

# Tillämpning av Virtual Reality inom byggbranschen

Kim Nygård  
Martin Sjöskog

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen  
Utbildningsprogrammet för lantmäteriteknik  
Vasa 2019



## EXAMENSARBETE

Författare: Kim Nygård, Martin Sjöskog

Utbildning och ort: Lantmäteriteknik, Vasa

Handledare: Sem Timmerbacka

Titel: Tillämpning av Virtual Reality inom byggbranschen

---

Datum 22.5.2019

Sidantal 30

---

### Abstrakt

Målet med detta examensarbete var att ta reda på hur man kan tillämpa Virtual Reality inom byggbranschen.

Arbetet är fullständigt teoretiskt och i huvudsak uppbyggt på litteraturstudier och artiklar. I texten behandlas det om hur VR i allmänhet fungerar, dess historia, på vilka sätt man kan utnyttja VR-tekniken så att arbetsplatsen blir effektivare och hur företag sinsemellan kan kommunicera i byggprojekt med hjälp av VR. Vi går också igenom vilken typ av utbildning man borde få om ett företag vill ta i bruk VR-tekniken, såsom hantering av mjukvara och hårdvara.

VR är idag den nya tekniken som man hoppas på att ska effektivera processer inom byggbranschen. Detta examensarbete försöker ta reda på om Virtual Reality kan användas för att underlätta arbetet i dagsläget och i framtiden, vilket är resultatet för utredningen. På basen av den information vi har fått ta del av kan man konstatera att VR kommer ha en stor inverkan på byggindustrin i framtiden och medför både fördelar och nackdelar.

---

Språk: svenska

Nyckelord: Virtual Reality, VR, BIM, 3D-modell

---

# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Kim Nygård ja Martin Sjöskog

Koulutus ja paikkakunta: Maanmittaustekniikka, Vasa

Ohjaaja: Sem Timmerbacka

Nimike: Virtuaalitodellisuuden käyttö rakennusalalla

---

Päivämäärä 22.5.2019

Sivumäärä 30

---

## Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää miten virtuaalitodellisuutta voi käyttää rakennusalalla.

Opinnäytetyö on täysin teoreettinen ja koostuu pääosin kirjallisuustutkimuksista ja artikkeleista. Opinnäytetyössä käydään läpi, kuinka virtuaalitodellisuus käytännössä toimii, sen historia, kuinka virtuaalitodellisuusteknologian avulla työpaikasta saadaan tehokkaampi sekä kuinka eri yhtiöt voivat kommunikoida rakennusprojekteissa virtuaalitodellisuuden avulla. Käydään myös läpi minkälaista koulutusta yhtiö tarvitsee, jos haluaa ottaa virtuaalitodellisuusteknologian käyttöön, esimerkiksi ohjelmiston ja laitteiston käsittely.

Virtuaalitodellisuus on nykypäivän uusi tekniikka, jonka uskotaan tehostavan prosesseja rakennusalalla. Tämä opinnäytetyö selvittää, onko mahdollista käyttää virtuaalitodellisuutta työn helpottamiseksi nyt ja tulevaisuudessa, mikä on myös tutkimuksen lopputulos. Tietojemme mukaan voidaan todeta, että virtuaalitodellisuudella tulee olemaan suuri vaikutus rakennusalaan tulevaisuudessa tuoden sekä hyötyä että haittaa.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: Virtuaalitodellisuus, VR, BIM, 3D-malli

---

## **BACHELOR'S THESIS**

Author: Kim Nygård, Martin Sjöskog

Degree Programme: Land Surveying, Vasa

Supervisor: Sem Timmerbacka

Title: Application of VR in the Construction Industry

---

Date May 22, 2019

Number of pages 30

---

### **Abstract**

The goal of this thesis was to find out how to apply Virtual Reality in the construction industry.

The work is completely theoretical and mainly based on literature studies and articles. The text deals with how VR works in general, its history, the ways in which VR technology can be used so that the workplace becomes more efficient and how companies can communicate with each other in construction projects with the help of VR. We also go through what kind of education you should get if a company wants to use VR technology, such as software and hardware management.

VR is today the new technology that one hopes to streamline processes in the construction industry. This thesis attempts to find out if Virtual Reality can be used to facilitate the work in the present and in the future, which is the result of the investigation. According to the information we have accessed it can be noted that Virtual Reality will have a great impact on the construction industry in the future and brings both advantages and disadvantages.

---

Language: Swedish

Key words: Virtual Reality, VR, BIM, 3D-model

---

## Ordförklaringar

**VR:** Förkortning av Virtual Reality, virtuell verklighet

**AR:** Augmented Reality, förstärkt verklighet

**BIM:** Building Information Modeling, byggnadsinformationsmodellering, en 3D-modell skapas i en byggprocess för visualisering med målet att samla information om byggnader och besluten kring byggnaden

**HMD:** Head Mounted Display, en bildskärm som bärs på huvudet och har en eller flera bilder framför ögonen

**IFIP:** International Federation for Information Processing

**Hz:** Hertz, enhet för frekvens

**SDK:** Software Development Kit, ett utvecklingsverktyg som gör det möjligt för mjukvaruutvecklare att bygga applikationer

**C:** Ett generellt programspråk

**C++:** Ett nuförtiden populärt programspråk baserat på C

**VVS:** Värme, ventilation och sanitet

# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Syfte .....	1
1.2	Metodik .....	2
2	Allmänt om VR.....	2
2.1	Definition.....	3
2.2	Historia.....	4
2.3	Hårdvara.....	6
2.3.1	Output-enheter.....	6
2.3.2	Input-enheter .....	7
2.3.3	HTC Vive.....	8
2.3.4	VR Sickness .....	9
2.4	Mjukvara.....	10
2.4.1	Autodesk Revit.....	10
2.4.2	Autodesk Dynamo .....	11
2.4.3	Unity .....	11
2.5	VR i Finland.....	11
3	Olika typer av VR-system .....	13
3.1	Desktop-based VR.....	13
3.2	Immersive VR.....	13
3.3	3D Game-based VR.....	14
3.4	BIM-Enabled VR.....	15
3.5	Augmented Reality AR.....	15
4	VR-tillämpningar i byggbranschen.....	16
4.1	Projektutveckling .....	17
4.2	VR - en nyskapande inlärningsmetod .....	18
4.2.1	Utbildning.....	18
4.3	Beslutfattande verktyg.....	20
4.3.1	Kommunikation.....	21
4.4	Designverktyg för arkitektur .....	23
4.5	Fastighetsbranschen .....	24
5	Framtida möjligheter .....	26
6	Diskussion .....	26
7	Källförteckning.....	28

# 1 Inledning

I detta examensarbete har vi valt att skriva om hur man kan tillämpa Virtual Reality inom byggbranschen. VR är en engelsk förkortning av Virtual Reality och kan översättas till svenska som "Virtuell verklighet". Virtual Reality är en uppbyggd virtuell 3D-miljö en användare kan uppleva genom att ha på sig specialgjorda 3D-glasögon, eller ett s.k. VR-headset. VR har i flera år varit populärt inom spelindustrin men allt mer börjar man ta in det inom andra områden, bland annat inom byggbranschen. Med hjälp av VR kan man visualisera konstruktioner och byggnader innan de har byggts. Det här ger möjlighet för kunden att i förväg se den produkt som kommer att levereras. Detta kan ske i en digitalt uppbyggd bild eller i en miljö som upplevs som om kunden står mitt i den. En möjlighet att flytta på sig i en virtuell miljö med 360-gradersvisning ger en bättre överblick och en tydligare visuell upplevelse. (NCC AB, 2017)

Att vara arbetare inom byggbranschen kan vara farligt. Man kan utsättas för många olika slags skador och i värsta fall en dödsolycka. Med hjälp av VR kan man utföra en utbildning för arbetstagare så att de blir mer medvetna om olika risker som kan förekomma på en arbetsplats.

I första hand kommer vi att klargöra allmänt om vad VR är och dess historia. Vi kommer också att ta upp lite olika hårdvaror, mjukvaror, olika VR-system och hur man tillämpar VR inom byggbranschen.

## 1.1 Syfte

Syftet med detta examensarbete var att ta reda på hur man kan tillämpa VR inom byggbranschen och vilka användningsmöjligheter det finns. Syftet var också att bekanta sig med det mesta som har med VR att göra, till exempel hårdvaror, mjukvaror, olika system och utbildning.

## 1.2 Metodik

Den metodik vi har använt oss av i arbetet är litteraturstudier och artiklar tagna från internet. Vid val av källor har vi försökt så långt som möjligt hålla oss till de som tangerar vårt ämne, verkar pålitliga och som inte är föråldrade.

