

Virtuellt kontorsarbete (VirKA) - fysiska, kognitiva och sociala effekter av kunskapsarbete i VR-miljöer



Projekt dnr. 210043

**Virtuellt kontorsarbete (VirKA) -
fysiska, kognitiva och sociala
effekter av kunskapsarbete i
VR-miljöer**

Projektledare

Cecilia Berlin
Chalmers tekniska högskola,
Avd. Design & Human Factors,
Inst. För Industri- och Materialvetenskap

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	2
Sammanfattning	1
Tack.....	2
Begreppslista	3
1. Projektets syfte och bakgrund	4
1.1 Bakgrund.....	4
1.2 Syfte och mål	5
1.3 Övergripande forskningsfrågor.....	5
1.4 Teoretiskt ramverk.....	5
2. Projektets genomförande.....	8
2.1 Avvikelser och ekonomi.....	8
2.2 Projektöversikt.....	8
2.3 Studiens förutsättningar och avgränsningar.....	9
2.4 Datainsamling	9
2.5 Dataanalys.....	15
2.6 Samhälleliga och etiska aspekter	16
3. Uppnådda resultat.....	17
3.1 Två bifynd.....	17
3.2 Fysiska belastningar.....	19
3.3 Visuellt och fysiskt komfort.....	21
3.4 Upplevelser av VR-användning.....	21
3.5 Framtida användningsscenarier	22
4. Diskussion	23
4.1 Metod.....	23
4.2 Teknikbegränsningar	23
4.3 Fysiska ergonomiska risker.....	25
5. Rekommendationer	26
5.1 Rekommendationer för användare.....	26
5.2 Rekommendationer för arbetsgivare.....	27
5.3 Rekommendationer för utvecklare av VR	28
6. Slutsatser	29
6.1 Svar på forskningsfrågorna.....	29
7. Publikationer, presentationer och annan spridning	31
7.1 Publikationer	31
7.2 Populärvetenskapliga presentationer	31
7.3 Konferenser.....	31
7.4 Nyhetsartiklar om projektet	32
7.5 Insatser för att resultaten ska komma till praktisk användning	32
Referenser	33
Bilaga A – Metoder och instrument som användes i studierna.....	35
Solostudien.....	35
Fokusgruppsintervjuerna.....	42
Mötesstudien	44

Sammanfattning

Projektet "Virtuellt kontorsarbete (VirKA) - fysiska, kognitiva och sociala effekter av kunskapsarbete i VR-miljöer" (VirKA, dnr. 210043) genomfördes 2022-2024 och syftade till att bidra med kunskap, råd och erfarenheter kring användning av VR-utrustning för kunskapsarbete. Målet var att bidra med vetenskapligt belagd kunskap som kan vägleda arbetsgivare som överväger att implementera en VR-arbetsmiljö. Ett vidare mål var att skapa rekommendationer för utvecklare och användare av VR-utrustning.

Denna rapport ger översiktliga resultat av projektet "Virtuellt kontorsarbete fysiska, kognitiva och sociala effekter av kunskapsarbete i VR-miljöer - VirKA". Detaljerade resultat återges i kommande vetenskapliga publikationer. Det praktiska slutresultatet av projektet är rekommendationer till 1) arbetsgivare som funderar på att implementera VR-utrustning i sin arbetsmiljö, 2) användare som tänker sig att arbeta med i VR-miljöer, och 3) designers och utvecklare av VR-system för kunskapsarbete för att vidareutveckla mer ergonomiskt genomtänkt hård- och mjukvara för kunskapsarbets syften. Tanken är att dessa målgrupper proaktivt kan väga för- och nackdelar i förhållande till deras tänkta verksamhet, samt förutse effekter på fysiskt, kognitivt och socialt välmående samt produktivitet, samarbete och kommunikation. I synnerhet avser projektet att utarbeta rekommendationer om fysisk belastningsexponering, rörelsemönster och fysiska beteenden som observeras vid VR-understött kunskapsarbete, samt visuella och fysiska komfortupplevelser relaterade till bärande och användning av VR-utrustning.

Resultaten är baserade på tre kvalitativa delstudier som genomfördes med 11-24 deltagare med professionell erfarenhet av kunskapsarbete i datorbaserad miljö. Delstudierna var en solostudie, en fokusgruppsstudie och en mötesstudie. Solostudien och mötesstudien var observationsstudier där deltagare utförde arbetsuppgifter med VR-utrustning, och syftet var att undersöka hur VR-utrustningen påverkade deltagarna fysiskt och kognitivt, samt hur det är att samarbeta i ett virtuellt mötesrum. Fokusgruppsstudien hade syftet att undersöka deltagarnas upplevelse av att arbeta med VR-utrustning i solostudien, samt deras inställning till att eventuellt ha VR-utrustning som arbetsverktyg i framtiden.

Projektet planerades och genomfördes av två forskare: Cecilia Berlin från Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg och Maral Babapour Chafi från Institutet för Stressmedicin, Västra Götalandsregionen. Projektet mynnade ut i ett antal konferenspresentationer och kommande vetenskapliga publikationer.

Tack

Först av allt vill vi varmt tacka alla deltagare i våra studier som deltog i våra VR-försök med nyfikenhet, öppenhet och generositet när de genomförde alla uppgifter och delade sina insikter. Stort tack!

Ett varmt tack riktas även till personer som hjälpt till praktiskt med forskningen under forskningsplaneringen, databearbetningen, analysen och slutrapporteringen: Claire Giot, Eva Sahlin, Sylvia Xie, och Nea Högberg: *merci, tack, xie xie!*

Tack till alla journalister, VR-entusiaster och kollegor som visat intresse för projektet och ville diskutera ämnet under projektets gång.

Vi vill slutligen varmt tacka *AFA Försäkring* för möjligheten, medlen och förtroendet att få göra detta roliga forskningsprojekt. *Tack!*

Begreppslista

Följande begrepp förekommer återkommande i rapporten:

Avatar	En avatar är en animerad representation av en person som antingen kan designas för att efterlikna ens eget utseende eller inte. Dessa avatarrer kan designas med olika kännetecken som hårfärg, ansiktsform, ansiktsbehåring, klädesplagg, glasögon m.m.
Diskomfort	Diskomfort är ett fenomen där en användare vid användning av en produkt eller teknik upplever märkbar bristande komfort, t.ex. i form av skav, kliande, klämmande, ömmande, värme, smärta, illamående m.m.
Kognitiv (arbets)-belastning	Kognitiv belastning uppstår när en människa ägnar uppmärksamhet, ansträngning och mental tankeförmåga åt att kognitivt processa en huvudsaklig uppgift. Processandet ställer krav på människans inlärd och medfödda förmågor, resurser och kapacitet till att t.ex. minnas, förstå, problemlösa, fatta beslut m.m.
Kunskapsarbete	Kunskapsarbete är en typ av arbete som spänner över många olika yrken och innebär skapande, förvärvande, tillämpande, hantering och överföring av kunskap och information. Exempel på detta kan vara dokumentation, administration, problemlösning, sökande eller inhämtande av information eller möteskommunikation.
Immersion	Immersion innebär att en sinnesupplevelse är omslutande, då kallas den för immersiv. Detta innebär i VR-sammanhang att praktiskt taget hela synfältet upptas av VR-headsetets bildvy, och att ljudet i headsetet kan vara inspelat tredimensionellt så att användaren tydligt upplever att ljud kommer från en viss riktning.
Interaktion	Interaktion är fenomenet där användaren samspelar med gränssnittet hos ett tekniskt system. Interaktion beskriver möjligheten för användaren att påverka det tekniska systemet, och hur framgångsrikt användaren kan hitta, aktivera och dra nytta av dessa olika funktioner.
Usability	Usability är (enligt ISO-standard) graden i vilken ett system, en produkt eller en tjänst kan användas av specifika användare för att uppnå specifika mål med på ett ändamålsenligt, effektivt och för användaren tillfredsställande sätt i ett givet sammanhang.
Synergonomi	Synergonomi är ett begrepp som beskriver hur brist på goda visuella förutsättningar påverkar risken för belastningsskador och andra problem. Synergonomi handlar också om hur belysning och visuella intryck kan påverka användarens möjlighet att upptäcka, förstå och interagera med visuellt presenterad information, och att ha god visuell komfort över tid med tillräcklig skärpa och låg risk för bländning.
Virtuellt möte	Ett virtuellt möte innebär i denna rapport att personer träffas i ett digitalt, tredimensionellt virtuellt mötesrum som kan efterlikna verkliga mötesrum. Med VR-utrustning är det möjligt att genomföra Virtuella möten som är immersiva, det vill säga omslutande. Kallas även Avatarmöte i denna rapport.
VR	VR är en förkortning av det engelska begreppet Virtual Reality, vilket på svenska betyder virtuell verklighet. Det innebär en virtuell omslutande värld där användaren ser och upplever miljöer i 3D. VR är en del av paraplybegreppet XR - extended reality. Begreppet XR inkluderar även AR (augmented reality) och MR (mixed reality).

I. Projektets syfte och bakgrund

Det här forskningsprojektet handlar om att undersöka om och hur Virtual Reality (VR)-utrustning kan skapa annorlunda förutsättningar för kunskapsarbete på distans. Fokus har lagts på ergonomiska och arbetsmiljörelaterade aspekter av att använda VR-teknik som verktyg i såväl soloarbete som samarbete.

I.1 Bakgrund

När Covid-19 drabbade Sverige behövde svenska organisationer med administrativa och kunskapsintensiva verksamheter skicka hem sina medarbetare. De blev tvungna att snabbt anamma ett nytt arbetssätt där medarbetarna kunde arbeta hemifrån under en längre tid. Många arbeten som kräver hög koncentration, sinnesnärvaro och kommunikation – framför allt kunskapsarbete – fick utföras i icke-arbetsmiljöer, vilket blev en stor utmaning för flertalet medarbetare. När Covid-19 minskade och medarbetare kunde återgå till sina ursprungliga arbetsplatser fanns ett fortsatt intresse för att delvis arbeta på distans. Samtidigt rapporterades social understimulans, fysiska besvär på grund av ergonomiskt olämpliga hemarbetsplatser, och svårigheter med gränsdragningen mellan arbetstid och fritid. Medarbetarnas välmående och prestation påverkades av huruvida de kunde få tillgång till god arbetsmiljö och goda fysiska förutsättningar hemma, exempelvis sittplats, arbetsyta, skärmar och olika datorsystem. Post-pandemi verkar det finnas en fortsatt önskan om att arbeta hemifrån, men även att det ska kunna genomföras på ett sätt som inte belastar medarbetaren fysiskt och mentalt mer än nödvändigt. Skulle Virtual Reality (VR)-teknik, med sina möjligheter till immersion, större arbetsytor och nya rörelsemönster, kunna bidra positivt till detta?

I.1.1 Utvecklingen av VR

Utvecklingen av VR-utrustning har nått en mognadsgrad där vissa tillverkares utrustning är anpassad för att kunna utföra kunskapsarbete. Exempelvis erbjuder vissa VR-utrustningar olika mjukvaror för att utföra arbetsuppgifter, både enskilt och tillsammans med kollegor. Oftast visualiseras en VR-användare i 3D-miljön i form av en avatar, som i VR oftast är en animerad digital visuell representation av personen. Som regel samlas data om användarens rörelser av VR-utrustningen (via kameror eller sensorer) och omvandlas till avatarens rörelser.

VR-utrustningens mjukvara kan inkludera ett app-bibliotek där man kan hitta en eller flera appar som kan möjliggöra arbete. Vissa appar underlättar skapandet av en virtuell kontorsarbetsplats där användaren kan arbeta med konventionellt kunskapsarbete, t.ex. genom att ta fram information utspritt på multipla skärmar i fritt vald storlek i rummet och genom att koppla in en persondator och olika datorsystem (tangentbord, mus m.m.) så att de syns och kan styras inuti VR-miljön. Andra appar har ett uttalat mötes syfte, dvs. där flera deltagare kan samarbeta och vistas tillsammans i en virtuell 3D-värld. Varje VR-deltagare representeras som en avatar och det finns ibland möjlighet för andra, som inte har VR-utrustning utan sitter vid en vanlig dator, att delta och synas i det virtuella mötesrummet genom ett videomöte.

En preliminär möjlighet med rätt använd VR-teknik är att den skulle kunna erbjuda ett alternativ till att sitta låst vid en skärm och ett tangentbord, och därmed möjliggöra ett mer dynamiskt rörelseschema. Dessutom kan VR erbjuda en nästan obegränsad yta med visuell information och minska upplevelsen av "crowding", känslan när många människor är på samma ställe, vilket kan uppstå vid kunskapsarbete på delade ytor (som t.ex. aktivitetsbaserade kontor). Däremot kan VR-utrustning (vanligen ett headset och handkontroller) innebära nya former av fysisk belastning och nya handrörelser. Dessa ergonomiska konsekvenser är ännu inte grundligt beforskade för kunskapsarbete.

I.1.2 Tidigare forskning om VR för kunskapsarbete

I litteraturstudien som gjordes tidigt i detta projekt för att få en översikt av tidigare forskningsstudier om VR (Babapour Chafi & Berlin, 2022) fann vi en del tidigare ergonomiforskning om VR-utrustning. Det rapporteras flera potentiella för- och nackdelar. I artikelöversikten av fem relevanta studier (med totala antalet deltagare 95 personer) framkom det att det finns risk för kognitiv överbelastning och VR-relaterad åksjuka vid användning av VR-utrustning för kontorsarbete. Vidare punktats potentiella fördelar och utmaningar. Tillgängligheten till en stor skärm i små utrymmen och kunna vara privat i en offentlig miljö var de nämnda fördelarna. Det nämns desto fler utmaningar. Exempelvis att vid

användning av VR-utrustning vid kontorsarbete är det större belastning på nacke, svårigheter att skriva på tangentbord och svårigheter att avläsa texter i VR-verkligheten jämfört med att arbeta vid en datorskärm. Vidare nämner Babapour Chafi och Berlin (2022) att det finns kunskapsluckor för forskandet av VR-utrustning. De nämner att det vore av intresse att undersöka om teknologin idag är tillräckligt utvecklad för att användas för kontorsarbete, hur koncentrationsförmågan påverkas av att arbeta i VR och om det finns fler kognitiva ergonomiska effekter kopplade till användandet av VR-utrustning för kunskapsarbete.

