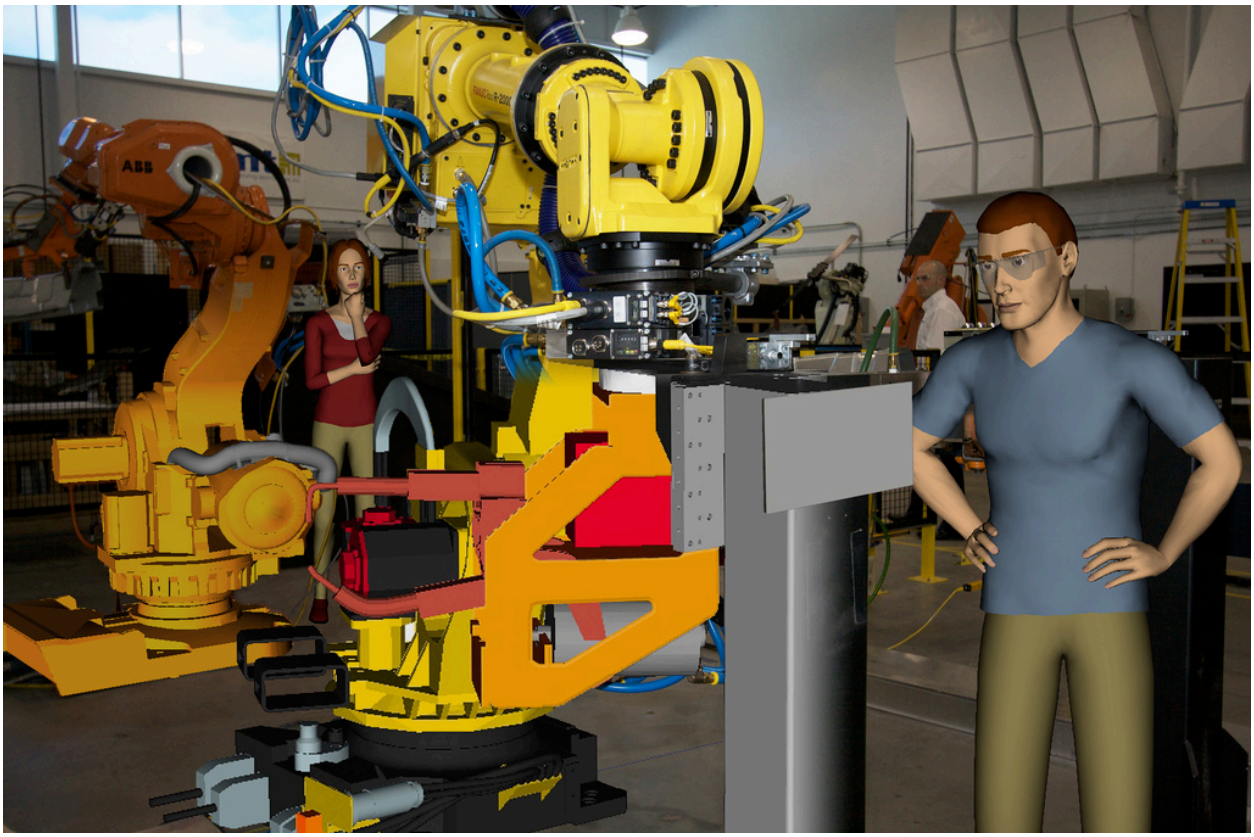
CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Virtuella miljöer inom tillverkningsindustrin



Bachelors´ thesis in mechatronics

Joakim Larsson och Martin Hansson

Institutionen för Industri- och materialvetenskap.
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA Göteborg, Sverige, 2017

Virtuella miljöer inom tillverkningsindustrin.

Virtual environments within the manufacturing industry.

Joakim Larsson,

Martin Hansson

Department of Industrial and Materials Science, Chalmers University of Technology
Gothenburg, Sweden 2017

Virtuella miljöer inom tillverkningsindustrin.

Framsida, bild: CC-BY [12]

Martin Hansson Joakim Larsson, 2017, ©

Supervisor: Åsa Fasth Berglund, Examiner: Åsa Fasth Berglund

Bachelors' thesis 2017

Department of Industrial and Materials science,

Chalmers university of technology

SE- 41296 Gothenburg, Sweden

Abstract

This thesis was created in purpose of giving the reader a good understanding of how virtual and augmented reality can be used within the manufacturing business. By comparing the current state of research, within this area, with data regarding the industries' opinion towards virtual technologies, one could propose when this technology is expected to be established within the business.

Sammandrag

Detta arbete skapades i syfte att ge läsaren en god uppfattning om hur virtuell och förstärkt verklighet kan användas inom tillverkningsindustrin. Genom att jämföra den publicerade forskningen, inom området, med resultatet av två empiriska studier gällande branschens mottaglighet för virtuella miljöer, kan en föreslå när tekniken förväntas bli etablerad inom branschen.

Innehåll

1. Introduktion 1
1.1 Bakgrund 1
1.2 Syfte 2
1.3 Frågeställningar 2
1.4 Förkortningar 2
1.5 Avgränsningar 3
1.6 Rapportöversikt 3
2. Teori4
2.1 Hårdvaran 4
2.1.1 Hårdvarubegränsningar5
2.2 Augmented Reality 6
2.2.1 Funktionsbeskrivning 6
2.2.2 Identifierad huvudapplikation, Remote Guidance 7
2.2.3 Utvärdering av applikation, för- och nackdelar 9
2.3 Virtual Reality 10
2.3.1 Funktionsbeskrivning 10
2.3.2 Identifierad huvudapplikation, FLP 12
2.3.3 Utvärdering av applikation, för- och nackdelar 14
2.4 Övriga applikationer 15
2.5 Informationsflöde 16
3. Metod 17
3.1 Litteraturgranskning 17
3.2 Intervjustudierna 18
3.3 Enkätundersökningen 19
4.Resultat 20
4.1 Intervjuresultat 20
4.2 Resultatet av litteraturgranskningen 21
4.3 Enkätresultat 24
4.4 Diskussion32
4.4.1 Slutsats 33
4.4.2 Felkällor 34
5. Sammanfattning 35
Litteraturförteckning 36

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

Mobila enheter har idag helt avancerat sättet vi konsumerar information på. I kombination med den växande användningen av internet i tillverkningsprocessen så ligger vi i kant till vad som kallas den 4:e industrirevolutionen eller “Industri 4.0”. Mobila enheter gör det möjligt att använda datainsamlingen från internet vilket kan distribueras i önskad mängd för ett optimerat, automatiserat informationsflöde. Detta kan komma att spela stor roll för tillverkningsindustrin då ett bra informationsflöde leder till bättre och snabbare beslut.

Industri 4.0 myntades på Hannover mässan, 2011, och har sedan dess utvecklats till att bli en politisk riktlinje i Tyskland [17], vilket även svenska politiker är intresserade av att implementera [21]. Ur denna riktlinje har flertalet företag växt fram med förslag på hur man kan nyttja datainsamlingen genom mobila enheter. Detta leder utsökt in på området kring virtuella miljöer. I detta arbete utreds följande två miljöer:

- Virtual Reality, VR:

VR innebär att användaren är helt omsluten i en digital miljö. Detta uppnås vanligtvis med hjälp av en huvudburen enhet, sk. Smarta glasögon. VR-miljön visar inget av den fysiska världen som användaren befinner sig i, allt är datorgenererat.

- Augmented Reality, AR:

AR alternerar användarens uppfattning om den fysiska världen som hen befinner sig i, genom att placera digitala objekt i synfältet / återspeglingen av verkligheten. Detta uppnås vanligtvis med smart kamerateknik och finns tillgänglig både med handhållen och huvudburen enhet.

Dessa miljöer har under den senaste tiden blivit mer uppmärksammade på grund av den kommersiella spelutvecklingens framsteg. Spelutvecklare förhåller sig alltid till användaren vilket innebär att informationsflödet prioriteras. Detta innebär att den virtuella tekniken är bransch-överskridande och förstudierna indikerar att det finns ett tydligt samarbete mellan tillverkningsindustri och spelutvecklare.

1.2 Syfte

Arbetet har som syfte att utreda den virtuella teknikens utveckling och mognad inom tillverkningsindustrin. Detta kan komma att bli viktigt då förundersökningen visar ett intresse för ämnet men också en förvirring kring när det kan komma att bli aktuellt med ett teknikskifte. Utredningen utgår från frågeställningarna i avsnitt 1.3

1.3 Frågeställningar

- I vilket stadie av utveckling befinner sig den virtuella tekniken i?
- Vilka applikationsmöjligheter finns för tillverkningsindustrin?
- Hur mottaglig är branschen för de virtuella miljöerna?

1.4 Förkortningar

Akronym	Betydelse	Förklaring
AR	Augmented reality	Förstärker uppfattningen om den fysiska världen med digitala element
CGI	Computer generated imagery	Beteckning för datorgenererade grafik
FLP	Factory layout planning	VR-applikation för digitalt planeringsarbete
FOV	Field of view	Ett gradantal för användarens synfält
RG	Remote guidande	AR-applikation för arbetsinstruktioner i realtid
VR	Virtual reality	Helomslutande datorgenererade miljö

1.5 Avgränsningar

Arbetet fokuserar på de befintliga applikationernas potential och utveckling, utifrån publicerad forskning. Applikationerna kommer inte att redovisas i fullvärdig, teknisk bemärkelse, mjukvara, kravspecifikationer och heltäckande användargränssnitt kommer därför att bortses ifrån. Arbetet tidsbegränsas till 15 veckor.

1.6 Rapportöversikt

I det inledande kapitlet introduceras ämnet för läsaren genom att presentera bakgrund och frågeställningar som arbetet byggs upp kring. I samma kapitel ges också en avgränsning vilket ger en uppfattning om vad rapporten inte kommer att täcka samt arbetets tidsomfång.

Teorikapitlet är tänkt att ge läsaren relevant kunskap om virtuella miljöer, så att resultatet av arbetet enklare kan tolkas, även utan tidigare erfarenhet kring ämnet. Informationen i teorikapitlet är samlad ur litteraturstudien som beskrivs i metodkapitlet.

Metodkapitlet beskriver genomförandet av arbetet och motiverar val och avgränsningar som inte kunde bestämmas på förhand. De olika momenten (litteraturgranskningen, intervjuerna och enkätundersökningen) beskrivs separat och i tillräcklig detalj för att kunna replikeras och förbättras för vidare studier.

I resultatkapitlet presenteras data från de olika momenten som knyter an till frågeställningarna i avsnitt (1.3). Delvis analytiskt men också grafisk presentation. Tolkningarna av datan bygger på författarnas samlade erfarenheter, under arbetets gång, och diskuteras utifrån arbetets syfte. Analysen är tänkt att väcka nya ideér för intresserade, där författarna föreslår riktning för vidare studier av ämnet.

2. Teori

För att ge klarhet i ämnet har författarna valt att begränsa mängden information från litteraturgranskningen, i teoristycket. Applikationerna som presenteras här är de mest representerade applikationerna i forskningen, utifrån informationssökningen, som beskrivs vidare i metodkapitlet.

De virtuella miljöernas funktion, prestandakrav och begränsningar presenteras övergripande.

