

RI.
SE

Möjligheter för användning av VR i lärande- och valideringskontext



MED FINANSIERING FRÅN



Beställd av projektet:



Rapporten är framtagen av RISE Research Institutes of Sweden på uppdrag av projektet Regionala strukturer för validering i Östra Mellansverige som finansieras av regionerna i Östra Mellansverige och Tillväxtverket
Färdigställd oktober 2024

MED FINANSIERING FRÅN



Förord

Vi står inför en av de största utmaningarna med kompetensförsörjning och behovet av kompetenshöjande insatser som har skådats i modern tid. Detta bottenar i såväl utmaningar kopplat både till demografin med stora pensionsavgångar och en krympande andel av befolkningen som är arbetsför, den pågående digitaliseringen som kräver nya kompetenser inom i stort sett alla branscher, den gröna omställningen med dess krav på bland annat elektrifiering inom mobilitetssektorn, och dessutom regulatoriska krav i form av höjda förväntningar kring dokumenterad utbildningsnivå hos arbetsgivare. Det krävs alltså både en möjlighet till bättre och mer effektiva utbildningsvägar för att fler skall komma in i arbete, såväl som tillgång till möjligheter för omskolning eller kompetenshöjning hos befintlig personal – och allt detta helst med så lite störning på den reguljära verksamheten som möjligt.

VR har sedan länge diskuterats som ett lämpligt tekniskt hjälpmedel för att kunna facilitera vissa former av utbildning och träning inom arbetslivet, och nu inne i sin tredje generation så börjar VR-teknologin närma sig ett större genombrott. Samtidigt så finns metoder för att kunna erkänna en persons yrkeskompetens, oavsett om den är förvärvad genom arbetet eller genom studier, genom en så kallad valideringsprocess. Kan dessa två var för sig vara nycklar för att kunna snabba på den kompetensmatchning, och kompetensomställning som nu krävs? Och vad säger egentligen forskningen och erfarenheter om hur pass effektivt VR är för lärande? När skall det användas, hur och för vem? Hur skall liknande lösningar förvaltas och drivas? Vad är de ekonomiska nyttorna? Och hur ser det ut om VR och valideringsförfarandet kombineras, går det att göra valideringen som sådan mera effektiv med VR?

Dessa är frågor är de som vi har sökt att besvara med denna rapport, och som vi ständigt återkommit till i de litteraturstudier, intervjuer, observationsstudier och workshops som vi har genomfört. Det du nu håller i din hand är frukten av detta arbete, och häri har vi sammanfattat och analyserat både var VR-tekniken och valideringsprocessen står idag, vad som ligger inom en nära framtid samt hur VR som teknik på olika sätt kan understödja en lärandeprocess i arbetslivet. Vår förhoppning är att denna rapport skall vara ett stöd både för dig som funderar på vad VR kan göra inom lärande, och för dig som faktiskt står inför att besluta om, upphandla, införa, utveckla eller förvalta en VR-lösning för lärande.

Björn Flintberg, Linnéa Svenman Wiker, Fredrik Trella

RISE, Research Institutes of Sweden

Oktober, 2024

Innehåll

Exekutiv sammanfattning	1
Bakgrund och syfte	1
Metod	1
Resultat och diskussion	1
Rekommendationer	1
Slutsats	2

Del 1 Inledning

Inledning	4
Bakgrund	4
Syfte med projektet	4
Metod och avgränsningar	4

Del 2 Teoretisk bakgrund

Validering	6
Sammanfattning	6
Valideringsförordningen	7
Validering via komvux	8
Metoder för validering	8
Branschvalidering	9
Nyttjande av validering	11
Vuxnas lärande	15
Sammanfattning	15
Utbildning	16
Bildning	17
Lärande och kompetensutveckling i arbetslivet	17
En internationell utblick	20
Mikromeriter	21
Teoretisk bakgrund till immersiva teknologier	23
Sammanfattning	23
Immersiva teknologier: teorin och filosofin bakom	24
Guide till VR i praktiken – “Hur funkar det?”	28
Sammanfattning	28
Teknisk ordlista	29
Att röra sig i VR	30
Val av hårdvara	32
Att interagera i VR	34
Att uppnå högre immersion, varför och hur?	35
Former av immersion	37
Kort om VR för lärande	38
Interaktivitet och narrativ	38

Del 3 Forskning och erfarenhet

Trender och möjligheter inom teknik och metoder för VR inom lärande och validering	44
Sammanfattning	44
Att bygga den virtuella omgivningen	45
Möjligheter med edge computing för VR inom utbildning	46
Sekretessfrågor vid val av hårdvara	47
Känslan av jaget, närvaro och förkroppsligande i VR	47
Att följa och analysera rörelser i VR	50
Mixed reality för lärande	51
Generativ AI för VR-utveckling	53
Nya möjligheter med VR för lärande och validering	56
Potentialen för nyttjande inom validering och lärande	59
Sammanfattning	59
Behovet av ett faktiskt behov och en medveten beställare	60
Det didaktiska perspektivet för VR inom lärande	60
Digitalisering vs digitisering	61
Mängdträning vs "specialträning"	63
Komplement eller ersättning vid validering?	63
Målgruppsperspektiv	64
Utmaningar med att simulera vissa arbetsmoment i VR	65
VR som verktyg för lärande i arbete och för validering	68
Sammanfattning	68
Scenario: VR för validering	69
Case: VR som verktyg för validering inom vården - Prototyp av Lutra Interactive	71
Case: VR som verktyg för validering inom skogsindustrin – Svensk Skogsvalidering	76
Scenario: VR för yrkesrelaterat lärande i vård och omsorg	79
Case: Region Västmanland Operationssjuksköterskor	80
Scenario: VR för språkträning	83
Case: VR som ett verktyg för yrkesrelaterad språkträning i Finland	84
Scenario: VR för förebyggande av risker i arbetslivet: riskfyllda moment och ergonomiträning	86
Case: Ergonomiträning Piteå	87
Scenario: VR för träning inom industri och tekniktunga branscher	90
Case: VR-träning för tekniker vid Volvo Trucks	92
Case: Energi- och industriutbildning vid Härnösands Energitekniska Arena	95
Kostnad vs nytta	98
Vad går att validera automatiskt och vad kräver mänsklig bedömning?	102
Inkluderingsperspektiv	105
Sammanfattning	105
En känsla av en virtuell kropp och icke-normativa kroppar	106
Normkritisk design, deltagande design och universell design	106
Digital literacitet och teknologisk sedimentering	107
Hur gör man det enkelt?	109
Utmaningar och möjligheter för specifika målgrupper	110

Förvaltning och långsiktighet	112
Sammanfattning	112
Ansvar för lösningens funktionalitet och innehåll	113
I den egna organisationen, inom ett konsortium eller hos en extern aktör	114
Immateriella rättigheter	116
Andra förvaltningsfrågor för lösningar inom VR för träning och validering?	116
Utveckling av standarder och riktlinjer	117
Kopplingar till nationella strategier	118
Lärcentra	119
Analys och rekommendationer	121
Sammanfattning	121
Allmänna rekommendationer kring när VR lämpar sig	122
VR för validering och lärande	123
Rekommendation kring design av VR-upplevelser	124
Rekommendationer kring organisation och förvaltning	127
Från enstaka prototyper och demonstratorer till storskalig implementering	130

Del 4 Bilagor

Bilaga A: Litteraturreferenslista	135
Bilaga B: Intervjuade personer	141

Exekutiv sammanfattning

Denna rapport, framtagen av RISE Research Institutes of Sweden på uppdrag av projektet Regionala strukturer för validering i Östra Mellansverige, utforskar möjligheterna för användning av Virtual Reality (VR) inom lärande och validering. Projektet finansieras av regionerna i Östra Mellansverige och Tillväxtverket och syftar till att undersöka hur VR kan användas för att förbättra och effektivisera valideringsprocesser och utbildning inom olika branscher.

Bakgrund och syfte

Projektet involverar fem regioner: Västmanland, Östergötland, Sörmland, Uppsala och Örebro län. Målet är att skapa en förståelse för hur VR kan användas som ett verktyg för lärande och validering genom att fokusera på tekniska och mänskliga förutsättningar, lämpliga delar av validerings- och lärandeprocesser, potentiella branscher för VR-användning, samt övriga relevanta frågeställningar.

Metod

Studien baseras på en omfattande litteraturgenomgång, marknadsanalys av befintliga VR-lösningar, och semistrukturerade intervjuer med forskare, utbildare och tjänstemän inom både offentlig och privat sektor. Fokus har legat på att identifiera hur VR kan integreras i validerings- och lärandeprocesser för att skapa mervärde och effektivitet.

Resultat och diskussion

VR-teknikens potential att skapa immersiva och interaktiva lärmiljöer är stor, men kräver noggrann planering och anpassning till användarnas behov och förutsättningar. Handtracking och användning av handkontroller har visat sig vara centrala för att uppnå hög interaktivitet och användarvänlighet.

VR lämpar sig särskilt väl för träning på riskfyllda moment, sällan förekommande situationer, och procedurer där det är viktigt att visa miljön, instrumenten och ordningsföljden. Däremot är VR mindre lämpligt för träning på specifika handgrepp och hantverksmässiga färdigheter, samt för upplevelser med mycket rörelse som kan orsaka illamående.

Inom vård och omsorg kan VR användas för att öva på patientbemötande och medicinska procedurer i en säker miljö. Inom industrin kan VR användas för att träna på ovanliga eller farliga arbetsmoment, samt för att förstå komplexa tekniska system.

Implementering av VR kräver en förståelse för digitaliseringens potential att förändra arbetsmetoder och organisationer. Beställarkompetens och samverkan med innovationspartners är avgörande för att översätta behov till effektiva VR-lösningar. Förvaltning och långsiktig planering är nödvändiga för att säkerställa att VR-lösningar hålls uppdaterade och relevanta över tid.

Rekommendationer

Använd VR för:

- Träning på riskfyllda moment och sällan förekommande situationer.
- Distribuerad och asynkron träning för geografiskt utspridda grupper.
- Simulering av procedurer och arbetsflöden.

- Övning på kommunikation och interaktion med patienter, brukare, klienter eller kollegor.
- Bygg nätverk för erfarenhetsutbyte och spridning av goda insikter.

Undvik VR för:

- Träning på specifika handgrepp och hantverksmässiga färdigheter.
- Upplevelser med mycket rörelse som kan orsaka illamående.
- Validering inom vården där tekniken kan distrahera från innehållet.

Förvaltning och organisation:

- Integrera VR-lösningar i den ordinarie verksamheten och knyt dem till befintliga strukturer.
- Säkerställ teknisk förvaltning och uppdateringar.

Slutsats

VR-teknik har stor potential att förbättra lärande och validering genom att skapa immersiva och interaktiva miljöer. För att maximera nyttan av VR är det viktigt att förstå när och hur tekniken ska användas, samt att säkerställa en robust förvaltning och organisation kring implementeringen. Genom att följa dessa riktlinjer kan VR bli ett kraftfullt verktyg för att stärka kompetensförsörjningen och öka effektiviteten inom olika branscher.

Del 1

Inledning



Inledning

Bakgrund

Med region Västmanland som projektägare samverkar fem regioner: Västmanland, Östergötland, Sörmland, Uppsala och Örebro län i frågor för att utveckla validering i Östra Mellansverige, nedan kallade "projektgruppen". Projektet är finansierat av Tillväxtverket och i en delstudie kopplad till branschvalidering tittar man på hur VR kan användas vid validering för olika moment inom vården. Tillsammans med Lutra Interactive som leverantör har man både genomfört en förstudie som resulterat i rapporten: "VR-teknik för kunskapsvalidering i vården" (Lutra Interactive, 2024), samt tagit fram en prototyp av hur spelifiering inom VR för applikationer kopplat till hur validering kan utföras. Även rapporten [Samhällsekonomisk analys av validering \(pdf\)](#) har tagits fram inom ramen för projektet. Delar av projektet avslutas i slutet av 2024; regionerna Västmanland, Örebro och Östergötland söker en förlängning för 2025.

I samband med önskan att utforska hur VR kan användas för validering kontaktades forskningsinstitutet RISE (Research Institutes of Sweden) utifrån sitt arbete med livslångt lärande, kompetensförsörjning, spelifiering, speldesign och arbetet med interaktionsteknologier och lärande för att bidra med sin expertis inom projektet. Målet var ett tillämpat forskningsuppdrag i form av en kartläggning där RISE skulle utforska potentialen för nya processer kopplat till lärande och validering via VR med hjälp av sin expertis inom spelteknologi, lärandeprocesser och kompetensförsörjning. Det är resultatet av detta som du nu har framför dig, i form av denna rapport. Rapporten ämnar ge en grundläggande förståelse för validering, men också koppla detta till hur VR kan vara ett verktyg för olika former och moment inom validering.

Syfte med projektet

Detta spår i projektet, och därigenom denna rapport, syftar till att skapa en förståelse för hur VR skulle kunna användas som verktyg för lärande och validering. Detta har gjorts genom att fokusera på följande fyra huvudområden:

1. Ta reda på vilka förutsättningar som krävs av teknik och människor som involveras i sådana processer.
2. Ta reda på vilka delar av validerings- och lärandeprocesserna som är bättre eller sämre lämpade för att nyttja VR.
3. Ta reda på vilka andra branscher som har goda förutsättningar för att använda VR för validering och lärande.
4. Lyfta övriga frågeställningar som inte täcks av de ovanstående men som har stark bäring på eventuella insatser utifrån principerna nedan.

Metod och avgränsningar

Rapporten togs fram genom en studie av befintlig forskningslitteratur inom områden kopplat till lärande, filosofi, människa-dator-interaktion, interaktionsdesign, pedagogik och didaktik, men med huvudfokus på studier som har utforskat tillämpningar av VR och utforskat och analyserat dessa aspekter. Studien har även gjort en överblick av den kommersiella marknaden och vilka relevanta lösningar som finns där, samt därefter gjort semistrukturerade intervjuer med såväl forskare, behovsägare i form av utbildare (både privat och offentligt) och tjänstemän inom det offentliga, så som verksamma inom mjukvaru- och hårdvaruutveckling (se "Bilaga B: Intervjuade personer"). Detta är inte en heltäckande litteraturstudie, och det kan finnas exempel på forskning och kommersiella exempel som projektet inte har haft möjlighet att belysa.

A person is shown in profile, wearing a VR headset. Their hands are raised in front of them, interacting with a virtual environment. The background is a large, multi-paned window with a warm, golden light filtering through, suggesting an indoor setting. The overall color palette is dominated by teal and yellow tones.

Del 2

Teoretisk bakgrund

Validering

Validering innebär att en persons kunnsande kartläggs och bedöms på ett strukturerat sätt. Det finns flera etablerade sätt att arbeta med validering och här klargör vi för dessa. För dig som bara önskar en snabb överblickning av vad validering innebär för att kunna tillgodogöra dig andra delar av rapporten så rekommenderar vi att du åtminstone läser nedanstående sammanfattning. Om du önskar en djupdykning så rekommenderas du läsa hela kapitlet.

SAMMANFATTNING

Enligt valideringsförordningen (SFS 2022:1549) är validering "en strukturerad process som innehåller en fördjupad kartläggning och en bedömning som syftar till ett erkännande av en persons kunnsande oberoende av hur det förvärvas". Validering kan ske för en hel kvalifikation eller en del av en kvalifikation. Intyg ska utfärdas som styrker att individen har kunnsandet och intyget står sedan som en garant för att individen har denna kunnskap. Det är denna formella term av validering som är aktuell när regioner och kommuner pratar om validering, den är kopplad till en yrkeskompetens.

Många branscher har enats om kvalifikationer och processer för validering. Det är då

branschen som är ansvarig för valideringen. Kvalitetssäkringen på valideringsarbetet kan variera i lokalt genomförande. Formell validering genomförs alltså av en rad olika aktörer.

För att validering ska få full effekt på arbetsmarknaden krävs ett mer enhetligt och kvalitetssäkrat valideringssystem. Detta betyder både ökad kännedom om validering hos både arbetsgivare och arbetssökande, och bättre samverkan mellan utbildningsanordnare, arbetsgivare och myndigheter. Med rätt satsningar kan validering bli ett kraftfullt verktyg för att stärka kompetensförsörjningen och öka sysselsättningen i Sverige. Det gynnar såväl individer som arbetsgivare och samhället i stort.

Valideringsförordningen

Valideringsförordningen (2022:1549) trädde i kraft den 1 januari 2023 och är ett övergripande och enhetligt system för validering som omfattar både utbildnings- och arbetsmarknadsområdet. Den ska fungera som ett komplement till befintliga bestämmelser om validering inom yrkeshögskolan, kommunal vuxenutbildning och högskolan.¹ Nuvarande förordning ersatte den tidigare valideringsförordningen (2015:120) och innebar flera förändringar.

Den nya förordningen har en bredare omfattning än tidigare. Valideringen kan leda till två huvudsakliga resultat:

- En kvalifikation eller del av en kvalifikation som motsvarar en nivå i den svenska referensramen för kvalifikationer för livslångt lärande.
- Behörighet till en utbildning som kan leda till en sådan kvalifikation.²

Förordningen introducerar tydligare definitioner av centrala begrepp:

- Kunnande definieras nu som "resultat av lärande i form av kunskaper, färdigheter, ansvar och självständighet".
- Validering beskrivs som "en strukturerad process som innehåller en fördjupad kartläggning och en bedömning som syftar till ett erkännande av en persons kunnande oberoende av hur det förvärvats".

Förordningen syftar till att tydliggöra värdet av validering för både individer och arbetsgivare och att skapa en gemensam grund och enhetlighet för validering inom hela utbildnings- och arbetsmarknadsområdet. Genom validering kan individers faktiska kompetens synliggöras och erkännas, oavsett var, hur eller när den utvecklats. Förordningen definierar validering som en strukturerad process bestående av en fördjupad kartläggning och en bedömning, med målet att erkänna en persons kunnande. Detta

kunnande omfattar kunskaper, färdigheter, ansvar och självständighet.

Myndigheten för yrkeshögskolan har ett uppdrag att följa och stödja utvecklingsarbetet inom valideringsområdet. Förordningen är en förutsättning för att skapa effektiva och hållbara regionala strukturer för validering som en del i den strategiska kompetensförsörjningen.

För att förordningen ska få full effekt krävs att arbetsgivare, utbildningsanordnare och myndigheter samarbetar för att utveckla och implementera valideringsprocesser. Det är viktigt att metoderna för bedömning är relevanta och tillförlitliga, och att de utförs av personer med rätt ämnes- eller yrkeskompetens.

En utmaning är att säkerställa likvärdighet i valideringsprocesser över hela landet och inom olika branscher. Det är också viktigt att information om möjligheten till validering når ut till både individer och arbetsgivare. Valideringsförordningen representerar ett viktigt steg mot en mer flexibel och kompetensbaserad arbetsmarknad i Sverige. Genom att erkänna och värdesätta kunnande oavsett hur det förvärvats, skapar förordningen förutsättningar för bättre matchning mellan individers kunnande och arbetsmarknadens behov.

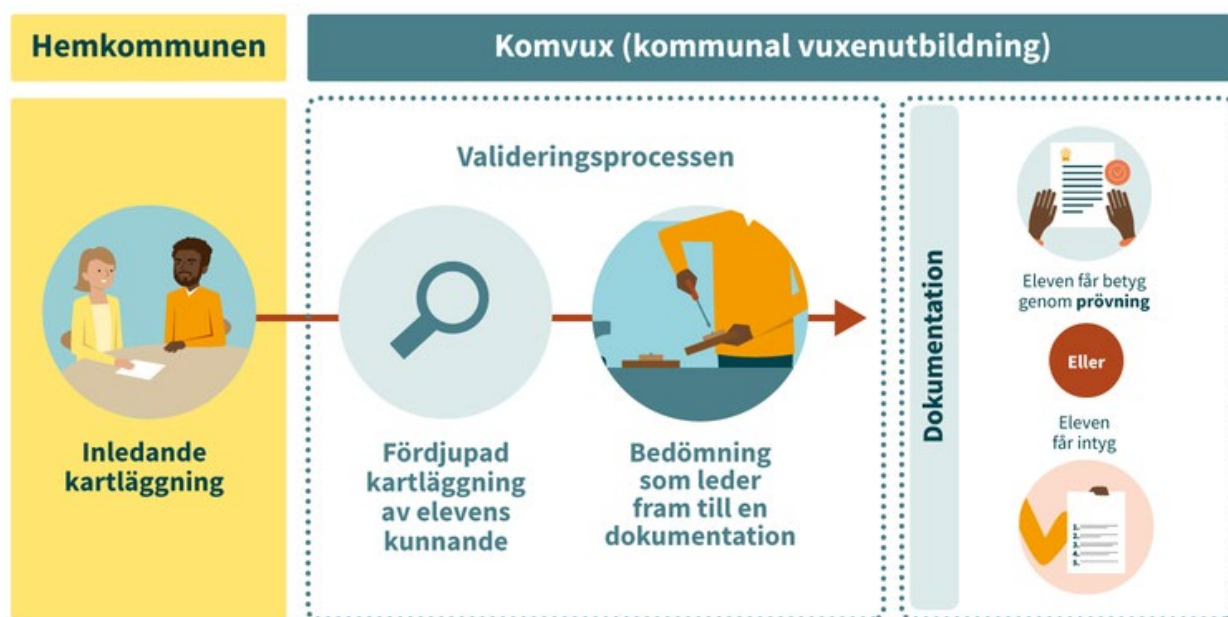
I takt med att arbetsmarknaden förändras och kompetenskraven ökar blir validering ett allt viktigare verktyg för att matcha arbetssökande med lediga jobb. Validering innebär att en persons kunskaper och färdigheter bedöms och dokumenteras, oavsett hur de förvärvats.

Validering har flera användningsområden:

- **Synliggör kompetens:** Validering gör det möjligt att kartlägga och erkänna kunnande som individer har fått genom arbetslivserfarenhet eller informellt lärande. Detta är särskilt värdefullt för personer som saknar formella utbildningsbevis.

1 <https://svenskforfattningssamling.se/sites/default/files/sfs/2022-11/SFS2022-1549.pdf>

2 https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/valideringsforordning-20221549_sfs-2022-1549/



Figur 1. Schematisk beskrivning av valideringsprocessen. Bildkälla: Skolverket

- **Effektivare matchning:** Genom att ge en tydligare bild av en persons faktiska kompetens kan validering underlätta matchningen mellan arbetssökande och arbetsgivare. Detta kan bidra till att minska arbetskraftsbristen i vissa sektorer.
- **Snabbare väg till jobb:** För nyanlända och personer som byter bransch kan validering förkorta vägen till arbete genom att identifiera överförbara kunskaper och färdigheter.

Validering via komvux

Skolverket har tydliggjort riktlinjerna för validering och kartläggning inom kommunal vuxenutbildning (komvux). Processen ska optimera utbildningsvägar och erkänna kunskaper som vuxna studerande redan besitter. Inledande kartläggning, som erbjuds av hemkommunen, ger individer en chans att få överblick över sitt kunskaper innan de påbörjar studier. Detta steg hjälper potentiella elever att göra informerade val om sin utbildning och framtida yrkesbana.

Validering är en mer djupgående process som erbjuds till redan inskrivna komvuxelever. Denna strukturerade bedömning av en persons kunskaper och färdigheter, oavsett hur de förvärvats, kan leda till förkortade studietider och skraddarsydda utbildningsplaner. Ansvar för dessa processer är tydligt fördelat: hemkommunen ansvarar för den inledande kartläggningen, medan huvudmannen och rektorn överser valideringsprocessen. Detta säkerställer att både kartläggning och validering genomförs professionellt och i enlighet med gällande regler. Syftet är att skapa ett mer flexibelt och individanpassat utbildningssystem för vuxna.³ Se Figur 1.

Metoder för validering

Det finns flera olika metoder för att validera kompetens, några av de vanligaste är:

- Intervjuer och samtal för att kartlägga kunskaper och erfarenheter.
- Praktiska prov och tester för att visa färdigheter och yrkesskicklighet.

³ <https://www.skolverket.se/regler-och-ansvar/ansvar-i-skolfragor/validering-och-kartlaggning-inom-komvux>

- Skriftliga prov för att testa teoretiska kunskaper.
- Granskning av arbetsprover, portföljer eller dokumentation av tidigare arbeten.
- Observationer på arbetsplatsen för att bedöma kompetens i praktisk yrkesutövning.⁴

Vilka specifika metoder som används kan variera beroende på yrke, bransch och syfte med valideringen. Inom byggbranschen finns till exempel en etablerad modell med praktiska och teoretiska prov för att validera kompetens för olika yrkesroller. Generellt strävar man efter att använda en kombination av metoder för att få en rättvisande bild av den reella kompetensen. Ofta består processen av att individen visar intyg från utbildning, individen utför en självskattning där hen beskriver sin kompetens, detta brukar följas upp med intervjuer, skriftliga tester och praktiska prov.

OCN-metoden är en strukturerad och kvalitetssäkrad metod för validering av kompetenser, kunskaper och färdigheter. Metoden utvecklades ursprungligen i England på 1980-talet för att hantera omställningen när gruvindustrin lades ned och arbetskraft behövde omskolas till andra industrier. I Sverige ansvarar den privatägda organisationen Nordiskt valideringsforum för metoden. Denna metod används av flera organisationer, bland annat Vård- och omsorgscollege.

OCN- metoden använder en fyrastegs kvalitetssäkringskedja:

1. Framtagande av läranderesultat och bedömningskriterier i moduler
2. Bedömning av kompetenser av utbildade bedömare
3. Intern kvalitetssäkring för konsekvent bedömning
4. Extern kvalitetssäkring av hela processen⁵

4 <https://www.skolverket.se/download/18.6bfaca41169863e6a65a739/1553965044103/pdf3037.pdf> Validering inom vuxenutbildning, stödmaterial

5 <https://valideringsforum.se/ocn-metoden/>

6 <https://www.skolverket.se/for-dig-som-.../arbetsgivare/for-dig-som-ar-arbetsgivare/branschvalidering---effektivisera-er-kompetensforsorjning>

7 <https://www.myh.se/validering-och-seqf/for-dig-som-arbetar-med-validering-och-branschvalidering/branschvalideringskartan>

Branschvalidering

Branschvalidering genomförs i branschernas egen regi av arbetsmarknadens parter, branschorganisationer och företag. Varje bransch tar fram egna valideringsmodeller och metoder för att bedöma individers kompetens inom yrken och områden som är relevanta för branschen. Detta kan innefatta praktiska prov, intervjuer, dokumentgranskning och andra former av bedömning. Valideringen genomförs av branschens egna verksamheter och företag, vilket säkerställer att bedömningen baseras på branschens faktiska kompetensbehov. Den resulterar i ett formellt yrkesbevis eller intyg som är nationellt erkänt. Branschvalidering är en separat process som genomförs av arbetsmarknadens parter och branschorganisationer själva, eller av branschen ackrediterade testcenter eller utbildningsanordnare, utan direkt koppling till valideringsförordningen.⁶ Det finns en karta över branschvalideringsmodeller i Sverige hos Myndigheten för Yrkeshögskolan.⁷

Den som vill bli validerad kan ansöka om detta genom vuxenutbildning, arbetsgivare eller arbetsförmedlingen. Efter avslutad validering får individen ett intyg eller betyg på de kunskaper och den kompetens som visats.

Validering i vård och omsorg

För branschvalidering för yrkesrollerna vårdbiträde och undersköterska finns en metod och process framtagen av Vård- och omsorgscollege. Den som vill bli validerad kan ansöka om detta genom vuxenutbildning, arbetsgivare eller arbetsförmedlingen. Det är arbetsgivare och utbildningsanordnare som utför valideringen inom detta område.

Sedan juli 2023 är Undersköterska en skyddad yrkestitel. Syftet är dels att höja statusen på yrket, dels att kvalitetssäkra kompetens. De som använder titeln Undersköterska behöver därmed skicka in bevis

på sin utbildning till Socialstyrelsen för att få fortsätta använda titeln.⁸

Valideringsprocessen sker genom en digital plattform; Validig, som förvaltas av Vård- och omsorgscollege och följer Vård- och omsorgscolleges metoder och valideringsprocess. Processen är baserad på OCN-metoden och den framtagna metoden är certifierad i samverkan mellan arbetsgivare, fackliga organisationer och utbildningsanordnare.⁹ Individen börjar med att göra en självskattning där den beskriver sin utbildning, kurser, intressen och arbetslivserfarenheter. I plattformen samlas all information kring moment och validandens progress. Självskattning och inledande kartläggning görs idag ofta i detta verktyg och kan därmed ske på distans och i validandens egen takt. Handledaren kan också fylla i omdömen direkt i Validig.¹⁰

Nästa steg i valideringsprocessen är ett fördjupat samtal med en ämneskunnig yrkeslärare. Samtalet tar 1–2 timmar och syftar till att ytterligare kartlägga individens kompetens. Den som går vidare till nästa steg i valideringsprocessen får visa sina kunskaper. Den teoretiska delen innebär att individens kunskaper testas antingen muntligt eller skriftligt. Den praktiska delen sker antingen på en arbetsplats eller i en arbetsplatsliknande miljö där kunskaper testas praktiskt. Om individen önskar bli undersköterska eller vårdbiträde behöver oftast kunskaperna kompletteras med studier. Hur många kurser som behövs beror på utfallet av valideringen.¹¹

För den enskilde medarbetaren kan validering leda till formella betyg eller intyg som bekräftar deras kompetens. Det kan också identifiera eventuella kunskapsluckor som behöver fyllas. Med den nya regleringen av underskötersketiteln från 1 juli 2023 har validering blivit ännu viktigare. Det erbjuder en väg för erfarna vårdarbetare att få sin kompetens formellt erkänd och säkra sin yrkestitel. I en sektor

som ständigt utvecklas och står inför stora utmaningar, framstår validering som en nyckelkomponent för att säkra framtidens vård och omsorg i Sverige.¹²

Enligt en rapport från SKR behöver man anställa 93 000 undersköterskor inom välfärden till år 2031 (SKR, 2022). Enligt Valideringsrapporten skedde 1456 valideringar inom Vård och omsorg under 2023 (MYH, 2024). Med andra ord så finns en tydlig diskrepans mellan det stora behovet, och hur många som faktiskt genomgår validering, eller slutför utbildning inom området. I en tid då Sveriges vård- och omsorgssektor står inför stora utmaningar med personalbrist och ökande kompetensbehov, framträder validering som ett kraftfullt verktyg för att säkra framtidens kompetensförsörjning – om det får de rätta förutsättningarna. Det är dock inte den enda lösningen på denna utmaning.

Branschvalidering Svensk industri

Ansvar för Svensk industrivalidering sker genom samverkan mellan GS-facket, IKEM – Innovations- och kemiindustrierna, Industriarbetsgivarna, IF Metall, Livsmedelsarbetarförbundet, Livsmedelsföretagen, Skärteknikcentrum Sverige, Svenska Gjuteriföreningen, TEKÖ – Sveriges Textil- och modeföretag, Svetskommissionen, Teknikföretagen, Grafiska företagen samt TMF – Trä- och möbelföretagen. Tre yrkesområden ligger inom detta område; produktionspersonal inom industrin, produktionspersonal med automationsinriktning och produktionspersonal med utökat underhållsansvar.

Enligt Valideringsrapporten skedde 3002 valideringar inom Svensk industrivalidering under 2023 (MYH, 2024). De som valideras inom dessa områden är anställda inom branschen. Svensk industrivaliderings process tar cirka 4 timmar att utföra och samtliga tre yrkesområden innefattar dessa tio kompetensområden (dessa 10 områden kallas också Industriteknik BAS). Det finns sedan påbyggnads-

8 <https://www.kommunal.se/skyddad-yrkestitel>

9 <https://www.vo-college.se/om-oss>

10 <https://www.vo-college.se/validig>

11 <https://validering-vo.se/malgrupper/vard-och-omsorgspersonal/>

12 <https://validering-vo.se/malgrupper/vard-och-omsorgspersonal/>

Tabell 1. Svensk industrivaliderings kompetensområden

Industriteknik BAS	Automation BAS	Underhåll BAS
Hälsa, miljö och säkerhet	Hälsa, miljö och säkerhet	Hälsa, miljö och säkerhet
IT och automation	IT och automation	IT och automation
Kvalitet	Kvalitet	Kvalitet
Matematik	Matematik	Matematik
Mätteknik	Mätteknik	Mätteknik
Produktionsteknik – ekonomi	Produktionsteknik – ekonomi	Produktionsteknik – ekonomi
Ritningsläsning	Ritningsläsning	Ritningsläsning
Språk – svenska	Språk – svenska	Språk – svenska
Språk – engelska	Språk – engelska	Språk – engelska
Underhåll	Underhåll	Underhåll
	Säkerhet	Underhåll – Allmänt planering
	Automatiska system	Förebyggande underhåll
	Produktionseffektivitet	Avhjälpan underhåll
	Drift och övervakning	Underhåll automation
	Underhåll – Automation	Teknik
		Att arbeta säkert

paket som kallas "Automation BAS" och "Underhåll BAS" som innefattar ytterligare kompetensområden (se Tabell 1).

Den som innehar ett kompetensbevis från Industri-teknik BAS kan alltså komplettera med kompetensområdena för antingen Underhåll BAS eller Automation BAS.

Utöver dessa tre generella kompetensbeskrivningar finns ytterligare branschspecifika valideringsmodeller som ägs av respektive huvudman (se Tabell 2).¹³

Valideringsprocessen börjar för industrivalidering med en noggrann planering där arbetsgivare och medarbetare tillsammans sätter upp mål och förväntningar. Därefter genomförs ett omfattande kompetenstest, ofta via en digital plattform, under

överinseende av en kvalificerad testledare. Testet kan innefatta olika moduler beroende på bransch och behov.

Efter testet analyseras resultaten noggrant; detta ger både arbetsgivaren och medarbetaren en tydlig bild av styrkor och utvecklingsområden. Baserat på denna analys skapas en skräddarsydd kompetensutvecklingsplan. Individerna erhåller ett intyg för sin kompetens, det är värdefullt både för den anställde och för arbetsgivaren, då det ger en konkret och standardiserad bild av kompetensen.

Nyttjande av validering

Sverige har under de senaste åren gjort betydande framsteg inom validering, men står fortfarande in-

¹³ <https://svenskindustrivalidering.se/branschspecifikt/>

för viktiga utmaningar. Detta framgår av en rapport från Myndigheten för yrkeshögskolan som ger en omfattande översikt över läget och utvecklingen av validering i landet, både på nationell och regional nivå. Branschvalideringar har fortsatt att öka under 2023 och nådde 7002 valideringar jämfört med 6 272 under 2022. Antalet valideringar 2023 genomfördes mot 74 olika yrkesområden/yrkesroller (MYH, 2024).

Rapporten visar också på en markant ökning i efterfrågan på validering inom olika sektorer. Detta tyder på en växande medvetenhet om vikten av att erkänna och värdera kunnande som förvärvats utanför traditionella utbildningsvägar. Samtidigt har samordningen mellan myndigheter och organisationer förbättrats, vilket har lett till mer effektiva och enhetliga valideringsprocesser.

Trots framstegen på nationell nivå, pekar rapporten på betydande variationer mellan olika regioner när det gäller tillgång och kvalitet på valideringstjänster. Vissa regioner har genomfört framgångsrika pilotprojekt som kan tjäna som modeller för andra, medan andra regioner kämpar med brist på resurser och kompetens.

En av de mest lovande utvecklingarna är den ökade digitaliseringen av valideringsprocesser. Detta öpp-

nar upp för mer flexibla och tillgängliga valideringsmöjligheter. Rapporten betonar också vikten av att stärka kopplingen mellan validering och arbetsmarknadens behov.

Rapporten avslutas med en rad rekommendationer för att ytterligare förbättra valideringssystemet i Sverige:

- Utveckling av en nationell digital plattform för validering
- Ökad samverkan mellan utbildningsanordnare och arbetsgivare
- Införande av mer flexibla valideringsmodeller
- Satsningar på kompetensutveckling för valideringsutförare
- Förbättrad uppföljning och utvärdering av valideringsinsatser

Medan rapporten visar på betydande framsteg, understryker den också behovet av fortsatt arbete och innovation inom validering för att möta framtidens utmaningar på arbetsmarknaden och i utbildningssystemet (MYH, 2024).

På uppdrag av projektet tog Ramboll fram rapporten "Samhällsekonomisk analys av validering" (Ramboll Management Consulting, 2024). Rapporten belyser vad validering kostar men också vad den kan leda till

Tabell 2. Valideringsmodeller som ägs av respektive huvudman

Huvudman	Valideringsmodell
Grafiska Företagen, GS Facket för skogs-, trä- och grafisk bransch	Grafisk Grund
IF Metall, IKEM – innovations- och kemiindustrierna i Sverige, Livsmedelsföretagen, Livs	Processteknisk kompetens
Svenska Gjuteriföreningen	Gjuteriteknisk kompetens
Riksföreningen Skärteknikcentrum Sverige	CNC Teknik²⁰¹⁷
Svetskommissionen	Svetsvalidering²⁰¹⁸
TEKO, Sveriges Textil- och Modeföretag	Textil2020
Trä- och Möbelföretagen, GS Facket för skogs-, trä- och grafisk bransch	Träteknisk kompetens

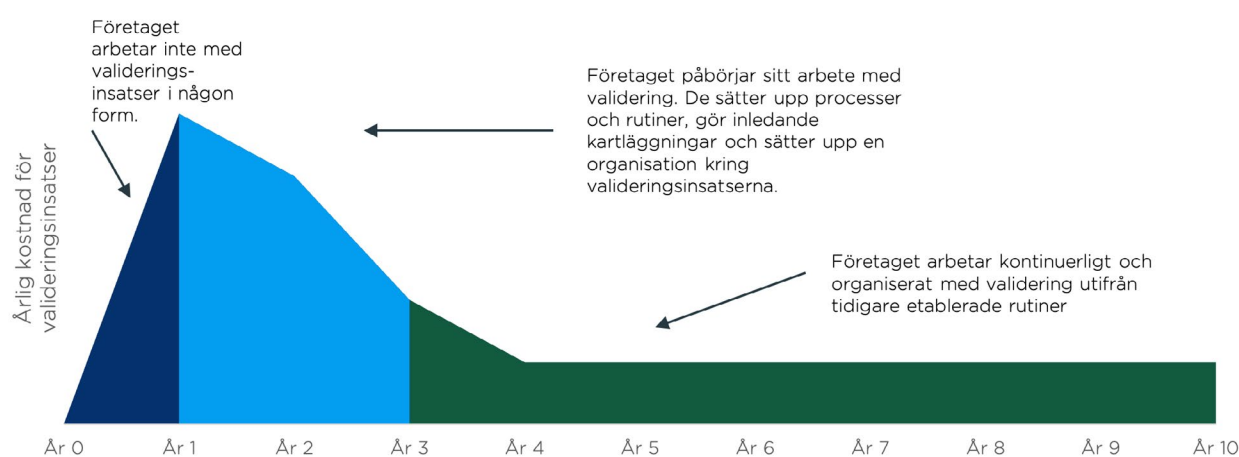
för positiva ekonomiska följder. Den visar också på alternativkostnader som kan uppstå om man väljer att inte utföra en validering och endast förlitar sig på utbildning. Det står klart att de initiala kostnaderna för validering är höga. Detta, då det medför stora kostnader att skapa en omfattande process för att definiera kvalifikationer, sätta upp bedömningsprocesser och kvalitetssäkra dessa (se Figur 2). För att bygga en hållbar process som ger stort värde krävs ett djupgående samarbete mellan arbetsmarknadens parter där både arbetsgivare och arbetstagare får ett värde av valideringsprocessen och de uppsatta kvalifikationerna. Det kommer också kräva en stor insats initialt att utbilda bedömare för valideringen så de är säkra i processen och gör samma sakliga bedömning. Under år 3–4 därefter sjunker sedan kostnaderna för valideringen (Ramboll Management Consulting, 2024).

Samtidigt som kostnaderna per validering sjunker stiger också värdet för både validanden, företaget och samhället. Validanden har vid denna tid antingen helt levt upp till uppsatta kvalifikationer och har börjat sitt arbete, eller fått en ny befattning. Validanden bidrar med värde till sin organisation, skatt till samhället och om personen haft stödåtgärder sedan tidigare behövs dessa inte längre. För företaget leder ett kontinuerligt arbete med validering dels till säk-

rare arbete, mindre produktionsbortfall och nöjdare, mer lojala medarbetare. Därigenom kan arbetet med validering minska kostnader för både produktion men också för kostnader kopplat till nyrekrytering och utbildning (Ramboll Management Consulting, 2024).

De risker och ökade kostnader som en organisation riskerar om validering inte används menar rapporten är:

- Ökade rekryteringskostnader på grund av svårigheter att hitta rätt kompetens
- Högre kostnader för kompetensutveckling när befintlig kompetens inte identifieras och tas tillvara
- Minskad produktivitet och effektivitet i verksamheten
- Svårigheter att matcha rätt person till rätt arbetsuppgift
- Risk för kompetensglapp och brist på nyckelkompetenser
- Sämre förutsättningar för intern rörlighet och karriärutveckling
- Försämrade innovationsförmåga när medarbetarnas fulla potential inte utnyttjas
- Svagare position på arbetsmarknaden som attraktiv arbetsgivare
- Minskad förmåga att anpassa sig till förändringar i omvärlden



Figur 2. Illustration från rapporten *Samhällsekonomisk analys av validering*. Diagrammet visar ett företags kostnader för validering. Bildkälla: Ramboll Management Consulting

- Lägre motivation och engagemang hos medarbetare vars kompetens inte synliggörs
- Ökad risk för felrekryteringar och missnöje bland personal
- Sämre förutsättningar för kompetensutveckling och karriärmöjligheter

Genom att inte genomföra validering menar rapporten att organisationer riskerar att gå miste om värdefull kompetens och potential hos sina medarbetare, vilket kan leda till både ekonomiska förluster och försämrad konkurrenskraft på lång sikt (Ramboll Management Consulting, 2024).

Vuxnas lärande

Lärande är ett komplext begrepp som kan definieras och förstås på olika sätt beroende på perspektiv och sammanhang. Lärande kan i grunden beskrivas som en process som leder till varaktig förändring i en individs kapacitet eller beteende. Det handlar om att förvärva nya kunskaper, färdigheter eller förmågor som består över tid. Kapitlet ger en grundförståelse för utbildning, bildning och vilka faktorer som gör att en individ lär sig, vilket blir en viktig pusselbit för att kunna tillgodogöra sig andra delar av denna rapport. Kapitlet berör också de satsningar som initierats av EU kring kompetensutveckling och digitala intyg. Om du endast önskar en kort introduktion för att kunna fokusera på andra delar av rapporten så rekommenderas du åtminstone läsa sammanfattningen nedan.

SAMMANFATTNING

Sverige har en lång tradition av att prioritera utbildning för alla medborgare, vilket spelar en avgörande roll för individens utveckling och arbetsmöjligheter. Det svenska utbildningssystemet är känt för sin inkluderande natur och strävan efter jämlikhet, med kostnadsfri utbildning från förskola till universitet. Utbildningens betydelse sträcker sig bortom klassrummet och bidrar till att skapa engagerade och informerade medborgare. Fokus på livslångt lärande, inklusive vuxenutbildning och yrkeshögskoleutbildningar, säkerställer att arbetskraften kan möta framtidens utmaningar.

Bildning handlar om personlig utveckling och odling av själsliga förmågor, vilket går bortom yrkesinriktad utbildning. Det syftar till att utveckla hela människan och förbereda individer för att samverka med teknologiska framsteg.

Lärande sker ofta på arbetsplatsen genom kollegialt lärande och utbildningsinsatser. Praktik och samverkan med utbildningsaktö-

rer är viktiga för att ge yrkeserfarenhet och stärka självförtroendet. Reskilling och upskilling har blivit centrala för att möta nya krav på arbetsmarknaden, där individer kontinuerligt utvecklar och anpassar sina kompetenser. Effektivt lärande kräver en förståelse för individens behov, praktisk tillämpning av kunskaper och socialt lärande.

Inom EU sker stora satsningar på livslångt lärande där man betonar nyckelkompetenser för livslångt lärande. Stor vikt läggs på att utveckla generella kompetenser som kommunikation, digital kompetens och sociala färdigheter. Det sker också flera initiativ för att underlätta dokumentation och erkännande av kompetenser, vilket främjar mobilitet och anställbarhet över nationsgränser inom EU.

Genom att fortsätta prioritera och investera i utbildning och kompetensutveckling säkerställer Sverige sin position som en kunskapsnation och bygger en hållbar och rättvis framtid för alla medborgare.

Utbildning

Sverige har en lång tradition av att prioritera utbildning för alla medborgare, oavsett bakgrund eller ekonomiska förutsättningar. Utbildning spelar en avgörande roll för individens utveckling och blir allt viktigare för att få ett arbete. Den erbjuder inte bara kunskap och färdigheter, utan formar även värderingar, attityder och beteenden. Genom att öka kunskapen, bygga kritiskt tänkande och främja kreativitet, bidrar utbildning till personlig tillväxt. Genom att studera olika ämnen får individer en djupare förståelse för världen omkring dem, vilket uppmuntrar dem att analysera information, ställa frågor och tänka självständigt.

Det svenska utbildningssystemet är känt för sin inkluderande natur och strävan efter jämlikhet. Från förskolan till universitetet erbjuds kostnadsfri utbildning, vilket ger alla barn och ungdomar möjlighet att utveckla sina färdigheter och nå sin fulla potential. Denna demokratisering av kunskap har varit avgörande för att skapa ett samhälle präglad av social rörlighet och lika möjligheter. Utbildningens betydelse i Sverige sträcker sig långt bortom klassrummet. Den formar inte bara individers karriärmöjligheter utan bidrar också till att skapa engagerade och informerade medborgare. Kritiskt tänkande, kreativitet och samarbetsförmåga är färdigheter som värderas högt i det svenska utbildningssystemet, vilket förbereder eleverna för de utmaningar de kommer att möta i en alltmer komplex och globaliserad värld.

Sveriges fokus på livslångt lärande understryker ytterligare utbildningens centrala roll i samhället. Utbildning för vuxna i Sverige spelar en avgörande roll i att främja livslångt lärande och anpassning till en snabbt föränderlig arbetsmarknad. Genom vuxenutbildning, som inkluderar kommunal vuxenutbildning (komvux), yrkeshögskoleutbildningar och folkhögskolor, erbjuds individer möjligheter att komplettera sin utbildning, byta karriär eller fördjupa sina kunskaper inom specifika områden. Dessa

utbildningsformer är ofta flexibla och anpassade för att möta vuxnas behov, vilket gör det möjligt att kombinera studier med arbete och familjeliv.

Komvux erbjuder grundläggande och gymnasial utbildning för vuxna som vill komplettera sina betyg eller skaffa sig behörighet för högre studier. Yrkeshögskoleutbildningar fokuserar på praktisk och arbetsmarknadsanpassad utbildning inom specifika yrkesområden, vilket ger goda chanser till anställning efter avslutad utbildning. Folkhögskolor erbjuder en bred palett av kurser och program som främjar personlig utveckling och medborgerligt engagemang.

Sverige har också ett starkt fokus på fortbildning och kompetensutveckling för att säkerställa att arbetskraften kan möta framtidens utmaningar. Genom olika initiativ och program, såsom arbetsmarknadsutbildningar och företagsinterna utbildningar, ges individer möjlighet att kontinuerligt utveckla sina färdigheter och anpassa sig till nya teknologier och arbetsmetoder.

Den svenska modellen för vuxenutbildning bidrar till en flexibel och kompetent arbetskraft, vilket stärker landets konkurrenskraft på den globala arenan. Genom att erbjuda tillgängliga och relevanta utbildningsmöjligheter för vuxna, säkerställer Sverige att alla individer har möjlighet att nå sin fulla potential och bidra till samhällets utveckling.

En god utbildning har betydande ekonomiska fördelar. Utbildade individer tenderar att tjäna mer än de som har lägre utbildningsnivåer, vilket ökar chanserna till anställning. Arbetsmarknaden efterfrågar ofta högutbildade kandidater, vilket bidrar till ekonomisk tillväxt genom innovation och produktivitet. Utbildning bidrar dessutom till social sammanhållning genom att minska ojämlikhet. Tillgång till utbildning kan minska skillnader mellan olika samhällsgrupper, och utbildade medborgare är mer benägna att delta i demokratiska processer och fatta informerade

beslut. Den ses inte bara som en väg till personlig framgång utan som en grundläggande rättighet och ett verktyg för samhällsutveckling. Genom att fortsätta prioritera och investera i utbildning säkerställer Sverige sin position som en kunskapsnation och bygger samtidigt en grund för en hållbar och rättvis framtid för alla sina medborgare.

Trots dess många fördelar står utbildningssystemet inför flera betydande utmaningar som påverkar både kvaliteten och tillgängligheten av utbildning. En av de mest akuta utmaningarna är lärarbristen, som leder till större klasser och minskad individuell uppmärksamhet för eleverna. Digitaliseringen av utbildningen är en annan stor utmaning. Även om digitala verktyg har potential att förbättra lärandet, kräver de betydande investeringar i infrastruktur och utbildning för både lärare och elever. Många skolor och utbildningsinstitutioner kämpar med att hålla jämna steg med den snabba teknologiska utvecklingen, vilket kan leda till ojämlikheter i utbildningskvaliteten. Skillnader i resurser och förutsättningar mellan olika kommuner och skolor leder till ojämlikheter i utbildningskvaliteten. För att möta dessa utmaningar krävs samarbete mellan skolor, kommuner, staten och andra intressenter för att skapa en mer inkluderande och effektiv utbildningsmiljö för alla.

Bildning

Bildning syftar på utvecklingen av personligheten och odlingen av själsliga förmågor. Det handlar om en djupare form av kunskap och förståelse som går bortom enbart yrkesinriktad utbildning. Begreppet sägs ha införts av Wilhelm von Humboldt på 1800-talet (Burman, 2020).

Medan utbildning ofta fokuserar på att förbereda individer för specifika yrken och kompetenser, syftar bildning till att omvandla hela människan och utveckla dess inre förmågor och insikter. Utbildning

kan ses som en yttre process, medan bildning handlar om en inre förändring och personlig utveckling.

I en tid präglad av digitalisering, robotisering och artificiell intelligens blir det allt viktigare att utveckla och tillvarata unikt mänskliga förmågor. Bildning handlar om att kultivera dessa egenskaper och förbereda människor för att samverka med, snarare än konkurrera mot, maskiner, detta menar Lars Strannegård, rektor vid Handelshögskolan i Stockholm. Utbildningsinstitutioner måste anpassa sig till framtidens kompetensbehov. Handelshögskolan i Stockholm har utvecklat konceptet "FREE" som betonar vikten av:

- Faktabaserat och vetenskapligt förhållningssätt
- Reflekterande och självmedveten hållning
- Empatisk och kulturellt känslig inställning
- Entreprenöriellt ansvarstagande

Dessa aspekter av bildning är centrala för att möta framtidens utmaningar och samarbeta effektivt med maskiner. Målet med bildning är att utveckla fria människor som når sin fulla potential. Detta bidrar inte bara till individuell utveckling utan också till ett mer humant samhälle - något som är särskilt viktigt i vår maskinmättade, digitala tid.¹⁴

Lärande och kompetensutveckling i arbetslivet

Mycket av det vi lär oss genom livet sker i arbete. Detta genom kollegialt lärande, utbildningsinsatser på arbetsplatsen och genom att vi lär oss av utförandet av arbetsuppgifter.

Arbetsgivare ser också över sin långsiktiga kompetensförsörjning, däribland genom samverkan med skolor och andra utbildningsaktörer. Flera utbildningar har någon form av praktik. Det finns flera fördelar med praktik i olika former. Eleven får yrkeserfarenhet och praktisk erfarenhet inom sitt valda yrkesområde. Den får också möjlighet att skapa

¹⁴ <https://www.advokaten.se/tidigare-nummer/new-page/nr-9-2021-argang-87/bildning-i-en-digital-tid/> Tidningen Advokaten, nr 9, 2021, Gästkrönika, Bildning i en digital tid, Lars Strannegård

kontakter inom branschen. Det stärker ofta självförtroende och ger motivation. Att få denna djupare insyn i arbetslivet ger också insikt i arbetsmiljö, säkerhet och relevanta lagar.¹⁵

Att förstå hur vuxna lär sig är avgörande för att skapa effektiva utbildningsprogram för reskilling och upskilling. Enligt en rapport från RISE och Encell (Nationellt kompetenscentrum för livslångt lärande) vid Jönköpings Universitet framkommer flera centrala faktorer som bidrar till framgångsrikt lärande hos vuxna (Bjursell, 2022).

Motivation spelar en avgörande roll i vuxnas lärande. Autonomi och relevans för arbetet är viktiga faktorer som påverkar individens vilja att lära. Motivation är en komplex process som förändras över tid och påverkas av både individuella och organisatoriska faktorer.

Samtidigt har digitaliseringen förändrat hur vi lär och arbetar. Den kräver nya kompetenser, inte bara i användningen av digitala verktyg, utan också i ledarskap och kommunikation.

Trots att teknisk utveckling ofta framställs som dramatisk, är det värt att påminna om vår förmåga att anpassa oss till stora förändringar, som införandet av internet och smarta telefoner. För att främja lärande på arbetsplatsen krävs kompetent ledarskap. Chefer och ledare måste kunna hantera komplexitet och leda lärandeprocesser som skiljer sig från traditionella kontroll- och granskningsprocesser. (Bjursell, 2022)

Det finns ingen universallösning för lärande på arbetsplatsen. Framgångsrikt lärande kräver en förståelse för den unika individen, gruppen och situationen. Trots omfattande forskning om effektiva metoder, är den största utmaningen ofta att implementera dessa kunskaper i praktiken.

För det första är individualiserat lärande en grundläggande aspekt. Vuxna lär sig bäst när inlärningsproces-

sen anpassas efter deras unika behov och förutsättningar. Genom att ta hänsyn till tidigare erfarenheter och kunskaper kan utbildningen bli mer meningsfull och relevant. Motivation spelar också en avgörande roll. Inre motivation, det vill säga den drivkraft som kommer från individens egna intressen och mål, är en stark indikator på framgång. Utbildningen bör därför kopplas direkt till den vuxnas personliga ambitioner för att upprätthålla engagemanget. Praktisk tillämpning av kunskaper är en annan viktig faktor. Vuxna lär sig effektivt genom att integrera teori med praktiska övningar och verkliga scenarier. Denna kombination gör inläringen mer konkret och relevant i deras vardag. Dessutom föredrar vuxna att ha självstyrning och autonomi i sin lärandeprocess. Genom att erbjuda flexibilitet i studietakt och metoder, samt uppmuntra till självreflektion, kan man förbättra inlärningsresultaten. Detta stärker individens känsla av ansvar och engagemang i sin egen utveckling. Socialt lärande är också en viktig komponent. Genom att samarbeta och diskutera med andra vuxna elever kan man berika sin lärupplevelse. Att dela erfarenheter och perspektiv bidrar till en djupare förståelse av ämnet och främjar en känsla av gemenskap. Kontinuerlig återkoppling är avgörande för vuxnas lärande. Regelbunden och konstruktiv feedback hjälper individer att identifiera sina styrkor och områden för förbättring, vilket leder till en mer effektiv inlärningsprocess.

Genom att implementera dessa strategier kan vuxna optimera sin inläring och uppnå bättre resultat i sina studier och personliga utveckling. Att skapa en lärandemiljö som beaktar dessa faktorer är nyckeln till framgång i vuxnas utbildning. (Bjursell, 2022)

Ur ett kognitivt perspektiv ses lärande som kunskapsförvärvande där metakognition (att reflektera över sitt eget tänkande) spelar en viktig roll. Det handlar om mentala processer för att ta in, bearbeta och lagra information.

Ett sociokulturellt synsätt betonar att lärande sker i samspel med andra och är beroende av sociala och

¹⁵ <https://www.skolverket.se/regler-och-ansvar/ansvar-i-skolfragor/arbetsplatsforlagt-larande-apl>

kulturella sammanhang. Vygotskij menade att lärande bygger på tidigare erfarenheter och att interaktion är centralt.

I ett konstruktivistiskt perspektiv ses lärande som en aktiv process där individen själv konstruerar sin kunskap genom att koppla ny information till tidigare erfarenheter (Alexandersson, Swärd, 2015).

Förutom formella utbildningar med inslag av lärande på arbetsplatser visar forskning att kollegialt lärande på arbetsplatsen är en ofta underutnyttjad resurs.