1.2 Syfte och mål

Syftet med projektet VirKA¹ är att utforska fysiska, kognitiva och sociala effekter av kunskapsarbete som understöds av VR-teknik, i huvudsak som ett fysiskt alternativ till att arbeta med kontorsuppgifter på distans med dator.

Målet med projektet är att bidra med kunskap, erfarenheter och råd om ergonomisk användning av VR-utrustning för kunskapsarbete, på ett sätt som kan vägleda användare och arbetsgivare som överväger att implementera en VR-arbetsmiljö. Med kunskap om de ergonomiska betänkligheterna ges de bättre förutsättningar att proaktivt väga för- och nackdelar i förhållande till deras tänkta verksamhet, i synnerhet kring hur VR-användningen påverkar produktivitet, samarbete och kommunikation, samt fysiskt, kognitivt och socialt välmående. Detta mål kommer att mynna ut i rekommendationer som grundas i vetenskapliga studier av det virtuella kunskapsarbetet från ett ergonomiskt systemperspektiv, med fokus på:

- teknikens påverkan på människans beteende, prestation och välmående;
- teknikens påverkan på människans beslut kring hur och när tekniken används eller undviks; samt
- hur krav och begränsningar från arbetsuppgiften och sociala förväntningar påverkar val och beteenden kring teknikanvändningen.

Dessutom avser projektet att belysa fysisk belastningsexponering, utifrån de rörelsemönster och fysiska beteenden som observeras vid VR-kunskapsarbete, samt visuella och fysiska komfortupplevelser relaterade till bärande och användning av VR-utrustning. Projektresultaten ska också mynna ut i rekommendationer för designers och utvecklare av VR-system för att vidareutveckla mer ergonomisk och användbar hård- och mjukvara för kunskapsarbete.

1.3 Övergripande forskningsfrågor

- Vilka **fysiska belastningsaspekter/risker** uppstår vid användning av VR-utrustning för kunskapsarbete?
- Hur upplevs den **visuella och fysiska komforten** vid användning av VR-utrustning för kunskapsarbete?
- Hur upplever användare det **virtuella gränssnittet i VR-utrustning** för individuellt arbete respektive samarbete?
- Vad bör utvecklare/designers beakta vid **utformning** av VR-utrustning/plattformar för kunskapsarbete?
- Vad bör arbetsgivare beakta vid **införande och/eller upphandling** av VR-utrustning för kunskapsarbete?

1.4 Teoretiskt ramverk

Några begrepp är centrala för detta projekt och definieras därför mer noggrant. Ytterligare viktiga begrepp som rapportens fynd vilar på finns i rapportens Begreppslista.

¹ Förkortning av "Virtuellt kontorsarbete - fysiska, kognitiva och sociala effekter av kunskapsarbete i VR-miljöer"

1.4.1 Kunskapsarbete

Kunskapsarbete definieras här som ett yrke som innebär skapande, tillämpande, överföring av och förvärvande av kunskap (Kelloway & Barling, 2000). Kunskapsarbete innefattar t.ex. uppgifter som planering, analys, tolkning, utveckling och skapande av produkter och tjänster (Heerwagen et al., 2004). Denna typ av arbete beror mindre på att följa en upprepad formel eller manus och mer på att tillämpa teoretisk kunskap i en oförutsägbar kultur som präglas av sociala interaktioner, samarbete, problemlösning och lärande (Drucker, 1999). Förutom samarbete behöver kunskapsarbetare tid för sig själva för att tänka och utveckla idéer, med hjälp av sitt minne, insikter och analytiska färdigheter (Heerwagen et al., 2004). Även om kunskapsarbete uppfattas som kognitivt krävande arbete, inkluderar det också lättare vardagliga uppgifter som att lagra och hämta information, hantera kalendern, och svara på e-post (Suchman, 2000). Eftersom kunskapsarbete är både individuellt och socialt har vi i detta projekt undersökt användning av VR-utrustning för både individuellt arbete och samarbete.

1.4.2 Ergonomi

Ergonomi i dess bredaste mening definieras som den vetenskapliga disciplin som syftar till att förstå interaktionen mellan människor och andra delar av ett system (International Ergonomics Association, u.å.). Inom ergonomi tillämpas teorier, principer, data och metoder för att kunna designa för att kunna optimera mänskligt välbefinnande och övergripande systemprestanda. Ergonomi syftar till att utforma användbara och effektiva tekniska system som ska fungera med användaren, uppgiften och omgivningen. Traditionellt delas ergonomi in i tre huvudområden som ibland överlappar: *fysisk ergonomi*, som handlar om kroppsbelastning och fysiska förutsättningar vid olika aktiviteter; *kognitiv ergonomi*, som handlar om hjärnbelastning och mentala processer i arbete; samt *organisatorisk ergonomi*, som studerar betydelsen av arbetsorganisation, processer och inkludering av medarbetarna i design av sociotekniska arbetssystem (International Ergonomics Association, u.å.)

Synergonomi är ett begrepp som förklarar hur belysning kan påverka uppkomsten av belastningsskador och andra besvär (Prevent, u.å.). Det finns många faktorer som påverkar synförhållanden på en arbetsplats och som kan delas in i flera kategorier: arbetsobjekt, ljus, syn, det omgivande rummet och samverkan mellan kroppsställningar och rörelser. Det är viktigt att ta hänsyn till att dessa faktorer samverkar med varandra på olika sätt. Kunskapsarbete kan innebära mycket tid framför skärmar. Är det bristfällig belysning och/eller skärpa kan medarbetare uppleva ögonbesvär och huvudvärk. Det är därför viktigt att se till att ha en bra arbetsmiljö för att möjliggöra välmående medarbetare och ett effektivt arbete.

På en arbetsplats är det viktigt med god ergonomi. Inom kunskapsarbete arbetar medarbetare ofta sittande eller stående framför en eller flera skärmar, och använder ofta externa datortillbehör som mus, tangentbord m.m. som behöver plats för att användas. För att medarbetare inte ska uppleva fysiska besvär eller smärta är det viktigt att undersöka hur ergonomin är för en medarbetare vid utförandet av kunskapsarbete. Användandet av VR ger nya förutsättningar för belastningar (och avlastningar) av både fysiskt och kognitivt slag, och införandet av VR-lösningar medför sannolikt även organisatoriska frågor.

1.4.3 Usability

Usability definieras enligt ISO-standarden 9241-1:2018 som "*i vilken grad ett system, en produkt eller en tjänst kan användas av specifika användare för att uppnå specifika mål med på ett ändamålsenligt, effektivt och för användaren tillfredsställande sätt i ett givet sammanhang*"² (International Organization for Standardization, 2018). Begreppet redogör för hur lätt en produkt är att hantera och förstå. ISO:s definition av usability innefattar tre parametrar: ändamålsenlighet, effektivitet och tillfredsställelse som tillsammans utgör usabilityn för en produkt. Ändamålsenlighet innebär hur väl användaren kan uppnå uppgifter och mål med fullständighet och noggrannhet. Effektivitet innebär den

² Översatt av författarna från originalformuleringen "*extent to which a system, product or service can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use*".

ansträngning som krävs för att uppnå ett mål och resursåtgången i förhållande till fullständighet och noggrannhet. Vidare är tillfredsställelse hur väl produktens kognitiva, fysiska och emotionella respons möter användarens förväntningar och behov. Usability är en interaktiv egenskap som uppstår i en användningssituation. ISOs definition tyder på att usability är den nytta som en användare åstadkommer med en produkt och definitionen innefattar både användarvänligheten och funktionaliteten hos en produkt.

Vid kunskapsarbete är det vanligt att använda digitala hjälpmedel, exempelvis en dator som har en mängd olika programvaror. Har programvaran bättre usability kan användaren förstå och använda dess funktioner effektivare. Det möjliggör ett effektivt och produktivt arbete.

Zallio och Clarkson (2022) har forskat om usability inom VR-teknik och har kommit fram till att det är väsentligt att det är enkelt att navigera i VR-miljön och att funktionerna är intuitiva. I en litteraturstudie av Babapour Chafi och Berlin (2022) framhävs ett antal utmaningar med VR för kunskapsarbete. En nämnd utmaning är att VR kan bidra till VR-relaterad åksjuka, vilket gör att användare hindras från att använda VR-teknik under en längre tid. Vidare är det en utmaning att navigera aktiva arbetsfönster i det tredimensionella VR-rummet. Detta eftersom fönster kan vara placerade åt olika håll och på olika avstånd i djupled. Många användare är mer vana att navigera tvådimensionellt i en dator. Dessutom lyfter litteraturstudien att det kan vara svårt att kombinera fysiska tangentbord och datormöss med VR-tekniken. Svårigheterna kan leda till minskad produktivitet och ändamålsenlighet.

2. Projektets genomförande

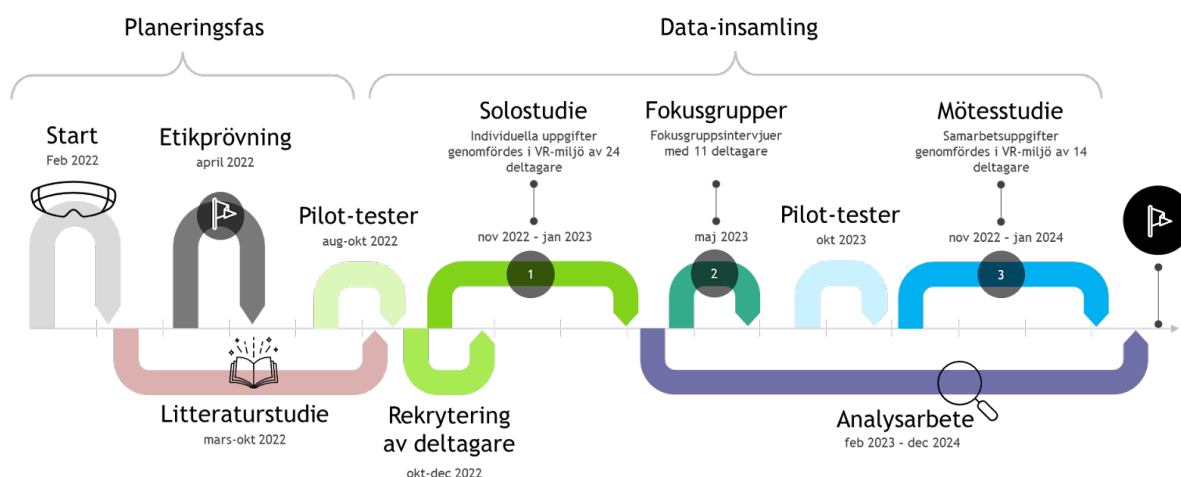
I detta kapitel beskrivs projektets förlopp, genomförande, metodval samt avvikelser från ursprunglig projektplan.

2.1 Avvikelser och ekonomi

Den ursprungliga tidsplanen för projektet sträckte sig mellan 2022-02-01 och 2024-01-31, men förlängdes enligt överenskommelse med Afa Försäkring till 2024-12-01. Några ändringar i utförandet och budgeten fick göras i förhållande till den ursprungliga genomförandeplanen, av praktiska skäl. En intern bilaga skickad till finansären redogör för dessa avvikelser. (*Redovisning av avvikelser från projektplan och budget*).

2.2 Projektöversikt

I Figur 1 illustreras genomförandet av projektet, i form av en tidslinje. I planeringsfasen ingick uppstarten av projektet: projektansökan, etikprövning, litteraturstudie och pilottester. I datainsamlingsfasen genomfördes tre distinkta studier; två i labmiljö med experimentellt upplägg, och en serie fokusgruppsintervjuer. Analysfasen påbörjades direkt efter den första datainsamlingen och pågick parallellt med resten av datainsamlingsfasen. Resultat presenterades löpande under projektets gång; se kapitel 7. Denna slutrapport summerar preliminära resultat och markerar det administrativa slutet på projektet, men fortsatt dataanalys och författandet av flera påbörjade vetenskapliga forskningsartiklar förmodas pågå under året som följer projektavslutet.



Figur 1. Tidslinje över projektet VirKAs planerings-, datainsamlings- och analysfaser.

Etikprövningen var väsentlig i planeringsfasen för att projektet skulle få genomföras, och skrivandet av den fastställde mycket av upplägget. En litteraturstudie gjordes (Babapour Chafi & Berlin, 2022) tidigt för att undersöka om det fanns tidigare forskning om VR-utrustning för kunskapsarbete, och vad som konstaterats. Tre empiriska studier med deltagare planerades:

- 1) en "solostudie" för att studera individuell användning av VR som verktyg för att göra typiska kunskapsarbetsuppgifter (som att skriva, kalkylera, skapa diagram och sammanställa en informationsökning);
- 2) ett flertal fokusgruppsintervjuer efter solostudien för att samla användarnas tankar och åsikter om användningsscenario, preferenser och implementeringsfrågor; och
- 3) en "mötesstudie" där användarna fick delta i VR-understödda "avatarmöten" och samarbeta med varandra kring en kreativ utmaning. Inför de planerade forskningsstudierna genomfördes pilot-tester³, för att undersöka om studiens upplägg, frågebatterier och instrument fungerade och alstrade den data som önskades.

³ Detta innebar att uppgifter testades på andra personer än de rekryterade forskningsdeltagarna.

