller upplevde som dåligt?

Ditt svar

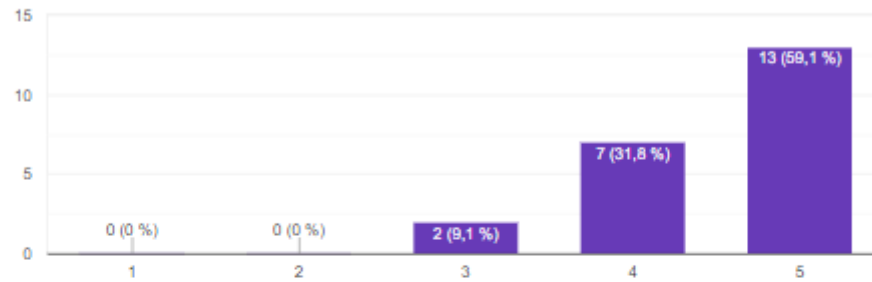
SKICKA

Bilaga 4-Svar från Skanska

Där 1 är instämmer inte alls och 5 är instämmer helt.

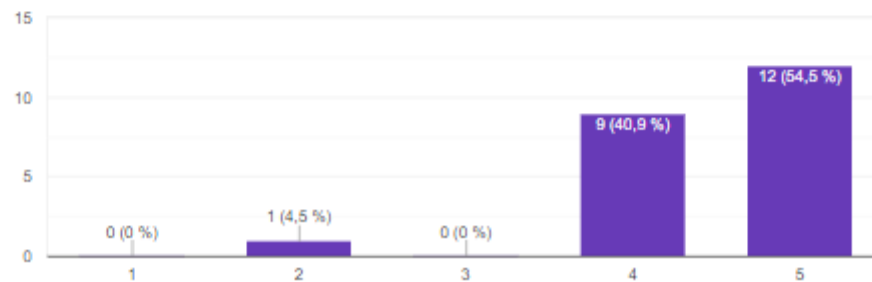
Att jobba med touchskärmen underlättar samarbetet med planlayouten

22 svar



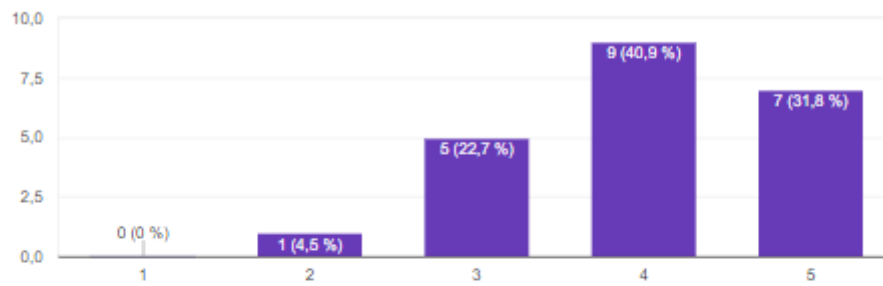
Det är enkelt att orientera sig på touchskärmen

22 svar



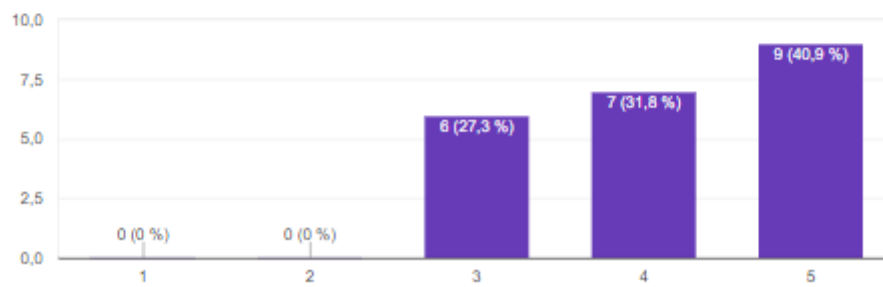
Det är enkelt att orientera sig med VR-glasögonen

22 svar



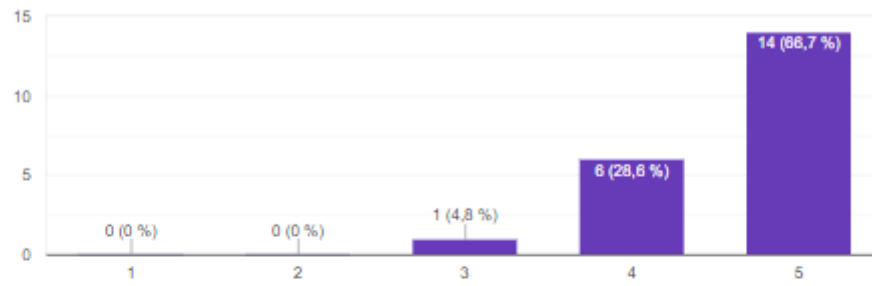
Touchskärmen gav mig en god rumsuppfattning

22 svar



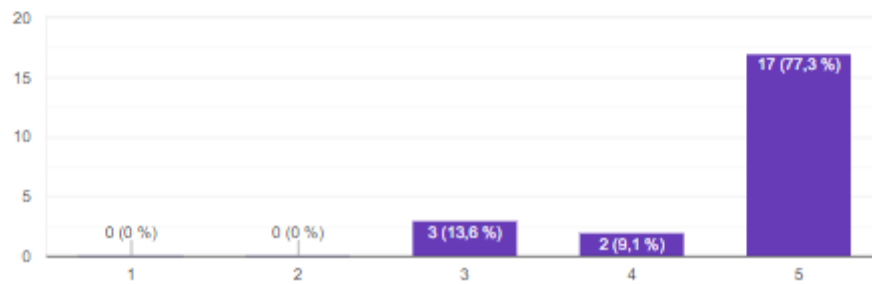
VR-glasögonen gav mig en god rumsuppfattning