## 2 Allmänt om VR

Ordet VR är en engelsk förkortning av "Virtual Reality" och kan direkt översättas till svenska som "Virtuell verklighet". VR kan i dagens läge ha olika betydelse beroende på vem man frågar. VR kan för vissa människor vara en specifik samling av teknik, medan andra sträcker termen till att inkludera konventionella böcker, rörliga bilder eller till och med radio – något slag av medium som kan presentera en miljö som drar mottagaren in i sin egen värld. (Thabet, Bowman, & Shiratuddin, 2002)

Det som vi i detta arbete kommer att behandla och det man nuförtiden förknippar med VR är den datateknik som kan simulera verkliga eller inbillade 3D-miljöer och vår närvaro och interaktion i dessa. Man använder datorer för att skapa och visualisera 3D-scener eller världar, i vilka man kan navigera sig själv och manipulera objekt. VR gör det bokstavligen möjligt att uppleva en plats eller händelse när som helst oberoende på var du befinner dig. (Thabet, Bowman, & Shiratuddin, 2002)

För att kunna uppleva detta slag av VR måste man vara utrustad med VR-glasögon, vilka i realtid visar bilder av en datorbaserad modell av miljön. Dessa glasögon känner av åt vilket håll man riktar blicken, och visar då bilder av modellen i motsvarande riktning. Detta innebär att man kan betrakta den 3D-gjorda modellen från olika vinklar genom att luta på huvudet eller byta sin position inuti 3D-världen. Tekniken som används i glasögonen för att kunna se i 3D eller få ett djup i bilden är relativt enkel. Inuti glasögonen finns två stycken skärmar, en skärm framför varje öga. På skärmarna visas samma bild fast från olika vinklar, vilket gör att synintrycket påminner om det djupseende som människor har i verkligheten. (Arvanaghi & Skytt, 2016)

Utöver glasögonen finns det också flera funktioner som ytterligare kan förstärka den virtuella upplevelsen. Genom att placera ut så kallade spårningsenheter i kanterna av den yta man vill röra sig på och med hjälp av ofta medföljande trådlösa kontrollenheter kan du

berätta för systemet exakt på vilken yta du kan röra dig på. VR-headsetet och spåringsenheterna håller därefter tillsammans koll på precis var på den bestämda ytan du befinner dig. Systemet och spåringsenheterna är även synkroniserade med de trådlösa kontrollerna du håller i händerna, vilket i sin tur gör att du inuti headsetet kan se hur du rör dina händer. (Arvanaghi & Skytt, 2016)

Det finns många glasögonmodeller från olika tillverkare idag på marknaden. Några av dessa modeller är Oculus Rift, Samsung Gear, Google Cardboard, Playstation VR och HTC Vive. De största skillnaderna mellan dessa modeller är plattformen de används på, upplösningen och uppdateringsfrekvensen (Hz) på skärmen inuti glasögonen (Arvanaghi & Skytt, 2016).



**Figur 1** Så här kan moderna VR-glasögon se ut. På bilden Oculus Rift-headset inklusive trådlösa handkontroller och spåringsenheter. (Oculus)

## 2.1 Definition

Tillämpligheten av VR har utvecklats mycket under åren och konceptet har också ständigt förändrats, därför har det varit svårt att exakt definiera begreppet "Virtual Reality" (Cruz, 2018). Om man däremot separerar orden kan man definiera "Reality" som: "*something that is neither derivative nor dependent but exists necessarily*" (Merriam-Webster, u.d.) och "Virtual" som: "*being on or simulated on a computer or computer network*" (Merriam-Webster, u.d.). Genom att kombinera dessa två ord har innebörden inte en tillräckligt exakt definition, vilket kan leda till vilseledande användning av termen "Virtual Reality". VR kan man säga är ett slags medium vilket, precis som musik eller andra former av media, kan

användas till många syften. Det huvudsakliga syftet för ett medium är kommunikation av idéer, och i VR kan dessa sträcka sig från rent abstrakta till rent praktiska. Till exempel; ”Hur det skulle vara att leva inuti en tecknad TV-serie?”, eller ”Kommer denna design på byggnaden fungera felfritt efter att den har blivit byggd?” (Cruz, 2018).

## 2.2 Historia

Den virtuella verklighetens exakta ursprung är en aning debatterad, detta på grund av hur svårt det har varit att formulera en definition för begreppet. Vissa identifierar uppkomsten av den virtuella verkligheten i de primitiva viktoriaiska ”stereoskoperna”, en av de första 3D-bildvisarna, som utvecklades på tidigt 1800-tal. Andra påvisar någon form av ”out-of-body” upplevelse. Men för oss flesta, VR som vi känner det skapades av några få pionjärer under 1950- och 1960-talet. (Robertson & Michael)

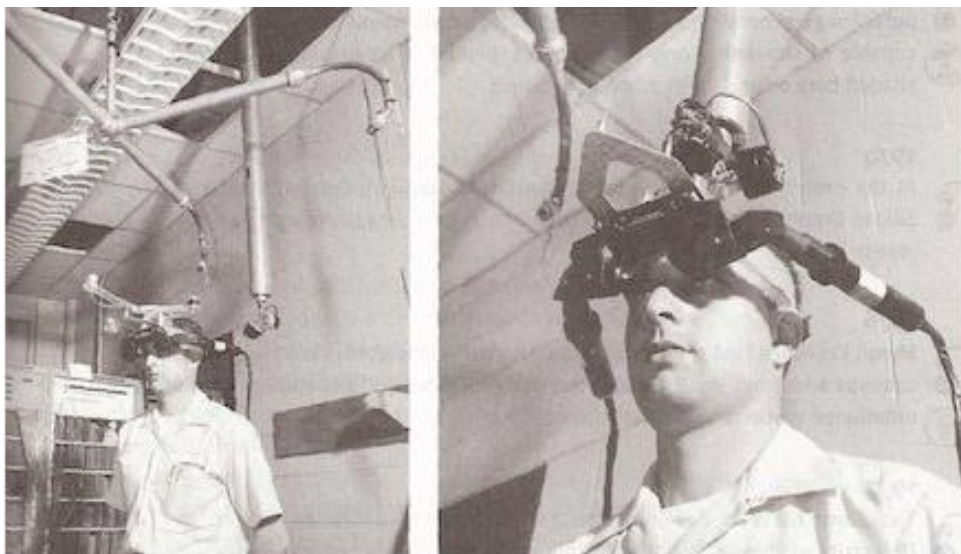
Efter många år av arbete byggde filmskaparen Mort Heilig ”Sensorama” år 1962. Denna maskin anses vara det första och äkta VR-systemet i världshistorien. Sensorama var en slags biograf eller ett arkadskåp gjord för en person, i vilken användare kunde se på en kortfilm som engagerar flera sinnen samtidigt (ljud, lukt, beröring och syn). Heilig föreställde sig att hans maskin skulle revolutionera framtidens bio, men slutade i ett totalt misslyckande (Robertson & Michael).



*Figur 2* En reklambild av Mort Heiligs ”Sensorama”.

(Bean, 2017)

År 1965 presenterade Ivan Sutherland, känd som skaparen av datagränssnittet Sketchpad, vid IFIP (International Federation for Information Processing) sitt koncept "The ultimate display" eller "den ultimata bildskärmen". Syftet med detta koncept var att simulera verkligheten till en punkt där användaren inte kan märka skillnaden mellan det virtuella och det fysiska. Detta inkluderade en virtuell värld betraktad genom en HMD (head-mounted display) och en realistisk förstärkt 3D-miljö, där användaren kunde interagera med objekten i den virtuella världen på ett realistiskt sätt. Det var första gången när begreppet hur VR förstås idag presenterades. Tre år senare demonstrerade Sutherland för första gången sin prototyp "Sword of Damocles" som kunde uppnå hans vision. Den HMD som användes av användaren var så tung att den skulle hängas från taket, men tillät ändå användaren att flytta huvudet och navigera med primitiva datorgenererade bilder. (Cruz, 2018) (Robertson & Michael)

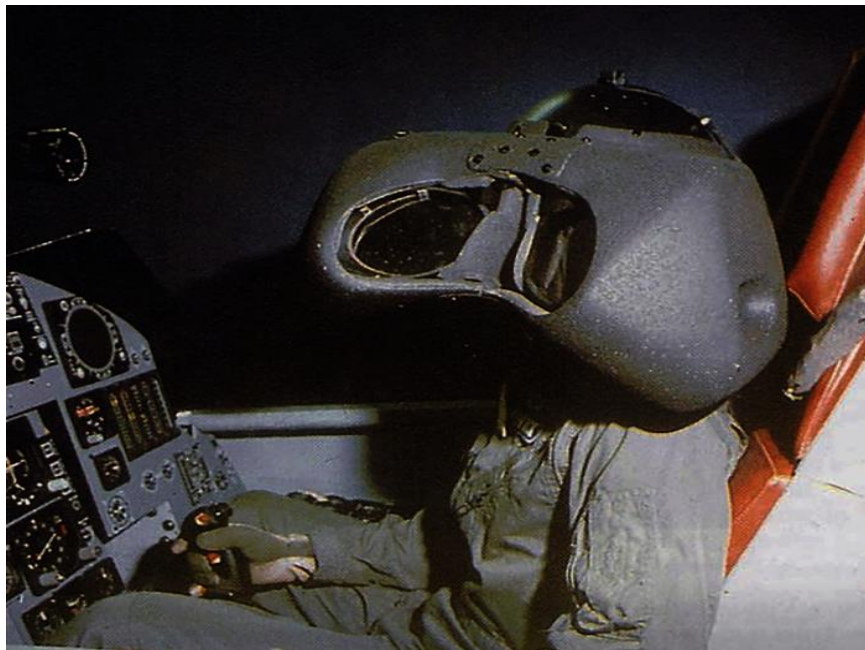


**Figur 3** Ivan Sutherlands "Sword of Amocles" - det första VR-headsetet.

**(Virtual Reality Society)**

I början av 1970-talet utvecklades också interaktiva datorskärmar för att kunna utbilda piloter. Dessa datorskärmar var mekaniskt kopplade till pilotens kontroller, såsom roderpedaler och gasreglage. Syftet med dessa simulatorer var att utveckla pilotens kännedom om flygplanets kontroller i en säker miljö. Flera år senare, 1986, utvecklade Thomas Furness ett flygsimulatorprojekt ("Super Cockpit") med avsikt att förbättra militär

träning inom flygvapnet. Denna flygsimulator, som mer liknade ett träningsflygplan, kunde projicera datorgenererade 3D-kartor, infraröda- och radarbilder, och realtids 3D-information om det simulerade flygplanet. Simulatorens gjorde det även möjligt för användaren att styra flygplanet med gester, tal och ögonrörelser (Cruz, 2018).



*Figur 4* Inuti Thomas Furness flygsimulator "Super Cockpit".  
(Bye, 2015)

## 2.3 Hårdvara

Grunden till ett bra VR-system består av ett stort sortiment av hårdvaruteknik. Det vi kommer att ta upp i detta kapitel är output-enheter, input-enheter och olika typer av bildskärmar.