2.3 Studiens förutsättningar och avgränsningar

2.3.1 Urval

Projektets ingående studier var främst kvalitativa och därmed eftersträvades deltagande av vuxna människor med en variation av ålder (över 18 år och upp till pensionsålder), kön, antropometri (kroppsmått), erfarenhetsnivåer av VR-utrustning och professionell erfarenhet av kunskapsarbete. Inkludering skedde även på basis av att personen var frisk, inom det avsedda åldersspannet och frivilligt hade förklarat sig tillgänglig att delta i studien i den utsträckning som behövdes. Personer med korrigerade synfel ombads att upplysa forskarna om detta så att VR-utrustningen vid behov kunde anpassas för glasögonbärande. Personer som hade tidigare erfarenhet av VR-relaterad åksjuka exkluderades från rekryteringen, eftersom det förmodades att obehaget skulle hindra dem från att delta i studiernas alla olika delmoment.

2.3.2 Teknikval och IT-begränsningar

Den valda VR-utrustningen för projektet var Meta Quest 2. Det valdes delvis på grund av att VR-headsetet kunde användas oberoende av annan utrustning, gällande både mjuk- och hårdvara. Det erbjöd inbyggda appar och program samt möjlighet till surfning på internet via webbläsare. Dessutom var Meta Quest 2 i mellanprisklass, alltså en modell som inte var avsedd för specialister utan för gemene konsument. Utrustningen kostade ca 4000 kr och var vid projektets start den mest sålda VR-utrustningen i världen.

Något som blev tydligt under forskningsprojektets gång (se resultatkapitlets avsnitt 3.1, *Två bifynd*) var att det skulle visa sig vara svårt att genomföra en studie av användning av ett VR-headset "i det vilda", dvs. på en riktig arbetsplats med riktiga arbetsuppgifter, eftersom detta skulle kräva att forskningspersonen skulle behöva låta sina arbetsmaterial spridas till någon av Metas servrar i USA. Eftersom detta ansågs oförenligt med flera svenska lagar, GDPR och etisk forskningssed, så ströks denna delstudie från planen.

I nuläget vore det forskningsmässigt oansvarigt att använda kommersiella VR-headset och deras "arbetsappar" i organisationsmiljöer där lokala servrar används med sekretessbelagd data, eftersom sätten för forskarna att "se in" i användarnas VR-headset potentiellt innebär en sändning av datan till okänd mottagare. Det har gjort att projektet ej har kunnat undersöka hur just den valda VR-utrustningen kan användas i verkliga kontorsmiljöer. Följaktligen har studierna genomförts i laboratoriemiljöer med fiktiva uppgifter som är menade att efterlikna kontorsmiljöer och dito kunskapsuppgifter.

2.4 Datainsamling

För att undersöka de fysiska, kognitiva och sociala effekterna av kunskapsarbete understött av VR-teknik genomfördes tre delstudier; först en observationsstudie om individuellt arbete i VR, därefter fokusgruppsintervjuer om VR som arbetsverktyg, och slutligen observationsstudier om parvisa VR-möten där deltagarna uppträdde virtuellt i "avatarform".

2.4.1 Rekrytering av forskningsdeltagare

Inför delstudierna rekryterades deltagare som hade professionell erfarenhet av kunskapsarbete och gärna någon erfarenhet av VR. Eftersom studierna var kvalitativa var det av större relevans att hitta personer med relevanta egenskaper än att uppnå en stor mängd deltagare. Målet var att rekrytera lika många män som kvinnor och deltagare i spridda åldrar. Det var viktigt att deltagarna inte hade tendenser för att uppleva åksjuka, för att undvika att de skulle uppleva upprepade obehag under delstudierna och behöva avbryta av den anledningen. Intresserade som i anmälningsstadiet angav tidigare erfarenhet av VR-åksjuka avvisades.

Totalt rekryterades 24 personer, 12 kvinnor och 12 män som alla var yrkesverksamma kunskapsarbetare från olika branscher och organisationer i Västra Götalandsregionen. Forskarna valde detta antal deltagare för att kunna uppnå en spridning av ålder, bransch, arbetslivserfarenhet och VR-erfarenhet, samt för att kunna växla ordningen på uppgifter i första studien så att de olika ordningarna fördelades jämnt.

Forskningsdeltagarna hade en snittålder på 43,8 år. Den yngsta var 27 år och den äldsta 63 år. I åldersspannet 27-34 var det 6 kvinnor och 2 män, mellan 43-50 år var det 3 kvinnor och 6 män, och mellan 51-60 var det 3 kvinnor och 4 män. Snittlängden för deltagarna var 178 cm, varav den längsta var 195 cm (man) och den kortaste 163 cm (kvinna). Deltagarna hade bland annat sysselsättningar som ingenjör (8), IT-specialist (5), forskare/lärare (2), arbetsplatsutvecklare (2), projektledare (2), ledare/chef (2), HR-strateg, sekreterare, och verksamhetsutvecklare. Fem personer bar glasögon under VR-headsetet (vid första tillfället). 22 deltagare var högerhänta och 2 ambidextra. 4 personer hade dyslexi och 21 personer angav att de hade någon tidigare erfarenhet av VR.

Solostudien utfördes med samtliga 24 deltagare. Därefter deltog personer ur denna första pool av 24 i de följande delstudierna⁴ på frivillig basis och i mån av tillgänglighet. Fokusgruppsintervjuerna gjordes (uppdelat på tre omgångar) med totalt 11 deltagare. Slutligen genomfördes mötesstudien med 14 deltagare som tidigare deltagit i solostudien (varav några också hade deltagit i fokusgruppen). Mötesstudien innefattade två deltagare som parvis skulle genomföra en samarbetsuppgift i ett virtuellt mötesrum, alltså utfördes mötesstudien i totalt 7 sessioner.

2.4.1 Gemensamma metoder för observationsstudierna

I tabell 1 redovisas etablerade instrument för mätning av olika subjektiva skattningar och upplevda belastningar som ingick i både solostudiens och mötesstudiens upplägg. De exakta frågor och skalor som användes i respektive delstudie redovisas i Bilaga A.

⁴ Detta medförde att alla deltagare i fokusgruppsintervjuerna och mötesstudien delade erfarenheten av att ha deltagit i solostudien.

Tabell 1. Bedömningsinstrument som användes i solo- och mötesstudierna

Fråga/instrument	Syfte	Referens
NASA-TLX, sex utvärderingsskalor (ej viktad)	Utvärdera deltagarens upplevda mentala och fysiska arbetsbelastning efter VR-mötet	Hart & Staveland, 1988
"Jag hade god kontroll över utförandet av uppgiften" 5-gradig Likert-skala 1=instämmer inte alls, 5= instämmer helt	Utvärdera om deltagaren håller med påståendet	Egenformulerad fråga
Kroppskarta med Borg-skala	Undersöka om deltagarens upplevde obehag eller smärta någonstans på kroppen, och i så fall hur intensivt	Anpassad variant, baserad på Cameron, 1996 och Marley & Kumar, 1996
Frågor om visuellt obehag; 5-gradig Likert-skala 1=instämmer inte alls, 5= instämmer helt	Undersöka deltagarens eventuella upplevelse av symptom på ansträngda ögon, nedsatt syn eller tillräckligt med ljus för uppgiften	Nichols, 1999
Frågor om tillräcklig skärmapplösning; 5-gradig Likert-skala 1=instämmer inte alls, 5= instämmer helt	Undersöka deltagarens upplevelse av synproblem eller visuellt obehag relaterat till skärmens nivå av visuella detaljer eller flimmer	Heiden et al., 2019 och Zetterberg et al., 2019
System Usability Scale; 5-gradig Likert-skala 1=instämmer inte alls, 5= instämmer helt	Undersöka deltagarens uppfattning om systemets användbarhet (usability)	Brooke, 2018
Semantiska differentialskalor	Sju gradig bipolär betygsskala som använder motsatta adjektivpar, konstruerad av författarna för att fånga dispositioner för eller emot VR-mötesmiljön	Baserat på Osgood et al., 1957
Simulator sickness questionnaire	Utvärdera deltagarens eventuella upplevelse av illamående eller obehagssymptom relaterade till åksjuka	Kennedy et al., 1993

2.4.2 Studie av individuellt arbete i VR (solostudien)

Den första studien som genomfördes var en observationsstudie om utförandet av individuellt arbete med VR-utrustning. Studien genomfördes i ett Usability-lab i Chalmers lokaler som skulle efterlikna ett kontor, se a) i Figur 2. Varje forskningsdeltagare deltog som ensam VR-användare i försöket. Två forskare välkomnade deltagaren och agerade studieledare, varav en agerade guide och intervjuare på plats i labbet medan försöket pågick, och den andra satt i ett avskilt observationsrum och styrde kamerainspelning och observerade i tysthet. Labbet var utrustat med videokameror som användes för att observera deltagarnas rörelser i nacke, händer och rygg från fyra olika riktningar.



**Figur 2. a) Usability Lab i Chalmers lokaler med en fiktiv kontorsmöblering.
b) Utrustningen som deltagarna fick använda: en Meta Quest 2 med kontroller samt ett Apple Magic blåtandstangentbord.**

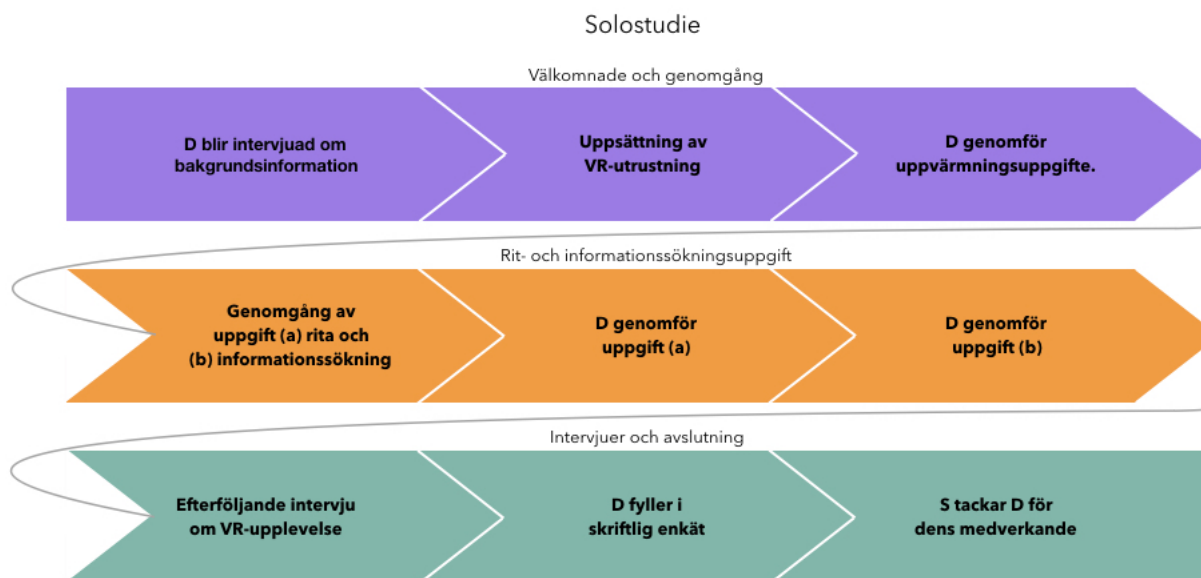
Videokamerorna registrerade deltagarnas IRL-rörelser och interaktioner under utförandet av uppgifter. Dessutom direktsändes skärmvyn⁵ inifrån deltagarnas VR-headset till en separat observationsdator som studieledarna använde för att följa vad deltagaren tittade på i headsetet. Den vyn spelades också in. Medan deltagarna bar VR-headsetet och interagerade med VR-miljön kunde deltagarna se en animerad representation av sina händer och armar. Inga representationer av egna ben, bål eller huvud syntes.

Fyra "typiska" kortvariga uppgifter hade skapats av studieledarna för att låta deltagarna simulera användning av VR för individuellt kunskapsarbete (främst dokumentskapande). De fyra uppgifterna "övades" först IRL (i fysiska verkligheten) på en laptop i labmiljön för att skapa vana vid uppgiften, och därefter genomfördes en snarlik uppgift i VR-miljön.

Först fick deltagaren genomföra två uppvärmningsuppgifter (skriva efter diktering och utföra en beräkningsuppgift med kalkylblad) för att bli bekväm i VR-miljön. Sedan fick hen genomföra två mer komplexa uppgifter: (a) rita ett diagram efter en enkel bild som förlaga, och (b) utföra en informationssökning och sammanställa resultaten i textdokument. I Figur 3 illustreras varje steg av delstudien. Deltagarna fick använda en webbläsare för att nå molnbaserade⁶ kalkylblad, ordbehandlare och ritapplikationen AutoDraw.com. Deltagarna hade tillgång till ett fysiskt tangentbord med blåtandkoppling, men ingen datormus. Uppgifterna fick genomföras stående eller sittande beroende på preferens, så länge deltagaren förblev i samma position under utförandet av en uppgift (IRL + VR).

⁵ Denna direktsändning av video kallas "Casting" i Meta Quest-miljön.

⁶ Google Docs och Google Sheets



Figur 3. Flödesschema för solostudien (D står för deltagare och S för studieledare). Uppgifterna a) och b) utfördes i olika ordning, jämnt fördelat över hela urvalet av deltagare.

Uppgifterna hade utformats för att ha en förutsägbar slutstatus vilket innebar att deltagaren fick en intuitiv (ofta visuell) bekräftelse när hen hade uppfyllt målet för uppgiften. Deltagaren fick också frågan från studieledaren om hen ansåg sig vara färdig med uppgiften. Det möjliggjorde att deltagaren kunde granska sitt arbete och genomföra mindre justeringar, till exempel korrigera stavfel. Vidare var uppgifterna designade för att utmana deltagarnas problemlösningsförmåga (så som att använda kortkommandon och menyalternativ i vanliga gränssnitt och verktyg som kunskapsarbetare förväntades ha viss tidigare erfarenhet av, exempelvis kalkylblad och ordbehandlare). Under studien observerades kroppspositioner och rörelser och efterfrågades användares upplevelse av VR-utrustningen. Studien tog upp till två timmar att genomföra per deltagare inklusive pauser mellan uppgifterna.