2.1 Hårdvaran

Den typiska utrustningen bärs på huvudet och går under beteckningen HMD. Enheten introducerades redan under 1960-talet [24] trots att termen *Virtual Reality* inte hade myntats än. Principen är dock densamma då, som nu. Användarens synfält täcks helt utav bildskärmar i cykloplikknande konstruktion. Då datortekniken blivit bättre med åren, tillföljd av mikrodatorns framfart [5], har HMD-utrustningen också blivit bättre. Enheten kallas vanligtvis för smarta glasögon och tillhandahålls, i dagsläget, av dom flesta elektronikkedjorna på den svenska marknaden.

Figur 2.1: VR-utrustningen, “HTC Vive” CC-BY[14]

För Augmented Reality, finns ytterligare typ HMD-enhet, bestående av semi-transparenta glas, se figur 2.2. Denna optiska utrustning innehåller digital film mellan glasen, vilket gör det möjligt att projicera digitala element i användarens synfält, utan att helt behöva skärma av den fysiska världen. Optiken tillåter ett naturligare förhållningssätt till virtuella objekt och gör det enklare att uppnå ett automatiserat informationsflöde.

Figur 2.2: AR-utrustning, “Mircosoft Hololens” CC-BY. [13]

Förutom huvudburna enheter, finns även handhållna enheter för användning av virtuell-teknik. Dessa går under betäckningen HHD och utgörs vanligtvis av *smartphones* eller *tablets*, givet att enheten har adekvat kamerafunktion. En av fördelarna med HHD-enheter och augmented reality i stort, är lättillgängligheten som de erbjuder. De flesta äger redan en smartphone vilket innebär att enklare AR-applikationer enkelt kan implementeras utan att nödvändigtvis behöva göra dyra inköp.

2.1.1 Hårdvarubegränsningar

Begränsningarna listades utifrån samtal med applikationsutvecklare samt observationer från litteraturgranskningen.

- Field of view, fov, det vill säga begränsning i området där digitala element kan placeras i användarens synfält. Detta är en konsekvens av att det i många fall kan vara besvärligt att låsa fast positionen på dom digitala objekten, på grund av kraven det ställer på enhetens processor [34].
- Processorkraften, vilket innebär att den virtuella miljön begränsas av datorns förmåga att kunna processa tillgänglig data på ett flytande sätt. Denna kravbilden är extremt hög då endast 5ms fördröjning skapar obehag [45]. Branschen visar starkt intresse för att hålla sin tillverkningsprocess flexibel [36], vilket begränsar möjligheten att använda en extern, kraftfullare dator.
- Vill man använda den kraftfullaste tekniken, blir såklart kostnaden en begränsande faktor [29]. Men detta spås bli löst med den kommande generationens hårdvara. Utrustningen, för applikationerna presenterad i detta kapitlet, har en prislapp mellan 10-30 tusen kronor, per enhet [16].

2.2 Augmented Reality

Augmented Reality myntades 1992 [18] av en forskningsgrupp på Boeing som önskade att vägleda sina montörer genom flygplanstillverkningen med hjälp av digitala inslag.

Augmented Reality översätts, från engelska, till förstärkt verklighet och innebär, i regel, att man lägger över datorgrafik på användarens uppfattning av det fysiska rummet. Detta görs genom projektioner eller genom smarta enheter, nämnda i tidigare stycke. AR-miljön är mer lätttillgänglig, sett till VR-miljön, då den enklare kan utnyttjas av mobila enheter. Detta tillför en större frihet i användarens rörelseomfång. Vilket är en viktigt faktor i att uppnå ett mer generaliserat autonomt informationsflöde.

2.2.1 Funktionsbeskrivning

Teknologins generella syfte är att förse användaren med information om fysiska objekt i realtid. Denna information görs tillgänglig via data från internet. Informationen utlöses vanligtvis med någon av de listade metoderna nedan:

- Markörbaserad

Med utplacerade markörer kan man med tillhörande enhets kamera tolka binära scheman som utlöser in-programmerad information. Fördelen med att använda markörer är att informationen enklare kan preciseras i det fysiska rummet. Däremot är metoden helt beroende på kamerakvalitén och ljussättningen i lokalen, vilket får ses som begränsande i sammanhanget.

- Positionsbaserad

Metoden utlöser information beroende på användarens GPS-koordinater eller annan positionsbestämmande utrustning. Metoden kräver lite av processorn men kräver extremt noggrann kalibrering för att den ska fungera väl. Om man enbart förlitar sig på GPS:en så är inte metoden att föredra, då precision är av största betydelse i tillverkningsmiljön.

- Superimposition

Registrerar information genom att göra en geometrisk analys av miljön via kamerafunktionen. Efter att formen bestämts så görs en mönster analys varpå e information kan hämtas. Tekniken kräver att man fångar det fysiska objektet från rätt vinkel och att kameran håller hög kvalité.

- Projektionsbaserad

Metoden ljussätter fysiska objekt och utlöser information beroende på hur ljuset bryts gentemot den förväntade reflektionen. Informationen kodas alltså in i teknikens avståndsbedömning.

2.2.2 Identifierad huvudapplikation, Remote Guidance

Med RG kan en servicetekniker utföra sitt arbete genom videolänk. Till skillnad från ett vanligt videosamtal har tekniker möjlighet att manipulera vad arbetaren ser, genom att addera text, bild och annan datorgrafik i realtid. Användaren kan på så sätt vägledas genom felsöknings och reparationsprocessen via ett par smarta glasögon, exempelvis. Bilden visar en *pointpad* som används för att ge teknikerns instruktioner en ny dimension av tydlighet, då mycket av den mänskliga kommunikationen görs med händerna.

Figur 2.3: Pointpad för Remote Guidance. (XMReality 2017). Återgiven med tillstånd.

RG går att använda med HHD-enheter, vilket också är den valda plattformen för XMReality, i dagsläget, på grund av lättillgängligheten. HMD är dock att föredra eftersom att båda händerna i så fall är fria att utföra arbete.

Att implementera Remote Guidance i sin verksamhet öppnar eventuellt upp nya dörrar mot kunder som tidigare varit begränsade av tid för service. Exempelvis lastfartyg och kraftverk där drifttiden är av högsta vikt [23]. Istället för att behöva stanna i hamn längre än nödvändigt för att vänta in en servicetekniker eller behöva stänga ner kraftverket så kan servicearbetet ske direkt och på så vis hålls kostnaderna nere.

Intervjuerna visar att Remote Guidance blir allt mer förekommande och begreppet allt mer känt inom tillverkningsindustrin. Tillskillnad från andra applikationer i virtuella miljöer, kräver RG inte en större ansträngning eller teknisk kompetens för att implementeras, vilket talar gott för den kortsiktiga utvecklingen. Följderna av att inte använda sig av tekniken kan komma att innebära att kunderna istället väljer konkurrerande företag med specialutformade serviceavtal och med direkt tillgång till hjälp.

Studier visar att användningen av RG infriar liknande känsla av mänsklig närvaro i jämförelse med att ha en servicetekniker på plats [32].

I en annan studie undersöktes hur väl man klarar av att utföra monteringsuppgifter med hjälp av remote guidance [28]. Resultatet jämfördes med resultatet av att utföra samma uppgift fast med video, text och bilder som instruktion. Uppgiften gick ut på att montera enväxellåda i lego. Här mättes konstruktionstiden och antal fel. Det visade sig att Remote Guidance tog ungefär 25 sekunder längre än resterande metoder men det var den enda metoden som var helt felfri i alla försök. I komplexare monteringsuppgifter så var även monteringstiden bättre än konventionella metoder.

2.2.3 Utvärdering av applikation, för- och nackdelar

Remote Guidance är ett system som skulle kunna förbättra servicearbetet hos ett företag. Istället för att serviceteknikern reser runt till olika kunder kan de vara stationerade på kontoret. Detta innebär att företaget enklare kan hushålla med sin personalresurs. Det gör det också möjligt att bevara äldre kompetens längre inom företaget, då äldre medarbetare kan fortsätta servicearbetet från en mer stillsam miljö, vid behov. Om servicearbetet utgår från kontoret så finns det också möjlighet att blanda in flera kompetenser om situationen kräver det. Istället för att teknikern förväntas kunna allt så kan ingenjörer med olika bakgrund assistera arbetet vid behov. Detta minimera risken för antalet fel ytterligare.

Tid är en värdefull tillgång inom tillverkningsindustrin och i slutändan handlar det om att vara smart med sina resurser och erbjuda enkla, effektiva system, vilket RG möjliggör.

Eventuella nackdelar med RG kan finnas i att företaget tvingas se om sitt system och hur dom opererar på. Vilket innebär nya rutiner och regler för medarbetarna att förhålla sig till. Det är också en fråga om inköp av hårdvara. För att RG skall fungera som applikation så krävs också utrustning ute hos kunden. Det räcker alltså inte att teknikern ifråga besitter kunskap om utrustningen, det krävs också att kunden äger en kompetent enhet och förstår hur den fungerar.

Eftersom att tekniken är video- och röstbaserad så ställs det krav på ljud och ljusnivån i området där servicearbetet skall utföras. Detta kan i industrimiljö vara en begränsning, då miljön tenderar till att innehålla höga bullernivåer. Tekniken kräver också en stark internetuppkoppling vilket inte alltid är självklart i en tillverkningsmiljö.

2.3 Virtual Reality

Trots att Virtual Reality är en helomslutande digital upplevelse, så är konceptet äldre än Augmented Reality. Konceptet introducerades redan på 50-talet med en maskin som kallades *sensorama*. Uppfinningen sökte att omsluka användarens sinnen så att hen kunde uppleva en alternativ verklighet. Dagens VR-lösningar tenderar att fokusera mer kring de visuella aspekterna med digitala medel men konceptet kvarstår.

2.3.1 Funktionsbeskrivning

HMD-enheten HTC Vive, figur 2.1, representerar VR-upplevelsen väl. Användaren ges möjlighet att interagera och förflytta sig i den virtuella världen med hjälp av ett par handkontroller. Dessa kontroller motsvarar ofta användarens händer inuti den virtuella miljön och förstärker trovärdigheten av det man upplever i den digitala världen.

Det finns flera olika HMD-enheter för VR-miljön. De billigare och inte allt så avancerade enheterna använder telefonens skärm som display för den virtuella upplevelsen. Dessa enheter, se figur 2.4 är utrustade med speciella linser som visar ett vid-vinkelperspektiv för användaren. Enheten är alltså ingen dator, utan bilden som visas är från HHD-enhetens display. Det är även telefonens sensorer som spårar huvudets rörelser som gör det möjligt att orientera sig i den virtuella världen.

Figur 2.4: Oculus Gear VR-headset för smartphones. CC-BY.[19]

De mer avancerade HMD-enheterna såsom HTC Vive, Oculus Rift och Playstaion VR använder en annan teknik för att visa den virtuella världen. Dessa enheter är utrustade med en eller flera LCD displayer som utgör användarens synfält. För tillfället är de beroende av att vara inkopplade till en dator med hjälp av sladd. Trådlösa lösningar är att vänta, vilket man kan köpa som komplement till sin utrustning för att göra den mer mobil [8]. För att få denna typen av VR-upplevelse att fungera bra, krävs hög FPS (frames per second) för att användaren inte ska uppleva yrsel och illamående vid användning. Detta ställer stora krav på hårdvaran till den styrande datorn. För de mer grundläggande applikationerna krävs hårdvara för uppemot tiotusen kronor för att fungera för de mest grundliga applikationerna och uppemot femtiotusen för de allra mest krävande [3].