### 2.3.1 Output-enheter

Det som är meningen med VR är att involvera så många av användarens sinne som möjligt och hit hör hörsel, beröring, lukt, rörelse. De tre vanligaste bildskärmstyperna är visual, auditory och haptics.

- Den visuella (visual) bildskärmen är den enda nödvändiga hårdvaran i ett VR-system och som ofta också är den avgörande egenskapen för systemet. Den vanligaste visuella bildskärmen för VR är en enkel skrivbordsskärm som används för Desktop

VR eller Fish Tank VR. Ibland förbättras dessa skärmar genom att använda stereotyper och stereoglas för att ge bättre djupuppfattning.

- Auditory bildskärmshårdvaror är inte allmänt specifikt för VR, utan man kan använda sig av vanliga högtalare eller hörlurar. Utmaningen här är att skapa ljud som är realistiskt för en miljö. De flesta avancerade VR-system använder ett rumsligt ljud som presenterar hörselinformation så att det låter som om källan är på en viss plats i ett 3D-utrymme.
- Haptics refererar till alla ”skin senses” och hit hör bland annat kraft, tryck, textur, värme och smärta. I ett VR-system tillåter haptiska enheter användaren att känna den virtuella världen. Det finns många olika typer av haptiska skärmar, den vanligaste typen är en Sensable Technologies Phantom enhet och det är en mekanisk kopplingsanordning som visar kraft till användaren vid en enda punkt. Med denna enhet kan användaren undersöka virtuella objekt med fingertopp eller penna för att känna ytan.

Exoskeleton är en annan enhet och den låter användaren förstå virtuella objekt och att känna kraften på alla fem fingrar. Dessa två typer kan kombineras för att göra det möjligt att gripa och undersöka. (Thabet, Bowman, & Shiratuddin, 2002)

### **2.3.2 Input-enheter**

Inmatningsenheter används för att styra en VR-applikation och VR-system använder sig mestadels av nya 3D-inmatningsenheter. Spårningsenheten är den vanligaste 3D-inmatningsenheten, men det finns också bland annat diskreta, kontinuerliga och hybridanordningar för VR-system. En diskret inmatningsenhet producerar enskilda händelser när användaren utför någon åtgärd. I skrivbordsmiljöer är tangentbordet en typisk diskret enhet, varje tangentryck signalerar systemet att göra något och om ingen tangent trycks in produceras ingen ingång. I VR-system kan man använda ackordtangentbord eller mjukatangentbord. En kontinuerlig inmatningsenhet skickar ständigt signaler tillbaka till värddatorn, med eller utan någon insats av användaren. Hos en datormus är det den positionella komponenten som är en kontinuerlig inmatningsenhet och den rapporterar musens X och Y position. I ett VR-system är spårningsenheter och handkontrollerna de två vanligaste kontinuerliga inmatningsenheterna. (Thabet, Bowman, & Shiratuddin, 2002)

Hybridinmatningsenheter kombinerar både diskreta och kontinuerliga ingångar. På skrivbordet är musen en hybridanordning som kombinerar separata knappar och kontinuerlig positionsinmatning. Spårningsenheten är det vanligaste exemplet som även innehåller diskreta knappar, så att den kan användas som en 3D-mus. (Thabet, Bowman, & Shiratuddin, 2002)

### 2.3.3 HTC Vive

HTC Vive är ett VR-headset för PC som lanserades i april 2016 i samarbete mellan HTC och Valve. (Cruz, 2018) Systemet använder sig av två stycken separata spårningsenheter med laserteknik, som läggs ut i rummet som hjälper till att känna av vart headsetet är. (INET, 2016) Spårningsenheterna avger 60 stycken infraröda pulser per sekund som upptäcks av headsetet och kontrollerna med en precision på under millimetern. (Cruz, 2018) Det vill säga att på själva headsetet finns det ett antal sensorer som spårningsenheterna känner av och anpassar vinkeln användaren ser den virtuella miljön vart efter att användaren rör huvudet. (INET, 2016) På handkontrollerna finns det också sensorer som fungerar tillsammans med spårningsenheterna. På kontrollerna finns det också knappar med grepp på, en touchpad och en avtryckare. (Cruz, 2018)

Headset-enheten innehåller två stycken skärmar, en per öga med en upplösning på 1080x1200 pixlar. Det har också ett visningsfält på 110 grader och en hastighetsuppdatering på 90 Hz. (Cruz, 2018) På headsetets framsida finns också en kamera kallad HTC Chaperone. Den är till för att hjälpa lokalisera användaren utan att personen behöver ta av sig headsetet. Systemet har också inbyggda funktioner som gör att headsetet kan varna ifall att man håller på att gå in i något. Med hjälp av en knapp på kontrollen kan man aktivera kameran så att man ser den vanliga världen istället för den digitala. (INET, 2016)



**Figur 5** På bilden de huvudsakliga komponenterna till HTC Vive headsetet; glasögon, handkontroller och spårningsenheter. (VIVE)

#### 2.3.4 VR Sickness

En erfarenhet av att känna sig sjuk medan man befinner sig i VR kan förstöra användarens upplevelse. Denna sjukdom orsakar många liknande symptom som rörelsesjuka och hit hör illamående, obehag, huvudvärk, kräkningar och svettningar. (Cruz, 2018) De som är nybörjare i en virtuell värld kan symptomen hos användaren komma mellan de första tio och trettio minuter av användningen. (Staramba, 2019)

Det finns mycket vetenskap och forskning om vad som orsakar att man kan få rörelsesjuka i en VR-värld. En av orsakerna är kopplingen mellan vad du ser och hör i ett VR-headset och din kropps verkliga tillstånd i den "riktiga världen". Till exempel i ett bilspel så kan ens ögon och öron uppleva att de befinner sig i en bild med hög hastighet, men resten av ens sinnen fortfarande är anpassad till världen utanför VR-glasögonen. Eftersom hjärnan inte kan sammanföra detta kan det leda till illamående. För en nybörjare är det bäst om man håller sig till spel där det inte förekommer så mycket plötsliga rörelser. Det man också ska komma ihåg är att det tar tid att vänja sig med VR och att användaren bör börja med en begränsad liten tid inom ett VR-socialt utrymme. (Staramba, 2019)

## 2.4 Mjukvara

Den nuvarande VR- utvecklingsmjukvaran stöder ett brett spektrum av VR-tillämpningar. VR-mjukvaran ska inte bara behandla 3D-objektgenereringar, utan måste också tillåta navigering och samverkan med en 3D-värld. VR-mjukvaran innehåller också andra funktioner som bör beaktas när man ska välja en VR-mjukvara. Hit hör bland annat funktioner som att stöda importerade 3D-modeller från andra system, 3D-bibliotek, objektskalning, rotering och animering. (Thabet, Bowman, & Shiratuddin, 2002)

Det finns två olika huvudkategorier av VR-implementeringsmjukvara. Den första är ett verktygssystem eller mjukvaruutvecklingssatser (SDK) och det andra är ett författningssystem. SDK är ett programmeringsbibliotek och är ofta skrivna i C eller C++, där man har möjlighet med en uppsättning av vanliga funktioner bilda en layout av en VR-applikation. Författningssystem är i allmänhet ikonbaserade program med grafiska användargränssnitt för att skapa virtuella världar utan att gå igenom detaljerad programmering. (Thabet, Bowman, & Shiratuddin, 2002)

I de följande underrubrikerna nedan presenterar vi kortfattat några mjukvaruprogram som kan användas för att bygga upp 3D-modeller.

### 2.4.1 Autodesk Revit

Autodesk Revit är en BIM-programvara som främst är ämnad för arkitekter, designers, ingenjörer och entreprenörer. Autodesk Revit innehåller många användbara verktyg som tillåter användaren att planera, designa och hantera en byggnads struktur och komponenter i 3D. En annan stark sida med Revit är arbetsdelningen. Med hjälp av Revit är det möjligt för fler än en användare att få tillgång till en gemensam centralmodell. Modellen kan redigeras av alla som har tillgång och när ändringarna är gjorda synkroniserar Revit den nya uppdaterade modellen för alla användare. Detta gör planeringen och kommunikationen i projektet mera effektivt mellan parterna. (Autodesk)

### **2.4.2 Autodesk Dynamo**

Autodesk Dynamo är ett öppet grafiskt algoritmredigeringsprogram som utökar byggnadens informationsmodellering med data- och logikmiljö. Programvaran är ett visuellt programmeringsverktyg och som är avsedd att vara tillgängligt, oberoende om användaren har kunskapskompetens för programmering eller inte. Applikationen kan köras endera som ett fristående "Sandbox" -läge eller som ett plug-in för en annan Autodesk-programvara, till exempel Revit. På samma gång som det körs som ett plug-in för Revit, kan Dynamo användas bland annat för att hantera information automatiskt, skapa grafiska representationer och ändra BIM-modellen. (Cruz, 2018)