Lärande på arbetsplatsen vilar på tre sammanhängande delar:

- Individen som ska lära sig
- Arbetsplatsens karaktär
- Design och ledning av lärandeprocessen (Bjursell, 2022)

I dagens snabbt föränderliga arbetsklimat har begreppen ”reskilling” och ”upskilling” blivit allt viktigare för både arbetstagare och arbetsgivare. Dessa koncept handlar om att kontinuerligt utveckla och anpassa kompetenser för att möta nya krav på arbetsmarknaden.

Reskilling innebär att en person lär sig helt nya färdigheter för att kunna byta till en annan typ av jobb eller bransch. Detta kan bli nödvändigt när vissa yrken försvinner på grund av teknologisk utveckling eller andra samhällsförändringar. Ett exempel är hur många butiksanställda behövt omskola sig till e-handelsspecialister i takt med att handeln flyttat online.

Upskilling handlar istället om att bygga vidare på och fördjupa befintliga kunskaper inom sitt nuvarande yrkesområde. Det kan innebära att lära sig använda nya digitala verktyg, utveckla ledarskapsförmågor eller hålla sig uppdaterad med de senaste metoderna inom sitt fält. Upskilling är ofta en kontinuerlig process för att hålla sig relevant i sin yrkesroll.

Både reskilling och upskilling har blivit allt viktigare i och med den snabba teknologiska utvecklingen, särskilt inom områden som artificiell intelligens, automation och digitalisering. Många arbetsuppgifter förändras eller försvinner, samtidigt som helt nya roller skapas. För att hänga med i denna utveckling krävs en vilja att ständigt lära sig nytt.

För individer innebär reskilling och upskilling möjligheter att förbli anställningsbara, öka sin inkomst och hitta mer givande arbetsuppgifter. För företag är det ett sätt att behålla värdefull personal, öka produktiviteten och säkerställa att organisationen har rätt kompetens för framtiden.

Många organisationer satsar nu aktivt på program för reskilling och upskilling av sin personal. Detta kan innefatta interna utbildningar, mentorskap, samarbeten med utbildningsinstitutioner eller stöd för självstudier. Samtidigt tar allt fler individer eget ansvar för sin kompetensutveckling genom att utnyttja onlinekurser, podcasts, böcker och andra lärresurser.

Reskilling och upskilling är centrala koncept i vår tids arbetsliv. De representerar en nödvändig anpassning till en värld i snabb förändring, där livslångt lärande har blivit en integrerad del av vår vardag och en förutsättning för fortsatt framgång på arbetsmarknaden. Från att tidigare ha fokuserat på utbildning inför arbetslivet, har vi nu gått över till en era där utbildning och arbetsliv är tätt sammanflätade (Bjursell, 2022). Genom att aktivt engagera sig i sin egen kompetensutveckling kan individer och organisationer bättre navigera i en osäker framtid och dra nytta av de möjligheter som uppstår.¹⁶

En för pedagogik kopplat till livslångt lärande och lärande i arbetslivet, och i synnerhet om det skall göras i VR, väldigt relevant filosofisk gren är ”konstruktionismen”, som i stora drag behandlar, analyserar och finner stort värde i att kunskap genereras och befästs allra bäst när vi själva som individer får

¹⁶ <https://online.stanford.edu/what-upskilling-and-reskilling>

göra någonting praktiskt och även vara med och skapa någon form av artefakt (vare sig den är digital eller analog).

Konstruktionismens grundare, Seymore Papert, utvecklade konstruktionismen som en teori för just utbildning, där den lägger stor emphasis vid praktiska erfarenheter – och i synnerhet i koppling till när vi använder teknologi eller datorer. Hans teorier stipulerade att vi bygger kunskap mera effektivt när vi är aktiva i att skapa någonting meningsfullt för oss, även i digitala format. Papert författade ett antal böcker som förklarar dessa koncept, bland andra: *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas* (1980), där han argumenterar för att barn lär sig mest effektivt när de får skapa saker, och i synnerhet med hjälp av datorer. Han utforskare också hur vissa enkla programmeringsspråk kunde hjälpa barn att göra svårbegripliga koncept mera lättförståeliga. I sin nästa bok, *The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer* (1993), utvecklade han dessa tankar och argumenterade för att digitala hjälpmedel i skolan har potentialen att revolutionera utbildning, givet att de möjliggör mera studentcentrerade och kreativa angreppssätt – jämfört med traditionell katederundervisning.

Detta har idag en hög relevans för design av VR-upplevelser, då det här blir möjligt just att använda dessa digitala verktyg som ett medel för att både kunna bygga upp saker i verkligheten, såväl som dekonstruera dem för att förstå hur de är uppbyggda. Enligt teorierna från konstruktionismen så torde det alltså vara ett klokt pedagogiskt grepp att tillåta en mera dynamisk upplevelse i en VR-lärmiljö, som fokuserar på kreativitet och just att bygga något. I fallet med VR för utbildning och validering inom vård och industri så finns det här en tydlig möjlighet i hur man lär ut användande av allehanda apparater och maskiner. En VR-miljö där en student eller kandidat till en validering får möjlighet att få utforska och fritt testa olika funktioner och kanske till och med delvis demontera eller montera exempelvis en

simulerad defibrillator, eller en processindustriell maskin, borde borge för en djupare förståelse av hur dessa apparater fungerar. Detta är också något som i normalfallet inte är tillgängligt i den ordinarie verksamheten, då varken tiden brukar finnas och ej heller tillgängligheten till dessa apparater som behöver finnas fungerande i verksamheten utan att riskera att bli förstörda genom misstag. Men med digitala kopior så finns alla möjligheter i världen för en student eller kandidat till validering att leka runt med dessa och lära sig hur de fungerar.

En internationell utblick

Både nationellt och inom EU pratas det ofta om generella kompetenser. Med detta menas övergripande förmågor och färdigheter som är tillämpbara i olika sammanhang, både i arbetslivet och i samhället i övrigt. Enligt EU:s rekommendation 2006/962/EG om nyckelkompetenser för livslångt lärande innefattar dessa generella kompetenser en kombination av kunskaper, färdigheter och attityder inom följande områden:¹⁷

- Kommunikation på modersmålet
- Kommunikation på främmande språk
- Matematiskt kunnande och grundläggande vetenskaplig och teknisk kompetens
- Digital kompetens
- Lära att lära
- Social och medborgerlig kompetens
- Initiativförmåga och företagarganda
- Kulturell medvetenhet och kulturella uttrycksformer

Skolverket har tagit fram en vägledning för att identifiera generella kompetenser.¹⁸

I en alltmer globaliserad värld behöver varje individ ett brett utbud av kompetenser för att kunna anpassa sig och blomstra i den snabbt föränderliga miljön. Det ursprungliga programmet för livslångt lärande utformades för att erbjuda lärandemöjligheter ge-

¹⁷ <https://eur-lex.europa.eu/SV/legal-content/summary/lifelong-learning-key-competences.html>

¹⁸ <https://www.skolverket.se/download/18.6bfaca41169863e6a65b4c0/1553965944965/pdf3371.pdf>

nom hela livet.¹⁹ VR är således ett lämpligt verktyg för att träna både på yrkesspecifika kompetenser, allmänna kompetenser kopplade till säkert arbets sätt, och generella kompetenser.

EU utsåg 2023 till Europaåret för kompetens, med syfte att:

- Främja högre och mer effektiva investeringar i utbildning och kompetensutveckling.
- Säkerställa att kompetensen är relevant för arbetsmarknadens behov.
- Matcha människors ambitioner och färdigheter med möjligheter på arbetsmarknaden.
- Locka människor med kompetens och talang från länder utanför EU.²⁰

Europeiska kommissionen gör flera stora satsningar för att medlemsländer och dess invånare ska utveckla kompetens och dokumentera kompetens. Däribland finns:

- **Europass** är ett EU-initiativ som syftar till att hjälpa människor att kommunicera sina färdigheter, kvalifikationer och erfarenheter effektivt när de söker jobb eller utbildning. Det inkluderar:
 - En digital plattform för att skapa CV:n och ansökningsbrev
 - Verktyg för att dokumentera och dela kvalifikationer och erfarenheter
 - Information om studier och arbete i EuropaEuropass hjälper till att göra kunnande och kvalifikationer lättare att förstå i hela Europa, vilket underlättar mobilitet för studier och arbete.²¹
- **Mikromeriter** är en av kommissionens nyare satsningar för att främja flexibelt lärande och erkännande av kompetenser. De är:
 - Bevis på lärresultat som en person har uppnått efter en kort lärandeupplevelse
 - Mer flexibla än traditionella utbildningar och kan snabbt anpassas till arbetsmarknadens behov

– Ett sätt att dokumentera specifika färdigheter som är relevanta för arbetsgivare

Europeiska rådet har antagit en rekommendation om mikromeriter för livslångt lärande och anställbarhet, vilket visar på deras ökande betydelse i EU:s kompetensstrategi.²²

- **DC4EU** är ett projekt som syftar till att stödja implementeringen av digitala bevis för kompetens och kvalifikationer i Europa. Det fokuserar på:
 - Utfärdande av digitala utbildningsbevis och yrkeskvalifikationer inom utbildningssektorn
 - Utveckling av digitala versioner av viktiga dokument som det portabla dokumentet A1 och det europeiska sjukförsäkringskortet
 - Stöd för storskalig testning av den europeiska digitala identitetsplånboken

DC4EU bidrar direkt till att modernisera hur kunnande dokumenteras och verifieras inom EU, vilket gör det enklare för medborgare att dela sina kvalifikationer över gränserna.²³

- **EBSI** – European Block Chain Services Infrastructure
 - Tillhandahåller en säker, decentraliserad plattform för verifiering av digitala bevis
 - Stödjer initiativ som Europass Digital Credentials, vilket möjliggör säker och snabb verifiering av utbildningsmeriter

Genom att använda blockkedjeteknik bidrar EBSI till att göra dokumentationen av kunnande mer tillförlitlig och lättillgänglig inom EU.²⁴

Mikromeriter

Under 2021-2024 genomförde Arbetsförmedlingen, Myndigheten för yrkeshögskolan och RISE det utforskande projektet Kompetenspasset för att dels kartlägga behovet av ett nytt sätt att dokumentera

¹⁹ <https://eur-lex.europa.eu/SV/legal-content/summary/lifelong-learning-key-competences.html>

²⁰ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-year-skills-2023_sv

²¹ <https://europass.europa.eu/en/what-europass>

²² <https://education.ec.europa.eu/education-levels/higher-education/micro-credentials>

²³ <https://www.dc4eu.eu/project/>

²⁴ <https://ec.europa.eu/digital-building-blocks/sites/display/EBSI/What+is+EBSI>

kompetens men också för att utifrån EU-kommissionens rekommendationer kring digitala intyg och mikromeriter visa på en möjlig struktur och metod för detta i en svensk kontext. Arbetet förhåller sig också till EUs satsningar Europass, DC4EU och EBSI för att hantera persondata och digitala intyg.

Mikromeriter är kompetenser i form av mindre byggstenar, ett enkelt sätt att tänka kan vara att likna mikromeriter med legobitar. Var och en har ett eget värde och funktion och kan tillsammans med andra skapa något större. Tillsammans kan mikromeriter därför kombineras till olika former av större kvalifikationer. Den definition som projektet Kompetenspasset tagit fram inbegriper att dokumentation av specifika läranderesultat och kompetenser, tillgängliggörs i ett digitalt format, oavsett om de förvärvats genom formellt, icke formellt eller informellt lärande.

- Formellt lärande sker i det formella utbildningssystemet under ledning av lärare. Där finns antagningskrav, nivåer och formella kvalifikationer efter genomförd utbildning.
- Icke-formellt lärande sker i organiserade former utanför det formella utbildningssystemet. Det kan handla om exempelvis kompetensutveckling i arbetet eller deltagande i kurser.
- Informellt lärande sker när individen tar initiativ med syftet att förbättra sina kunskaper eller färdigheter på ett område. Detta lärande sker ofta på egen hand.²⁵

En viktig del i arbetet med Kompetenspasset har varit att synliggörandet av lärande på alla nivåer ska vara möjligt. Modellen är utformad för att det ska vara

möjligt för en individ att lättare få en väg framåt där mer informella mikromeriter kan kompletteras på olika sätt och leda till mer formellt erkända bevis på kompetenser och färdigheter. Mikromeriter är intyget för en väl specificerad kompetens och går i linje med det regelverk kring EQF som EU arbetar med gemensamt. Fördelen med mikromeriter är att de består av mindre delar och kan användas för att intyga kompetens i olika sammanhang, däribland validering.

Arbetet i Kompetenspasset har utgått ifrån de Europeiska principerna kring mikromeriters utformande som först föreslogs av EU-kommissionen och sedermera beslutades av ministerrådet.²⁶ Den bygger på att den modell som arbetas fram harmoniserar med, och är möjlig att jämföra med andra europeiska länder. Detta öppnar i sin tur upp för ökade möjligheter till rörlighet inom medlemsländerna vad gäller studier och arbete. EU har tagit fram plattformen Europass där medborgare i samtliga medlemsländer kan lägga in sitt CV, EU vill gynna rörlighet mellan medlemsländer och kunna arbeta strategiskt med kompetenser och arbetsmarknadens utveckling.²⁷ Mikromeriter utfärdade i verktyget som tagits fram i Kompetenspasset kan laddas upp av individen i Europass för att visa specifik, verifierbar, kompetens. RISE förvaltar det, inom projektet, uppbyggda verktyget för att utfärda och hantera mikromeriter.

Det finns en stor potential att använda mikromeriter för att beskriva kompetens och stärka individ och organisation genom digitala intyg för kompetens. För en organisation är detta ett kraftfullt verktyg för att synliggöra befintlig kompetens och därmed arbeta med strategisk kompetensförsörjning.

25 <https://ju.se/center/encell/kunskapsbank/reportage/reportage/2018-01-02-formellt-icke-formellt-och-informellt-larande.html>

26 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32022H0627%2802%29>

27 <https://europass.europa.eu/en/skills-intelligence-and-europass>

Teoretisk bakgrund till immersiva teknologier

För att kunna ha en bättre möjlighet att tillgodogöra sig hela innehållet i denna rapport presenteras här en teoretisk bakgrund till några av de nyckelbegrepp som brukar användas för att beskriva användning och tillämpning av så kallade "immersiva teknologier", vilket är ett av de paraplybegrepp som används för att beskriva teknologier som i någon grad omsluter en användare i en digital värld (AR – Augmented reality, MR – Mixed Reality och VR – Virtual Reality). De blir således nycklar för att kunna förklara även tillämpningen av VR för lärande och validering. För dig som endast söker en förståelse så presenteras först en sammanfattning med de viktigaste delarna. För dig som gärna önskar fördjupa dig så innehåller avsnittet mera djuplodande delar efter sammanfattningen.

SAMMANFATTNING

Immersiva teknologier har alla som mål att omsluta deltagaren i en virtuell värld, och beroende på teknologi så görs detta olika mycket. Dessa teknologier brukar ofta också kallas för XR-teknologier, där XR står för "eXtended Reality", och består då av: AR – Augmented Reality eller "Förstärkt Verklighet", MR – Mixed Reality eller "Blandad Verklighet", och VR – Virtual Reality eller "Virtuell Verklighet".

Mekanismen att bli omsluten kallas för "immersion", och kan både ske genom att syn- och hörselintryck (och ibland även andra intryck så som beröring) som kopplas till den virtuella världen, men också genom en process som sker i vår hjärna där vi "luras" att tro att den virtuella världen är trovär-

dig och den värld som vi nu befinner oss i. Genom en stark immersion kan en deltagare både få en känsla av att det faktiskt är denne själv som tar del av en viss upplevelse, vilket kallas för "närvaro" eller "presence" på engelska – något som kan användas i lärandesammanhang för att skapa exempelvis "falska minnen" (med andra ord att exempelvis en student får känslan av att den faktiskt har deltagit i ett riktigt utbildningsmoment när det i själva verket har varit en VR-simulering). Det går även att uppnå en känsla av att en deltagare blir "förkroppsligad" i VR-upplevelsen, alltså att deltagaren upplever att dess kropp faktiskt är i och tar del av det som sker i VR, vilket då kallas "re-embodiment" eller "virtual re-embodiment".

Immersiva teknologier: teorin och filosofin bakom

Konceptet "immersion", som möjligtvis kan översättas till "omslutningsförmåga" innebär att en person blir som uppslukad av en uppgift (så som att utföra en arbets- eller hobbyrelaterad syssla, eller en sportaktivitet) eller ett medium (så som till exempel television, eller datorspel). I det första fallet, när en person blir helt fokuserad på en uppgift så pratar man oftast om termen "flow", vilket är ett begrepp som myntades av psykologiprofessorn Mihaly Csikszentmihalyi som ett sätt att beskriva känslan när du utför något som gör att tid och rum upphör att existera, och du "blir ett" med uppgiften (Csikszentmihalyi, 1975). Detta är således ett väldigt centralt begrepp inom lärande i virtual reality, då det har att göra med själva målet med upplevelsen och känslan – att du helt enkelt blir ett med upplevelsen och den yttre världen upphör att existera för dig. Med andra ord är det ett viktigt mått på hur effektivt en VR-upplevelse har varit, om den har förmått att skapa en känsla av immersion och närvaro hos deltagaren. Viktigt att notera här är att det inte bara är digitala medier som kan skapa en effekt av immersion eller närvaro, utan såväl utförandet av en uppgift som kan ge denna sensation både mentalt och fysiskt. Några exempel på detta är exempelvis att spela schack eller att läsa en bok, eller att åka skidor eller spela tennis, eller för all del att lyssna på när någon berättar en historia. För att uppnå immersion så används ett antal olika mekanismer, som tas upp i mera detalj kopplat till lärandescenarier i avsnittet "Att uppnå högre immersion, varför och hur?".

Idag när det talas om immersiva teknologier så används ofta "XR" som ett sätt att beskriva dessa. XR-begreppet är ett så kallat "paraplybegrepp", och innefattar alla teknologier som på något sätt skapar en digital värld som det går att interagera med: AR - Augmented Reality (förstärkt verklighet), MR - Mixed Reality (blandad verklighet), VR - Virtual Reality (virtuell verklighet). Dessa världar kan ha en varierande grad av immersionsförmåga, varför det också har skapats olika sätt för forskare att dela in dem efter detta. Dessa XR-teknologier brukar oftast delas in efter följande skala, där deras placering är tänkt att beskriva hur pass immersiva de är (hur mycket de gör en deltagare en del av en digital verklighet), se Figur 3.

Längst till vänster befinner sig alltså den verkliga världen, och därefter kommer **AR - Augmented Reality**, som lägger på ett digitalt lager på den verkliga världen. Detta görs oftast med hjälp av att användaren håller en platta eller smart telefon över en plats eller en yta, och apparatens kamera används för att visa upp verkligheten. Därefter så läggs digitala objekt till i denna kamerabild, vilket ger illusionen av att "de befinner sig på/i den fysiska platsen". För mer avancerade AR-tillämpningar så finns även olika tillverkare av AR-glasögon, där alltså en användare kan få en känsla av digitala objekt i den verkliga världen och den då ser dessa genom sina glasögon. Ibland så används AR för att exempelvis texturera verkliga objekt så att de får en annan färg än det riktiga objektet, varpå de då alltså då också går att känna och hantera. Men notera dock att i en AR-upplevelse så är oftast de digitala objekt fristående, och kommer



Figur 3. XR-skalan

då att bete sig som "hologram", eller som en hägring som alltså inte går att vidröra. Det mest vidkända exemplet på en AR-upplevelse är spelet Pokémon Go. Inom lärande så brukar detta användas för att exempelvis ge instruktioner till en användare i en faktisk miljö, så som exempelvis hur en användare skall utföra vissa moment vid en maskin inom industrin. Härigenom kan användaren få olika komponenter utpekade för sig, och då få det förklarad exempelvis vilka knappar den skall trycka på för att utföra en viss operation.

Näst på skalan, **MR – Mixed Reality**, innebär att fysiska element introduceras i en digitalt omslutande upplevelse. Här är det alltså möjligt att faktiskt ta på, och då även ibland lyfta på ett objekt. En stol i mixed reality kommer att gå att sitta på, genom att den då både har ett digitalt lager som användaren ser genom sitt headset, men också en fysisk motsvarighet som är "mappad" i den virtuella världen så att den digitala och den fysiska stolens placering och

orientering överensstämmer med varandra (se *Figur 4*). Det är också möjligt att leka med perceptionen genom att exempelvis låta ett digitalt objekt ha en annan form än dess verkliga förlaga, så att när en användare exempelvis går fram för att sätta sig på den till synes hårda trästolen så är det istället en mjuk fåtölj, eller när användaren skall känna på klotet av metall så är det i verkligheten en fluffig boll (Rostami, et al., 2022). Inom lärandekontext så blir detta relevant när det är viktigt att föra in taktila element i en upplevelse, så som exempelvis när en student skall träna på att använda ett specifikt instrument, och känslan av att hålla i det är viktigt (ett sådant exempel kan vara att kunna köra brandövningar i MR med en riktig brandsläckare i handen, eller att en blodtrycksmanchett faktiskt existerar både i digital form i upplevelsen och i verklig form så att användaren kan hålla i den).

Sist på skalan, och allra längst till höger och i synnerhet den "mest digitala världen" är följaktligen



Figur 4. Illustration för att visa ett koncept för mixed reality

VR - Virtual Reality. Här är användaren helt omsluten av en digital värld, utan att nödvändigtvis ha någon koppling till den fysiska verkligheten (med undantag för att då gå på ett fysiskt golv). Deltagaren interagerar med världen genom att titta på den och höra den genom ett HMD (Head Mounted Display), och använder sedan antingen handkontroller eller sina händer (om den specifika VR-hårdvaran tillåter så kallad "hand tracking") för att interagera med digitala objekt (i de fall där detta tillåts, se avsnittet "Val av hårdvara"). I vissa upplevelser är det okej att röra på sig fritt, medan i andra så är deltagaren fixerad till en punkt och kan endast panorera (se avsnittet "Att röra sig i VR"). Det finns otaliga exempel på lärandesituationer i VR, som presenteras löpande genom hela denna rapport.

När det kommer till VR-relaterad forskning och utveckling så finns det en intim koppling till filosofi, som här används för att förstå och dissekera hur, och varför vi upplever det vi gör i VR – och hur det går att kvantifiera och därmed applicera på områden som exempelvis lärande.

Inom filosofi kopplat till VR-forskning och nära kopplat till begreppet "immersion" så används också ofta två andra begrepp som är viktiga för att beskriva mekanismer verksamma i VR: "presence" eller "närvaro" på svenska och "embodiment", eller "förkroppsligande" på svenska.

Det första begreppet, "närvaro", innebär känslan av att det är du själv som tar del av något. Även om det är fullt möjligt att få en upplevd känsla av immersion när du exempelvis tittar på en film, så är det allt som oftast (om det inte är ett väldigt kraftigt förstaper-

sonsperspektiv) en känsla av att du är en betraktare och inte själv explicit närvarande i situationen. Men med hjälp av VR så går det att uppnå en känsla av inte bara immersion, utan då även av närvaro, där effekten blir att du upplever att det är du själv som tar del av upplevelsen – du är en del av den och påverkar den. Detta leder således till en starkare upplevelse då det blir väldigt personligt och subjektivt, och är en av anledningarna till att VR många gånger har beskrivits som "the emotional machine" – känslomaskinen. Det har också visats att VR förmår att skapa "falska minnen" genom denna möjlighet till närvaro, att hjärnan helt enkelt luras att tro att det som du har upplevt i VR är något som du upplevt i verkligheten, i synnerhet hos yngre (Segovia, Bailenson, 2009).

Ytterligare en nivå av deltagande och känsla av immersion uppstår om det går att nå steget som kallas för "embodiment", eller mera korrekt i detta fall "virtual re-embodiment". Detta begrepp innebär att en deltagare i VR får känslan av att deras kropp faktiskt befinner sig i den virtuella världen, och de får då alltså en koppling mellan deras egen kropp och den virtuella världen (Slater, 2010). Begreppet som sådant har sitt ursprung inom de filosofiska fälten fenomenologi, existentialism och pragmatism, och kan ses som en uppgörelse och kritik mot den kartesiska uppdelningen i "sinne vs kropp", där de två har setts som separata delar och kroppen setts enbart en bärare och ett "fordon" för sinnet. Inom fenomenologin, existentialismen och pragmatismen så talar man istället om att kroppen och sinnet är två integrerade delar, och att upplevelsen av världen är intimt knuten till den egna kroppen och de sensationer som kommer genom den.



Figur 5. Sambandet mellan immersion, närvaro och förkroppsligande i VR

Kortfattat går det att beskriva sambanden mellan immersion, närvaro och förkroppsligande som kedjan i *Figur 5*.

Inom VR-forskning så används ofta tankegodis från det filosofiska fältet post-fenomenologi, vilket är en förlängning av den klassiska fenomenologin, men med tillägget att det också inkorporerar användning av moderna teknologier. Här brukar man oftast tala om hur användande av den moderna teknologin förmår att förändra och förlänga vår perception, och då alltså även få tillgång till digitala världar så som de i VR. Med andra ord så "medierar" en teknologi en upplevelse av en annan värld. Här finns det några nyckelbegrepp som brukar användas, där ett av dem är "teknologisk transparens" (Idhe, 1990). Detta innebär i vilken grad som en användare faktiskt märker av att den nyttjar en viss teknologi för att få tillgång till det medierade innehållet, där det mest kända exemplet brukar vara hur en glasögonbärare använder sina glasögon för att kunna se skarpt (och

således använder en teknologi för att ändra sin perception och få tillgång till "en annan värld"). I de allra flesta fallen (åtminstone när glasögonen har någorlunda korrekt styrka och är någorlunda välsittande) så kommer inte glasögonbäraren i vardagen att tänka på att denne bär glasögon. I fallet med VR så betyder alltså motsvarande att om en viss VR-teknologi har en hög grad av transparens så kommer inte användaren att tänka på att denne har på sig ett VR-headset utan kommer helt och håller vara uppslukad av innehållet. Det har också betydelse vilken vana en deltagare har av att använda tekniken, då det kommer påverka hur pass väl den kommer kunna fokusera på innehållet istället för att behöva lägga kraft på att förstå tekniska interface. Inom postfenomenologin så talar man här om begreppet "sedimentation" eller "sedimentering" på svenska som då betyder hur pass färgad en deltagare är av tidigare användning av en viss teknik, vilket då gör att den kan falla in i ett nästan reflexartat och intuitivt användarmönster.

Guide till VR i praktiken – “Hur funkar det?”

Här presenteras en beskrivning av hur VR-tekniken fungerar, och varför detta är viktigt för tillämpningar inom validering och lärande. För den som endast önskar en grundlig genomgång så inleder vi med en sammanfattning. För den som sedan önskar en mera fördjupad förståelse så presenteras VR-tekniken i mera detalj efter sammanfattningen. Här ingår beskrivning av vad som bygger upp en VR-upplevelse, både i termer av hur det fungerar att som deltagare uppleva olika former av VR-upplevelser, och vad dessa olika innebär för krav på både hårdvara och mjukvara. Tanken är att denna del skall vara som en guide till dig som antingen funderar på att upphandla eller beställa en VR-upplevelse och då behöver kunna ställa rätt frågor och göra en god kravställning.

SAMMANFATTNING

Grunden i VR är att användaren med hjälp av hårdvara, i form av ett headset (HMD), och eventuellt handkontroller får möjligheten att kliva in i en digital värld där den blir "omsluten" både syn- och hörselintrycksmässigt. Genom handkontroller, alternativt med så kallad "hand tracking" så ges även oftast möjlighet att interagera med innehållet. Dessa upplevelser kan också variera i

hur mycket en användare får, och förväntas röra på sig och hur denna förflyttning sker. Det finns flera val att göra kring vilken hårdvara som ska användas och hur användaren ska kunna agera i den virtuella världen. Forskning visar att högre grad av immersion där användaren känner sig omsluten i den virtuella världen ofta leder till högre grad av lärande.

TEKNISK ORDLISTA

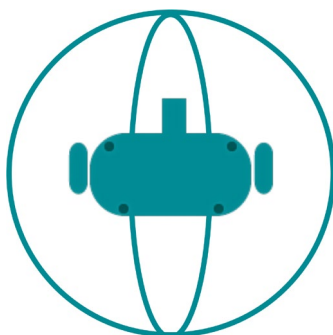
Begrepp	Förklaring
HMD	Head Mounted Display (ett annat ord för VR-headset)
GPU	Graphics Processing Unit
Tracking	Lokaliseringen av en VR-hårdvara i rummet, något som behövs för att kunna navigera i en datorgenererad 3-dimensionell miljö
HTC Lighthouse	En av de vanligaste lösningarna för att kunna tillåta ett headset att orientera sig i den rumsliga dimensionen, på de headset som inte har inbyggd tracking
DoF	Degrees of Freedom, eller "rörelsefrihetsgrader" på svenska, något som pekar på hur mycket deltagaren kan röra sig i VR
CGG	Computer Generated Graphics, en upplevelse som är gjord genom datorgrafik
NPC	Non Playable Character, en AI-kontrollerad karaktär i ett spel, VR-upplevelse
Avatar	En digital representation av en deltagare eller datorstyrd karaktär i en virtuell värld
Spelmotor	En programvara som traditionellt sett har använts för att skapa datorgenererade miljöer för spel, men som allt mera har börjat användas både inom industrin och inom utbildning för digitalt innehåll. De två mest framstående spelmotorerna är Unity Engine och Unreal Engine.
Latency	Latency är ett mått på hur snabbt data kan överföras mellan olika enheter, så som exempelvis en dator och ett VR-headset, eller från en server eller router till ett VR-headset. Det kommer i fallet med VR ha en stor påverkan på användarupplevelsen, då en hög latency gör att användaren upplever VR-världen som naturlig och "fluid", medan en låg latency gör att det blir hackigt och laggigt, vilket ofta kan orsaka illamående hos användaren.
Mocap	Mocap står för "motion capture" och innebär att man med ett system kan spela in och fånga en persons rörelse. Detta kan göras med kameror som filmar och analyserar en persons rörelse, och i dessa fallen kan man också göra detta mera träffsäkert och högupplöst genom att personen får ha på sig en speciell dräkt med reflektiva bollar. Det kan också göras genom att personen vars rörelser skall fångas in har på sig speciella apparater som analyserar rörelse i både transversell- och rotationsled, så kallade IMU:er (Inertial Measurement Units). Till viss del går det också att göra motion capture med vissa VR-lösningar på marknaden, där inside out tracking redan idag kan användas för att fånga in händernas rörelse med viss träffsäkerhet, och HTC:s Vive-system kan använda speciella "trackers" som kan fästas på andra delar av kroppen för att fånga in exempelvis fötterna eller benens rörelser. Anledningen brukar vara att man antingen vill låta en person styra en digital representation av sig själv, eller att man vill analysera rörelserna för någon ergonomisk analys.

Att röra sig i VR

Just hur en deltagare har möjlighet att röra sig i den virtuella miljön varierar mellan olika VR-upplevelser. Här beskrivs hur detta delas in, och vad som är för- och nackdelar med de olika.

3 DoF, eller tre rörelsefrihetsgrader, innebär att en deltagare kommer att ha sitt huvud fixerat i en punkt, och endast kunna panorera från den punkten (se Figur 6). Det kan vara möjligt att förflytta sig till andra "fixerade punkter", men då alltså inte genom att gå däremellan utan det kan då bara ske genom "teleportering" direkt till en annan sådan punkt. En vanlig teknisk implementation av sådan VR är användande av 360-graders video, där det alltså betyder att utvecklaren kommer filma en immersiv miljö med hjälp av en kamera som filmar (i stort sett) hela scenen från en plats, och där resultatet då blir

en film som det går att "titta runt i själv", utifrån betraktarens vilja och preferenser. Dessa brukar vara något begränsade i sin interaktivitet, och om de erbjuder någon form av interaktivitet så måste den vara skriptad (alltså med förutbestämda utfall för handlingar som deltagaren utför), så att användaren exempelvis kan välja vad den vill göra/svara, och vid valet så spelas helt enkelt ett videoklipp kopplat till denna val upp (med exempelvis en skådespelare som levererar lämpliga repliker för att föra narrativet framåt utifrån deltagarens val). Vanliga applikationer för denna sortens VR-upplevelser är inom exempelvis distansbesök för turism, men även för KBT-behandling, då det är mycket enklare att bygga en VR-upplevelse för tre rörelsefrihetsgrader än en för sex rörelsefrihetsgrader. Det kan också användas i lärandekontext för att exempelvis låta någon få uppleva en miljö, eller en situation där denne kan vara en passiv deltagare i ett samtal (som sådant har



Figur 6. Illustration av tre rörelsefrihetsgrader, där endast panorering är tillåten

Tabell 3. För- och nackdelar med tre rörelsefrihetsgrader

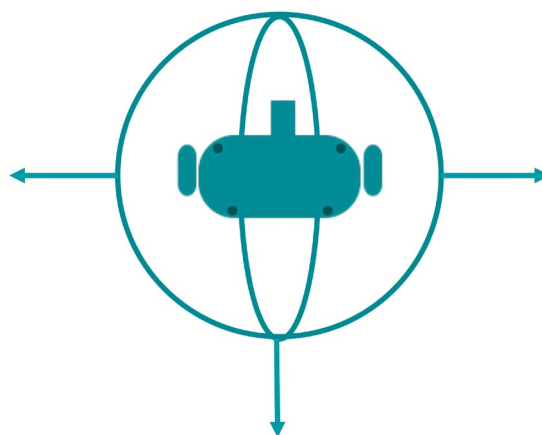
Fördelar	Nackdelar
Enklare och snabbare implementation	Inte lika hög interaktivitet som 6 DOF
För rätt applikation kan det vara nog så kraftfullt	Kan orsaka illamående (på grund av diskrepans mellan eventuella sidledes eller tiltande huvudrörelser hos deltagare som inte kan replikeras i upplevelsen)

det bland annat används inom vården för att träna läkare i patientbemötande, genom att ge en känsla för hur det är att "sitta på andra sidan" och vara patient/vårdmottagare). Några för- och nackdelar med tre rörelsefrihetsgrader presenteras i *Tabell 3*.

6 DoF, eller sex rörelsefrihetsgrader innebär att en deltagare är fri att själv utforska och gå runt som den vill i den virtuella världen (se *Figur 7*).

I en VR-upplevelse med sex rörelsefrihetsgrader så tillåts en deltagare att inte bara panorera och titta sig runt i den virtuella världen, utan att även gå omkring och utforska den. Deltagaren kan anting-

en gå runt genom att helt enkelt promenera runt i världen och utforska, eller genom att "teleportera" sig mellan olika platser, eller en kombination av de båda. Att fysiskt gå runt blir ju naturligtvis begränsat av hur mycket yta som finns till förfogande för VR-upplevelsen, varför det för större VR-världar oftast brukar vara nödvändigt med en hybridlösning där deltagaren både kan gå runt för mindre förflyttningar, och teleportera sig för längre sträckor, alternativt byta mellan olika "scener". Denna är också den vanligaste formen av VR-typ för lärandeapplikationer, då den tillåter att det skapas en miljö och virtuella objekt som det går att interagera med mera oberoende av var de finns i rummet. Någ-



Figur 7. Illustration av sex rörelsefrihetsgrader, där både panorering och förflyttning i rummet är tillåten

Tabell 4. För- och nackdelar med sex rörelsefrihetsgrader

Fördelar

Leder allt som oftast till högre grad av immersion och närvaro, på grund av mera agens och interaktivitet genom att du kan röra dig runt

Mindre risk för illamående, på grund av att headsetet tar in i stort sett alla huvudrörelser

Nackdelar

Dyrare att utveckla, och kräver mera eftertanke i designen för att den skall bli fylld av meningsfulla interaktioner

Kan vara svårt att tillse att det finns tillräckligt med plats i det fysiska rummet för att kunna utforska hela den virtuella miljön genom att gå omkring, men kan dock kringgås genom att tillåta teleportering

ra för- och nackdelar med sex rörelsefrihetsgrader presenteras i *Tabell 4*.

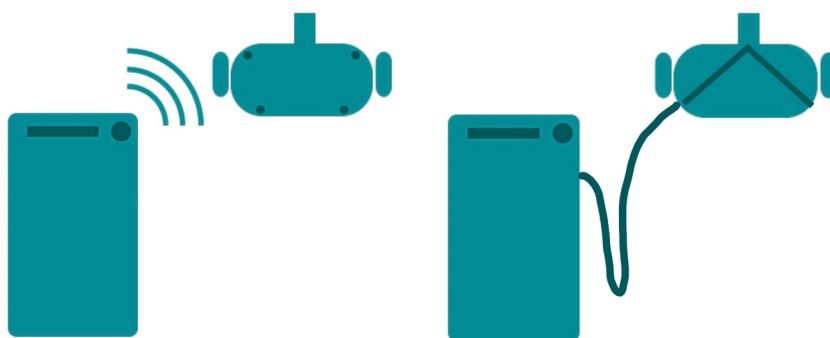
Val av hårdvara

Valet av VR-hårdvara kan tyckas vara en djungel, men det finns några sätt att bryta ned det till olika funktionaliteter och behov, genom att utgå ifrån vilka krav det finns på rörelsefrihetsgrader (3 eller 6 DoF), behov av interaktivitet och grafik. Genom detta avsnitt så är målet att visa på de stora dragen i vad som skiljer olika sorters headset åt, och därigenom göra det enklare att välja. Sist så presenteras en matris för att visualisera vilka krav som implicerar vilken hårdvara.

Bland det första som kommer att möta den som vill utforska VR för lärande och validering är val av

hårdvara, med andra ord vilken sorts headset eller "HMD" som kommer att nyttjas. Här finns det två huvudkategorier av headset – de som måste vara inkopplade till en dator för att kunna köras, och de som är trådlösa och helt självständiga enheter med inbyggda grafikprocessorer (GPU:er). I fallet med de som kräver en stationär dator så kan själva överföringen ske både via trådlös överföring (via exempelvis WiGIG eller Edge) och via trådad överföring, se *Figur 8*. Dessa har ett antal för- och nackdelar som förenklat kan sägas vara de i *Tabell 5*.

Men det är inte bara var grafikprocesseringen sker som påverkar behovet av extern utrustning, utan även hårdvarans möjlighet att kunna orientera sig i rummet är något som påverkar detta. Enkelt beskrivet så kan sägas att för att en VR-upplevelse skall kunna fungera så måste hårdvaran förstå

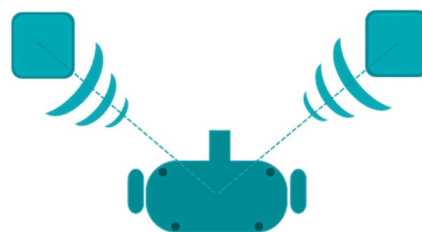


Figur 8. HMD som kräver stationär dator, och antingen beror av trådlös överföring eller trådad

Tabell 5. För- och nackdelar med HMD som kräver stationär dator

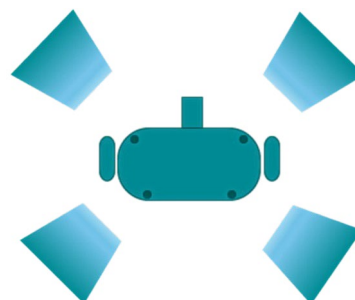
Fördelar	Nackdelar
Bättre grafik	Kräver extern hårdvara så som en kraftfull gamingdator
Mindre krav på "slimmad mjukvara"	(Trådad överföring kan kräva ytterligare tillägg i form av antenner, sändare och mottagare)
Generellt sätt högre grad av interaktivitet	Kräver i vissa fall även installation av externa "trackers"

vertått den tittar, och var den befinner sig i rummet. Med andra ord så behövs någon teknik för att kunna utföra detta, och då finns det två primära tekniker: extern tracking med exempelvis HTC "Lighthouses", eller inbyggd, kamerabaserad "inside-out tracking". Det vanligaste med trådade headset är att de använder sig av någon form av extern tracking, se *Figur 9*.



Figur 9. Tracking med hjälp av externa "fyrstorn"

En fristående HMD har fördelen att den har grafikprocessorn inbyggd i headsetet, och kräver således varken en extern dator som den behöver vara uppkopplad mot (antingen via sladd eller trådlös överföring), och brukar som regel också använda sig av så kallad "inside-out tracking" med hjälp av inbyggda kameror. Dessa kameror fungerar på ett liknande sätt som våra mänskliga ögon, och genom att de är placerade med ett visst känt mellanrum så kan programvaran i headsetet analysera det inkommande videoflödet i realtid från de olika kamerorna, och på så sätt förstå både hur användaren vrider sig och tittar runt, men också få en känsla för djup och förflyttning i rummet. Se *Figur 10*.



Figur 10. Inside-out tracking med inbyggda kameror

Denna typ av headset börjar mer och mer bli standard inom de flesta professionella tillämpningarna som inte kräver enorma mängder processorkraft (vilket det kan göras om du exempelvis måste jobba med produktdesign i VR), vilket betyder att många inom just utbildning och träning börjar använda denna typ. Utvecklingen av processorerna som driver

Tabell 6. För- och nackdelar med HMD som är fristående och bygger på inside-out-tracking

Fördelar	Nackdelar
Väldigt mobila	Begränsningar i hur pass grafiskt avancerade upplevelser som kan skapas
Inget krav på extern och fast installation av trackers	Risker med kamerabaserad tracking, "vem kan se det som jag ser?"
Oftast inbyggt stöd för handtracking	

dessa headset går också framåt och de blir allt mer potenta och kraftfulla, men värt att notera är att det fortfarande finns begränsningar och det kräver att utvecklaren tar dessa i beaktning när mjukvaran byggs. Med det sagt så byggs allt mera kunskap och praxis för just hur dessa designbegränsningar skall hanteras. En fördel med headset utrustade med inside-out tracking är att denna kamerabaserade tracking-teknologi också möjliggör handtracking utan externa apparater, och flera headset (bland annat Meta Quest 3 och Apple Vision Pro) har denna möjlighet inbyggd. Det finns också en risk med just inside-out tracking som bygger på kamerateknik, och det är det faktum att det ju de facto är kameror som spelar in sin omgivning. Här skall såklart ingen data lagras utan bara användas för realtidsberäkning av position, och inte heller skall en hårdvarutillverkare kunna få tillgång till dessa kameraflöden. Men vad som är sagt inte skall göras betyder heller inte att det är teoretiskt eller tekniskt omöjligt, och även om tillverkarna själva kanske inte har sådana önskemål så kan det finnas tredje part i vissa länder som också tillverkar utrustning som har sådana önskemål. Detta betyder i såfall potentiellt en väldigt nära insyn i människors hem, såväl som i skyddade miljöer så som vårdinrättningar och utbildningsmiljöer. Nu används dessa headset de facto fortfarande av seriösa organisationer, och det finns ingen anledning att vara paranoid. Men för den sakens skull är det bättre att vara försiktig, och tillse att teknologin

inte används där det finns skyddsvärda objekt eller sekretesskänsligt material – just för att den bygger på inspelning med kameror. För mer om detta, se avsnitt "Sekretessfrågor vid val av hårdvara".

En sammanfattad lista med för- och nackdelar med HMD som är fristående och bygger på inside-out-tracking presenteras i *Tabell 6*.

Att interagera i VR

Givet att upplevelsen har stöd för att en deltagare skall kunna interagera med sin omgivning och dess föremål så finns det primärt två sätt att facilitera denna interaktion – med handkontroller eller med hjälp av "hand tracking". Handkontroller är det konventionella, och äldre sättet att interagera i VR-upplevelser, och något som har ett arv ifrån TV- och arkadspelsvärlden. Se *Figur 11* för en illustration av ett par VR-handkontroller.

Detta gör att det oftast finns en väl utförd design av handkontroller utifrån UX/UI-perspektiv, och de har oftast rigorösa tester bakom sig. Men värt att notera är just att detta är gjort med avseende på att spela spel, och testerna är troligtvis gjorda just för målgruppen spelare och inte primärt för exempelvis utbildningsbruk. Det gör att det har diskuterats att det kan finnas en risk för att de som inte är vana



Figur 11. VR-handkontroller

att använda sig av handkontroller kommer uppleva detta som ett hinder i interaktionen med den virtuella världen. Dock har erfarenheter från efterforskningarna i detta projektet visat att det inte nödvändigtvis behöver vara fallet – utan i de fall då det främst används för interaktionen ”peka – klicka med trigger” så verkar experiment peka på att detta de facto är väldigt intuitivt för även en icke-spelvan användare.²⁸

Att uppnå högre immersion, varför och hur?

Så som redan tagits upp i kapitlet *”Teoretisk bakgrund till immersiva teknologier”* i rapporten är huvudsyftet med en VR-upplevelse att åstadkomma en känsla av immersion, eller omslutningsförmåga för deltagaren i kombination med en känsla av närvaro. Så vad är de viktigaste faktorerna för att uppnå immersion och närvaro? Och hur kan det göras på ett effektivt sätt? Det finns ingen helt överenskommen ordning kring vilka faktorer som är viktigast för att få oss att känna immersion och närvaro, men det som påverkar är som tidigare diskuterats en känsla av att ”jag kan se mig själv som en del av denna värld” (place illusion), och ”det som sker i denna värld är trovärdigt för mig” (plausability illusion) (Slater, 2009). Här är det viktigt att komma ihåg XR-skalan från tidigare, och att det är just den höga graden av immersion och möjlighet till en känsla av både närvaro och förkroppsligande som är det unika med VR som medium.

För **place illusion**, alltså känslan av att ”jag kan se mig själv som en del av denna värld”, så väger antagligen det som brukar benämnas som agens som det tyngsta, dvs. att du har möjlighet att röra dig runt, fatta egna beslut och utföra handlingar. Således så påverkar också hur du kan röra dig runt, om detta sker med hjälp av att ”teleportera” dig med handkontroller, eller om du rör dig genom att gå runt i rummet. I det sistnämnda fallet så inses det lätt att

det blir en designmässig begränsning i hur stor yta som blir tillgänglig i en sådan upplevelse (både på grund av tekniska begränsningar i de flesta hårdvaror, och på grund av att den rumsytan som finns tillgänglig inte brukar vara mer än ett 10-tal kvadratmeter). Men här går det att nyttja smart design för att ge deltagaren illusionen av att den faktiskt rör sig på en större yta än den gör, genom att tänka sig att nivådesignen ser ut som en labyrint (många klassiska 2D-plattformsspel som exempelvis Sonic The Hedgehog till Sega Megadrive-systemet bygger på denna illusion – där spelaren får känslan av att nivån är väldigt stor, men om man tittar på en utskrift av nivådesignen blir det uppenbart att spelaren nästan har gått i cirklar). Det finns också tekniska lösningar som möjliggör för deltagaren att bli fastspänd runt höften i en ställning, och där man står på en form av hal platta eller på ett ”löparband” som kan röra sig i tre dimensioner, varpå dessa då översätter deltagarens fotrörelser till rörelser i spelet. Dessa tekniska lösningar är fortfarande att betrakta som väldigt dyra, och är ännu inte tekniskt fulländade, varför de får ses som något som inte är gångbart för större implementering just nu.

För **plausability illusion**, alltså känslan av att ”det som sker här i denna värld är trovärdigt för mig” så är det andra faktorer som spelar in. Här talas det ofta om att grafiken skall vara tillräckligt bra för att deltagaren skall uppfatta innehållet som trovärdigt. Så vad innebär tillräckligt bra i det här fallet? Det har visat sig att för immersionens skull så är det inte det allra viktigaste med superrealistisk grafik, utan det viktigaste är just att den är begriplig. Det gör inget att den inte är fotorealistisk, då vi människor har en förmåga att acceptera och leva oss in i världar som skiljer sig från vår egen, och då även acceptera de fysikaliska regler som gäller däri. Ett sådant exempel är när vi spelar dator- eller TV-spel. I dessa verk så kan en spelbar karaktär exempelvis ha både begränsningar i hur den kan röra sig i spelet, såväl som ”övermänskliga” förmågor (ibland är de ju heller inte

²⁸ Intervju med Lotta Lindberg 2024-10-01.

människor), som att kunna hoppa högt eller flyga. Detta är dock inte något som bryter känslan av immersion för en spelare, utan spelaren anpassar sig till dessa fysikaliska regler i denna värld och "köper dem". Och även om grafiken inte är av allra högsta standard så kan immersionen fortfarande vara ett faktum, så länge det inte finns buggar eller andra teknologiska sammanbrott som bryter känslan av "flow".

Det blir här således värt att notera, att de som upplevs som de kanske i särklass dyraste delarna av att utveckla en immersiv upplevelse för lärandesituationer, att skapa fotorealistic grafik, i själva verket ej är de viktigaste för känslan av immersion. Viktigare är istället att kunna ha en agens, och att kunna röra sig.²⁹ Däremot så skall det sägas att det såklart är en skillnad mellan ett spel som finns enbart för underhållning, och en simulering för syfte att utbilda, träna eller validera en människa för professionellt syfte. I detta fallet finns det självklart en poäng med att just den fysiska simuleringen skall vara någorlunda lik den i den verkliga världen. Men det räcker kanske med andra ord med en grafik som är "tillräckligt bra" för att den deltagande skall förstå vad saker är, och det är inte värt att för immersionens skull lägga jättemycket resurser på att göra så att det blir otroligt grafiskt välutvecklat – på bekostnad av exempelvis agens i simuleringen. Hellre en simulering där det går att göra mycket som ser lite enklare ut, än en simulering som är perfekt i förhållande till grafik men som är väldigt passiv.

²⁹ Intervju med Patrik Björnfot, universitetslektor vid Umeå Universitet, 2024-05-28.

Kopplat till immersion så finns det även ramverk som kan användas för att bryta ned den i mindre beståndsdelar, och förstå vilka mekanismer som kan användas för att skapa en känsla av immersion. Således kan dessa användas vid designen av en VR-upplevelse för att öka sannolikheten att en deltagare blir uppslukad av upplevelsen, och därigenom får en starkare lärupplevelse eller en mera realistisk valideringssituation.

Det är primärt två olika ramverk som spänner upp över de olika formerna av immersion, skapade av två olika forskarkonstellationer, där det finns ett visst mått av överlapp.

Den ena, skapad av forskaren Ernest Adams (2004), beskriver tre former av immersion: Taktisk immersion, strategisk immersion och narrativ immersion, se rutan "*Former av immersion*" på nästa sida.

I stort sett parallellt med detta ramverk så skapade även forskarna Björk och Holopainen fyra definitioner av immersion (Björk & Holopainen, 2005). Några av dessa är i stort sett analoga med ramverket från Adams, så som mekanismerna "Emotionell immersion" som är analog med "narrativ immersion", och "kognitiv immersion" som är analog med "strategisk immersion", och slutligen "sensorisk immersion" som är analog med "taktisk immersion". Men den sista är expanderande, nämligen spatial immersion, se rutan "*Former av immersion*" på nästa sida.

FORMER AV IMMERSION

TAKTISK IMMERSION

Taktisk immersion, eller "tactical immersion" på engelska, betyder att en deltagare blir uppslukad av upplevelsen genom utförandet av olika former av repetitiva eller nästan instiktiva rörelser. Exempel på denna form av immersion brukar oftast i vardagliga sammanhang beskrivas som att vara "in the zone", där deltagaren således är så uppslukad av sin uppgift att tid och rum nästan upphör att existera. Detta inträffar både i VR-spel så som "Beat Saber"³⁰, men även i klassiska "analoga" upplevelser så som att utöva utförsskidåkning, eller att springa i skogen (där total koncentration krävs för att kunna utföra uppgiften).

STRATEGISK IMMERSION

Strategisk immersion eller "strategic immersion" på engelska innebär tvärtemot taktisk immersion en långsammare form av immersion, som innebär att deltagaren blir försjunken i en utmanande uppgift. På liknande sätt kan känslan av tid och rum upphöra, men istället för de snabblösliga uppgifterna och den nästan instinkt- och reflexlika känslan som uppstår vid taktisk immersion så är det är mera en form av problemlösning genom de högre formerna av kognition som tar vid. Digitala exempel på detta är både olika former av strategispel, men även inom simuleringar där en deltagare förväntas utföra mer eller mindre komplexa uppgifter för att komma framåt. Ett klassiskt analogt exempel på detta är att spela schack.

NARRATIV IMMERSION

Narrativ immersion, eller "narrative immersion" på engelska handlar som ordet antyder om att det är själva narrativet eller historien som gör att en deltagare blir uppslukad av upplevelsen. Denna formen av immersion sker i såväl medier som böcker, filmer och TV-serier, men också i datorspel och VR-upplevelser. Dessa kan vara både karaktärsdriva, där det är själva karaktärerna som driver narrativet, eller handlingar och händelser som kan vara oberoende av karaktärer (även om nästan all form av historieberättande i västerländsk tradition är just karaktärsdrivet i någon form). I träningsammanhang så blir denna form av immersion aktiv just vid konverserande, och när det finns någon form av handling inbyggd som inte enbart handlar om att lösa en uppgift för att klara av upplevelsen, utan där det finns en poäng för deltagaren att vilja veta "hur det går för de som är i upplevelsen".

SPATIAL IMMERSION

Spatial immersion innebär att det är själva världen, och möjligheten att utforska den som gör att deltagaren upplever immersion. Deltagaren finner världen trovärdig, och just som en värld som den vill utforska, och känner på så sätt att den blir en del av världen (med andra ord blir det en form av känsla av "närvaro", och även en koppling till begreppet "Place Illusion" se avsnittet "*Immersiva teknologier: teorin och filosofin bakom*"). Som nog inses lätt är detta en väldigt vanlig och viktig form av immersion för en VR-upplevelse, och just deltagargensen blir en viktig delmekanism (att deltagaren känner att den kan gå runt fritt och utforska). I fallet med VR för lärande och validering så blir denna form av immersion viktig genom just att det skapas en begränsad värld, men likväl en värld som deltagaren själv kan utforska och gå runt i.

³⁰ <https://beatsaber.com/>

Kort om VR för lärande

VR är flitigt använt för lärandeinsatser av olika slag, som exempelvis Ramirents TwinSite, som är en helt virtuell utbildningsmiljö där användaren kan lära sig mer om såväl arbetsmiljö- som säkerhetsfrågor.³¹ Ett annat exempel är användningen av VR för att förstå hur människor agerar vid utrymningsförsök.³²

Det finns också en hel del forskning på området kring hur olika former av XR kan användas i lärande och validering, som till exempel:

- Testing and validating Extended Reality (XR) technologies in manufacturing (Fast-Berglund, et al., 2018)
- A Framework for the Testing and Validation of Simulated Environments in Experimentation and Training (Harris, et al., 2020)

Flera exempel på hur VR används för lärande finner du beskrivet i både olika scenarior och där tillhörande case från verkligheten i kapitlet *”VR som verktyg för lärande i arbete och för validering”*.

Just inom lärandescenarior i VR så finns det explicita kopplingar mellan just graden av immersion och utfall på lärande. Detta har testats av ett växande antal forskargrupper världen över. Gutiérrez (2008) kunde visa att hög immersion i en VR-upplevelse ledde till en högre grad av kunskapsinhämtande jämfört med de som var bara delvis immersiva. I analogi med detta så visade Gisler (2020) i en studie att hög-immersiva VR-upplevelser resulterade i högre grad av uppgiftsprestanda. Meyer (2019) visade vidare att möjligheten att utföra viss typ förberedelse i hög-immersiv VR kunde sänka graden av kognitiv belastning hos deltagarna, och därmed förbättra kunskapsinhämtning och självförmåga i ett lärandescenario. Mahmoud (2020) visade också att högimmersiv VR signifikant ökade graden av inläring och även användarupplevelsen. Sammantaget så föreslår alla dessa studier alltså en tydlig koppling mellan hög grad av immersion och inlä-

ningsprestanda, och pekar alltså på att VR är ett lämpligt medium för att uppnå hög effekt i utvalda lärandesituationer – givet att en hög grad av immersion uppnås.