Dessa typer av HMD-enheter är även själva utrustade med hårdvara för att kunna spåra huvudets rörelser och ge användaren möjlighet att vrida på huvudet och få bilden att vrida med. Headsetet läser av användarens huvudrörelser som X,Y och Z koordinater med hjälp av komponenter såsom gyroskop och accelerometer [10]. Det som verkligen utmärker de mer avancerade enheterna mot de billigare är möjligheten att interagera med den virtuella världen. Detta görs vanligtvis med trådlösa handkontroller som hör ihop med headsetet, exempelvis HTC Vive eller Oculus Rift, figur 2.5. Dessa fungerar med hjälp av att ett par sensorer som placeras ut runt ytan där användaren förväntas röra sig och som scannar av och känner kontrollernas rörelser [10].

Figur 2.5: Occulus Rift CC-BY [21] med tillhörande kontrollers. CC-BY [20]

Spelbranschen är idag det största området som har applicerat Virtual reality [1], följt av olika typer av simulatorer såsom flyg- och fartygssimulationer. Det blir dock allt mer känt utanför dessa områden. Nee och Ong [45] beskriver ett flertal användningsområden inom tillverkningsindustrin där Virtual Reality kan användas, exempelvis för programmering, simulering, underhåll och planering. I detta arbete valdes FLP (Factory Layout Planning) som huvudapplikation för VR-miljön.

2.3.2 Identifierad huvudapplikation, FLP

Factory Layout Planning är en term som används vid nykonstruktion av en farbriksyta. Det är ett annat ord för ritningarna över hur allting i fabriken skall placeras i förhållande till varandra. Dagens teknik för FLP är bred och det finns flera olika metoder och program som går att använda för att visa upplägget. De allra enklaste är en bild över fabriken i 2D som visar väldigt grundligt hur saker och ting skall placeras. De lite mer avancerade programmen arbetar i 3D miljö och har möjlighet att mer detaljerat rita upp fabriksytan [33]. CAD-program ger i dagsläget också en möjlighet till FLP. CAD-programmet Autodesk ger användaren möjlighet att rita upp fabriken i 2D och 3D med hjälp av befintliga CAD-ritningar. Användaren kan sedan förflytta sig inuti 3D ritningen av fabriken och få en uppfattning om hur den slutligen skulle kunna se ut [11]. Dessa metoder ger en möjlighet att förstå hur en fabriksyta skulle kunna se ut innan den är färdigställd. På senare år har dock användningen av VR-miljön visat sig vara en bra plattform för FLP [40] [36]. Det ger användaren ytterligare ett lager av förståelse och uppfattning av hur fabriksytan verkligen skulle kunna se ut i slutändan. AR-miljön har inte nått lika långt inom detta område men det finns forskning som visar att ett AR-baserat FLP-system skulle kunna fungera väl [41]. För ett VR-baserat FLP system finns det lite olika tekniker som kan tänkas att användas. Tanken är i slutändan att användaren med hjälp av VR-tekniken ska ha möjlighet att orientera runt inuti fabriken och få en känsla av hur det eventuellt skulle kunna se ut. Det som är ett argument för VR-baserad FLP i jämförelse med äldre metoder är att avstånden mellan exempelvis maskiner blir väldigt tydliga och upplevs på ett nytt sätt. Istället för en 2D eller 3D bild så finns möjligheten att få känslan att verkligen stå i den kommande fabriken. Även synfältet från olika platser går att uppleva på ett sätt som inte var tillgängligt innan. För att bygga upp den virtuella miljön som man sedan använder för VR-baserat FLP går det att använda olika metoder. En av dem är att bygga den virtuella miljön helt i 3D med hjälp av specifika program. Program såsom IrisVR [19] ger en möjlighet att få sina tidigare 3D ritningar i VR. Filer från bland annat 3D mjukvaran Scetchup är möjliga att konvertera till VR i IrisVR. Scetchup är ett 3D program där användaren kan rita bland annat hus och fabriker i en 3D miljö. Autodesk program Revit LT som är ett liknande program med Scetchup är också möjliga för IrisVR att omvandla till VR-format.

Autodesk erbjuder också ett 3D program för att rita upp virtuella miljöer. Deras Stingray mjukvara som i grunden är en spelutvecklingsplattform gör det möjligt att rita upp mil- jöer i 3D och sedan uppleva dem i VR [2]. Dessa typer av 3D program gör det relativt enkelt att rita upp stora grafiska miljöer och sedan omvandla till en virtuell miljö som kan upplevas av användaren. Nackdelen med denna typ av FLP är att miljön runt om är just datoranimerad utifrån spelplattformar, även om dagens avancerade program kan ge bra och tydlig grafik så är det fortfarande inte helt lik den verkliga världen och man kan ha svårt att helt uppfatta hur slutresultatet verkligen skulle bli. Just för FLP är även nackdelen att precisionen inte är lika exakt som i ett CAD-baserat ritprogram. I ett industrisammanhang så kan det vara mer lämpligt att använda sig utav ett CAD-baserat FLP-system eftersom kraven på noggrann visualisering är hög.

Som sagt tidigare så finns det idag CAD-program där fabriksytor går att rita upp i 2D såväl som 3D där man sedan kan förflytta sig runt. Såsom Autodesk mjukvara Factory Design Utilities [11] eller CAD-Schroer's mjukvara MPDS4 [4]. Nästa steg för att verk- ligen få en tydligare bild av fabriksytan skulle vara att uppleva en CAD-baserad miljö i VR. I en intervju diskuteras hur CAD-filer kan modifieras och sedan exporteras till den virtuella miljön för användaren att uppleva [6]. Kunden kan sedan besöka och uppleva den kommande fabriksytan väldigt enkelt. Den virtuella miljön blir väldigt tydlig och lik verkligheten på grund av att ritningarna är CAD-baserade. Företaget Emulute3D har utvecklat Demo3DVR som är ett tillägg till CAD-programmet Solidworks som möjliggör att CAD-filer kan importeras till en VR miljö och sedan upplevas med hjälp av ett par VR-glasögon [9]. Fabriksytan byggs då upp av sammansatta CAD-ritningar och med hjälp av Demo3DVR kan användaren med hjälp av ett knapptryck överföra ritningarna till en virtuell miljö.

En sista metod som framgått under arbetets gång är FLP med hjälp av laserscanning. Istället för som i ovanstående metoder där den virtuella miljön byggs upp av olika typer av 3D program eller med hjälp av CAD-ritningar så går den även att scanna av området runt omkring med hjälp av en laserscanner. Alternativt enbart med hjälp av laserscanning eller i en kombination med CAD-ritningar byggs den virtuella miljön. Laserscanning är en tidsbesparande metod eftersom den ej kräver att industrimiljön modellerats i olika CAD-program [36].

Det finns dock fortfarande vissa problem och tidskrävande moment som skulle kunna förbättras i framtiden. Datan som scanningen genererar är inte i form av ihopsatta objekt utan av tusentals punkter. För att identifiera ett objekt krävs idag manuellt arbete i form av att klippa ut färdiga objekt som sedan kan användas inom VR. En laserscanner kan inte heller täcka ett särskilt stort område utan det krävs flera avscanningar där scannern får flyttas runt för att ett större område skall täckas in. Den avscannade ytan kan kombineras med existerande CAD-ritningar över färdiga industrimaskiner [36] i spelplattformen Unity3D [22] för att skapa den virtuell fabriken. Detta ger en tydlig och noggrann bild över omgivningen.

2.3.3 Utvärdering av applikation, för- och nackdelar

Ett virtuellt FLP-system gör det möjligt för företag att visualisera och presentera sina idéer för olika typer av planeringsarbeten. För att jämföra med tidigare metoder där 2D och 3D ritningar används så ger ett virtuellt FLP-system en tydligare och mer verklighetslik bild av layouten. I den virtuella miljön kan eventuella brister och fel upptäckas och det ger även möjligheter att forma produktiviteten runt människan och inte tvärtom. Vilket ger människorna en bättre ergonomi i arbetet. Detta då möjligheten att känna av avstånd och synfält från olika platser är något som ett virtuellt FLP-system medför som inte är lika tydligt i 2D och 3D ritningar. Även enkelheten i användningen bidrar till detta. Ett virtuellt FLP-system är enkelt att ta del av vilket gör att fler parter inom företaget har möjlighet att vara delaktiga och påverka besluten i utvecklingsprocessen. En verk- stadsarbetare kan ta på sig en HMD och utan ytterligare kunskap orientera sig omkring i den virtuella miljön och komma med åsikter om layouten som kanske inte upptäckts av de som gjort planeringen.

Det finns dock även vissa nackdelar med tekniken som eventuellt skulle hindra företag från att börja applicera VR-baserad FLP. För det första så är det fortfarande en dyr teknik som kräver kraftfulla datorer för att fungera optimalt, samt någon typ av HMD. Det blir även också troligtvis ett arbete som tar längre tid att ta fram för att sedan presentera jämfört med enklare ritningar. Detta på grund av att miljön behöver byggas upp i 3D innan det kan visas virtuellt. Det skulle eventuellt bli en tydligare bild över layouten med bekostnad att det tar något längre tid att få fram något att presentera. Att börja applicera denna nya teknik skulle möjligen också kunna bli ett hinder i början. Innan anställda och kunder blivit vana vid användningen av tekniken.

2.4 Övriga applikationer

Monteringsanvisngar förekommer både inom VR och AR, dock så skiljer de sig lite i form av syfte. Det som skiljer är att VR-applikationer vanligtvis förekommer i förebyggande syfte. Ett tydligt exempel är att inom VR så kan en användare prova på och förhoppningsvis lära sig en montering helt virtuellt för att sedan utföra samma montering i verkligheten. Inom AR däremot så är som sagt tidigare verkligheten närvarande vilket gör att en användare i realtid kan få instruktioner om hur montering ska ske samtidigt som det verkliga arbetet utförs. I [26] beskrivs hur en virtuell värld kan hjälpa arbetare att lära sig olika typer av monteringar via instruktioner. I [43] utförs ett monteringsarbete med hjälp utav AR, arbetet utförs även tillsammans med en kollabo- rativ robot. Användaren får upp via sin HMD instruktioner i form av pilar och upplysta objekt vart de olika komponenterna skall placeras i förhållande till varandra. I just detta experimentet var även AR-systemet kopplat till en androidklocka på användarens arm där denna kunde bekräfta när instruktionerna var avklarade och gå vidare till nästa.

En stor potential vid användning av virtuella tekniker är den ökade säkerheten för arbetare det kan medföra. Både AR och VR har använts inom detta område för att i slutändan försöka minska risken för skador i arbetet. Inom VR är det effektivt att göra simuleringar i utvecklingsprocessen. I [27] utförs ett experiment med VR där olika arbetsstationer simuleras virtuellt innan de byggs i verkligheten. Detta leder till att möjliga problem och risker som skulle kunna uppstå inom arbetsstationen eventuellt kan upptäckas i den virtuella världen och därmed korrigeras innan den verkligen byggs. För AR finns det mycket potential i att använda ett AR-system för arbeten som utförs tillsammans med en kollaborativ robot. I [43] presenteras ett AR-system som ska öka säkerheten och underlätta arbetet i en arbetsstation tillsammans med en kollaborativ robot. I användarens HMD fås viktig information angående robotens arbete. Bland annat så visas pilar i den riktning som roboten är på väg för att få en förståelse för dess rörelser. Gröna och röda zoner är uppritade för att tydligt visa i vilka zoner som det är säkert att befinna sig i. Även viktig information och noteringar dyker upp i arbetarens synfält i form av text.