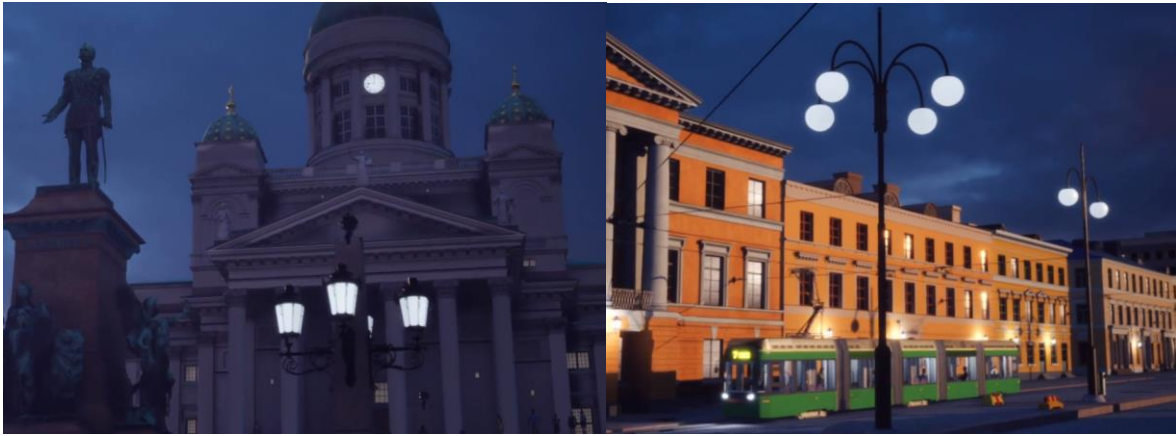
### **2.4.3 Unity**

Unity Technologies är ett företag som utvecklar mjukvaror och lösningar inom 2D, realtids 3D (Real-Time 3D, RT3D), AR och VR. Unity är en av världens mest använda spelmotor som används i över 3 miljarder apparater i världen. Unity använder RT3D i arkitektur, konstruktion, teknik, film och spel. Inom den mobila spelmarknaden har Unity en viktig roll eftersom 50 % av mobilspelen görs med hjälp av programmet, även 60 % av allt AR/VR innehåll har blivit gjort med Unity. (Unity)

## **2.5 VR i Finland**

I dagens läge finns det relativt många olika VR-företag runtom i världen att man kanske inte alls tänker på att det skulle finns några företag i Finland inom denna bransch. ZOAN presenterade deras VR-tjänster vid ett evenemang i Helsingfors i januari år 2018, och de verkar vara ganska självsäkra på vad de gör.

ZOAN grundades år 2010 och är idag en av de största VR-företagen i Finland. De specialiserar sig på att tillverka egna VR-erfarenheter av hög kvalitet och 3D-modeller i realtid. Deras tjänster kan användas för marknadsföring och utbildning, men de erbjuder också en tjänst som heter ZOAN Digital Building. Digital Building visualiserar byggnader för arkitekter, fastighetsmäklare och byggare. Ett av deras större projekt är Helsinki2020, där de har som mål att skapa en exakt kopia av Helsingfors i 3D. (ZOAN, u.d.)



**Figur 6** Bilder tagna från Helsinki2020-modellen.  
(ZOAN, u.d.)

Ett annat finskt företag inom VR-branschen som är värd att nämnas är "Varjo". Varjo grundades i Finland år 2016 och har sedan dess siktat på att lansera världens första VR-headset med mänsklig ögonupplösning. "VR-1" är designad för att användas i komplexa och krävande industrier såsom arkitektur och konstruktion, men även för simulering, utbildning och design av 3D-modeller. Headsetet är försedd med en avancerad ögonspårningsteknik och kan även användas av personer som har glasögon. Varjo hävdar att VR-1 sparar otaliga arbetstimmar genom att låta alla som är inblandade i ett projekt se och fördjupa sig i ett utrymme innan det byggs, vilket leder till stora kostnadsbesparingar. VR-1 finns idag tillgänglig på marknaden för ca 6000€. (Varjo, u.d.)



**Figur 7** "VR-1" - utvecklat av det finska företaget Varjo. (Varjo, u.d.)

### 3 Olika typer av VR-system

Idag finns det många olika slags VR-tekniker som används inom olika branscher. I detta kapitel har vi kategoriserat de fem större typerna, och kommer kort att förklara hur de fungerar och hur de kan tillämpas.

#### 3.1 Desktop-based VR

Desktop-based VR, eller "Skrivbordsbaserat VR" på svenska, är ett ganska simpelt VR-system och körs vanligtvis på en helt vanlig bordsdator, därav termen "Desktop-based VR". I detta VR system använder man sig inte av VR-glasögon eller HMD (Head-mounted displays), utan det finns endast en datorskärm framför användaren som visar en virtuell 3D-värld. För att navigera i denna 3D-miljö och interagera med olika objekt används endast input-enheter i datorn, såsom mus och tangentbord. (Thabet, Bowman, & Shiratuddin, 2002) Det finns inte något slag av spårningsutrustning, därför behöver användaren en bra uppfattningsförmåga för att kunna uppleva vad som händer runt dem. Eftersom detta system endast är uppbyggt av bildskärmar, mus och tangentbord anses den vara relativt billig jämfört med annan teknik. (Wang, Wu, Wang, Chi, & Wang, 2018)

#### 3.2 Immersive VR

Jämfört med tidigare nämnda skrivbordsbaserat VR är "Immersive VR" (fördjupande, uppslukande) beroende av användningen av speciell hårdvara, till exempel sensorhandskar och HMD. Denna utrustning används för att dra tillbaka användare från den fysiska världen och ger en möjlighet för dem att gå in i en virtuell och "uppslukande" värld. Detta skapas genom att man omger användaren med bilder, ljud eller andra virtuella scenarier som får användaren att känna att 3D världen är autentisk och riktig. (Wang, Wu, Wang, Chi, & Wang, 2018) Om man vill se vad man har på sin vänstra sida vänder man sitt huvud/kropp till det hållet, samma sak om man vill ta tag i ett objekt framför sig räcker man ut armen och tar tag i det med handen. (Thabet, Bowman, & Shiratuddin, 2002)

En typisk demonstration av Immersive VR är "CAVE" (Cave Automatic Virtual Environment) som uppfanns av Carolina Cruz-Neira, Daniel J. Sandin och Thomas A. DeFanti. Detta är en fördjupande virtuell miljö som skapas runt användarens position och plats. När användarens position ändras, förändras också dennes position i den virtuella miljön. Dessutom kan användarens sensorhandskar, HMD eller olika kostymer vara inbäddade med sensorer som i realtid ger återkoppling på rörelserna. På grund av denna realtids-förmåga tros Immersive VR vara mer fördelaktig över det skrivbordsbaserade VR-systemet (Desktop-based VR). (Wang, Wu, Wang, Chi, & Wang, 2018)

### **3.3 3D Game-based VR**

3D Game-Based VR, eller 3D-spelteknik inom VR, siktar på att förbättra användarinteraktioner och avser datorbaserade spelliknande träningsscener genom att interagera visuellt, interaktivt och nätverks- och multianvändarteknik. Denna spelbaserade träning kan användas för utbildning för att förbättra samverkan, genom att förse uppgifter som är användbara och nära verkliga arbeten. Istället för att sträva efter den verklighetsbaserade upplevelsen som finns i Immersive VR, fokuserar man i spelbaserat VR mera på interaktionen mellan användaren och spelobjektet i den virtuella världen. (Wang, Wu, Wang, Chi, & Wang, 2018)

Olika spel har utvecklats med denna teknik som tillåter praktikanter att göra virtuella uppgifter (t.ex. göra leveranser och styra redskap) med hjälp av tangentbord, mus och spelkontroller. Den främsta fördelen med detta system är tillgängligheten av upprepade försök. En annan fördel är att man kan testa ny utrustning med olika metoder och scheman, och genom denna testning kan man identifiera potentiella problem såsom hälsa och säkerhetshänsyn. Inom byggbranschen har det också utvecklats ett spel med denna teknik som går ut på att identifiera och hantera brister i en byggnad. Byggnadens virtuella komponenter skapas genom att använda Autodesk Revit och realistiska scenarier görs med hjälp av LSL (Linden Scripting Language). Praktikanterna uppmanas då att identifiera brister och möjliga aktiviteter som kan leda till fel i olika scenarier. (Wang, Wu, Wang, Chi, & Wang, 2018)

### 3.4 BIM-Enabled VR

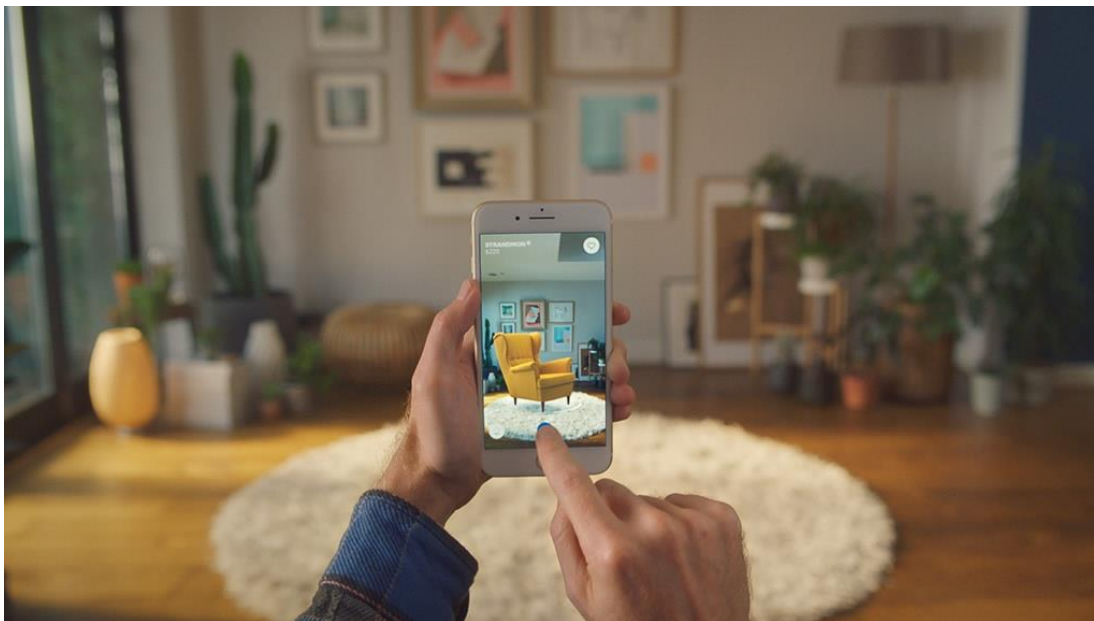
BIM (Building Information Model) innebär i princip skapandet och användningen av tredimensionella objekt, vilka också innehåller relevant information om dess egenskaper. Denna egenskapsinformation är väldigt nödvändiga data som krävs i ett praktiskt byggnadsprojekt genom hela livscykeln, d.v.s. design, planering, konstruktion, drift och underhåll. BIM-Enabled VR är beroende av modellen för att kunna simulera realistiska byggprocesser och operationer, på så sätt kan man konstatera att visualiseringen är en av BIMs viktigaste egenskaper. Användare kan till exempel få tillgång till BIM-data i Immersive VR-miljö och därigenom analysera faktorer som kostnad och materialtyp för att utveckla en effektiv byggdesign i realtid. Och genom att granska designdetaljerna kan alla element av BIM-modellen (från arkitektur och struktur till mekaniskt och elektriskt) diskuteras på ett mer detaljerat sätt. Istället för att begränsat studera en vanlig ritning på papper tillåter BIM-Enabled VR användare att uppleva BIM-modellen i en 3D-virtuell miljö med all relevant byggnadsinformation. Den största fördelen med BIM-baserad VR är modellens förmåga att återge ändringar i realtid. (Wang, Wu, Wang, Chi, & Wang, 2018)