En väldigt viktig faktor när det kommer till all typ av simulering för lärande är frågan kring hur pass mycket som går att ta med sig från inläring i simuleringsscenarior till den verkliga världen. Här finns det en del forskning som pekar på hur detta ser ut i VR, och där den samlade analysen av forskningen blir att det finns god evidens för överföring av färdigheter från inläring i VR till applicering i den verkliga världen. Rose (2000) visade att när det kommer till motoriska uppgifter så kan det till och med vara så att VR-träning kan ge ett bättre utfall än klassisk träning, troligen på grund av att deltagaren blir mer eller mindre isolerad i VR-upplevelsen och kan ägna sig åt bara den utstakade uppgiften utan att riskera att störas av extern stimuli (förutsatt att den är väl designad). Detta är också något som har använts i vissa typer av VR-baserade simuleringar för att träna på operationsprocedurer, och något som blir allt vanligare som träningsform för kirurger och något som också i ett flertal studier har visat på väldigt goda resultat när utfall har mätts mellan grupper av studenter och läkarkandidater som har tränats med eller utan VR (Hasan, 2021).

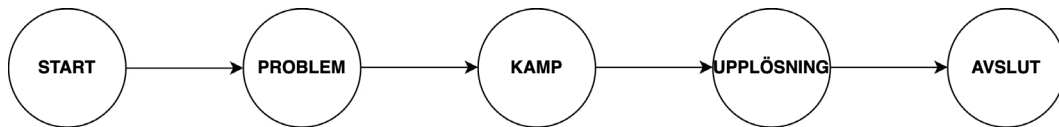
Interaktivitet och narrativ

Graden av interaktivitet kan variera i en VR-upplevelse, och är något som har stor påverkan på både dess utformning och dess möjliga effekt. En VR-upplevelse för lärandescenarior och professionellt bruk kan också vara med eller utan ett inbyggt narrativ, alltså en historia som är det som för deltagaren framåt och behåller engagemanget högt.

I de allra enklaste fallen så är upplevelsen en rent passiv upplevelse, enligt principen ”se men inte röra”. I dessa fallen så får deltagaren endast innehållet pre-

31 <https://www.khl.com/news/ramirent-launches-twinsite-virtual-training-aid/1137487.article>

32 <https://www.brandforsk.se/wp-content/uploads/2020/08/BESKR11.pdf>



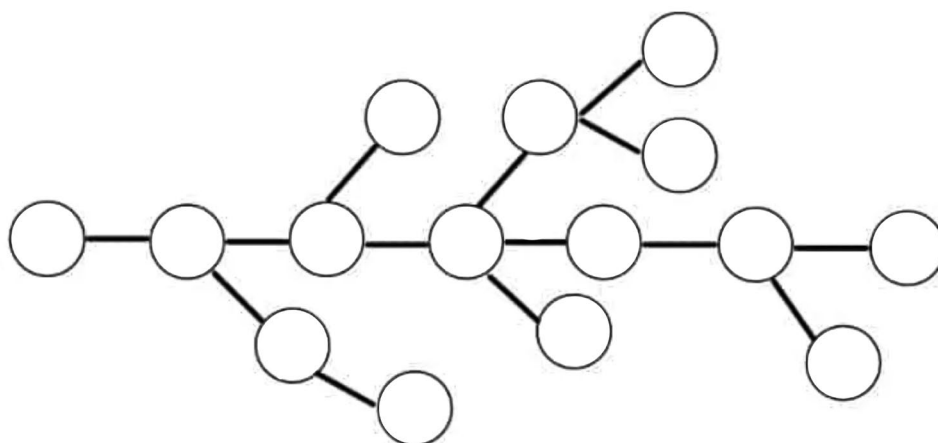
Figur 12. Linjärt narrativ

senterat för sig, vare sig det innehåller ett narrativ (i likhet med att titta på en klassisk film, såväl filmad med kameror eller datorgenererad), eller en digital miljö med objekt som endast går att betrakta men inte röra eller manipulera. I de fallen där det finns ett narrativ inbyggt i upplevelsen så kommer det att fortgå utan att deltagaren gör någonting.

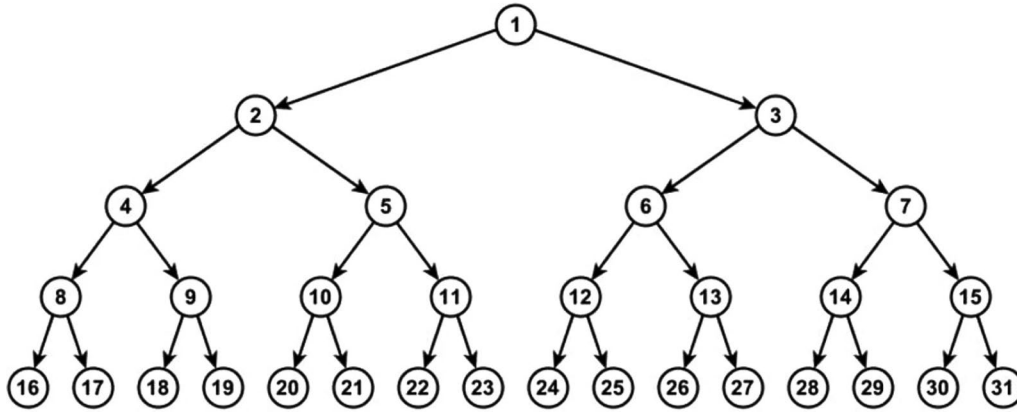
deltagarens handlingar är det som för narrativet framåt. Den enklaste formen är ett så kallat "linjärt narrativ", vilket betyder att det endast finns "en början och ett slut", varje handling/konversationssteg som utförs leder alltid till samma punkt och varje upplevelse kommer te sig likadant. En illustration av detta syns nedan i Figur 12.

Nästa grad av interaktivitet är möjligheten till att faktiskt påverka hur en upplevelse kommer utspela sig, genom att manipulera och hantera objekt i de fallen då sådana existerar. Miljön är nu inte helt statisk, utan deltagaren har möjlighet att genom olika handlingar utföra moment som exempelvis att genomgå en procedur för en utbildning. Genom att deltagaren utför ett visst moment så fortskrider upplevelsen, och nästa moment kan påbörjas. I de fallen då det finns ett inbyggt narrativ så kan här någon form av dialog eller annan interaktion ske med "Non Playable Characters", så kallade NPC:er, där

Denna form är vanlig i enklare typer av lärupplevelser för VR, där det är på förhand skriptat hur en viss sekvens skall se ut, och för fallet med validering där man på förhand har ett önskat utfall så är denna typ antagligen tillräckligt bra. Många gånger kan det räcka för att ge en god upplevelse, men för att utöka möjligheter till utforskande lärande så krävs ytterligare grad av interaktionsmöjligheter, och flera tänkbara scenarier/vägar som deltagaren kan ta genom upplevelsen med alternativa slut. Då handlar det om att skapa ett så kallat "förgrenande narrativ". Detta kan ske på olika sätt, antingen genom att man vid vis-



Figur 13. Pärlbandsnarrativ



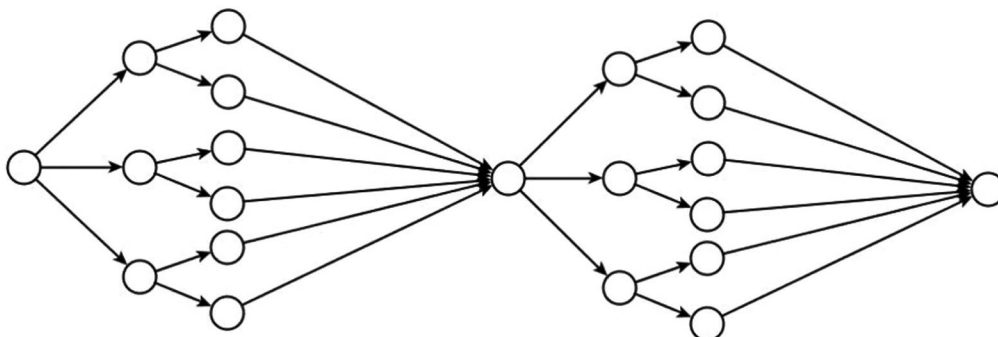
Figur 14. Multi-ending narrativ

sa tillfällen har möjlighet att välja alternativa vägar som då avslutar upplevelsen (så som att användaren kanske gör ett större misstag och då kommer till en punkt där den måste starta om upplevelsen), ett så kallat "pärlbandsnarrativ" vilket illustreras i Figur 13.

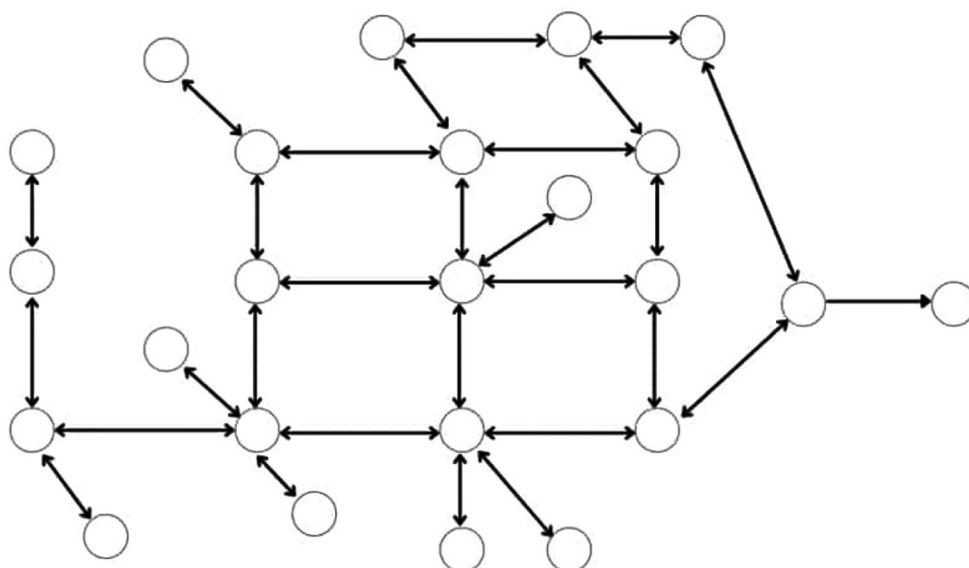
Det går också att ha ett förgrenande narrativ där det finns ett antal olika vägar som en deltagare kan ta genom en upplevelse, men där alla vägar är lika många och karakteriseras av ett likvärdigt antal steg eller interaktioner som krävs för att komma fram. Här kommer antalet möjliga slut att dubblas för varje sådant steg, vilket kallas "multi-ending narrativ" och illustreras i Figur 14.

Det finns även en hybrid mellan pärlbandsnarrativet och multi-ending narrativet, vilket kombinerar både möjligheten att ha flera olika vägar – men där man vid ett flertal punkter "samlar ihop" narrativen till en och samma händelsepunkt för att inte tillåta dem att förgrena för långt. Detta kan kallas för "branch and bottleneck" ("förgrenande och avsmalnande" på svenska), eller "diamant narrativstruktur". Detta illustreras i Figur 15.

Den allra högsta graden av interaktivitet inträffar när upplevelsen är att betrakta som fullständigt dynamisk. I de fall då det är en VR-upplevelse som endast bygger på att deltagaren utforskar och manipulerar objekt så brukar man oftast kalla denna form



Figur 15. Förgrenande och avsmalnande narrativ



Figur 16. Öppenvärldsnarrativ

för "sandlådemiljö", eller "sandbox environment" på engelska. Med andra ord så betar det sig som en sandlåda, där det är helt upp till deltagaren vad den vill göra med det som finns tillgängligt. Det går att bygga saker genom att kombinera objekt, förstöra byggda objekt och omorganisera världen och tingen däri så som deltagaren behagar. Allt, eller åtminstone det mesta går att plocka upp och manipulera, och ibland kan hela världen byggas om (som exempelvis i fallet med datorspelet Minecraft³³). För denna tillämpning uppkom en av de tidigaste formerna av AI för allmänt bruk, genom så kallad "PCG-teknik", eller "Procedurally Generated Content", som redan i början på 80-talet tillät en AI att generera banor till datorspel, eller så kallade "quests" eller uppdrag för äventyrsspel, där en slumpmässighet i genereringen gjorde att det blev en unik spelupplevelse varje gång deltagaren startade spelet. Med den senaste generationens generativ AI så har det även blivit möjligt att skapa fullständigt dynamiska konversationer med NPC:er i VR-upplevelser (se exempelvis GPT-modden "Mantella"³⁴ till det VR-kompatibla spelet Elders Scroll's Skyrim, där modden möjliggör för en spelare att ha en konversation med vilken NPC som helst i spelet, där denne även förstår sin

egen karaktärsbeskrivning och kan agera utifrån den, samt förstår vilken kontext de befinner sig i). Denna sortens narrativ, som också kallas "öppenvärldsnarrativ" illustreras i Figur 16.

Vid en första anblick så kan det tänkas att det alltid är bättre med mera interaktivitet och mera dynamiska upplevelser och narrativ i en VR-upplevelse. Och visst, graden av just deltagar-agens är en av de viktigaste parametrarna för just en hög immersion (se vidare i avsnitt "Att uppnå högre immersion, varför och hur?"). Men det är viktigt att komma ihåg att komplexiteten i att utveckla sådana upplevelser ökar markant då det helt enkelt blir mångdubbelt flera möjliga vägar som en deltagare kan gå igenom en upplevelse för att nå slutmålet. Det är också något som leder till högre kostnader för att ta fram dessa lösningar, och risken finns också för att de blir mera krävande i termer av datorkraft. I många fall när det kommer till VR för lärande och validering så är också just möjligheten att kunna ha någon form av kontroll och mätbarhet på det som deltagaren gör i VR en av poängerna, eftersom det många gånger handlar om att lära sig att utföra ett moment i en viss ordning och sedan verifiera att detta är utfört (antingen ge-

33 <https://www.minecraft.net/sv-se>

34 <https://www.nexusmods.com/skyrimspcialeedition/mods/98631>

nom att en datorstyrd verifikation utförs som då för upplevelsen framåt till nästa moment, eller genom att en mänsklig bedömare/lärare tittar på det som studenten gör och således utvärderar eller hjälper studenten framåt).

Det finns dock undantag, där det finns en poäng med mera dynamiska upplevelser, exempelvis när det kommer till att lära sig att hantera en viss utrustning på ett djupare plan. Genom att skapa en utrustning som då simulerar en stor del av funktionaliteten i den verkliga utrustningen (som exempelvis en EKG-apparat, eller en defibrillator) så kan en student ges möjligheten att "leka runt" med den och utforska funktionaliteten – på ett helt annat sätt en med verklig utrustning som både kan riskera att förstöras men som också kan vara svår att få tillgång till för denna sorts lärande. Här används med fördel en viss typ av pedagogik som kallas "konstruktionism" som beskrivs mera i avsnittet "*Lärande och kompetensutveckling i arbetslivet*". Det kan även finnas en poäng med att nyttja den senaste genera-

tionens generativa AI för att skapa möjligheter för studenter och validander att ha helt dynamiska och icke-skriptade konversationer med AI-styrda NPC:er i form av patienter och kollegor i samma eller andra roller – för att kunna träna på dessa former av kommunikation. Det skall här påpekas att givet hur teknologin går framåt så är det redan idag billigare än för några år sedan att skapa realistiska NPC:er som kan konversera och interagera med användaren (se mera i avsnitt "*Generativ AI för VR-utveckling*"). Det som blir svårigheten är inom valideringen av kunnande, då det krävs att exempelvis leta efter specifika nyckeltermen som studenten säger och kanske även att analysera dennes ordval och röstläge för att kunna avgöra om en viss konversationsuppgift är slutförd. Detta är inte omöjligt, men ställer högre krav på utveckling. Men med det sagt så går det också att skilja på dessa två, och i likhet med fallet med apparaturen låta en student eller validand endast öva på konversationsteknik i den mera dynamiska formen, för att sedan vid valideringstillfället ha en mera skriptad och uppstyrd/kontrollerad upplevelse som är mindre dynamisk.



Del 3 Forskning och erfarenhet

Trender och möjligheter inom teknik och metoder för VR inom lärande och validering

Detta kapitel behandlar hur VR kan användas för lärande utifrån ett framsynsperspektiv, vad som är möjligt redan nu och inom en snar framtid. Här belyses både tekniken i hårdvaran och mjukvarans begränsningar och möjligheter med syfte att studera vad som är lämpligt för tillämpningen vilken typ av teorier och processer som kan bli viktiga för att åstadkomma den största effektfullheten i VR för validering och träning. Kapitlet inleds med en sammanfattning där de viktigaste resultaten och tendenserna presenteras. Därefter följer en mera detaljerad beskrivning av de olika delarna som är relevanta. Tanken är att denna del skall vara främst som en källa till information och inspiration till dig som jobbar med att utveckla VR-upplevelser för lärande, men även för dig som är pedagog eller lärdesigner och har ett intresse för hur du på bästa sätt bör utveckla en VR-upplevelse inom lärande och validering.

SAMMANFATTNING

Begreppen Place Illusion och Plausability Illusion är centrala för att skapa en övertygande virtuell upplevelse. Detta uppnås genom att skapa en utforskningsbar miljö där objekt beter sig som förväntat. För att förstärka illusionen bör de flesta objekt vara interaktiva, och eventuella digitala karaktärer bör kunna interageras med på något sätt. Modern teknik möjliggör enkel 3D-scanning av verkliga miljöer med hjälp av smartphones. Detta kan revolutionera skapandet av realistiska virtuella miljöer för

utbildning och validering. Användningen av kamerabaserad tracking i VR-headset väcker frågor om sekretess och datasäkerhet, särskilt inom vård och industri. Det är viktigt att vara medveten om riskerna och vidta åtgärder för att skydda känslig information. För att öka känslan av närvaro och förkroppsligande i VR används tekniker som handtracking i stället för handkontroller. Detta kan ge en starkare koppling mellan deltagarens sinne och kropp i den virtuella miljön.

Att bygga den virtuella omgivningen

Begreppen Place Illusion och Plausability Illusion, mera i detalj beskrivna i avsnittet "Att uppnå högre immersion, varför och hur?", handlar återigen i kort-het om illusionen som skapas genom att den virtuella världen ger känslan av en plats som går att utforska, och en värld där objekt beter sig på ett sätt som kan förväntas av dem. I fallet med en simulering som ändå har till uppgift att efterlikna den verkliga världen så kan alltså dessa nyttjas genom att miljön som återskapas både ger en känsla av att det går att röra sig någorlunda fritt (och inte bara en statisk 3-DoF-miljö), och att det även går att interagera med merparten av objekten. Det behöver inte nödvändigtvis vara så att alla objekten i en digital miljö har en funktion, men de skall åtminstone kunna gå att plocka upp och titta på, och släppa på marken, lägga någon annanstans för att ge deltagaren känslan av att det är "verkliga objekt i den digitala världen", och på så sätt ge upphov till Plausability Illusion. Finns det en digital karaktär i form av en NPC i världen så blir motsvarande att det då går att ha någon form av konversation eller interaktion med denne, på ett liknande sätt som det går i den verkliga världen. Även om det inte är möjligt att komma hela vägen till en helt dynamisk konversation (se avsnitt "Generativ AI för VR-utveckling") så kan det räcka med en möjlighet till interaktion med flervalsrepliker och svar, som åtminstone kan imitera känslan av att ha en dialog med NPCn (vare sig det är en patient eller en simulerad kollega). Motsatsen här blir då om det finns digitala karaktärer som är helt statiska och som inte alls går att interagera med. De kommer då alltså att motverka, eller bryta "Plausability illusion". Gällande "Place illusion" så blir det i fallet med lärande och validering knappast möjligt att skapa en fullständig värld med möjligheter att vandra runt helt fritt, utan lämpligen så får det begränsas till exempelvis ett undersökningsrum för tillämpningar inom vård och omsorg, eller en viss fabriksmiljö för industrin. Men det viktiga här är då att göra dessa miljöer någorlunda rika så

att de ändå ger känslan av en egen liten "värld" som deltagaren känner sig som en del av.

I de fallen då det finns en fysisk förlaga för en VR-simulering, så kan det vara läge att nyttja en teknik som heter "3D-scanning". Som namnet antyder så tillåter den att man helt enkelt scannar av och skapar en kopia av den fysiska världen, genom en kombination av olika teknologier, vanligtvis genom att använda sig av antingen en laser-baserad teknologi, eller med hjälp av så kallad "fotogrammetri" som innebär att man genom att sätta ihop en stor mängd fotografier från olika vinklar digitalt kan skapa en avbild av ett objekt eller en miljö.

Detta brukade tidigare vara något av en komplicerad historia som krävde specialiserad scanningsutrustning och/eller avancerad mjukvara, men teknikutvecklingen har nu möjliggjort att det går att använda sig av kamerorna i en vanlig smart telefon, att sedan filma eller ta bilder från utvalda vinklar på den miljö eller det objekt som man önskar avbilda, och sedan utförs efterhandsbearbetning med speciella algoritmer.

Två av de mest lovande teknikerna för detta är 3D Gaussian Splatting (oftast förkortad 3DGS), och SMERF (vilket står för Streamable Memory Efficient Radiance Fields for Real-Time Large-Scene Exploration)³⁵. Båda dessa teknologier, även om de skiljer sig åt algoritmässigt, innebär i praktiken att det blir möjligt att enbart med hjälp av en video eller en serie bilder skapa en renderad 3D-miljö eller ett 3D-objekt. 3DGS är den teknologin som har kommit längst ur ett kommersiellt perspektiv, och här finns det redan olika appar som stödjer den sortens 3D-scanning för både Android och IOS. Dessa scannade 3D-miljöer och 3D-objekt blir sedan möjliga att i många fall importera direkt in i en spelmotor (som exempelvis Unreal Engine och Unity) för att där kunna använda dem för att skapa immersiva miljöer.

Så varför är detta viktigt för VR som tillämpas inom utbildning och validering? Även om denna senaste

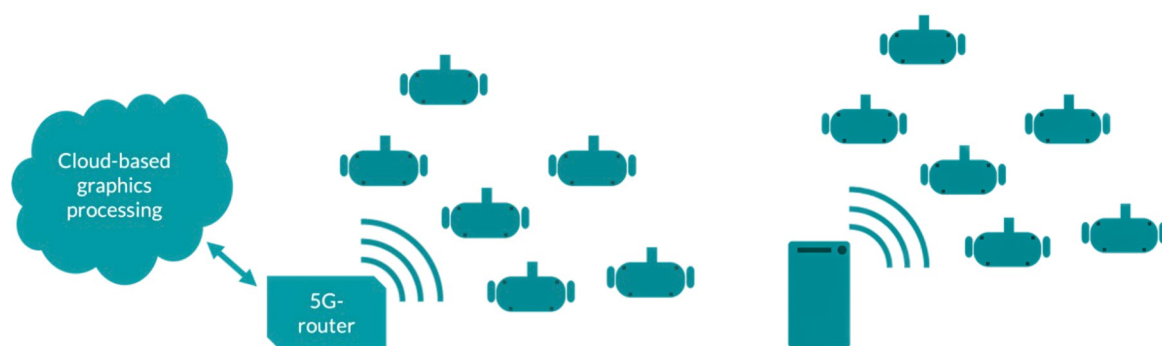
³⁵ <https://smerf-3d.github.io/>

generations algoritmer och tekniker för 3D-scanning fortfarande relativt sett är i sin linda, så har det skett en revolution inom området de senaste åren. Och för just skapande av immersiva miljöer och objekt som skall användas kan detta vara potentiellt revolutionerande – i synnerhet givet att en av de idag mest kostnadsdrivande delarna av att skapa immersiva upplevelser för simulering är att skapa miljöerna och objekten i dem givet att det finns höga krav på realism och att de skall efterlikna sina analoga motparter. Inom en snar framtid kan det vara mycket troligt att denna del kan göras väldigt förenklat, givet att det finns en analog förlaga. Så det blir med andra ord möjligt att exempelvis göra en 3D-scanning av ett befintligt undersökningsrum eller en industrimiljö, och sedan bara fokusera på interaktionerna som skall implementeras (istället för att lägga väldigt mycket tid på 3D-modellering).

Möjligheter med edge computing för VR inom utbildning

En annan möjlighet som troligtvis ligger inom en nära framtid är möjligheten att använda så kallad "edge computing"-teknologi för att kunna minimera kostnaderna för hårdvara. Teknologin innebär i korthet att man använder sig av en lokal variant av 5G-nät, med syfte att kunna facilitera dataöverfö-

ring med både hög bandbredd och låg latency (med andra ord både mycket data, och snabb överföring) mellan en central processorenhet och en eller flera mottagarenheter. Detta möjliggör att hårdvaran kan göras enklare på användarsidan, då det är möjligt att skapa en datorarkitektur som sköter i stort sett all grafikgenerering i en central enhet, och denna strömmas sedan ut till varje individuellt headset som är uppkopplat mot denna via 5G. Just 5G är synnerligen väl lämpat för VR då det är en applikation som både kräver att en stor mängd data överförs, men också där just latency (dataöverföringshastighet) är av högsta vikt. I praktiken innebär denna teknologi att det blir möjligt att ha billigare headset som både kan vara lätta och portabla (att jämföra med on-board computing headseten som beskrivits i avsnitt "Att röra sig i VR"), men samtidigt klarar av mera grafiskt tunga VR-upplevelser givet att all grafikprocessering sker i en central enhet. Då det är just kombinationen av hög processorkraft och liten plats som är det allra dyraste och svåraste att åstadkomma blir det här ett vinnande koncept, då en central datorenhet kan vara stationär och inte har några egentliga krav på sig att vara nätt och lätt. Det gör att det går att få "mer grafikprocessering för pengarna" med en sådan central enhet än vad som är möjligt med grafikprocessorer inbyggda i headseten. Det är också möjligt att använda ett lokalt edge-nätverk, och låta grafikprocesseringen ske i molnet. Se *Figur 17* för en grafisk representation av edge computing för VR-applikationer.



Figur 17. Edge computing med lokal processor, jämfört med edge computing med grafikprocessering i molnet

En av de aktörerna som har kommit längst inom området är Ericsson, som bland annat har gjort en fallstudie³⁶ där de har visat på möjligheterna med edge computing för VR-applikationer med flera användare³⁷. Det är dock fortfarande inte en teknologi som är implementerad i kommersiell mening, men där detta torde ligga några år bort.

Sekretessfrågor vid val av hårdvara

Både inom vård- och omsorgsbranschen, och inom många delar av industrin så finns det höga krav på sekretess, patientsäkerhet och konfidentialitet som måste uppfyllas. Här kan det bli en utmaning vid implementation av merparten av den senaste generationens VR-teknologi, då den ofta bygger på kamerabaserad tracking – så kallad "inside-out-tracking" (se avsnitt "Att röra sig i VR"). Detta innebär alltså att det de facto är en filmad kameraström som används för att kunna orientera headsetet och således deltagaren i den virtuella världen, och därigenom så finns det en teoretisk möjlighet att denna kameraström också skulle kunna övervakas av en tillverkade eller otillbörlig tredje part (i synnerhet i de lösningar som är uppkopplade mot molntjänster, vilket idag också gäller merparten av HMD:er), och då med andra ord möjliggöra att se in i exempelvis träningslokaler, mötesrum, undersökningsrum, industrilokaler eller för all del hemma hos de som tränas. Vidare, så ger även användningen av både handkontroller och handtracking för interaktion en möjlighet att just aggregera datan från en användare, och på så sätt kartlägga en specifik användares rörelsemönster. Enligt somliga så är denna "rörelseprofil" något som närmast är att likna med ett fingeravtryck, och en del av vår personliga biometriska data som skulle kunna användas för att då identifiera oss. Således blir det alltså en del av vår personliga data, och något som regleras hårt av GDPR, inte minst inom offentlig verksamhet.

³⁶ <https://www.ericsson.com/49f0d2/assets/local/cases/building-the-future-of-entertainment-with-5g.pdf>

³⁷ <https://www.ericsson.com/en/cases/2022/5g-xr>

³⁸ <https://urplay.se/program/216092-var-digitala-planet-i-fokus-cambridge-analytica-skandalen>

Självfallet så betyder tillverkarna av VR-headset att denna form av insamling inte är något som görs, utan att de värnar om användarnas integritet. Men det är viktigt att inte ha en naiv inställning till detta, då exempelvis Cambridge Analytica-skandalen³⁸ visade oss att mycket kan få fortgå i det fördolda när det kommer till otillbörlig datainsamling och användning av personliga data. Och här är det samma företag som då var inblandad, dåvarande Facebook nuvarande Meta, som nu är en av de största tillverkarna och tillhandahållarna av VR-teknologi med sin Meta Quest-plattform. Med det sagt är det svårt att kunna skapa VR-innehåll utan att behöva förhålla sig till dessa företag, men det är viktigt att vara medveten om riskerna och göra det som går för att minimera dem. Exempelvis undvika att ha personliga konton eller annat som kan användas för att identifiera en användare, såväl som att undvika att använda VR-headset i situationer eller miljöer som kan vara känsliga ur sekretess eller konfidentialitetssynpunkt.

Känslan av jaget, närvaro och förkroppsligande i VR

Som också beskrivs i avsnitt "Immersiva teknologier: teorin och filosofin bakom" så är "virtual re-embodiment", eller "virtuellt återförkroppsligande" en viktig del av forskning kopplat till upplevelse och kognition i VR. Det som man här önskar uppnå är en känsla av att deltagaren faktiskt upplever det som att dennes egen kropp som tar del av den virtuella upplevelsen, och denna koppling mellan deltagarens sinne och kropp gör då att effekten blir att deltagaren upplever det som att det är något som den tar del av "på riktigt". Denna effekt är inte helt trivial att uppnå och något som är subjektivt och varierar från deltagare till deltagare, men nedan listas några mekanismer och sätt som går att använda sig av.

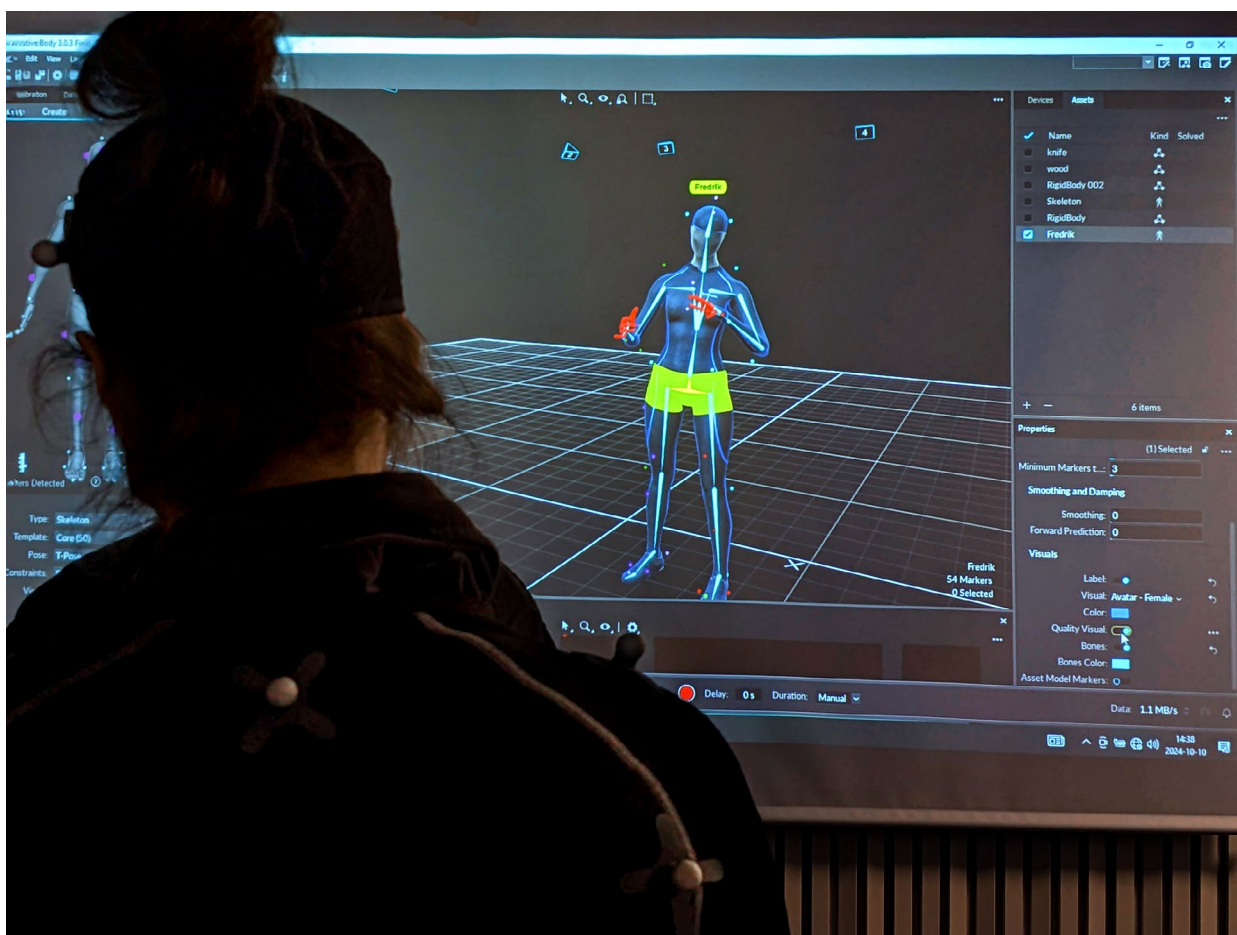
Istället för att använda sig av handkontroller för att interagera med objekt i VR har det börjat bli allt

vanligare med möjlighet för deltagaren att istället använda sig av sina egna händer. I dessa former av VR-upplevelser så ser deltagaren en representation av sina egna händer framför sig, och det är med dessa som den kan plocka upp objekt eller flytta på saker, och även utföra andra former av interaktioner så som gester (att peka på något, etc.). Härigenom så uppstår i teorin (vid välfungerande handtracking) en större grad av virtuellt återförkroppsligande både genom att handkontrollen försvinner, vilket kan ses som ett lager som potentiellt separerar deltagaren från upplevelsen (i synnerhet för de som inte är vana att använda sig av handkontroller). Dessutom blir det en proprioceptisk effekt av att använda de egna händerna, det vill säga att användaren upplever att den faktiskt använder sina egna händer när den interagerar i den virtuella världen. Härigenom så skapas en direkt länk mellan den virtuella världen och användaren, och det blir således en större känsla av att användaren blir förkroppsligad i upplevelsen – och därför en starkare upplevelse. I lärandemiljöer blir detta särskilt viktigt då det kan skapa en känsla av att lärandet sker ”i den egna kroppen”, vilket därför leder till ett högre upptag.

Dock är det viktigt att poängtera att det fortfarande finns tekniska utmaningar med att använda handtracking, och att det rapporteras om användare som har svårt med att lyckas med vissa interaktioner (så som att greppa virtuella objekt), vilket då snarare får motsatt effekt och stör känslan av immersion. Ett exempel på detta är hur den vanliga VR-hårdvaran med integrerad handtracking, Meta Quest 3, hanterar just trackingen av händerna. Där är det kamerabaserade sensorer som sitter utanpå headsetet som analyserar användarens handrörelser, och dessa kamerors placering och brännvidd gör att de helt enkelt bara kan fånga ett begränsat synfält runt headsetet. Så om användaren rör sina händer bakom headsetet (som exempelvis vid ett simulerat påtagande av ett munskydd) så kommer inte headsetet kunna följa dessa handrörelser. Det finns dock exempel på extern hårdvara för handtracking som

kan lösa detta problem, men ett av huvudargumenten för just att använda handtracking idag är att det eliminerar behovet av extra hårdvara. Det är också i nuläget svårt att översätta vissa interaktioner i den verkliga världen till interaktioner som fungerar med handtracking, utan istället så behövs många gånger en samling gester och andra typer av handrörelser för att åstadkomma önskad interaktion i VR-världen. Detta gör att det blir ett hinder att använda handtracking i dess nuvarande form för att simulera exakta handrörelser i en VR-simulering, och något som skapar utmaningar vid användande av handtracking för både lärande och validering. Detta finns bekräftat i fallet med VR-prototypen för validering som togs fram inom detta projekt, vilket beskrivs i avsnittet ”*Case: VR som verktyg för validering inom världen - Prototyp av Lutra Interactive*”. Med nuvarande teknologi så har efterforskningarna i samband med denna rapport visat att det de facto fortfarande är att betrakta som mera intuitivt att använda sig av handkontroller och interaktionen ”sikt på objekt – klicka med triggerknapp för att aktivera”, även om en deltagare inte är någon som är särskilt van vid handkontroller. Så fungerande handtracking kan höja effekterna, men om den inte fungerar finns det en risk för det motsatta – och just i skrivande stund är det säkrare att använda sig av handkontroller i de fall då det skall ske mycket interaktion med innehållet i en VR-upplevelse.

Genom att använda sig av en så kallad ”avatar”, alltså en digital representation av deltagaren inne i upplevelsen så får även deltagaren en digital kropp att förhålla sig till. Det blir genom denna digitala kropp som deltagaren upplever världen, och genom att faktiskt titta ned och se att deltagaren har en virtuell kropp så gör det att deltagaren kan uppleva denna koppling. Den virtuella kroppen blir då som en koppling mellan deltagaren och den virtuella världen. Om den virtuella kroppen även följer deltagarens kroppsrorelser så uppstår en så kallad proprioceptisk dimension, där sinnet börjar tolka den virtuella kroppen som den egna kroppen, utifrån att de befin-



Figur 18. Mocapsystem av typen "Optitrack"

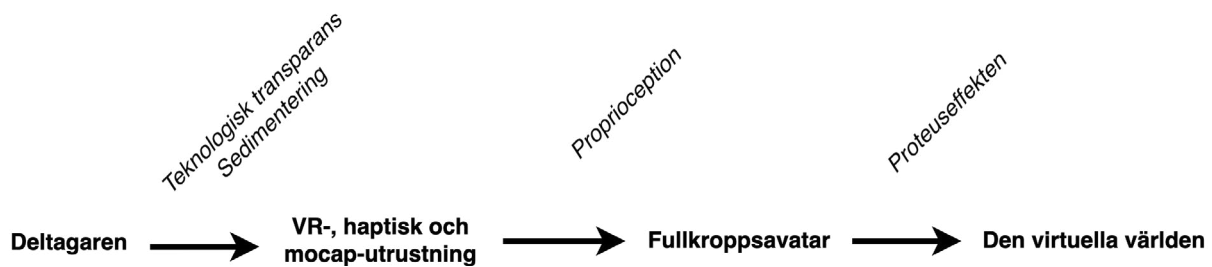
ner sig på samma plats. Just experiment kopplat till proprioception och VR har utförts av flera forskargrupper och visat på möjligheten att "appropriera" en kroppsdel i VR. I de fallen då en deltagare har en fullkroppssavatar så blir det som då redan diskuterat viktigt att den virtuella kroppen följer den verkliga kroppens rörelser.

För detta krävs ett system, ett så kallad "motion capture system", vilket oftast innebär antingen att en deltagare sätter på sig ett antal "mätpunkter" på utvalda extremiteter som sedan kan spåras i tre dimensioner av en extern utrustning genom trianguleringsteknik, eller någon form av maskinseende-teknologi med en kamera som förmår att tolka deltagarens kroppsrörelser (se Figur 18). Dessa

kopplas då sedan mot den virtuella kroppen och är det som gör det möjligt att uppnå en känsla av proprioception och att deltagaren känner att den virtuella kroppen ersätter den egna kroppen. Tidigare så var dessa teknologier väldigt dyra och svåråtkomliga, men den senaste tiden har sett ett antal mera kostnadseffektiva alternativ, som exempelvis Sonys "Mocopi".³⁹

I vanliga fall i en VR-upplevelse så är det endast deltagaren syn och hörselintryck som är aktiva, och eventuella objekt eller exempelvis väggar i VR-upplevelsen kommer att upplevas som "transparenta" hologram där deltagarens händer eller kropp kommer gå rakt igenom dessa vid kontakt. Men det finns teknologi för att möjliggöra känslan av att faktiskt

³⁹ <https://electronics.sony.com/more/mocopi/all-mocopi/p/qmss1-uscx>



Figur 19. Koppling mellan deltagaren och den virtuella världen genom fullkroppsavatar

hålla i ett virtuellt objekt, eller känna en vägg – haptisk teknologi. Denna finns både i form av speciella handskar som gör att det är möjligt att få känslan av tryck mot fingertoppar och motstånd i fingerleder, men även som helkroppsdräkter som gör det möjligt att känna stötar och vibrationer mot kroppen. Denna typ av teknologi ökar således kopplingen mellan deltagarens egen kropp och den virtuella världen, och är också ett sätt att göra så att den upplevs som mera verklig och som att kroppen blir en del av den.

För att denna koppling mellan den virtuella kroppen och deltagaren skall fungera väl och ge den önskade effekten av virtuellt återförkroppsligande så krävs då att det är en god och så långt som möjligt sömlös interaktion mellan deltagaren och upplevelsen. Med andra ord så är det avgörande vilken teknologisk transparens som både VR-teknologin, mocap-teknologin och den haptiska utrustningen har (alltså hur pass väl de blir naturliga, intuitiva och ”osynliga” för användaren) och även vilken vana användaren har av tekniken - den teknologiska sedimenteringen (se avsnitt *”Immersiva teknologier: teorin och filosofin bakom”*). Vid en väl fungerande upplevelse så kan det ses som att avataren blir som deltagarens ”fordon” med vilken den interagerar i den virtuella världen – och genom att avataren tillhör den virtuella världen så blir alltså deltagaren en del av den virtuella världen. Detta kan illustreras med *Figur 19* som beskriver de olika instanserna, och vilka mekanismer som verkar emellan dem.

Det finns även teknologier för att ta in ännu fler sinnen än syn, hörsel och känsel. Vissa av de mera avancerade fullkroppsdräkterna för haptik har möjlighet att också simulera kyla och värme, som exempelvis Tesla Suit⁴⁰. Det finns även exempel på teknologi som simulerar lukt, där ett exempel är VR Olfactometer som skapades som prototyp av forskare i ett forskningsprojekt av Stockholms Universitet och Malmö Universitet⁴¹.

Att följa och analysera rörelser i VR

Möjligheten att följa en deltagares kropp i VR, och därigenom skapa en avatar som följer dennes kropps rörelser i VR går även att applicera på motsatt håll – det går att låta avatarens rörelser att få bli input till själva upplevelsen. Genom att programmera delar av en VR-upplevelse att analysera en deltagares kropps rörelser så går detta att använda till ett flertal lämpliga användningsområden inom validering och träning.

Det blir bland annat möjligt då att programmera in ”de korrekta rörelserna” för att utföra ett visst moment, och där den som då tränas i ett första led kan få öva på att utföra dessa rörelser i tillräckligt god överensstämmelse med den inprogrammerade mallen (det kan exempelvis göras genom att man följer en ”skugga” eller ett hologram där det gäller att passa in sina egna rörelser i hologrammet, eller att man

40 <https://teslasuit.io/>

41 <https://www.su.se/english/news/smelling-in-vr-environment-possible-with-new-gaming-technology-1.630811>

först får titta på hur det skall gå till och sedan får repetera detta). Med andra ord kan då programvaran ge den som tränas feedback på hur den skall göra för att efterlikna mallrörelsen, och ifall den lyckades göra så vid ett examinerande moment. Det här kan då användas både för moment inom respektive utbildning som kräver en viss typ av kroppsrörelse (som exempelvis att utföra vissa typer av statuskontroller inom vården, eller att utföra mekaniska operationer på en maskin inom industrin, eller för exempelvis montage inom tillverkande industri), och där det både går att öva på en viss rörelse utifrån att den skall ge ett korrekt utfall – men också för att öva på ergonomiskt korrekta rörelser för att minska risken för arbetsbelastningsskador.

Genom att det går att analysera och matcha kroppsrörelser mot en förprogrammerad mall så går det i teorin med andra ord att även använda detta för att utföra viss typ av validering, där det skall kontrolleras om en validand utför ett visst moment korrekt. Men det kan komma med utmaningar om målet är att helt ersätta en mänsklig bedömare, dock skulle detta systemet kunna vara ett stöd för en bedömare som i realtid kan få feedback på kroppsrörelser och kroppspostion hos den som valideras.

På den hårdvarusidan så finns det mesta redan på plats (i form av allt billigare trackers för att följa kroppsrörelser, och inbyggd handtracking i många headset), som har diskuterats i avsnittet *”Känslan av jaget, närvaro och förkroppsligande i VR”*, så det handlar mest om att bygga mjukvaruapplikationerna som kan sätta samman hårdvaran med tränings- och valideringsscenarior.

Hittills i denna rapport så har vi mest talat om VR-sidan av XR-spektrat, men även inom den delen som kallas för *”mixed reality”* eller *”MR”* så finns det stora möjligheter för utbildningssektorn (se avsnitt *”Immersiva teknologier: teorin och filosofin bakom”*).

Mixed reality för lärande

Det är inte bara en, eller flera deltagares kroppar som går att följa i en VR-värld, utan det är även möjligt att koppla på trackers på verkliga, fysiska objekt. Detta gör att det även går att *”få in dessa i VR-världen”*, givet att det då blir möjligt att skapa en digital representation av dessa objekt. Jämfört med en ren VR-upplevelse, där det utan någon form av haptisk teknologi (så som haptiska handskar) inte går att *”ta på”* objekten och få en taktil återkoppling så blir det här möjligt att göra just detta. Ett virtuellt objekt som en deltagare ser i VR-världen kommer då att gå att lyfta upp – vilket då betyder att deltagaren lyfter upp det riktiga objektet i den verkliga världen, men ser den digitala representationen i VR-världen. I de momenten som baseras på att just använda ett visst instrument kan detta bli väldigt nyttigt för träning i en VR-upplevelse, då det blir möjligt att få känslan av att faktiskt hålla i det verkliga instrumentet (med både känslan av dess tyngd, och känslan av att hantera det). Det gör i sin tur både att det blir en högre grad av förkroppsligande i VR, en högre immersion genom en högre trovärdighet kring simuleringens äkthet, och att det går att träna på finmotorisk användning av instrument.

Genom att allt fler headset använder det som kallas för *”inside-out-tracking”*, alltså att det är kameror monterade på headseten som används för att de skall kunna orientera sig i rummet, så är det också möjligt med dessa headset att låta deltagaren *”se igenom headseten”*. Med andra ord går det att projicera kameraströmmen direkt till deltagaren, så att headseten egentligen bara visar en avbild av det som de ser utifrån – deltagaren ser då alltså i stort sett samma som de hade sett utan VR-glasögonen, ungefär som att titta genom kameran på sin smarta telefon. Det här gör det även möjligt att visa delar av den verkliga världen i en VR-upplevelse, och exempelvis skapa *”luckor”* ut till den verkliga världen (som exempelvis kan representeras av ett fönster i VR-världen), eller att det är en vägg som saknas. På

så sätt går det att skapa VR-upplevelser som inte helt isolerar deltagaren ifrån den verkliga världen, utan istället tillåter att de ser eventuella klasskamrater och/eller lärare medan de är inne i VR-världen. För de som står utanför är det i regel möjligt att även spegla det som deltagaren ser inuti VR, varför det således blir möjligt att ha en interaktion mellan den som tränar i VR och den/de som står utanför. För Meta Quest-serien av VR-headset så kallas detta för "pass through".

Detta är användbart i flera aspekter. Dels så kan det upplevas som en trygghet för den som är i VR att veta att "världen finns kvar där utanför", och det finns en pedagogisk poäng i att kunna se sin handledare som då även kan visa med kroppsrörelser när denne skall instruera något (utan att själv behöva ha teknologin för att kunna vara i VR-världen samtidigt). I de fallen då det också kan finnas en brist på tillgängliga headset för en hel klass så går det även att bygga en pedagogik kring detta, där klasskamraterna får hjälpa och instruera varandra genom att de som är utanför kan se det som den som är i VR ser. Just denna mekanism, att låta även de som inte just då är i VR få ha en roll är något som har nyttjats i VR-spelet "Keep talking and nobody explodes", där det är en spelare som befinner sig i VR-världen och skall desarmera en bomb, samtidigt som den får instruktioner av sina vänner utanför som sitter med manualen och då måste förklara korrekt procedur för sin kamrat i VR⁴².

Denna tekniska möjlighet har även nyttjats i kultur- och sammanhang, i projektet "Telning Soft", där den skapade en koppling och möjlighet att kommunicera och dela en gemensam upplevelse mellan den som är i VR och en person som är delaktig i upplevelsen, men står utanför VR. Genom att också använda sig av interaktionsdesign och idéer från transmedialt historieberättande, samt användande av fysiska artefakter och mixed reality-inslag så vävdes upplevelsorna samman med hjälp av att den som står utanför

även utför vissa uppgifter på instruktion från den inuti VR, som i sin tur adderar till upplevelsen för den inuti VR (Di Feola, 2024).

Den sortens haptiska teknologi som har beskrivits som ett medel i att öka känslan av "virtual re-embodiment" i avsnitt "Känslan av jaget, närvaro och förkroppsligande i VR" kan också nyttjas specifikt med syfte att öka graden av lärande i VR. Det finns olika former av haptiska teknologier, men det alla har gemensamt är att de försöker översätta en känsla av taktilitet från den virtuella världen till den fysiska världen. I en rent virtuell upplevelse går det ju inte att faktiskt ta på något objekt, utan alla objekt kommer att upplevas som "hologram". Ett sätt att komma runt detta är som beskrivet ovan – att använda sig av mixed reality teknologi och faktiskt mappa digitala representationer till fysiska objekt som en del av simuleringen. Ett annat sätt är att använda sig av haptik.

Den vanliga formen av haptik är så kallade "haptiska handskar", så som exempelvis Senseglove Nova⁴³, eller HaptX Gloves G1⁴⁴. Med denna sorts handskar blir det då alltså möjligt att både få en känsla av textur och densitet när en användare lyfter upp ett digitalt objekt, och det kan ge en ökad effekt av inläring när det kommer till just att träna på att använda olika typer av instrument. Det har även visats i forskning att just påkoppling av haptisk teknologi kan öka inläringen i VR (Lelevé, 2020), genom att den som tränas både får en ökad känsla av förkroppsligande (och alltså koppling till den virtuella världen), men också att det går att nyttja inläring genom motoriskt minne (Bernadoni, et al., 2019). Det finns även helkroppsdräkter för haptiska upplevelser som exempelvis Tesla Suit⁴⁵, vilket då även ibland möjliggör inte bara en känsla av att du faktiskt kan "känna" virtuella objekt men också att du kan uppleva vind, kyla och värme i VR.

Det som ofta återkommer som argument till varför just haptik skulle vara ett väldigt nyttigt komple-

42 <https://keeptalkinggame.com/>

43 https://www.youtube.com/watch?v=TajCGQJTrT8&ab_channel=SenseGlove

44 https://www.youtube.com/watch?v=crjr01xTY4&ab_channel=HaptX

45 https://www.youtube.com/watch?v=rFcbVrQWJSU&ab_channel=Teslasuit

ment för VR inom utbildning är just möjligheten till mängdträning av moment som kan vara potentiellt farliga, och att kroppen då genom mängdträning i en säker VR-miljö kan "programmeras" för muskelminnet skall aktiveras så att personen kan använda detta i de verkliga situationerna. För användning inom industrin så kan detta vara något som är nyttigt för att träna på exceptionella situationer, så som exempelvis sällan inträffande och väldigt krävande arbeten i vissa maskiner, eller nödsituationer så som brand eller kemikalieutsläpp. Det är dock fortfarande en relativt hög kostnad som är förknippad med dessa teknologier, och av den anledningen krävs det att det just är moment som kräver den haptiska återkopplingen för att ge effekt för att kunna motivera kostnaden. Detta kan inom vården vara exempelvis operationsprocedurer och hantering av medicinsk utrustning som exempelvis intubering, där det ligger i risk för patienten. Forskning har där visat att det finns just ett värde av användning av haptisk input för att kunna träna på detta (Escobar-Castillejos, et al., 2016), men för applikation inom rena omvårdandescenarior överväger knappast nyttan idag kostnaden för tekniken. I en framtid med billigare och mera lättillgänglig haptik så kan detta dock komma att ändras.

Det finns även, som tidigare nämnt i avsnittet "*Känslan av jaget, närvaro och förkroppsligande i VR*", möjligheter att öka immersionsgraden och känslan av realism genom att koppla på fler sinnen än bara syn och hörsel i en VR-upplevelse. Förutom möjligheterna att kunna använda sig av haptiska input för att simulera en sensation av att kunna känna densitet och textur på objekt så är det även möjligt att koppla på lukt via olika tredjepartshårdvaror. Det finns både rent kommersiella produkter som är under utveckling, så som exempelvis teknologin från Scientient⁴⁶, och de som är utvecklade som rena forskningsprojekt i likhet med Olfactometern utvecklad av forskare vid Stockholms universitet och Malmö Universitet (Niedenthal, et al., 2023). Den senare finns även

tillgänglig via öppen källkod och ritningar för vem som helst att bygga⁴⁷, för syften som är icke-kommersiella.

Just att koppla på lukt på en VR-upplevelse har ett värde inte bara för att öka immersionsgraden, utan också för att just lukter är något som är nära kopplat till våra minnen och något som faktiskt förmår att få oss att återuppleva gamla minnen (se exempelvis "Madeleine-effekten" så som myntat i Prousts "På spaning efter den tid som flytt"). Av den anledningen kan detta potentiellt sett användas som ett medel även i inlärning, genom att välja ut och använda sig av lukter som är nära förknippade med just de procedurer som skall tränas. Evolutionärt har just lukt använts som ett sätt för oss att förstå vad som är ett hot eller vad som vi bör söka oss till, och det är något som är knutet till det limbiska systemet, och genom detta går det därför också att återkalla ett minne genom just lukten som ett medium (Sullivan, et al., 2015). I en VR-upplevelse för träning och validering skulle exempelvis detta kunna nyttjas genom att exempelvis koppla på lukten av lokalerna och miljöerna (just sjukhuslokaler har som bekant en distinkt doft), eller lukten av någon viss typ av vätska eller kemikalie som används vid en viss procedur (som exempelvis doften av desinfektionsmedel, eller handsprit).

Generativ AI för VR-utveckling

Trots höga kostnader för utveckling av digitalt innehåll för immersiva upplevelser så finns det nu teknologier vid tröskeln till storskalig implementering som kan förändra detta radikalt – generativ AI. Redan används generativ AI från företag så som OpenAI, Meta, Google och Amazon för att både skapa helt AI-genererade bilder och textinnehåll (vilket exempelvis skulle kunna vara "manuset" för karaktärer och händelser en VR-upplevelse), men det är också på gång tjänster för AI-genererad video som

⁴⁶ <https://www.scientient.tech/>

⁴⁷ <https://osf.io/zaqxx/>

OpenAI's "Sora"⁴⁸. Detta håller självfallet också på att utforskas med syfte att kunna generera 3D-objekt, där exempelvis Nvidia har utvecklat ett verktyg kallat "GET3D" som är baserat på öppen källkod och fritt för vem som helst att använda⁴⁹. Det har också gjorts exempel på där generativ AI har använts i realtid för att texturera en virtuell, immersiv värld, där deltagarna gick runt i ett rum och helt enkelt beskrev vad de ville att olika ytor skulle föreställa, där de exempelvis bestämde vad som skulle synas på en virtuell TV-skärm, och hur mattor och tapeter skulle se ut (Numan, et al., 2023).

Det som denna teknologi pekar på är just att kostnaden för att utveckla immersiva upplevelser drastiskt kommer att kunna minska i framtiden, i takt med att tiden det tar att just skapa innehållet i dem kommer att minska dramatiskt. Gissningsvis kommer utfallet om några år kunna vara att kostnaden på just grafikutvecklingsidan kan decimeras, och det är inte orimligt att förutspå en minskning med ned till kanske en femtedel av nuvarande kostnad för innehåll av motsvarande kvalitet. Sedan är det värt att notera att inom underhållningsindustrin så kommer detta med en risk att användarna känner sig lurade och bedragna, då de anser att de har betalat för den artistiska insatsen som det innebär att skapa innehåll till ett spel. Detta blev effekten när spelare av spelet *Cyan Worlds* fick reda på att en betydande del av innehållet hade genererats med hjälp av AI, vilket rapporterades i Newzoo's rapport "Global Games Market Report 2023" (Newzoo, 2023). Detta lär dock inte vara ett problem för upplevelser som är till för träning och simulering, då det här endast är själva syftet att utbilda som står i centrum, mer än att få uppleva ett konstnärligt innehåll.