Under solostudien användes flera datainsamlingsmetoder: observationsstudie, semistrukturerad intervju och enkät med etablerade skattningsskalor och instrument för arbetsbelastning, usability och synergonomi. I Bilaga A redovisas de frågor och instrument som användes. Intervjuerna fokuserade på att fånga aspekter om funktionalitet och upplevelse, och spelades in som ljudfiler som senare transkriberades för analysarbete. Enkätens syften var att fånga deltagarens individuella förutsättningar, exempelvis eget teknikintresse och muskelbesvär, samt samla information om upplevelsen med hjälp av olika skattningsskalor. Inledningsvis genomfördes en bakgrundsintervju om deltagarens demografiska data, exempelvis ålder, kön och sysselsättning. Detta var för att få en tydlig bild av deltagaren och kartlägga variationen bland deltagarna. Därefter genomfördes observationsstudien med videoinspelning, i syfte att se hur en deltagare beter sig fysiskt vid användning av VR-utrustning. Mellan varje uppgift (skriva, beräkna, rita och söka information) tog deltagaren av sig VR-utrustningen och intervjuades för att stämna av upplevelsen verbalt. Mellan den andra och tredje uppgiften erbjöds deltagaren en kort paus. Avslutningsvis genomfördes en summeringsintervju där deltagarna fick svara på frågor om användarupplevelsen av VR-utrustningen, VR-miljön samt hur kroppen kändes under arbete i VR. Deltagarna blev också ombudade att fylla i en avslutande enkät om synergonomi, VR-relaterad åksjuka och upplevda besvär.

2.4.3 Fokusgruppsintervjuer om VR-användning (erfarenheter, preferenser och framtidsscenarier)

Den andra delstudien var en fokusgruppsintervju om VR som möjligt arbetsverktyg. Denna delstudie genomfördes med elva deltagare, varav tre män och åtta kvinnor. Åldersspannet var 29-60 år och medelåldern 43 år. Deltagarna hade gemensam erfarenhet av att ha deltagit i solostudien. Deltagarna var

uppdelade i tre fokusgrupper med fyra, fyra respektive tre personer. Varje fokusgrupp ljudinspelades, och inspelningarna transkiberades senare inför analys.

Fokusgruppsintervjun bestod av sju frågor som deltagarna skulle diskutera, där fyra handlade om solostudien och tre frågor om hur VR-utrustning potentiellt hade fungerat i framtiden som arbetsverktyg. Deltagarna fick även se ett visuellt material på papper som visade de tänkta frågeområdena, för att stimulera dem till att prata i valfri ordning om ämnena och sammankoppla tankarna. I Bilaga A redovisas de bilder och frågor som användes. Fokusgruppsintervjun pågick i ungefär 70 minuter och genomfördes i ett konferensrum i Västra Götalandsregionens lokaler. I närheten av konferensrummet fanns ett fikautrymme där deltagarna fick ta en fikapaus efter att halva intervjun hade genomförts.

2.4.4 Studie av parvisa VR-möten (mötesstudien)

Den tredje delstudien var en observationsstudie om parvisa VR-möten. Syftet med delstudien var att undersöka hur väl det går att samarbeta i ett virtuellt mötesrum och vilka faktorer som spelar roll för ett tillfredsställande samarbete. Det gick ut på att två deltagare skulle skapa varsin avatar, träffas i ett virtuellt möte och genom denna mötesapplikation lösa en fiktiv planeringsuppgift tillsammans, under ledning av två studieledare. Mötesstudien genomfördes med 14 vuxna, åtta kvinnor och sex män, med en medelålder på 45,4 år. Den yngsta var 33 år och den äldsta 61 år. Dessa 14 deltog även i solostudien. Deltagarna delades in i grupper om två och det blev totalt sju par. Fem par hade aldrig träffats i verkligheten, ett par var bekanta och ett par hade en professionell arbetsrelation.

Ett deltagar-par observerades åt gången. Först samlades paret och studieledarna i ett rum och deltagarna fick ge enskilt skriftligt samtycke till att delta i studien. Paret fick därefter gå med varsin studieledare till var sitt observationsrum med videokamera i Chalmers lokaler. Där blev varje deltagare instruerad att ställa in VR-utrustningen för god komfort och skapa en avatar för att representera sig själv i VR-miljön. Stegen som genomfördes i mötesstudien presenteras i Figur 4, där D1 och D2 står för deltagare 1 och 2, och S för studieledare. Rummen övervakades av kameror för att studieledarna skulle kunna se deltagarnas kroppspositioner och rörelser. Deltagarna fick koppla upp sig till ett virtuellt möte och vägledades av en studieledare i att testa olika funktioner i VR-mötesrummet. VR-Applikationen som användes för det virtuella mötet var Meta Horizon Workrooms, som vid tillfället för studien tillät många funktioner för mötesdeltagarna (t.ex. flytta sig omkring i rummet, koppla upp en laptop, använda skrivbordsfunktioner och ställa sig upp och skriva på en whiteboardtavla).



Figur 4. Flödesschema för mötesstudien (D1 och D2 står för deltagare 1 och 2, och S för studieledare).

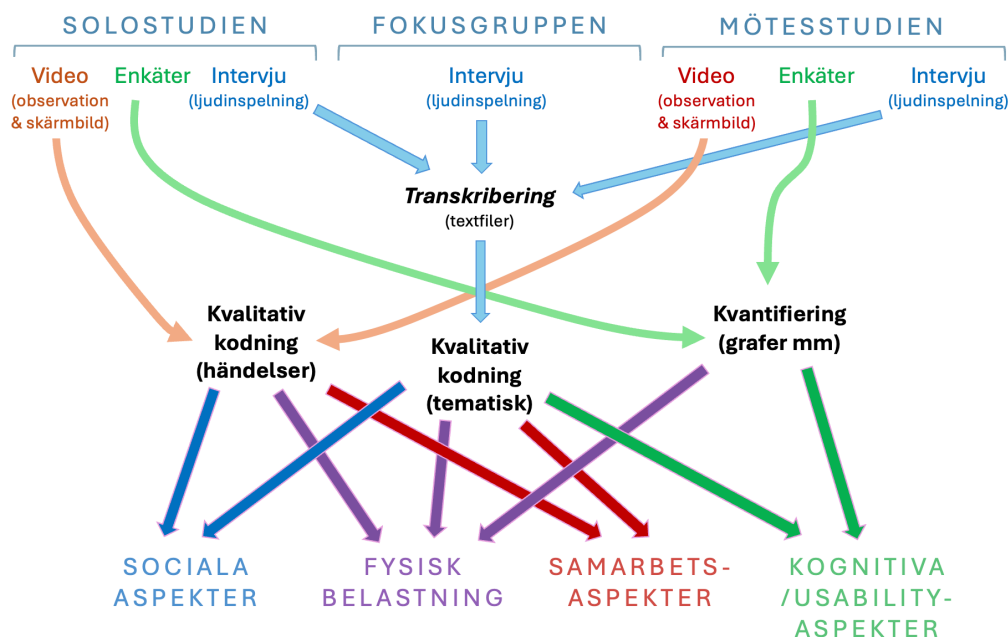
När deltagarna hade testat funktionerna började uppgiftsfasen och studieledarna gick till ett annat fysiskt rum och kopplade upp sig till det virtuella mötet genom ett videomöte. En videoström från virtuella mötesrummet (där båda deltagares avatarrer syntes) spelades in via en observationsdator av studieledarna.

Eftersom deltagarna var verksamma i Göteborg fick de som samarbetsuppgift att parvis planera upp en besöksdag i Göteborg. Resplanen skulle omfatta minst fem stopp, inklusive några sightseeingattraktioner och matstopp samt en preliminär kostnadsbudget. De fick använda sig av egen kännedom och söka information online för att hitta platser, information och öppettider. Efter att deltagarna fått instruktionerna och bekräftat att de förstått, så meddelade en studieledare att de till en början fick 20 minuter på sig och kunde få mer tid om det behövdes. Därefter stängde studieledaren av kamera och mikrofon i videomötet för att inte störa samtalet, men förblev närvarande i det virtuella mötet för att lyssna. När deltagarna var färdiga satte studieledaren på sin kamera och mikrofon och deltagarna fick presentera vad de hade kommit fram till. Studien varade i ungefär två timmar per deltagarpar.

Under mötesstudien användes framförallt tre metoder för att samla information; observationsstudie, semistrukturerad intervju och enkät. Först genomfördes observationsstudien för att tydligt se hur försökspersonerna rörde sig i rummet, hur de positionerade sig vid deltagandet i ett virtuellt möte och hur de kommunicerade både verbalt och icke-verbalt (gester, blickar m.m.). Efter att deltagarna hade presenterat vad de tagit fram under samarbetsuppgiften stannade deltagarna och studieledarna kvar i det virtuella mötet. Där blev deltagarna intervjuade, med tolv frågor, om hur upplevelsen var under det virtuella mötet, fysiskt och mentalt (se Bilaga A). Slutligen fick deltagarna svara på en enkät liknande den från solostudien, där de bland annat fick skatta hur väl de lyckades prestera och hur stor arbetsbelastning de upplevde under mötet. De fick även fylla i om de eventuellt kände något fysiskt obehag, synsvårigheter eller smärta på kroppen och i så fall var.

2.5 Dataanalys

Tre olika typer av datakällor från delstudierna (video, enkäter och intervjutranskript) behandlades med olika analysmetoder. Den kvalitativa kodningen skedde dels med tematisk analys (Braun & Clarke, 2006) och dels med a-priorikodning (för videoanalysen, där specifika kroppsställningar och rörelser bedömdes som potentiellt riskabla från belastningsergonomiskt perspektiv). Figur 5 visar en översikt av vilka data som behandlats med vilken ansats, och vilka teman som informeras av resultaten.



Figur 5. Översikt av analys av de olika insamlade dataströmmarna samt vilka forskningsteman de informerade

2.6 Samhälleliga och etiska aspekter

Vid genomförandet av projektet, mer specifikt under datainsamlingen, har känslig information samlats in om deltagarna, främst eftersom projektets ergonomiska fokus ledde till att hälsoaspekter naturligt kom på tal (t.ex. seendeförmåga, mående, upplevt kroppsligt obehag och smärta m.m.). Med avseende på detta gjordes en etikprövningsansökan (godkänd med diarienumr. 2022-01621-01). I linje med denna blev varje deltagare informerad om hur den känsliga informationen skulle användas i projektet och att det alltid fanns en möjlighet att få sina uppgifter raderade. Deltagarna blev tilldelade en samtyckesblankett om att känslig information om personen skulle användas i projektet. Alla data som samlades in om deltagarna (video, foton, ljud, och bakgrundsinformation) är skyddade i enlighet med EU:s dataskyddsförordning GDPR och datahanteringen granskades av Chalmers Dataskyddssamordnare.

All känslig information om deltagarna pseudonomiserades, vilket innebär att varje försöksperson tilldelades ett neutralt kodnamn utan koppling till någon personligt identifierande egenskap. Endast forskarna knutna till projektet hade tillgång till rådata och kodnyckeln.

Övriga data som har samlats in under projektet förvarades säkert på en dataplattform som är upphandlad och datagodkänd av Chalmers Dataskydd, IT-avdelning och Informationssamordnare samt hanterades enligt deras rekommenderade rutiner. Chalmers och VGR upprättade en överenskommelse om gemensamt ansvar för datasäkerhet. Anmälnings- och enkätdata samlades in via en säker plattform upphandlad av Chalmers.

Studierna kan ha påverkat deltagarna fysiskt eller psykiskt, exempelvis genom att VR-användningen kunde resultera i obehag, yrsel och VR-relaterad åksjuka. Dessa risker bedömdes vara kortvariga och begränsade till tiden då de bar VR-utrustningen. Deltagarna informerades om att de närsomhelst kunde avbryta studien och ta av sig utrustningen.

3. Uppnådda resultat

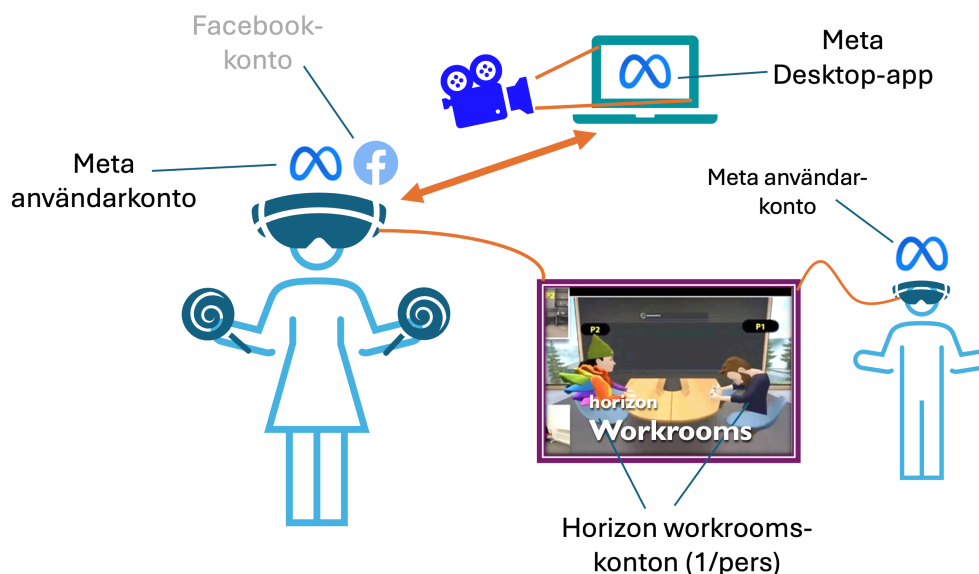
I detta kapitel rapporteras endast *preliminära* resultat från de tre delstudierna, eftersom flera analyser ämnade för vetenskaplig publicering i journaler är i pågående skick (då denna slutrapport skrivs) och på sikt kan öka detaljgraden i forskningsfynden.