Verktyg som Autodesk Revit gör det möjligt för exempelvis praktikanter att enkelt flytta från överenskomna 2D-ritningar till de BIM-baserade VR-miljöerna, och dessutom upprätthålla fullständigheten av byggnadsdata i den virtuella miljön innan byggnaden faktiskt byggs. (Wang, Wu, Wang, Chi, & Wang, 2018)

### 3.5 Augmented Reality AR

Augmented Reality (på svenska ”förstärkt verklighet”, är en annorlunda visualiseringsteknik än VR. AR använder sensorisk teknik för att ge en direkt eller indirekt syn på en fysisk miljö med förstärkt virtuell information. Detta betyder att den sensoriska tekniken inom AR kan ge ljud, video eller grafik. Jämfört med VR-miljön tillåter AR användare att interagera med objekt som passar perfekt in i den verkliga världen med hjälp av exempelvis en surfplatta (objektets skala, position och andra egenskaper kan justeras av användaren). Inom byggbranschen ansåg man att denna AR-teknik skulle kunna ge nya möjligheter och främja aktivt deltagande hos studerande. Eftersom en AR-modell kan projicera olika 3D-modeller i den verkliga miljön kan det förbättra elevernas lärande. (Wang, Wu, Wang, Chi, & Wang, 2018)

Idag när mobila enheter, såsom smartphones och surfplattor, blir mera lämpliga för lärande har också många applikationer utvecklats för att inpränta AR i mobila enheter. (Wang, Wu, Wang, Chi, & Wang, 2018) Speciellt i byggnadsbranschen och arkitektur kan AR-tekniken vara behändig med tanke på användningen av mobila enheter. Man kan med hjälp av en mobil enhet förstärka den verkliga bilden som kameran uppfattar med virtuella objekt ur en BIM-modell. För detta krävs också en metod för positionering och orientering av själva surfplattan, exempelvis GPS-mottagare och inbyggda sensorer i enheten. (Romblad, 2011)



*Figur 8* Ett exempel på hur man på förhand kan se en fåtölj i sin slutliga miljö med hjälp av AR på en smartphone. (Speicher, 2018)

## 4 VR-tillämpningar i byggbranschen

I detta kapitel kommer vi att gå igenom olika typer av tillämpningar inom vissa områden relaterade till byggbranschen och vilka möjliga fördelar och nackdelar som kan uppstå eller identifieras.

Eftersom VR är ett slags medium, eller informationsverktyg, kan det ha olika användningsändamål eller tillämpningsområden. Denna teknik tillämpas och studeras inte bara inom byggbranschen, utan också inom andra områden såsom militär, bilindustri och underhållningsbranschen. Forskare och de som arbetar med att utveckla denna teknik måste överväga huruvida deras mål kommer att få en tillräckligt stor fördel genom detta medium. Inledningsvis lockas folk till VR helt enkelt på grund av att det är en modern och intressant teknik, och därför ger det ett giltigt skäl att utnyttja detta om målet är att undersöka en ny

teknik, locka till sig människor att se ett projekt, eller marknadsföring. Om man däremot har som avsikt att använda VR professionellt vid till exempel projektutveckling måste användningen vara motiverande och kunna bestyrka fördelar för utvecklingen. (Cruz, 2018)

## 4.1 Projektutveckling

Den verksamhet som krävs för att utveckla ett byggprojekt omfattar regelbundet arbetsgrupper från flera branscher och olika företag. Det är nödvändigt att ta hänsyn till alla de olika faktorer som bygger upp varje projekt. Som ett resultat av detta framstår nya problem som måste lösas och utvärderas under hela projektets livscykel. Den viktigaste och mest grundläggande synpunkten på framgången av ett byggprojekt är kommunikation mellan parterna. De personer som kommer att använda sig av byggnaden när den är färdig måste kunna uttrycka sina krav och förväntningar mot projektet på ett sådant sätt som konstruktörerna förstår, och designern måste kunna uttrycka sina idéer och lösningar på ett sätt som användarna av byggnaden förstår. Användningen av VR-teknikens praktiska tillämpningar mot projektutveckling är fördelaktig på grund av dess intuitiva förståelse för alla som är involverade i projektet. Dessa fördelar kan användas för att analysera en produkt ur olika perspektiv såsom ergonomi, konstruktion och estetik. VR-tekniken gör detta mycket bra eftersom en byggnads ergonomi kan vara svår att uttrycka genom traditionella planer och ritningar, det kräver ofta att personen som planerar använder sin fantasi för att sätta sig in i den specifika situationen. Genom att låta människor testa byggnaden på förhand i VR hjälper dem oerhört mycket att upptäcka små brister som eventuellt kan komma fram när byggnaden redan används, eller till och med identifiera stora problem som kan göra det planerade området helt och hållet oanvändbart. (Cruz, 2018)

Användningen av VR för att analysera estetik kan ha många fördelar. VR är speciellt användbart eftersom man får en bättre skalauppfattning när man är inne i den virtuella världen, också fördjupningsfaktorn ger ett annat perspektiv för att analysera estetiska egenskaper såsom proportioner och symmetri. Eftersom VR är uppbyggt på en datorgenererad miljö innebär förändringen av estetiska beståndsdelar som material, färger och geometriska former inte nödvändigheten av att bygga om, vilket kan resultera i kostnadsbesparingar. (Cruz, 2018)

## 4.2 VR - en nyskapande inlärningsmetod

Som det diskuterades i det föregående kapitlet har VR många lovande funktioner inom byggbranschen som gör upplevelsen mer tilltalande för användaren. Fördjupning, interaktivitet och sensorisk feedback skapar alla tillsammans en bra uppsättning verktyg för att stimulera förståelsen om en specifik situation eller ett ämne. (Grajewski, o.a., 2015)

Upplevelserna man har i VR-sammanhang kan man säga stöder en konstruktivistisk inlärningsväg. Konstruktivism är en teori vilken innebär att personen i fråga konstruerar kunskap genom att lära sig av sina tidigare erfarenheter. Människor skaffar sig information från dessa erfarenheter genom sitt sensoriska system. Tack vare att den sensoriska inmatningen ersätts från den verkliga världen till en datorgenererad variant tillåter VR användaren att vara närvarande i en ny situation istället för att bara föreställa sig den. (Abdelhameed, 2013)

Människor som aktivt engagerar sig i ny teknik och kunskap är mer benägna att behålla denna information och kunna komma ihåg det i framtida situationer, och dessutom ha mera medvetenhet. VR som kan användas i utbildningsprocesser ersätter de ofta opraktiska begränsningarna i samband med verkliga situationer, och i detta avseende utforskar människor olika upplevelser och scenarier i VR-miljön genom att möta ett brett spektrum av situationer, istället för att vara begränsade till det verkliga. Detta slag av VR-användning kan man dra stor nytta av för att förbättra inlärnings- och utbildningsprocesserna. (Abdelhameed, 2013)

### 4.2.1 Utbildning

Som tidigare nämndes i texten gällande VR:s historia är flygsimuleringar ett av de äldsta exemplen på denna teknik, vilka användes för tränings- och utbildningsändamål. Den främsta anledningen till detta är att efterlikna den tredimensionella världen, och har en tydlig avsikt; beteendet i den virtuella världen ska simulera beteendet i den verkliga världen.

Människor är under hela livet vana vid att få informationskunskap genom att se föremål i en mänsklig skala. Uppfattningen av en representation kan vara svårt för vissa att lära sig genom att endast titta på en datorskärm eller en ritning, särskilt om personen inte har den tekniska kunskapen för att förstå det. Dessutom kan strukturella element ofta vara svåra att framställa på en 2D-plan och kräver att många ritningar kan representera det, såsom planer, detaljer

och olika sektioner. Med hjälp av en 3D-modell som man kan se från alla vinklar och interagera med hjälper det deltagaren mer intuitivt att förstå ett element. (Cruz, 2018)

De tillämpningar som skapats för utbildning och träning möjliggör emellertid mer än att bara simulera verkligheten. På byggarbetsplatser står arbetare ofta inför risker där mindre misstag eventuellt kan skapa en farlig situation för arbetstagaren själv och andra som befinner sig på platsen. Här kommer VR-tekniken väl till hands, eftersom den kan göra det möjligt att utöva ovanliga, farliga och dyra uppgifter på förhand utan allvarliga konsekvenser. Man kan sätta dessa arbetare i eventuellt farliga situationer i en VR-simulering och få dem att träna tills de är beredda att utföra det i verkligheten. De misstag som de gör i simuleringen har inga reella konsekvenser, utan de kan dra nytta av detta genom att spola tillbaka upplevelsen om och om igen tills de har fått tillräckligt med erfarenhet för att förstå metoden och för att uppnå gott resultat i uppgiften. Att göra misstag i simuleringen lär också användaren de verkliga påföljderna av sina handlingar. (Cruz, 2018)