2.5 Informationsflöde

Informationflödet är kärnan till industri 4.0. Idén är att AR och VR-tekniken ska göra informationen mer lättillgänglig för användaren i produktion. Men hur presenterar man informationen på ett effektivt sätt utan att störa det naturliga arbetsflödet? Här spelar datahanteringen en avgörande roll. Datan som utnyttjas genom AR och VR härstammar i stora delar ur molnet. Molnet är en datalagringsmetod som över internet ger användaren tillgång till minnesplats i en fysisk hårddisk. Det är av intresse för företagen att utnyttja molnet efter bästa förmåga då det ger möjlighet att komma åt information från många ställen samtidigt. Om man arbetar i en komplex miljö med mycket data tillgänglig så kan det vara en god idé att ge användaren möjlighet att kontrollera informationsflödet. Detta görs vanligtvis genom tre olika metoder: röststyrning, pekdon eller med gester. Röststyrninng använder enhetens mikrofon. Pekdon kräver en extern enhet. Gester använder kameran på enheten. Val av kontroller görs efter arbetssituation med fokus på ljudvolym, antal fria händer och ljussättning i arbetet.

3. Metod

Metodstycket beskriver arbetets gång, från start till slut.

3.1 Litteraturgranskning

För litteraturgranskningen användes Scopus för att söka efter forskningsartiklar. Scopus rekommenderas av Chalmers Tekniska Högskolas bibliotek för informationssökning. Scopus har inbyggda verktyg för nyckelord-sökning och analys av publikationer, vilket gör den till en passande sökmotor för metodisk efterforskning.

Sökprecisionen beror på hur nyckelorden är kombinerade med varandra i sökfältet. Litteraturgranskningen gjordes primärt med följande sökning:

"(Virtual Reality OR Augmen- ted Reality) AND (manufacturing OR production)".

Sökresultatet resulterade i 4,595 publicerade verk. Första steget i litteraturstudien var att identifiera de verk som influerat andra mest. Så i första sökomgången sorterades sökresultatet efter mest citerade verk. Andra sökomgången begränsades samma sökning med publikationsåren 2015-2017. Detta gav de mest inflytelserika artiklarna under de senaste tre åren, sett ur ett peer-reviewed perspektiv. I tredje och sista sökomgången valdes endast verk från 2017. Artiklarna valdes till största grad efter relevant abstract och sammanfattning, kopplat till detta arbetets syfte och frågeställningar.

Litteraturstudien planerades på följande sätt:

- Identifiera äldre och inflytelserika verk. Vilka problem såg dom? Vilka potentiella områden lyftes?
- Hur såg utvecklingen av tekniken ut, fram till dagsläget? Vilka trender kunde man se längs vägen?
- Vart ligger framtida utmaningar? Hur skiljer det sig från de äldre och inflytelserika verken?

Därefter gavs försök till att besvara de inledande problemfrågeställningarna, presenterade i introduktionskapitlet.

3.2 Intervjustudierna

Intervjustudierna utgjordes av en serie semi-strukturerade intervjuer där liknande frågor ställdes till samtliga företag. Intervjuerna låg till grund för arbetets förstudier men också som inledande förståelse till branschens mottaglighet för virtuella tekniker.

Nedan följer en lista över besökta företag:

CGI
EON reality nordic
Högskolan Väst
KUKA robotics
Rejlers
SKF
Virtual Manufacturing
XMReality

Till dessa studiebesöken så användes följande frågeformulär:

Hur tolkar du industry 4.0?
Vad hoppas ni att de virtuella miljöerna ska lösa för nuvarande problem?
Inom vilka arbetsområden ser ni att de virtuella miljöerna har störst potential?
Vad, för er, motiverar valet av hårdvara? (HHD, HMD, Projektion, etc..)
Vad är, enligt er, den nuvarande begränsningen kring AR/VR?
I vilket stadie anser du att industrirevolutionen befinner sig i?
Vem samarbetar ni med i frågor som rör industri 4.0 och VR?
Vad tror ni konsekvensen blir av att inte anpassa sig mot den nya industrirevolutionen?
När tror du att de virtuella miljöerna kommer till full användning inom tillverkningsindustrin?
När hoppas ni kunna implementera tekniken så som ni vill att den ska fungera?

Frågorna användes som utgångspunkt kring ämnet industri 4.0 med fokus på de virtuella miljöerna

3.3 Enkätundersökningen

För att bilda en korrekt uppfattning om dagsläget och hur marknaden tänker kring appliceringen av virtuella miljöer, gjordes en enkätundersökning som kan stå i kontrast till litteraturstudien. Arbetet kretsar kring frågeställningen huruvida näringslivet och forskningen står i fas eller ej. Enkäten är inspirerad och framtagen efter intervjuerna beskrivna i tidigare stycke. Syftet är att undersöka hur mottaglig branschen är för ett kommande teknikskifte i VR och AR. Det viktiga med enkäten var att hålla den kort och koncis för att locka fler svar men samtidigt hålla den kärnfull och inte samla in onödig data. Enkäten är tio frågor lång utöver den valfria reflektionsdelen i slutet. Längden var viktig i skapandet av enkäten då ämnet kring virtuella miljöer inte hör till de flestas huvudsakliga arbetsområde. Enkäten är utformad för att ta reda på om tekniken uppfattas olika beroende på generation och utbildningsgrad. Den är också tänkt att visa vad branschen uppfattar som mest intressant med den nya tekniken och vad som önskas bli huvudeffekten med att implementera virtuella miljöer. Alla deltagare i enkäten har någon koppling till tillverkningsindustrin. Samma enkät skickades även till studenter på olika tekniska högskolor, för att ställa branschens uppfattning mot den kommande generationen.

4.Resultat

4.1 Intervjuresultat

Intervjuerna visade på större intresse för AR än VR-miljön. Ett par deltagare förklarade det som ett naturligare sätt att konsumera information på och enklare att få in i den dagliga aktiviteten. Intervjuresultatet visar också på ett stort intresse för flexibiliteten som de virtuella miljöerna potentiellt kan medföra. Vid ett tillfälle beskrevs flexibiliteten som möjligheten att ta bättre beslut i arbetet. Ett andra tillfälle beskrev flexibiliteten över att kunna operera processen från distans. Gemensamt för diskussionerna kring flexibiliteten är faktumet att arbetet inte behöver vara beroende av en specifik individ, istället kan kunskapen fördelas med hjälp av ett anpassat informationsflöde i virtuell miljö. Informationsflödet gör det också möjligt för fler arbetsavdelningar att bli mer delaktiga i förändringsarbetet, vilket spåddes vara positivt, då det sluter eventuella hål i kommunikationen. Intervjutillfällena visade även på en oro över att koppla upp sin tillverkningsprocess mot internet, då det innebär säkerhetsrisker. Detta är stundtals en ignorerad faktor då den är svårdefinierad och bidrar inte konstruktivt till diskussionen. Samtidigt som man önskar största möjliga datatillgänglighet, då det ger fler parametrar till ett bättre informationsflöde, så vill man också ha ensam tillgång till sin datainsamling. Balansen mellan potential och risk genomsyrade intervjustudierna vilket var intressant i bemärkelsen att säkerhetsproblematiken enbart figurerar i bakgrunden till mycket av den publicerade forskningen och utvärderades aldrig fullt ut.

En annan utmaning som identifierades under studiebesöken var problematiken i att man inte vet säkert vad som håller tillbaka tekniken från att vara etablerad i branschen. Ett svar som stack ut under ett av intervjutillfällena var liknelsen till mode. Att tekniken behöver fånga moment bland större aktörer samtidigt som den accepteras för privat bruk.

I samtal kring vilken teknik som företagen främst föredrog så var svaret genomgående HMD-enheter. Särskilt optiska enheter, då samtliga ansåg det vara fördelaktigt att kunna förhålla sig till den fysiska världen med egna ögon. Vid två tillfällen diskuterades de virtuella miljöerna som ett sätt att stärka varumärket, mer än att ge praktiskt värde för tillverkningsprocessen, i dagsläget.

Under ett tillfälla diskuterades möjligheten att göra tillverkningsindustrin mer interaktiv för arbetaren men också för kunden. Att exempelvis kunna vandra genom en fabriksavdelning och på ett användarvänligt sätt se hur den specifika tillverkningsprocessen fungerar och hur den bidrar till den slutgiltiga produkten. Med förhoppning att intresset för branschen växer till följd av den interaktiva miljön.

4.2 Resultatet av litteraturgranskningen

Litteraturstudien visar med referens till äldre forskning en utveckling i dator och bildbehandlingsteknik. Litteraturen understryker ett växande intresse för hur människan påverkas av virtuella miljöer. Detta observerades genom att sortera de mest citerade artiklarna i sökmotorn. Den mest citerade studien, gjord 1997, [38] undersökte den tekniska potentialen för Augmented Reality i tillverkningsindustrin. Med anledning av att verket utnyttjas i flertalet andra arbeten (2230 gånger) så identifieras artikel som väldigt inflytelserik och fångar därför forskningens tidsanda på ett bra sätt. I verket pekas ett par problem ut med Augmented Reality, som det var känt då. Bland dessa fanns en problematik i att de virtuella objekten bara kunde framkallas under statiska förhållanden. Detta innebär att systemet lätt kunde störas av skiftande ljus och arbete i rörelse. Vilket motverkar huvudsyftet i flexibilitet. Ett annat problem, som belystes, var den bristande precisionen i de renderade objekten [38]. Ett potentiellt jätteproblem då tillverkning förlitar sig på detaljer i processen.

Samma forskningsgrupp gjorde ett uppföljningsarbete, 2001, [39] i syfte att uppdatera branschen om de dåtida framstegen. Även detta arbete har refererats många gånger (1199) och anses därför också viktig i summeringen kring de virtuella-miljöernas framfart. I artikeln diskuteras bland annat rollen som mobila enheter, HHD, kan spela i etableringen av Augmented Reality. I texten beskrivs de huvudburna enheterna, HMD, utifrån ergonomin som eventuellt begränsande om de anställda förväntas bära enheterna under hela arbetsdagen. Tekniken har avancerat sedan forskningsarbetet publicerades men många utmaningar kvarstår. Field of view anses begränsande, då tekniken inte klarade mer än 30 graders huvudvridning innan den virtuella informationen tappades. Man pratar om synintrycket som det bestämmande sinnet, vilket är en viktig insikt då det ledde till mer fokuserat arbete i perception. Ur detta identifierades problemet att förse användaren med adekvat djupseende och framför allt hur dom virtuella objekten ska förhålla sig till användarens uppfattning i djup. Hittills är de praktiska tillämpningarna för branschen kvar i forskningsstadiet. De bekräftade studierna handlar till största del om enklare demo- eller monteringsanvisningar.

Den nutida hårdvaran är kraftfullare och mjukvaran är mer sofistikerad. Spelindustrin har blivit en drivande aktör och driver det grafiska användargränssnittet framåt. I ett arbete från 2012 [25] presenteras trenderna för de virtuella miljöerna som resultatet av den växande datorutvecklingen. Det formas en tydligare idé runt vilka användningsområden som är aktuella för tillverkningsbranschen. Bland dessa områden hittas Factory Layout Planning, Robot programming in Augmented Reality (RPAR), Remote Guidance, Assembly in VR, etc.