3.1 Två bifynd

Under det praktiska genomförandet av projektet upptäcktes några bifynd av teknisk art, som inte ursprungligen var planerade att ingå i projektets scope men som forskarna bedömde ha avsevärd betydelse för den praktiska genomförbarheten i att använda VR-utrustning för professionellt kunskapsarbete.

3.1.1 Det krävda "IT-ekosystemet" – en stötesten?

Varumärket Meta Quest (tidigare Oculus Quest) ägs av förvaltningsbolaget Meta Platforms, som även äger sociala medie-plattformarna Instagram, WhatsApp och Facebook. För att kunna använda VR-headsetet Oculus Quest krävdes det att VR-utrustningsanvändaren skaffade ett Meta-konto, vilket krävde registrering kopplat till en e-postadress och/eller ett mobilnummer. Vid tiden som studien utfördes (2022-2024) krävdes även att Meta-kontoinnehavaren också var tvungen att skaffa ett Facebook-konto och koppla denna till Meta-konto⁷. Inom ramen för appbiblioteket valde forskarna att använda appen Horizon Workrooms, som tillät användare att delta i VR-möten i form av en egendesignad avatar, och mötena kunde hållas i en serie attraktiva virtuella rum, utrustade med flera arbetsverktyg för kreativt samarbete (whiteboards, post-its m.m.). Dock behövde ytterligare ett separat konto upprättas för varje deltagare i mötesmiljön, kopplat till en mailadress. I mötesstudierna tilläts minst en deltagare att koppla en laptop till det virtuella mötet, vilket krävde appen "Meta Quest Remote Desktop App" för att kunna mappa laptopens skärmbild in i det virtuella mötet.



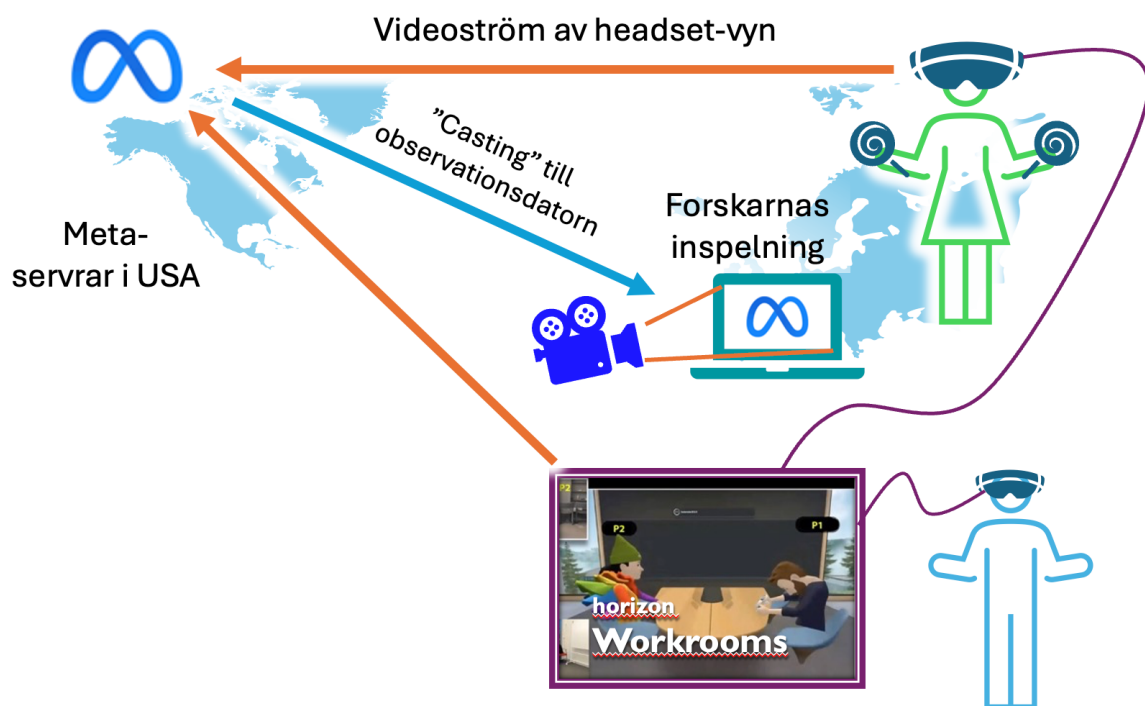
Figur 6. Systemillustration av krävda kontoförhållanden för att kunna utföra kunskapsarbete i den kommersiella VR-miljön som erbjuds av Meta Platforms.

Figur 6 illustrerar det (då) nödvändiga IT-ekosystem som en VR-användare behövde upprätta för att över huvud taget kunna nyttja VR-utrustningens funktioner för att utföra kunskapsarbete, i synnerhet för att använda mötesappen Horizon Workrooms. Varje enskilt VR-headset krävde att användaren hade ett Meta-användarkonto (vilket i sin tur krävde en epostadress) och (när studien utfördes) att denne kopplade ett separat Facebook-konto till Meta-kontot. För att kunna visa skärmbilden från en laptop i VR-miljön måste användaren ladda ner appen "Meta Quest Remote Desktop App" på den

⁷ Detta krav har av allt att döma avskaffats under 2024.

aktuella laptopen. För att kunna boka och delta i virtuella möten måste varje användare ha ett eget, separat Horizon Workrooms-konto.

För att skydda varje deltagares identitet och kunna observera “neutralt” i onlinesammanhang registrerade forskarna fyra icke-personliga mailadress-konton (kopplade till Google-konton) för att kunna skapa och länka alla nödvändiga konton. Inom utbudet för arbetsrelaterade appar valde forskarna att låta användarna utföra solo-arbetsuppgifter i en webbläsare inuti VR-miljön, som visade online-dokument skapta i Google Docs samt online-ritprogrammet Autodraw.com. Detta förfarande valdes eftersom forskarna ville observera (med god bildupplösning) vad deltagarna matade in i dokumenten genom att “bevaka” onlinedokumentet från en observationsdator, för att slippa ställa upp alltför många fysiska kameror i observationsrummet. Figur 7 visar ytterligare nödvändiga kontokopplingar för forskarna att kunna observera och spela in vad deltagarna kunde se i VR-headsetet.



Figur 7. Illustration av dataflödet vid observation av deltagarnas vy inuti headsetet. Varje gång forskarna spelade in en “castad” videoström av vad som syntes i deltagarnas headset (som befann sig i Sverige) skickades videoströmmen till Metas servrar i USA innan de skickades tillbaka till observationsdatorn i Sverige. Sannolikt processades även det virtuella mötet av Metas servrar. Av denna anledning skapade forskarna neutrala epostkonton och andra konton för att inte äventyra deltagarnas integritet.

3.1.2 Utlämnad åt leverantörens uppdateringar

Under projektets gång erfor forskarna att mjukvaran inne VR-miljön (som den såg ut i VR-headsetets visuella vy) kontinuerligt uppdaterades av Meta. Detta skedde inte automatiskt, utan forskarna fick själva godkänna mjukvaruuppdateringen, men oftast var det inte tydligt vilka aspekter av gränssnittet som skulle bli förändrade som resultat. Detta ledde periodvis till en oro att det visuella intrycket av VR-miljön skulle variera mellan individer och påverka forskningsresultaten.

Ett exempel var att under pilotstudierna representerades användarens händer av genomskinligt svarta “spökhänder” som svävade fritt i luften. Några månader in i studien hade dessa efter en uppdatering plötsligt blivit ogenomskinliga med karaktär av en tecknad seriefigur och försetts med (ibland påklädda) armar och en hudfärg, som senare visade sig vara kopplad till utformningen av den avatar som Meta-kontot var kopplat till. Detta förändrade alltså användarens “självbild” från att vara en neutral användare utan identifierande drag, till att representeras av en närmast karikatyrliknande kroppsrepresentation som i värsta fall kunde matcha väldigt illa med användarens eget utseende.

Under utförandet av Solostudien och Mötesstudien förblev avatarutseendet stabilt, men forskarna blev tveksamma till att genomföra uppdateringar tills respektive delstudie var avslutad.

Vidare, vilket skulle visa sig vara en större konsekvens, så uppdaterades även apparna inom VR-miljön kontinuerligt. En av de mest dramatiska förändringarna gällde appen Horizon Workrooms, där i stort sett alla väsentliga funktionaliteter i mötesmiljön gjordes otillgängliga efter en uppdatering i maj 2024. Detta innebär att forskningen utfördes på en VR-miljö som inte längre är tillgänglig för allmänheten. Detta beskrivs i Diskussionens avsnitt 4.2.4, *Uppdateringar kan leda till osäker funktionalitet*.

3.2 Fysiska belastningar

3.2.1 Observerade kroppsställningar och rörelser

Under projektets två observationsstudier identifierades ett antal potentiella fysiska ergonomirisker som bör beaktas vid användning av VR-utrustning. Ett flertal potentiellt belastande kroppsställningar observerades (se Figur 8 och Tabell 2), ofta med statisk vridning i nacke eller bål; dessa kroppspositioner orsakades i solostudien som regel av att användaren vände blicken mot asymmetriskt placerade skärmar i VR-vyn utan att flytta fötterna vid stående, eller genom att bara vrida nacken vid sittande. I mötesstudien varierade det mellan individer om vridna positioner intogs när en användare tittade eller lyssnade på sin mötespartner som stod en bit bort i det virtuella mötesrummet.

Andra observerade statiska belastningar var "svävande" handställningar, som orsakades av att användare ville kunna se sina händer i VR-miljön, vilket var en direkt påföljd av att de fyra kamerorna som satt framtill på VR-headsetet och hade en begränsad siktinkel. Flera användare som hade svårt med precisionen när de skulle nypa ihop fingrar för att "klicka" på objekt i VR-miljön var ofta tvungna att nypa i luften flera gånger, ibland med märkbart ökande ansträngning och frustration. Figur 8 visar några illustrationer av förekommande kroppsställningar under solostudien.



Figur 8. Visualisering av några av deltagarnas observerade kroppsställningar och rörelsebeteenden i soloarbetsstudien.

En tendens som observerades i solostudien var att vissa användare behövde titta på tangentbordet när de skrev och sedan bekräfta att det blivit rätt genom att titta uppåt igen – när detta upprepades blev resultatet "headbanging" med extra pålagd tyngd från headsetet (som vägde mer än 500g). Detta fenomen kan förklaras av att synen i verkligheten har ett större siktfält där den arbetande kan tyda läsbara tecken, medan den begränsas i VR-headsetet. En annan anledning kan vara att distansen mellan tangentbord och "arbetskärm" inne i VR-miljön ofta var avsevärt större i djupled än IRL.

Tabell 2. Urval av observerade kroppställningar och rörelsebeteenden från solo- och mötestudierna, som kan medföra belastnings- eller komfortrisker. Några av gränsvärdena är 'lånade' från bedömningsmetoden REBA (Rapid Entire Body Assessment) av Hignett & McAtamney (2000).

Observerad händelse	Förekommande orsak	Möjlig belastningsrisk
Nackan böjd framåt mer än 20° (flexion)	Användaren tittar ner på objekt, t.ex. tangentbord eller ritverktyg i mötesmiljön	Pålagd vikt/vridmoment på nackkotor/diskar och muskler på grund av VR-headsetets vikt
Nackan eller bålen vriden	Användaren tittar på asymmetriskt placerade skärmar, sin mötespartner eller material på whiteboard	Vridmoment på nackkotor/diskar och muskler, statisk muskelaktivering
Nackan eller bålen böjd bakåt (extension)	Användaren tittar på något placerat ovanför huvudet i VR-miljön	Statisk muskelaktivering, tryckökning i ländryggen
"Headbanging" ⁸ , d.v.s. upprepade höjning och sänkning av huvudet	Användaren tittar ner på kontrollverktyg, t.ex. tangentbord, och tittar upp igen mot skärm i VR-miljön för att bekräfta att inmatningen blivit rätt	Svaga nackmuskler aktiverade, förvärrat av extra vikt/vridmoment på nackens vävnader från VR-headsetets vikt
Bålen böjd framåt mer än 20° (flexion)	Användaren tittar ner på sig själv som avatar eller på objekt, t.ex. tangentbord eller ritverktyg i mötesmiljön	Muskelaktivering, tryckökning i ländryggen
Framåtlutad bål och vikt på underarmar	Personen lutar sig fram mot skrivbordsytan i stående ställning, för att komma närmare skärmar med ögonen	Statisk muskelaktivering, risk för asymmetrisk rygg, tryck på underarmar
Vikten på ett ben	Personen står upp vid skrivbordet och ställer sig med vikten på ena benet	Statisk muskelaktivering, obalans
Överarmen lyft framåt mer än 20° (extension)	Vanligt för att hålla händer inom synhåll för headsetets kameror	Muskelaktivering, statisk belastning (om armen inte stöds)
Hela armen böjd/uträtad utanför intervallet 60-100°	Ibland försöker användaren föra handen närmare skärmar belägna långt bort i VR-miljön eller hålla handen nära kroppen	Rörelse nära ändarna av rörelseomfånget; ökad muskelaktivering
Upphöjda axlar	Omedveten höjning vid frustration eller statisk hand/armställning	Muskelaktivering, statisk belastning
Handleden böjd eller sträckt mer än 15° mot handryggen eller mot handflatan	Vanlig handposition för att "lyfta upp" fingrarna för att tydligare kunna se fingertopparna vid nyp-kontroll	Muskelaktivering, statisk belastning, ökat handledstryck
Handleden vriden, fingrarna i nyp-position	Vanlig handposition för att placera och rikta "nypet" vid interaktion med gränssnittet; vanligen riktas fingertopparna uppåt med handflatan upp, eller framåt med handflatan ner.	Muskelaktivering, statisk belastning, ökat handledstryck
Handleden böjd i sidled mot tummen (radial böjning)	Vanlig handposition vid användning av handkontroller, för att rikta "pekstrålen" framåt vid interaktion med gränssnittet	Muskelaktivering, statisk belastning, ökat handledstryck