Det finns också andra märkbara fördelar med denna simuleringsutbildning. Skaparen av innehållet i VR-miljön har kontroll över vilka situationer som ska presenteras för praktikanten och kan därefter ändra svårighetsgraden på situationen beroende på dennes prestation. Om praktikanten har svårigheter med att förstå eller genomföra en uppgift kan man exempelvis presentera en enklare situation men med lite högre svårighetsgrad. Detta för att praktikanten ska lättare kunna förstå processen av att utföra uppgiften och lära av sina tidigare misstag. Eftersom dessa upplevelser är gjorda i en virtuell miljö kan praktikantens prestationer lätt spelas in och i efterhand analyseras. (Cruz, 2018)



*Figur 9* VR-simulering där användaren tränar på att manövrera en lyftkran. (Gribbins, 2017)

### 4.3 Beslutfattande verktyg

Ett lands nivå på civilisationen representeras av dess nivå på konstruktionskapacitet och standarder. Dessa standarder kan t.ex. vara kulturell nivå, arkitektonisk estetik, vetenskaplig kunskap och teknisk utveckling. Beslutfattandet om val av arkitektoniska former, material och byggnadsmetoder har visat sig vara oerhört avgörande genom åren p.g.a. lokala miljöförhållanden såsom varmt och kallt väder, berg och hav eller steniga och leriga grunder. I vissa delar av världen där naturkatastrofer och översvämningar förekommer har korrekt beslutfattande inom byggandet spelat en viktig roll i utvecklingen. (Bellos, 2012)

I och med vetenskapens spridning, utvecklingen av materialegenskaper, nya konstruktionsmetoder och tekniska framsteg inom programvara är det idag möjligt för designers och byggnadsingenjörer att på förhand kunna göra beslut så att en byggnad är hållbar och anpassad till miljön. En tredimensionell värld byggd i en virtuell miljö av en dator med hjälp av genom åren uppsamlad erfarenhet inom konstruktion gör det möjligt för byggförvaltare att förutse och analysera strukturella svårigheter innan dessa ens framträder. (Bellos, 2012)

Beslutfattande stöd är kritiskt i komplexa projekt, speciellt för kunden eftersom de beslut som fattas kommer få långsiktig inverkan när det gäller möjligheten att generera intäkter på det investerade kapitalet. Beslutfattarna baserar sina beslut på en stor mängd uppsättningar data. Detta dataset måste effektivt samordnas och kommuniceras i designprocessen. Utmaningen är att ständigt hålla beslutfattarna uppdaterade om alla de alternativ och kriterier som är viktiga för att beslutet ska kunna fattas, särskilt i sammanställningen och den preliminära designfasen när de mest avgörande besluten fattas. Därför kan det vara klokt att redan i ett tidigt skede ta i bruk VR-modeller som en kompletterande källa till 3D CAD-modeller och 2D-ritningar. (Woksepp, 2007)

Användningen av VR-modeller på granskningsmöten mellan kunden och designteamet underlättar beslutfattandet och identifierar kundens behov och krav. Kommunikationen under dessa möten blir effektivare med fokus på frågor som är viktiga för tillfället, vilket ger värdefull tid och minskar risken för feltolkning. (Woksepp, 2007)

### 4.3.1 Kommunikation

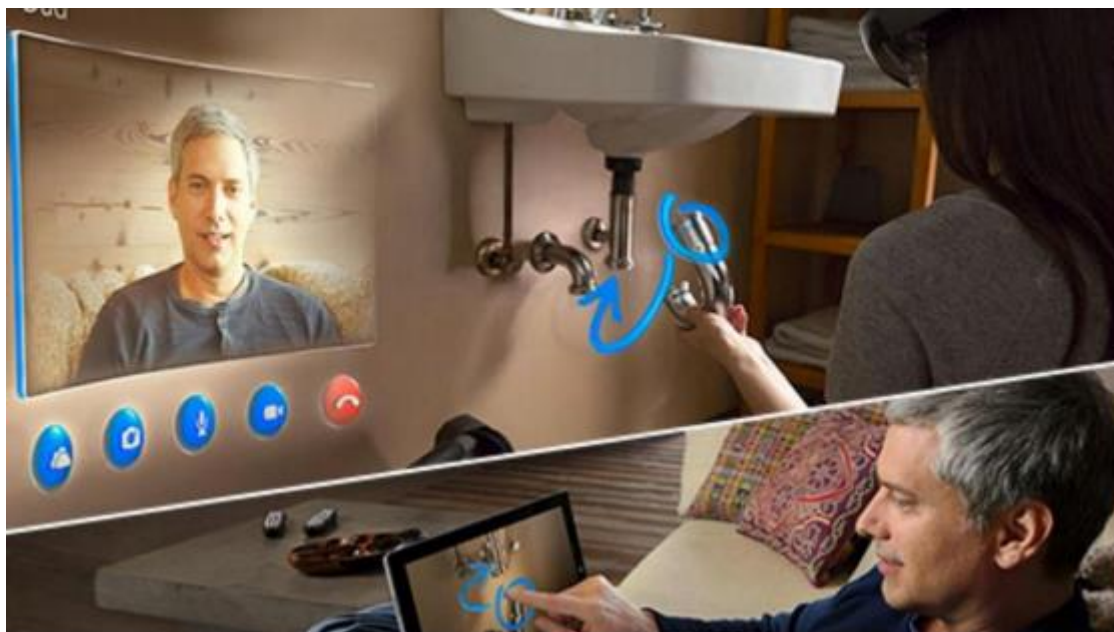
Projekt relaterade till byggbranschen är ofta unika, och därför måste projektledare ibland använda sig av sin egen kunskap eller improvisera för att lösa potentiella fel och problem. Den lösning de presenterar kan vara framgångsrik och lösa problemet helt, men kan också i värsta fall leda till ännu fler problem. Att kunna förutse och hantera problem redan i planeringsfasen ger fördelar med tanke på kostnader och tidsbesparande på byggarbetsplatserna. Ett vanligt sätt att förutse problem för en byggnad eller konstruktion är att sammanställa modeller med olika lager av planer, d.v.s. arkitektoniska, strukturella, elektriska och VVS, likväl kan problem passera obemärkt om man bara tittar på planerna eller en 3D-modell på en dataskärm eller projektor. Att fördjupa en observatör i en VR-miljö är uppfattningen av modellen det lika som att vara närvarande på byggarbetsplatsen. Observatörens synvinkel omvandlas från att vara extern och bara titta på en plan till att vara inuti själva planen. Detta gör VR till ett väldigt bra verktyg för att identifiera problem förknippade med konstruktionen eller byggnaden. (Cruz, 2018)

Ibland har personer som kan ge värdefulla synpunkter till ett byggprojekt ingen teknisk kunskap eller erfarenhet av att visualisera och läsa planer. Ett praktiskt exempel där VR visade sig vara användbart var konstruktionen av Sanford Fargo Medical Center som byggdes av Mortenson Construction i North Dakota. I detta projekt använde man VR för att visa läkare och kirurger hur det slutliga projektet skulle se ut, eftersom de inte har kunskap av att tyda ritningar och planer. Planläggningen av exempelvis ett operationsrum är viktigt att det blir ordentligt, eftersom det kan gälla liv och död. Att ge kirurgerna och läkarna möjligheten att använda sin erfarenhet och ge feedback om designen är viktigt för en lyckad plan. Genom att sätta på ett par VR-glasögon på kirurgerna och fördjupa dem i VR-miljön får de en överblick över rummet och kan berätta hur saker ska placeras såsom uttag och medicinsk utrustning. Användningen av denna metod tillät dem att ge effektivare feedback. Byggföretaget Mortenson Construction hävdade att de i allmänhet undvek en kostnad på ca \$675.000 av potentiell förändringsbearbetning och flyttning av medicinsk utrustning. (Cruz, 2018)



*Figur 10* Will Adams och Marc Kinsman från Mortenson Construction demonstrerar ett virtuellt operationsrum. (Levy, 2016)

Att kunna kommunicera och samarbeta med andra delaktiga i ett projekt är väldigt fördelaktigt och främjar beslutfattandet. En situation som också kan visa nyttan av VR inom kommunikation är där en projektledare på en byggarbetsplats behöver brådskande handledning till ett problem från en byggnadsingenjör. En lösning på detta, utan användningen av VR, skulle vara att skicka e-post till varandra, men detta kan visa sig vara ineffektivt och tidskrävande eftersom man måste kommunicera med text och många bilder som beskriver problemet. Det andra alternativet är att byggnadsingenjören själv är tvungen att förflytta sig till arbetsplatsen och sedan tillbaka till kontoret. Nackdelen med detta är att byggnadsingenjören kan förlora värdefull tid. Ibland är det kanske inte möjligt för ingenjören att förflytta sig, om t.ex. kontoret och arbetsplatsen är belägna i olika länder. Med hjälp av VR är det möjligt för projektledaren på arbetsplatsen att göra anteckningar för att beskriva problemet med en smartphone eller surfplatta i realtid, medan byggnadsingenjören sitter på kontoret och visualiserar de designade 3D BIM-modellerade byggnadselementen i den virtuella miljön samtidigt som han ser projektledaren genom ett kommunikationsfönster. Att kunna visualisera element i detalj i en virtuell miljö förbättrar beslutfattarens förmåga. Ett praktiskt exempel av denna metod är Microsoft HoloLens som syns i figuren nedan. (Cruz, 2018)



**Figur 11** Microsoft HoloLens för Skype låter den du pratar med se vad du ser och rita på deras skärm för att placera hologram på fysiska objekt. (Microsoft, 2016)