Till följd av spelindustrins bidrag till utvecklingen av de virtuella miljöerna så visar litteraturen ett växande intresse för användargränssnittet. Man pratar om vikten av ett genomtänkt visuellt intryck, så att renderingen inte orsakar illamående hos användaren [45]. Symbiosen mellan människa/teknik dominerar undertonen i många av artiklarna presenterade i dagens litteratur. Det räcker alltså inte med en teknisk mognad, utan litteraturstudien visar också att det behöver ligga i linje med användarens bekvämlighet.

Litteraturen pekar på en mognad för de virtuella applikationerna. Till skillnad från tidigare år, 2012 och bakåt, så finns det nu en stor mängd praktiska studier som undersöker effekterna av de virtuella miljöer i tillverkningsindustrin. Bland dessa studier finns undersökningar som utvärderar för och nackdelarna med teknikens nuvarande status.

Flera rapporter indikerar att hårdvaran som krävs fortfarande är för dyr i relation till det kommunicerade, direkta värdet av att implementera virtuella miljöer i sin verksamhet. Prislappen utesluter främst de mindre företagen [29] men spås bli bättre med den kommande generationen av HMD-enheter. Priset bestäms i nuläget av den förväntade kravbilden kring FPS och hur snabbt processorn arbetar. Dessa två faktorer bidrar till användarens uppfattade bekvämlighet i interaktionen med tekniken. Så lite som 5 ms [45] fördröjning mellan den virtuella miljön och den förväntade verkligheten resulterar i en känsla av illamående och obehag [31].

Trots att AR-forskningen varit aktiv sedan början på 90-talet, anses den [35] ung i sammanhanget. Detta innebär att AR-miljön inte har lika många plattformar i jämförelse med VR-miljön. Detta förklarar varför VR-miljön har en större variation av appliktationer sett till AR, trots att det dominerande intresset, både från förstudierna och i den lästa litteraturen, lutar åt AR. Detta resulterar i färre forskningsresultat än önskat då plattformarna i dagsläget är utformade efter tänkt applikation.

När det kommer till användning av AR-miljön inom tillverkningsindustrin så ställs det väldigt höga krav på precision och noggrannhet. Detta på grund av att fel i precision kan kosta stora summor för företaget. PTAM, Parallel Tracking And Mapping, beskrivs [42] som ett av den snabbaste och mest noggranna metoden för att identifiera objekt. PTAM är ett markörfritt system som bygger upp objekt med hjälp av små punkter som tillsammans bildar ett sammansatt objekt [30]. Dock så finns det vissa begränsningar av att använda metoden i en industrimiljö. Litteraturen [42] beskriver att systemet blir ostabilt vid större ytor som ett tomt industrigolv eller liknande. Nya tekniker, byggda med lasrar och sensorer är under utveckling men kräver större forskningsstöd.

Ett problem som fortfarande finns för AR-tekniken är ljuspåverkan [29] [34]. Trackingsystemet kan på grund av svagt ljus från omgivningen ha svårt att identifiera och upptäcka objekt. Detta är framförallt ett problem om trackingsystemet är kamerabaserat såsom PTAM. Field of view (FOV) beskrivs annars som den dominerande begränsningen för AR [34]. Dålig FOV leder ofta till att stora objekt inte får plats i användarens synfält. Användaren tvingas därför placera sig långt ifrån objektet för att kunna interagera med det, vilket gör att det kan vara svårt att orientera sig i mindre arbetsområden.

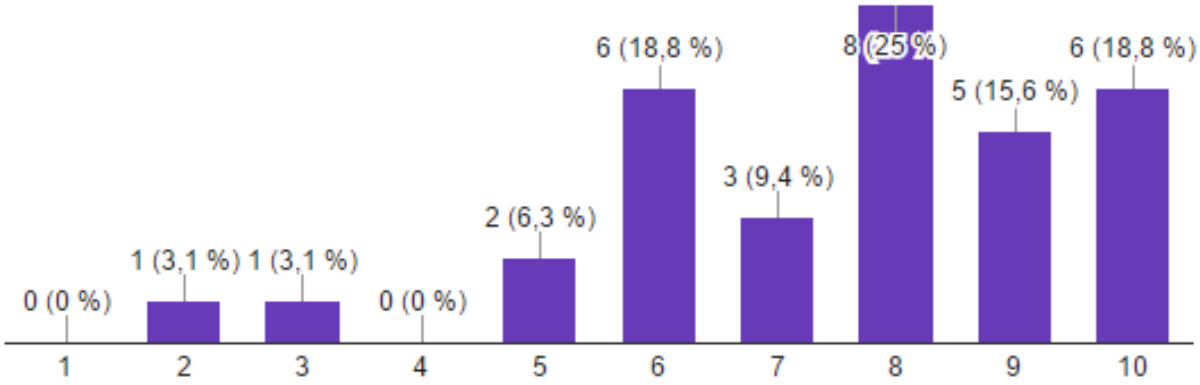
Inom produktutveckling har det visat sig att VR är mer fördelaktigt då det tillför ett nytt sätt att förhålla sig till idéer och design. I ett experiment fick ett flertal ingenjörer som arbetade inom produktutveckling prova på att för första gången använda VR i utvecklingsprocessen [37]. Att få möjligheten att se produkten i verklig skala var det som produktutvecklare tyckte hade högst värde i undersökningen.

Remote guidance är bevisat [44] mer effektiv för felsökning i produktionsprocessen. Den virtuella-tekniken gör det möjligt för användaren att komma åt nödvändiga instruktioner och därmed korta reparationstiden. Nya metoder för FLP är något som användningen av virtuella-miljöer bidragit med. De tidigare 2D och 3D-modellerna över fabriken går nu att uppleva helomslutande. Istället för att enbart bygga upp miljön med hjälp av CAD-ritningar används även laserteknik för att snabbare bygga upp industriytan. I kombination med färdigställda CAD-ritningar, över specifika maskiner, tillför den virtuella miljön ett nytt sett att utvärdera planeringsarbetet på. I en studie [40] fick deltagarna orientera sig i den virtuella fabriken samt ändra och flytta runt maskiner. Deltagarna svarade sedan på frågor angående tekniken och resultatet visar att majoriteten upplevde det som positivt och skulle kunna tänka sig att använda implementera applikationen i sitt arbete. Även AR har använts till att förbättra FLP. Nee och Ong beskriver ett AR-baserat system där virtuella industrimaskiner kan flyttas och placeras efter användarens krav [41]. Med AR-utrustningen kan användaren manipulera de virtuella maskinerna och ankra fast dom i önskade positioner.

AR-miljön tenderar att vara ett effektivt verktyg inom underhåll- och monteringsanvisningar, samt arbete tillsammans med kollaborativ robot. Litteraturen föreslår att VR gör sig bäst lämpad för simuleringar för att i förtid upptäcka brister och fel.

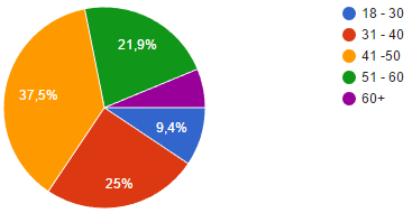
4.3 Enkätresultat

Enkätresultatet ger en idé om branschens mottaglighet och hur diskussionen kring de virtuella miljöerna ska tacklas utifrån intresset, presenterat nedan. Enkätdatan indikerar eventuella trender snarare än att datan ger bestämt svar. Datan utgörs av 32 bransch-aktiva deltagare samt 20 studenter.

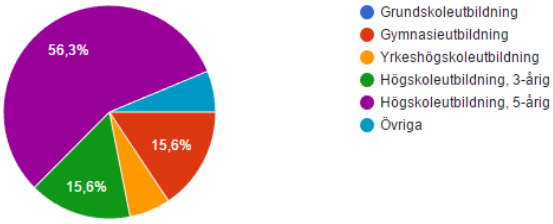


Figur 4.1: Svaren för hur viktigt virtuell teknik spås bli på deltagarens arbetsplats.

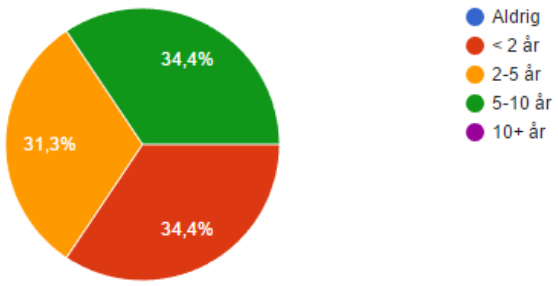
Resultatet tyder på att branschen anser att användningen av virtuella miljöer kommer att vara en väsentlig del i framtidens arbete. Det graderade medelsvaret landade på 7.53 av 10, vilket tyder på att branschen besitter en förståelse i att tekniken kan nyttjas inom industrin.



Figur 4.2: Åldersstatistik

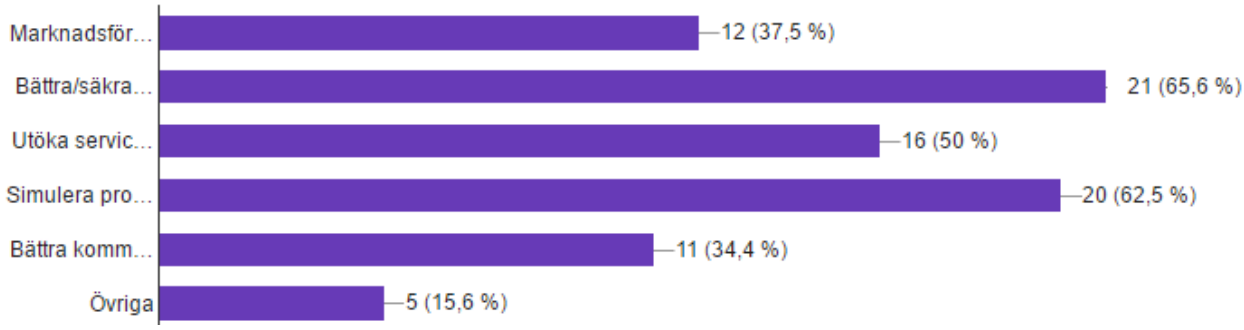


Figur 4.3: Utbildningsgrad



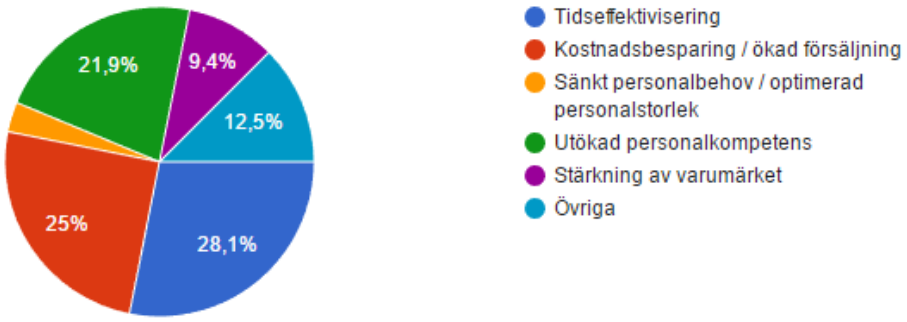
Figur 4.4: Hur lång tid innan CGI-teknikerna blir fullt etablerade inom arbetet

I frågan om när tekniken spås bli etablerad inom tillverkningsindustrin så visar svaren ett jämt fördelat resultat över alternativen. Detta bekräftar intervjudatan, där deltagarna tror att tekniken kommer bli viktig saknar en klar uppfattning i när och hur detta ska ske. Trots detta så trodde ingen av deltagarna att det skulle dröja mer än tio år, vilket tyder på att branschen är optimistisk i ett teknikskifte.