Generativ AI har inte bara potentialen att drastiskt minska utvecklingskostnad för immersiva upplevelser, utan det kan också vara ett väldigt kraftfullt verktyg för att kunna skapa mera dynamiska upplevelser – genom att det kan "ge liv" åt datorstyrda

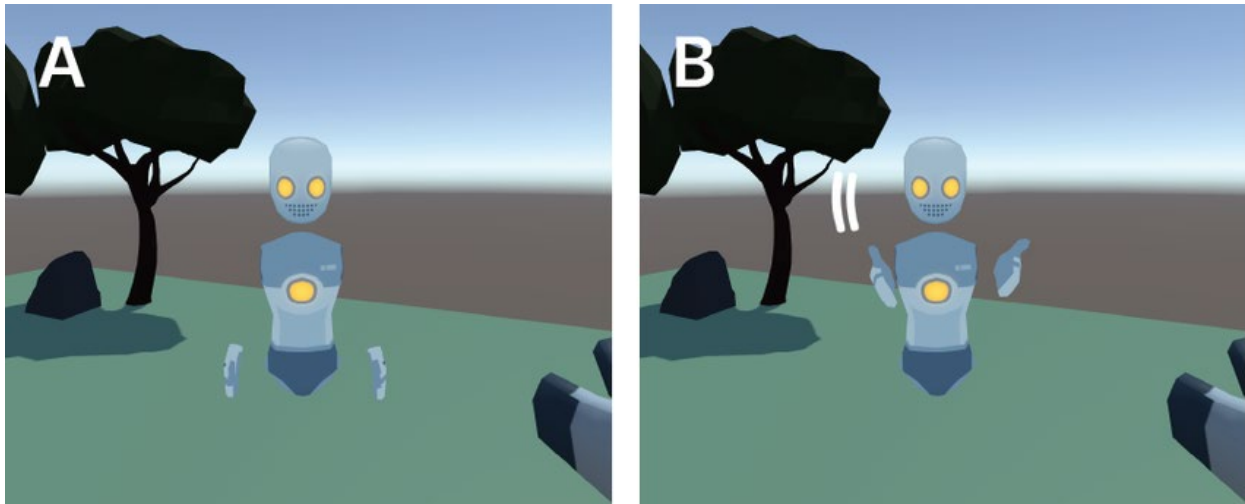
avatarer. Detta är möjligt genom att koppla på så kallade stora språkmodeller, eller Large Language Models, eller mera specifikt en GPT (General Pre-Trained Transformer) som agerar som en modell som kan både läsa och förstå naturlig text, och därigenom också följa instruktioner och svara på frågor utifrån en given kontext eller leverera den med en viss form av inramning. Detta är något där utvecklingen har gått framåt lavinartat de senaste två åren, och den kanske allra mest kända GPT-modellen för allmänheten är "ChatGPT" från företaget OpenAI, som senast har släppts i en version (version GPT 4O) som inte bara klarar av att ta skriven text som input, utan som går att tala till direkt och sedan få ett svar på en fråga eller för all del hålla en regelrätt konversation.

Även innan dessa senaste iterationer av GPT-tjänster så började många forskare och utvecklare att koppla ihop transkriberingsverktyg, så kallade "speech-to-text" och "text-to-speech"-tjänster för att kunna låta en användare tala in något till modellen, varpå dessa tjänster sedan översatte detta fram och tillbaka mellan tal och text. Effekten blev just att en användare kunde "tala" med GPT-tjänsterna, och få ett svar levererat i röstform också. Tidigt insåg också forskare och utvecklare vinsterna med detta inom just immersiva format, och testade bland annat att koppla ihop detta med en datorgenererad karaktär i en immersiv värld, där det gjorde det möjligt att helt dynamiskt instruera denna till att exempelvis svara på frågor, ha en konversation eller inta en annan roll. I just detta exempel så valde de bland annat att låta avataren få vara spelare i en frågesport, något som helt och hållet instruerades medan de var i VR-upplevelsen (Numan, et. al, 2023), se *Figur 20*.

Det har även senare implementerats i kommersiella spel, där exempelvis spelen *Elder's Scrolls Skyrim* och *Fallout 4* båda har fått tillgång till en modifikation kallad "Mantella", som möjliggör för spelaren att gå fram och hålla en konversation med vilken digital

48 <https://openai.com/index/sora/>

49 <https://developer.nvidia.com/blog/rapidly-generate-3d-assets-for-virtual-worlds-with-generative-ai/>



Figur 20. Illustration av frågesport i VR med GPT-kontrollerad avatar i form av en robot, från exemplet "Ubiq Geenie". Bild skapad av Nels Numan

karaktär som helst i spelet⁵⁰. Tidigare har denna sorts interaktioner varit mer eller mindre skriptade, och något som då alltså har behövts begränsas till endast huvudkaraktärer, där bikastraktererna i spel oftast har varit mer eller mindre passiva.

Inom fältet för VR för utbildning så öppnar detta upp enorma möjligheter för att kunna skapa virtuella patienter, kollegor och för all del också mentorer som kan populera de immersiva världarna. Genom en teknik som kallas för "prompt engineering" blir det också möjligt att styra på vilket sätt dessa karaktärer skall bete sig, och ge dem en kontext som exempelvis: "Du intar rollen som en patient med högt blodtryck. Du har sjukhuskräck och tycker det är obehagligt med både undersökningsrum och instrumenten. Du har tidigare en erfarenhet av att inte få rätt bemötande med tanke på detta." I detta fall skulle då alla svar som kommer från den simulerade patienten att levereras med detta i åtanke, lite så som en skådespelare får instruktioner kring vilken karaktär den skall spela när den skall leverera repliker eller improvisera i förhållande till det. Det blir också allt mer utvecklat med hur mycket minne som dessa GPT-tjänster kan hålla, alltså hur pass mycket de kan komma ihåg vad ni redan "pratade" om i en kon-

versation, varför det blir möjligt att en avatar kan uttrycka att det är för mycket upprepningar eller visa irritation kring att det tar för lång tid. Detta ger då alltså en möjlighet att öva på något som är mycket mera likt en verklig, dynamisk patient än de tidigare mera statiska fallen. Det är också en möjlighet att implementera virtuella kollegor, som då antingen kan vara hjälpsamma och vara möjliga att fråga om hjälp, men som också kan vara störande moment som pratar på om ovidkommande saker för att träna studenten i att hantera detta samtidigt som denne utför sitt jobb.

Något som också börjar närma sig är möjligheter för en datorstyrd avatar att inte bara förstå rena instruktioner eller frågor, utan att också förstå den icke-verbala kommunikationen som finns inbyggd. Beroende på hur någon säger något så kan det finnas uttryck av många olika känslor, så som ilska, irritation, stress, ångest, oro, etc., och det är att betrakta som allmänt känt att en stor del av vår kommunikation är just icke-verbal kommunikation. Dessa finns det ett stort behov av att kunna förstå och hantera inom exempelvis vård- och omsorgsrelaterade yrken, och således finns det en poäng med att även kunna öva på det i en säker simulerad miljö. Hur går

50 <https://www.nexusmods.com/skyrimspcialedition/mods/98631/>

det exempelvis att öva på sitt eget patientbemötande, så att patienten inte uppfattar någon som just arg eller irriterad? Och om du skall få patienten till att följa dina instruktioner så kan det vara just av högsta vikt att du just framstår som lugn och professionell i ditt utövande.

Denna typ av analys av icke-verbalt innehåll i talade meddelanden är redan möjligt att göra med den senaste generationens GPT-modeller (som exempelvis GPT-4o), och möjliggör för modellen att faktiskt analysera vad för känslor som ligger inbyggt det som sägs. Men icke-verbal kommunikation är som bekant mer än bara det som sägs, det är exempelvis även ansiktsuttryck, hållning och gestikulationer. Här görs det redan mycket utveckling, och för ansiktsuttryck så finns en teknologi som kallas "Facial Expression Recognition", vilket bygger på att en AI för "maskinseende" analyserar en bild eller video av ett ansikte och då tolkar vilka känslor som det uttrycker. Det görs oftast genom att en kamera monteras på användaren, och riktas mot dennes ansikte varpå denna analys sker i realtid. Det finns även motsvarande maskinseendebaserad teknologi för att kunna analysera hållning och gester, men då istället med kameror placerade i rummet som analyserar användarens beteenden.

Här blir det alltså då möjligt för en datorstyrd avatar att faktiskt också förstå vilken sorts icke-verbal kommunikation som en användare sänder ut, och respondera på denna på ett realistiskt sätt. Något som gör att en övning tillsammans med en virtuell patient, eller en interaktion med en virtuell kollega blir mera lik den som hade inträffat i ett verkligt scenario, och alltså har ett högre värde inom utbildning. Det är dock fortfarande ett område som utforskas av forskningen, och även om den pekar på ett behov av utveckling av designramverk för denna sortens interaktion så finns ett stort behov av vidare forskning och utveckling (Maloney, et al., 2020). Med det sagt, även om det i nuläget saknas kommersiella exempel där man har implementerat detta så har den

senaste utvecklingen inom AI med stor sannolikhet sänkt trösklarna och därför öppnat upp för fler möjligheter att skapa denna sorts sammansatta tekniska system för analys av icke-verbal kommunikation och ihopkoppling med GPT-styrda avatarer. Det kan således vara så nära som ett par år bort.

Nya möjligheter med VR för lärande och validering

Just att träna på något i VR har också möjlighet till pedagogiska fördelar som inte går att uppnå med traditionella utbildningsmetoder, och en av de kanske mest spännande är nyttjandet av den så kallade "Proteuseffekten". Denna upptäcktes av en forskargrupp som lyckades visa att det faktiskt går att påverka en deltagares självkänsla och självförtroende genom en VR-simulering. I det utförda experimentet så var det en situation där två stycken deltagare skulle förhandla i VR, och där båda representerades av avatarer där den ena var längre än den andra. Experimentet visade att den som hade den längre avataren var mycket mera trolig att komma ut som segrare ur argumentationen, men vad ännu mera intressant så visade experimentet att denna effekt kvarstod i en uppföljande förhandling utanför VR mellan samma deltagare (Yee, et al., 2009). Inom rollspel och i synnerhet lajv eller "Nordic LARP" så finns en liknande mekanism som används för att beskriva när en deltagare känner att den blir integrerad och även förändrad av karaktären som, något som där beskrivs som "bleed".

Denna möjlighet att faktiskt påverka en deltagares självkänsla genom en designad fullkroppsavatar (alltså en digital representation som deltagaren får i VR-världen) är något som öppnar upp för spännande möjligheter inom just VR-träning. Det skulle alltså kunna vara möjligt att i en VR-simulering inducera en känsla av ökat självförtroende hos de som använder den, exempelvis genom att du som undersköterskestudent eller sjuksköterskestudent får se att du

har på dig korrekt arbetsuniform och då alltså kan "gå in i rollen som färdigutbildad". Det går med andra ord också att laborera med längd på en student och mellan olika datorstyrda avatarer, då detta var en av de huvudsakliga faktorerna som påverkade utfallet i ursprungsexperimentet av Yee.

En VR-simulering kan också göras möjlig att anpassa sig dynamiskt i svårighetsgrad utifrån en användares färdigheter. Risker inom många utbildningar är att inlärningskurvan är för brant, och att studenter därför väljer att hoppa av när de upplever att de inte hänger med och det blir för svårt för snabbt. Intressant nog så är det möjligt att med hjälp av analys av biometriska data, så som exempelvis puls och utsöndring av svett, och även med hjälp av EEG-mätning (här går det att mäta exempelvis kognitiv belastning) göra en bedömning av om studenten känner sig stressad, eller upplever att ett scenario är lätt eller svårt. Med det går det alltså därför att anpassa en simulering utifrån detta, och låta svårighetsgraden få ändras utifrån hur stressad eller belastad en student upplevs – så att det inte blir en överväldigande upplevelse på en gång för studenten. Dessa indikatorer skulle exempelvis kunna modulera om studenten får uppleva en patient som är mer eller mindre medgörlig, eller om det är mer eller mindre komplicerade medicinska tillstånd som inträffar under en simulering. Även i interaktionen till kollegor går detta att använda, så att en redan mera stressad och högt kognitivt belastad student inte behöver utsättas för att en virtuell kollega börjar prata en massa om något ovidkommande, medan någon som verkar klara av situationen just skall prövas mot detta också.

En viktig parameter när man pratar om VR som verktyg för lärande är att det också har potential att kunna skapa ett lärande som stimulerar olika lärandeförmågor. Till skillnad från traditionellt teoretiskt lärande är VR både upplevelsebaserat och interaktivt. Individerna har en god möjlighet att även bli en deltagare som medverkar i lärandet istället för att

bara passivt ta emot information, och även i fall då det rör sig om farliga eller utmanande situationer som skulle innebära en risk i verkligheten. Det upplevelsebaserade lärandet är ett forskningsfält som under flera årtionden fått stor uppmärksamhet och som även i viss mån återspeglas i de kompetenser som EU pekat ut som centrala för framtidens arbetskraft. Förmågor att lära sig lära, att ställa om, att anpassa sig till olika situationer är alla exempel där VR genom sin immersion och sin interaktiva natur kan vara till stor nytta, likaså situationer där praktiska moment är centrala i lärandet, men där det av kostnadsskäl eller praktiska skäl inte går att testa i den fysiska verkligheten. Exempel på detta är hur Epiroc byggt virtuell utbildning för att underhålla delar av stora gruvmaskiner, som skulle bli alldeles för dyr att genomföra om den vore fysisk. Ett annat exempel är virtuella körskolor där man kan öva på situationer som skulle vara farliga för föraren eller andra, till exempel om en katt springer över vägen.

Det innebär naturligtvis inte att VR passar alla. Det finns en teknologisk tröskel som är central att tänka på när man försöker införa lärande via VR eftersom det inte bara handlar om att lära sig det ämne eller den domän som är föremål för själva lärandet, 'det man ska lära sig', utan individen behöver också lära sig hur själva verktyget och tekniken funkar på en sådan nivå att det blir en bekväm lärandeform. Det finns därmed en tröskel som ser olika ut för olika individer som hänger ihop med den mer grundläggande digitala kompetensen. Just digital skills och digital literacy är en central del i EU:s digitala strategi för 2030, eftersom det kan förväntas att framtidens flöde av lärande och information i allt högre grad sker digitalt. Där trappsteget för 10-20 år sedan var att gå från analog till digital miljö, blir inträdet i en virtuell värld, vare sig den är helt virtuell som i VR eller mer nära den fysiska verkligheten som i AR, blir ännu ett trappsteg av lärande.

Det innebär att samtidigt som VR kan vara ett kraftfullt pedagogiskt verktyg finns det en utmaning i

lärandet. Denna utmaning har också flera dimensioner, för det är inte bara mottagarna som ska lära sig som behöver ta sig an 'tekniktrappan', utan även de som ska lära ut. Det är inte självklart för utbildare, lärare och annan personal som genomför utbildningar och validering att nyttja VR som verktyg och om inte förutsättningarna finns på plats för att känna sig trygg i användandet kommer inte heller lärandet nå god kvalitet. I en guidebok framtagen av RISE i samarbete med Teknikföretagen och IF Metall under projektet "Digital pedagogik och kompetens i industrin", framgår att det krävs både organisatoriskt ledarskap och beredskap såväl hos chefer som

utbildare och mottagare av lärandet (Bjursell, 2022). Utgångspunkten i det projektet är lika sann i en VR-kontext, nämligen vetskapen om att mycket lärande är utformat av en viss typ av personer, för en viss typ av mottagare. Men viljan att lära in ny kunskap och skaffa sig nya färdigheter varierar mycket mellan olika målgrupper, inte minst när detta sker med annorlunda lärmeter än man tidigare varit van vid. För vissa kommer det upplevas som en befrielse att bryta 'klassrumsmetodiken', men för andra kommer tekniken utgöra ett massivt mentalt hinder i sig själv - särskilt för grupper med låg digital kompetens i vardagen i övrigt.

Potentialen för nyttjande inom validering och lärande

Detta kapitel behandlar frågor som rör hur VR i dess nuvarande form kan vara mest aktuell för implementering inom validering och lärande, utifrån ett övergripande perspektiv. Häri behandlas frågor som är viktiga att ta i beaktning innan det är dags att gå vidare och utforma själva VR-upplevelsen. Vilket sammanhang skall den finnas i? Vad mer behöver finnas på plats i organisationen för att det skall bli ett effektivt nyttjande? Hur ser det ut med ekonomin bakom en liknande satsning? Vad behövs för att kunna räkna hem en VR-implementation långsiktigt? Det diskuteras också vilka metoder som är nödvändiga för att få en nytta med tekniken, för att undvika ”teknik för teknikens skull”. Kapitlet är framför allt tillägnat dig som är i processen att förstå om det är ett klokt beslut att implementera VR för validering eller lärande i er verksamhet. För dig som bara önskar ha en orientering kring detta rekommenderar vi att du läser sammanfattningen nedan.

SAMMANFATTNING

Implementeringen av VR-teknik för lärande och validering kräver att den beställande organisationen har ett verkligt behov och en förståelse för tekniken. VR kan erbjuda effektiva lösningar för träning och validering, men det är avgörande att förstå dess didaktiska dimension. VR är särskilt användbart för att träna på processer, utforska utrustning utan risk, och att öva på farliga moment. Däremot är det inte alltid lämpligt för teoretisk kunskapsinhämtning, där traditionella metoder kan vara mer effektiva.

Digitalisering och digitisering är två olika processer. Digitisering innebär att överföra analogt material till digitalt format, medan digitalisering förändrar arbetsmetoder genom att utnyttja digitala verktyg. För att maximera nyttan av VR bör man tänka på vad som är möjligt med VR som inte var möjligt

tidigare, och hur detta kan förändra organisationen och pedagogiken.

VR har potential att underlätta förkorta processen för validering främst gällande kompetenskartläggning där en individ i VR skulle kunna visa sina kunskaper avseende främst processer och teoretisk kunskap. Att nyttja teknologin för de praktiska momenten anses dock ännu inte lämpligt.

Användarnas digitala kompetens är avgörande för att VR ska vara effektivt; det gäller både instruktörer/lärare och elever. Ledarskap och planering är viktiga för att säkerställa att både instruktörer och deltagare är bekväma med tekniken.

Det finns fortfarande stora tekniska utmaningar med VR; allt går inte att simulera och öva på i VR.

Behovet av ett faktiskt behov och en medveten beställare

En av de viktigaste sakerna vid implementering av en teknisk lösning så som VR för lärande och validering är just att den beställande organisationen har ett verkligt behov av tekniken, en förståelse för varför den skall användas och hur den skall kunna lösa problemet. Detta för att det skall finnas en känsla av både önskemål för tekniken, och ett ägandeskap, så att det inte upplevs att det är något som bara har "kastats på organisationen" och sedan leder till att det inte underhålls och hamnar i malpåse. Utan detta driv måste komma från organisationen självt, även om det kan behövas utbildning i just vad denna nya teknik kan erbjuda vare sig det är för att skapa ett mera effektivt system för validering, och nya möjligheter till virtuell praktik, eller mer dynamiska lärupplevelser för studenter.

Det didaktiska perspektivet för VR inom lärande

Något som ofta glöms bort vid design och implementering av VR i lärandesammanhang, är just den didaktiska dimensionen. Det är viktigt att komma ihåg att även om en VR-upplevelse för lärande kan vara extremt immersiv och ha ett högt värde för att träna på vissa sorters moment så kommer den inte att vara det bäst lämpade för alla typer av moment. Som tidigare har diskuterats så är VR-träning speciellt bra lämpat exempelvis för att träna på ett moment som kräver en viss typ av mekanisk rörelse som då kan demonstreras och repeteras i en VR-miljö, för att tillåta någon under upplärning att exempelvis få se något som är dolt i verkligheten (att exempelvis kunna "titta in i en maskin", eller se en patient i genomskärning), för att låta någon som är novis få utforska och leka med en viss utrustning utan risk att förstöra något i verkligheten, att träna på saker som är potentiellt farliga att göra i en verklig miljö (som exempelvis brandövningar, riskfyllda kirurgiska in-

grepp), eller för att få en känsla för att genomföra ett visst moment i en verklig miljö (som att tränas för att genomgå en validering, där det går att efterlikna denna situation med god noggrannhet).

Det är dock inte säkert att själva kunskapsinhämtningen av exempelvis teoretisk kunskap bör ske i en VR-miljö, och heller inte att repeterandet av den bör ske här. För sådana moment kan det vara väldigt mycket mera effektivt att använda traditionella metoder, som både kan innefatta klassisk kurslitteratur som läses av studenten, ett frågeformulär för att kontrollera sig själv, en video för att demonstrera en viss procedur, eller ett gruppsamtal med andra studenter och en handledare för att gå igenom något. Även ordningen i vilket saker görs har en betydelse, och VR kan därför ha ett värde exempelvis senare i en process när grundläggande byggstenar har lagts. Just därför att VR är ett sätt att komma närmare den verksamhetsnära verkligheten så är det didaktiskt mera att betrakta som något som kan likna praktik, där en student redan förväntas ha grundläggande teoretiska kunskaper – men i en miljö där det är mera okej att få göra misstag och lära sig av dessa. Således bör en VR-simulering kunna placeras just mellan de mera traditionella teoretiska delarna, och en verklig praktik – för att låta en student eller validand få öva på vad det innebär att utföra moment i en simulerad miljö.

Det är också möjligt att se VR som ett sätt att få öva på något som kan upplevas som obekvämt i praktik. I fallet med utbildning inom vård och omsorg så beskrivs ofta att det finns upplevda problem hos många undersköterskor och sjuksköterskor att de blir illa behandlade av läkare, och det finns också ett problem med att det är svårt att hitta någon handledare för kliniska placeringar då de allra flesta har fullt upp med den dagliga verksamheten och känslan kan vara att "de inte hinner med studenterna"⁵¹. Därigenom kan just VR vara något som fyller ett didaktiskt syfte, genom att man här kan få en större mängd träning i en nära på klinisk miljö, och även med hjälp av

51. Intervju med Prof. Kristina Mikkonen, 2024-09-20.

den senaste teknologin för kommunikation mellan användare och avatarer (se avsnittet "Generativ AI för VR-utveckling" och även scenariot "Scenario: VR för språkträning") att kunna öva på och bli mera bekväm i möte med exempelvis en patient, en brukare eller en kollega i samma eller annan yrkesroll.

VR kan också hjälpa att sätta mindre beståndsdelar i ett större sammanhang i ett tidigt stadium. Ett exempel kan vara vid genomgång av en viss typ av maskin, där de olika delarna var för sig är förhållandevis enkla att visa som modeller eller med riktiga delar som har skurits upp för att demonstrera dess innanmäten, men där hela maskinen blir praktiskt taget omöjlig att demonstrera i en klassrumsmiljö. Här kan VR alltså förmå att visa hela system som en sammansättning av de individuella delarna som har förevisats, utan att behöva vara på plats vid en verklig maskin.

Digitalisering vs digitisering

Inom allting som rör tillämpning av digitala verktyg inom en befintlig verksamhet så pratas det ofta om ordet "digitalisering". Vad som ibland dock inte är lika tydligt är hur detta skall definieras och tolkas, och hur ordet "digitalisering" skiljer sig från det närbesläktade ordet "digitisering".

Med digitisering så menas processen att ta ett analogt material, så som exempelvis ett dokument eller ett fotografi, och föra över det till ett digitalt format genom att exempelvis skanna det. Det kan också sägas vara att ta en syssla som tidigare gjordes med analoga metoder, så som att skriva rapporter eller PM, och föra in den i ett digitalt system – så som ordbehandlingssystem i en dator. När detta görs rakt av så implicerar det att vi fortfarande gör samma sak som vi gjorde i den analoga världen, men nu i digital form. Detta kan innebära att vi kan jobba något mera effektivt och nyttja fler funktioner, men vi har fortfarande arbetsmetoderna med oss från den

analoga tiden och nyttjar bara dessa digitala verktyg som en ersättning för de analoga diton.

Med digitalisering så menas något annat, det är när man tillåter dessa digitala verktyg att faktiskt förändra sättet vi arbetar på. Så som marknadsanalytikern Simeon Preston uttryckte det:

"The biggest part of our digital transformation is changing the way we think"

Det är alltså inte de digitala verktygen i sig som är den stora förändringen utan i hur de förändrar hur vi kan jobba och verka i samhället. Som för att återknytta till föregående exempel, i fallet med ett dokument som har digitiserats och förts in i ett ordbehandlingsprogram så är det inte självklart att det förändrar sättet vi jobbar. Men genom att använda ett digitaliserat arbetssätt så blir det därigenom möjligt att sitta flera personer samtidigt, på flera olika delar i världen och arbeta i samma dokument uppkopplat, att effektivt kunna kommentera olika delar och ha parallella diskussioner om dokumentets utformning trots att personerna arbetar asynkront. Detta är alltså något som var praktiskt taget omöjligt i den analoga världen, och som drar nytta av det digitaliserade dokumentet i en digitaliserad arbetsprocess.

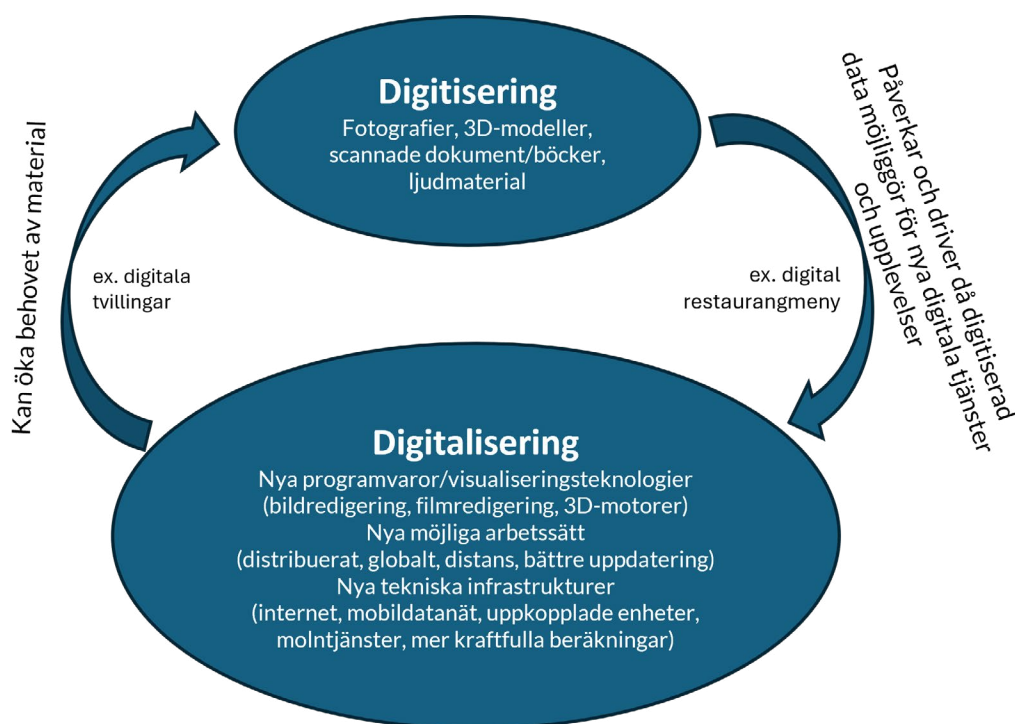
Det samma gäller också när det kommer till nyttjande av VR inom utbildning och validering. Att "bara" ta fram en VR-applikation som en ersättare av det som annars görs analogt blir mer av en digitiseringsprocess än en digitaliseringsprocess. För att vi skall få maximal nytta av VR som ett verktyg gäller det att hela tiden tänka "vad är möjligt med VR som inte gick att göra med de analoga metoderna?", och hur kan detta således förändra kanske hela organisationen och vissa av grundstenarna i didaktik och pedagogik. Det kan ju vara så att just möjligheten till att kunna träna på hantverksmässiga kunskaper asynkront och på sin hemort gör att vi i framtiden inte längre behöver laborations-salar, eller att de skall vara ut-

formade på ett helt annat sätt än idag då vissa av momenten helt enkelt fungerar bättre att träna på i VR med de förutsättningarna som finns där. Det här är svårt att veta på förhand, utan är något som behöver utforskas samtidigt som dessa lösningar tas fram och börjar tillämpas. Men det viktiga är just att vara öppen för förändringen och inte låsa fast sig i gamla sätt att arbeta. Det är inte enkelt, men det går. Ett väldigt samtida exempel är hur många arbetsliv förändrades genom pandemin, med en ny norm kring möjligheter till distansarbete, något som har hängt kvar även efter att pandemin ebbat ut.

Det finns också en koppling mellan digitalisering och digitisering, där de båda "föder varandra". För att en större digitalisering skall kunna äga rum så krävs det att det finns "digitiserat material" att tillgå. Och på samma sätt så när en viss digitaliseringsprocess har tagit fart så kommer den att öka efterfrågan på det "digitiserade" materialet, och också då kunna ge det nya värden som inte fanns innan. Detta illustreras i *Figur 21*.

Sammanfattningsvis går det alltså att säga att det är viktigt att beakta digitaliseringsprocessen vid införande av VR för träning, utbildning och validering, och alltså studera "vad som blir möjligt med detta som inte var möjligt tidigare", och då i förlängningen tillåta det att även förändra organisationsstrukturer och sättet vi idag arbetar på.

Russels modell för inläring av teknologier (Russel, 1996) stipulerar sex stadier i vuxnas lärande av nya teknologier: medvetenhet, förstå hur teknologin används, applicera och bruka teknologin, bli familjär och van vid teknologin, anpassning och användande av teknologin i andra sammanhang och slutligen kreativa och helt nya sätt att bruka teknologin. Det är viktigt att inte försöka gå från steg 1 (medvetenhet) direkt till steg 3 (applicera och bruka) eller i värsta fall utforma lärandeprocesser som om användaren var på steg 4 (familiaritet och vana). Användaren måste mötas på den nivå hen befinner sig.



Figur 21. Kopplingen mellan digitisering och digitalisering

Mängdträning vs "specialträning"

En fråga som ofta återkommer inom VR-relaterad träning är huruvida det är mera effektivt att just utföra utbildning och träning av repetitiva moment som utförs många gånger, eller om det är bättre att just fokusera på de momenten som kan vara farliga, eller svåra att utföra i verkligheten, eller som inträffar så sällan att det är svårt att annars få öva på dem. Här är inte forskningen entydig kring huruvida det första eller det andra fallet är den mest effektiva användningen av VR, men indikationen är att VR är som mest effektivt just för att träna på specialfallen som är svåra att åstadkomma i verkligheten. Med det sagt så går det ju även bra att öva på mera vardagliga moment i VR, givet att det är svårt att komma åt den vanliga fysiska övningsmiljön – så som i fallet med VR som ett komplement till praktik inom vård- och omsorgsutbildningar eller som ett sätt att förbereda sig för eller kanske rent av genomföra en validering. Att lära sig ett visst moment genom muskelminnet kräver väldigt många repetitioner, så om det är ett förhållandevis enkelt moment som går att repetera utan risker eller störningar i den verkliga miljön så kommer det vara mera effektivt att göra det här – också för att det helt enkelt finns begränsningar kring hur länge den genomsnittlige personen orkar vara innesluten i en VR-värld (det är än så länge inte jättekämbävt att ha på sig ett VR-headset under en längre tid).

Komplement eller ersättning vid validering?

En stor fråga kopplat till användningen av VR för just validering blir huruvida det kan förmå att ersätta en mänsklig bedömare, eller om det är att betrakta som endast ett komplement och verktyg som används av en bedömare. Just möjligheten att ha det som ett komplement är något som bekräftats exempelvis av den genom projektet tidigare utförda förstudien,

där det i rapporten beskrivs att "Under arbetets gång så framkom att många tekniska lösningar kan få så god kvalitet att de kan komplettera verkliga valideringar." (Lutra Interactive, 2024) Detta innebär just att det inte är säkert att det skulle kunna ersätta en mänsklig bedömare, men att det kan vara ett hjälpmedel vid validering.

Hur kan då detta se ut? Dels är det möjligt att skapa mera effektivitet vid validering, genom att en validand faktiskt har möjlighet att öva på valideringstillfället och förstå vad det kommer innebära innan den faktiskt kommer dit. Det är idag ett problem med att det både finns för få bedömare, för få lokaler tillgängliga för validering och samtidigt ett ökande behov av validering. Härigenom blir det därför viktigt att på ett så effektivt sätt som möjligt kunna nyttja det som finns tillgängligt, varför en student som är förberedd är mycket mera troligt att gå igenom valideringen med lyckat utfall.

Sedan vid själva valideringstillfället är det exempelvis möjligt att låta en validand genomgå en validering och utföra momenten i den immersiva miljön, varpå bedömaren antingen tittar på en skärm och följer förloppet (kanske både utifrån ett tredjepersonsperspektiv, och utifrån ett förstapersonsperspektiv utifrån det som validanden ser i sina VR-glasögon). På så sätt går det att skapa flera platser tillgängliga för validering, givet att det inte krävs lokaler med korrekt utrustningsnivå, utan det kan räcka med tomma ytor där det går att köra en VR-upplevelse (något som också kan flyttas mellan olika platser). Därigenom kan det bli möjligt för bedömaren att direkt i VR-simuleringen avgöra om validanden har klarat sina uppgifter enligt protokoll. Det är också möjligt att genom VR i teorin faktiskt erbjuda en mätbarhet som inte finns i ett rent analogt valideringstillfälle, där det exempelvis med biometrisk data eller med positioneringsdata går att avgöra exempelvis kroppshållning och om validanden exempelvis nyttjar ett korrekt handgrepp eller utför ett visst moment på ett ergonomiskt korrekt

vis. Denna data kan så presenteras för bedömaren i realtid och göra det möjligt för den att ha som input i sin bedömning. Även faktorer så som tid för att utföra ett visst moment går här enkelt att extrahera.

Men kan det då gå att helt ersätta en mänsklig bedömare och automatisera denna process? Det är en komplicerad fråga att svara på, men låt oss titta på förutsättningarna. Givet att det faktiskt går att med hjälp av generativ AI kunna tolka och förstå det som en validand säger så skulle det i teorin gå att även låta en AI få analysera innebörden av en viss typ av interaktion och bedöma den utifrån på förhand bestämda kriterier. På samma sätt går det att programmera in i en VR-upplevelse att den skall triggas av, eller registrera att vissa moment utförs eller vissa typer av rörelser har gjorts korrekt. Där tekniken är nu är det dock fortfarande att betrakta i de flesta som inte tillräckligt intuitivt för en genomsnittlig validand att oberoende kunna operera en VR-utrustning och helt kunna fokusera på det innehållsmässiga utan att uppleva att tekniken krånglar. Det blir också i slutändan svårt med både det juridiska och det etiska. För kan en AI stå som signering för

något som en validering? En AI kan även om den är vältränad och fungerar bra för vissa tillämpningar fortfarande begå misstag (även om detta även kan ske av en människa), och kan exempelvis börja "hallucinera" och komma på saker som inte alls stämmer eller fastna i en loop och snöa in på något där den tappar den större kontexten. Så i nuläget, och för en nära framtid är VR för validering att betrakta som just ett verktyg och ett komplement till den mänskliga bedömaren.

Målgruppsperspektiv

För att ett lärande ska ske räcker inte införandet av teknik. De som ska använda det och vara instruktörer, bedömare eller utbildare måste kunna ta till sig den typen av verktyg fullt ut och olika grupper i olika branscher kan ha olika förutsättningar. Likaså måste målgruppen bedömas och analyseras – en del yrkesgrupper, primärt med lägre förkunskaper och vana av teknik och digitalisering – kan ha svårare att ta till sig en valideringsform som nyttjar VR och därför blir själva metoden som det införs inom viktig.



Figur 22. Grundläggande antaganden för lärande

Det har tidigare nämnts att den tekniska komponenten av att ha VR med i utbildningssammanhang eller valideringssammanhang kan vara utmanande för individer med låg digital kompetens, men detsamma gäller också för de som ska sköta och genomföra utbildningen eller valideringen. I de fall där tekniken känns ovan, svår och för komplex, försvårar den inlärningen och blir som ett hinder för lärandet eller bedömningen.

I forskningsöversikten *Lärande i arbetslivet: motivation, digitalisering och effekter*, som genomförts av Encell, nationellt centrum för livslångt lärande vid Jönköping University, påpekas att digital kompetens är inte bara en typ av förmåga (Bjursell 2022). Forskningen lyfter fram så många som 25 olika aspekter (Oberländer, Beinicke & Bipp, 2020) av digital kompetens. Förutsättningarna för lärande är också beroende av grundläggande antaganden av lärande (Michael, 2006), se *Figur 22*.

Det framgår också i Encellstudien att "ledning av lärande är ett hantverk" (Bjursell, 2022, s.62). Således är det viktigt att komma ihåg att eftersom VR i många fall är en helt ny teknik så krävs det både ett aktivt ledarskap i den organisation som ska nyttja VR till lärandet, men också rätt förutsättningar och god planering för att deltagarna ska ta det till sig, inte minst genom att "train the trainer", så att de som ska genomföra lärande eller validering via VR, faktiskt också har rätt kunskaper och är trygga nog i tekniken att den inte negativt påverkar deras pedagogiska arbete.

Målgruppens förmåga att lära sig på detta sätt måste också ges tillräckligt utrymme i planeringen. Med tiden kommer yngre generationer, mer vana vid digital teknik och på sikt även VR, enklare kunna brygga detta gap, men för individer som redan är i andra halvan av arbetslivet kan det vara en större individuell utmaning.

Det underlättar i det här fallet om verktyget som används, i det här fallet VR, genom sitt format för lä-

rande tillför effekter som användaren upplever som förstärkande eller förbättrande. Om verktyget å andra sidan inte tillför något mer än att det fysiska blir virtuellt, är det inte lika säkert att användaren ser ett lika stort värde. Det innebär inte att det ändå kan finnas andra skäl (exempelvis ekonomiska, när stora grupper ska utbildas), att införa VR, men det kräver ändå att man vid ledning och planering av sådana insatser är medveten om målgruppens beredskap eller "learning readiness", ett forskningsfält som är relativt stort. Det kan göras genom både enklare enkätstudier, men företrädesvis också genom intervjuer med presumptiva deltagare i piloter där det blir viktigt att anpassa genomförandet efter vilken nivå mottagaren befinner sig på.

Utmaningar med att simulera vissa arbetsmoment i VR

Som blivit uppenbart genom detta kapitel så finns det otaliga scenarier och redan befintliga case där VR används för att understödja någon form av lärandeprocess i arbetslivet. I tidigare kapitel så talades det om den designmässiga frågan kring huruvida en VR-simulering för lärande lämpar sig bäst för moment som utförs många gånger dagligen och rutinmässigt, eller för de moment som inträffar mera sällan (se Bulkträning vs "specialträning"), där den begränsade forskning som finns pekar på att det mest effektiva är just träning på moment som inte inträffar så ofta. Men det finns även andra designmässiga delar som är viktiga att ta i beaktning innan och under designen av en VR-upplevelse för lärande: hur pass komplicerat eller enkelt det är implementeringstekniskt att få en bra användarupplevelse beroende på vad för slags moment som skall simuleras.

Enkelt sätt så kan detta uttryckas genom att bryta ned själva momenten i följande undergrupper:

- Interaktion med hårda eller mjuka material
- Interaktion med andra människor eller interaktion med AI-styrda karaktärer

Rörande interaktion med objekt med olika mekaniska egenskaper, alltså om de är hårda eller mjuka, plastiska eller elastiska så kommer detta ha en stor påverkan på komplexiteten i att simulera dem. Det är fortfarande mycket enklare interaktionsmässigt att handskas med hårda material i VR, än vad det är med mjuka material. Detta, då det dels i VR är väldigt svårt att få en känsla för ett mjukt material, men också för att det beräkningstekniskt är svårare att simulera dynamiken i hur mjuka material beter sig. Så av den senare anledningen riskerar mjuka material som skall upplevas i VR att kännas "överkliga" och inte bete sig på det sättet som en användare förväntar sig – och alltså då riskera att bryta illusionen av "plausability illusion" (se avsnittet "Att uppnå högre immersion, varför och hur?"). Det har också visat sig att det är svårt att greppa och hantera mjuka objekt i VR, också då det oftast är en avsaknad av taktill återkoppling i VR som kan återskapa känslan av att hantera ett objekt som är följsamt. Med statiska objekt verkar detta spela mindre roll, och hanteringen av sådana fungerar något bättre i VR. Komplexiteten ökar ytterligare när det är flera deltagare som samtidigt skall hantera ett mjukt objekt, då det rent matematiskt blir avancerat att räkna ut hur det objektet då skall bete sig och representeras grafiskt givet att det är flera som hanterar det samtidigt.

När det kommer till interaktionen med andra personer (i form av exempelvis kollegor, patienter, etc) så är det alltid en viss utmaning att implementera denna i VR, oavsett om det skall vara med en annan människa eller en AI-styrd karaktär.

I fallet med interaktion med andra deltagare så beror nivån av komplexitet på hur pass mycket agens de båda deltagarna skall ha i VR, alltså om de båda skall kunna tillåtas att manipulera objekt i VR-världen. Det påverkar också hur de skall kunna se varandra, som endast enkla representationer (ofta i multi-user VR är andra deltagare representerade endast som ett flytande huvud med eller utan flytande händer), eller om det skall vara som helkroppsavatarer som

också följer deltagarnas rörelser. Det hela blir mycket enklare om det är en av dem som endast är en passiv observatör, då det med andra ord betyder att det inte behövs någon avancerad avatar för att kunna visualisera denna person – då dennes syfte i VR-världen endast är att observera och inte att interagera. Men om det då är flera stycken som skall samverka i VR så är det viktigt att de kan se varandra, och se vad andra gör – vilket då implicerar behovet av att åtminstone kunna följa huvud och handrörelser. Det finns färdiga lösningar för sådan multi-user VR på marknaden i form av appar för det som kallas "social VR", där syftet är att kunna träffas i VR i en form av simulerad mötesplats (som exempelvis VR Chat, Meta's Horizon Worlds, Rec Room), men dessa är således inte anpassade för ett specifikt träningsscenario. Så i dessa fall måste utvecklarna själva implementera denna multi-user funktionalitet, och ta ställning till ett flertal frågor som rör huruvida det skall vara en upplevelse där deltagarna delar på samma fysiska och virtuella värld (en så kallad "co-located" upplevelse), eller om de skall befinna sig på olika fysiska platser men interagera tillsammans i VR. Att utveckla denna sorts upplevelser, med inbyggt samarbete där deltagarna skall kunna se varandra är inte trivialt att göra, även om det har gjorts exempelvis för lärandeupplevelser på museer (Trella, et al., 2024).

I fallet då det skall vara flera deltagare i VR samtidigt så är det också rimligt att anta att det kommer behöva faciliteras någon form av kommunikation dem emellan. För verbal kommunikation är detta oftast trivialt då de i fallet med en co-located upplevelse antingen kan lösas genom att de är i samma rum och kan prata direkt med varandra, eller så är de med i samma virtuella upplevelse på distans och kan då kommunicera med mikrofoner och de högtalare som finns inbyggda i de flesta av moderna VR HMD. Men i fallet med icke-verbal kommunikation är det svårare, och här är forskningen och utvecklingen fortfarande i sin linda kring hur detta skall lösas, eller ens gestaltas. Som vi vet så sker en väldigt stor del av kommunikationen människor emellan med

icke-verbal kommunikation i form av ansiktsuttryck, blickfäste, gester, hållning, med mera. Att läsa av och tolka denna hos en deltagare för att därefter simulera och förmedla denna i VR är fortfarande inte trivialt, och frågan är ens om den skall förmedlas på samma sätt som vi är vana vid genom att imitera den sortens icke-verbal kommunikation vi har i verkliga livet, eller om den skall göras på något annat sätt. Så än så länge går det mesta av denna del av kommunikationen förlopad, vilket riskerar att göra gruppssamarbete svårare i VR än vad det är i verkliga livet. Så vid designen av VR-upplevelser där samarbete skall vara en integrerad del är det viktigt att tänka på att det kommer krävas verbal kommunikation för att det skall bli tydligt.

För att skapa en meningsfull interaktion med en datorstyrd karaktär är det andra typer av utmaningar som kommer jämfört med interaktioner mellan mänskliga deltagare. När det kommer till icke-verbal kommunikation så blir det ännu mera komplicerat än i fallet mellan flera människor, då det inte bara krävs ett system för att kunna avläsa olika biometriska data (typ gester, blick, puls, EEG, etc.) för att kunna tolka detta – utan en AI-karaktär måste då också kunna "förstå" denna och respondera på den på ett trovärdigt sätt. I fallet exempelvis med en interaktion mellan en patient och en sjuksköterska så måste det sägas att sjuksköterskans bemötande av patienten är väldigt centralt, och att patienten med största sannolikhet kommer att respondera och reagera på icke-verbal kommunikation som kommer från sjuksköterskan. Det finns fortfarande ett värde i att simulera interaktion mellan en sjuksköterska och en patient i VR, men man skall vara medveten om att en del av interaktionen som sker i det verkliga fallet kommer att falla bort i och med denna simulering. System för att lösa detta har föreslagits i forskning, men ännu har inget nått marknaden och är redo att implementera.

I fallet med flera deltagare och flera AI-karaktärer så ökar komplexiteten ytterligare, då det blir en fråga

kring "vem som AI-karaktären skall lyssna på" om det är flera som försöker interagera med den samtidigt. Vi människor har oftast en intuitiv förmåga till denna sorts social gruppdynamik, vilket ett AI-system än så länge saknar (det kan oftast bara lyssna på en dataström åt gången).

Det finns också ett väldigt vanligt problem som många användare upplever med VR som kan vara mer eller mindre påtagligt i olika applikationer: åksjuka. Åksjuka i VR uppstår när de rörelser som en person ser i sitt headset inte överensstämmer med de rörelser som personer känner i sin kropp. Det kan uppkomma i de fall då en deltagare "teleporterar sig" i VR, och alltså då förflyttar sig med hjälp av en knapptryckning till en annan plats utan att själv gå dit, och i synnerhet gör det många gånger. Det kan också bero på att det är en fördröjning i exempelvis en persons huvudrörelser eller förflyttning – tills motsvarande förflyttning sker i VR-glasögonen. Gemensamt för båda dessa är att det helt enkelt är vissa rörelser i VR-världen som personen faktiskt inte känner, eller inte känner när de inträffar utan med en viss fördröjning. Det upplevs ofta i VR-upplevelser som skall gestalta exempelvis en berg- och dalbana, men är också framträdande i fordonssimulatorer. I det senare fallet så kan det ofta vara att det sker både vibrerande och roterande rörelser där vi i ett verkligt fordon hade känt dessa i våra kroppar, men i VR-simulatorn så är det endast synintrycket som påverkas - varför det då sker just en inkongruens i känsel och synintryck som innebär hög risk för åksjuka. I sådana fall är det viktigt att antingen försöka anpassa synintrycken av en VR-simulering så att det blir så liten skillnad mellan deltagarens synintryck och det som den borde känna. Dvs, om det i en fordonssimulator skall simuleras att en viss maskin vibrerar och skakar, så är det klokt att inte implementera detta i VR om det inte också finns motsvarande mekanisk utrustning som kommer göra att deltagaren känner dessa vibrationer.

VR som verktyg för lärande i arbete och för validering

I detta kapitel behandlas olika scenarier inom lärande relevant för arbetsplatser där VR redan har, eller kan ha en bevisad nytta – både för individen som för en arbetsgivare eller samhället som stort. Detta kapitel söker sammanfatta och visa på olika exempel på hur VR kan användas på ett effektivt sätt, och även göra generella slutsatser kring vilken sorts tillämpningar som det är bättre eller sämre lämpat för. Detta görs både utifrån hur tekniken kan användas för olika former av lärande som sker på arbetsplatsen, samt hur den skulle kunna vara en del av en valideringsprocess. Kapitlet beskriver ett antal generella scenarier där en VR-lösning har teoretiska fördelar, och dessa följs sedan upp av ett eller flera faktiska fallstudier från verkligheten – med aktörer inom både akademi, industri och offentlig sektor. Detta kapitel är riktat till i stort sett alla som på något sätt är involverade i att upphandla, planera, implementera eller utveckla en VR-lösning, då det innehåller en bredd av exempel på hur det kan gå till med både utveckling och implementering från flera perspektiv – och vad som kan göra detta mer eller mindre lyckat.

SAMMANFATTNING

Flera fallstudier och prototyper presenteras i detta kapitel.

- Lutra Interactive utvecklade en VR-prototyp för validering inom vården, fokuserad på basala hygienrutiner och blodtrycksmätning. Prototypen visade på tekniska begränsningar men också potential för framtida utveckling.
- Svensk Skogsvalidering använde VR för att validera skogsmaskinförare. Trots initiala framgångar med VR, övergick de till plattskärmar på grund av åksjuka och andra praktiska problem.
- Region Västmanland implementerade VR för operationssjuksköterskor, vilket visade sig vara kostnadseffektivt och pedagogiskt värdefullt, och generellt sett inom vård och omsorg kan VR användas för att träna på interprofessionellt teamarbete och patientbemötande, vilket kan minska stress och öka självförtroendet hos vårdpersonal.
- Inom industri och teknik används VR för att träna tekniker och operatörer på ovanliga eller farliga moment, vilket ökar säkerheten och effektiviteten, något som bekräftas av fallet med Volvo Trucks VR-träning.
- Språkträning med VR är ett annat område som utforskas, där man i Finland använde

Fortsättning på nästa sida →

SAMMANFATTNING, FORTS.

VR i projektet "CultureExpert" för att träna sjuksköterskestudenter i yrkesrelaterad finska, vilket förbättrade deras språkkunskaper och kliniska färdigheter i en trygg miljö.

- Ergonomiträning och riskhantering är ytterligare tillämpningar av VR, där Piteå Kommun använder VR för att utbilda personal i förflyttningsteknik, vilket visade sig vara kostnadseffektivt och minskade belastningen på rehabiliteringsavdelningen.

Utvecklingskostnaderna för VR-lösningar varierar beroende på graden av interaktivitet

och realism i upplevelsen. Kostnaderna kan vara höga, men de potentiella besparingarna och fördelarna i form av ökad säkerhet, effektivitet och utbildningskvalitet är betydande. Gällande automatisering av valideringsprocessen så är fullständig automatisering inte realistiskt med dagens teknik, men delar av processen kan automatiseras för att underlätta för bedömare och öka kapaciteten. Det är viktigt att notera att digitala verktyg kan ge ett gott underlag för bedömning, men det mänskliga bemötandet och bedömningen är fortfarande av stor vikt för att säkerställa en rättvis och noggrann validering.

Scenario: VR för validering

Valideringsprocessen varierar mellan olika yrkesområden men innefattar generellt kartläggning av tidigare utbildning, fördjupad kartläggning med intervju och test, samt ett praktiskt prov. VR-teknik kan användas som ett verktyg i denna process för att skapa immersiva upplevelser som underlättar bedömningen av praktiska färdigheter. I början av valideringen sker en kartläggning där validanden presenterar tidigare, utbildning betyg och intyg samt genomgår en intervju. Validanden kan också presentera kunnande utifrån andra aktiviteter. VR kan här användas för att genomföra intervjuer på distans och låta validanden visa sina färdigheter i en simulerad arbetsmiljö.

Praktiska tester utförs oftast på arbetsplatser eller i arrangerade lokaler, men det kan vara svårt att hitta tillgängliga lokaler och statister. VR kan här fungera som ett komplement genom att skapa en flexibel miljö där arbetsmoment kan utföras utan att störa produktionen eller kräva fysiska lokaler. VR kan också simulera möten med virtuella patienter eller

kollegor, och med hjälp av GPT-teknologi kan validandens dialog analyseras automatiskt för att ge beslutsunderlag till bedömaren.

VR används i flera fall för lärande och utbildning, som verktyg för validering används det dock ännu inte. Detta beror framför allt på att det för de flesta innebär nya grepp, andra sätt att utföra rörelser på och att det därmed blir svårt att bedöma kunskapen då individen ofta är obekvämt i VR-miljön och inte kommer kunna utföra uppgiften på samma sätt som i verkligheten.

VR-teknik kan erbjuda många fördelar i valideringsprocessen genom att skapa flexibla och säkra miljöer för praktiska tester, möjliggöra distansintervjuer och generera data för bedömning. Dock finns tekniska begränsningar som måste övervinnas för att VR ska kunna användas fullt ut i valideringssammanhang.

Då valideringsprocessen är en process i flera steg blir det först viktigt att titta på hur den ter sig, för att förstå hur det skulle vara möjligt att använda VR-teknik som ett verktyg, och vad det då kan få för

fördelar – samt hur status ser ut för detta med befintliga exempel idag. Valideringsprocessen ser olika ut inom olika yrkesområden och branscher men de steg som generellt ingår är; kartläggning av tidigare utbildning och intyg, fördjupad kartläggning med intervju och eventuellt test av validandens kunskaper, samt oftast ett praktiskt prov för att ytterligare undersöka validandens kunskap. En fördjupning i processen finns i kapitlet "Validering". I detta kapitel tillkommer inslag kring VR och hur immersiva upplevelser kan användas som ett verktyg i processen.

I början av validering, både inom vård och omsorg och i de industrifall vi studerat sker en kartläggning där validanden lägger fram tidigare betyg och intyg. Det sker också en intervju där validandens kunskaper, färdigheter, ansvar och självständighet står i fokus. Ett möjligt scenario för att bilda sig en bild av detta hade varit att validanden och en bedömare möts i VR för att undersöka dessa områden. Där skulle validanden kunna i praktiken visa på färdigheter i en simulerad arbetsmiljö. Detta skulle då också öppna upp för möjligheten att göra denna sorts intervjuer på distans, men ändå tillåta för bedömaren att i detalj studera praktiska färdigheter hos kandidaten i en simulerad miljö.

De olika fallen kring lärande som presenterats i denna rapport skulle med viss justering kunnat användas för att en individ ska kunna visa sina kunskaper. Skogsindustrin använder en simulerad miljö för valideringar kopplat till de skarpa praktiska moment som utförs inom skogsindustrin. Inom övriga fall är miljöerna byggda för inläring och mängdträning. Att i VR-miljön få visa att man kan processer, verktygs användningsområden och kunna beskriva metoder har potential att kunna användas för att visa på kunskaper. Det är dock tydligt att det måste finnas en tydlig tanke bakom vad personen förväntas kunna visa och att tekniken kring integrationer i miljöerna inte får vara ett hinder som gör att validanden inte kan prestera på samma sätt som vore möjligt i verkligheten. Att en individ inte kan bedömas som

godkänd på grund av tekniska svårigheter är inte acceptabelt.

Vi skulle rekommendera att utforska möjligheterna att använda VR för att utföra intervjuer, påvisa kunskaper om processer, verktyg och metoder, men inte i avseende att visa på handgrepp, hantverk och detaljrika utföranden med de tekniska möjligheter som finns idag.

De praktiska momenten i validering utförs oftast på en arbetsplats eller i en arrangerad lokal där den erforderliga utrustningen som krävs för att utföra ett visst arbetsmoment finns på plats. Det vittnas om att det ofta är svårt att hitta tillgängliga lokaler som är anpassade för att påvisa validandens kunskap. I industrin är det svårt att göra utrymme för validering som inte stör produktionen, inom vårdsektorn är det dels svårt att frigöra utrymme i lokaler, men också att hitta personer som under valideringen kan agera som patienter.

VR skulle kunna vara ett komplement som kan användas för att lösa bristen på både tillgängliga lokaler och statister. En virtuell miljö där arbetsmoment kan utföras som en del av en valideringsprocess skapar en flexibilitet med var valideringen kan ske. Här blir det dock viktigt att tänka på vilken slags moment det är som skall göras, så att det är något som passar sig för utförande i VR och blir en naturlig interaktion för validanden. Det är viktigt att validanden kan fokusera på själva uppgiften, och inte behöver lägga fokus på att handskas med tekniken. Vid en validering i VR så blir det också möjligt att nyttja GPT-teknologi för att simulera möte med exempelvis en virtuell patient eller en virtuell kollega, där då förmågan till bemötande och dialog kan bedömas. Genom att spela in och transkribera det som validanden säger i VR-simuleringen så går det även att med hjälp av GPT-teknologi som promptas på rätt sätt göra en automatiserad analys av de stora dragen, och generera något som kan vara till hjälp som beslutsunderlag för den som ansvarar för valideringen.

I validering inom skogsindustrin används VR-lösningen också för att ta fram data på hur uppgiften utförts med avseende på körsträcka, expansion av maskinarmen, slitage på omgivningen och på maskinen. Det här öppnar upp för fler möjligheter men kräver också en noggrann översikt över vad som kan och bör mätas i den simulerade miljön. Det beror så klart på syftet med uppgifterna som ska utföras i valideringsmomentet och vad som är viktigt för bedömningen.