⁸ Vanligt vid tangentbordsanvändning

Nypande med fingrarna i luften	Vanligt vid interaktion med gränssnittet	Svaga handmuskler aktiverade; potentiellt skadlig belastning om det pågår över lång tid
Statisk hållning; något av ovanstående positioner hålls i längre än en minut	Vanligt när användaren "fastnat" med en uppgift på en skärm	Muskeltrötthet, statisk belastning
Repetitiv rörelse; små rörelser som upprepas mer än 4 gånger per minut	Förekom ofta vid scrollande eller "klickande" i VR-miljön med fingrar eller handkontroller; framför allt vid misslyckade klick som fick göras om.	Muskeltrötthet, statisk belastning
Kollision, d.v.s. deltagare som kolliderar med fysiska objekt och hinder (väggar, möbler) IRL när de rör sig eller gestikulerar	Förekom när användare tillfälligt ställde ner handkontroller på skrivbordet och dessa då försvann ur vyn i 3D-miljön och blev "osynliga" för användaren. Kollisioner med omgivande väggar och möbler förekom i möten där användare försökte röra sig längs whiteboarden genom att gå istället för att flytta sig med handkontroller.	Plötslig fysisk påverkan kan orsaka smärta, överraskning eller lindrig skada. Kan orsaka tillfällig förlust av kontroll och/eller skada på utrustningen och kräver att deltagaren lokaliserar och hämtar den (t.ex. en tappad handkontroll).
Justering av headsetet	Skedde när användare fann headsetet obekvämt eller om de behövde flytta headsetets okulärer för att få bättre synskärpa.	Diskomfort eller synsvårigheter

3.3 Visuell och fysisk komfort

Dessa resultat beskrivs endast kortfattat. Vid kortvarig användning (5-15 minuter) varierar komfortupplevelsen på individnivå i studien, men de allra flesta användare beskrev att det kändes ansträngande eller obekvämt att bära VR-headset i över en timmes tid. Flera (dock inte alla) användare nämnde obehag i form av suddig syn och ögontrötthet, särskilt efter långvarig användning. De allra flesta nämnde känslan av att ha haft en tyngd tryckandes på ansiktet. Några få beskrev obehag i nacke och rygg eller i sin dominant arm/hand. Flera användare i solostudien verkade föredra att styra VR-miljön med handgester snarare än handkontroller, eftersom detta upplevdes som "friare", förutom några situationer där hög precision krävdes.

3.4 Upplevelser av VR-användning

Dessa resultat beskrivs endast kortfattat. De flesta användare berättade i intervjuer efter solostudien att VR-miljön kändes ny och spännande och gav en attraktiv kontrast till "verkligheten" som de tillfälligt avskärmades ifrån. De allra flesta tog längre tid på sig att utföra uppgifterna i VR-miljön än i verkligheten, till stor del på grund av att behöva bemästra nya sätt att interagera med miljön och funktionerna; därför bör inte för starka slutsatser om effektivitet dras utifrån solostudien. Flera tyckte det var spännande och attraktivt att kunna sprida ut sitt arbete i VR-rymden, men var ibland inte säkra på vilket fönster de för tillfället hade aktivt. Flera uttryckte frustration över att "Klickande" på långt avstånd krävde en hög grad av precision som fordrade många försök. Avsaknaden av datormus nämndes som ovant och som att man saknade sitt verktyg.

I mötesstudien upplevdes avatarmötet som mycket mer levande och engagerande än ett videomöte på datorskärm (den vanligaste jämförelsen). Användarna uppskattade att interagera med en annan förkroppsligad deltagare i mötet, och känslan av 3D-ljud i headsetet bidrog med känslan av att dela en gemensam rumsverklighet. De olika mötesverktygen (post-its, whiteboard m.m.) upplevdes som olika tilltalande beroende på hur snabbt användarna bemästrade dessa. Vissa beteenden av att använda respektive undvika vissa verktyg förstärktes av tillfälligt tekniskt krångel, vilket i vissa fall gjorde att mötesparen inte nyttjade verktygen i lika stor utsträckning, utan tog på sig olika roller (t.ex. en som letade på dator medan den andre skrev på tavlan). Flera användare nämnde att de kläd- och

utseendeval som fanns för avatarerna kändes begränsande och att de i första hand verkade vara till för rekreation och mode, snarare än att kunna ge ett seriöst och professionellt intryck på ett möte.

De kommersiellt tillgängliga funktionerna som testades i denna studie antyder att VR som arbetsverktyg för kunskapsarbete och samarbete kan vara mycket attraktivt, men också att IT-säkerhet, professionalism, komfort och effektivitet/precision behöver bli märkbart bättre för att användare ska välja det som ett alternativ i det långa loppet.

3.5 Framtida användningsscenarioer

Vid fokusgruppsdiskussionerna berättade användarna om hur de såg på utsikterna till att kunna (och vilja) använda VR-teknik i arbetet. En aspekt som togs upp var hur man skulle hantera eventuella VR-utrustningar som ägs av företaget. Skall dessa betraktas som något att dela, eller något som ska vara personligt (särskilt med tanke på hygienaspekter vid bärande)? Användarna ansåg att arbetsgivare och medarbetare behöver vara överens om hur de tänker sig tillgången till, och kontrollen över, varje utrustning. En användare förklarade: *“jag förutsätter att jag kan använda den miljön även när jag jobbar hemifrån (...) jag utgår ifrån att jag då skulle kunna ha den och det blir dess styrka som kommer fram ännu mer när man skulle kunna träffas i ett gemensamt rum. Och ha en face- to- face diskussion med 1 whiteboard eller någon fysisk pryl (...) Skulle jag ha den miljön på kontoret så är det nog inte lika stor sannolikhet att jag skulle använda det.”*

Även om de inte ännu hade testat att ha möten i VR så var det flera användare som uttryckte nyfikenhet och förhoppning om att det skulle kännas mycket mer futuristiskt och häftigt att möta andra människor i en tredimensionell VR-värld: *“Jag tror att i möten(...) så skulle jag tycka det var väldigt givande och att visa upp liksom, vad ser jag, (...) man skulle få en bättre dialog.”* Några sa att de inte primärt tyckte att poängen med att arbeta i VR var att fortsätta göra datorarbete och dokumentation i på det sätt som normalt görs idag. En användare sa att *“det handlar om att dela information. Hur gör man det i den här miljön utan att liksom ta med sig den här gamla referensramen liksom?”*. Andra ansåg att det fanns en stor potential i att levandegöra återkommande möten på distans, t.ex. med kollegor från andra världsdelar: *“Jag (...) jobbar ju mot Kina och USA. Många där vet jag inte hur de ser ut och jag pratar dagligen (...) det hade varit nice att kunna ha haft sin avatar eller något (...) man kan bygga upp och kunna stå och prata i det. Jag tror jobbet skulle bli kul (...) när man har brainstorming när man studerar och ska kolla på problemet (...) det skulle inte spela någon roll om det var hemma eller på jobbet”*.

Flera användare ansåg att tekniken ännu inte var helt mogen för att både effektivisera arbete och att imponera tillräckligt för att kännas som ett överlägset alternativ för distansarbete och möten. De ansåg att det fanns en hel del kvar att utveckla både i funktionalitet, automatisering och intryck: *“att man slipper dokumentationen, den är liksom gjord. (...) när man är här inne så tänker jag att då den datan finns där så att det går att få tag på och få ut kanske i olika format (...) så att om man skriver på boarden så sparar den här (...) för mig så bygger jag ju in virtuell assistans i det här alltså.”* Andra pratade om att känna sig fumlig med tekniken och att det var bökiigt och otympligt att styra ibland: *“Det var ju inte så att jag var riktigt ett med verktygen (...) när jag skulle skriva så (...) tror att jag tittade ner mer liksom.”* Vissa föreställde sig lösningar till problemen: *“jag skulle vilja ha handskar med force feedback så att man liksom känner typ knappar, eller ‘nu tar jag tag i det’ liksom”*.

Användarna kommenterade även, med avseende på avatarmöten, att ett arbetsverktyg måste ge ett professionellt intryck, vilket gjorde att det kommersiella headsetets utformning av avatrar (med avseende på de erbjudna valen för utseende, mode m.m.) befarades vara alltför oseriösa för att vara användbara i arbetssammanhang. Användarna betonade att i möten med affärskontakter, t.ex. leverantörer, så kan det vara viktigare med ett seriöst första intryck än att uttrycka sin personlighet i första hand, och att det även hade att göra med att skapa förtroende. Andra användare nämnde hur det skulle kunna vara att ha känsliga möten (t.ex. mellan linjechef och medarbetare), inte bara med avseende på visuellt intryck, utan även med avseende på integritet och säkerhet. Dessa aspekter ansågs vara viktigare än att avatarens mimik och ansiktsuttryck skulle vara naturtrogna.

Slutligen var det flera användare som ställde sig tveksamma till om man kunde använda VR (i det aktuella skicket) i deras arbeten på ett sätt som vore förenligt med lagar, uppförandekoder och principer för att fullgott skydda personlig integritet och sekretess.

4. Diskussion

Detta projekt syftade till att utforska fysiska, kognitiva och sociala effekter av kunskapsarbete understött av VR-teknik, som ett fysiskt annorlunda alternativ till att arbeta med kontorsuppgifter på distans med dator. I följande avsnitt diskuteras hur metoden och tekniken har påverkat resultatet, samt fysiska ergonomiska risker.

4.1 Metod

Under projektet har flera metoder använts för att samla in och analysera data. På grund av tekniska och praktiska begränsningar (se avsnitt 3.1) fick projektet slopa studier av VR-användning för arbete “In the wild”. Under delstudierna ombads deltagarna utföra fiktiva uppgifter. Delstudierna hade kanske haft högre *ekologisk validitet*⁹ om uppgifterna var verklighetsbaserade, utspelade sig i en naturlig kunskapsarbetsmiljö och utan tidspress (dessutom hade kringvarande kollegor möjligen påverkat användandet socialt). I labstudierna satt försökspersonerna i ett rum med kameror – vetenskapen om detta hade kanske en påverkan på deras beteende, åtminstone till en början. Dessutom hade kanske verkliga uppgifter och en riktig kontorsmiljö gett försökspersonerna mer motivation att klara av uppgifterna. Vidare hade det varit intressant att undersöka andra arbetsflöden där deltagarna hade fått använda sig mer fritt av den nästan obegränsade skärmytan. Även att undersöka hur deltagarna hade utfört uppgifter om de fått längre tid på sig att bekanta sig med VR-miljön (t.ex. genom hemlån) och vore mer bekväma i VR-utrustningen och kunde navigera gränssnittet med rent muskelminne. Under mötesstudien genomförde par en samarbetsuppgift. Uppgiften inkluderade endast två delar av kunskapsarbetet: att förvärva och överföra information. I framtida studier hade det varit intressant att testa hur det är att skapa och tillämpa kunskap i ett samarbete understött av VR.

I delstudierna bar deltagarna VR-headsetet i högst en timme. Om VR-utrustning hade varit en utrustning som användes inom kunskapsarbete i verkligheten, hade medarbetarna förmodligen burit VR-utrustningen i mycket mer än en timme per dag. Det hade därmed varit av intresse att undersöka konsekvenserna av att bära VR-utrustningen under en längre tid (över en timme). Dock visar resultaten att majoriteten av deltagarna tyckte sig känna obehag redan efter en timme, vilket antyder att tyngre headset (se 4.2) troligen inte gör belastnings- och komfortproblemet mindre.

Vidare har projektet genomförts i en begränsad region i Västsverige och därmed med ett urval av deltagare som bor och arbetar geografiskt nära forskarnas universitet i Sverige. Deltagarna förväntades arbeta professionellt huvudsakligen på svenska. Intervjuer och uppgifter var på svenska, vilket kan ha bidragit till språkförbistring mellan uppgiften (som instruerades och utfördes på svenska) och VR-miljön, vilket kan ha påverkat resultaten

Projektet har haft förfogande över två immersiva VR-headsets, vilket bidrog till att tredje delstudien endast har testat hur det är att genomföra virtuella möten med två deltagare med VR-utrustning. Forskningsresultaten blir alltså endast relevanta för dyader. Framtida forskning bör testa hur det hade fungerat om ett virtuellt möte har fler än två avatar-deltagare. Dock fanns även den praktiska begränsningen att frivilliga deltagare var svåra att koordinera på ett överensstämmande datum, och som sista studie fanns en tidsbegränsning för att bli klara med datainsamling, så forskarna prioriterade att samla sinsemellan jämförbara “mötesinstanser” att studera.

4.2 Teknikbegränsningar

VR-utrustningen som användes i projektet var Meta Quest 2. Upplösningen och den grafiska kvaliteten i headsetet var generellt sett ganska låg, framför allt i situationer där deltagarna ombad läsa text och interagera med virtuella tangentbord. Modellen begränsade likaså avatarens förmåga till naturtrogna gester och användbarheten av den erbjudna mjukvaran i appbiblioteket.

⁹ *Ekologisk validitet* i forskning syftar till att forskningsdatan är så relevant som möjligt för hur ett fenomen fungerar i ett verkligt sammanhang; i detta projekt blir frågan om forskningsmiljön som labstudierna utfördes i, i tillräckligt hög grad liknar en verklig situation. Hög ekologisk validitet anses göra resultaten mer generaliserbara till verkliga situationer.