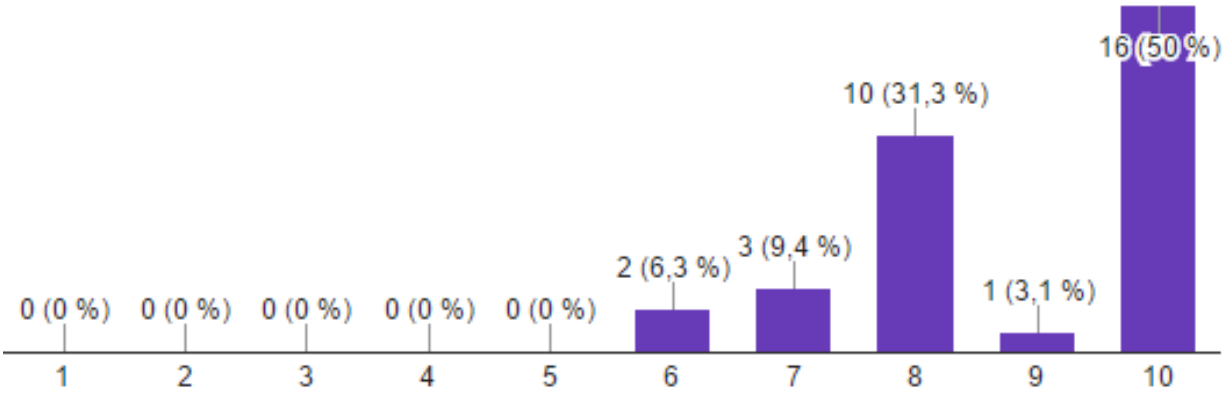
Figur 4.5: Vilka områden som skulle dra mest nytta av virtuell teknik: Marknadsföring av produkt, Bättra/säkra arbetsflödet för operatörer, Utöka servicekapaciteten, Simulera produktionsändringar, Bättra kommunikationen mellan arbetsavdelningarna, Övriga

Deltagarnas svar i vilket arbetsområde som spåddes dra mest nytta av virtuella-miljöer visar ingen tydlig riktning. Detta kan tolkas på två sätt. Antigen ser branschen stor potential för samtliga arbetsområden eller så finns det inte en klar idé kring hur man ska nyttja miljöerna i praktisk bemärkelse. Populärast bland svaren dock var arbetet kring att bättra/säkra arbetsflödet för maskinoperatörer samt simulera produktionsändringar för att minimera stopp i processen.



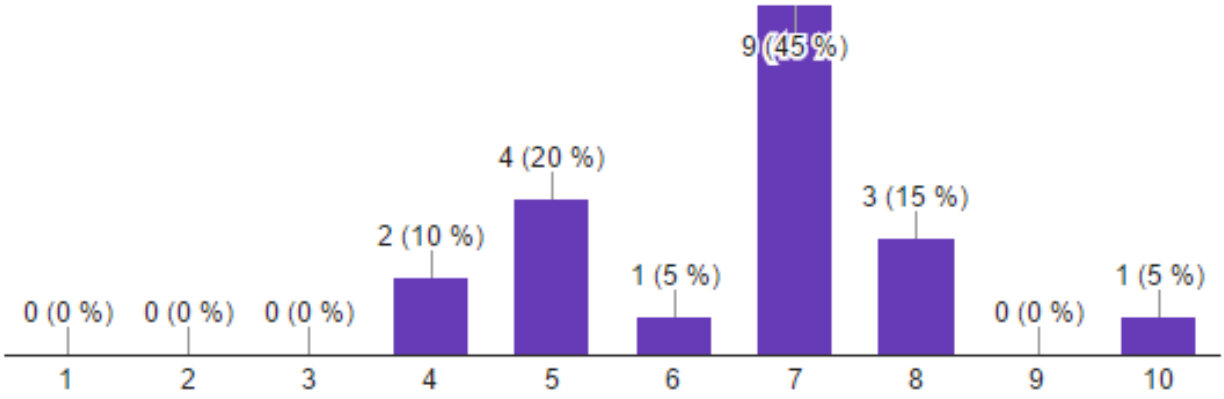
Figur 4.6: Branschens önskade huvudeffekt med att etablera virtuell-teknik

Resultatet visar att den önskade huvudeffekten av att implementera virtuell teknik kan klumpas ihop till tidseffektivisering och kostnadsbesparing. Huvudeffekten är värd att undersökas vidare då det kan vara ett smart sätt att angripa diskussionen om virtuell teknik i tillverkningsindustrin.



Figur 4.7: Hur deltagaren ser på att börja använda sig av virtuell miljö i sitt arbete

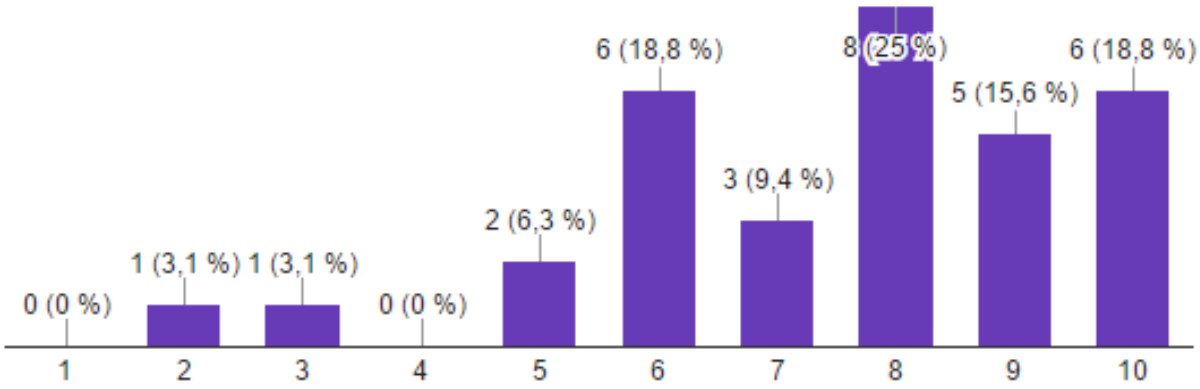
När det kommer till hur den virtuella tekniken upplevs och hur öppna deltagarna var till användning så visar resultatet att alla deltagare är positivt inställda till tekniken med ett svarsmedelvärde på 9, för branschen, och 8,81, för studenterna.



Figur 4.8: Hur spännande CGI-tekniken upplevs

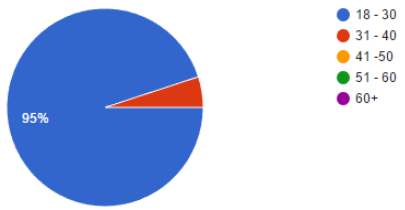
Resultatet visar inte heller någon koppling mellan ålder eller utbildning rörande inställningen till tekniken. Vilket i så fall motbevisar den förutfattade meningen om att en äldre företagsledning skulle vara ett hinder för etableringen av virtuella miljöer i branschen.

För att få perspektiv på branschens enkätsvar, presenteras här studenternas svar i ämnet.

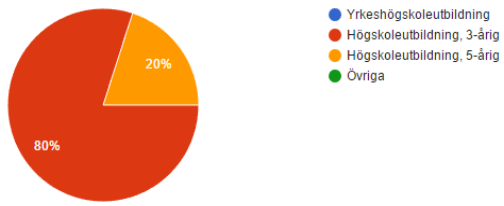


Figur 4.9: Svar på hur viktig framtida bruk av virtuella tekniker tros bli på deltagarens framtida arbetsplats.

Resultatet tyder även på att studenterna ser på den virtuella tekniken som en möjlighet att förbättra och utveckla arbetsuppgifterna inom tillverkningsindustrin. Studenterna verkar dock inte vara lika övertygade som den arbetande branschen då svarsmedelvärdet var något lägre (6,55 jämfört med branschens 7,53).

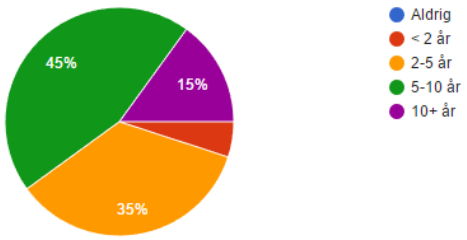


Figur 4.10: Åldersstatistik för studenter

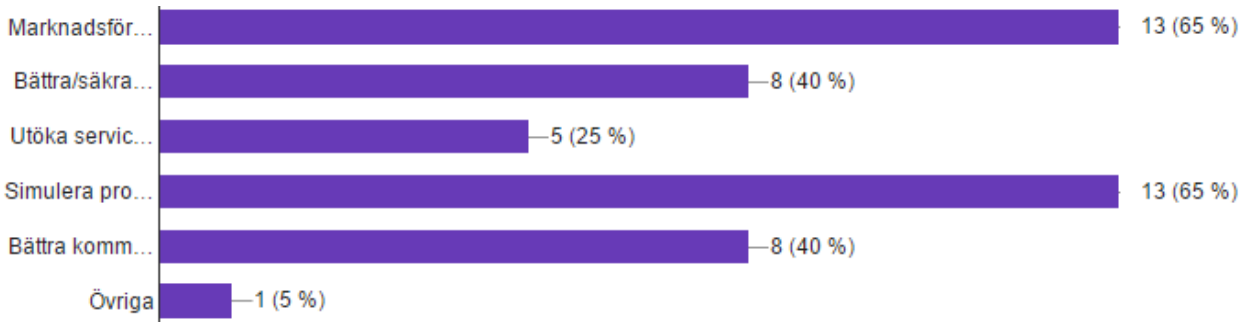


Figur 4.11: Utbildningsnivå för studenter

I frågan om när de virtuella miljöerna spås bli etablerade, ser vi en tydlig skillnad i svarsdatan. I allmänhet verkar studenterna tro att det dröjer längre än 5 år (45%), bland dessa svarade 15% att de tror tekniken dröjer 10 år innan den får fäste i branschen.

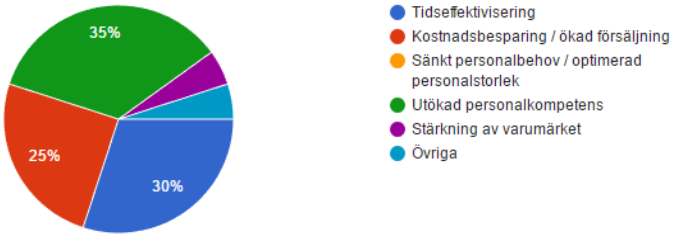


Figur 4.12: Uppskattad tid innan teknik spås vara etablerad i det framtida arbetet.