Case: VR som verktyg för validering inom vården - Prototyp av Lutra Interactive

Lutra Interactive har utvecklat den VR-prototyp som parallellt med denna rapport testas inom ramen för projektet Regionala strukturer för validering i Östra Mellansverige. Utvecklingen har genomförts i två steg under ungefär ett års tid. I det första steget skapades en enklare prototyp, som sedan vidareutvecklades i det andra steget. Utvecklingen har fokuserat på att utveckla en prototyp för VR som verktyg för validering inom vården. Två moment som bedöms i validering har valts ut; basala hygienrutiner samt blodtrycksmätning. Det fanns också en önskan från projektet att inkludera "spelifiering" som pedagogisk metod. Allt detta finns beskrivet i den rapport som Lutra har producerat vid sidan av sin prototyp (Lutra Interactive, 2024).

I slutändan blir det projektet Regionala strukturer för validering i Östra Mellansverige som står som ägare av den prototyp som Lutra Interactive har skapat. Utvecklingskostnaden har varit 699 000 kr. I denna summa är inte kostnad för hårdvara och personalkostnad för tester inräknat.

Lutra Interactive är ett utvecklingsbolag med 2-3 anställda placerat i Linköping. Bolaget fokuserar på så kallade "serious games" (spel med tydligt och

genomtänkt utbildningssyfte) och har genomfört flera projekt för att omsätta akademisk forskning till praktiska tillämpningar. De skapar också lösningar för företag, skolor och museer. De beskriver detta projekt som deras första större VR-projekt. De har i nuläget ingen dedikerad interaktionsdesigner, ingen sådan har varit inkopplad i utvecklingen av den prototyp som skapats.

Redan under projektets första del identifierades att handrörelser är något som man tittar noga på under validering av de utvalda delmomenten. Till exempel hur blodtrycksmanschetten töms på luft och hur händerna tvättas. Därav valdes att utveckla en lösning med handtracking. Det visade sig under utvecklingstiden att de specifika rörelser som utförs i de utvalda momenten inte fungerar i praktiken med VR-teknologin. De lyfter flera exempel; om ena handen döljs bakom den andra, till exempel under handtvätt, tappar sensorerna koppling till händerna. När händerna förs bakom öronen; vid påtagande av munskydd tappas också kopplingen. Detta ställer till med flera problem och Lutra Interactive har hittat lösningar för att utföra dessa moment på andra sätt. Det skulle kunna göra bedömningen svår då det inte motsvarar hur rörelserna sker i verkligheten. I efterhand ser Lutra Interactive att några av momenten skulle kunna göras med handkontroller; utvecklingstiden hade dock kunnat bli längre vilket gjorde att man inte arbetade vidare på en kombinerad lösning.

Lutra Interactive har haft månadsvisa avstämningar med projektgruppen, och har under utvecklingsarbetet arbetat enligt en double diamond-designmetodik, som är en av de vanligast förekommande designmetoderna inom användarcentrerad design. Det har också i linje med detta arrangerats flera testtillfällen tillsammans med projektgruppen och Linvux som ansvarar för validering inom komvux i Linköping (se *Figur 23*).

Utvecklarna uttrycker att detta har fungerat väl, och dialogen var ett stöd i processen när utvecklarna

skulle förstå valideringsförfarandet och de kliniska momenten som skulle simuleras. Utöver detta har det också skett tester med en extern testgrupp, som kontinuerligt har fått testa och utvärdera VR-applikationer under olika stadier i utvecklingen. Dessa testpersoner har också fått genomföra enkätundersökningar för att dokumentera inställningen till olika delar av applikationen (Lutra Interactive, 2024).

Den utvecklade prototypen inleds med att deltagaren får komma in i en "lobby-miljö", där syftet är att deltagaren skall kunna bekanta sig med själva VR-tekniken, och lära sig hur de förflyttar sig i upplevelsen och hur de skall använda händerna för att kunna interagera med digitala objekt. Därefter kan deltagaren förflytta sig till simuleringsmiljön, som återspeglar insidan av ett metodrum eller ett undersökningsrum i klinisk miljö. I denna miljö finns en säng med en sittande, simulerad patient, och det finns också ett handfat med spegel, samt digitala objekt i form av handskar, munskydd, stetoskop och blodtrycksmanschett. Deltagarens uppgift är att först utföra

basala hygienrutiner; tvätta händerna under kranen, och därefter sätta på sig munskyddet på korrekt sätt. Nästa steg att börja undersöka patienten och utföra en blodtrycksmätning genom att välja blodtrycksmanschetten och sätta den på patienten. Sedan skall blodtrycket och pulsen mätas med hjälp av att reglera trycket på manschetten och släppa ut luft, samtidigt som deltagaren lyssnar på patientens puls. Det går även att kommunicera med patienten, genom att det finns inbyggd rösttranskriberings- och GPT-teknologi i upplevelsen (se "Generativ AI för VR-utveckling" för mera information om hur det fungerar).

Individen får ingen återkoppling i testet, utan tanken är att en bedömare vid en validering ska kunna granska processen i realtid och därefter gå igenom den möjliga inspelningen i efterhand tillsammans med validanden för att ge feedback på resultat och eventuella brister. Det skulle också vara möjligt att få ut stora mängder data från momenten, dock finns det inga kvantitativa mål uppsatta i de moment som utförs. Exempel skulle kunna vara mängd tvål/



Figur 23. Bild från studiebesök på LinVux. Bildkälla: Lutra Interactive



Figur 24. UI för guidning vid påtagning av munskydd. Bildkälla: Lutra Interactive

handsprit som används vid basala hygienrutiner, tid för hygienrutiner och liknande. Det finns andra möjligheter, men också begränsningar att utföra dessa moment med VR.

Annika Lindhe Petersson och Elin Svärd arbetar på utbildningsförvaltningen i Linköpings kommun, där de arbetar med validering inom vård och omsorg. De arbetar efter Vård och Omsorgscolleges process, dels med grundläggande kompetenskartläggning och med fullständiga valideringar. Annika och Elin har också varit med i framtagandet av den prototyp Lutra Interactive utvecklat inom projektet. Inför projektstarten träffade Annika tillsammans med Karin Fagéus, dåvarande rektorn vid Vuxenutbildningen vid Birgittaskolan i Linköping, Annelie Iggström från projektet och gav förslag på moment som skulle vara möjliga att testa. Annika gav då förslaget blodtrycksmätning och basala hygienrutiner. Vid det sedan följande första mötet med Lutra Interactive var Elin och Karin Fagéus med, där utvecklarna från Lutra Interactive fick följa en simulerad validerings-

process. För en illustration inifrån VR-upplevelsen, se Figur 24 och Figur 25.

Både Elin och Annika har testat prototypen och gett feedback på den till utvecklarna. Vid testning av prototypen upplevde Annika och Elin flera begränsningar⁵²:

- I VR-miljön sker förflyttningar med hjälp av teleportering, det upplevs som svårnavigerat.
- Det upplevs svårt att greppa vissa av objekten och använda dem på det sättet som det är tänkt. Exempelvis så saknas en realistisk känsla gällande tyngd och material när det gäller blodtrycksmätningar. Momenten utförs i tomma luften, det finns flera faktorer som är viktiga för att utföra momenten korrekt; att rätt storlek på blodtrycksmanschetten väljs beroende på armens omfång, att manschetten placeras på rätt arm och på rätt plats på armen och att den fästs lagom åtsittande. Dessa faktorer är i prototypen inte möjliga att bedöma.
- Blodtrycksmanschetten ska tömmas på luft för att ge korrekt mätvärde, med nuvarande teknis-

⁵² Intervju med Annika Lindhe Petersson och Elin Svärd, utbildade sjuksköterskor och ämneslärare vid Linnux, 2024-09-25

ka begränsningar är det inte möjligt att utföra på samma sätt i VR som i verkligheten.

- De upptäckte brister med handtracking-funktionerna som gjorde några av momenten svåra, exempelvis när händerna förs bakom öronen för att sätta på munskyddet tappas kopplingen till sensorerna och när händerna täcker varandra under tvättmomentet tappas kopplingen.

I efterhand reflekterar de över att dessa moment valdes ut med låg förståelse för de tekniska begränsningarna som de under projektet har upplevt. Dock har det varit lärorikt att testa två olika moment med olika utmaningar. Valet av blodtrycksmätning motiverades med att det är ett återkommande moment som kräver praktisk träning, men som kan vara svårt att öva på utanför ett metodrum. Basala hygienrutiner valdes för att det är grundläggande för all sjukvårdspersonal. Att man kan prata med patienten anser de båda är bra. Det är något som alltid kontrolleras i validering. Patienten ska få korrekt information och kän-

na sig trygg. Detta moment utförs i andra fall i scenarier där validander får öva på varandra.

Vid en observationsstudie kunde rapportförfattarna konstatera att interaktionsdesignen har brister och att ett stort fokus hos testpersonerna hamnade på att försöka genomgå själva VR-upplevelsen, istället för att fokusera på innehållet. Sammantaget kan sägas att VR-prototypen i dess nuvarande form har en låg teknologisk transparens (se avsnitt "Immersiva teknologier: teorin och filosofin bakom").

Annika och Elin föreslår områden där de tror att VR-teknologin kan ha fördelar:

- Att inneslutas i en avskalad miljö kan göra det enklare för individen att koncentrera sig på separata moment, de slipper störningsmoment som höga ljud, andras konversationer, andra synintryck och känslan av att bli betraktad.
- De ser ett värde i att använda teknologin för reflektion då validanden kan se scenariot i efterhand.



Figur 25. Bild från applikationen där användaren tar blodtryck på patienten, håller i dennes arm samt använder ett stetoskop. Bildkälla: Lutra Interactive

- Om individen under VR-träningen skulle berätta vad den utför och varför, kan man få en god uppfattning om att personen förstår uppgiften. Därmed skulle det kunna passa för användning i kompetenskartläggningen.
- Det finns potential i enklare applikationer som att utföra moment i rätt ordning, öva på att avläsa värden vid provtagning och få förståelse för varför värden kan bli inkorrekta, och att öva på arbetsflöden. Dock reflekterar de då också över att det skulle man kunna göra vid en dator.
- De ser möjligheter att utföra moment i en digital miljö; det skulle kunna avläsas andra typer av data än i verkligheten. Möjligtvis skulle basala hygienrutiner kunna visualiseras i VR genom färgmarkeringar på de virtuella händerna för att öva på att vara noggrann med handhygien. Eller kanske skulle man kunna kvantifiera några av momenten och därmed kunna få tydliga mätpunkter.
- VR-simulering skulle också kunna vara bra just för att öva på moment som innebär vissa risker som exempelvis venprovtagning eller förflyttningsteknik.
- VR kan ha en fördel i att det går att repetera moment självständigt, och bli van med en viss miljö och moment.
- Att öva på patientbemötande kan vara ett intressant användningsområde.

Lutra Interactive sammanfattar att det har varit ett lärorikt projekt där de fått god insyn i projektgruppens behov, hur validering fungerar och hur de utvalda momenten går till.⁵³ De har också sett flera tekniska brister där en teknikutveckling skulle ge fler möjligheter, främst önskar de vidare utveckling av handtracking. Ett exempel som utvecklarna på Lutra uttrycker explicit är svårigheter med att få på munskyddet, vilket återigen berodde på trackingteknologin som används för den hårdvara som de körde (Meta Quest 2, och 3) som använder sig av "inside out tracking" (se avsnitt "Val av hårdvara"), och då hamnar deltagarens händer bakom dessa kame-

rasensorer vid "normal interaktion" vid påtagande av munskydd. Därför var man tvungen att flytta fästpunkten för munskyddet så att dessa hamnade framför ansiktet, vilket i sin tur gjorde att interaktionen som krävs för att få på munskyddet skiljer sig från ett verkligt munskydd. I dagsläget så är det inte heller möjligt för den som skall validera att vara i samma virtuella rum som validanden, utan det som validanden ser i sitt VR-headset speglas i en annan extern skärm som ämnesläraren tittar på, och hela sessionen spelas sedan in för att kunna analyseras i efterhand gemensamt av validand och ämneslärare.

Lutra Interactive ser stor potential för användningen av prototypen, främst då det idag är svårt att hitta lokaler och statister för validering inom vård och omsorg. Den lösning de arbetat fram inom projektet anser de dock ännu inte god nog för komplett validering av de utvalda momenten, mycket då de är så pass beroende av handgrepp och exakt användning av instrument. De ser dock en möjlighet att använda VR-lösningen som en första screening inför en skarp validering. Detta delas också av Annika och Elin som har testat upplevelsen, att den i nuläget inte är mogen för att användas för skarp validering – men att den kan ha ett värde i att öva på moment och processer. Samtidigt lyfter Annika och Elin flera svårigheter gällande validering i stort. Den process som tagits fram för validering inom vård och omsorg är oerhört omfattande. Det är bra att den är noggrann men då detta medför att processen ofta tar lång tid är det sällan hela processen genomförs. Valideringsprocessen sker till stora delar i separata möten med varje individ, det tar lång tid och stora resurser. De menar på att det måste finnas sätt att förkorta processen och ändå hålla en hög kvalitet på bedömningen. Då dessa individer redan är ute i arbete skulle processen avsevärt kunna förkortas om kunskaper skulle kunna bedömas i deras dagliga arbete istället för i ett metodrum för validering.

Prototyputvecklingen har varit värdefull för att svara på frågorna kring vad som är möjligt och rim-

⁵³ Intervju med Nils Folker och Hannes Nilsson, utvecklare på Lutra Interactive, 2024-09-23.

ligt att göra i VR i form av vilka moment som kan lämpa sig för att både träna på – och validera. Här kan sammanfattningsvis sägas att hanteringen av mjuka material, så som en blodtrycksmanschett, eller att justera reglerventilen på manschetten var svårt att få till på ett tillräckligt realistiskt sätt för att det skall kunna bedömas i en validering. Just handgrepp och "hantverksmässiga kvalitéer" är svårt att få till i en ren VR-upplevelse, även om det är viktigt att notera att det skulle kunna gå bättre med en MR-upplevelse som antingen använder sig av riktiga medicinska instrument, eller attrapper. Dock blir det då viktigt att fråga sig vad syftet är till att använda sig av VR-upplevelsen, om den ändå kräver ett rum och medicinska instrument – varför inte då köra i ett vanligt metodrum? Ett svar på detta kan vara att det i VR kan gå att exempelvis öva på en simulerad patient i en säker miljö, och även att det med återkoppling kan ha ett pedagogiskt värde att kunna göra detta när en ämneslärare inte finns till hands. Lutra Interactive själva föreslår att det vore intressant att koppla patientprofilen till vilken skyddsutrustning som behövs (alltså om munskydd behövs exempelvis för att patienten bär på smitta). Det finns också ett loggningssystem med tidsstämplar kopplat till vilka interaktioner en validand utför, och det går i nuläget att titta på denna tillsammans med videoinspelningen för att underlätta vid analysen av simuleringen. Här nämner Lutra Interactive möjligheten att utveckla även detta så att det blir mera pedagogiskt att använda. Men allt detta är alltså bortom omfattningen av den nuvarande prototypen och studien, men att betrakta som utvecklingspotential för framtiden. I nuläget kan den återigen ha ett värde för att låta en validand träna på själva valideringsförfarandet, och vid inkludering av pedagogisk återkoppling kring momenten skulle den också kunna ha ett värde för utbildning – men inte som något som går att använda vid ett skarpt valideringsförfarande. Detta faktum bekräftas också utav Lutra Interactive i deras rapport (Lutra Interactive, 2024).

Case: VR som verktyg för validering inom skogsindustrin – Svensk Skogsvalidering

Svensk Skogsvalidering tog 2018 fram kvalifikationer och metoder för att validera kunskaper inom skogsbruket. I samband med detta köpte man också in VR-utrustning samt en virtuell miljö ifrån maskintillverkaren John Deere. Denna utrustning tas med till validanden eller till närliggande skogsbruksskola där flera valideringar sker (se Figur 26).

Mats Westerberg har lång erfarenhet av att arbeta som skogsmaskinförare och är en av de som tog fram kvalifikationer för Svensk Skogsvalidering och arbetar idag med att bedöma validander. Mats har gett oss information och sin syn på detta sätt att validera.⁵⁴ Syftet med valideringen är att kvalitetssäkra maskinkörningen, minska olyckor, effektivisera virkeshanteringen och minska slitaget på maskin och säkerställa ett hållbart skogsbruk.

Det krävs inte att man uppnår de uppsatta kvalifikationerna för att få köra skogsmaskin. Dock är detta uppskattat av arbetsgivare och skogsbruksutbildningar arbetar efter dessa kvalifikationer. Mats vittnar om att de som blir validerade sällan klarar hela testet. Av 400 klarar ca 30 valideringens samtliga kravställningar. Samtliga får dock intyg som beskriver vad de klarar och vad de behöver träna mer på. Bedömningen stärker på detta sätt samtliga validander och att inte bli godkänd ger också en beskrivning av individens styrkor, vilket en nuvarande eller potentiell arbetsgivare kan använda för att planera arbete eller utveckla individens kompetens.

Bedömningen består dels av ett teoriproov som sker genom ett digitalt test som utförs innan valideringstillfället. Enligt Mats är det framför allt teoriprovet som är den stora utmaningen för många validander och där många uppnår resultat som påvisar behov av mer utbildning. Efter utfört teoriproov möter vali-

54 Intervju med Mats Westerberg, utvärderare vid Svensk Skogsvalidering, 2024-09-19.

dand och bedömare upp och utför ett praktiskt prov som görs i en digital miljö.

Under de praktiska momenten får validanden testa den digitala utrustningen under 20 minuter. Detta för att göra dem bekväma med utrustningen. Något Mats också lyfter är att om man som maskinförare är van med ett annat varumärke; t.ex. Komatsu eller Ponsse så är utrustningen från John Deere mycket olik denna. Detta ger alltså stora svårigheter för validanden. Om man dock under sin utbildning har tränat på John Deere så brukar det gå ganska så fort för validanden att hitta handgreppen igen, även om den har jobbat med något annat varumärke den senaste tiden. Detta moment förläggs ibland på naturbruksgymnasium, i dessa fall använder man ofta de simulatorer som finns på plats, de är ofta mer kompletta med maskinförarstolar och dylikt. För en illustration av hur det kan se ut i en VR-simulering i

en fordonssimulator av samma typ som används av Svensk Skogsvalidering, se *Figur 27*.

Just fördelen med att använda sig av VR i valideringen enligt Mats är att det går att få en känsla av djupseende, och även en möjlighet att kunna se mer runt hytten – som exempelvis när virke skall lokaliseras och kranen skall köras för att lasta eller lossa. Att träna på skogsbruksmoment i VR görs idag företrädesvis på skogsbruksskolor. Därav är många bekväma i denna miljö, men den kommer också med flera stora utmaningar. Den största tycks vara att validanderna blir mycket åksjuka när de genomgår simuleringen i VR. Detta antas bero på den diskrepans som uppstår mellan det som validanden ser i sitt VR-headset, där den sitter i en skakande och ruskande förarhytt i en skogsmaskin, och det som den egna kroppen känner. Det är just skillnaden i vad ögonen ser, och vad kroppen känner som här leder till åksjuka. Ett annat



Figur 26. Bild från Svensk Skogsvalidering på VR-riggen som användes vid validering

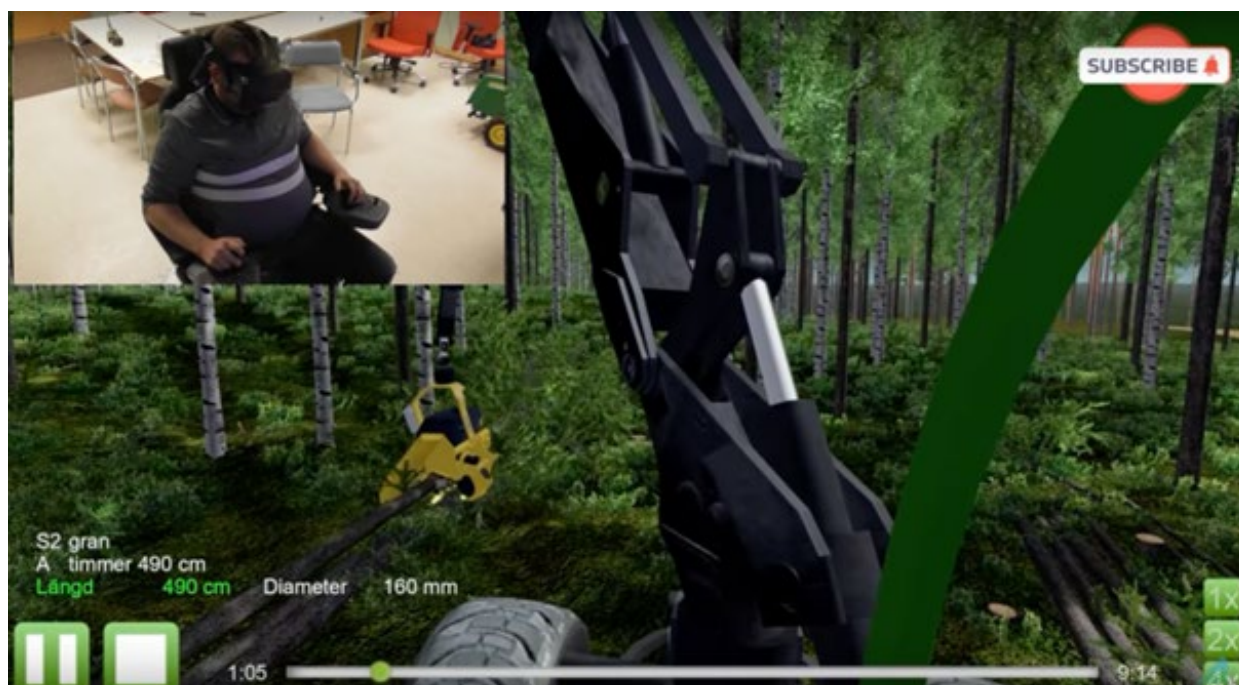
problem är utformningen på själva simuleringsdelen i valideringen, där den tar mellan 90–120 minuter, vilket är en lång tid oavsett VR-upplevelse. Enligt Mats orkar de flesta endast "12–13 minuter" i VR-simuleringen. Så för en VR-upplevelse som innehåller denna form av rörelser blir det alldeles för långt för att kunna genomgå upplevelsen utan åksjuka.

Så trots att VR erbjuder en immersiv upplevelse med djupseende, har plattskärmsmekniken möjliggjort simulering av olika skogstyper och situationer för att utvärdera gallring och slutavverkning utan de negativa effekterna av åksjuka. Svensk Skogsvalidering har därför pausat användningen av VR i sina valideringsprocesser inom skogsbruket. Vid valideringstillfällen har bedömarena med sig både VR-utrustning och plattskärmar. 98% av validanderna väljer plattskärmar.

Denna övergång till plattskärmar har visat sig vara mer användarvänlig och minskar risken för obehag som tidigare upplevdes med VR-headset. Plattskärmarna fortsätter att erbjuda viktiga fördelar, såsom:

- Visualisering av konsekvenser av olika beslut
- Träning i olika scenarier utan risk för personal, maskiner eller miljö
- Kvalitetssäkring av skogsbruksåtgärder

Något som blir uppenbart är också vikten av det personliga bemötandet mellan validand och bedömare. Att det är viktigt med kontakten och att validanden ser värdet av att få sin kompetens beskriven. Mats påtalar att det är mycket viktigt att lyfta det positiva för att individen inte ska bli nedslagen och omotiverad om hen inte klarar hela bedömningen. Valideringen kan också användas som ett snabbspår för den maskinförare som har lång erfarenhet men låg utbildningsgrad. I nuläget spelas simuleringen in, och därefter så går inspelningen igenom av både validand och ämneslärare med syfte att belysa både bra områden och de med utvecklingspotential. Simuleringen genererar också mycket data av maskinteknisk och produktionsteknisk karaktär, vilket är något som används som komplement vid bedömningen av validanden, och vid sammanställandet av



Figur 27. Illustration av skogsmaskinssimulering i VR, med hjälp av John Deeres skogssimulator, och en VR-rigg. Bild tagen från Youtubevideo skapad av Alfta Skogstekniska Utbildning AB

utvärderingen som lämnas till validanden. Det är dock inte tillräckligt att bara utgå ifrån denna insamlade data, då det vid valideringen även är viktigt att okulärt bedöma sådant som just hur en validand lossar, eller hur de förhåller sig till ett visst traktdirektiv.

Även om den fullständiga immersiva upplevelsen från VR inte längre är en del av processen, har plattskärmlösningen visat sig vara ett effektivt verktyg för validering inom skogsbruket. Den fortsätter att bidra till förbättrad beslutsfattning, utbildning och kvalitetssäkring i sektorn. Mats beskriver att en fördel med just valideringen inom skogsbruket är att den inte bara ger en möjlighet att utveckla sina förmågor som skogsmaskinförare, utan att den också ger arbetsgivarna en möjlighet att inventera förmågorna hos sina arbetslag för att förstå hur dessa kan förbättras långsiktigt. En annan fördel som nämns med den mjukvara som används idag är att den möjliggör även för de som inte är renodlade utvecklare att kunna bygga sina egna miljöer för validering. Det finns alltså en typ av "världsbyggarmotor" kopplat till verktyget, och i denna kan då ämneslärare själva bygga upp det som de tycker skall ingå i en validering eller tränings-session. Det faktum att ämneslärarna själva har en form av ägandeskap över processen beskrivs som viktigt.

Scenario: VR för yrkesrelaterat lärande i vård och omsorg

Som redan nämnts inom denna rapport så finns det många möjliga tillämpningar inom lärande på arbetsplatsen för just vård- och omsorgsbranschen där VR är ett intressant verktyg. Inom utbildning så förmår den att bli just ett komplement till reguljär klinisk praktik, och därmed möjliggöra för mera tid för detta då det ibland kan vara svårt att få till på de verkliga klinikerna (på grund av tidsbrist hos handledare exempelvis).

Det blir här också möjligt att få träna på exempelvis interaktioner med patienter och med kollegor från andra roller, vilket kan upplevas som svårt i den verkliga miljön. I en simulering går det att öva sitt beteende och sina professionella kommunikationsfärdigheter, för att sedan kunna tillämpa dem i verkligheten. Exempelvis interaktionen mellan undersköterska, sjuksköterska och läkare kan upplevas som problematisk, men i en VR-simulering går det att öva på de kliniska momenten i kombination med denna sorts interaktion för att studenten skall känna sig mera bekväm i det verkliga scenariot. Just att använda sig av exempelvis mekanismer från rollspelsvärlden i en VR-miljö där uppgifter skall lösas har studerats i forskning och visat på intressanta resultat (Di Feola, et al., 2021). Inom just vård och omsorg är det många olika roller som skall samarbeta inom verksamheten, och det finns en tydlig hierarki att förhålla sig till. Detta är inte helt utan problem, och kan ibland leda till att det blir obalans och till och med konflikt mellan dessa yrkesroller och det skapar många gånger en miljö där det finns väldigt högt upplevda krav från omgivningen, vilket bland annat drabbar sjuksköterskestudenter och nyblivna sjuksköterskor i deras profession (Azimirad, et al., 2020). Även om det är ett problem vars rotorsak kanske vore mera angelägen att angripa, så finns det till dess åtminstone en möjlighet att få just öva på interprofessionellt teamarbete i VR-miljöer, där det då i en "säker miljö" blir möjligt att få öva på sin profession i relation till antingen simulerade eller andra deltagande kollegor, i syfte att sedan bli tryggare i den kliniska miljön (Mikkonen, et al., 2024).

Det blir även möjligt att träna på att använda vissa instrument och utföra procedurer, och i de fall då det önskas mer realism kopplat till de taktila upplevelserna av att exempelvis använda sig av ett undersökningsinstrument så går det att använda både mixed reality-teknik med trackers på verkliga objekt eller genom att använda sig av haptisk teknologi (se avsnitt "Mixed reality för lärande"). Då går det att öva

på att använda just de instrument och verktyg som skall användas i den verkliga miljön.

Det är också möjligt att nyttja de pedagogiska idéerna från konstruktionismen, och tillåta en student att fritt få utforska och experimentera med exempelvis simulerad medicinsk utrustning. I den verkliga världen skulle detta vara omöjligt, dels då tillgången till sådan utrustning ofta är väldigt begränsad för övning då den behövs i den skarpa verksamheten, dels då det upplevs som att det finns en risk att förstöra apparaterna och utrustningen. I en simulerad miljö går det att lära sig dessa apparaters funktion och få en djupare förståelse, genom att studenten får testa sig fram och utforska dem på ett helt annat sätt än i den verkliga miljön. För mer information, se avsnittet *”Lärande och kompetensutveckling i arbetslivet”*.

Inom VR för vårdrelaterad utbildning så finns det förutom nyttan med att studenten kan känna sig mera trygg på att öva interaktionen i en VR-miljö också den aspekten att det kan anses vara mera etiskt att öva i en simulering än mot en verklig patient. Alltså, om studenten kan få träna och förbättra sitt professionella bemötande i en VR-simulering, så gör det inget om det blir fel. Att däremot behöva göra det med verkliga patienter kan resultera i en sämre vårdupplevelse för dessa, varför en student som har fått slipa sina färdigheter i simulering slipper begå dessa misstag i verkligheten med verkliga patienter.

Case: Region Västmanland Operationssjuksköterskor

Region Västmanland arbetar i ett projekt för att implementera VR i den arbetsförlagda fortbildningen av operationssjuksköterskor. Projektet som föddes ur en medarbetares idé, syftar till att komplettera traditionell utbildning med immersiv teknologi. Arbetet finansieras av Vinnovas program Innovationsdriven vård (IDV), och har samlat en tvärfunktionell

grupp experter från olika områden. Projektledaren Anna Hjalmarsson uttrycker att en nyckel till projektets framgång är att projektgruppen har djup insyn i operationssjuksköterskors arbetsuppgifter, ett brett nätverk inom både sjukvård och innovation samt djup kunskap inom pedagogik. Projektgruppen har också etablerat goda kontakter med Mälardalens universitet; främst studenter inom akademien för Innovation, design och teknik, som inom ramen för sina studier både har genomfört en mindre förstudie som tittat på designmässiga förutsättningar, och utvecklat en enklare VR-prototyp.

Man har också inom projektgruppen undersökt andra satsningar på utbildning och lärande genom VR-teknologi. Genom denna omvärldsspaning har projektet byggt ett lärande och kunnat göra vägval för utvecklingen av en prototyp som kan användas för lärande och mängdträning. Några av de val man gjort inom projektet har varit att se över i vilka situationer VR lämpar sig. I vissa av fallen man tittat på har det framkommit att VR kan vara en onödigt kostsam metod; där kan det lämpa sig bättre med andra utbildningsverktyg.

En operationssjuksköterska förväntas kunna arbeta med alla typer av planerade och akuta operationer. Inom operationssjukvård används ofta devisen ”see one, do one, teach one” vilket refererar till en liten möjlighet att öva på procedurer och moment. Akuta operationer som utförs mer sällan innebär inte bara liten möjlighet att se operationen utan även liten möjlighet att öva sig på proceduren. Vid sådana operationer kan operationssjuksköterskan därför behöva utföra moment som inte övats på tidigare. En av dessa operationer som utförs sällan är trepanation, en kritisk operation där man borrar hål i patientens skallben för att minska trycket på hjärnan. Trepanation valdes därför som case för att utveckla en VR-träningslösning.

Något som projektgruppen belyser flera gånger är att VR är en bland flera metoder för lärande. Ge-

nom att integrera olika medier i simuleringen, som tal, text och video, optimeras lärupplevelsen ytterligare. Projektgruppen menar att VR inte kan ersätta traditionell utbildning, men däremot komplettera den. VR erbjuder dessutom kostnadsbesparingar då utbildningen kan utföras utan vare sig lärare eller kostsamma operationsinstrument och sterilt engångsmaterial. Den är också geografiskt tillgänglig och kan utföras under dygnets alla timmar vilket

passar jourverksamheter. Projektgruppen betonar att nationell samverkan, där både regioner, universitet och företag ingår, är en förutsättning för hållbar utveckling och implementering av VR-utbildning inom vården.

Projektet genomförde också en noggrann granskningsprocess och tog in flera anbud från företag, med den uppbyggda kunskapen samt studenternas



Figur 28. Bild från VR-miljön. Bildkälla: byBrick

förstudie och VR-prototyp som ingångsvärden. Efter genomförd urvalsprocess så landade valet på byBrick som leverantör av VR-lösningen, och arbetet med att bygga själva VR-applikationen startade i september 2024. byBrick är ett utvecklingsföretag med kontor bland annat i Västerås som specialiserar sig på att designa immersiva upplevelser, ofta kopplat till träningsscenarior inom industrin, och som har gedigen erfarenhet av att bygga just VR-lösningar för lärande.

I nuvarande utveckling tar således byBrick fram en VR-applikation där operationssköterskor får öva på att duka upp instrument inför trepanation samt instrumentera (handräcka instrument) en fiktiv kirurg under operationen. Övningarna kan ske i lugnt tempo i två lägen: ett träningsläge där individen får digital vägledning med möjlighet att studera instrumenten samt ett testläge helt utan guidning. Utbildningen i sin helhet ger möjlighet att inhämta kunskap och öva procedurminne Efter avslutad simulering får individen ett resultat i form av bedömningspoäng som visar vilka delar som kan behöva övas mer på. Reflektion är en viktig komponent för lärande och med hjälp av bedömningspoängen kan användaren själv reflektera över sitt utförande och resultat. Simuleringen kan också följas på skärm av kollegor vilket erbjuder peer-learning och möjlighet till ett gemensamt lärande genom dialog, reflektion och återkoppling. För en skärmdump från VR-upplevelsen, se *Figur 28*.

Vid intervju med Lotta Lindberg på byBrick⁵⁵ så nämner hon några nycklar hittills i utvecklingsprojektet:

- Att ha tillgång till en redan utvecklad VR-prototyp som den utvecklades av studenterna vid MDU har gjort att det har varit lättare att förstå beställarens behov och förväntningar. Prototypen kan agera som en form av ”medierande objekt”, och vara något som går att diskutera kring när man pratar om utformningen tillsammans med beställaren. I detta läge har det också gjort att man har kunnat spara in på byggandet av

3D-objekt, vilket annars enligt Lotta är det mest resurskrävande i dylika projekt. Dock behöver 3D-modellerna till viss del göras om då de är för ”tunga” i nuläget, och även kodbasen måste byggas om från scratch för att kunna göras mera robust och redo för en skarp applikation.

- Att redan ha 3D-miljöerna tillgängliga har gjort att kostnaden har blivit avsevärt mycket lägre för betalande kund (i det här fallet Region Västmanland), då den ligger på 179 000 kronor. Hade byBrick inte kunnat utgå ifrån framtagna miljöer och modeller hade de övervägt att köpa in generella 3D-miljöer; summan hade då kunnat hamna någonstans mellan 300 000–400 000 kronor. I detta fall ville dock kunden ha en 3D-miljö baserad på egna lokaler.
- En interaktionsdesigner finns också inkopplat på projektet, och även om man tittar på arbetet från studenterna så jobbar denna med storyboards och wireframes kontinuerligt under utvecklingen för att se till att man når det resultat man önskar.

Projektet har aktivt valt att prototypen ska utföras med handkontroller istället för handtracking-teknologi. Detta för att man genom den förstudie som utfördes av studenter från Mälardalens universitet kommit fram till att handtracking ännu inte håller måttet för att kunna utföra dessa moment på ett fullvärdigt sätt. Man vill ha fokus på att momenten utförs enligt korrekt ordning och att handrörelser sker på ett särskilt sätt är mindre viktigt. Detta bekräftas i intervjun med Lotta Lindberg på byBrick som också delvis dementerar uppfattningen att handkontroller skulle vara något som är ett hinder för de som inte har spelvana – utan givet att den typen av interaktion som handkontrollerna oftast används till är att peka på något och klicka med en trigger så är det istället att betrakta som intuitivt. Den här första lösningen kommer bara byggas som en single-user-upplevelse, där det som deltagaren ser i VR speglas på en extern skärm och då kan följas av andra vid gruppssessioner.

⁵⁵ Intervju med Lotta Lindberg, 2024-10-01

På frågan om hur byBrick jobbar med pedagogik i sina VR-lösningar så blir svaret att det görs i samarbete med den beställande kunden, där det är kunden som i nuläget har huvudansvaret för att förklara på vilket sätt pedagogik skall vävas in i upplevelsen – varpå byBrick sedan implementerar det. Dock har man genom åren kommit fram till vissa designmässiga insikter kopplat till lärsценарier i VR:

- Undvik att ha för mycket text i VR, det blir jobbigt för deltagarna att läsa. Använd istället uppläsning och röstinteraktion där det är möjligt. I detta case nämner Lotta att när man lyfter på ett instrument sker det en automatisk uppläsning av en AI-röst som berättar vad instrumentet heter och vad det används till.
- Undvik generellt sett långa instruktioner i VR, det uppfattas allt som oftast som jobbigt och leder ofta till att en deltagare tappar intresset
- Man jobbar också ofta efter den övergripande pedagogiska modellen att deltagaren först får testa och utforska upplevelsen, för att först där efter ha eventuellt prov.

Lotta berättar också att hon upplever att de kunder som byBrick har sålt VR-träningslösningar till ser ett värde i dessa och att det går att göra bra VR-träningsapplikationer om de designas på rätt sätt. Hon ser också ett värde för kunden att själva bedriva kommersiell utbildning i de VR-lösningar de har skapat. Enligt henne förefaller det vara ett gångbart affärscase åtminstone för stora företag att inte bara kunna ersätta internutbildning utan också bedriva extern utbildningsverksamhet kopplat till sina produkter i VR. Generellt sätt angående vilka fördelar som finns för VR för träning så nämner Lotta att det är bra givet att det går att köra utbildning distribuerat och asynkront, samt att det lämpar sig just extra väl för situationer då det är farliga eller sällan inträffande moment som skall simuleras och tränas.

Scenario: VR för språkträning

Kompetensförsörjningen inom olika branscher är viktig att komma tillrätta med då den i hög utsträckning bidrar till samhällsekonomisk utveckling. Inom exempelvis vård och omsorg, som är en av landets största och mest samhällskritiska branscher finns stora kompetensbehov på kort och lång sikt. Vissa siffror säger att välfärdssektorn behöver mer än 400 000 personer och det är hög konkurrens om arbetskraften (SKR, 2022). Exempelvis behöver industrin ca 300 000 personer inom en treårsperiod (Industrirådet, 2024). Att alla branscher ska lyckas rekrytera sig igenom kompetensutmaningen med "färdig kompetens" är inte troligt. Det behövs fler insatser, inte minst att möjliggöra insteg för fler i utbildning och arbetslivet, men även att arbeta med stegförflyttning av befintlig personal – genom validering och kompetensutveckling.

Individer med alltför svag svenska men med intresse för viss bransch eller rent av värdefull kompetens som skulle kunna nyttjas idag eller efter kompletterande utbildning, behöver ges förutsättningar att snabbare komma in i arbete eller utbildning. För att detta ska vara möjligt behövs sannolikt stödstrukturer inom utbildning och hos arbetsgivare/bransch som kan ge språksvaga individer relevant språkträning, gärna kopplat till ett praktiskt utförande inom ett yrke. I dag är detta redan en realitet där samverkan mellan exempelvis SFI (Svenska För Invandrare), AME (Arbetsmarknadsenheten - en kommunal verksamhet i Sverige som arbetar med att stödja individer som står långt ifrån arbetsmarknaden), yrkesutbildningar och arbetsplatser möjliggör kombinationsutbildningar eller liknande lösningar som ämnar få individen att snabbare röra sig mot en anställning. I andra sammanhang har det visat sig att det behövs språkträning för redan anställda inom kommunal vård och omsorg för att säkra möjligheter med kompetensförsörjningen. Inom vård och omsorgscollege arbetar man med språkombud på bred, nationell front. Språk är en nyckelkomponent för att

i vissa branscher få till försörjningen av kompetens med start redan i relativt tidiga utbildningsskeden, till insatser för befintlig personal. Det behövs sannolikt fler insatser och nya grepp för att vara såväl resurseffektiv som att kunna erbjuda flexibla lösningar. Här kan ny teknik bidra.

Med den senaste generationens GPT-tjänster är det väldigt enkelt att göra bra översättningar mellan de flesta talade språk, och det är även något som går att implementera i realtid i VR-upplevelser. Det kan således göra det möjligt att låta en student eller validand få instruktioner på sitt modersmål, och att bygga in scenarier för just språkträning där en student får öva på svenska i vårdrelaterade sammanhang. Med det sagt så skall språket inte behöva vara ett hinder för att kunna verifiera yrkeskunskaper, och det är också beklämmande när språket blir något som begränsar en medarbetare i dess dagliga arbete.

Att använda sig av språkträning i en VR-miljö, med röstigenkänningsteknologi i kombination med GPT-teknik gör det möjligt för en student eller yr-

kesverksam att få öva på talad dialog med en patient, brukare, klient, kollega eller annan person som den förväntas interagera med i sitt yrke, och göra det i egenskap av sin professionella roll. VR-simuleringen möjliggör att skapa en virtuell miljö som speglar ett scenario från det verkliga yrkeslivet, och där (om det görs korrekt) kan ge en känsla av närvaro och att personen kan leva sig in i situationen samtidigt som den får öva på språket. Det gör att det inte bara sker en träning i det svenska språket, utan just specifikt för kontexten yrkesrelaterad kommunikation.

Case: VR som ett verktyg för yrkesrelaterad språkträning i Finland

Finland har precis som Sverige en betydande del arbetskraftsinvandring där många av dessa hamnar inom vårdrelaterade yrken. Genom forskningserfarenhet så har det visats att det är av hög vikt med trygga utbildningsmiljöer för dessa individer med andra modersmål och med annan kulturell bakgrund



Figur 29. Skärmdump från VR-upplevelsen CultureExpert



Figur 30. Skärmdump från VR-upplevelsen CultureExpert

som kommer till Finland, för att de skall känna sig inkluderade och sedan kunna både tillgodogöra sig utbildning och göra ett gott jobb. Det handlar om att motverka diskriminering, och en känsla av att "inte passa in". Här har språket identifierats som en av de största barriärerna (Martikainen, et al., 2024) (Matinlompola, Mikkonen, et al., 2024) (Ropponen, et al., 2022), varför man från Oulu University i samarbete med bland andra Lapland University of Applied Sciences och deras "Frostbit Laboratory" i Rovaniemi startade projektet "CultureExpert"⁵⁶. Projektet syftade till att i VR skapa en säker miljö för sjuksköterskestudenter att kunna träna på det finska språket i en professionell kontext, för att bli mera bekväma i att kommunicera på finska med patienter och kollegor (Mikkonen et al, 2024). Det visade sig att problemet inte var att sjuksköterskestudenterna inte ville lära sig finska, utan att det helt enkelt inte fanns tillräckligt med fokus på det i läroplanen. VR-miljön kunde både erbjuda möjlighet till mer språkträning, och även att studenterna kunde känna sig trygga, och inte behövde vara rädda för att bli dömda eller bedömda vid eventuella språkliga misstag. Vidare så gjorde den immersiva miljön samtidigt att det upp-

levdes som att språkträningen skedde i realistiska situationer från arbetet som sjuksköterska. De tog även hjälp av språklärare i designen av upplevelsen för att den skulle bli gjord med fokus på ett tillräckligt korrekt uttal, utan att behöva vara nitisk, givet den heterogena gruppen modersmål hos studenterna. Några skärmdumpar från upplevelsen syns i Figur 29 och Figur 30.

Upplevelsen var tidig med att involvera röstigenkänningsfunktionalitet i en VR-applikation, och genom denna kunde så studenterna prata med en avatar i form av en patient, där de också skulle utföra vissa procedurer. I VR-applikationen utvecklades två scenarier:

1. Ett scenario där sjuksköterskan skall genomföra en hemgång med en patient och då kommunicera med patienten kring detta
2. Ett scenario där sjuksköterskan skall administrera läkemedel till en patient, som då råkar få en anafylaktisk chock, varpå sjuksköterskan måste identifiera detta och tillkalla läkarhjälp

Det visade sig att flera av studenterna hade stora svårigheter första gången de skulle kommunicera

⁵⁶ <https://www oulu.fi/en/projects/cultural-competence-social-and-healthcare-work-environments>

på finska i upplevelsen, och helt enkelt inte visste vad de skulle säga eller hur de skulle uttrycka sig. Av den anledningen implementerades undertexter för de som behövde det första gången, vilket hjälpte dem att komma över tröskeln. Bland de fördelar som nämns med att använda VR för språkträning så nämner Kristina Mikkonen, professor i Omvårdnadsvetenskap vid Oulu University följande:⁵⁷

- VR erbjuder studenterna en känsla av en säker miljö där de kan öva utan rädsla för att göra misstag som kan påverka verkliga patienter. Detta minskar stress och ökar självförtroendet hos studenterna.
- VR-upplevelsen lyckades återskapa verkliga kliniska situationer med hög realism, inklusive patientinteraktioner och akuta medicinska händelser. Detta gör träningen mer relevant och engagerande. I synnerhet scenariot med patienten som får en anafylaktisk chock visade sig skapa väldigt mycket inlevelse och engagemang hos studenterna, vilket också gjorde att de inte bara tränade sina professionella språkfärdigheter utan också förbättrade deras kliniska beslutsfattandeförmåga och resonemang.
- I VR-lösningen så kan studenterna repetera scenarier så många gånger som behövs, vilket är särskilt användbart för att befästa språkkunskaper och kliniska färdigheter.
- VR-upplevelsen kombinerar visuella, auditiva och kinestetiska inlärningsmetoder, vilket kan förbättra inläringen och behållandet av information – även om det krävs repetition för att informationen skall hamna i långtidsminnet.

Bland utmaningar så nämner Kristina Mikkonen följande som primära:

- Det kan ta tid att lära sig själva handhavandet av teknologin för de som inte är vana vid den, och detta gäller både lärare och studenter. Här var det viktigt just att ha med sig ansvariga lärare vid utvecklingen av VR-upplevelsen, och att det sedan skedde en ordentlig överlämning så att lärarna faktiskt kände ett ägandeskap kring det

som hade utvecklats (istället för att det var något som de "fick i knät").

- Det finns utmaningar med själva teknologin, och här är det viktigt att ha tillgång till bra teknisk support. I projektet jobbade man väldigt nära i team med både utvecklare, forskare och lärare, och det gjorde att tekniker alltid fanns till hands att fråga och hjälpa till under implementationsfasen.

Projektet CultureExpert beskrivs som lyckat, och även om det avslutades 2023 så är VR-delarna något som fortfarande används i utbildningen av språkfärdigheter i samband med sjuksköterskeutbildning på fem utbildningar vid Oulu University of Applied Sciences, Lapland University of Applied Sciences (Rovaneimi), Metropolia University of Applied Sciences (flera campus runt stor-Helsingfors), Juväskylä University of Applied Sciences och Laurea University of Applied Sciences (stor-Helsingfors). Några nyckelfaktorer till framgången beskrivs vara dels hur man jobbade med att faktiskt involvera lärarna och studenterna i själva skapandet genom samskapande design, där man också såg till att lärarna själva skulle få ett ägarskap kring lösningen. Det beskrivs också att det nära samarbetet mellan utvecklarna och teknikerna vid Frostbit Laboratory, forskarna vid University of Oulu och omvårdnadslärarna vid Oulu University of Applied Sciences var helt avgörande, där utvecklarnas ödmjuka inställning gjorde att de som inte hade lika hög teknisk kompetens ändå kände att de kunde få vara med och påverka, och att allting skedde i samskapande.

Scenario: VR för förebyggande av risker i arbetslivet: riskfyllda moment och ergonomiträning

Med hjälp av den beskrivna tekniken för att kunna "fånga in" kropps rörelser i VR (se avsnitt "Att följa och analysera rörelser i VR") så blir det alltså möjligt att låta en student få se, och öva in ett ergonomiskt

⁵⁷ Intervju med Kristina Mikkonen, professor i omvårdnadsvetenskap vid Oulu University, 2024-09-20.

korrekt utförande av ett moment eller procedur. VR-simuleringen kan då visa användaren det korrekta sättet att utföra ett visst arbetsmoment för bästa ergonomi, exempelvis genom att medarbetaren får följa ett hologram, och ett mocap-system sedan översätter medarbetarens rörelser och jämför dessa mot den korrekta mallen. Det går därmed också att spela in och utvärdera en rörelse, och medarbetaren kan få återkoppling både direkt och i efterhand på om det är något som den behöver ändra i sitt sätt att arbeta för att det skall ske på ett ergonomiskt sätt. Detta är verktyg med potentiell användning inom såväl vård och omsorgsutbildningar, såväl som industrirelaterade utbildningar där en god arbetsergonomi är av yttersta vikt för att minska risken för belastnings- och förslitningsskador efter många år i arbetslivet.

VR brukar också ofta beskrivas som ett väldigt bra verktyg för att träna på moment som är svåra att öva på i verkliga livet, så som olika former av nödsituationer som riskerar att utsätta en medarbetare för risk. Vid träning i VR har det visats att om det sker i en väl designad upplevelse kan VR-simuleringen skapa en känsla av immersion, inlevelse och realism så att medarbetarna nästan får en känsla av att träningen faktiskt är något de upplevt i verkligheten – men utan att det föreligger någon risk för de som utför träningen. Detta är något som får betraktas som mer eller mindre helt branschövergripande, och exempelvis brandövningar är något där VR-träning har testats med goda resultat både i träning för att använda brandsläckare (Sagihafian, et al., 2020) och för att träna på utrymning (Ooi, et al., 2019). Detta är något som erbjuds av bland andra det svenska VR-företaget Vobling⁵⁸, och också något som erbjuds som en av upplevelserna på plats vid strukturen VR Centrum i Härnösand, se avsnitt *”Case: Energi- och industriutbildning vid Härnösands Energitekniska Arena”*.

Det är också möjligt att med god effekt använda sig av VR vid träning av andra nödsituationer, så som exempelvis kemikalieutsläpp inom industrin (An, et al.,

2019). Men som också har diskuterats i denna rapport finns det också poänger med att ha möjligheten att träna på även moment som i sig inte innebär en nödsituation, men som om de utförs felaktigt kan leda till en sådan. Inom industrin så finns det gott om exempel på sysslor som vid felaktigt utövande kan utsätta både utföraren och andra i dennes omgivning för stor fara, så som viss typ av service inom processindustri eller inom elkraftindustrin där det kan finnas risker både för kläm-, brand-, explosions- och elektrifieringsskador. Här är det återigen värt att ta upp exemplet från Maersk som har börjat använda sig av VR för att träna på proceduren att lägga till med sina fartyg, något som innebär stora risker om någonting skulle gå snett.⁵⁹

Case: Ergonomiträning Piteå

I Piteå Kommun använder man sedan en tid en VR-lösning för att genomföra den obligatoriska utbildningen i ”förflyttningsteknik” bland sina anställda inom bland annat hemtjänsten, på äldreboenden, gruppboenden och särskilda boenden och inom personlig assistans. Förflyttningsteknik här går igenom exempelvis hur en anställd på ett ergonomiskt korrekt sätt exempelvis skall bädda en säng hos en sängliggande brukare, där den således kommer behöva flytta på den sängliggande under bäddningen, för att minska risken för arbetsrelaterade förslitningsskador. Det hela började med att man identifierade behovet av en mer effektiv, engagerande och flexibel utbildningsmetod för just utbildningen i förflyttningsteknik. Piteå brottas, precis som många andra svenska kommuner, med en demografiutmaning där den äldre delen av befolkningen blir allt fler i relation till de i arbetsför ålder, och det är alltså av yttersta vikt att de anställdas tid används där den som mest behövs – i verksamheten.

Ewa Karlsson Sjölander, verksamhetsutvecklare inom socialtjänsten i Piteå kommun, initierade idén att använda virtual reality (VR) för att skapa en app-

58 <https://vobling.com/vrfiretrainer>

59 <https://virsabi.com/maersk-behavioral-training/>

likation som kunde tjäna som utbildning i förflyttningsteknik.⁶⁰ Ewa har innan hon blev verksamhetsutvecklare själv en bakgrund som undersköterska med nästan 30 års erfarenhet från äldreården. Detta skedde omkring 2018, före pandemin.

Flera faktorer motiverade användningen av VR för denna utbildning i planeringsstadiet:

- Förflyttningsteknik är relativt statisk kunskap som inte förändras ofta, vilket ansågs göra den lämplig för VR-format där den inte riskerar att snabbt bli obsolet på grund av nya rön eller rutiner.
- VR ansågs kunna avlasta rehabiliteringsavdelningen, som tidigare utförde utbildningen men behövde fokusera på sina huvuduppgifter
- VR skulle möjliggöra mer frekvent träning jämfört med den tidigare modellen med utbildning vart fjärde år
- Möjligheten att ”friska upp minnet” direkt på arbetsplatsen genom VR ansågs fördelaktig, då VR-träningsformen kunde ske asynkront och självständigt utan att en utbildare behövde vara på plats

Man inledde med att ha en workshop med både vårdpersonal, Atea och utvecklare från Warpin Media, för att skapa en förståelse för hur VR-upplevelsen skulle designas. Utbildarna skickade därefter ett manus till Warpin Media, och utifrån resultat från workshopen och manuset så skapades en prototyp med två moment ifrån förflyttningsteknikutbildningen och genomförde workshops med vårdpersonal för att säkerställa att VR-lösningen mötte deras behov. I detta första steg så hade kommunen köpt in 10 stycken headsets, och man inledde då en pilotfas för att testa. Då man ansåg att detta var lyckat så beslutades att hela den obligatoriska förflyttningutbildningen skulle köras i VR, och Warpin kontrakterades därför med att bygga hela utbildningen (vilket innebar ytterligare åtta moment), och kommunen köpte också in totalt 45 headset som kunde placeras på de olika berörda kommunala enheterna. I VR-upplevelsen så lades praktiskt taget inga resurser på att skapa

”förfinad grafik”, utan allt lades på att just beskriva procedurer korrekt, och implementera en pedagogisk lösning som guidade användaren steg för steg i processen. För en illustration av den utvecklade VR-lösningen, se *Figur 31*.

Den totala utvecklingskostnaden landade i slutändan på cirka 1 miljon kronor. Den utvecklade VR-lösningen är enkel i sin utformning. Den ger individen vägledning kring hur förflyttningmoment ska utföras och individen får öva på momenten. Detta kan göras i egen takt och med en stor flexibilitet kring när och var. Alla arbetsplatser har också VR-ombud som har ett extra ansvar att vägleda kollegor som känner sig osäkra eller stöter på problem med utrustningen.

Ewa Karlsson Sjölander beskriver följande huvudsakliga fördelar med den VR-lösning som nu har implementerats:

- Varje utbildningsdag kostade 38 500 kronor år 2018 när VR-projektet startade, och då var det en utbildning för 12 personer. Totalt 25 sådana tillfällen kördes per år, och det var totalt 1 700 medarbetare som förväntades genomgå utbildningen. Detta blir nästan en miljon kronor per år, och då utbildades bara knappt 20% av personalstyrkan. Med en utvecklingskostnad på en miljon kronor för VR-prototypen innebar det att den har potential att vara en lönsam investering efter bara ett år.
- Målet med VR-utbildningen var ju att avlasta de som arbetar på rehabenheten, och de har uttryckt att de är nöjda med detta beslut.

Men hur har det fungerat? Trots att VR-applikationen anses fungera väl så används den av alldeles för få i personalen. Detta trots att utbildningen i sig är obligatorisk, och att man har informerat berörda chefer om att deras anställda skall genomgå utbildningen i de VR-headset som finns utplacerade. Man har även låtit cheferna utse de tidigare nämnda ”VR-ombuden”, med instruktionen att de skall utse någon som verkar särskilt intresserad av tekniken.

⁶⁰ Intervju med Ewa Karlsson Sjölander, 2024-09-24.