Det visade sig vara en utmaning att basera delstudierna på det då mest sålda VR-headsetet på marknaden. Under delstudierna har det varit svårt att enbart bedöma upplevelsen av soloarbete och att delta och samarbeta i ett virtuellt möte, snarare än att "recensera" den valda VR-utrustningen. Forskningsdeltagarna hade oftast inte så mycket erfarenhet av andra VR-system till den grad att de kunde jämföra med dessa, så deras intryck och respons begränsades som regel till att reagera på just den utrustningsmodell som studien erbjöd.

4.2.1 IT-ekosystemet

Det valda VR-systemet krävde att varje headset skulle sammankopplas med minst ett Meta Quest-användarkonto, som (vid tillfället för studien) även behövde kopplas till ett Facebook-konto, som i sin tur behövde kopplas till en e-postadress eller ett telefonnummer. Dessutom behövde varje VR-användare ett separat Workrooms-användarkonto för att använda Meta Horizon Workrooms. Studieledaren behövde också ett användarkonto, associerat med en unik e-postadress, för att delta via video i ett virtuellt möte. Forskarna drog därför slutsatsen att VR-användning i arbetssyfte inte skulle gå att studera i skarp miljö med den etikprövning som hade skett och den utrustning som valts och att de således måste skapa "fiktiva" användarkonton för att skydda forskningsdeltagarnas integritet. Delstudierna i projektet krävde alltså skapandet av 11 nya användarkonton: 4 nya e-postadresser, 2 Meta Quest-konton, 2 Facebook-konton och 3 Horizon Workrooms-konton. Att kräva en så omfattande mängd anslutna konton hos kommersiella aktörer kan vara mycket opraktiskt och skapa en befogad oro för IT-säkerheten i vilken organisation som helst, vilket i praktiken helt kan förhindra möjligheten att integrera just denna VR-utrustning i yrkessammanhang. Detta bör tas i beaktning av både arbetsgivare och utvecklare som vill tillhandahålla möjligheter för professionellt bruk av VR, framför allt för samarbets syften.

4.2.2 Avatarernas utseende och kommunikation

Interaktionen mellan deltagarna i ett virtuellt möte förlitade sig framförallt på ljudriktningen på kollegans röst och möjligheten att kunna styra objekten runt sig. Det visade sig vara sekundärt att avatarerna i mötet hade en tecknad stil, uppträdde med bara en överkropp i VR-mötet. (vilket nästan samtliga deltagare kommenterade), saknade mikro-ansiktsuttryck och ibland presterade anatomiskt onaturliga rörelser (vilket deltagarna oftast verkade förbise). De identifierade bristerna hos avatarerna i vår studie bekräftar tidigare forskning om användarnas preferenser för fylliga och realistiska avatarer (Yoon et al., 2019), men visar att andra dimensioner av kommunikation i rummet (t.ex. att stereoljud och manipulering av gemensamma objekt och ytor bidrog till känslan av närvaro i samma rum) kunde komplettera det rent visuella intrycket.

4.2.3 Gränssnittet och återkoppling

Under projektet tydliggjordes det att VR-headsetet som användes hade begränsad kompatibilitet med andra mjukvarusystem och tillät begränsade möjligheter att kunna anpassa VR-miljön. Detta kan ha negativt påverkat slutförandet av arbetsuppgifter och minskat produktiviteten. Dessutom upptäcktes svårigheter att navigera mellan gränssnittselement (t.ex. olika displayer och funktioner och inkopplade fysiska verktyg) i den fysiska och virtuella miljön. Detta kompletterar tidigare forskning (Biener et al., 2020) som visat på användares svårigheter med navigering mellan olika fönster i en VR-miljö och informationsmaterial som samtidigt kan representeras sida vid sida och i djupled. Användbarhets- och tillgänglighetsförbättringar antas kunna öka sannolikheten för att använda VR för kunskapsarbetsuppgifter, vilket speglar poänger som gjorts av Zallio & Clarkson (2022). Utifrån rekommendationerna som tagits fram under projektet (kap 5) bör VR-utvecklare tänka på att skapa genomtänkt navigation mellan olika interaktionslägen och att göra funktioner mer konsekventa i hanteringen. Vidare rekommenderas utvecklare att utforska potentialen i att ge haptisk¹⁰ feedback till användaren. Det skulle till exempel kunna vara bärbara enheter som kan vibrera, eller fingermonterade enheter som kan möjliggöra bekräftelse i form av ett realistisk "klick" (Harley et al., 2018). Dessutom borde de dra nytta av att miljön är en virtuell miljö och inte tillämpa fysiska och materiella begränsningar som finns i verkligheten; exempelvis skulle användaren kunna "flyga" i ett större arbetsutrymme, förstora post-it lappar och skriven text, eller använda skärmar som placeras på valfri

¹⁰ Beröringsbaserad återkoppling, t.ex. vibrationer i handkontrollerna

plats i rymden. Dock kräver sådana “brott mot naturlagarna” extra tydliga ingångar till att användare ska förstå de nya möjligheterna.

4.2.4 Uppdateringar kan leda till osäker funktionalitet

Apparna som finns i VR-headsetet är under kontinuerlig utveckling och projektet erfor att uppdateringar av utrustningens operativsystem kunde föra med sig överraskningar och drastiska förändringar. Vissa funktioner kunde vid en uppdatering plötsligt ha ändrats visuellt, förbättrats, eller tagits bort helt och hållet. Exempelvis erbjuder inte appen Horizon Workrooms längre (sedan 30 maj 2024) möjligheterna att använda något av de samarbetsverktyg som testades i mötesstudien (t.ex. ställa sig upp och skriva på whiteboardtavlor, byta rumslayout och miljöer, dela filer, använda post-its m.m.). Att datainsamlingen för mötesstudien hann slutföras innan detta oförutsett skedde var ren tur, och hade fullständigt omkullkastat studien om det hade skett under studiens gång. Youtube-kanalen The Construct (2024) gör en grundlig genomgång av vilka funktionaliteter som togs bort.

4.2.5 Teknikutveckling och marknaden

Sedan projektet startade har det även lanserats nya VR-utrustningar på marknaden som har bättre upplösning, annorlunda handstyrning/kontroller, avatarer med bättre ansiktsmimik och färgkameror med bättre upplösning; de flesta av dessa är däremot dyrare och väger mer (ofta på grund av tyngre hårdvara för att klara ökad upplösning och processorkraft), men är annorlunda viktfördelade på huvudet. Att döma av de typer av VR-utrustning som fått mest medial uppmärksamhet så verkar utvecklare röra sig bort ifrån rent immersiv VR och istället främja Augmented Reality (AR) och Mixed Reality (MR), som har kvar kopplingen till den faktiska fysiska omgivningen men mappar visuell information ovanpå den fysiska verkligheten (t.ex. Apple Vision Pro som släpptes i februari 2024).

4.3 Fysiska ergonomirisker

Under projektet identifierades preliminärt ett flertal potentiella fysiska ergonomirisker som bör beaktas vid användning av VR-utrustning i över en timme. Ett flertal statistiskt hållna, vridna eller böjda kroppsställningar observerades, ofta i nacke eller bål, handleder, armar och axlar. De flesta ergonomiska metoder som existerar för konventionell bedömning av arbetsrelaterad belastning har gränsvärden som gör det svårt att bedöma risknivåerna för ett så pass statistiskt men lågbelastat beteende; handkontrollerna i denna studie vägde strax under 150g, så de flesta bedömningsmetoder fångar inte upp denna låga handbelastning som en risk.

Resultatet som tagits fram påvisar också att det finns efterföljande symptom efter användandet av VR-utrustning, så som tryckrelaterat obehag i ansiktet, värk och stelhet i nacken, trötthet i ögonen och hos vissa en förvirrad känsla av överklighet. Obehaget som kan upplevas på grund av VR-headsetets vikt skulle kunna avskräcka användare från att ha ett virtuellt möte och kanske få vissa att föredra ett vanligt videomöte. Andra tekniska enheter som medarbetare ofta använder, som mobil och dator, innebär också också risker för obehag och muskuloskeletala skador (Asundi et al., 2010; Vasavada et al., 2015). Det krävs mer forskning för att utforska långsiktiga konsekvenser av tekniska enheter för arbete i allmänhet, och framförallt på den potentiella frekventa och långvariga användningen av VR-utrustning.

5. Rekommendationer

I detta synteskapitel omvandlas studiernas fynd till kortfattade praktiska rekommendationer för användare, arbetsgivare och utvecklare av VR-teknik.

5.1 Rekommendationer för användare

Tabell 3: Rekommendationer för användare som stöds av studierna i VirKA-projektet.

Rekommendation	Relaterat fynd i studierna	Risk & konsekvens
Inte bära VR-headsetet i mer än en timme.	Flera användare uttryckte efter samarbetsuppgiften (avatarmötet) att det kändes tungt på ansiktet efter drygt en timmes oavbruten användning av VR-headsetet.	Tung utrustning som kan bidra till statisk belastning, diskomfort och belastningsskador för användaren.
Använd VR-headsetet i ett rum med få lösa saker.	Under delstudierna observerades det att deltagarna slog ner saker i golvet vid VR-användning. Dessutom uttryckte deltagare att de var rädda för att gå in i möbler som fanns i det verkliga rummet men som inte syntes i VR-vyn.	Kollision med möbler och saker åker ner i golvet.
Designa en seriös avatar.	Flera uttryckte under samarbetsuppgiften att det var svårt att ta andra avatarrer seriöst.	Lågt förtroende för mötesdeltagare.
Tydligt beskriva sina känslor och tankar under VR-mötet.	Under samarbetsuppgiften blev det missförstånd mellan deltagare för att avatarrarna inte kunde ge mikro-uttryck och därmed kunde uppfattas som ointresserade och dryga, trots att de inte var det.	Missförstånd av den andra mötesdeltagarens känslor och tankar.
Tydligt presentera sig i början av ett VR-möte.	Personer som inte kände varandra under samarbetsuppgiften kopplade VR-mötet till avataren mer än personen, eftersom de inte hade träffats innan. Medan de som kände varandra kunde fylla i de visuella luckorna som saknades baserat på deras tidigare erfarenhet av personen.	Feltolkning av vem och hurdan mötesdeltagaren är.

5.2 Rekommendationer för arbetsgivare

Tabell 4: Rekommendationer för arbetsgivare som stöds av studierna i VirKA-projektet.

Rekommendation	Relaterat fynd i studierna	Risk & konsekvens
Ha särskilda rum tillgängliga för medarbetare som är ämnade för att genomföra VR-möten. Dessa rum bör enbart ha skrivbord, stol och ev. en whiteboardtavla.	Under delstudierna observerades det att deltagarna slog ner saker i golvet. Dessutom uttryckte deltagare att de var rädda för att gå in i möbler som fanns i det verkliga rummet men som inte syntes i VR-vyn.	Kollision med möbler och saker åker ner i golvet.
Anpassa typen av möte: video, IRL eller VR beroende på avsikten med mötet.	Några deltagare uttryckte efter samarbetsuppgiften att utseendena som erbjuds i virtuella möten inte lämpar sig väl till väldigt seriösa och professionella möten där allvarliga ämnen skall behandlas och beslut fattas, men att det kan fungera bättre än videomöten för mer avslappnade och kreativa möten.	Virtuella möten upplevs som mindre professionella än möten IRL.
Möten med nya personer borde ske IRL och följande möten kan genomföras virtuellt.	Personer som inte kände varandra under samarbetsuppgiften kopplade VR-mötet till avataren mer än personen, eftersom de inte hade träffats innan. De som redan var bekanta med varandra kunde fylla i de visuella luckorna som saknades från deras tidigare erfarenhet av personen.	Feltolkning av vem och hurdan mötesdeltagaren är.
Funktioner i appar för VR-arbete kan förändras drastiskt vid uppdateringar, vilket kan påverka medarbetarnas förutsättningar och upplevas som oförutsägbart.	När observationsstudien genomfördes var det möjligt att nå avancerade funktioner i mötesappen, såsom att skriva på en whiteboardtavla i VR-mötet. Ett antal månader efter studien togs denna och flera andra funktioner bort helt av leverantören.	Kommunikationssvårigheter, uteblivna möjligheter till samarbete och missnöje över produkten.
Ha särskilda rum tillgängliga för medarbetare som är ämnade för att genomföra VR-möten. Dessa rum bör ej ha lampor som sätts på och stängs av automatiskt med hjälp av sensorer.	När användare gjorde små gester med händerna kunde inte lampsensorerna i det fysiska rummet känna av det och rummet blev mörkt. Följden blev att VR-utrusningens kameror inte längre kunde uppfatta användarens rörelser.	Användaren får minskad kontroll och kan kollidera med saker runt om kring.

5.3 Rekommendationer för utvecklare av VR

Tabell 5: Rekommendationer för utvecklare av VR-utrustning och miljöer, som stöds av VirKA-projektet.