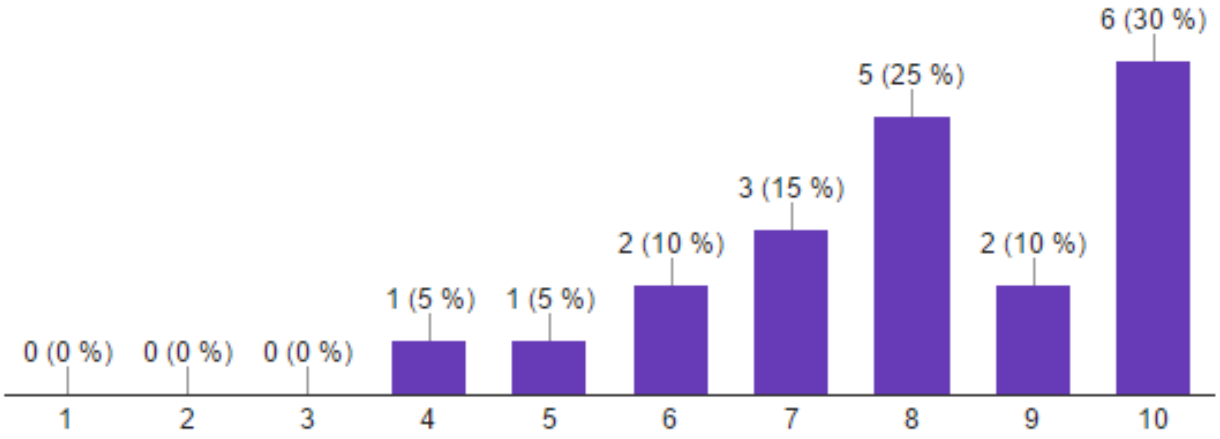
Figur 4.13: Vilka arbetsområden som troddes kunna dra mest nytta av virtuella miljöer: Marknadsföring av produkt, Bättra/säkra arbetsflödet för operatörer, Utöka servicekapaciteten, Simulera produktionsändringar, Bättra kommunikationen mellan arbetsavdelningarna, Övriga

Områdena skiljer sig något från tidigare. De tillfrågade studenterna tror mest på att Marknadsföring av produkt är något som med hjälp av virtuell teknik skulle kunna förbättras. Detta var ett av de minst besvarade alternativet i ingenjörernas resultat. Likt de tidigare svaren så anser även studenterna att Simulera produktionsändinrgar är ett av de viktigaste områdena. Det är även en tydlig minskning i svarsalternativen Utöka servicekapaciteten och Bättra/säkra arbetsflödet för operatörer där studenterna inte verkar tänka lika som dagens ingenjörer.

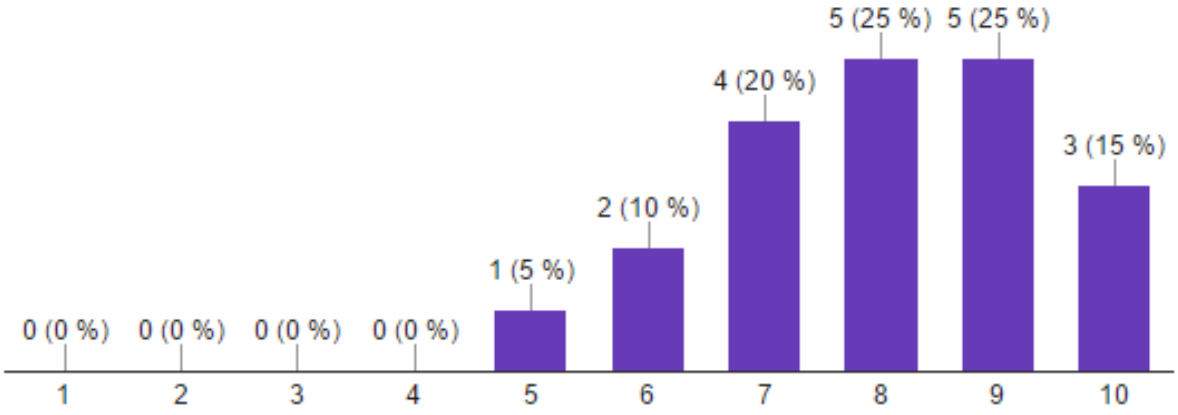


Figur 4.14: Önskad huvudeffekt av att etablera virtuell teknik (Studentsvar)

Önskad huvudeffekt stämmer överens med branschens svar. Båda önskar att tekniken medför tidseffektivisering och kostnadsbesparing framför något annat.



Figur 4.15: Hur det ses på att börja använda sig utav virtuell teknik (Studentsvar)



Figur 4.16: Hur spännande den virtuella tekniken upplevs (Studentsvar)

Likt tidigare svar så verkar tekniken upplevas som spännande och frågade verkar vara positivt inställda till att börja använda virtuella miljöer i kommande arbete. Precis som i frågan angående hur viktig tekniken spås bli vara i framtiden så har studenterna ett något lägre medelresultat sett till branschen angående hur spännande man upplever tekniken. Detta kan förklaras med att en yngre generation inte upplever samma barriärer för att börja använda ny teknik, då det är en van känsla för en person född efter den etablerade dator-utvecklingen.

Enkätsvaren visar att båda grupperna är positivt inställda till virtuella miljöer. Majoriteten av deltagarna tror att tekniken dröjer 5-10 år innan den anses etablerad inom tillverkningsindustrin. I frågan om vilka områden som skulle dra mest nytta av en applicering så tror studenterna mer i värdet av marknadsföring, medan branschen ser större värde i servicearbete.

4.4 Diskussion

Som intervjudatan antyder så identifierades ett intresse för den virtuella teknik inom tillverkningsindustrin. De flesta samtalen handlade om potentialen som ett bra informationsflöde kan medföra i flexibilitet. En annan aspekt som ofta lyftes under intervjuerna var diskussionen kring vad som håller tekniken tillbaka från att etableras i branschen. Detta kom att bli det centrala problemet under arbetet då frågeställningen lyfter de inledande problemformuleringarna i avsnitt 1.3. Problemet utreddes från följande hypoteser; branschen har svårt att acceptera teknikskiftet och/eller de virtuella miljöernas tekniska utveckling är ofullständig. Som enkätdatan visar så finns det inget i mätningarna som tyder på att det skulle finnas en bristande mottaglighet för ett teknikskifte. Datan antyder inte heller på att det skulle finnas ett större motstånd högre upp i åldersspannet eller att inställningen skull påverkas av utbildningsnivån. Enkätdatan saknar en tydlig riktlinje för vilka arbetsområden som skulle kunna tänkas dra mest nytta av de virtuella miljöerna. Detta stärker bilden av att det finns en förvirring kring vad det innebär att applicera tekniken i tillverkningsindustrin. Huvudeffekten ger däremot en idé om vad branschen hoppas att ett teknikskifte kan medföra, vilket är en viktig insikt för forsatta studier.

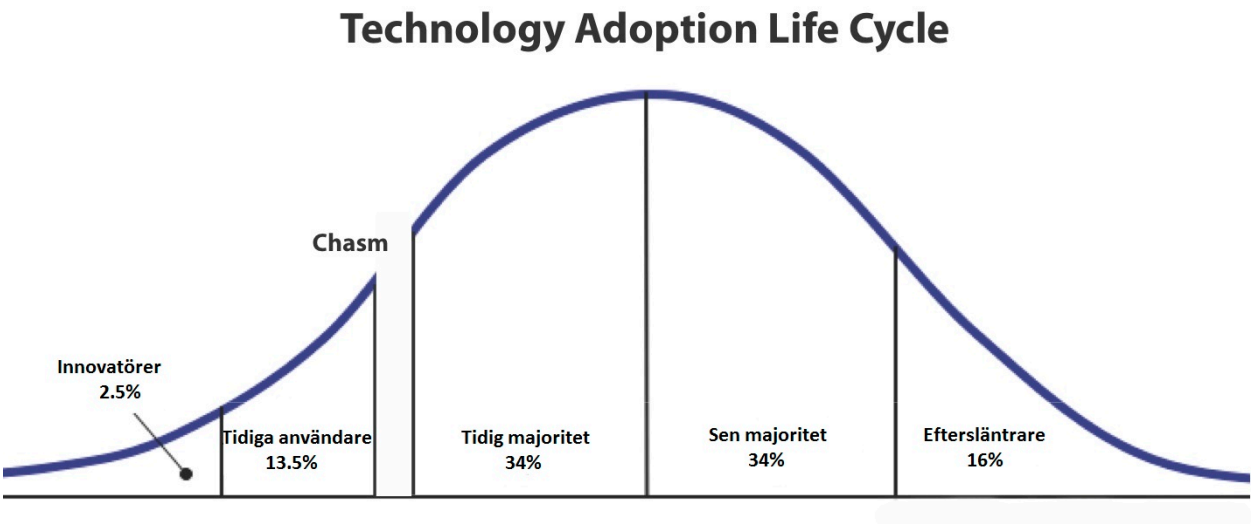
Om det inte finns ett direkt motstånd i branschen, beror det då på teknologin? Detta undersöktes i litteraturstudien och resultatet pekar inte heller på att teknikens mognad skulle vara en bärande orsak till vad som håller tekniken från att vara etablerad på marknaden. Detta trots att utvecklare önskar mindre fördröjningar och bättre processorkraft, eftersom att flertalet applikationer fungerar väl med den tillgängliga hårdvaran. Om inget annat spås dessa mindre begränsningar att lösas med den kommande generationens hårdvara.

Däremot finns det brist på utvärderingar av säkerhetsrisken med att koppla upp sin tillverkningsprocess mot internet. Forskning på området saknas, och intervjudatan antyder att industrin vill ha svar på detta. Dessutom saknas ett standardiserat förhållningssätt till dom virtuella miljöerna. Dels i form av bra mallar för applicering, då den nuvarande situationen tvingar företagen att lägga ner mer resurser än önskat för att nyttja tekniken. Men också att det direkta värdet av att implementera virtuella miljöer är vagt beskrivet. Det krävs kvantifierbara metoder som kan visa vad ett snabbt, automatiserat informationsflöde bidrar i direkt värde för branschen. Författarna föreslår att värdet kan kommuniceras utifrån noggrannare studier kring vad huvudeffekten önskas bli med ett teknikskifte. Genom att tackla diskussionen med större underlag för branschens uppfattning om tekniken, kan avståndet bryggas mellan forskningen och tillverkningsindustrin.

Med RG, undkommer man mycket av specialiseringen i teknisk installation och värdet är enkelt att beräkna i termer av insparade resekostnader, vilket talar för applikationens snabbare utbredning på marknaden. Samma potential finns för FLP om en mer generisk plattform utvecklas inom snar framtid.

4.4.1 Slutsats

Teknikens utvecklingsstadie befinner sig, enligt författarna, i klyftan mellan tidiga användare och tidig majoritet enligt Moores-diagram [7], se figur 4.17. Detta innebär att utvecklingen inväntar fler initiativtagare innan den anses ha fotfäste i branschen. Problematiken med att befinna sig i klyftan är att tiden som tekniken kan befinna sig där är odefinierad. Utlösningsmekanismen är oförutsägbar men ett politiskt styrmedel som tvingar företagen att förhålla sig till industri 4.0 är en bra start. Trots att intervjudatan visade på en branschmottaglighet så är bristen på betryggande studier kring säkerhetsrisken, att koppla upp sin process mot internet, tillsammans med ansträngning som krävs för att implementera de virtuella miljöerna, det som håller tekniken fast i klyftan. Slutsatsen blir därför att teknikens mognad och branschens mottaglighet inte är ensamt bestämmande. Det krävs dessutom en hög känsla av säkerhet och bekvämlighet, innan tekniken övergår i ett stadie av tidig majoritet. Utifrån resultatet spås teknikens etablering inom tillverkningsindustrin dröja 5-10 år.



Figur 4.17: Moores-diagram över hur etablerad en produkt/teknik är. Den vertikala axeln följer antalet användare, utifrån förväntat antal.