Men allt detta till trots så är det många ur personalen som struntar i att gå utbildningen. Det är svårt att veta säkert vad detta beror på, men kortfattat så listar Ewa Karlsson Sjölander dessa faktorer:

- Problem med teknisk osäkerhet hos personalen gör att många inte känner sig bekväma med att använda tekniken, inte ens bakom stängda dörrar. Det känns helt enkelt konstigt att sätta på sig VR-headseten om man är ovan vid den sortens teknik, man är rädd att göra bort sig och det är också flera som rapporterat om att de har känt sig illamående eller känner att man inte har koll på sin kropp. Just inom de berörda kommunala enheterna så finns det många som får betraktas som väldigt digitalt ovana, där det kan kännas som ett stort steg att sätta på sig ett VR-headset. Ewa Karlsson Sjölander nämner att "de unga har inga problem med detta", men att det är företrädesvis äldre som uttrycker en ovilja mot att använda sig av tekniken.
- Det verkar finnas ett problem med efterlevnad av obligatoriska moment inom organisationen, som inte bara härrör till VR-utbildningen. Allmänt så är det svårt att få vissa anställda att



Figur 31. Skärmdump från utbildningen. Blå händer markerar vart du ska ta tag och med vilken hand. Turkosa markeringar visar vart du ska flytta en kroppsdel eller ett objekt. Bildkälla: Piteå kommun

utföra det som de facto ingår i deras arbetsbeskrivning, utan man "gör lite som man själv vill". Ewa Karlsson Sjölander nämner att statusen för att jobba inom omvårdad har sjunkit överlag, och att där det tidigare var ett yrke som man stannade inom är det nu många som bara har det som ett "övergångsyrke". Detta skulle kunna vara en faktor till att man inte hör samman vissa instruktioner.

- Trots VR-ombud, och det faktum att de utbildad berörda chefer i hur VR-applikationen fungerar så har det varit svårt att få stöd från de chefer som har ansvaret att se till att utbildningen görs i VR. Detta är antagligen beroende även på osäkerhet hos cheferna kring tekniken, och något som då inte hjälper de anställda i att genomgå VR-utbildningen.
- Det har även varit svårt att få stöd från den egna IT-organisationen i implementationen.

Detta till trots har man ambitionen att fortsätta att driva, och även vidareutveckla VR-applikationen inom kommunen. Ewa Karlsson Sjölander nämner utvecklingen av ett mera pedagogiskt interface, där vissa instruktioner lyfts ur själva VR-upplevelsen och istället går igenom innan själva upplevelsen (just nu får deltagaren instruktionerna i VR, vilket antas vara svårt för somliga att uppfatta och tillgodogöra sig). I enkäter har också svaren visat att de anställda som faktiskt går igenom VR-upplevelsena har uppskattat dem och kunnat tillgodogöra sig kunskap. Man har också köpt in ytterligare en VR-applikation, i form av en förstahjälpen-utbildning som Warpin Media har utvecklat tillsammans med Röda Korset, där tanken är att denna skall kunna vara som en förberedande övning för de som skall genomgå utbildningen i förflyttningsteknik för att vänja sig vid VR-tekniken. Utmaningen ligger i att få fler att gå igenom utbildningen. Här går det att fundera kring hur valet av VR-ambassadörer har gått till, och om det faktum att de har "utsetts" istället för att de själva har fått kliva fram kan göra att det känns som påtvingat. Det förefaller inte finnas någon känsla av

ägandeskap hos de i organisationen som skall använda sig av tekniken (cheferna, och många av de anställda), så det torde vara en nyckel att i framtiden arbeta med detta. Man ser också potentialen i att använda VR-tekniken för andra applikationer, så som att göra mera effektfulla immersiva introduktioner till arbetsplatser för nya medarbetare som skall flytta till Piteå eller sommarjobba i kommunen.

Scenario: VR för träning inom industri och tekniktunga branscher

Inom industrin så finns det stor nytta med att använda VR för operatörer och reparatörer, mest utifrån möjligheterna att faktiskt få träna på att utföra ovanliga operationer på maskinerna, eller för att helt enkelt få utforska och "leka runt" med dem på ett sätt som är omöjligt i den verkliga miljön. VR kan vara ett sätt att lära sig både hur specifika komponenter ser ut, hur de fungerar, och vad som händer om en viss del av maskinen påverkas. Det är också möjligt att simulera en viss procedur i hög realism, och där också simulera samarbete mellan olika roller så att detta kan repeteras innan proceduren skall utföras på riktigt (lite på samma sätt som en kirurg kan öva på ett ingrepp innan det skall göras på en patient). Detta blir inom industrin väldigt användbart i de fallen då det skall utföras större underhåll, som exempelvis vid en stoppvecka, då man har en väldigt begränsad tid på sig att utföra större underhåll och det alltså är av största vikt att detta görs effektivt och utan misstag.

Genom att nyttja pedagogiken från konstruktionismen så kan en operatör eller reparatör också få en möjlighet att fritt manipulera och till och med destruera maskinen, något som av naturliga skäl inte är möjligt i den riktiga miljön. På så sätt kan den som tränas i VR få en djupare förståelse för hur de tekniska systemen hänger ihop, och vad som påverkar vad i dessa system.

Det är heller inte bara inom vård- och omsorgsyren som det finns en poäng med att öva på samarbete inom team utan även för yrken inom industrin så finns idag ökande sådana krav. Med den senaste tekniken som har beskrivits i denna rapport så går det alltså då även att öva på denna sorts kompetens inom varje bransch där bemötande mellan kollegor, eller bemötande med kunder upplevs som viktigt. Det finns redan idag ett flertal företag som har insett nyttan med att göra detta i VR (som exempelvis företagen Tailspin⁶¹, Strivr⁶², Mursion – som bland annat har använts för att göra VR-baserad träning hos Ericsson⁶³, Virsabi⁶⁴, med flera). Det finns en växande skara av exempel på just att använda sig av VR för att öva på mjuka kompetenser, och detta lär växa de kommande åren.

Inom industrin så finns det också en större metatrend och rörelse som idag är inne i sin femte ”iteration” – ”Industri 5.0”. Det föregående decenniet har det varit mycket diskussioner både inom akademien och inom industrin kring konceptet ”Industri 4.0”, som enligt gängse uppfattning har inneburit att man med hjälp av digitalisering på bred front har möjligheten att skapa mer effektiva och flexibla industrier (Romero, Stahre, 2021). Detta har gjorts bland annat genom att nyttja teknologier så som ”big data” (insamling och analys av stora mängder data från processer med hjälp av AI-teknologi, med syfte att förstå trender i denna data och optimera processer), i kombination med uppkoppling av maskiner med hjälp av IoT-teknologi (Internet of Things), och en möjlighet att även ha mer och mer digitalt avancerade interface mellan operatörer och maskiner (så som exempelvis XR-teknologi). Det nya i och med Industri 5.0 är att man önskar ta fördelar som Industri 4.0 kan ge, men sätta människan i centrum och just optimera samspelet mellan människa och maskin. Där det tidigare var fokus på att ”bara” optimera maskinens del så vill man nu sätta ”människan i loop”,

och detta innebär att vi på bästa sätt kan använda mänskliga förmågor, såväl som överkomma våra begränsningar med hjälp av teknologiska hjälpmedel. Coronapandemin under det tidiga 2020-talet och den nu efterföljande handelsinstabiliteten i världen fick också många industriföretag att inse sårbarheten i tidigare paradigmen så som ”just-in-time-delivery” (att man har minimerat sina egna lager, och försöker att bara beställa precis det man behöver just då) och globala leverantörskedjor – något som också har gjort att begreppet ”resiliens” har lyfts in som något centralt i Industri 5.0-paradigmen (Romero, Stahre., 2021). Detta hamnar då även på operatörsidan, eftersom det är operatörerna, montörerna och reparatörerna som till stor är kärnan i verksamheten. Kan de inte utföra sina arbeten så stannar industrierna – varför det även behöver finnas en resiliens hos dem och en möjlighet att kunna utföra sina sysslor även när saker går utanför det normala.

Med det sista så pratar man därför delvis om just möjligheterna att med teknikens hjälp kunna göra operatörerna mer resilienta, och där blir just XR-teknologi en pusselbit. Genom XR-teknologi så är det möjligt att dels kunna skapa en bättre visualisering och förmedling av den data som har analyserats, och något som då kan bli ett bra beslutsstöd även för operatörer på golvet. Men en nyckel för att kunna arbeta flexibelt och problemlösningorienterat i en modern industri är också att operatörerna måste förstå både hur produktionsprocessen ser ut som helhet, men även hur de olika komponenterna fungerar och hänger ihop – för att både kunna felsöka, reparera och vid behov även modifiera delar av produktionsprocessen. För detta behövs också mångsidiga team, där det blir möjligt att låta olika kompetenser få komplettera varandra. Samarbete mellan olika roller går med fördel att träna på i VR (Di Feola, et al., 2021), detta blir en naturlig del av en övergång till Industri 5.0.

61 <https://www.tailespin.com/>

62 <https://www.strivr.com/>

63 https://www.mursion.com/wp-content/uploads/2023/05/LD-23_04-Ericsson-Fosters-Inclusive-Behaviors-through-Immersive-Science-Based-Learning-Experiences-Case-Study.pdf

64 <https://virsabi.com/>

Case: VR-träning för tekniker vid Volvo Trucks

För träning av tekniker inom fordonsindustrin så är Volvo Trucks en av de aktörer som har kommit i särklass längst. Precis som resten av fordonsindustrin så står Volvo Trucks inför en stor omställning givet den pågående elektrifieringen av världens fordonsflottor. För Volvo Trucks personal och interna utbildningsstrukturer så innebär detta konkret att omställningen från traditionella explosionsmotorer till elektriska drivlinor skapar ett stort behov av att omskola personalstyrkan och lära dem de helt nya rutiner som krävs för detta arbete. Det är i många avseenden en utmaning, och Volvo Trucks började enligt Johan Cruse redan år 2017 att experimentera med VR-lösningar, som ett sätt i att komma runt flera utmaningar i denna process.⁶⁵

Elektrifieringsprocessen innebär att många produktlinjer som införs är helt nya för bolaget, vilket gör att det finns begränsat med lämpliga undervisningsexemplar att förevisa och använda sig av. De nya produkterna inom elektromobilitetsområdet har ofta helt enkelt inte producerats ännu, men behovet finns trots detta av att låta teknikerna få lära sig de nya produkterna redan innan de kommer ut på marknaden.

Den befintliga, traditionella träningsprocessen är både kostnadstung och logistiskt komplicerad, då den har inneburit att lokala utbildare (trainers) ansvariga för att lära upp teknikerna vid varje site måste flygas in till Göteborg för att utbildas där, och sedan flyga hem för att lära upp sina tekniker. Ett vanligt sådant utbildningstillfälle brukar innefatta någonstans mellan 150–200 'trainers'. Detta innebär höga reskostnader då Volvo Trucks är ett internationellt bolag med siter runt hela jorden, och alltså måste det till interkontinentala flygningar för att få teknikerna till Göteborg. Till det kommer kostnader för logi, och dessutom all komplexitet som krävs för att boka dessa resor och få dem att passa in i den befintliga verksamheten med så lite störning som möj-

ligt (vilket är en avsevärd arbetsbörda för de som jobbar med det). Oavsett varifrån teknikerna skall resa ifrån så tillkommer det ett tapp i produktionen den tiden som de är borta från sitt ordinarie arbete, så det är alltså av yttersta ekonomiska vikt att optimera utbildningsprocessen för att personalen skall vara borta från produktionen så kort tid som möjligt.

Med detta som bakgrund har Volvo Trucks tillsammans med TietoEvry utvecklat en VR-lösning för att låta tekniker få en simulering kring hur det är att jobba på deras elektrifierade drivlinor. I det första ledet så utbildas de som sedan skall utbildas i produkterna och i hur de skall använda VR-verktyget. Därefter så håller dessa instruktörer utbildningssessioner där flera tekniker tillsammans går in tillsammans med sin instruktör, som då förevisar olika delar och procedurer kopplat till service och reparationsarbeten på en elektrifierad Volvo Trucks-produkt. Man har i VR-miljön valt att skapa en digital kopia av de redan befintliga utbildningsrummen som används på Volvos kontor i Göteborg, och det har uppfattats som att just den lösningen har fungerat bra och även hjälpt teknikerna att identifiera att "de nu befinner sig i en lärmiljö" – varpå de har blivit mentalt inställda på uppgiften. Enligt Volvo Trucks förmår denna VR-kopia av miljön skapa en känsla av engagemang och motivation hos deltagarna.

I VR-verktyget får teknikerna i grupp jobba med att skruva bort skruvar och plocka bort lock för att nå intressanta delar, och då jobba med en simulerad multimeter för att mäta spänningen mellan olika punkter – under handledning och i ständig dialog med deras i sessionen närvarande instruktör. För en illustration av hur detta ser ut, se *Figur 32*.

Bland de fördelar som nämns med just att använda VR-prototypen så nämner Volvo Trucks dessa som de främsta:

- Det går att simulera och träna på produkter som antingen bara finns i liten upplaga, eller inte ens existerar ännu. Detta har varit ett problem tidigare, där just logistiken kring att få tag på rätt

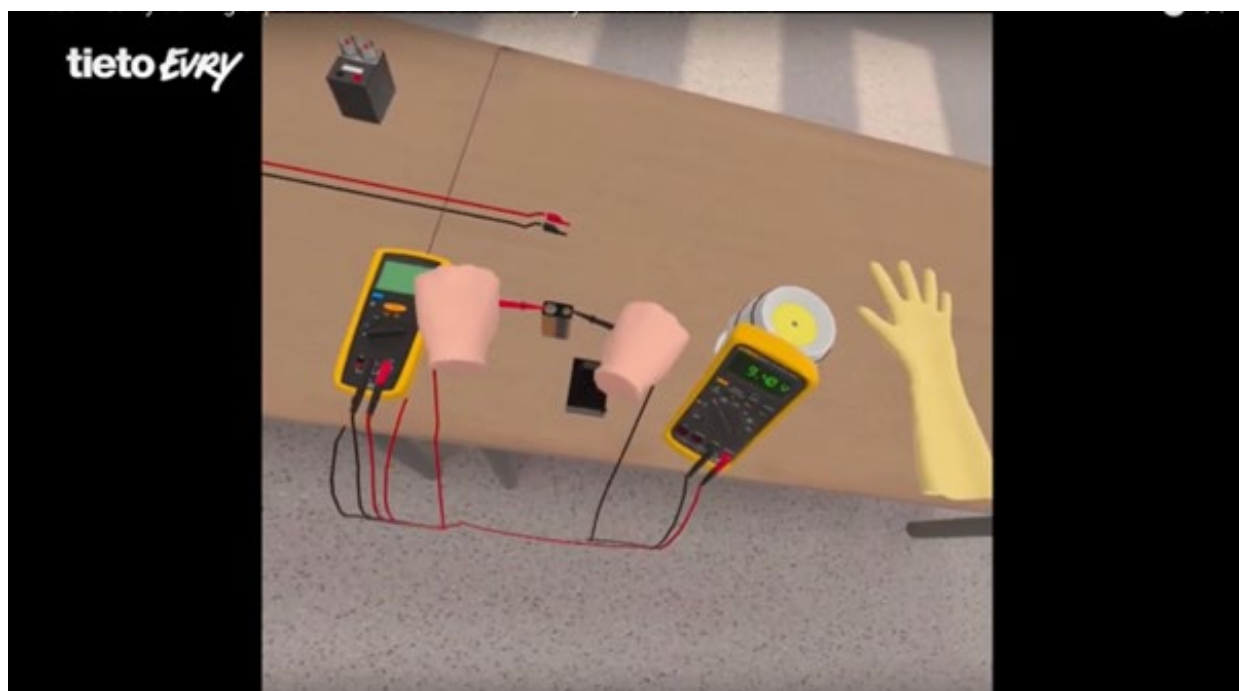
⁶⁵ Intervju med Johan Cruse, Tools and Methods manager Retail Competence Development, Volvo Trucks, 2024-09-20.

hårdvara till träningen har varit utmanande. Nu håller man på att bygga upp en katalog av virtuell hårdvara som med andra ord är tillgänglig för att läggas in i en träningsession med bara en knapptryckning.

- Givet att det i många fall rör sig om säkerhetskritiska moment som skall tränas vid arbete på elektriska drivlinor (vissa delar av systemet innehåller spänning på 600V) så är VR ett lämpligt verktyg just för att kunna träna på det på ett säkert, men ändå immersivt och begripligt sätt. Teknikerna får träning i att både kunna stänga av och sätta på strömmen till dessa högspänningsdelar, och arbeta med dem enligt korrekta procedurer.
- Jämfört med traditionella utbildningstillfällen där man har jobbat med riktig hårdvara så har VR fördelen att det går mycket snabbare att nollställa efter en träningsession, innan nästa skall köras. I det analoga fallet så var man tvungen att manuellt demontera delarna som skulle

förevisas, och sedan montera tillbaka dem innan nästa session kunde köras. Nu kan detta göras med en enkel knapptryckning för att nollställa allting.

- Givet att man nu kan erbjuda denna VR-träning på distans, i stället för att ha behovet av att flyga in alla tekniker som skall utbildas till Göteborg så har behovet av resor och logi minskat drastiskt. Här räknar Volvo Trucks med att de gör kostnadsbesparingar i miljonklassen för varje utbildningstillfälle som nu har kunnat ersättas med VR-utbildning. Detta är bara då kostnadsbesparingarna för att slippa resorna, sedan tillkommer ytterligare besparingar som kommer av att teknikerna är borta kortare tid från sina ordinarie arbetsuppgifter.
- Volvo Trucks konstaterar också att VR är bra för att visualisera saker som annars är abstrakta, som exempelvis elsystem, olika typer av flöden i ett tekniskt system, eller hur saker och ting ser ut på ställen där man annars inte kommer åt att



Figur 32. Användare i Volvo Trucks VR-träningssimulering tränar på att mäta spänningen på ett batteri med en simulerad multimeter. Bildkälla: Youtube och TietoEvrys kanal, video med titeln: "Virtual Reality training experience: Volvo Trucks' new way to train technicians"

titta (som inuti en motor). Det är av dessa anledningar synnerligen väl lämpat för utbildningsmaterial inom elektromobilitetsområdet.

- Teknikerna uppskattar VR-träningarna, och har uttryckt att de är nöjda med upplägget. De uppskattar den immersiva miljön, och har uttryckt att de gärna tar del av mera VR-baserat material. Inom bolaget ser man nu VR som ett faktiskt utbildningsverktyg och inte som någon nymodighet eller "gimmick". Mera "tool factor" än "cool factor".
- Man har också upplevt en flexibilitet i att använda VR som utbildningsplattform med upplägget att man har en mänsklig instruktör på plats i upplevelsen. Av den anledningen så behövs det ingen explicit översättning av själva upplevelsen mellan alla de olika språk som talas på bolagets olika sidor, utan det räcker med att den instruktör som är närvarande kan tala språket. Det är alltså minimalt med skrivet språk som är inbäddat i själva upplevelsen, utan VR-upplevelsen blir som instruktörens egen personliga utbildningsmiljö där den får styra över pedagogiken. Det senare verkar också ha lett till att de instruktörer som kör i VR känner ett ägandeskap, och också något som gynnar hela konceptet.

Bland utmaningar nämner Volvo Trucks framför allt dessa, och beskriver hur de har löst dem:

- Det har funnits utmaningar med deltagare som har upplevt illamående efter en träningssession, men dessa har man gjort sitt bästa för att eliminera och verkar ha lyckats genom att exempelvis optimera överföringshastighet i headset (latency) och Frames Per Second (FPS). Det blir också viktigt att deltagarna går runt själva i upplevelsen och inte teleporterar sig runt.
- Det har varit viktigt att det finns en teknisk infrastruktur och support kring VR-lösningarna, för att den ska bli långsiktigt gångbar. Detta var en utmaning i början, men numera tillhör VR-träningshårdvaran bolagets ordinarie IT-katalog, och VR-headset med förinstallerad hårdvara kan beställas direkt via ett artikelnummer

– där IT även kan erbjuda support för denna teknologi.

- Trots att VR erbjuder en hög grad av interaktivitet, finns det fortfarande begränsningar jämfört med verkliga, fysiska interaktioner. Vissa moment, som att känna på material eller utföra mycket detaljerade manuella uppgifter, kan vara svåra att simulera fullt ut i VR. Volvo Trucks har dock valt att fokusera på de uppgifter som lämpar sig för VR – så som att utföra demontering, inspektion och mätning av visualiserade rigida delar, utan att det behövs någon taktill återkoppling för att lyckas med detta.
- Användningen av VR och tillhörande teknik innebär hantering av stora mängder data, vilket kräver noggrann hantering av integritets- och säkerhetsfrågor. Givet de höga krav på konfidentialitet som finns inom fordonsindustrin så finns oro kring hur data samlas in och används, särskilt när det gäller tredjepartsleverantörer av VR-teknik, varför bolaget har valt att via juridisk väg teckna avtal för att garantera sin datasäkerhet med de tredjepartsleverantörer som de har behövt ta in för sin VR-lösning.

Volvo Trucks säger också att de inte ser någon egentlig demografisk skillnad i upptag och mottagande kring VR-lösningen – att åldern hos de som genomgår träningen inte verkar spela någon roll. Det viktiga är inställningen hos de som deltar i utbildningstillfällena, att de är nyfikna och inte känner sig extremt avogt inställda till ny digital teknik.

VR-implementationen som har gjorts hos Volvo Trucks måste betraktas som en stor framgång, givet att den har skalats upp både inom det egna bolaget, men också att stort intresse har visats för detta exempel från andra bolag inom Volvokoncernen (så som Volvo Buses som i viss mån använder samma lösning men med bussar istället för lastbilshytter, Volvo Construction Equipment som har intresse för att implementera något liknande, samt Renault Trucks som också planerar att påbörja sin VR-resa).

Det finns ett antal framgångsfaktorer som Volvo Trucks nämner som viktiga för att ha lyckats med detta. Dels har man valt att låta de individuella siterna och de instruktörer som är aktiva där ha agens kring hur verktyget skall användas. Fokuset från centralorganisationen har varit att lära ut hur verktyget kan användas, och sedan låta varje instruktör själv få implementera sin pedagogik i verktyget i sina träningsessioner. Detta har gjort att verktyget har fungerat i den väldigt heterogena, globala miljö som Volvo Trucks opererar i, med siter i länder med många olika språk och kulturer. Det har också skapat en känsla av ägandeskap hos de lokala siterna och deras instruktörer, där de själva ser ett värde med att använda verktyget och har möjlighet att i viss mån anpassa det efter sina behov. Vissa instruktörer har också visat ett extra intresse för just VR-träningen, och dessa har då blivit som en sorts inofficiella "VR-ambassadörer", som har tillåtits att lära upp och visa andra hur VR-träningen kan användas på ett bra sätt. Det faktum att man också har lyckats integrera VR-träningsutrustningen i den ordinarie inventarie-katalogen, och att de kommer förinstallerade och med support från IT-avdelningen torde också vara en nyckel.

Det finns planer på att möjliggöra för att VR-träningen skall kunna köras helt asynkront av teknikerna när de själva önskar, istället för att som idag görs vid bestämda tillfällen med en mänsklig instruktör i en utbildningssession. För detta tittar man på att införa en AI-agent som skall ikläda sig rollen som instruktör, och Volvo Trucks ämnar också undersöka hur samspelet skulle kunna se ut med både en mänsklig och en AI-baserad instruktör i en session. Sammanfattat kan det sägas att VR-träning har visat sig vara en mycket effektiv metod för att förbättra teknikernas prestationer hos Volvo Trucks. Den erbjuder en säker, engagerande och kostnads-effektiv lösning för att utbilda tekniker i arbete på säkerhetskritiska och ibland abstrakta system. Trots vissa initiala utmaningar, som illamående och behovet av teknisk support, har man lyckats överkomma

de flesta hinder och nu överväger fördelarna klart nackdelarna, vilket gör VR-träning till en värdefull del av Volvo Trucks utbildningsprogram.

Case: Energi- och industriutbildning vid Härnösands Energitekniska Arena

Ett av de områden där man i Sverige har börjat utforska hur VR kan användas för utbildning är inom Energi- och industriutbildning, och då specifikt i Härnösand vid HETA (Härnösands Energitekniska Arena) Utbildningar – Yrkehögskolan i Härnösand (en del av Härnösands Kommun).⁶⁶ Här går det att utbilda sig till bland annat drifttekniker för kraft och värme och även få generell utbildning i vad det innebär att arbeta i en processindustriell miljö.

I princip alla utbildningarna är organiserade som distansutbildningar, men på grund av innehållets natur och det faktum att de som utbildas skall bli skolade i att arbeta praktiskt på kraftvärmeverk eller värmeverk så är det viktigt att även få lära sig att hantera de maskiner och system som då ingår. Häri finns det också många delar som är väldigt säkerhetskritiska, då det är hög effekt inblandad, många komponenter som blir varma, högt tryck i delar av systemet och på vissa ställen även rörliga och roterande delar (i form av turbiner och pumpar för att upprätthålla funktionen i systemen). Av den anledningen så behöver alla som går utbildningen ta sig till de fysiska träningsmiljöerna i Härnösand ett flertal gånger under utbildningen, och då genomföra praktiska laborationer på en kraftvärmeteknisk utrustning som, om än i mindre skala än de flesta kraftvärmeverk, fortfarande är ett fullt fungerande kraftvärmeverk med alla ingående komponenter. Detta gör att det är ett högt tryck på lokalerna, då det är många som skall få tillgång till att göra dessa laborationer, och det är också av hög vikt att studenterna får med sig de kunskaper

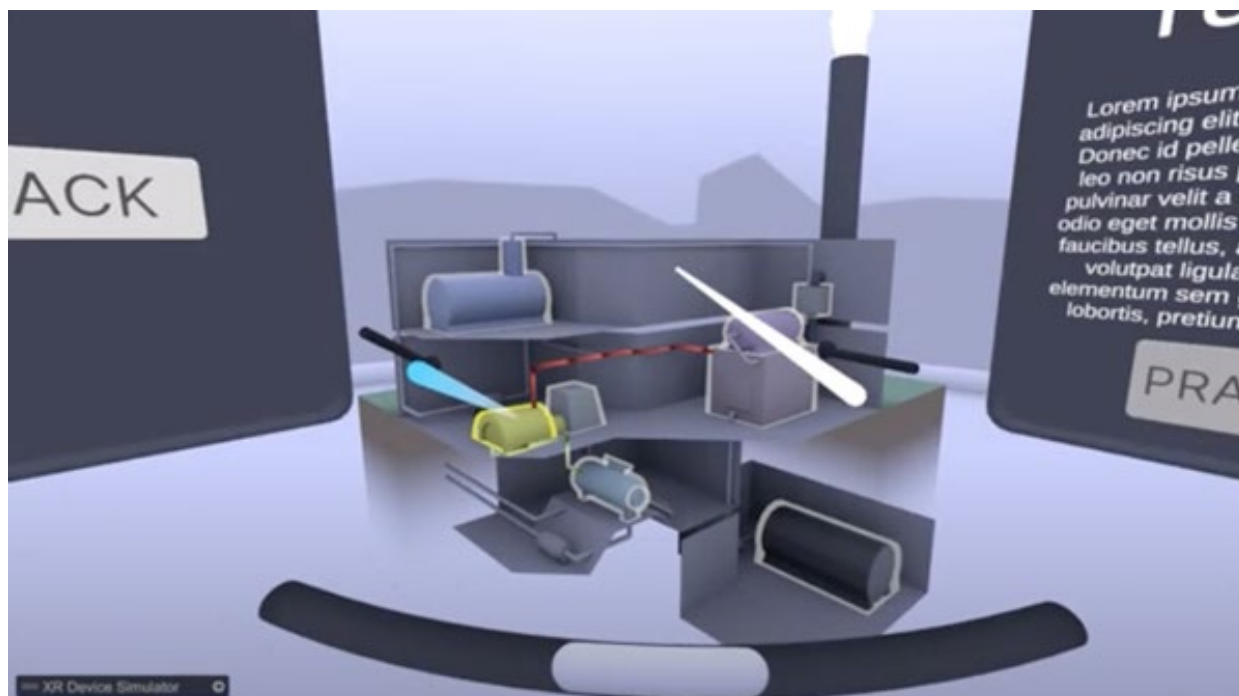
⁶⁶ <https://hetautbildningar.se/yhutbildningar.4.5e2918da13c6be6a5c9104.html>

och färdigheter kring det dagliga praktiska arbetet, såväl som säkerhetstänket från just dessa tillfällen. När så många av utbildningarna är distansbaserade så innebär det också att studenterna många gånger har lång resväg för att ta sig till träningsmiljön, och det blir svårt att ta igen något som missas, eller skapa repetitionstillfällen för de handgripliga momenten. Med andra ord, man såg ett behov från de som utbildas och från det rent utbildningstekniska att kunna utbilda även i det "hantverksmässiga" på distans. En devis är "det som kan göras på distans, skall göras på distans!".

Av denna anledning såg man vid Yrkehögskolan i Härnösand ett behov av att kunna erbjuda något som kunde förbereda studenterna för de praktiska laborationstillfällena, och man hade också noterat specifikt vissa moment och komponenter som studenterna traditionellt sett hade svårt att förstå. Med detta som ingångsvärde ingick man ett samarbete med en part inom samma kommunala förvaltning – VR Studion i Härnösand, och även med Här-

nösands science center "Technichus". Här fick man hjälp med att utveckla en proof-of-concept av en VR-upplevelse med syfte att just tillåta studenterna att kunna förbereda sig på sin hemort kring hur de komponenter och system som de kommer möta i den verkliga labbmiljön fungerar, genom att nyttja de pedagogiska fördelar som kommer av en VR-miljö (möjlighet att få laborera själv och ändra parametrar för att se vad som händer, och möjlighet att "se vad som händer inuti komponenter"), se *Figur 33*, *Figur 34* och *Figur 35*.

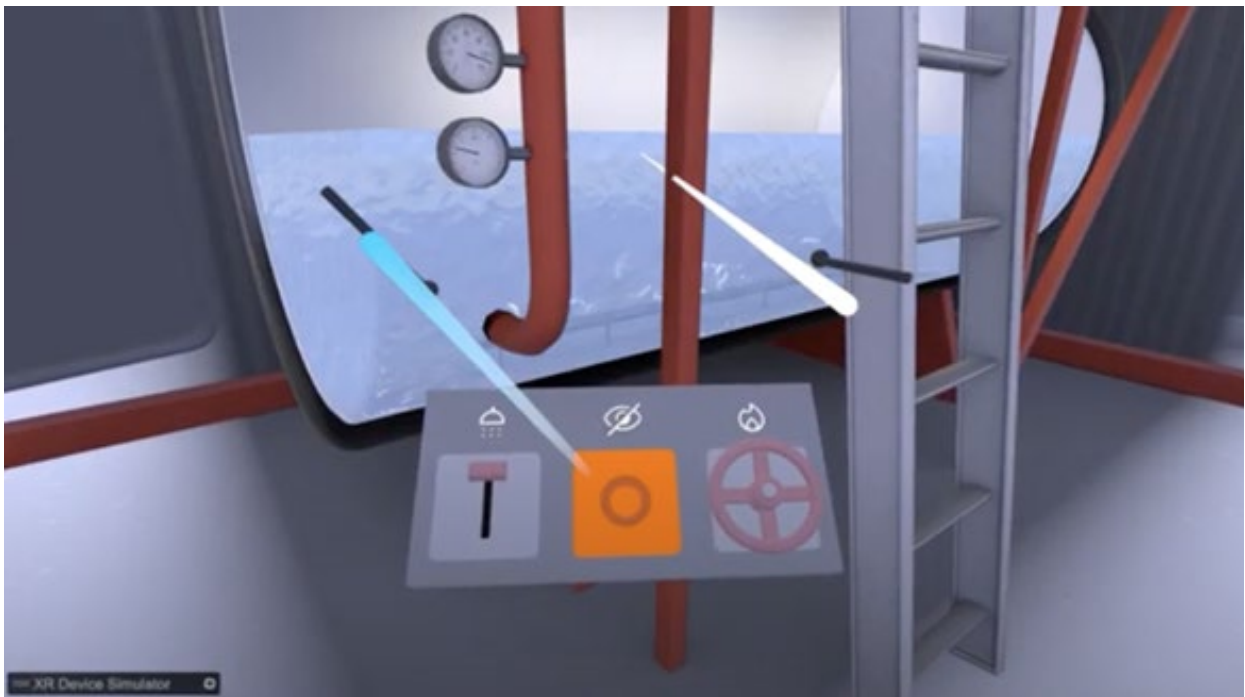
Genom detta arbete, och som ett samarbete mellan VR Studion och HETA Utbildningar har man så kommit att behöva fundera över frågor som rör på tillämpad pedagogik i VR-miljön, som "hur skall man tillåta interaktion, och vad är viktigast att simulera", och även implementeringstekniska delar som "vilken nivå av realism är nödvändig, och vilken nivå på grafik behövs?". Genom att utveckla själva VR-upplevelsen arbetar man parallellt med att även då utveckla pedagogiken kopplat till hur den skall användas.



Figur 33. Illustration som visar schematiskt hur olika delar av ett system hänger ihop. Bildkälla: Härnösands Kommun och Technichus



Figur 34. Bild från inuti VR-upplevelsen som har skapats för Härnösands Energitekniska College, som visar utsidan på en ackumulatortank. Bildkälla: Härnösands Kommun och Technichus



Figur 35. Bild från inuti VR-upplevelsen som har skapats för Härnösands Energitekniska College, som visar insidan på en ackumulatortank. Bildkälla: Härnösands Kommun och Technichus

Man har även börjat titta på de didaktiska dimensionerna, som "när skall detta användas", och "hur skall det kopplas till övriga utbildningsmoment". Man har även börjat fundera i termer av just validering och verifiering av kunskaper, och då börjat undersöka exempelvis om det skulle vara möjligt att utföra vissa moment som skall examineras i VR-miljön (så som exempelvis att hämta mätvärden i syfte att utföra en värmebalans för en kraftvärmepanna). Det har också diskuterats att man vill kunna implementera möjligheter att köra ett system i den virtuella miljön till bristningsgränsen för pedagogiskt syfte, så som för att svara på frågor "vad händer om jag svetsar igen säkerhetsventilerna". Man har hittills arbetat utifrån principen att en mänsklig handledare skall kunna vara den som är med även i en VR-upplevelse, snarare än att titta på en AI-styrd avatar som handledare, även om studenter också själva kan utforska fritt i VR-upplevelsen på sin hemort utan någon handledare. Den initiala responsen från studenter som har testat har varit god, och projektet fortskrider därför med goda förhoppningar om att kunna vidareutveckla konceptet till något som även kan bli mera avancerat och kanske även innefatta andra delar av utbildningen. Man har dock varit tydlig med att man inte får landa i "teknik för teknikens skull", utan målet hela tiden är att VR-tekniken måste kunna tillhandahålla något pedagogiskt värde för studenten som inte går att få på annat sätt. Först då ger det ett värde. Det hela är just ett pågående arbete, och det finns en inställning att för att kunna utveckla både den bärande organisationen som sådan, och för att utveckla pedagogiken i VR-momenten, såväl som att utveckla förståelsen bland lärare för hur det skall kunna användas i utbildningen så krävs det att detta görs löpande, iterativt och erfarenhetsbaserat.

Kostnad vs nytta

Vid projekterande, upphandling och beställning av VR inom utbildning så är det lätt att slås av de re-

lativt sett höga kostnaderna för denna investering. Vad som däremot ofta missas är just den nytta som kan komma med investeringen, som där kan både öka effektiviteten i utbildning genom exempelvis mera tillgång till praktiktillfällen (virtuella), möjlighet att få öva på ett valideringstillfälle, möjlighet till fler valideringar genom VR (minskat behov av fullt utrustade lokaler), och en möjlighet för fler studenter att kunna klara av utbildningen och bli värderade medarbetare genom att de har större chanser att öva på bland annat bemötande och att kunna samarbeta med kollegor i olika yrkesroller.

Givet att en väl utvecklad VR-upplevelse kan bli något som kan ses som ett komplement till fysiska praktikplatser och fysiska rum för validering är något som alltså måste jämföras med kostnaden som kommer av sådana. Men med effektiv VR-träning så kommer också möjligheten att minimera misstag som begås, något som kan bli väldigt kostsamt för organisationer och som därför också bör tas i beaktning vid beräkning av nytta. Som ett exempel så gjordes följande uttalande av Per Larsen, "Operations Manager" vid Maersk rederiet om nyttan med att använda VR för träning:

"If it turns out that we can use VR to become even better at training safety behavior and attention, it can be an ideal supplement to traditional training methods as well as a way to reach more officers."⁶⁷

Alltså, just möjligheten att kunna nå flera är en viktig del av vinsterna med VR-baserad träning, där det inte krävs att de som skall tränas måste tas till speciella faciliteter eller att det måste göras vid speciella tillfällen. Med VR blir det möjligt att träna mera asynkront och när det passar för den specifika verksamheten och dess anställda. Det går alltså också att räkna in kostnadsbesparingar i form av minskade behov av resor, logistik och logi kopplat till resor, men också (under förutsättning att det kan anpassas

⁶⁷ <https://virsabi.com/maersk-behavioral-training/>

mera effektivt till verksamheten) en mindre kostnad kopplad till förlust av arbetskapacitet både på grund av mindre tidsförlust och bättre anpassning till verksamhetens flöde.

Att använda VR kan vid flera tillfällen vara ett mindre kostsamt alternativ än att utföra lärande eller validering i verklig miljö. Dels kan det handla om farliga situationer där det inte går att öva utan att riskera personskada; till exempel i vårdsituationer och operationer. Det finns också exempel från tung industri där det är oerhört kostsamt om misstag sker i produktionsmiljön; och det är ofta en risk för personskador. I projektet har vi också undersökt vad de olika lösningarna har kostat.

Kostnader för utvecklingen av VR-miljön beror på flera olika faktorer, däribland:

- Grundläggande behovskartläggning där VR-utvecklaren sätter sig in i beställarens behov och rådgör kring val av teknologi, design och metodik
- Stöd kring pedagogik för att designa processen
- Beställarens behov av anpassning av en mer eller mindre verklighetstrogen VR-miljö
- Antal tester och anpassningar
- Tekniska vägval kring integrationer

Att utveckla en immersiv upplevelse är som redan har diskuterats i denna rapport något som än så länge kommer med en kostnad som ibland kan upplevas som hög. Det finns mycket som påverkar den kostnaden, varför det blir viktigt att på förhand göra en analys av de faktiska behoven hos både de som skall tränas/valideras, och de som skall använda dessa för det pedagogiska syftet (alltså lärarna/bedömarna). En bra metod att använda sig av i denna sorts utveckling är användarcentrerad design, vilket är en metod som bygger på att just användarna tidigt kopplas in och får möjlighet att tala om hur de upplever problemen, och lösningen designas sedan utifrån detta. De olika formerna av användare får sedan möjligheten att testa lösningen i flera om-

gångar, varpå den sedan kan modifieras utifrån deras feedback.

Just när det kommer till immersiva upplevelser så finns det då ett antal olika parametrar som går att variera för att kraftigt påverka utvecklingskostnaden:

Som tidigare har beskrivits i avsnittet "Att röra sig i VR" så kan en VR-upplevelse antingen vara i **tre eller sex rörelsefrihetsgrader**. Detta påverkar hur mycket en deltagare har möjligheten att röra sig runt, och således påverkar det hur mycket av den immersiva miljön som behöver skapas. I fallet med 3 DoF så är det endast vyn från en enda punkt som behöver skapas, så deltagaren endast kommer kunna panorera från denna punkt. Det gör alltså att det räcker med en 360-graders film, eller en digital miljö som bara behöver vara väldetaljerad allra närmast deltagaren, men som längre bort kan vara av lägre detaljnivå (deltagaren kommer ändå inte kunna gå närmare den och inspektera). Detta kan fungera tillräckligt bra i fallet med exempelvis att kunna simulera ett patientsamtal, där deltagaren inte behöver kunna röra sig runt.

I en upplevelse med 6 DoF så kan deltagaren gå runt och mer eller mindre fritt utforska den immersiva upplevelsen, vilket såldes också ställer krav på att det "skall finnas något att utforska". Av denna anledning är det också i praktiken idag omöjligt att skapa en ren 6 DoF-upplevelse som baseras på filmat material, även om det går att skapa en hybrid där en deltagare kan "teleportera" sig mellan olika punkter i en miljö, där varje individuell punkt har filmats med en 360-graders kamera. Men det är alltså inte möjligt med den sömlösa förflyttningen. Med andra ord så är 6 DoF-upplevelser datorgenererade, vilket kräver att de skapas i en spelmotor och att de laddas med både datorgenererade miljöer så som rum, möbler och annat, och att det också känns meningsfullt för deltagaren att kunna gå runt (det behöver finnas något att göra, något att interagera med).

En av de faktorer som påverkar utvecklingskostnaden allra mest är vilken **grad av interaktivitet** som finns inbyggd i VR-upplevelsen. Med andra ord, går det att faktiskt interagera med objekt och personer/avatare i upplevelsen? Går det att lyfta upp något och inspektera det? Hur många av objekten skall gå att lyfta upp? Skall det gå endast med somliga objekt, eller med alla objekt? Och skall dessa aktioner också trigga att något annat händer, som för simuleringen framåt (exempelvis, "när du sätter på blodtrycksmanchetten och pumpar så kommer nålen att röra sig – och när du hör att ljudet av pulsen försvinner så måste du notera detta för att gå vidare i simuleringen). I fallet med avatare, hur går denna interaktion till? Hur pratar du med en virtuell patient? Är det genom att faktiskt prata helt obehindrat och ställa frågor, varpå du får svar, eller är det genom att välja bland flera olika möjliga svarsalternativ från en meny? Eller är det bara att patienten kommer säga ett förinspelat meddelande när du går fram till den, och du inte har någon möjlighet att konversera?

Enkelt sätt så innebär mer möjlighet till interaktion en högre utvecklingskostnad, och här blir det viktigt att tänka på "vad är viktigt för att upprätthålla både känslan av immersion, såväl som att det skall gå att utföra de utbildningskritiska momenten och att de upplevs som realistiska?"

Graden av realism kommer också att påverka utvecklingskostnaden, då en högre grad av realism ställer högre krav på exempelvis fotorealistic grafik – vilket är svårare att utveckla än en grafik som är enklare. Här blir det därför också en fråga om att nå något som är "tillräckligt bra" för att kunna ge känslan av immersion, och att deltagaren skall kunna förstå vilka uppgifter som skall utföras. De utvecklare vi intervjuat i arbetet med denna rapport belyser att det idag finns flera bibliotek med 3D-grafik där element och miljöer kan köpas in. Att köpa in detta är oftast billigare än tiden det tar att utveckla dessa från grunden. Det blir ett vägval för kunden att bestämma om det måste efterlikna en för kunden verk-

lig miljö/scen eller om det går bra med en generell miljö.

Att utveckla en VR-upplevelse för träning, utbildning och validering är något som tar åtskilliga hundratal timmar att göra, och i vissa fall går det att bygga vidare på något som redan existerar medan man ibland måste börja mer eller mindre från ett blankt papper. Detta kräver oftast att man behöver anlita en extern partner med kompetenser inom både mjukvaruutveckling, UX/UI-design, 3D-grafiker, interaktionsdesigner och med specialistkompetenser inom både immersiva upplevelser och utbildning. Således blir det en utvecklingskostnad som rör sig i storleksordningen ett par hundra tusen kronor, upp till ett flertal miljoner beroende på var ambitionsnivån ligger och vilken slags funktionalitet som önskas. Nedan presenteras några kostnadsförslag från ett flertal svenska utvecklingsbolag som uppfyller kraven på att både ha kompetens inom VR och utbildning, nedbrutet på olika komplexitet i enlighet med detta avsnitt.

I slutändan kan det då sägas att det blir framför allt en avvägning mellan graden av interaktion och hur pass dynamisk en upplevelse skall göras, samt hur pass mycket deltagaren skall kunna röra sig fritt i utrymmet. Det kan illustreras av ett diagram som visar dessa olika parametrar i form av ett koordinatsystem, se *Figur 36*.

Kostnaden kan då beskrivas som en funktion av både x , och y , genom att den högsta kostnaden inträffar då både det finns 6 DoF och hög interaktivitet, och den lägsta kostnaden inträffar när det är 3 DoF och låg interaktivitet.

När det kommer till grafiken så blir sambandet att mera avancerad och fotorealistic grafik kommer ha en högre kostnad än enklare grafik, och just att ta fram grafik för VR-upplevelser är än så länge en av de mest kostnadsdrivande posterna (här finns det möjlighet att generativ AI som verktyg för att gene-

rera realistisk grafik kommer ändra på detta inom några år).

Ännu en gång, det viktigaste att här ta i beaktande är vad som är målet med simuleringen/upplevelsen, vilket i fallet med en VR-simulering för syfte att träna, utbilda och/eller validera någon måste vara att kunna skapa en känsla av immersion (med syfte att ge en effektiv inläring), och att det skall gå att kunna utföra de erforderliga momenten däri. Erfarenhet har visat att just den upplevda agensen och möjligheten att röra sig runt är det som har det starkaste kopplingen till känslan av immersion, mer än att grafiken är fotorealistic. Därför blir det således här det är viktigast att fokusera utvecklingsresurser, för att just kunna ge en hög immersion och därmed effekt med en simulering. Så hellre ha 6 DoF och ändå hög grad av interaktivitet och enklare grafik, än att satsa på snygg grafik på bekostnad av interaktivitet och möjlighet att kunna röra sig. Men viktigt är återigen att titta på den specifika tillämpningen och om det därigenom går att optimera utifrån kostnad, som exemplet där vid exempelvis en sittande konsultation räcker med en 3 DoF-upplevelse, givet att den som

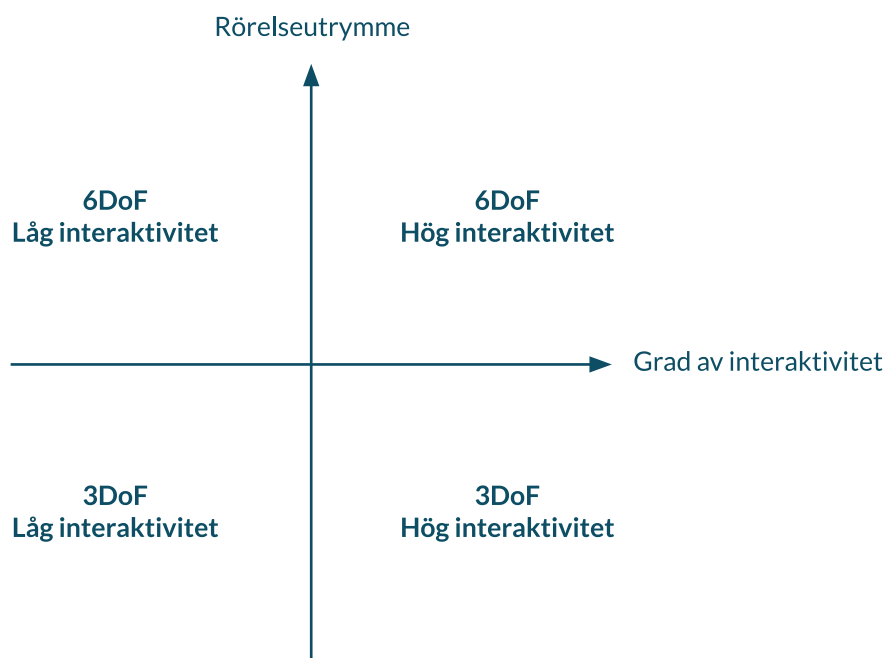
tränas ändå kommer förbli sittande i samma position upplevelsen igenom.

I arbetet med rapporten har några prisexempel hittats, se *Tabell 7*. Dessa kostnader ställs mot alternativen att öva i andra typer av miljöer, vilket inte alltid är möjligt.

Caset med träning för operationssjuksköterskor lyfter en situation som sker mycket sällan men där operationssjuksköterskan måste känna sig säker på processen för att inte ta risker i denna allvarliga operation.

I caset med skogsavverkning är ett alternativ att individen utför validering med verkligt fordon i skogen; det anses både farligt, och mycket dyrt om misstag begås. Det anses inte ekonomiskt försvarbart att utföra utbildning och validering i skogsmiljö. Skador på både maskin och skog anses för riskabla och dyra att ersätta.

Den ergonomiträning som utvecklats för Piteå kommun är en potentiell lösning på flera av kommunens utmaningar; dels är kommunens rehab-enhet hårt belastad och har svårt att förutom sin huvudverk-



Figur 36. Relationen mellan interaktivitet och rörelsefrihet

samhet även utföra den ergonomiträning som de utfört för kommunens anställda. Att kunna träna på momenten i egen takt och vid valda tillfällen ger medarbetaren fler möjligheter att repetera inläringen. Kommunen har räknat på kostnaderna för utbildning på traditionellt vis, då kostade en utbildningsdag 38 000 kr/dag och utfördes 25 gånger/år. Det blir en kostnad på 950 000 kr per år för ergonomiträning. Då har de inte räknat in de kostnader som kan uppkomma som en konsekvens av fel utförda lyft i form av arbetsskador, sjukskrivningar, vikarier och högre personalomsättning.

Vad går att validera automatiskt och vad kräver mänsklig bedömare?

Digitala lösningar som har möjlighet att ge stora mängder data ger nya möjligheter. En fråga som kommit upp under projektets gång är huruvida det är möjligt att med teknikens hjälp automatisera valideringsprocessen, för att på så sätt kunna komma runt en av de största flaskhalsarna i det nuvarande systemet: brist på tillgängliga bedömare.

De satsningar som sker på EU-nivå för att förenkla för medborgare i medlemsländerna att söka utbildning och arbete inom hela EU har också potential att förenkla processen med kartläggning då flera av

satsningarna handlar om att lättare kvalitetssäkra och jämföra utbildningar och kvalifikationer genom EQF-skalan. Det pågående arbetet med digitala meriter där dessa tydligt ska beskrivas i form av kunskaper, färdigheter, ansvar och självständighet samt beskrivas i sitt sammanhang ämnar också göra processen för att bedöma intyg på ett enhetligt sätt. I dagsläget behöver många fortfarande begära ut och leta efter betyg, intyg och examensbevis för att påvisa behörighet till utbildning och/eller kunna söka tjänster. När allt fler intyg digitaliseras och nivåplaceras växer möjligheterna för automatiska bedömningar av dessa vilket har potential att förkorta tiden för den grundläggande kompetenskartläggningen.

Intervjudelen skulle till vissa delar kunna digitaliseras där kandidaten först blir intervjuad av ett automatiserat system som sedan gör en första matchning och utvärdering. Språkkunskaper är något som allt oftare diskuteras som ett hinder för en validand med annat modersmål. Med dagens GPT-teknologi skulle validandens intervjuprocess kunna ske på valfritt språk för att ge validanden bästa förutsättningar att visa på sina kunskaper där språket inte utgör ett hinder. Detta skulle kunna vara ett granskning-sunderlag för en bedömare som fortsätter med vidare intervju, men då mera effektivt än att behöva börja från noll. Underlaget skulle då också bli en del i VR-delen, där det blir som ett grundläge för kandidatens kunskaper och hjälper till att analysera vad kandidaten behöver träna på.

Tabell 7. Prisexempel

Utvecklare	VR-lösning	Kostnad
Lutra Interactive	Validering inom vård och omsorg	699 000 kr
byBrick Interactive	Träning för operationssjuksköterskor	179 000 kr*
Warpin media	Ergonomiträning	1 000 000 kr

*Ett förarbete har utförts av studenter på Mälardalens universitet. Utan detta förarbete beräknas kostnaden ha blivit 300 000–400 000 kr med inköpta generella miljöer.

Vid själva valideringstillfället så kan GPT-teknologi också användas för att analysera det som validanden säger i simuleringen, samtidigt som motion capture och andra lösningar används för att följa validandens rörelser. Dessa båda skulle då skapa underlaget för att bedöma om validanden har nått ett godkänt resultat. Men med dagens teknik så är det trots allt inte trivialt att göra något som skulle kunna ses som helt automatiserat inom dessa områden. Detta är av flera olika anledningar:

- Det är krävande och idag i praktiken inte möjligt att helt garantera att ett GPT-baserat AI-system inte kommer börja "hallucinera" eller snöa in på något irrelevant om det skulle användas för att intervjua en validand i syfte att denne skall kunna få validera sina teoretiska (eller för all del möjliga praktiska) färdigheter muntligt. Detta skulle kunna leda till att det blir fel saker som systemet fokuserar på.
- Om ett GPT-baserat system skulle användas för att analysera det som en deltagare har sagt så finns det även här risker att den skulle kunna tolka fel, eller att det finns inbyggd bias som gör att vissa kandidater diskrimineras.

I likhet med tidigare fall så blir det därför, i stället för att prata om en fullständig automatisering av valideringssteget, snarare vettigt att prata om en hybridmodell där delar av processen kan automatiseras i syfte att underlätta för bedömarna, och komma en bit på väg med att lösa kapacitetsbristen i det nuvarande systemet.

Med denna approach går det förmodligen att dela upp det stora problemet i mindre beståndsdelar. Exempelvis så går det, givet att det är styrda frågor i och tydliga kunskapskrav att programmera vissa delar av valideringen att bli automatisk – där det är enkelt att kontrollera om detta uppfylls. Det är också möjligt att tänka i flera nivåer av automatisering av processen. I ett första led är det möjligt att det bara sker en transkribering av det som validanden säger vid valideringstillfället. Denna teknik är redan att be-

trakta som mogen, så att implementera en sådan i en fristående intervjudel, eller för en VR-lösning skulle inte vara en jättestor uppgift. Således får bedömaren en text att utgå ifrån där allting finns skrivet. Ett nästa steg, som inte heller är svårt idag är att be en GPT-tjänst att sammanfatta denna text, och det går även att be den att sammanfatta den utifrån en given mall som med fördel kan vara, eller utgå ifrån befintlig dokumentationsstruktur vid valideringar. Där igenom får bedömaren ett underlag att använda sig av. I det sista steget ligger möjligheter att koppla på denna teknik på en NPC i VR-världen, som delvis kan agera som en bedömare och möjligen även ses som en "kollega" till den mänskliga bedömaren.

Det som blir nyckelorden här är att med nuvarande teknik är det inte realistiskt att låta en AI-tjänst få ha ensamrätt på att utvärdera eller validera en deltagares prestation. Däremot så går det att låta den få sammanfatta en prestation, genom tillgängliga tekniska verktyg.

Detta är också något som vi till viss del ser idag, då digitala verktyg kan ge ett mycket gott underlag för en bedömning. Det vi ser från exemplet från Svensk Skogsvalidering är att de får ut omfattande underlag i form av data kring den avverkning som validanden utför i en virtuell miljö. Mycket data skulle kunna samlas in även i andra typer av situationer. Det är dock sällan som kvalifikationer enkelt går att översätta till kvantitativa data. Som exempel har prototypen i detta projekt utformats utifrån följande bedömningskrav:

Basala hygienrutiner:

1. Klär sig yrkesmässigt rätt samt följer basala hygienrutiner när det gäller den personliga hygien exempelvis doft, hår, naglar, smycken, piercing och mobiltelefon med mera.
2. Arbetar utifrån basala hygienrutinerna när det gäller handdesinfektion, handtvätt, skyddshandskar, skyddskläder och munskydd med mera för att förhindra smitta och smittspridning.

Utöver detta har man också valt ett moment för blodtrycksmätning. Det är ett av flera moment inom vård och omsorgscolleges process för bedömning; Observationer, kontroller och förebyggande arbete. De moment som beskrivs för blodtrycksmätning innefattas i; Utför medicintekniska uppgifter som blodtrycksmätning, sättande av kateter och enklare såromläggningar. Det finns även andra moment som bedöms kopplat till patientbemötande, kommunikation och bedömning av allmäntillstånd som sker i samband med en blodtrycksmätning.

Dessa beskrivningar innehåller alltså inte kvantitativa data och därmed skulle data från VR-miljön inte vara till någon större hjälp kring bedömningen. Dessa beskrivningar bedöms istället kvalitativt och i den utformade miljön genom observation. Detta kräver alltså att en bedömare granskar hur individen utför dessa moment.

Det finns dock stor potential med digitala verktyg för bedömning som skulle kunna nyttjas om kvali-

fikationen som bedöms har kvantitativa mål. Det går att få ut mycket data ifrån miljön; Svensk skogsvalidering kan mäta hur långt maskinen körts, hur långt maskinarmen sträckts ut, hur många träd som avverkats, hur mycket virke som lastats etc. Något samtliga som vi intervjuat har påpekat är att individen ofta är pressad under valideringstillfället. De är oftast nervösa och obekväma i situationen. Som bedömare under validering har man flera uppgifter, dels att instruera individen vad som ska göras, bedöma hur det görs, dels att ge feedback antingen under eller efter avslutat valideringsmoment. Detta för att säkra individen och se till att den får med sig ett värde ifrån valideringstillfället. Valideringstillfället ska inte bara leda till ett godkänt intyg, det ska intyga vad individen kan och inte kan. Det är också viktigt att individen får reflektera över tillfället. Det medmänskliga bemötandet menar de vi intervjuat är av stor vikt för att individen ska känna sig stärkt av valideringen, varför digitala verktyg vid en validering inte skall ses som något som helt ersätter den mänskliga bedömaren – även om det skulle vara möjligt.