21 svar



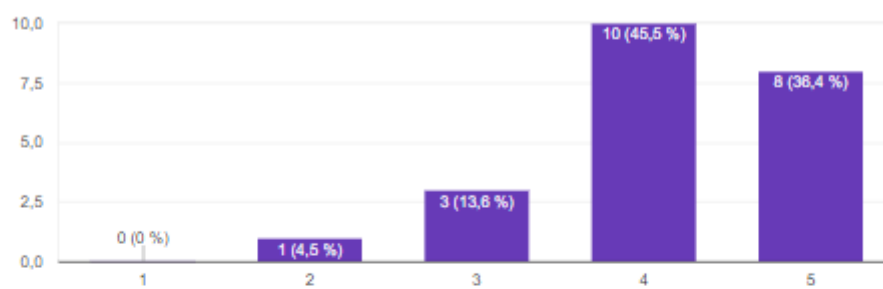
Touchskärmen och VR-glasögonen kompletterar varandra så jag får en bra helhetsupplevelse av byggnaden

22 svar



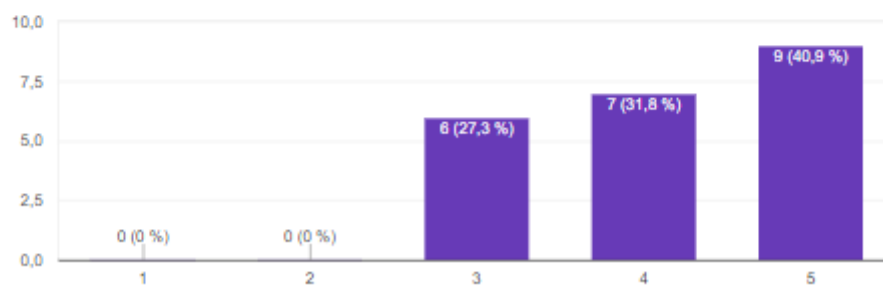
Touchskärmen var användarvänlig

22 svar



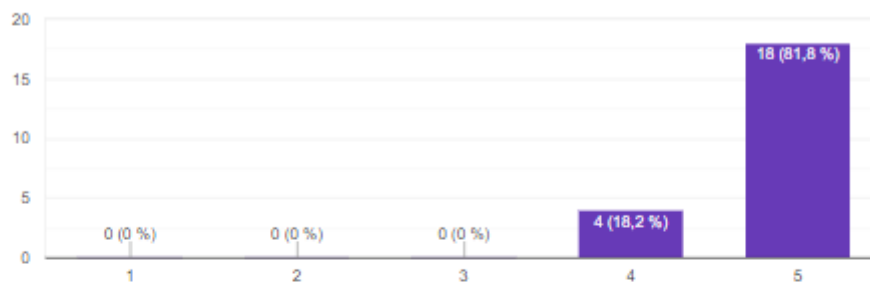
VR-systemet var användarvänligt

22 svar



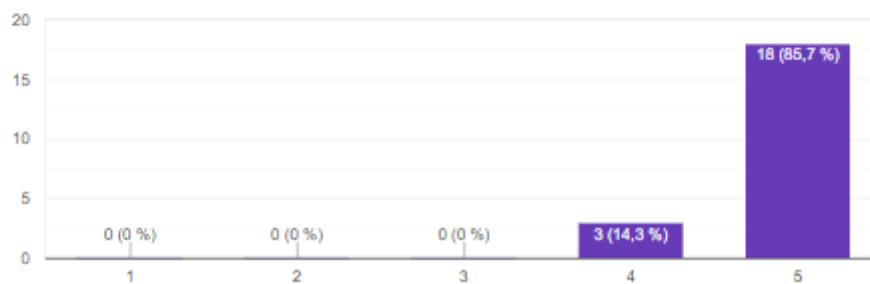
Jag vill se mer planering med hjälp av digitala hjälpmedel

22 svar



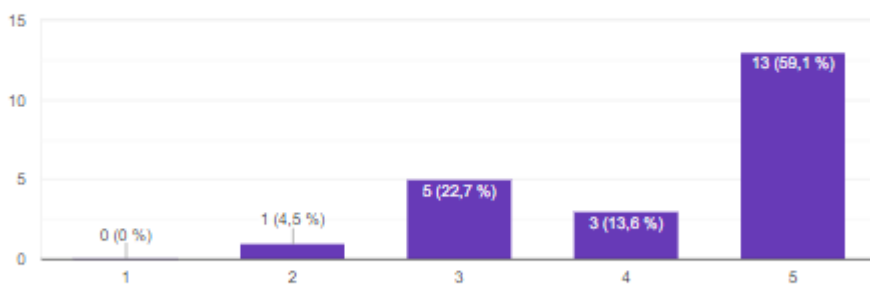
Under möten som omfattar projektering och produktion hade jag gärna använt digitala hjälpmedel

21 svar



Jag upplevde ingen åksjuka med VR-glasögonen

22 svar



Var det något du upplevde som extra bra?

10 svar

Den tydliga rumsuppfattningen som blir med 3d
Kul att se hur det kommer se ut, bra att få en verklig uppfattning av huset. Höjden!
Känslan för storlek, ytor och avstånd.
Lätt att identifiera krockar
Kan nog underlätta för kund med att ge en bild över hur det kommer se ut.
APD
uppfattningen av rummets storlek
Får ett bra helhetsintryck av byggnaden
Flygperspektivet
VR-glasögonen

Var det något du saknade eller upplevde som dåligt?

6 svar

behöver finjusteras
VR-verktyget kräver lite övning :)
inget idag
Lite klurigt att röra sig i modellen
Referens till befintliga byggnader
Nej