I detta arbete har ett flertal olika applikationsmöjligheter undersökts för de virtuella miljöerna inom tillverkningsindustrin. Remote Guidance och Factory Layout Planning valdes som Augmented Realitys respektive Virtual Realitys mest lovande applikation, i dagsläget. Dessa valdes efter genomförd litteraturgranskning, vilket tenderade till att visa stort intresse för de båda applikationerna. Utifrån dagens AR- och VR-system är dessa möjliga att börja använda redan nu och de begränsas inte lika mycket av dagens hårdvara, jämfört med andra applikationer.

4.4.2 Felkällor

Enkätdatan bör i sammanhanget utvärderas skeptiskt då provstorleken mer sannolikt antyder på en trend snarare än att med säkerhet bekräfta faktum. Vidare studier bör utveckla storleken på datainsamlingen. För att ge enkätsvaren kontext så bör man också reflektera över vilken typ av person som är mest benägen att delta i en enkätstudie. Är det “den ointresserade” eller den “redan intresserade” personen som lämnar sitt omdöme? Enligt författarnas förståelse så gäller det sistnämnda mer ofta än det förstnämnda, vilket bör uppmärksammas vid insamling av en mängd svar som ska representera en samlad branschåsikt.

Litteraturstudiens trovärdighet är också rimlig att utvärdera. Trots att de mest citerade verken togs i beaktning och vägdes mot redovisade trender, publicerade i senare upplagor, så bör läsaren reflektera över omfånget av litteraturstudien. Litteraturstudien är en övergripande inblick in i forskningen kring VR och AR i tillverkningsindustrin. Läsaren bör se den presenterade datan som en sammanfattning och inte en komplett presentation av allt som finns att erbjuda i forskningen kring virtuella miljöer i tillverkningsindustrin.

5. Sammanfattning

Industri 4.0 beskrivs som möjligheten till en flexiblare datatillgänglighet via mediet av Virtual och Augmented Reality. I arbetet föreslås Remote Guidance och Factory Layout Planning som de mest relevanta applikationsförslagen för tillverkningsbranschen, i dagsläget. Detta motiveras utifrån en litteraturstudie och två empiriska undersökningar. I enlighet med den presenterade forskningen, tillgänglig i litteraturförteckningen, anser inte författarna att teknologins kapacitet håller de virtuella medierna från att vara etablerade i industrin. Inte heller enkätdatan tyder på att tekniken hålls tillbaka av branschens mottaglighet för ett teknikskifte. Det tros istället förklaras av att teknikens praktiska applikationer inte funnits vid tillräckligt länge och därmed inte heller hunnit bygga moment för att få fäste i branschen. Författarna är överens med datan från intervjustudierna och enkäterna att tekniken förväntas vara etablerad inom 5-10 år.

Litteraturförteckning

[1] Applications of virtual reality. https://www.vrs.org.uk/
virtual-reality-applications/.

[2] Autodesk stingray. https://www.autodesk.com/products/stingray/overview.

[3] Building a pc for virtual reality: Oculus rift, htc vive, and vr gaming. http://www.
logicalincrements.com/articles/vrguide.

[4] Cadschroer. http://www.cad-schroer.com/products/mpds4/factory-layout.
html.

[5] Computer history. http://www.computerhistory.org/timeline/computers/.

[6] Could virtual reality be the future of factory floor planning? http:
//www.engineering.com/AdvancedManufacturing/ArticleID/13581/ VIDEO-Could-Virtual-Reality-Be-the-Future-of-Factory-Floor-Planning. aspx.

[7] Crossing the chasm. http://www.theinnovativemanager.com/
crossing-the-chasm-theory-how-to-market-sell-and-improve-your-new-invention/.

[8] Desperately seeking wireless: Vr's aiming to cut the cord. https://www.cnet.com/
news/vr-desperately-seeking-wireless/.

[9] Emulate3d. https://www.demo3d.com/demo3dvr-solidworks.

[10] Explained: How does vr actually work? https://www.wareable.com/vr/
how-does-vr-work-explained.

[11] Factory design utilities. https://www.autodesk.com/products/
factory-design-utilities/overview-video.

[12] Framsida. https://www.google.se/search?q=konferenspapper&safe=off&
source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiXxYuiob3UAhWjF5oKHcWDAAcQ_
AUIBigB&biw=1920&bih=974#safe=off&tbs=sur:fc&tbm=isch&q=
manufacturing+VR&imgrc=SdLk32BvpvhqmM:.

[13] Hololens (microsoft sweden 2015). https://www.
flickr.com/photos/microsoftsweden/16153490837/in/ photolist-qBqS3H-qTGHP4-qBqQvp-pWRry3-s6v1wL-so5eEn-rrggme-snULgj-rrggpv-skMd81-so2YnP-snUL

[14] Htc-vive utrustningen. https://c1.staticflickr.com/2/1471/25845851080_
21ea8a50d9_b.jpg.

[15] Hårdvarupriser. https://www.microsoft.com/en-us/hololens/buy.

[16] Industrie 4.0. https://www.bmbf.de/de/zukunftsprojekt-industrie-4-0-848.
html.

[17] Introduction to augmented reality. http://www.informit.com/articles/article.
aspx?p=2516729&seqNum=2.

[18] Irisvr. https://irisvr.com/.

[19] Oculus gear vr. http://i.vimeocdn.com/video/551313952_1280x720.jpg.

[20] Oculus handkontroller. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/
7f/Oculus_Touch_Controllers.jpg.

[21] Oculus vr-glasögon. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/
b/b5/Oculus_CV1_Back.jpg/1024px-Oculus_CV1_Back.jpg.

[22] Smart industri. http://www.regeringen.se/informationsmaterial/2016/01/
smart-industri---en-nyindustrialiseringsstrategi-for-sverige/.

[23] Unity3d. https://unity3d.com.

[24] Virtual engineering for enhanced services. http://www.wartsila.com/resources/
article/virtual-engineering-for-enhanced-services.

[25] Virtual reality society. https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.
html.

[26] G. Chryssolourisb D. Mourtzisb A.Y.C. Nee, S.K. Onga. Augmented reality appli- cations in design and manufacturing. Elsevier, 2012. http://www.sciencedirect. com/science/article/pii/ S0007850612002090.

[27] K. Mura D. Gorecky, M. Khamsis. Introduction and establishment of virtual trai- ning in the factory of the future. International Journal of Computer Integrated Ma- nufacturing, 2015. http:// www-tandfonline-com.proxy.lib.chalmers.se/doi/ full/10.1080/0951192X.2015.1067918.

[28] P. Zawadzki A. Hamrol D. Grajewski, F. Górski. Application of virtual re- ality techniques in design of ergonomic manufacturing workplaces. Elsevi- er, 2013. http:// www.sciencedirect.com.proxy.lib.chalmers.se/science/ article/pii/S1877050913012404? via%3Dihub.

[29] Å. Fast-Berglund M. Åkerman D. Li, S. Mattsson. Testing operator support tools for a global production strategy. Elsevier, 2016. http: //www.sciencedirect.com.proxy.lib.chalmers.se/ science/article/pii/ S2212827116003711?via%3Dihub.

[30] D. Bernidaki D. Mourtzis., M. Doukas. Simulation in manufacturing: Review and challenges. Elsevier, 2014. http://www.sciencedirect.com.proxy.lib.chalmers. se/science/article/ pii/S2212827114010634?via%3Dihub.

[31] D. Murray G. Klein. Parallel tracking and mapping for small ar workspaces. Ge- org Klein Publications, 2007. http://www.robots.ox.ac.uk/~gk/publications/ KleinMurray2007ISMAR.pdf.

[32] B. Waterfield G. Lawson, D. Salanitri. Future directions for the de- velopment of virtual reality within an automotive manufacturer. Elsevi- er, 2015. http:// www.sciencedirect.com.proxy.lib.chalmers.se/science/ article/pii/S0003687015300260.

[33] J. Lewing-N. Lindvall P. Nordmark J. Sunderling A. Walfridsson H. Eriksson, O. Jansson. Problem solving through remote guidance supported by augmented rea- lity. 2012. https:// www.ida.liu.se/~729G19/projektrapporter/rapporter-12/ grupp4.pdf.

[34] G. Ghielmini P. Pedrazzoli D. Rovere I. Frabcesco, G. Dal Maso. Factory layout planner. IEEE, 2010. http://ieeexplore.ieee.org.proxy.lib.chalmers.se/ document/7477005/.

[35] P. Leitao I. Maly, D. Sedlácek. Augmented reality experiments with industrial robot in industry 4.0 environment. IEEE, 2017. http://ieeexplore.ieee.org.proxy. lib.chalmers.se/ document/7819154/.

[36] A.Y.C. Nee J. Zhu, S.K. Ong. A context-aware augmented reality assisted maintenance system. International Journal of Computer Integrated Manufactu- ring, 2014. http://www-tandfonline-com.proxy.lib.chalmers.se/doi/full/ 10.1080/0951192X.2013.874589? scroll=top&needAccess=true.

[37] D. Saluäär B. Johansson L. Gong, J. Berglund. A novel vr tool for collaborative

planning of manufacturing process change using point cloud data. Elsevier, 2017. .

[38] J.M. Vance L.P. Berg. An industry case study: Investigating early design decision making in virtual reality. Journal of Computing and Information Science in Engine- ering, 2016. http:// computingengineering.asmedigitalcollection.asme.org. proxy.lib.chalmers.se/article.aspx? articleid=2539427.

[39] Azuma R.T. A survey of augmented reality. MIT press journals, 1997. http: // www.mitpressjournals.org/doi/10.1162/pres.1997.6.4.355#.WRQlSlJ7GRY.

[40] Azuma R.T. Recent advances in augmented rality. IEEE, 2001. http://ieeexplore.

ieee.org/document/963459/?reload=true.

[41] H. Voet J. Utsch T.A. Khawli S. Gabhardt, S. Pick. flapassist: How the in- tegration of vr and visualization tools fosters the factory planning process. IE- EE, 2015. http:// ieeexplore.ieee.org.proxy.lib.chalmers.se/stamp/stamp. jsp?arnumber=7223355.

[42] A.Y.C. Nee S. Jiang, S.K. Ong. An ar-based hybrid approach for facility layout planning and evaluation for existing shop floors. The International Journal of Ad- vanced Manufacturing Technology, 2014. https://link-springer-com.proxy.lib. chalmers.se/article/10.1007/ s00170-014-5653-6.

[43] A.Y.C. Nee S. Jiang, S.K. Ong. An ar-based hybrid approach for facility layout planning and evaluation for existing shop floors. The International Journal of Ad- vanced Manufacturing Technology, 2014. https://link-springer-com.proxy.lib. chalmers.se/article/10.1007/ s00170-014-5653-6.

[44] S. Koukas A.S. Matthaiakis S. Makris, P. Karagiannis. Augmented reali- ty system for operator support in human–robot collaborative assembly. Else- vier, 2016. http:// www.sciencedirect.com.proxy.lib.chalmers.se/science/ article/pii/S0007850616300385.

[45] S.Feiner S.Henderson. Exploring the benefits of augmented reality documentation for maintenance and repair. IEEE, 2010. http://ieeexplore.ieee.org.proxy.lib. chalmers.se/document/ 5620905/.

[46] A.Y.C. Nee S.K. Ong. Virtual and augmented reality applications in manufactu- ring. Elsevier, 2013. http://www.sciencedirect.com.proxy.lib.chalmers.se/ science/article/pii/ S1474667016342562?via%3Dihub.