Inkluderingsperspektiv

Detta avsnitt diskuterar frågor så som ”hur kan ett införande av VR-understödda metoder särskilt bli användbart för olika målgrupper som annars riskerar få sämre inkludering?” Det kan handla om jämställdhetsaspekter, om individer med särskilda behov, men även individer med annat modersmål än svenska som exempel. För att uppnå en god inkludering blir designprocessen en nyckel, och att förstå och på olika sätt involvera olika målgrupper och perspektiv, vilket kan göras på flera olika sätt med olika metoder. Detta kapitel gör en överflygning över detta.

SAMMANFATTNING

När VR används för utbildning eller underhållning, är det viktigt att beakta att teknologin ofta bygger på fysisk aktivitet, särskilt i upplevelser med 6 DoF (Degrees of Freedom). Designen av dessa upplevelser utgår ofta från en normativ kropp. Detta kan leda till svårigheter att interagera med VR-miljön och en bruten känsla av immersion för med icke-normativa kroppar såsom rullstolsburna eller personer med olika kropps-konstitutioner.

För att skapa mer inkluderande VR-upplevelser kan tre designstrategier användas: normkritisk design, deltagande design och universell design. Normkritisk design innebär att kritiskt granska och ifrågasätta normer som kan påverka designen negativt. Deltagande design involverar slutanvändarna i hela designprocessen, vilket kan leda till produkter som bättre möter användarnas behov. Universell design strävar efter att skapa produkter som är användbara för alla, utan behov av specialanpassningar.

Digital literacitet, eller digital läskunnighet, är också en viktig faktor att beakta

vid implementering av VR. Det handlar om hur vana och bekväma användarna är med digital teknik. Detta kan variera stort beroende på ålder, socioekonomisk bakgrund och tidigare erfarenheter. En analys av målgruppens digitala läskunnighet är nödvändig för att förstå vilka krav som är rimliga att ställa på användarna.

Sedimentering, ett begrepp från postfenomenologin, beskriver hur tidigare erfarenheter med teknologi påverkar hur en person upplever ny teknologi. De som har erfarenhet av VR kommer att ha en mer intuitiv förståelse för hur man navigerar och interagerar i VR-miljön, medan ovana användare kan uppleva det som förvirrande.

För att motverka exkludering och skapa en öppen och utforskande kultur kring ny teknologi, är det viktigt att involvera medarbetarna tidigt i processen, förklara nyttan med tekniken och låta dem prova den. Innovationsdiffusionsteorin kan användas för att förstå hur olika delar av en organisation tar till sig ny teknik i olika takt.

En känsla av en virtuell kropp och icke-normativa kroppar

När VR används för utbildning, eller för all del även för mera underhållsmässiga ändamål så är det viktigt att komma ihåg att det är en teknologi som oftast bygger på att en person skall vara fysiskt aktiv (åtminstone för upplevelser med 6 DoF). Och när dessa upplevelser har byggts så har de som gjort dem nästan alltid utgått ifrån den normativa kroppen och dess funktioner, varför någon som har en icke-normativ kropp kan uppleva det svårt att ta del av upplevelsen. Det kan leda till att det är svårt för deltagaren att nå, eller komma åt vissa saker.

I det fallet då det även används fullkroppsavatarrer för deltagarna så finns det också en risk för en dissonans kopplad till om den kroppen som deltagaren har inte överensstämmer med den som har skapats för upplevelsen. Exempel kan vara om deltagaren är rullstolsburen, eller om deltagaren har en icke-normativ kropps-konstitution där skillnaden mellan den kroppen som deltagaren är van att se blir stor mot avataren. Detta kan i så fall leda till en bruten immersion, och en sämre användarupplevelse. Det är således viktigt att ta detta i beaktning vid design av VR för validering och träning, och ställa sig frågan om detta är något som kommer kunna vara en utmaning för dessa tillämpningar? Om så är svaret så behövs strategier för att kunna svara på detta.

Normkritisk design, deltagande design och universell design

En möjlig strategi för att tillse en bättre design är tre områden inom design som kallas "normkritisk design", "deltagande design" och "universell design".

Normkritisk design

Genom normkritisk design så används ett kritiskt förhållningssätt genom designprocessen mot det som kan antas vara något som byggs in enbart på

grund av normer, men inte för att det bidrar till en bättre användarupplevelse eller bättre funktion. Det kan vara normer såsom kön, etnicitet, funktionalitet, ålder eller socioekonomisk status, och genom att de i processen synliggörs så analyseras vilka normer som dominerar och vilka som marginaliseras. Att försöka se igenom dessa normbegränsningar så försöker denna designgren att skapa bättre tjänster, produkter och användarupplevelser genom att inte på förhand anta att en design skall göras på ett visst sätt – utan istället fokusera just på slutmålet.

Deltagande design

Ett verktyg som ofta används inom normkritisk design, men som även existerar utanför är deltagande design, eller "participatory design" på engelska. Detta innebär att man i designprocessen låter slutanvändarna få en stor påverkan på det som skapas, och att de faktiskt är med och medskapar innehållet och slutprodukten. Detta kan jämföras med användarcentrerad design, där användarna involveras på ett mera styrt sätt genom att de oftast intervjuas enskilt eller i grupp (s.k. fokusgruppsintervjuer), och att de sedan iterativt får testa något som har tagits fram och utvärdera detta. I den deltagande designprocessen är slutanvändarna istället med och faktiskt kontinuerligt skapar innehållet, och har åsikter genom i stort sett hela designkedjan från tidiga idéer till slutresultat. Således blir det en process som om den lyckas gör att det som utvecklas hamnar väldigt nära målgruppens önskemål (givet att de som har varit med kan sägas vara en god representation av den bredare målgruppen), och att det även bör finnas en känsla av ägandeskap genom processen. Dock så är detta en krävande process som kräver väldigt mycket facilitering, varför det är viktigt att förstå att det kommer gå åt väldigt mycket mer resurser. Resultatet kan dock vara värt det i slutändan.

Universell design

Universell design innebär att designprocessen syftar till att skapa något som inte skall innebära behov av speciallösningar och anpassningar till olika mål-

grupper, utan att grunddesignen skall vara så pass inkluderande och "universell" att den passar alla. Genom detta försöker man skapa en jämlik design, och ha en flexibilitet i användningsområdena, så att en viss tjänst eller produkt skall kunna gå att användas på olika sätt beroende på förmåga eller målgrupp. Det är också fokus på enkelhet i användning, tydlighet i instruktioner, och att det skall vara "svårt att göra fel". Kritiken som finns mot universell design är att den dels är kostsam i sin strävan att "en lösning skall passa alla", och att just detta är något av en utopi – "att en lösning som skall passa alla inte passar bra för någon". Det är också oerhört komplext att faktiskt uppnå en riktigt universell design, givet att det exempelvis finns en stor kulturell variation i hur olika saker uppfattas, varför det är näst intill omöjligt att bygga något som helt överbygger detta.

Digital literacitet och teknologisk sedimentering

Vid implementering av avancerade digitala verktyg, som i det här fallet VR för validering och utbildning, så är graden av digital läskunnighet eller "digital literacy" något som är av högsta vikt att förstå hos de tilltänkta användarna. Med andra ord, hur pass vana och bekväma är användarna att använda sig av digital teknik? Hur mycket gör de det i sin vardag, eller i sina yrken? Känner de sig trygga med att själva söka reda på information om det är något de inte förstår? Känner de att de även kan använda mera avancerade funktioner och utforska, eller behöver det vara väldigt "linjärt" för att de skall känna sig trygga i en digital upplevelse? I detta fall så behöver vi analysera både de som skall genomgå en validering, och de som skall validera, och förstå vad deras generella nivåer är kring digital läskunnighet och vad det får för implikationer för utveckling av dylika system.

Här finns det stora variationer i befolkningen, där en väldigt tydligt sådan är åldern. En person som har vuxit upp med digital teknik är i regel mera bekväm

än någon som har fått lära sig det i vuxen ålder. Men detta är heller inte något helt generellt applicerbart, utan det finns exempelvis gott om personer som lärt sig teknik i vuxen ålder som kan sägas ha en god digital läskunnighet och är vana att själva felsöka system och använda sig av dem. På samma sätt så finns det diskussioner om att genom att mycket av den digitala tekniken idag har blivit väldigt "strömlinjeformad" så är det många från den yngre generationen som saknar erfarenheten av att behöva felsöka, navigera sig genom menysystem och hitta lösningar för att få digitala system att fungera. Det kan också röra sig om socioekonomisk variation, där man beroende på vilka förutsättningar man haft som ung att ha tillgång till digitala verktyg, eller etniska, där vissa invandrade grupper överlag, antingen av socioekonomiska eller kulturella skäl har en högre eller lägre naturlig vana att interagera med digitala verktyg. Oavsett vad så behöver en analys av målgruppens digitala läskunnighet göras för att kunna förstå vad som är en rimlig nivå att kräva av användarna. Risken är annars att vissa exkluderas genom en implementering, där de som inte känner sig bekväma att använda digital teknik helt enkelt kommer få en sämre arbetssituation utan att det då gynnar verksamheten. Här behöver frågor besvaras så som "vilka exkluderas genom detta, och varför?"

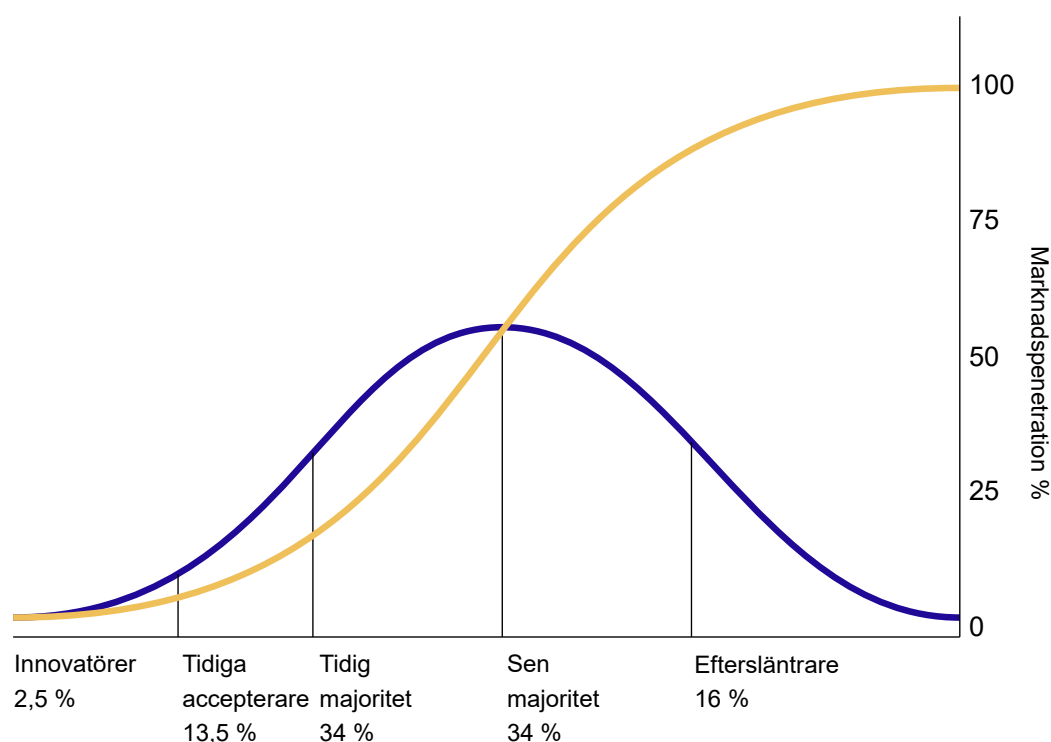
En annan aspekt är det som kallas för "sedimentering", och är ett begrepp som härstammar från post-fenomenologin och Don Idhes arbete (Idhe, 1990), där han använder det för att beskriva hur en människas erfarenheter är viktiga att förstå i relation till teknologi. Med andra ord, vilken upplevelse någon får av en viss teknologi är väldigt mycket byggt på hur personen har använt liknande eller samma teknologi tidigare. I fallet med VR för utbildning och validering så blir detta tydligt, där det kommer vara en skillnad mellan de som har tidigare erfarenhet av att använda VR och de som inte har det. De som har VR-erfarenhet kommer kunna sägas ha en nivå av "sedimentering", där de har en mera intuitiv förståelse för exempelvis hur det går till att ta sig runt

i upplevelsen eller interagera med objekt. Men någon som inte är van kan uppleva det som förvirrande, och det är inte ovanligt att det skiljer sig mycket mellan vana VR-användare och ovana VR-användare i hur mycket man "vågar ta för sig" i upplevelsen. Risken är att de som inte har vana av VR blir passiva, varför en stor del av poängen kan försvinna. Här är det viktigt att se till att det finns redskap och verktyg för att hjälpa till att överkomma eventuell brist på erfarenhet, så att det inte blir en fråga om att det bara är de med tidigare erfarenhet som får ut något av VR-delarna.

Givet implementeringen av digitala verktyg så finns risker att vissa medarbetare upplever att de inte får chansen att anpassa sig, och att de också känner att de inte vågar ställa frågor med en risk för att verka dumma. Det här är viktigt att motverka, då effekterna blir att digitaliseringens effekter inte kommer kunna nå hela vägen.

Motmedlet till detta är att skapa en öppen organisation, och tillåta ett utforskande och en deltagande kultur kring dessa frågor. Att man vid implementationen involverar medarbetarna tidigt, introducerar tekniken, förklarar och låter dem prova. Ställer frågor så som "hur tror du att detta skulle kunna hjälpa dig i ditt arbete?". Det blir också väldigt viktigt att vara tydlig med nyttan i detta, för att skapa en förståelse kring varför det införs – vad är målen? Det är viktigt att prata om bristerna med det nuvarande systemet, och påtala de tänkta fördelarna med det nya, men utan att måla upp någon utopisk bild. Det hela måste få vara en process, en process som är iterativ och där organisationen lär sig och anpassar sig längs vägen.

Det går också att koppla på begreppen "innovationsdiffusion", "train-the-trainer"-perspektivet och att det är teamet och arbetsplatsen som skall klara av tekniken. Alla delar av organisationen behöver inte vara tekniska experter vid införandet, och det är



Figur 37. Innovationsdiffusionsmodellen visar hur människor tar sig an nya innovationer. Källa: Rogers, E., 2003. *Diffusion of Innovations*, tredje utgåvan

inte heller så att alla behöver bli tekniska experter, utan det kommer vara olika förmågor både vid starten och slutet av en digitaliseringsprocess inom alla organisationer. I enlighet med teorierna inom innovationsdiffusion så kommer olika delar av organisationen och olika medarbetare att vara olika snabba med att ta till sig och acceptera förändringen. Teorin beskriver fem nivåer, som tar till sig förändringen i olika steg enligt diagrammet i *Figur 37*.

Vissa kommer vara "early adopters", och tidigt ta till sig tekniken och vilja använda den. Låt dessa få göra det och springa före, med syfte att de kan visa vad som skall och inte skall göras, och sedan förmedla dessa erfarenheter och insikter till andra. Andra kommer vara en del av den tidiga majoriteten och kunna följa efter. Men en stor del kommer vara "late majority" alltså "en sen majoritet" och även "laggards" alltså "de som halkar efter" som aktivt kan komma att motsätta sig förändringen.

Hur gör man det enkelt?

Att begära att en organisation som alltid har arbetat efter vissa principer snabbt skall ändra arbetssätt är att kräva väldigt mycket. Om VR skall kunna implementeras och komma till nytta i en organisation, oavsett om det är för validering eller för utbildning, så är just detta fallet. Inte bara skall organisationen på riktigt genomgå en digitaliseringsprocess, och inte bara digitisera en tidigare del av verksamheten (se avsnittet "*Digitalisering vs digitisering*"), utan det är också väldigt viktigt att detta genomförs i alla led av organisationen – och med stöd av alla led.

Det är med andra ord viktigt att hela organisationen förstår nyttan med det som skall genomföras, och kan känna ett ägandeskap. Här finns flera nycklar. Dels behöver chefsnivåerna stå bakom de förändringarna som krävs, och stötta dem både med resurser men minst lika viktigt med engagemang. Utan ett



Figur 38. VR testas hos en grupp personer på RISE i Västerås

engagemang från chefsledet så finns ingen möjlighet att det går att genomföra en dylik process. Sedan är det också viktigt med en känsla av ägandeskap hos de i organisationen som är operativa, och här har det visat sig att en bra taktik är att just tillåta mer autonomi i utförandet – än centralstyrning/toppstyrning. Det är bättre om de som utför känner att de äger processen, och även att de har möjlighet att få bygga upp sina egna delar kring detta. Exempel på detta är hur Volvo Trucks har jobbat med att rulla ut sin VR-utbildning globalt (se *”Case: VR-träning för tekniker vid Volvo Trucks”*). För deras lösning så finns det en slags infrastruktur som alla kan använda sig av, men varje ”trainer” får själv implementera sin personliga pedagogik i VR. En annan metod är att tillåta de som använder sig av VR-lösningen att själva kunna modifiera innehållet och anpassa den. Svensk Skogsvalidering nämner hur utbildare och de som validerar själva kan modifiera och bygga scenarier i plattformen som de använder (även om de inte längre använder sig av VR), och att det har haft ett stort värde för dem (se *”Case: VR som verktyg för validering inom skogsindustrin – Svensk Skogsvalidering”*). Volvo Trucks, såväl som Piteå Kommun har båda arbetat med ”VR-ambassadörer” för att få en bättre acceptans för VR i verksamheten – dock med mera lyckat resultat för Volvo Trucks. Det går att spekulera i att skillnaden beror på att det hos Volvo var en process där ambassadörerna själva fick kliva fram, medan det hos Piteå Kommun var mera toppstyrt och där chefer fick i uppdrag att ”utse ambassadörer”. En annan faktor skulle kunna vara att användarna kan ha mycket olika profiler och digitaliseringsvana i dessa vitt skilda organisationer, så det går inte att säga att det enbart skulle bero på utnämningförfarandet.

Utmaningar och möjligheter för specifika målgrupper

Det är omöjligt att prata om lärande och framtida möjligheter för digital träning inom arbetslivet utan

att också ta hänsyn till att det finns stora variationer i befolkningen kring hur våra hjärnor fungerar. Inte alla har en neurotypisk hjärna, och inte alla tillhör samma kulturella kontext och norm, varför vi om vi inte tar detta i beaktning riskerar att stänga ute många människor från eventuella utbildnings-, tränings- och valideringsinsatser.

Det finns inte utrymme att inom ramen för denna rapport lista och diskutera alla former av variationer inom populationen som har påverkan på lärande, men här kommer en överflygning av vad just träning och validering med hjälp av VR kan betyda för olika specifika målgrupper som får anses stå utanför normen. Det kan bero både på neuropsykiatriska anledningar, och somatiska. Statistiska centralbyrån uppskattar att 13,3 procent av den svenska befolkningen har någon form av psykisk, fysisk eller intellektuell funktionsnedsättning.⁶⁸

En av de vanligaste funktionsvariationerna i samhället är det som brukar läggas in under paraplybegreppet neuropsykiatriska funktionsvariationer, ”NPF”. Här ingår ADHD, autism och språkstörning, dyslexi, dyskalkyli, motoriska problem samt tics och Tourettes syndrom. Enligt Specialpedagogiska Skolmyndigheten har cirka 10 procent av alla elever i den svenska skolan någon form av NPF⁶⁹, och alltså är det rimligt att anta att fördelningen ser liknande ut även i högre åldrar.

För individer med ADHD så finns de facto idéer om att just en VR-träningsmiljö skulle kunna vara gynnsam – då dessa individer lättare blir störda och tappar fokus när de utsätts för någon form av yttre stimuli. I en VR-miljö blir deltagaren avskärmd från den yttre verkligheten, och det blir då lättare att bara fokusera på den uppgiften som presenteras i VR. Detta uttrycktes som en teoretisk möjlighet av Annika och Elin vid LinVux. Fenomenet har också till viss del observerats av forskare vid RISE i projektet ”Alla Kan Innovera!”⁷⁰, där en VR-prototyp tes-

68 <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/levnadsforhallanden/levnadsforhallanden/undersokningarna-av-levnadsforhallanden-ulf-silc/pong/tabell-och-diagram/statistik-om-personer-med-funktionsnedsattning/tabeller-2022/>

69 <https://www.spsm.se/funktionsnedsattningar/neuropsykiatriska-funktionsnedsattningar-npf/>

70 <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/alla-kan-innovera>

tades av en grupp icke-neurotypiska testpersoner som uttryckte just att de kände att de faktiskt hade lättare att koncentrera sig i VR-upplevelsen än annars. När det kommer till forskning på området VR och NPF är den mestadels skral, och en stor del av forskningen kopplat till VR-användande hos personer med ADHD handlar om att använda VR för att diagnostisera ADHD. Det har dock utförts metastudier som har undersökt vad det finns för vinster för barn med diagnostiserad ADHD att använda sig av VR, och dessa har påvisat fördelar både med bättre fokus och ihärdighet med uppgiften jämfört med kontrollgrupper (Romero-Ayuso et al. 2021), och konstaterar att VR-baserat träning/utbildning kan ha positiva effekter för kognitiva förmågor hos barn med ADHD (Corrigan, et al., 2023). Även om dessa studier är gjorda på barn så torde det finnas en korrelation även till träning på vuxna individer, även om detta måste styrkas i framtida arbete.

Inom autism-spektrumet så är forskningen ännu mera ofullständig, vid Applications of Internet and Multimedia Technologies (AIMTech Centre) vid City University of Hong Kong kunde man påvisa att en applikation i VR (dock i detta fallet inte en HMD-baserad VR utan ett så kallat "CAVE-system", där en deltagare går in i ett speciellt rum med projektioner på väggarna) har kunnat erbjuda träning på både emotionellt uttryck och självreglering, såväl som social interaktion och anpassning med goda resultat (Yuan, et al., 2018).

När det kommer till dyslexi så finns forskning som stödjer tesen att VR skulle kunna vara ett bra hjälpmedel. I studier med barn har det påvisats att en VR-miljö är hjälpsam för att bland annat visualisera texten. VR-miljön har också kunnat öka motivationen hos de som genomgick behandlingen vilket ledde till ökad läs- och skrivförståelse (Maresca et al., 2022) och där man även ett år efter interventionen kunde se en ökad läshastighet (Maresca et al., 2024). I fallet med VR för utbildning och validering går det att föreställa sig att det faktum att den immersiva

miljön kan vara ett komplement till skrivet material, där man i stället för att läsa får möjligheten att lyssna till instruktioner eller få dem förevisade, så torde just VR-träning vara ett bra verktyg för personer med dyslexi. Vidare så går det idag med relativ enkelhet att få textbaserad information maskinuppläst och även använda röstkommandon för att interagera, varför exempelvis skrivna instruktioner och knappar med text antingen kan kompletteras eller bytas ut helt i VR-miljöer.

I fallet med dyskalkyli så finns teorier om att just VR kan vara ett bra hjälpmedel, då det förmår att visualisera matematiska fenomen på helt nya sätt. Ett exempel är inom geometri, där en VR-upplevelse faktiskt kan visa någon "hur en kvadratkilometer ser ut", genom att det faktiskt går att visualisera skalentligt i VR – något som görs i RISE-projektet VäXR.⁷¹

Det finns också flera exempel på aktiva projekt inom Sverige där VR används för någon form av rehabilitering för boende med funktionsnedsättning på LSS-boenden, bland annat i Region Skåne där det används för att kunna erbjuda en alternativ form av fysisk aktivering, såväl som mental avkoppling för de boende.⁷² Det används också som en metod för att hjälpa så kallade "hemmasittare", alltså elever som av någon anledning inte längre tar sig till skolan, att komma tillbaka in i undervisningen.⁷³

Inom området bristande språkkunskaper, och det etnisk-kulturella perspektivet så har denna rapport tagit upp ett relevant exempel på hur VR kan användas med tillgänglighetsfokus inom detta område: fallet med projektet CultureExpert i Finland (se avsnitt "Case: VR som ett verktyg för yrkesrelaterad språkträning i Finland"). Där var målet att med VR både skapa en känsla av en säkrare språkträningssmiljö för sjuksköterskestudenter i Finland som inte hade finska som modersmål, och att de givet sin kulturella bakgrund också skulle kunna få en möjlighet att bli bättre integrerade i den finska arbetskulturen.

71 <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/vaxr-matematik-i-praktik-med-hjalp-av-vr>

72 <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/helsingborg/micke-jonsson-vardas-med-virtual-reality-stor-skillnad--nrfddu>

73 <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/helsingborg/hemmasittare-tar-sig-tillbaka-till-skolan-i-hoganas-med-hjalp-av-virtual-reality>

Förvaltning och långsiktighet

Utveckling av lösningar för VR-validering eller VR-utbildning innefattar också att det uppstår ett förvaltningsansvar och skapar immateriella värden. Hanteringen av ansvar och rättigheter kopplade till de lösningar som tas fram behöver diskuteras i förväg, innan projekten är slutförda, även om det gäller piloter. Det här avsnittet ger förståelse för frågor som den som tänker sig att VR kan vara en lämplig lösning kan komma att ställas inför, och riktar sig således till dig som står i begrepp att sätta en VR-baserad lösning i din organisation.

SAMMANFATTNING

Förvaltningen av tekniska lösningar, som VR för utbildning och validering, kräver både kortsiktig och långsiktig planering. Kortsiktig förvaltning innebär att lösa tekniska problem, uppdatera säkerhetsaspekter och anpassa innehållet efter förändrade standarder. Detta kräver både finansiering och personella resurser för att säkerställa att lösningen fungerar över tid. Utan en sådan plan tenderar projektfinansierade lösningar att dö ut inom några år.

För långsiktig förvaltning är det viktigt att integrera verktyget i den ordinarie verksamheten och knyta det till befintliga strukturer. Detta kan göras genom olika typer av förvaltningsstyrning, som underhållsförvaltning och utvecklingsförvaltning.

Immateriella rättigheter är en viktig aspekt att beakta. Ägandet av verktyget och rätten att vidareutveckla eller sälja det bör regleras tydligt i avtal för att undvika framtida konflikter.

Förvaltningen omfattar även utbildning av personal, uppföljning av resultat och spridning av verktyget. Det är viktigt att ha en plan för hur nya användare ska introduceras till verktyget och hur utbildningsmaterial ska uppdateras.

Det finns ett antal standarder kopplade till VR och utbildning som bör tas i beaktning för att säkerställa kvalitet och interoperabilitet. Exempel på relevanta standarder inkluderar ISO/IEC TR 23842-1:2020 för VR-innehåll inom utbildning och ISO/IEC 23005 för interoperabilitet mellan virtuella och fysiska världar.

Lärcentra kan spela en viktig roll i att stödja implementeringen av VR-lösningar genom att erbjuda utbildning och stöd till användare. De fungerar som en länk mellan utbildningsanordnare och arbetsmarknaden och kan bidra till att säkerställa att utbildningar är relevanta och leder till anställningsbarhet.

Ansvar för lösningens funktionalitet och innehåll

Det finns olika delar av förvaltningen. Den kortsiktiga förvaltningen av en teknisk lösning handlar om att lösa problem eller fel i lösningen, eller att uppdatera den i takt med att den tekniska lösningen kräver det av säkerhetsskäl eller för att funktionaliteten ska kunna bibehållas. Det kan också handla om sådant som inte är av teknisk natur, som att uppdatera en lösning när standarder för validering eller innehåll i en utbildning ändras. Det är alltså både en fråga om förvaltning av teknik och innehåll.

Sådan förvaltning är alltid förenat med en kostnad som, beroende på lösningens komplexitet kan vara relativt liten eller ganska omfattande. Det krävs både finansiering och personella resurser för att sä-

kerställa att lösningen fungerar över tid. Projektfinansierade lösningar tenderar annars till att dö ut inom något eller några år efter att de sätts. Lösningar som får aktiv och löpande användning har bättre förutsättningar att kunna inbringa de medel som krävs.

Därför bör alla organisationer som ger sig in i såväl VR-relaterad teknik som andra tekniska lösningar alltid ha en plan tillsammans med alla eventuella partners, för vem som ansvarar praktiskt för förvaltningen av lösningens funktion, både vad gäller tekniken och innehållet. Kostnaderna för detta bör beräknas i förväg och en plan bör vara redo att ta vid så snart projektet som utvecklat lösningen avslutas. Planen bör innefatta en analys över vilka kostnader och arbetsinsatser som är kända, och göra en riskanalys för både dessa och eventuella okända faktorer som kan tänkas uppstå.



Figur 39. VR som implementerats i samarbete med RISE hos ett industribolag för att träna medarbetarna på svåra moment

För den mer långsiktiga förvaltningen bör också verktyget knytas tydligt till redan befintliga och finansierade strukturer och bli en naturlig del av den ordinarie verksamheten. Då blir lösningen ett självklart verktyg bland andra. För att uppnå detta kan olika typer av förvaltningsstyrning vara aktuell.

Det är också skillnad på underhållsförvaltning och utvecklingsförvaltning. Förvaltning med fokus på underhåll innebär att lösningen hålls uppdaterad både tekniskt, funktionellt och innehållsmässigt, men att ingen omfattande utveckling annat än för att se till att funktionen bibehålls genomförs. Den är mindre kostsam, men tenderar över tid att erodera värdet i plattformen i takt med att teknikutvecklingen går framåt. Utvecklingsförvaltning å andra sidan avsätter utöver detta medel för att löpande fortsatt utveckla lösningen och kunna dra nytta av framtida metod- och teknikutveckling. Den är å andra sidan också väsentligt mer kostsam över tid.

Det finns naturligtvis alltid möjligheten att antingen fortsätta finansiera med hjälp av uppföljningsprojekt om sådana är tillgängliga, men i praktiken skjuter det bara den långsiktiga förvaltningen framåt tills nästa projekt tar slut. Att integrera en VR-lösning i ordinarie verksamhet med tydliga mål och användningsområden är ofta målet för en lösning som visat goda resultat i genomförda piloter. Däremot kan det vara en alltför omfattande börda där kostnaden i relation till omfattningen av nytta är för liten, särskilt om lösningen är kostsam att förvalta.

Det finns i grunden därför tre sätt att hantera långsiktig förvaltningsstyrning:

1. Förvaltningsstyrningen bärs av en eller flera av aktörer som deltagit i framtagandet som del i ordinarie verksamhet.
2. Konsortier med grupperingar av aktörer, både sådana som varit med i utvecklingen och andra som ser nytta.

3. Förvaltningen överläts till en tredje part som har kapacitet och incitament att långsiktigt förvalta lösningen.

I slutändan skapas värdet i lösningen över tid utifrån hur stor nytta det gör, för vilken eller vilka målgrupper den nyttan uppstår, och hur många som använder sig av verktyget. Målet bör därför vara, om inte pilotarbetet är rent experimentellt, att den VR-lösning som tas fram i den här kontexten också ska kunna leva över tid och bidra till utvecklingen av validering och lärande på ett sätt som skapar långsiktiga värden.

I den egna organisationen, inom ett konsortium eller hos en extern aktör

I de fall där den eller de organisationer som stått bakom framtagandet av en lösning som också visat goda resultat efter ett eller flera utvecklingsprojekt har resurser och tillräckligt motiv att använda sig av lösningen på ett sätt som försvarar kostnadsbildningen och arbetsinsatsen är det möjligt att bära en långsiktig kostnad över tid.

Det kräver ofta att det finns uttalade personer med delar av sin tjänst avsatt för förvaltning av verktyget på samma sätt som ofta sker i offentliga organisationer när större IT-lösningar upphandlas från externa leverantörer. Delar av tjänsten finansieras av den offentliga organisationen som får en budget och ett ansvar för att kunna bära verktyget.

Erfarenheter visar dock att det ofta kan bli fråga primärt om just underhållsförvaltning eftersom kostnaderna för att långsiktigt låta en offentlig aktör jobba med mjukvaruutveckling och komplex teknologi kan bli svåra att bära utom för de mest välfinansierade parterna, eller om lösningen får alternativa användningsområden där delar av kostnaderna kan

bäras av andra parter som väljer att nyttja verktyget.

Det är också möjligt att de aktörer som tagit fram och äger slutresultatet av lösningen söker bilda större samarbeten med fler parter, där några kanske inte varit med i själva utvecklingen men är intresserade av att dela på kostnader för att vidareutveckla. Det finns flera olika områden där så har skett, där exempelvis kommunalförbund ofta bedriver samverkansprojekt av utvecklingsnatur inom olika områden där en enskild kommun varken har kompetensen eller resurserna för att hantera en sådan lösning. Det kan också vara så att det inom den egna kommunen eller regionen finns olika strukturer för att hantera samverkan och utveckling av olika processer, och den typen av samverkan kan ofta minska komplexiteten som uppstår när det är många olika huvudmän involverade (se nedan om immateriella rättigheter).

Det är också vanligt förekommande att olika branschaktörer eller intresseorganisationer kan vara intresserade av en vidare utveckling. Många samarbeten, även utanför det tekniska området, bygger ju på att olika aktörer delar intressen och mål och är beredda att samverka för att uppnå dem. Partnerskap i olika former kan uppstå och bildas och drivs med god framgång över tid.

Partnerskap, kommunalförbund och avtalssamverkan är alla olika former för sådan samverkan. Det kan involvera parter både på kommunal, regional och nationell nivå och även intresseorganisationer inom olika områden som har gemensamma intressen med de framtagande aktörerna kan delta.

När sådana samarbeten sätts upp är det viktigt att skapa tydliga projektavtal och formella rutiner för beslutsrätt, hur man ansluter och lämnar samarbetet, vilka rättigheter man tar del av som partner och vilka resurser man förväntas ställa till samarbetets förfogande. Sammantaget har dock sådana partnerskap eller samarbeten större möjligheter att bära

utvecklingskostnader och kan förekomma i långsiktig förvaltning.

Nackdelen är att beroende på hur god samsyn som parterna har och hur man organiserat sig, så kan den långsiktiga hållbarheten vara en osäkerhetsfaktor. I mer formella samarbeten som till exempel kommunalförbund är parterna knutna till varandra på ett sätt som genererar stabilare långsiktighet än om samarbetet bara regleras med ett enkelt samverkansavtal.

En tredje väg för att skapa långsiktighet i förvaltningen är att lämna över ägandet till en tredje part, antingen helt och hållet, eller att de framtagande organisationerna ingår i ett samarbete som ovan, men där den drivande och ansvariga parten är någon annan. Sådana lösningar är också relativt frekventa.

Beroende på den lösning det gäller kan det röra sig om lokala, regionala eller nationella aktörer. Som exempel kan tas Adda, som skapades av Sveriges kommuner och regioner för att kunna hantera ett gemensamt behov om inköp och förvaltning av teknik. Andra aktörer kan vara branschorganisationer eller intresseorganisationer (exempelvis Svensk industrivalidering, AI Sweden eller liknande), men det kan också röra sig om mer regionala aktörer som har ett annat uppdrag som fungerar bättre för underhålls- och utvecklingsarbete med en större vana och resurser för att hantera delar av lösningen, ofta på det tekniska området. Exempel på sådana organisationer kan vara universitet och science parks.

Det är också möjligt att lösningen kan slås samman med andra lösningar av olika karaktär. En problematik som flera av de offentliga aktörer som intervjuats till denna rapport lyfter problematiken att VR-lösningar för offentlig sektor ofta utvecklas i projekt. I bästa fall blir det en bra och användbar produkt, men den kan endast användas av den beställande parten. Trots att lösningen skulle kunna gynna fler aktörer inom offentlig sektor. Hade det funnits en nationell

aktör som kunnat samla dessa i en gemensam miljö så hade lösningarna kunnat tillgängliggöras för bredare användning. På detta sätt hade inte flera aktörer behövt utveckla egna lösningar på gemensamma problem.

Immateriella rättigheter

Ett område som måste nämnas när man pratar om förvaltning över tid är ägandet av de immateriella rättigheterna. Skapandet av ett verktyg får per automatik upphovsrättsliga konsekvenser och rätten till en lösning faller i normalfallet, till de organisationer som bidragit till att ta fram den. Detta brukar vanligen regleras i projektavtal mellan parterna som tydliggör om alla parter har lika rätt att använda sig av resultaten eller om det är en specifik partner som har fler och större rätt till resultaten än andra. Detta kan bero på allt från kapacitet till hur parter i projektet bidragit.

Denna äganderätt blir naturligtvis mer komplex vid förvaltning över tid, särskilt om verktyget dessutom utvecklas löpande. När upphör det att vara samma verktyg? När är en uppdaterad version att betrakta som en ny lösning med helt nya rättigheter? Sådana frågor bör diskuteras i förväg och bör ingå i de förvaltningsprocesser som man tar fram inför lansering av ett verktyg som går bortom prototyp eller pilot och ska börja tas i bruk.

Generellt gäller att ju fler parter i ett partnerskap som delar på rättigheterna för en lösning, desto mer komplex blir situationen. I partnerskap där organisationer kan kliva i och ur, blir situationen än mer komplex. Några av de frågeställningar som kan vara aktuella kring ägandefrågorna och immateriella rättigheterna är:

- Vem äger rätten till verktyget?
- Vem har rätten att låta en ny aktör bli delägare i verktyget och vilken rätt får de då till verktyget? Vad händer när en sådan aktör lämnar ett samarbete – vad tar de med sig.

- Vem, om någon, får sälja verktyget? Får marknadsaktörer ta del av verktyget och i så fall på vilka villkor?

Det finns ingen specifik lösning som fungerar för alla tänkbara konstellationer - däremot är det tydligt att riskerna kan minskas med tydliga avtal och genomtänkta upplägg på förhand. Det finns exempel där en part äger allt, exempel där olika parter delar på ägandet och det slutliga beslutet och exempel där upplägget möjliggör för en part att lämna ett samarbete med en dagsfärsk kopia av den senaste versionen av lösningen men att de inte längre kan ta del av framtida utveckling.

För att säkerställa att de immateriella rättigheterna och ägandefrågorna är tydliga bör juridisk expertis undersöka vilka värden som finns i verktyg som går bortom rena pilotfall eller experiment. Det finns annars en risk för rättsliga efterspel om verktyget blir framgångsrikt över tid och skapar stort intresse.

Andra förvaltningsfrågor för lösningar inom VR för träning och validering?

Det finns också andra frågor kopplade till förvaltningen som rör innehållet. Tekniken har sina egna behov, som handlar om säkerhet, uppgraderingar och utveckling, men innehållet och användningen kräver inte bara att verktyget är anpassat efter de standarder det ska efterfölja, utan också att det finns en förvaltningsorganisation för att nyttja verktyget i verksamhet.

Det handlar om att ha en plan för vem som ska utbilda personal i att använda verktyget, hur uppföljning av resultat och statistik från detta ska hanteras, hur kommunikation och spridning av verktyget ska se ut. Även dessa frågor bör hanteras innan ett utvecklingsprojekt avslutas så att planen för hur man

ska hantera allt från kommunikation till utbildning av de som sedan ska använda verktyget, det som ofta kallas *train the trainers* (se bland annat exempel från Volvo Trucks VR-implementering i avsnitt "*Case: VR-träning för tekniker vid Volvo Trucks*"). Detta görs ofta inom ramen för utvecklingsprocessen, men det är ju en engångsinsats under projektet. Hur ska den modellen se ut efter projektet och vem tar ansvar för att sådan utbildning fortgår? Hur fortbildar sig de som ska hålla i sådana utbildningar och hur uppdateras eventuellt utbildningsmaterial som är kopplat till verktyget?

Införandestöd är också en del av förvaltningen, särskilt i lösningar där tanken är att verktyget ska få en bredare spridning än hos de parter som först tagit fram det. Förutom ovan nämnda planer kring förvaltning och immateriella rättigheter behöver det finnas en plan för hur en ny part tillträder och kan börja nyttja verktyget och lösningen, rörande allt från eventuella tekniska installationer till utbildning av personal. Det finns också en poäng med att ha någon form av regional eller kommunal resurs som kan hjälpa till i själva innovationsprocessen runt omkring att införa en VR-lösning, och som kan finnas med för att hjälpa en behovsägare att både upptäcka möjligheter med VR men också förstå om det är lämpligt att använda för deras case. Det finns flera exempel på detta, så som Helsingborgs Stad som har anställt en "VR-strateg" på Vård- och omsorgsförvaltningen⁷⁴, och VR Studion i Härnösand (se avsnitt "*Case: Energi- och utbildning vid Härnösands Energi-tekniska Arena*").

Utveckling av standarder och riktlinjer

Vad finns idag för standarder kopplade till utbildning/träning och validering? Hur går det att koppla VR-utbildning mot dessa? Hur går det att tillse att en extern utvecklare levererar lösningar som uppfyller krav från vård och omsorg, respektive industrin?

En standard är ett gemensamt överenskommet dokument som innehåller regler, riktlinjer eller egenskaper för produkter, tjänster, processer eller system. Standarder är gemensamma lösningar på gemensamma problem inom olika områden som bygg, energi, hälsovård, industri, miljö och kvalitet. De är frivilliga att använda, till skillnad från tekniska föreskrifter som är bindande. Standarder är utformade för att skapa förutsättningar för att varor, tjänster och processer ska uppfylla gemensamt överenskomna krav. De är ett verktyg för att underlätta handel, öka konkurrenskraft och sprida innovationer globalt.

För företag och organisationer kan standarder ses som ett hjälpmedel för att effektivisera verksamheten och vägleda mot kvalitetsorienterade mål. De kan använda standarder som ramverk för att definiera mål, krav och processer. De kan överväga att implementera relevanta standarder för att öka trovärdigheten och potentiellt öppna nya marknader.

För konsumenter och samhället kan standarder bidra till förutsägbarhet och kvalitetssäkring av produkter och tjänster. De kan ses som en garanti för att vissa krav och specifikationer uppfylls.

För myndigheter och lagstiftare kan standarder användas som komplement till lagstiftning, särskilt inom EU där harmoniserade standarder används för att visa överensstämmelse med EU-direktiv. De kan minska behovet av detaljreglering från myndigheternas sida.

Svenska institutet för standarder (SIS) är en fristående ideell förening som spelar en central roll i utvecklingen och förvaltningen av standarder i Sverige. SIS arbetar med att ta fram och projektleda utvecklingen av standarder inom en mängd olika områden. Syftet är att skapa gemensamma lösningar på återkommande problem och etablera enhetliga, transparenta rutiner som olika aktörer kan enas kring. SIS representerar Sverige i internationella

⁷⁴ <https://helsingborg.se/nyheter/annika-har-unikt-uppdrag-som-vr-strateg-inom-varld-och-omsorg/>

standardiserings-organisationer som ISO (globalt) och CEN (europeiskt).

Det finns flera standarder som påverkar den organisation som utvecklar VR för lärande. Det finns också flera standarder som kan vägleda utvecklare av VR-lösningar och de bolag som tillverkar både mjukvara och hårdvara som kan nyttjas för VR. Bland dessa tycks dessa extra intressanta:

- **ISO/IEC TR 23842-1:2020** Information technology for learning, education and training -- Human factor guidelines for virtual reality content är en internationell standard relevant för utbildning med VR. Standarden ger riktlinjer för att minska förvirring mellan verklighet och virtuell verklighet samt hjälpa användare att effektivt använda denna nya teknologi. Standarden behandlar VR-innehåll som använder head-mounted displays (HMD) inom LET-området. Syftet är att presentera överväganden för användning av VR-innehåll för att minska förvirring mellan verklighet och virtuell verklighet samt hjälpa användare att effektivt använda dessa framväxande teknologier. Standarden omfattar inte VR-innehåll som använder immersiv teknologi eller augmented reality, mixed reality eller merged reality.
- **ISO/IEC TR 23842-1:2020.** Genom att följa denna standard kan utvecklare och utbildare skapa mer effektiva och användarvänliga VR-upplevelser för utbildningsändamål, vilket kan leda till förbättrade inlärningsresultat och en smidigare integration av VR-teknologi i utbildningsmiljöer.⁷⁵
- **ISO/IEC 23005**, även känd som MPEG-V (Media Context and Control), är en internationell standard som fokuserar på interoperabilitet mellan virtuella världar och den fysiska världen. Standarden specificerar en arkitektur och informationsrepresentationer för att möjliggöra utbyte av data mellan virtuella och verkliga miljöer. Standarden består av flera delar som adresserar

olika aspekter av interaktionen mellan virtuella och fysiska världar.⁷⁶

- **IEEE 1484.12.1-2020** är en standard för metadata för läroobjekt (Learning Object Metadata). Denna standard specificerar ett konceptuellt dataschema som definierar strukturen för en metadatainstans för ett läroobjekt. Standarden syftar till att skapa en enhetlig struktur för att beskriva och kategorisera digitala läroobjekt (IEEE, 2020).
- **ISO 9241-210:2019** är en internationell standard som fokuserar på användarcentrerad design för interaktiva system.⁷⁷
- **EN 301 549** och **WCAG** (Web Content Accessibility Guidelines) är båda standarder för digital tillgänglighet. WCAG är en internationell standard som fokuserar främst på webbinnehåll. EN 301 549 är en Europeisk standard med ett bredare spektrum av IKT-produkter och tjänster, inklusive webbplatser, programvara, mobila enheter och mer. EN 301 549 bygger på och inkorporerar WCAG, men går längre i vissa avseenden.⁷⁸
- **ISO 23247** är en standard som behandlar digitala tvillingar, vilket är något som är relevant även för träningslösningar med VR inom industrin.

Ännu finns få standarder specifikt för VR inom användningsområdet lärande och validering. Standarder kan användas som stöd för både utvecklare och beställare men är inte knutna till lagstiftning och inget som måste följas.

Kopplingar till nationella strategier

Det pågår just nu något av en nationell inventering och förberedande för en form av kraftsamling inom XR-området i Sverige. Detta har bland annat kunnat utläsas av det faktum att Vinnova har utlyst medel för en genomförbarhetsstudie med syfte att bilda

⁷⁵ <https://unicert.us/certification/iso-iec-tr-23842-1-2020-human-factor-guidelines-for-virtual-reality-content/>

⁷⁶ <https://www.mpeg.org/standards/MPEG-V/>

⁷⁷ <https://www.usabilitypartners.se/om-anvandbarhet/iso-standarder>

⁷⁸ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/sv/policies/web-accessibility-directive-standards-and-harmonisation>

en nationell innovationsplattform för XR-teknologier. Även om den kommande genomförbarhetsstudien kommer vara det som de facto definierar vad den presumtiva innovationsplattformen exakt skall innebära så går det redan nu att säga att den kommer att fokusera på att både skapa kopplingar och nätverk inom det svenska XR-ekosystemet (både mellan behovsägare, utvecklare och förvaltare), men också att målet är att XR-teknologi skall kunna få ett större genomslag inom alla sektorer i Sverige.

Lärcentra

Lärcentra spelar en viktig roll i arbetet med kompetensförsörjning och livslångt lärande. Dessa verksamheter, som finns utspridda över hela landet, fungerar som en vital länk mellan individer, utbildningsanordnare och arbetsmarknad. De erbjuder en mångfacetterad plattform för vuxnas lärande och kompetensutveckling, vilket är av stor betydelse i en tid då arbetsmarknaden präglas av snabba förändringar och ständigt föränderliga kompetensbehov (Skolverket, 2017).

Lärcentra finns idag i en majoritet av Sveriges kommuner, med över 60% av kommunerna som driver ett eller flera lärcentra, enligt en undersökning från 2017. Deras primära funktion är att tillgängliggöra utbildning och erbjuda stöd till studerande genom en rad olika tjänster. Dessa inkluderar ofta självstudieplatser, studie- och yrkesvägledning, tentamensservice, tekniskt stöd och tillgång till distansmötesteknik. Genom att erbjuda dessa resurser bidrar lärcentra till att demokratisera tillgången till utbildning och skapa förutsättningar för individer att utveckla sin kompetens oavsett geografisk placering eller livssituation. En betydande del av lärcentras verksamhet är kopplad till att bedriva och förmedla utbildning. Över 70% av lärcentra är involverade i att erbjuda kommunal vuxenutbildning (komvux), medan närmare 40% tillhandahåller yrkeshögskoleutbildningar. Dessutom samarbetar många lärcentra

med högskolor och universitet för att utlokalisera utbildningar, vilket gör det möjligt för studerande att ta del av högre utbildning på sin hemort (Skolverket, 2017).

En allt viktigare aspekt av lärcentras verksamhet är deras roll i valideringsprocessen. Lärcentra fungerar ofta som en nyckelaktör i denna process genom att erbjuda inledande kartläggning och vägledning inför validering, tillhandahålla information och stöd till individer som överväger validering, samt samarbeta med utbildningsanordnare och arbetsgivare för att genomföra valideringar. Ofta tillhandahåller lärcentra lokaler som kan användas vid en validering. Efter genomförd validering kan lärcentrum ofta också erbjuda möjligheter till kompletterande utbildning för att täcka eventuella kunskapsluckor, vilket skapar en sömlös övergång mellan validering och fortsatt kompetensutveckling.

En av lärcentras mest betydelsefulla funktioner är deras arbete med att förbättra matchningen mellan utbildning och arbetsmarknadens behov. Närmare 80% av lärcentrumen arbetar aktivt med dessa frågor genom att ge stöd och information till studerande, ha kontinuerlig kontakt med utbildningsanordnare, följa upp frånvaro och trivsel bland de studerande, samt undersöka kompetensbehovet på den lokala och regionala arbetsmarknaden. Genom sitt nära samarbete med lokala arbetsgivare och branschorganisationer kan lärcentra bidra till att påverka utbildningsutbudet så att det bättre motsvarar arbetsmarknadens behov. Detta arbete är avgörande för att säkerställa att de utbildningar som erbjuds är relevanta och leder till anställningsbarhet för de studerande (MYH, 2021).

Regeringen har erkänt lärcentras betydelse för att öka tillgången till utbildning i hela landet och har genomfört flera satsningar för att stödja deras etablering och utveckling. Införandet av statsbidrag för lärcentrum har varit en viktig del i detta arbete och har bidragit till att utveckla en ny typ av lärcentrum

med bredare målgrupp och ökat fokus på komvux. Dessa finansiella insatser har också förbättrat förutsättningarna för genomströmning i utbildningar och ökat möjligheterna för studerande att ta del av olika stödfunktioner och tekniska lösningar. Framtidsutsikterna för lärcentra är lovande, med potential att utvecklas ytterligare som viktiga arenor för kompetensförsörjning och livslångt lärande. De kan i allt högre grad fungera som:

1. Mötesplatser som tillhandahåller service till studerande och främjar kunskapsutbyte.
2. Mäklare som arbetar för att tillgodose olika gruppers utbildningsbehov och koppla samman individer med relevanta utbildningsmöjligheter.
3. Motorer för kommunal och regional utveckling genom att bidra till höjd kompetensnivå och förbättrad matchning på arbetsmarknaden.

Trots lärcentras framgångar står de inför flera utmaningar. En av dessa är att säkerställa en jämn kvalitet och tillgång till lärcentra över hela landet. Det finns

fortfarande skillnader mellan kommuner när det gäller resurser och möjligheter att driva omfattande lärcentrumverksamhet. En annan utmaning är att hålla jämna steg med den snabba teknologiska utvecklingen och ständigt anpassa sig till nya former av distansutbildning och digitala lärmiljöer. Samtidigt öppnar dessa utmaningar upp för nya möjligheter. Den ökade digitaliseringen kan, om den hanteras rätt, leda till ännu bättre tillgänglighet och flexibilitet i utbildningsutbudet. Lärcentra kan också spela en nyckelroll i att överbrygga den digitala klyftan genom att erbjuda stöd och vägledning i användningen av digital teknik för lärande.

Nitus är ett nätverk och en ideell förening som arbetar för att möjliggöra eftergymnasial utbildning i Sverige. Organisationen fokuserar på att skapa förutsättningar för en hållbar kompetensförsörjning, vilket innebär att de stödjer kommunala lärcentra i deras arbete med utbildning och kompetensutveckling. Ett hundratal av Sveriges 290 kommuner är medlemmar i Nitus.⁷⁹

⁷⁹ <https://www.nitus.se/nitus/om-nitus>

Analys och rekommendationer

Detta kapitel innehåller själva kondensatet av arbetet med denna rapport, alltså den analys som vi har kunnat göra och de generella slutsatserna vi har kunnat dra utifrån de efterforskningar, litteraturstudier, intervjuer, observationer och framsynsövningar som vi genomfört. Det innehåller en analys och rekommendation inom såväl mera konkreta designaspekter av tilltänkta VR-applikationer för träning och validering, hur de skall utformas samt när det lämpar sig med VR, respektive när de inte lämpar sig med VR. Det innehåller också mera generella rekommendationer när det kommer till organisation, förvaltning och hur det går att få maximal nytta av VR-lösningarna, och därtill också vad vi ser är viktigt för att få till mera storskaliga implementationer av VR för utbildning och validering i Sverige. Detta kapitel riktar sig till i stort sett alla målgrupper, både dig som funderar på att upphandla och implementera en VR-lösning, dig som utvecklar VR-lösningar, och till dig som beslutsfattare som sitter på möjligheten att förändra strukturerna i hur vi bedriver utbildning.

SAMMANFATTNING

VR-teknik kan vara mycket effektiv för lärande och validering, men det är viktigt att veta när och hur den ska användas. VR lämpar sig särskilt väl för träning på riskfyllda moment eller sällan förekommande situationer, eftersom tekniken kan simulera farliga miljöer utan att utsätta deltagarna för verklig fara. Dessutom är VR användbart när det finns behov av att träna grupper som är geografiskt utspridda, eftersom det möjliggör distribuerad och asynkron träning, vilket minskar behovet av resor och frigör tid. VR är också effektivt för att simulera procedurer och arbetsflöden, där det är viktigt att visa miljön, instrumenten och ordningsföljden. För att öva på kommunikation och interaktion med patienter, brukare, klienter eller kollegor kan VR med integrerade AI-agenter skapa en säker miljö för att öva

facktermer och yrkesmässigt språk, särskilt för personer med annat modersmål.

Däremot bör VR inte användas för träning på specifika handgrepp och hantverksmässiga färdigheter, eftersom nuvarande VR-teknik inte kan exakt efterlikna handrörelser och muskelminne. VR är inte heller lämpligt för upplevelser med mycket rörelse, som att gå runt mycket eller färdas i en vibrerande maskin, eftersom detta kan orsaka illamående och åksjuka. För validering inom vården är VR inte idealiskt just nu, eftersom tekniken kan distrahera från själva innehållet och göra det svårt att bedöma specifika handgrepp korrekt.

VR kan dock vara användbart för att sälla kandidater i en valideringsprocess eller för

Fortsättning på nästa sida →

SAMMANFATTNING, FORTS.

att låta dem öva på hur valideringen kommer att gå till. Det är viktigt att VR inte ersätter den faktiska examinationen, utan används som ett komplement för att bygga förståelse och trygghet.

För att VR-lösningar ska implementeras framgångsrikt i en organisation är det viktigt att tänka digitalisering snarare

än bara digitisering. Det innebär att dra nytta av VR:s unika möjligheter för att förändra utbildningsmetoder och organisation. Den didaktiska dimensionen måste förstås och lärandeprocessen anpassas till VR-mediet. Beställarkompetens är avgörande, och det är klokt att involvera innovationspartners för att översätta behov till VR-lösningar.

Allmänna rekommendationer kring när VR lämpar sig

Här listar vi några allmänna rekommendationer och riktlinjer kring när det lämpar sig att använda sig av VR för lärande och validering, och när det inte lämpar sig.