#### 4.4 Designverktyg för arkitektur

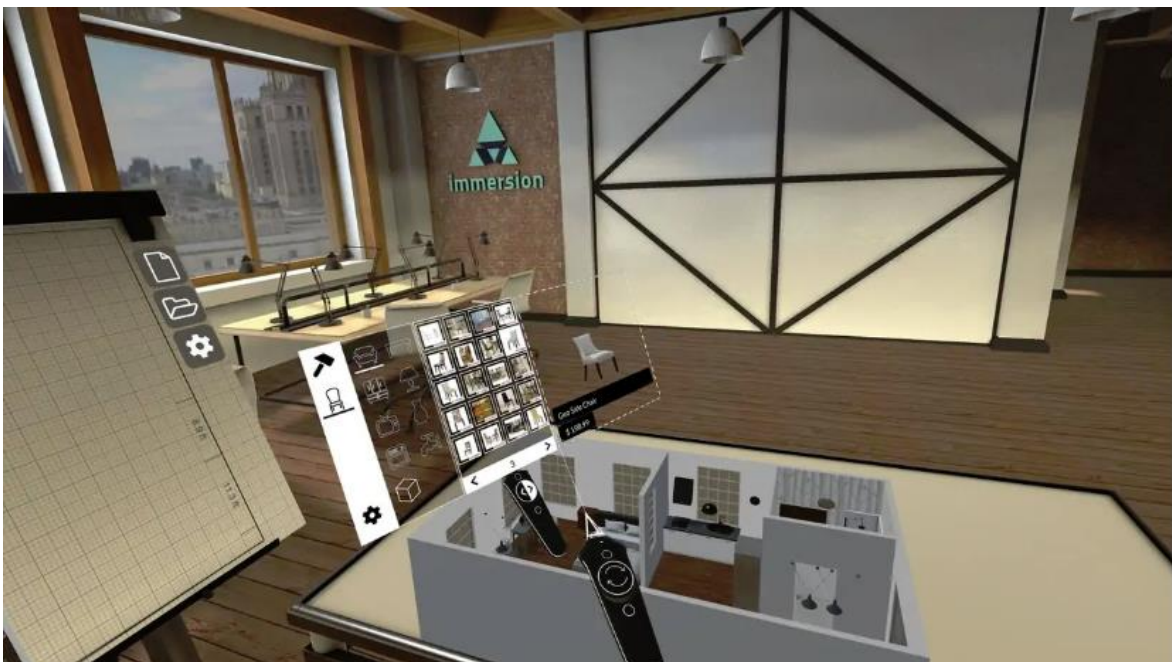
När man bygger saker i verkligheten med verktyg eller med egna händer är det en instinktiv process. Människor är vana vid att förstå omfattningen av föremål och utrymmen genom sina vardagliga upplevelser. Arkitekter behöver traditionellt uttrycka sina idéer i 2D eller 3D på papper eller på en dator, men i denna process förlorar man det naturliga engagemanget från en persons perspektiv. VR-tekniken kan ge arkitekten eller designern mera inblick och kreativitet i projektet genom att aktivt engagera sig med en virtuell miljö. (Cruz, 2018)

Implementering av VR i byggprocessen är i första hand inte en teknisk utmaning. En framgångsrik implementering av nya samarbetsverktyg, t.ex. VR, kommer att påverka de metoder som tidigare använts, arbetsprocesserna och strukturen i organisationen och därmed utmana företagskulturen och tvärtom. (Woksepp, 2007)

Med hjälp av dagens VR-utrustning, såsom fysiska styrenheter och tekniker som spårar användarens händer, tillåter det arkitekterna och ingenjörerna att använda hela kroppen vid skapandet av modeller och konstruktioner. På grund av detta kan designern ha ett mycket mer instinktivt verktyg för att uttrycka sina idéer om modeller och det kan på samma gång vara underhållande. Placering av element i en virtuell miljö motsvarar byggandet i det verkliga livet eftersom designern ser elementen i en verklig skala. Att använda VR för att

analysera estetiska egenskaper såsom proportioner och symmetri kan ha sina fördelar, t.ex. på grund av skalauppfattningen och fördjupningsfaktorn i en VR-miljö. Eftersom det är en datorgenererad miljö innebär inte förändring av material, färger och geometriska former nödvändigheten av ombyggnad, vilket medför betydliga kostnadsbesparingar. (Cruz, 2018)

Nedan i figur 7 ett exempel på ett designverktyg (TrueScale) utvecklat av Vive Studios och Immersion. Här kan användaren använda VR-kontrollerna för att placera, ändra skalan och positionen av elementen i en miljö identisk till verkligheten. Det är även möjligt att planera och modellera ett helt hus. TrueScale är tillgängligt för alla som äger ett VR-headset.



*Figur 12* VR-programmet "TrueScale", utvecklat av Vive Studios och Immersion. (Bonasio, 2018)

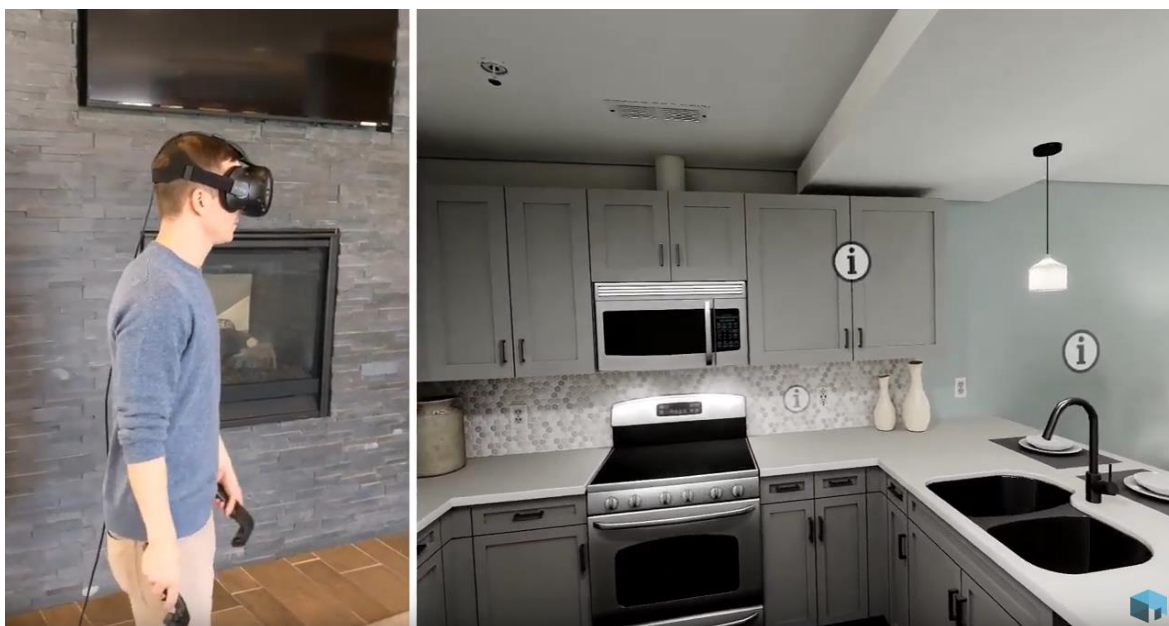
## 4.5 Fastighetsbranschen

Fastigheter är en bransch som normalt ändras med tiden och antar ny teknik som kan hjälpa till med fortsatt framgång. Tillämpningen av virtuell verklighetsteknik i denna bransch är redan vanligt i företag på vissa marknader. Användning av VR-teknik är att föredra eftersom det kan eliminera två vanliga svårigheter.

- Fastighetsmäklarna måste hantera den tid det tar att fara från ett besök till ett annat, vilket kan sluta med minskad produktivitet på grund av exempelvis trafiken.
- Att visa klienterna en fördjupad och pålitlig representation av fastigheten bidrar till att minska överraskningar som eventuellt orsakas av andra medier. Till exempel vanliga bilder kan ge ett felaktigt perspektiv av fastigheten.

Användningen av VR inom detta område kan också bidra till att snabba upp försäljningen. Exempelvis om ett byggprojekt ännu inte är färdigt kan en VR-modell presenteras åt köparen som visar hur byggnaden kommer att se ut när den är klar. Man kan också tänka sig att själva VR upplevelsen är så imponerande och uppslukande att köparna helt enkelt blir mer intresserade. Dessa VR-modeller är en slags rundtur för köparen och det finns i huvudsak tre olika alternativ på hur rundturerna fungerar:

- Guidat virtuellt besök – består i princip endast av en ”reklamfilm” som användaren kan uppleva i 360 grader. Användaren kan visualisera fastigheten eller byggnaden genom att ändra sitt synfält.
- Interaktivt virtuellt besök – låter användaren flytta sig själv till en viss plats i den virtuella världen, se information om fastigheten/byggnaden och kunna interagera med vissa element såsom att tända ljus eller byta material i ett hus.
- Virtuellt handel – fungerar i princip som alternativet ovan men man lägger till möjligheten att göra anpassade ändringar i huset. Man låter alltså köparen själv inreda och bestämma hur rummet/huset ska se ut, t.ex. välja ut möbler, ändra material i omgivningen, ändra färger på väggar etc. (Abbasi, 2017)



**Figur 13** Här är ett exempel på ett interaktivt virtuellt besök inom fastighetsbranschen.

(Atlas Bay VR, 2017)

## 5 Framtida möjligheter

I nuläget så arbetar man mot att få hela byggbranschen att använda sig av 3D-modeller och VR. Med hjälp av 3D-modeller och VR kunde man hitta ett sätt att i framtiden ersätta pappersritningar. Ifall att det uppstår problem eller osäkerheter i dagsläge så är det byggritningar som gäller eftersom de är juridiska dokument. Ifall 3D-modeller och VR skall ha någon chans i framtiden att knocka ut pappersritningar, kommer det att krävas att modeller får en stämpel som bevisar att bygghandlingarna är varaktiga i juridiska frågor. (Brännström & Ljusteräng, 2016)

Om detta skall funka kommer det säkert att behövas någon typ av verifieringssystem för de olika modellerna. Den personal som kommer i kontakt med det här kommer att behöva utbildning i både BIM och i modelleringsprogram. Detta för att kunna godkänna en modell som ska få heta bygghandling. Detta skulle också vara en stor förändring, lite lika som då modellerna kom in i byggindustrin. (Brännström & Ljusteräng, 2016)

## 6 Diskussion

Innan vi var och pratade med en av våra lärare om idéer till ett examensarbete fanns inte tanken om att man kunde använda ett VR-headset inom byggindustrin. Vi hade i princip bara förknippat VR med spelindustrin, men efter detta arbete vet vi mycket väl att man kan använda och redan nu börjar använda VR inom byggbranschen. När vi själva har använt oss av VR och studerar inom byggbranschen tänkte vi att en kombination av dessa kunde bli ett spännande område att utforska. Arbetet blev mycket intressant att genomföra och vi har lärt oss mycket under tiden.

När man ser på byggbranschen idag skall produktionen gå snabbt och effektivt och framför allt ska det vara så billigt som möjligt. VR är den nya tekniken som man hoppas på att ska effektivisera processer inom byggbranschen. Alltid när ny teknik kommer till användning tycker ofta människor att det är det bästa som har hänt, men det finns också oftast nackdelar med ny teknik. Användning av VR är populärt men inom byggbranschen ställer också tekniken krav på användaren. Modeller skall vara uppdaterade så att man har den senaste versionen, säkerheten skall beaktas, kommunikationen måste fungera och användning av

tekniken bör man behärska. Det finns en hel del saker att beakta när det kommer till ny teknik och det är viktigt att get tid för det och att utveckla nya idéer.

Man ska väl tro att VR kommer förändra byggbranschen men det kräver också att det finns företag som vågar ta steget in i den nya tekniken. En ny teknik för med sig ofta ett stort frågetecken så det kan var en liten tröskel att våga börja använda VR. Denna teknik kommer troligen att först tas i användning av större företag som har större resurser. I framtiden kommer det eventuellt gynna mindre företagare efter vilket tekniken går framåt och man börjar inse att det är en lönsam grej. När man ser på VR-tekniken kan man konstatera att det enda som är ett hinder är hur användaren ställer sig i förhållande till den.

## 7 Källförteckning

- Abbasi, A. (den 28 Mars 2017). *How Virtual Reality Could Revolutionize The Real Estate Industry*. Hämtat från Forbes:  
<https://www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2017/03/28/how-virtual-reality-could-revolutionize-the-real-estate-industry/#e1853fbd9b34>  
 [Hämtat: 8.5.2019]
- Abdelhameed, W. A. (2013). *Virtual Reality Use in Architectural Design Studios: A case of studying structure and construction*. Hämtat från ScienceDirect:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050913012325>  
 [Hämtat 20.3.2019]
- Arvanaghi, B., & Skytt, L. (den 17 Maj 2016). *Illustrerad Vetenskap*. Hämtat från  
<https://illvet.se/teknik/prylar/virtual-reality> [Hämtat 4.3.2019]
- Atlas Bay VR. (den 3 Februari 2017). *High-End Virtual Reality for Real Estate*. Hämtat från <https://www.youtube.com/watch?v=8l9qRDMVNRy> [Hämtad 15.5.2019]
- Autodesk. (u.d.). Hämtat från Autodesk Revit:  
<https://www.autodesk.com/products/revit/overview> [Hämtat 15.4.2019]
- Bean, T. (den 21 September 2017). *9 Ways VR Is Used In Marketing Sales and Training*. Hämtat från BEAN: <https://trybean.com/2017/09/21/9-ways-vr-is-used-in-marketing-sales-training/> [Hämtat 5.3.2019]
- Bellos, J. (November 2012). *Virtual Reality as a Decision Making Tool in Construction Management*. Hämtat från ResearchGate:  
[https://www.researchgate.net/publication/268740613\\_Virtual\\_Reality\\_as\\_a\\_Decision\\_Making\\_Tool\\_in\\_Construction\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/268740613_Virtual_Reality_as_a_Decision_Making_Tool_in_Construction_Management) [Hämtat 5.5.2019]
- Bonasio, A. (den 15 Januari 2018). *Tech Trends*. Hämtat från Designing Spaces in Virtual Reality: <https://techtrends.tech/tech-trends/designing-spaces-in-virtual-reality/> [Hämtat 20.3.2019]
- Brännström, E., & Ljusteräng, F. (2016). *VR och VR-glasögon inom byggbranschen*. Hämtat från Chalmers Tekniska Högskola:  
<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/242167/242167.pdf>  
 [Hämtat: 18.5.2019]
- Bye, K. (den 17 November 2015). *50 Years in VR: Tom Furness' Journey from Making More Lethal Pilots to Non-profit Learning*. Hämtat från Road Tovr:  
<https://www.roadtovr.com/50-years-vr-tom-furness-super-cockpit-virtual-retinal-display-hit-lab-virtual-world-society/> [Hämtat 5.3.2019]
- Cruz, T. V. (Januari 2018). *Virtual reality in the architecture, engineering and construction industry*. Hämtat från Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/111295/2/258986.pdf> [Hämtat: 4.3.2019]
- Grajewski, D., Diakun, J., Wichniarek, R., Dostatni, E., Bun, P., Górski, F., & Karwasz, A. (2015). *Improving the Skills and Knowledge of Future Designers in the Field of Ecodesign Using Virtual Reality Technologies*. Hämtat från ScienceDirect:

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915037187>  
[Hämtat 20.3.2019]
- Gribbins, K. (den 1 Maj 2017). *JLG VR training simulator featured today at 2017 Unity Vision summit in LA*. Hämtat från Compact Equipment:  
<https://compactequip.com/aerial-lifts/jlg-vr-training-simulator-featured-today-2017-unity-vision-summit-la/> [Hämtat 21.3.2019]
- INET. (den 16 November 2016). *Virtual Reality*. Hämtat från INET:  
<https://www.inet.se/kampanj/3414/virtual-reality> [Hämtat: 19.5.2019]
- Levy, N. (den 2 December 2016). *How construction companies are using virtual reality to plan, build and manage complicated projects*. Hämtat från GeekWire:  
<https://www.geekwire.com/2016/construction-companies-turn-to-virtual-reality-to-plan-build-and-manage-complicated-projects/> [Hämtat: 21.5.2019]
- Merriam-Webster. (u.d.). Hämtat från Merriam-Webster: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/reality> [Hämtat 4.3.2019]
- Merriam-Webster. (u.d.). Hämtat från Merriam-Webster: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/virtual> [Hämtat 4.3.2019]
- Microsoft. (den 29 Februari 2016). *Microsoft HoloLens: Skype*. Hämtat från  
<https://www.youtube.com/watch?v=4QiGYtd3qNI> [Hämtat: 21.5.2019]
- NCC AB. (den 13 Januari 2017). *Bygga för framtiden med Virtual Reality*. Hämtat från  
<https://www.ncc.se/vart-erbjudande/kunderbjudande/digitalt-byggande/vr-virtual-reality/> [Hämtat: 19.5.2019]
- Oculus. (u.d.). *Oculus Rift*. Hämtat från Oculus:  
[https://www.oculus.com/?locale=sv\\_SE](https://www.oculus.com/?locale=sv_SE) [Hämtat: 4.3.2019]
- Robertson, A., & Michael, Z. (u.d.). *Voices from a virtual past*. Hämtat från The Verge:  
[https://www.theverge.com/a/virtual-reality/oral\\_history](https://www.theverge.com/a/virtual-reality/oral_history) [Hämtat 5.3.2019]
- Romblad, M. (Juli 2011). *Visualisering av augmented reality i byggbranschen*. Hämtat från Uppsala Universitet: <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:562731/FULLTEXT01.pdf> [Hämtat 20.3.2019]
- Speicher, M. (den 16 November 2018). *What is augmented reality, anyway?* Hämtat från PHYSORG: <https://phys.org/news/2018-11-augmented-reality.html>  
[Hämtat 20.3.2019]
- Staramba. (den 27 Mars 2019). *HOW TO REDUCE, AND EVEN STOP, MOTION SICKNESS IN VR*. Hämtat från <https://www.staramba.com/news/how-to-reduce-and-even-stop-motion-sickness-in-vr.html> [Hämtat 19.5.2019]
- Thabet, W., Bowman, D. A., & Shiratuddin, M. F. (Januari 2002). *Virtual Reality in Construction*. Hämtat från ResearchGate:  
[https://www.researchgate.net/publication/235334719\\_Virtual\\_Reality\\_in\\_Construction](https://www.researchgate.net/publication/235334719_Virtual_Reality_in_Construction) [Hämtat 4.3.2019]
- Unity. (u.d.). *Powering the real-time revolution*. Hämtat från Unity:  
<https://unity3d.com/public-relations> [Hämtat 19.5.2019]

- Wang, P., Wu, P., Wang, J., Chi, H.-L., & Wang, X. (den 8 Juni 2018). *A Critical Review of the Use of Virtual Reality in Construction Engineering Education and Training*. Hämtat från International Journal of Environmental Research and Public Health: <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/6/1204> [Hämtat 11.3.2019]
- Varjo. (u.d.). Hämtat från Varjo: <https://varjo.com/> [Hämtat 3.4.2019]
- Virtual Reality Society. (u.d.). *Virtual Reality Society*. Hämtat från History Of Virtual Reality: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html> [Hämtat 5.3.2019]
- VIVE. (u.d.). Hämtat från VIVE: <https://www.vive.com/us/product/vive-virtual-reality-system/> [Hämtat 21.3.2019]
- Woksepp, S. (November 2007). *Virtual Reality in Construction*. Hämtat från Luleå University of Technology: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:999878/FULLTEXT01.pdf> [Hämtad 10.5.2019]
- ZOAN. (u.d.). Hämtat från ZOAN: <https://zoan.fi/> [Hämtat 25.3.2019]