Använd VR:

- För utbildning eller träning på moment som annars kan vara riskfyllda för de som skall tränas och moment som inträffar väldigt sällan.
- Då det finns ett behov av att kunna träna en grupp som är utspridd på olika geografiska platser, där man annars måste lägga mycket resurser på att ordna med resor och ta folk ur arbetet för att de skall kunna delta i ett träningsstillfälle. Med VR går det att organisera träning både distribuerat och asynkront.
- Då det skall simuleras, tränas eller valideras någon form av procedurer, där det viktigaste är att visa på hur miljön ser ut, vilka instrument som finns där, och i vilken ordning de skall används.
- Om det skall tränas på att prata och interagera med en patient, brukare, klient eller för all del en annan kollega med syfte att öva facktermer och korrekt yrkesmässigt språk så finns det bra indikationer på att VR med integrerade AI-agenter är ett bra verktyg. Det finns också indikationer

på att detta är ett bra medel för de som har ett annat modersmål, då det blir en förhållandevis "säker" miljö att öva i, med mindre rädsla för att begå misstag.

Använd inte VR:

- Om det är viktigt att träna på specifika handgrepp och hantverksmässiga kvalitéer i utförda moment. Detta, då det i nuläget i en ren VR-upplevelse är väldigt svårt att efterlikna specifika handgrepp och exakta handrörelser. Det blir med andra ord inte lönt att använda VR för att träna muskelminne kopplat till denna sorts arbete.
- Om det är en upplevelse där det är mycket rörelser. Antingen att en person själv måste gå runt väldigt mycket under en längre tid, eller färdas i en maskin där det sker mycket rörelser som är hastiga eller av vibrerande natur. Detta har stor risk att leda till illamående och åksjuka hos deltagaren.

Gällande VR för validering så blir första rekommendationen utifrån denna studie att VR inte är lämpligt för validering inom vården just nu. Detta, givet att det blir för mycket fokus på användandet av teknologin, snarare än själva innehållet. Det blir då något som gör att detta teknikfokus sker på bekostnad av de moment som skall valideras, och det är därför

svårt att göra en rättvis bedömning vid validering i VR. Vidare, så är en stor del av valideringen inom vården beroende av att det är specifika handgrepp som bedöms, och då tekniken just nu inte riktigt kan facilitera detta i VR går det alltså inte heller att bedöma dessa moment fullt ut.

Vi utesluter inte att det kan finnas andra valideringsförfaranden där VR kan vara ett bra verktyg, om det som skall valideras är framförallt ett fokus på en procedur där saker skall göras i rätt ordning, eller om det som i Svensk Skogsvaliderings fall handlar om att VR främst är för att få till det visuella i miljön – men själva interaktionerna sker med fysiska manöverorgan (joystick, knappar, etc). I Svensk Skogsvaliderings fall så har de trots allt gått över till att bara använda sig av plattskärm på grund av problemen med illamående, men inte på grund av att det var något fel på att bedöma själva förfarandet hos validanderna. Så om det skulle vara ett fall där en validand är mera statisk, och också har ett intuitivt sätt att interagera i VR-simuleringen (som exempelvis via någon form av kontrollpanel), så kan det fortfarande vara lyckosamt. Det är dock viktigt att väga för- och nackdelar med VR-upplevelsen (som högre känsla av närvaro, möjlighet att lättare titta sig runt i miljön, få en bättre känsla för rymd och djup) med det som är möjligt med mindre avancerade lösningar med plattskärm.

Det är också en möjlighet att VR kan användas för att antingen vara en del av den första sållningsprocessen vid en validering, eller att det kan användas för att låta validanderna träna på och få en känsla för hur själva valideringstillfället kommer gå till. Det är dock viktigt att detta inte sker ”på bekostnad” av att valideringstillfället de facto skall vara en typ av examination. Det handlar alltså inte om att de skall lära sig något utantill och sedan bara upprepa det i en verklig situation, utan att de skall kunna förstå innebörden av det som de skall göras och sedan syntetisera detta till kunskap, färdighet och trygghet som de kan tillämpa vid det skarpa valideringstillfället. En validering är också en bedömning av vad en individ

kan, vilket kan medföra att individen är obekvämt i situationen. Att utföra de praktiska momenten i en virtuell miljö kan därför ha flera fördelar; att inte uppleva störningsmoment från omgivande miljö i form av ljud, synintryck och dylikt, att inte se andra som observerar vad individen gör. Dock är det även i fallet med validering i en digital miljö viktigt med återkopplingen från en mänsklig bedömare, just då det många gånger är väldigt känsligt att gå igenom en valideringsprocess och bli bedömd.

VR för validering och lärande

Validering är ett viktigt verktyg för att förkorta utbildningsvägar och belysa individers kompetens för att hjälpa den till arbete. Enligt valideringsförordningen ska en validering leda till uppfylld kvalifikation eller delkvalifikation eller ge behörighet en utbildning som ger denna kvalifikation. Inom branschvalidering finns något större frihet då branschen ansvarar för gemensamma kvalifikationer och valideringsförfaranden. Antalet valideringar ökar men är inom alla branscher fortfarande relativt låg. Efterforskningar visar på en brist på utbildade bedömare, brist på anpassade lokaler och brist på utrustning för att utföra de praktiska momenten. Flera vittnesmål hävdar också att processer för validering är komplexa, långdragna och svåra att förhålla sig till. Det sägs att inom vård och omsorg är det ofta är snabbare och enklare att utföra utbildning än att genomgå en full valideringsprocess. De bedömare som vi intervjuat inom samtliga branscher beskriver att validering kan upplevas som en tung prövning för validanden och att beröm och bekräftelse för det individen klarar av är mycket viktigt. Ett nederlag kan för validanden kännas förödande, denne påminns därför under hela processen om att validering handlar om att bedöma vad individen kan.

Att nyttja VR för hela valideringsprocessen med dagens tekniknivå anser vi inte lämpligt. Dels baserat på hur tekniken fungerar idag och de begränsning-

ar som finns gällande handgrepp och interaktion i VR-miljön. Men också på grund av de variationer i digital litteracitet som finns hos både den potentiella validanden och den potentiella bedömare. Om det hade varit möjligt att utföra rörelser på precis samma sätt som i verkligheten i VR hade det kunnat vara ett verktyg att nyttja i den fulla bedömningen; där är vi idag inte. Dock finns det stor potential att nyttja VR för att bedöma kompetens kring processer och kunskaper om verktyg eller arbetsrutiner. Det finns stora fördelar med en digital miljö; dels kräver det färre resurser i form av lokaler, utrustning och statister. Dels finns det möjligheter att i efterhand gå igenom scenariot tillsammans med validanden och reflektera över utförandet och reaktioner. Det är också möjligt att få ut data kopplat till utförda moment; det kan handla om förflyttningar, tid, bränsleåtgång eller dylikt beroende på scenario och bransch.

Lärande kan beskrivas som en process där individer förvärvar nya färdigheter, kunskaper och attityder genom erfarenhet och övning. Lärande sker genom hela livet, trots att det mesta av det som dokumenteras kring vårt lärande är koncentrerat till skoltiden. Alltmer forskning sker kring vuxnas lärande och hur lärande i yrkeslivet stimulerar kontinuerlig utveckling och stärker arbetsplatser och yrkesliv. Lärande är mer än bara en akademisk aktivitet; det är en livslång process som involverar både individuella och sociala aspekter. Det handlar om att anpassa sig till nya situationer, utveckla insikter och bygga relationer med andra. Genom att förstå lärandets olika dimensioner kan vi bättre stödja individer i deras utveckling, oavsett om det sker i skolan, på arbetsplatsen eller i vardagen.

När det kommer till VR för lärande ser vi stor potential för mängdträning, för att bygga förståelse kring processer och öva på dessa. Det finns många exempel på hur används inom både offentlig sektor och i näringslivet. VR används inom tung industri för att både öva på moment inför större underhållsarbe-

ten, att öva på farliga moment och att lära sig mer om processen och maskiner där delar som i vanliga fall inte är synliga går att utforska i VR. Det har utvecklats VR-applikationer för träning inom vårds-ektorn, dels för att öva in processer inför ovanliga operationer men också för att öva på ergonomiska förflyttningar. Med den snabba utvecklingen av GPT växer möjligheterna för att lära sig nya språk genom VR där virtuell samtalspartner kan kännas trygg att öva med; det är också möjligt att öva på språket i barndomsmiljö eller var helst individen känner sig som mest bekväm. Även sociala situationer går att öva i VR; hellre uttrycka sig klumpigt med en virtuell samarbetspartner än i samtal med en chef, anställd eller patient.

Det finns flera fördelar med VR och att personen själv kan välja när och hur den vill öva på ett visst moment eller i en viss situation. Exemplet blir allt fler där VR ses som ett komplement till befintlig utbildning. Vi ser också att VR skulle kunna vara ett verktyg för att visa vad en individ kan.

Rekommendation kring design av VR-upplevelser

Här nedan följer en lista av de huvudsakliga designmässiga rekommendationerna som har framkommit genom arbetet med denna rapport, och en motivering till varför de står som rekommendationer. Dessa är alltså viktiga i både planerings- och utförandestadiet av en utveckling av en VR-applikation.

Satsa på agens och möjlighet till rikligt med interaktioner med tillräckligt med realism, istället för hyperrealistisk grafik, då forskning och erfarenhet har visat att det viktigaste för att uppnå en hög grad av immersion och känsla av närvaro i en VR-upplevelse är just det. Med andra ord så är det mycket bättre att lägga resurser på klok interaktionsdesign, och att det faktiskt skall gå att göra saker i en VR-upplevelse, än att den skall vara till fullo realis-

tisk i sitt utseende. Detta kan vara både i form av att det finns gott om 3D-objekt som en deltagare kan plocka upp och använda sig av för att utföra sina uppgifter, att deltagaren kan röra sig runt och utforska olika delar av en miljö, att det finns andra deltagare eller AI-kontrollerade avatarer att prata med. Men viktigt för allt detta är också att det skall finnas en drivkraft för deltagaren att göra dessa saker, så antingen ett narrativ eller någon form av motivering som kommer av att deltagaren exempelvis vill bygga, skapa eller laborera med något (se om "konstruktionism" i avsnittet "*Lärande och kompetensutveckling i arbetslivet*"). Givet också att just utvecklingen av realistiska 3D-miljöer och 3D-objekt är en av de mest resurskrävande delarna i ett projekt så finns det alltså här en poäng att fråga sig om det är absolut nödvändigt med fotorealistiska kopior av specifika miljöer och objekt, eller om det alltså räcker med något som är mera generiskt för att ändå få en hög känsla av närvaro.

I dagsläget är fortfarande handkontroller att betrakta som det mest intuitiva sättet att interagera med innehåll, och bör då användas i de allra flesta fall istället för handtracking. Detta, då handtracking av många upplevs som svårt att använda för att exempelvis interagera med digitala objekt (plocka upp dem, flytta runt dem, manipulera dem), och då det som det ser ut nu oftast inte går att exakt efterlikna den exakta handrörelsen som används i verkligheten. Ett exempel kan vara att man skall använda sig av en "nyprörelse" för att plocka upp något, och att man sedan för att utföra en viss operation använder sig av handgester och rörelser (så som att vrida på handen, knyta näven, etc) – och dessa gester kräver tid för att lära sig och bli intuitiva. Detta står i jämförelse med att använda sig av en handkontroll, som i det enklaste fallet kan räcka att använda för att bara peka på något och sedan använda "triggerknappen" för att plocka upp/aktivera föremålet. I kontrast till vissa tidigare teorier som har stipulerat att ett hinder för att använda handkontroller i VR-träning är att många inte har vana från spelvärlden, så har

resultaten av denna rapport visat på att just denna typ av enkla interaktion med en handkontroll de facto är mera användarvänlig än motsvarande med handtracking, än mer så för mer ovana användare. Vårt att notera är att handtracking som teknologi utvecklas kontinuerligt, så detta faktum behöver inte vara sant om ett par år – då det istället kan vara handtracking som är överlägset den bästa teknologin för interaktion i VR. Men så är generellt sett inte idag. Fördelen är fortfarande att den inte kräver någon mer hårdvara förutom själva VR-headsetet, och för enkla interaktioner som att bara välja ett objekt och peka på det så kan detta överväga nackdelarna – men för att tillåta mera manipulation av 3D-objekt är handkontroller bättre.

Ha inte för mycket rörelser i VR-upplevelsen, då de ökar risken att deltagarna utsätts för åksjuka. Detta gäller både mindre rörelser, så som skakandet och ruskandet i en förarhytt i en skogsmaskin (se avsnitt "*Case: VR som verktyg för validering inom skogsindustrin – Svensk Skogsvalidering*"), såväl som de fallen när man som deltagare måste gå runt och röra sig väldigt mycket i upplevelsen. Det bästa är upplevelser där deltagaren står vid ungefär samma plats, eller rör sig inom ett begränsat område. Det är också bättre att låta folk gå runt själva istället för att använda sig av teleporteringsfunktionen av samma anledning. Ibland kan det tyckas begränsa hela designrymden för en upplevelse, men det går också att tänka klokt när det kommer till nivådesign i VR och faktiskt ge en känsla av att man rör sig inom ett väldigt stort område när det i själva verket inte är så stort. Det man vill undvika är den sortens rörelser där kroppens rörelse och känslan av den inte överensstämmer med det som man ser genom VR-glasögonen – alltså uppenbart en situation där deltagaren ser en skakande förarhytt men inte känner något av detta. I väntan på utveckling mot mer haptisk feedback där sådana upplevelser kan speglas hos användaren, kan det vara mer av en distraktion än till nytta. Men viktigt är också att komma ihåg att givet att synkroniseringen inte är helt perfekt mellan rö-

relse av headsetet och det som visas i headsetet gör det även exponering även för rörelser som till synes speglas korrekt i headsetet så kan även dessa rörelser leda till illamående vid för lång exponering.

Just tiden en viktig faktor för att undvika illamående, där om det är en kortare upplevelse kan gå bra att ha lite mera rörelse, men för en längre upplevelse blir även små upprepade rörelser där det finns en diskrepans mellan syn och rörelseintryck något som leder till risk för illamående. Det är svårt att säga exakt hur långa en VR-upplevelse för vara optimalt, då det också beror på den valda hårdvaran, hur pass mycket man måste röra sig runt, hur mycket man skall interagera, etc. Men en god tumregel är att 60 minuter är något för långt, och 30 minuter är mera lagom.

Det är klokt att undvika att ha för mycket text i VR-upplevelser, då denna upplevs som svår att läsa för många deltagare. Det är också något som kan leda till illamående, men framförallt upplevs det ofta inte som en trevlig upplevelse i VR för deltagarna. Många kan då tappa intresse, och det finns bättre sätt att lösa detta. Antingen så får man se till att ha en didaktisk design som gör att deltagarna tar del av textbaserat material utanför VR, eller så får man se till att det är företrädesvis maskinuppläsning som sker av längre textstycken i VR. Med modern GPT-baserad semantisk tolkning av transkriberade röstkommandon, i kombination med RAG (Retrieval Augmented Generation) så går det att programmera så att en deltagare kan fråga om information om något visst instrument, en funktion eller ett fenomen i VR (även sådant som är bransch-, kunskapsdomäns- eller företagsspecifikt).

För att få en pedagogisk upplevelse så är det viktigt med återkoppling kring det som deltagaren har gjort i VR, oavsett om det rör utbildningsscenarior eller validering. För ett mera utbildningsbaserat scenario så är det klokt att detta vävs in som en möjlighet till direkt återkoppling i själva lärmiljön. Det be-

höver inte ske i alla led av en utvecklingskurva, men bör åtminstone finnas inkorporerat för att deltagaren skall förstå vad den gör fel och vad den gör rätt. I lärsценarior med VR så kan detta alltså med fördel finnas inbyggt i själva VR-världen, men det är också möjligt att tillåta extern skärmdelning så att det går att ha både lärande i grupp med studiekamrater och kollegor, eller att flera är inne i VR-miljön samtidigt (antingen som aktiva, eller passiva deltagare). I fallet med extern skärmdelning, också i kombination med inspelning, så finns det ju en god möjlighet att låta en handledare/lärare titta på och gå igenom scenariot med deltagaren i efterhand. Och i fallet med validering så blir det väldigt viktigt att tänka på att det för många är en obekvämlig situation att bli bedömd och utvärderad på det sättet. Så därför är det extra viktigt att just leverera feedback mer än bara en automatisk feedback i en VR-upplevelse, och att då också fokusera på det som validanden gjorde bra.

Det är i dagsläget svårt att realistiskt simulera flexibla, mjuka material och objekt i VR, då detta leder till svårigheter både med att greppa dem, och visualisera dem på ett korrekt sätt. Flexibla och mjuka eller elastiska material verkar också vara svåra att jobba med rent intuitivt då deras flexibilitet är något som vi har stor vana med att hantera i verkligheten – men den statiska naturen hos dessa simuleringar i en VR-värld står i bjärt kontrast till detta och stör upplevelsen. VR lämpar sig således bäst för att simulera hårda material och objekt i dagsläget. Det innebär också att arbetsområden och branscher som arbetar med hårda material har något större möjligheter att skapa givande VR-upplevelser.

VR lämpar sig för simulering av procedurer och ordningsföljder, men inte för specifika handgrepp eller hantverksmässiga kvalitéer, och detta är något som får stora implikationer kring vad VR bör användas för. Det är i nuläget, så som vi redan behandlat i sektionen kring handtracking, väldigt svårt att översätta exakta handrörelser till motsvarande interaktion i VR, vilket då gör att det blir svårt att

öva på exakt motorminne. Procedurminne och miljöminne går bra, men inte att öva in ett handgrepp. Detta kan ändras i en framtid när det blir mera kostnadseffektivt att jobba med mixed reality, i den form av fysiska artefakter i form av antingen attrapper och manekiner eller verkliga instrument, vävs in i VR-upplevelsen. Trenden pekar hitåt med mera avancerade MR-lösningar på många VR-headset, men fortfarande är inte interaktionsdesignen för detta tillräckligt trivial för att det skall kunna nyttjas enkelt, och det man många gånger försöker komma ifrån i VR är ju avsaknaden av att ha de verkliga objekten tillgängliga.

Integrering av generativa AI-lösningar för att skapa "chatbotar" i VR visar på lovande utsikter, och har bekräftats av flera intervjuade att det antingen har skapat ett mervärde i en utvecklad upplevelse (som i fallet med Lutras VR-prototyp för validering, se avsnitt "Case: VR som verktyg för validering inom vården - Prototyp av Lutra Interactive"), eller som själva huvuddelen i VR-verktyg för att just träna på språk i yrkesmässig kontext (se avsnitt "Case: VR som ett verktyg för yrkesrelaterad språkträning i Finland"). Just att kunna träna på ett yrkesrelaterat språk i en förbranschen eller uppgiften simulerad miljö visar på goda utsikter för att få en hög närvaro hos deltagaren, såväl som ett bra utfall av lärande. Detta, då det verkar förmå skapa en tillräckligt realistisk gestaltning av den professionella miljön och de interaktioner sker där, men samtidigt en miljö där en person kan träna sina språkfärdigheter utan att kännas sig osäker och riskera att bli bedömd eller utdömd.

Tänk på att det kan upplevas som jobbigt och pinsamt för vissa att befinna sig i VR, och känslan av att bli observerad utan att kunna se vilka som tittar kan då vara så stark att den gör att vissa undviker VR. Här är det spännande att utforska om användandet av Mixed Reality-läget i moderna VR-headset, så som exempelvis "pass through-läget" i Quest 3, kan göra att det kännas mindre instängt i en VR-värld. Att deltagaren alltså då kan se den verkliga världen ut-

anför den digitala, exempelvis genom att väggarna i den virtuella världen görs genomskinliga, eller att det åtminstone finns digitala fönster ut till den verkliga världen.

Rekommendationer kring organisation och förvaltning

Det är inte tillräckligt att bara designa en bra VR-upplevelse, utan det är också mycket i organisationen runtomkring som måste finnas på plats för att den skall få en god effekt. Här listar vi de viktigaste som framkommit under arbetet med denna rapport.

Tänk digitalisering, inte digitisering då en VR-lösning skall implementeras för lärande eller validering. För att en VR-lösning skall få maximal nytta och effekt krävs det att man som organisation drar nytta av att VR de facto kan erbjuda andra sätt att utbilda på än de traditionella, både vad gäller vad för slags moment som det går att träna, men också hur det görs. Med VR går det exempelvis att kanske göra något som tidigare var tvunget att göras vid specifika utbildningstillfällen på ett assynkront, distribuerat sätt – vilket då förändrar hur organisationen skall se ut och när utbildning kan genomföras och av vilka. För att läsa mer om skillnader mellan digitalisering och digitisering, se avsnittet "Digitalisering vs digitisering".

Förstå den didaktiska dimensionen, och säkerställ att utformandet av lärandeprocessen verkligen använder sig av de möjligheter som VR erbjuder. På samma sätt som man vill försöka undvika att ta stora textstycken och överföra till en PowerPoint-presentation för att nå önskad effekt, behöver VR-lärande anpassas till mediet. Det kan innebära att vissa moment sker utanför VR, för att miljön inte passar för dessa moment, eller att andra moment ändras i sitt format så som beskrivs i föregående stycke. Fundera över hur och varför VR är lämpligt att använda i en given situation, vilka utmaningar som VR ska

lösa och utforma också pedagogiken efter detta – i relation till övriga eventuella läromedel och medier. Exempel på sådana grepp kan vara att låta ovana användare få en introduktion som är mer lekfull och kravlös innan själva lärandet påbörjas, så att ovanan kring att hantera VR-miljön och handkontrollerna i sig inte blir en alltför stor barriär. Ett annat kan vara att träna på de moment som sedan ska ingå i ett lärande i en övningsmiljö. Här kan man låna exempel från dataspelsbranschen, vars 'tutorials' ofta är pedagogiskt utformade för att lära ovana användare hur och till vad olika kontroller, knappar och kommandon ska fungera. När användaren är mer bekväm med grundläggande interaktionsförutsättningar, ökar också förmågan att ta till sig innehållet i det som ska läras ut eller valideras. Ytterligare exempel är att ha kortare sessioner i VR än i fysiska miljöer, eftersom det kan trötta ut hjärna och ögon att vara för länge i VR för en ovan användare, och även finnas risk för åksjuka vid längre övningar (se designrekommendationerna ovan). Här kan utbildningar som exempelvis ligger över en heldag därför kräva fler korta pauser och möjlighet till återhämtning eller reflektion. Just reflektionen som tidigare nämnts, behöver vara central i användningen av VR som lärverktyg för nya användare. Att få återkoppling från deltagarna och bemöta de frågor som uppstår i de initiala skedena kan stärka utkomsten av hela lärupplevelsen. Det är också möjligt att med hjälp av VR göra något som tidigare har upplevts som jobbigt att få en mera underhållande karaktär, utan att för den sakens skull tumma på det pedagogiska innehållet. Ett citat från Modda Sörmland är "det skall vara roligt att lära sig", och att något är roligt gör att exempelvis lärupplevelser som annars kanske upplevs som väldigt svåra blir något som en person kan ta sig igenom.

Beställarkompetens är väldigt viktig när det kommer till införande av VR-lösningar, och detta gäller både utifrån att förstå om det specifika fallet lämpar sig för en VR-lösning, hur den då skall designas och hur den egna organisationen skall kunna ta

emot den. Här är det dels viktigt för den beställande organisationen att göra ett ordentligt förarbete för att själva husera den kunskapen, men det är också klokt att kroka arm med någon organisation som kan hjälpa till i "översättandet" de egna behoven och den egna verksamheten till något som kan bli en utveckling av en VR-upplevelse. Att då ha en organisation som kan agera som en innovationspartner har visat sig vara gynnsamt för resultatet – och detta kan ses i fallet både med Härnösands Energitekniska Arena och VR Studion i Härnösand (se avsnitt "*Case: Energi- och industriutbildning vid Härnösands Energitekniska Arena*") och fallet med Piteå Kommun och Atea (se avsnitt "*Case: Ergonomiträning Piteå*"). Det går också att exempelvis kontakta ett universitet eller högskola, och låta studenter få jobba med det första undersökande steget som ett projektarbete i en kurs eller examensarbete, som till exempel har gjorts i fallet med Region Västmanland som tog hjälp av studenter vid MDU för att låta dem designa en prototyp (se avsnitt "*Case: Region Västmanland Operationssjuksköterskor*"). I detta fall skall man dock ha med sig att det inte är rimligt att ha för höga krav på studenter som utför ett arbete, men att det ändå kan vara gynnsamt att ha som ingångsvärde i en utvecklingsprocess. Det är också viktigt att beställaren och leverantören har en samsyn kring behoven. Ofta kan beställaren inte de tekniska förutsättningarna och leverantörerna har väldigt liten insyn i de lärandebehov och processer som finns. De tidigare exemplen har därför på olika sätt använt sig av mellanaktörer som förstår både tekniken och lärandet blir därför viktiga överbyggande aktörer om inte den beställande organisationen redan besitter kompetensen. Högskolor, forskningsinstitut som RISE eller specifika konsulter med sådan kompetens kan därför vara viktiga att ha med i delar av, eller hela utvecklingsprocessen. Det är också klokt att se till att det finns en interaktionsdesigner kopplad till denna process, då mycket kommer handla om att förstå hur delar av en lärprocess skall översättas till något som är både vettigt och användarvänligt i en VR-miljö.

Mottagandet i den egna organisationen är en förutsättning för lyckad implementering. Det är viktigt både med en acceptans och en förståelse i chefsledet, såväl som hos de som skall utbildas och utbildas i den. Här finns det några nycklar: ägandeskap i organisationen, mandat och resurser, bred förståelse och förankring hos kollegor kring syfte och mål med insatsen, och i slutändan har man också nytta av ambassadörer, personer som självvalt vill sprida möjligheterna och är positiva till insatserna och kan väcka ett större intresse. Det är viktigt att komma ihåg att VR fortfarande är en ny och inom utbildning och lärande relativt lite beprövad teknologi, även om utvecklingen går fort. Det kan därför finnas visst motstånd inom delar av vissa organisationer och därför är förankringsarbetet så viktigt. På en högre nivå är det klokt överlag att ha en kommunal eller regional part som kan hjälpa till med att utforska användningsområden med VR och hjälpa en behovsägare att förstå när det är gångbart (exempelvis VR Studion i Härnösand och Helsingborgs Stads VR-strateg). Det finns också exempel på organisationer som jobbar för att stötta i införandet av befintliga VR-lösningar specifikt för lärande i en pedagogisk verksamhet, så som Modda Sörmland vilket är en organisation knuten till Region Sörmland som hjälper lärare i grundskolan att införa immersiva läromedel i sin undervisning.

Train the trainer är en bra metod för att skala upp träning i en VR-lösning, där detta kortfattat innebär att organisationen börjar med att fokusera på att lära hur VR-verktyget skall användas för utbildning, med fokus på att bygga den pedagogiska och didaktiska förståelsen kring verktyget för ett antal utvalda personer som både har kompetens inom sin yrkesgren men också har en fallenhet för att lära ut. På detta sätt behöver inte centralorganisationen vara ensamt ansvarig för att driva hela träningsstrukturen, utan den kan distribueras via dessa tränare för att nå alla berörda anställda. Metoden har också fördelen att det då hamnar ett mått av ägandeskap och agens hos dessa tränare, och givet att de

också redan befinner sig ”på golvet” i verksamheten så har de lättare att knyta an till, förstå behov och utbilda sina nära kollegor. Det har också fördelen att de som är tränare själva får befästa, och excellera i sina yrkesrelaterade kunskaper då just att lära andra är ett av de bästa sätten att själv bli bättre på något – vilket är välkänt fenomen inom pedagogiken. Ett exempel på när detta har gjorts med lyckat utfall är Volvo Trucks implementering av deras VR-träning-lösning (se avsnittet ”Case: VR-träning för tekniker vid Volvo Trucks”).

Teknisk förvaltning är en av grundpelarna för att få en långsiktig hållbar lösning, och här handlar det om ett antal saker. Dels så bör man redan i beställningsfasen tillse att den lösningen som kommer levereras kommer i ett format och på ett sätt så att man faktiskt kan ta hand om uppdateringar, eller se till att det finns en plan för detta hos leverantören. Dock finns det alltid en risk att en organisation kan köpas upp, konsolideras eller gå i konkurs, varför det också är viktigt att inte vara helt låst till att själva mjukvaran bara finns hos leverantören/utvecklaren. Det bör finnas en tanke med att själva mjukvaran skall vara tillgänglig på sikt hos den mottagande organisationen. Just när det kommer till uppdateringsarbete så är det två aspekter som behöver tas hänsyn till, både löpande uppdateringar för att den skall fungera tillsammans med andra system som uppdateras av sina respektive utvecklare (så som operativsystem eller serverlösningar), men också uppdateringar i form av utvecklingar när man exempelvis önskar korrigera en process i mjukvaran eller implementera ett nytt sätt att interagera (som att gå från handkontroller till handtracking i en framtid när handtracking har blivit mera stabilt). Av den anledningen bör organisationer som planerar att investera i en VR-lösning alltid ha en plan som delas med berörda interna och externa partners, där det specas vem som har vilket ansvar för förvaltningen av VR-lösningen. Ibland så föreslås detta av ett inkopplat utvecklande bolag, som i fallet med Lutra Interactive som i sin slutrapport beskriver behovet

av långsiktig teknisk förvaltning (Lutra Interactive, 2024), men det är inget som går att ta för givet. Beställande organisation behöver ha en förståelse för vad det innebär med långsiktig förvaltning. Det då också viktigt att kalkylera för de kostnader som uppkommer och vilka personella resurser som behöver allokeras i samband med detta redan under planeringsstadiet, så att det finns en organisation redo att ta emot lösningen och börja förvalta den när den finns tillgänglig. Kopplat till detta blir också viktigt att VR-applikationen kan knytas till redan befintliga och supporterade strukturer inom organisationen, för att så långt som möjligt bli en del av den ordinarie verksamheten. Det innebär också att det är viktigt att ha ett stöd hos den interna IT-organisationen, och att de allra helst också skall känna ett ägandeskap kring den införda lösningen för att vara villiga att supportera den fullt ut. Genom detta så kommer VR-applikationen på sikt att bli en integrerad del i verksamheten, och ett verktyg bland andra. Ett exempel på detta är hur Volvo Trucks har gjort med sin VR-lösning, där det nu går att beställa VR-headset centralt genom ett företagsstandardiserat artikelnummer, och dessa kommer då förinstallerade med rätt mjukvara från IT-avdelningen.

Det finns ett stort behov av både nätverk för erfarenhetsutbyte och spridande av goda insikter kopplat till VR för lärande och validering, och detta är något som har bekräftats av flera av de intervjuade under arbetet med denna rapport. Det uttrycks att det ibland är svårt att veta vad som är rätt väg att gå, och det är en utmaning att på förhand veta om något kan tänkas att fungera eller ej. Så därför uttrycks ofta en önskan om att få tillgång till ett nätverk av andra som har gjort, eller funderar på att göra en utvecklings- och/eller implementeringsresa kring VR för lärande eller validering – för att kunna dela både goda och mindre goda erfarenheter. Detta ligger i linje med Vinnovas arbete kring att utforska möjligheterna för en nationell innovationsplattform med arbetsnamnet "XR Sweden", där en av delarna troligen kommer vara just nätverksbyggande och

kartläggandet av det svenska XR-ekosystemet. Det finns allt mer erfarenhet från implementation av liknande lösningar i olika sektorer, men med olika förutsättningar och specifik karaktär, varför det är möjligt att vissa av nycklarna till en större implementation av VR för lärande i Sverige ligger i att just förstå vad olika sektorer har att lära av varandra. Det finns också, som denna rapport redan har visat, ett flertal exempel på organisationer i Sverige som på olika sätt jobbar med att understödja införande av VR för lärande, och det blir därför viktigt att dra nytta av och koppla samman dessa organisationer och insatsers kompetenser och erfarenheter kring detta. Först då blir det möjligt att växla upp dessa initiativ i större skala. Implementation av VR-lösningar är mångfacetterat, och därför är det klokt att just ha ett ekosystemperspektiv, där det finns både många olika organisationer som kommer agera behovsägare, intermediärer, möjliggörare, katalysatorer och utvecklare inom såväl offentlig sektor, näringsliv, akademi och industri.

Från enstaka prototyper och demonstratorer till storskalig implementering

Att gå från enstaka prototyper och demonstratorer till storskalig implementation för VR inom offentlig sektor kommer kräva samverkan mellan flera sorters aktörer. Det finns en växande skara exempel på lösningar som utvecklas som prototyper och demonstratorer som har visat på nyttan med VR för lärande, men som av den ena anledningen eller den andra inte når hela vägen till långsiktig implementation i en verksamhet. En faktor här är skalfördelarna med VR för lärande, i kombination med dess disruptiva natur. Att det med andra ord krävs ganska så stora volymer för att nå de riktigt stora fördelarna och räkna hem en initial investering, och att VR har mest nytta när det kan användas för distribuerat och asynkront lärande – något som mycket av den

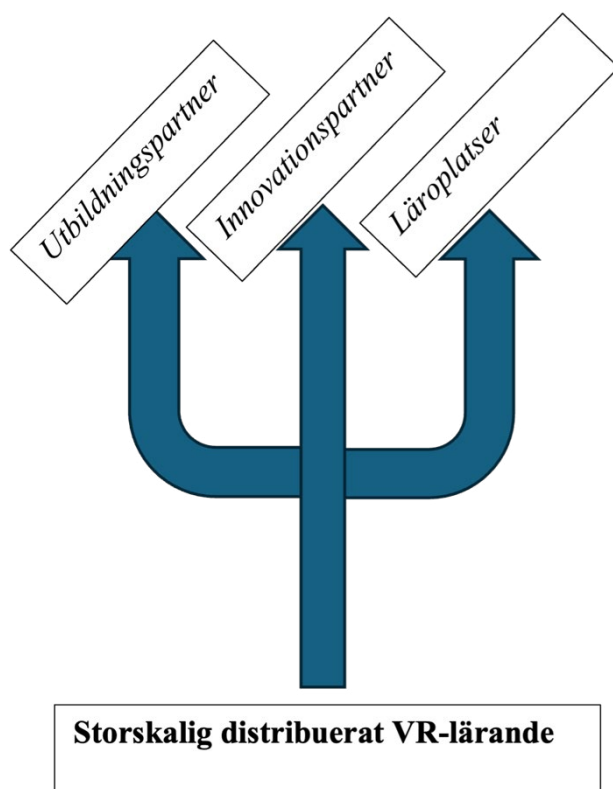
befintliga utbildningsinfrastrukturen inte är riggad för. Inom utbildning så är det således ett hindren att det kräver både en ordentlig investering, såväl som en robust infrastruktur och en mogen mottagande organisation, i kombination med ett nytt sätt att tänka didaktiskt och organisatoriskt för att verkligen kunna implementera en lyckad storskalig VR-lösning. Här blir det viktigt att tänka på att en ensam organisation inte skall behöva göra allt, och att man heller inte behöver uppfinna hjulet trots att det handlar om att skapa nya strukturer. När det kommer till kostnader för både utveckling och drift finns det fördelar med att dela på dessa mellan flera organisationer som har liknande behov. Ett exempel kan vara att flera regioner och/eller kommuner som alla har sett möjligheterna med VR för lärande går samman och gemensamt investerar, supporterar utveckling och förvaltar en VR-lösning.

Vi presenterar här nedan tre komplementära modeller för olika delar av denna process, utifrån både implementering i stor skala, eventuell utveckling av nya VR-lösningar, och lärandet som genomsyrar processen.

När det kommer till **implementering i stor skala** så är det klokt att tänka sig en slags treuddsorganisation: utbildningspartner – innovationspartner – (nätverk av) läroplatser (se *Figur 40*).

Med detta menas att för att lyckas med att implementera ett storskaligt, distribuerat VR-baserat lärande så är det tre komponenter som måste finnas på plats.

En **utbildningspartner** är här en, eller flera organisationer med kompetensförsörjningsansvar, och agerar som någon form av behovsägare. Det kan vara såväl offentliga organisationer, som en grupp inom eller del



Figur 40. Treuddsorganisationen för implementation av storskaligt VR-lärande

av ett företag som har ansvaret för kompetensutveckling internt.

En **innovationspartner** kan här vara både en dedikerad funktion inom en kommun eller region, så som exempelvis VR Studion i Härnösand, Modda Sörmland, Atea, MDU eller ett forskningsinstitut som RISE, eller en intern gruppering med djupt tekniskt kunnande inom organisationen och har då funktionen att vara en guidande och stöttande i implementeringsprocessen. Detta innefattar både att avgöra lämpligheten i att använda VR för det specifika caset, hur det då skall utformas, om det behöver utvecklas en ny lösning eller om det redan finns något utvecklat som passar eller kan modifieras. Därefter agerar den här parten stöd genom en eventuell upphandlings- och utvecklingsprocess med de som skall utveckla lösningen, såväl som stöd i vad som behöver förändras i organisation för att få till en lyckad och effektiv implementering och fortlevnad.

En **läroplats** är en miljö som tillhandahåller själva hårdvaran och mjukvaran för VR-läromedlet för de som skall ta del av den, och bör med fördel vara en del i ett **nätverk** för att kunna nå ett större geografiskt område. Exempel på detta kan vara befintliga organisationer och platser så som bibliotek, science centers eller lärcentra – där tanken är att de som skall genomgå en VR-träning inte själva skall behö-

va äga hårdvaran, vilket annars ofta är ett hinder för storskalig implementering.

För en eventuell **utveckling av nya VR-lösningar** så ser vi därtill att det krävs ett tätt samarbete mellan tre större nyckelkompetenser för att skapa en VR-lösning lämplig för utbildning (se *Figur 41*);

- Expertis kring arbetsuppgiften och djup kunskap inom det område där kompetensen ska utvecklas. Detta för att lösningen ska bli verklighetstrogen och för att kunna göra val kring vilka moment som behöver utvecklas och övas in.
- Expertis inom lärande och interaktionsdesign för att se till att VR-lösningen leder till lärande.
- Expertis kring VR för att skapa VR-lösningen. Denna expertis kan också vägleda övriga parter genom vilka tekniker och lösningar som passar för de utvalda momenten.

Det är dock viktigt att bära med sig att det är lärande som är hela syftet med implementationen, så låt **lärande genomsyra processen**. Ju mer vana som finns kring VR, desto större möjligheter kommer finnas att använda VR storskaligt för lärande. Vi ser stor potential att nyttja VR för generella kompetenser och språkträning, så väl som för mängdträning kopplat till arbetsroller där VR med fördel skulle kunna användas på arbetsplatser där mer fokus är på arbetsmetoder och processer. För att VR ska användas av den breda massan behöver den dock



Figur 41. Det behövs tätt samarbete mellan flera expertiser för att skapa en bra VR-lösning för lärande

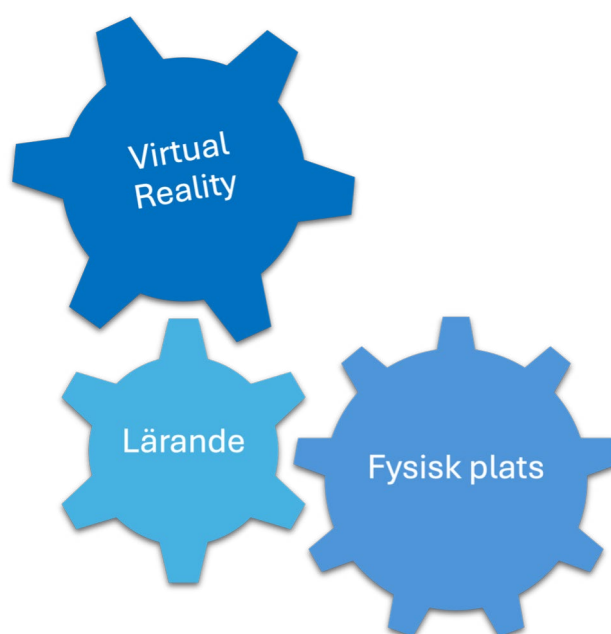
tillgängliggöras och även här behöver lärandet av och med tekniken få stå i centrum. Detta beskriver också Modda Sörmland som att: för att VR ska få en plats i lärandet behöver det inkludera tre faktorer (se Figur 42):

- Även i denna modell återkommer behovet av **fysiska platser** där VR-utrustning och upplevelser samlas skulle möjliggöra att VR blev tillgängligt för fler; inte bara de som har råd eller har en arbetsplats där det nyttjas. Det skulle också vara möjligt att ha en person på plats som kan informera och inspirera till att testa VR. Detta skulle kunna göras på offentliga platser som bibliotek, skolor och lärcentra.
- En tydlig koppling till **lärande**. Det finns många utvecklade lösningar kopplade till utbildning för VR, flera finns tillgängliga utan kostnad för användaren men det kan vara svårt att navigera och hitta de som är faktabaserade och som leder till lärande. Modda Sörmland har kvalitetsgranskat och samlat lösningar kopplade till skolans verksamhet. Ett samlat, kvalitetsgranskat bibliotek av VR även för vuxnas lärande skulle

kunna leda till en stor kompetenshöjning dels kring VR som verktyg, dels för generella kompetenser och specifika ämnesområden. Kopplas läranderesultat in för dessa lösningar genom att logga individens utveckling skulle kompetensutvecklingen också kunna mätas inte bara på individnivå utan även på nationell nivå. Genom att tillgängliggöra VR och ha en tydlig koppling till lärande och läranderesultat skulle VR kunna spela en större roll för vuxnas lärande.

- **VR-upplevelser** av god kvalitet med hög grad av immersion för att hålla användaren stimulerad och engagerad – Vi lär oss bäst när det är kul!

Det finns således en tydlig koppling mellan dessa tre komplementära modeller, som kan sammanfattas med att **samverkan mellan olika aktörer och experter är av yttersta vikt**, för att kunna förstå vad och hur VR skall implementeras och utvecklas, **det finns ett behov av fysiska läroplatser** för att lärandet skall kunna faciliteras, och kunskap inom **lärande är en nyckel till alla delar av processen**.



Figur 42. För en lyckad implementation krävs tre delar: Lärande som genomsyrar processen, en fysisk plats och VR av god kvalitet



Del 4
Bilagor

Bilaga A:

Litteraturreferenslista

Alexandersson, U., & Swärd, A.-K. (2015). *Om lärande och undervisning*. Skolverket.

<https://larportalen.skolverket.se/api/resource/P03WCPLAR177267>

An, S., Kim, Y., Jung, G., Jang, H., Song, C., & Ma, B. (2019). Development of chemical incident response training program by applying virtual reality technology. *Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Virtual and Augmented Reality Simulations*, 6–10. <https://doi.org/10.1145/3332305.3332308>

Azimirad, M., Magnusson, C., Wiseman, A., Selander, T., Parviainen, I., & Turunen, H. (2020). Nurses' ability to timely activate rapid response systems for deteriorating patients: A comparative case scenario study between Finnish and British nurses. *Intensive and Critical Care Nursing*, 60, 102871.

<https://doi.org/10.1016/j.iccn.2020.102871>

Bernardoni, F., Ozen, O., Buetler, K., & Marchal-Crespo, L. (2019). Virtual reality environments and haptic strategies to enhance implicit learning and motivation in robot-assisted training. *2019 IEEE 16th International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR)*, 760–765.

<https://doi.org/10.1109/ICORR.2019.8779420>

Bjursell, C. (2022). *Lärande i arbetslivet: Motivation, digitalisering och effekter* (Rapport 2:2022). Encell.

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1716349/FULLTEXT01.pdf>

Burman, A. (2020). Humboldtmodellens uppgång och fall. I *En plats för tänkande: Essäer om universitetet och filosofin* (s. 39-52). Huddinge: Södertörns högskola; urn:nbn:se:sh:diva-41973.

Checa, D., & Bustillo, A. (2020). Advantages and limits of virtual reality in learning processes: Briviesca in the fifteenth century. *Virtual Reality*, 24(1), 151–161. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00389-7>

Corrigan, N., Păsărelu, C.-R., & Voinescu, A. (2023). Immersive virtual reality for improving cognitive deficits in children with ADHD: A systematic review and meta-analysis. *Virtual Reality*, 27(4), 3545–3564.

<https://doi.org/10.1007/s10055-023-00768-1>

Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety: Experiencing flow in work and play*. San Francisco: Jossey-Bass.

Di Feola, G. (2024). *child remains—Screening the Family Trees* [Master Thesis]. University of Gothenburg/HDK-Valand - Academy of Art Design.

- Di Feola, G., Einebrant, E., & Trella, F. (2021). Museums, technology and social interaction in “anyone can innovate! ”. *Digital Humanities in the Nordic and Baltic Countries Publications*, 3(2), 170–178.
<https://doi.org/10.5617/dhnbpub.11244>
- Escobar-Castillejos, D., Noguez, J., Neri, L., Magana, A., & Benes, B. (2016). A review of simulators with haptic devices for medical training. *Journal of Medical Systems*, 40(4), 104.
<https://doi.org/10.1007/s10916-016-0459-8>
- Fast-Berglund, Å., Gong, L., & Li, D. (2018). Testing and validating Extended Reality (Xr) technologies in manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 25, 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.06.054>
- Gisler, J., Hift, C., Kunz, A., & Holzwarth, V. (2020). Designing virtual training environments: Does immersion increase task performance? *2020 International Conference on Cyberworlds (CW)*, 125–128.
<https://doi.org/10.1109/CW49994.2020.00026>
- Gutiérrez, F., Pierce, J., Vergara, V., Coulter, R., Saland, L., Caudell, T., Goldsmith, T., & Alverson, D. (2007). The effect of degree of immersion upon learning performance in virtual reality simulations for medical education.: 91. *Journal of Investigative Medicine*, 55(1), S91.
<https://digitalrepository.unm.edu/ume-research-papers/8>
- Harris, D. J., Bird, J. M., Smart, P. A., Wilson, M. R., & Vine, S. J. (2020). A framework for the testing and validation of simulated environments in experimentation and training. *Frontiers in Psychology*, 11, 605.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00605>
- Hasan, L. K., Haratian, A., Kim, M., Bolia, I. K., Weber, A. E., & Petrigliano, F. A. (2021). Virtual reality in orthopedic surgery training. *Advances in Medical Education and Practice*, Volume 12, 1295–1301.
<https://doi.org/10.2147/AMEP.S321885>
- Idhe, D. (1990). *Technology and the lifeworld: From garden to earth*. Bloomington: Indiana University Press.
- IEEE Standard for Learning Object Metadata*. (2020.). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2020.9262118>
- Industrirådet. (2024). *Industrins kompetensbehov 2024–2027—Efterfrågade yrkesroller och kompetenser*.
<https://via.tt.se/files/3236006/3412842/42948/sv>
- Lee, H., & Hwang, Y. (2022). Technology-enhanced education through vr-making and metaverse-linking to foster teacher readiness and sustainable learning. *Sustainability*, 14(8), 4786.
<https://doi.org/10.3390/su14084786>
- Lelevé, A., McDaniel, T., & Rossa, C. (2020). Haptic training simulation. *Frontiers in Virtual Reality*, 1, 3.
<https://doi.org/10.3389/frvir.2020.00003>

Lutra Interactive. (2024). *VR-teknik för kunskapsvalidering i vården – Utökad förstudie med vidareutveckling av mjukvara*.

Maloney, D., Freeman, G., & Wohn, D. Y. (2020). "Talking without a voice": Understanding non-verbal communication in social virtual reality. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 4(CSCW2), 1-25. <https://doi.org/10.1145/3415246>

Maresca, G., Corallo, F., De Cola, M. C., Formica, C., Giliberto, S., Rao, G., Crupi, M. F., Quartarone, A., & Pidalà, A. (2024). Effectiveness of the use of virtual reality rehabilitation in children with dyslexia: Follow-up after one year. *Brain Sciences*, 14(7), 655. <https://doi.org/10.3390/brainsci14070655>

Maresca, G., Leonardi, S., De Cola, M. C., Giliberto, S., Di Cara, M., Corallo, F., Quartarone, A., & Pidalà, A. (2022). Use of virtual reality in children with dyslexia. *Children*, 9(11), 1621. <https://doi.org/10.3390/children9111621>

Martikainen, R.-M., Kuivila, H.-M., Koskenranta, M., Kamau, S., Oikarainen, A., Matinlompola, N., Juntunen, J., & Mikkonen, K. (2024). Exploring the integration of culturally and linguistically diverse nurses and nursing students in healthcare: A cross-sectional study. *Nurse Education in Practice*, 80, 104129. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2024.104129>

Matinlompola, N., Mikkonen, K., Koskenranta, M., Kamau, S., Oikarainen, A., Martikainen, R., Juntunen, J., & Kuivila, H.-M. (2024). Exploring educator perceptions and profiles in supporting culturally and linguistically diverse students integration in healthcare work environments – A cross-sectional study. *Nurse Education Today*, 143, 106344. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2024.106344>

Meyer, O. A., Omdahl, M. K., & Makransky, G. (2019). Investigating the effect of pre-training when learning through immersive virtual reality and video: A media and methods experiment. *Computers & Education*, 140, 103603. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103603>

Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works? *Advances in Physiology Education*, 30(4), 159-167. <https://doi.org/10.1152/advan.00053.2006>

Mikkonen, K., Ferdinando, H., Sobocinski, M., Kuivila, H., Pramila-Savukoski, S., Whitehead, T., Ropponen, P., Myllylä, T., Paunonen, J., Halili, E., Koutonen, J., Taikina-Aho, J.-M., Siipo, A., & Järvelä, S. (2024). How does human-centred extended reality support healthcare students' learning in clinical conditions? I M. Särestöniemi, P. Keikhosrokiani, D. Singh, E. Harjula, A. Tiulpin, M. Jansson, M. Isomursu, M. Van Gils, S. Saarakkala, & J. Reponen (Red.), *Digital Health and Wireless Solutions* (Vol. 2083, s. 181-188). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-59080-1_13

Myndigheten för Yrkeshögskolan. (2021). *Lärcentra för kompetensförsörjning och livslångt lärande—Behovsinventering och analys* (MYH 2021/6859). <https://assets.myh.se/docs/publikationer/rapporter/larcentra-for-kompetensforsorjning-och-livslangt-behovsinventering-och-livslangt-larande-behovsinventering-och-analys.pdf>

Myndigheten för Yrkehögskolan. (2024). *Valideringsrapport 2024 – läge och utveckling av validering nationellt och regionalt*. ISBN: 978-91-89815-78-0.

<https://assets.myh.se/docs/publikationer/rapporter/valideringsrapport-2024-lage-och-utveckling-av-validering-nationellt-och-regionalt.pdf>

Newzoo. (2023). *Global Games Market Report 2023*.

<https://newzoo.com/resources/trend-reports/newzoo-global-games-market-report-2023-free-version>

Niedenthal, S., Fredborg, W., Lundén, P., Ehrndal, M., & Olofsson, J. K. (2023). A graspable olfactory display for virtual reality. *International Journal of Human-Computer Studies*, 169, 102928.

<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2022.102928>

Numan, N., Giunchi, D., Congdon, B., & Steed, A. (2023). Ubiq-genie: Leveraging external frameworks for enhanced social vr experiences. *2023 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, 497–501. <https://doi.org/10.1109/VRW58643.2023.00108>

Oberländer, M., Beinicke, A., & Bipp, T. (2020). Digital competencies: A review of the literature and applications in the workplace. *Computers & Education*, 146, 103752.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103752>

Ooi, S., Tanimoto, T., & Sano, M. (2019). Virtual reality fire disaster training system for improving disaster awareness. *Proceedings of the 2019 8th International Conference on Educational and Information Technology*, 301–307. <https://doi.org/10.1145/3318396.3318431>

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.

Papert, S. (1993). *He children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. Basic Books.

Ramboll Management Consulting. (2024). *Samhällsekonomisk analys av validering*.

<https://regionvastmanland.se/globalassets/regional-utveckling/naringsliv-och-kompetensforsoring/240613---tillganglighetsanpassad-rapport---samhallsekonomisk-analys-av-validering.pdf>

Romero, D., & Stahre, J. (2021). Towards the resilient operator 5.0: The future of work in smart resilient manufacturing systems. *Procedia CIRP*, 104, 1089–1094. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.183>

Romero-Ayuso, D., Toledano-González, A., Rodríguez-Martínez, M. D. C., Arroyo-Castillo, P., Triviño-Juárez, J. M., González, P., Ariza-Vega, P., Del Pino González, A., & Segura-Fragoso, A. (2021). Effectiveness of virtual reality-based interventions for children and adolescents with adhd: A systematic review and meta-analysis. *Children*, 8(2), 70. <https://doi.org/10.3390/children8020070>

Ropponen, P., Kamau, S., Koskenranta, M., Kuivila, H., Oikarainen, A., Isakov, T., Tomietto, M., & Mikkonen, K. (2023). Culturally and linguistically diverse nursing students' experiences of integration into the working environment: A qualitative study. *Nurse Education Today*, 120, 105654.

<https://doi.org/10.1016/j.nedt.2022.105654>

Rose, F. D., Attree, E. A., Brooks, B. M., Parslow, D. M., & Penn, P. R. (2000). Training in virtual environments: Transfer to real world tasks and equivalence to real task training. *Ergonomics*, 43(4), 494–511.

<https://doi.org/10.1080/001401300184378>

Rostami, A., Karlgren, K., & McMillan, D. (2022). Kintsugi vr: Designing with fractured objects. *ACM International Conference on Interactive Media Experiences*, 95–108. <https://doi.org/10.1145/3505284.3529966>

Russel, A. L. (1996). *Six Stages for Learning to Use Technology*.

<http://www.russellsynergies.com.au/pdf/RussellSixStages96.pdf>

Saghafian, M., Laumann, K., Akhtar, R. S., & Skogstad, M. R. (2020). The evaluation of virtual reality fire extinguisher training. *Frontiers in Psychology*, 11, 593466. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.593466>

Segovia, K. Y., & Bailenson, J. N. (2009). Virtually true: Children's acquisition of false memories in virtual reality. *Media Psychology*, 12(4), 371–393. <https://doi.org/10.1080/15213260903287267>

Skolverket. (2017). *Redovisning av uppdrag om lärcentra* (Dnr 2017:00296).

<https://www.skolverket.se/download/18.6bfaca41169863e6a65ccfd/1553967545561/pdf3830.pdf>

SKR. (2022). *Välfärdens kompetensförsörjning—Personalprognos 2021–2031 och hur välfärden kan möta kompetensutmaningen*. ISBN: 978-91-8047-099-5.

<https://skr.se/download/18.1eb2584e1850542abfaac29/1670940688212/Valfardens-kompetensforsoring.pdf>

Slater, M. (2009a). Inducing illusory ownership of a virtual body. *Frontiers in Neuroscience*, 3(2), 214–220.

<https://doi.org/10.3389/neuro.01.029.2009>

Slater, M. (2009b). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535), 3549–3557.

<https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138>

Sullivan, R. M., Wilson, D. A., Ravel, N., & Mouly, A.-M. (2015). Olfactory memory networks: From emotional learning to social behaviors. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9.

<https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00036>

Trella, F., Di Feola, G., & Einebrant, E. (2024). Immersive Exhibitions and Game Design as a Tool for Storytelling in Museums. I *Theorising and designing immersive environments: Enchanting spaces*. Palgrave Macmillan.

Yee, N., Bailenson, J. N., & Ducheneaut, N. (2009). The proteus effect: Implications of transformed digital self-representation on online and offline behavior. *Communication Research*, 36(2), 285–312.

<https://doi.org/10.1177/0093650208330254>

Yuan, S. N. V., & Ip, H. H. S. (2018). Using virtual reality to train emotional and social skills in children with autism spectrum disorder. *London Journal of Primary Care*, 10(4), 110–112.

<https://doi.org/10.1080/17571472.2018.1483000>

Bilaga B: Intervjuade personer

Patrik Björnfot, universitetslektor vid Institutionen för Informatik, Umeå Universitet. Intervjuad 2024-05-28.

Johan Cruse, Tools and Methods manager Retail Competence Development, Volvo Trucks. Intervjuad 2024-09-20.

Nils Folker och Hannes Nilsson, utvecklare, Lutra Interactive. Intervjuade 2024-09-23.

Ewa Karlsson Sjölander, verksamhetsutvecklare inom socialtjänsten, Piteå kommun. Intervjuad 2024-09-24.

Lotta Lindberg, COO och projektledare, byBrick Interface. Intervjuad 2024-10-01.

Annika Lindhe Petersson och Elin Svärd, utbildade sjuksköterskor och ämneslärare, Linvux. Intervjuade 2024-09-25.

Kristina Mikkonen, professor i omvårdnadsvetenskap vid Oulu University. Intervjuad 2024-09-20.

Sofie Sandvik, Ansvarig, Modda Sörmland. Intervjuad 2024-10-04.

Mats Westerberg, utvärderare, Svensk Skogsvalidering. Intervjuad 2024-09-19.