Rekommendation	Relaterat fynd i studierna	Risk & konsekvens
Utveckla VR-headset av lättare vikt.	Flera användare uttryckte efter samarbetsuppgiften att efter drygt en timmes användning kändes headsetet tungt på ansiktet och i vissa fall nacken.	Tung utrustning som kan bidra till smärta och belastningsskador för användaren.
Skärm med bättre pixelupplösning.	Flera deltagare att det var dålig upplösning i VR-headsetet så det var svårt att se tangentbordet och de upplevde ryckigheter i displayen. De behövde anstränga ögonen för att kunna se tydligt.	Undermålig upplösning i VR-headsetet som kan leda till synbesvär och huvudvärk.
Skapa en möjlighet för deltagare att kunna flytta runt mer i det virtuella rummet.	Deltagare uttryckte efter samarbetsuppgiften att de hade velat flytta runt mer i det virtuella rummet, mer än att byta sittplats och förflytta sig till whiteboardtavlan.	Begränsning att flytta runt i VR-rummet.
Designa så att det virtuella rummet stämmer bättre överens med det verkliga rummet.	Under delstudierna det att deltagarna slog ner saker i golvet. Dessutom uttryckte deltagare att de var rädda för att gå in i möbler som fanns i det verkliga rummet men som inte syntes i VR-vyn.	Kollision med möbler och saker åker ner i golvet.
Nyttja att det inte finns en fysisk begränsning i VR-rummet genom att möjliggöra "överkliga och övernaturliga" funktioner för användarna.	Deltagare uttryckte efter samarbetsuppgiften att det vore uppskattat att kunna göra mer saker i VR-rummet än vad som är fysiskt möjligt i verkligheten, exempelvis förstora och duplicera sina post-it-lappar.	Funktioner i VR-rummet är baserade på verklighetens begränsningar.
Begränsa avatarerna till att endast kunna röra sig i naturliga och verklighetstroga kroppspositioner.	Under samarbetsuppgiften uttryckte deltagare att avatarerna kunde göra rörelser som inte var naturliga, exempelvis att armarna befann sig i onaturliga positioner. Det kunde leda till distraktioner.	Avatarer i onaturliga kroppspositioner som distraherar.
Mer realistiska representationer gällande ansiktsuttryck, gärna mikroutryck.	Under samarbetsuppgiften blev det missförstånd mellan deltagare för att avatarerna inte kunde ge mikro-uttryck och därmed kunde uppfattas som ointresserade och dryga, trots att de inte var det.	Missförstånd av den andra mötesdeltagarens känslor och tankar.
Förhindra att avatarer kan kollidera med varandra.	Användare kunde inte känna av när de kolliderade med en annan mötesdeltagare. Användare behövde kolla runt för att inte gå in i någon annan.	VR-mötesrummet upplevs överkligt, vilket kan minska trovärdigheten för mötet.
Förbättrad uppfattning av handrörelser och feedback för användaren.	När användare nyper med fingrarna och klickar på knappar i VR-rummet är det inte alltid uppfattat av VR-headsetet. Dessutom är det bristande feedback för användaren.	Användare misslyckas att klicka på rätt knapp, vilket kan leda till frustration och irritation.
Snabbare skrollning i VR-rummet.	Användare upplevde att skrollningen gick långsammare i VR-rummet än med en datormus.	Användare kan bli frustrerade och irriterade.
Placera funktioner i VR-rummet konsekvent.	Användare hade svårigheter att hitta funktioner eftersom de var inkonsekvent placerade.	Användare kan bli frustrerade och irriterade.
Designa mer verklighetstroga mötesrum.	VR-mötesrummet levde inte upp till användarnas förväntningar för ett professionellt möte.	Mötesdeltagarna får minskat förtroende för mötet eftersom miljön runt om upplevs oprofessionell.

6. Slutsatser

I detta kapitel summeras projektets fynd och besvaras de ursprungliga forskningsfrågorna.

Projektets resultat visar att kunskapsarbete av typen “arbeta själv med dokumentation” inte enkelt översätts till VR om gränssnitten är otydliga, och åtminstone den första gången så tar dokumentationsuppgifter längre tid att utföra, för det mesta. Resultaten visar också att virtuella mötesrum i 3D kan stimulera en nyfikenhet och positiv känsla av närvaro för mötesdeltagarna, och avläsningen av motparten uppfattas som mer naturlig (jämfört med video-onlinemöten), eftersom delandet av ett virtuellt¹¹ utrymme med en annan person erbjuder nya, intuitiva kanaler till kommunikation, jämfört med ett vanligt videomöte.

Dock verkar det finnas ett behov av mer “professionellt orienterade” VR-utrustningar och miljöer för att avatar-möten skall bli ett arbetsverktyg i organisationer. Dessutom behöver IT-säkerhets- och interoperabilitetsfrågor lösas (t.ex. hur användare ska komma åt arbetsgivares krypterade molntjänster i VR-miljön), mängden behövda konton och accesser behöver minimeras och graden av professionalism behöver öka i både avatarernas utformning och de virtuella arbetsmiljöerna, så att de kan uppfattas som mer affärsmässiga och allvarsbetonade.

6.1 Svar på forskningsfrågorna

Tabell 6: Svar på forskningsfrågorna i projektet VirKA

Forskningsfråga	Summerande svar utifrån projektets resultat
Vilka fysiska belastningsaspekter/ risker uppstår vid användning av VR-utrustning för kunskapsarbete?	Ett flertal potentiella belastningsfaktorer för rygg och nacke härstammar ifrån headsetets vikt (framför allt när användaren böjer eller vrider nacken långvarigt), tryck på olika delar av huvudet och moment på nacken från långvarigt bärande (över en timme). För händerna finns eventuell risk för upprepade statiska rörelser och positioner, till exempel “svävande” hållning av händerna för att hålla dem inom synhåll för headsetet. Om handstyrningen av funktioner i VR-arbetsmiljön kräver hög precision, så finns risk för upprepade rörelser av statiskt belastande art.
Hur upplevs den visuella och fysiska komforten vid användning av VR-utrustning för kunskapsarbete?	Vid kortvarig användning (5-15 minuter) varierar detta på individnivå i studien, men de allra flesta användare beskrev att det kändes ansträngande vid bärande av VR-headset i över en timmes tid. Flera (dock inte alla) nämner obehag i form av suddig syn och ögontrötthet, medan de allra flesta nämner känslan av att ha haft en tyngd tryckandes på ansiktet. Några få nämnde obehag i nacke och rygg eller i sin dominanta arm/hand. Flera användare i solostudien verkade föredra att styra VR-miljön med handgester snarare än handkontroller, förutom några situationer där hög precision krävdes.
Hur upplever användare det virtuella gränssnittet i VR-utrustning för individuellt arbete respektive samarbete?	De flesta användare berättade i intervjuer efter solostudien att VR-miljön kändes ny och spännande och gav en attraktiv kontrast till “verkligheten” som de tillfälligt avskärmades ifrån. De allra flesta tog längre tid på sig att utföra uppgifterna i VR-miljön än i verkligheten, till stor del på grund av att behöva bemästra nya sätt att interagera med miljön och funktionerna; därför bör inte för starka slutsatser om effektivitet dras utifrån solostudien. Flera tyckte det var spännande och attraktivt att kunna sprida ut sitt arbete i VR-rymden, men var ibland inte säkra på vilket fönster de för tillfället hade aktivt.

¹¹ visuellt, spatiellt och auditivt

	<p>Flera uttryckte frustration över att "Klickande" på långt avstånd krävde en hög grad av precision som fordrade många försök. Avsaknaden av datormus nämndes som ovant och som att man saknade sitt verktyg.</p> <p>I mötesstudien upplevdes avatarmötet som mycket mer levande och engagerande än ett videomöte på datorskärm (den vanligaste jämförelsen). Användarna uppskattade att interagera med en annan förkroppsligad deltagare i mötet, och känslan av 3D-ljud i headsetet bidrog med känslan av att dela en gemensam rumsverklighet. De olika mötesverktygen (post-its, whiteboard m.m.) upplevdes som olika tilltalande beroende på hur snabbt användarna bemästrade dessa. Vissa beteenden av att använda respektive undvika vissa verktyg förstärktes av tillfälligt tekniskt krångel, vilket i vissa fall gjorde att mötesparen inte nyttjade verktygen i lika stor utsträckning, utan tog på sig olika roller (t.ex. en som letade på dator medan den andre skrev på tavlan). Flera användare nämnde att de kläd- och utseendeval som fanns för avatarerna kändes begränsande och att de i första hand verkade vara till för rekreation och mode, snarare än att kunna ge ett seriöst och professionellt intryck på ett möte.</p>
<p>Vad bör utvecklare/designers beakta vid utformning av VR-utrustning/plattformar för kunskapsarbete?</p>	<p>Kopplat till aspekterna nämnda ovan och nedan, så finns många tillfällen att gripa för utvecklare av VR-headset för arbetssyften. De kommersiellt tillgängliga funktionerna som testades i denna studie antyder att VR som arbetsverktyg för kunskapsarbete och samarbete kan vara mycket attraktivt, men IT-säkerhet, professionalism, komfort och effektivitet/precision behöver bli märkbart bättre för att användare ska välja det som ett alternativ i det långa loppet.</p> <p>En detaljerad lista återfinns i Rekommendationskapitlet.</p>
<p>Vad bör arbetsgivare beakta vid införande och/eller upphandling av VR-utrustning för kunskapsarbete?</p>	<p>Först och främst bör arbetsgivare, tillsammans med sin IT-organisation, säkerställa att den typ av arbete som avses att utföras i VR-miljö kan ske på ett sätt som är datasäkert och integritetsskyddande. Med anledning av att detta projekt testade en kommersiellt tillgänglig, självständig VR-utrustning finns anledning till att vara vaksam på att leverantören av tjänster i utrustningen kan uppdatera eller ändra tillgången till funktionalitet med kort varsel, eller hantera data (arbetsmaterial, tal, rörelsedata m.m.) på ett sätt som kan vara oförenligt med lagar och principer för att fullgott skydda personlig integritet och sekretess.</p> <p>Det kan finnas fog för att en investering i VR-teknik för arbetssyften bör tas fram som en skraddarsydd lösning för företagets syften. Dels för att garantera tillgång till funktionalitet, dels för att undvika missmatcher i erbjudna funktioner och tjänster (t.ex. saknat stöd för det svenska språket eller alltför oseriöst utformade avatarutseenden).</p> <p>Vidare så bör en dialog hållas med anställda med fokus på hur de tänker sig tillgången till och kontrollen över varje utrustning – som något att dela, eller något som ska vara personligt (särskilt med tanke på hygienaspekter vid bärande).</p> <p>Slutligen bör anställda ges vägledning i hur man använder VR på ett säkert och effektivt sätt, med avseende på förberedelse av arbetsutrymmet, hur man rör sig effektivt och ergonomiskt genomtänkt under arbetet, och hur länge i taget man arbetar i VR.</p> <p>En detaljerad lista återfinns i Rekommendationskapitlet.</p>

7. Publikationer, presentationer och annan spridning

Detta kapitel ger en översikt av kommunikationsmaterial som producerats och spridits som resultat av projektet. Här redovisas även genomförda och planerade insatser för att resultaten ska komma till praktisk användning.

7.1 Publikationer

Under projektet har en konferensartikel (Babapour Chafi & Berlin, 2022) hunnit publiceras, och manus till flera vetenskapliga tidskriftsartiklar baserade på de ingående studier är i verket när denna slutrapport skrivs. Kommande vetenskapliga publikationer kommer i möjligaste mån att publiceras med Open access (fri tillgänglighet) och göras tillgängliga via Chalmers forskningswebb (<https://research.chalmers.se/project/10449>) när dessa genomgått kollegial granskning och officiell publikation.

7.2 Populärvetenskapliga presentationer

2023-10-26	Gilla jobbet 2023	Virtuellt kontorsarbete
2024-04-15	EHSS årsmöte 2024	Virtuellt kontorsarbete
2024-11-13	Afa Frukostseminarium	Virtual Reality – den nya verkligheten på jobbet? (inbäddad Youtubelänk)

7.3 Konferenser

2022	NES2022 – 51st Nordic Ergonomics and Human Factors Society Conference – Uppsala, Sverige	On a Quest: The Conundrums of Designing a Scientific study of Office Tasks in a VR Environment	Presentation
2022	NES2022 – 51st Nordic Ergonomics and Human Factors Society Conference – Uppsala, Sverige	Ergonomics of Office Work in a VR Environment: A State-of-the-art Literature Review	Presentation & paper
2023			
2024 17-19 apr	Human Factors and Ergonomics Society - Europe Chapter (HFES-E 24) – Lübeck, Tyskland	User experience of Virtual Reality as a tool for knowledge work	Presentation
2024 25-30 aug	International Ergonomics Association (IEA2024) – Jeju, Sydkorea	A multi-step explorative study of Virtual Reality as an enabler for office tasks: The VirKA project	Presentation

7.4 Nyhetsartiklar om projektet

“Forskare undersöker hur virtuella kontor påverkar oss” av Karin Virgin, *Ingenjören* 2021-11-19
<https://www.ingenjoren.se/2021/11/19/forskare-undersoker-hur-virtuella-kontor-paverkar-oss/>

“Virtuella kontor undersöks av forskare” av Nicolina Söderqvist, *Tidningen Näringslivet* 2021-12-09
<https://www.tn.se/article/virtuella-kontor-undersoks-av-forskare/>

“Stort intresse för virtuella kontor” av Karin Virgin, *Ingenjören* 2022-01-31
https://www2.prevent.se/arbetsliv/forskning/2022/stort-intresse-for-virtuella-kontor/?utm_source=Arbetsliv&utm_medium=LI&utm_content=vr

“Hur blir arbetsmiljön i en virtuell verklighet?” av Leo Olsson, *Kvalitetsmagasinet* 2022-01-14
<https://kvalitetsmagasinet.se/hur-blir-arbetsmiljon-i-en-virtuell-verklighet/>

“Fyra frågor till...” av Lena Gunnars, *Arbetarskydd* 2022-01-31
<https://www.arbetarskydd.se/fyra-fragor-till/1545593>

7.5 Insatser för att resultaten ska komma till praktisk användning

Det praktiska slutresultatet av projektstudierna resulterade i rekommendationer (Kap 5) till användare och arbetsgivare som överväger att implementera VR-utrustning i sin arbetsmiljö, samt för utvecklare som intresserar sig för att utveckla och anpassa VR för (kunskaps)arbets syften. Tanken är att dessa parter ska kunna proaktivt kan väga för- och nackdelar i förhållande till den tänkta verksamheten, samt hjälpa dem förutse effekter på fysiskt, kognitivt och socialt välmående samt produktivitet, samarbete och kommunikation. Dessa rekommendationer och föreliggande slutrapport kommer att publiceras som populärvetenskapligt material på Chalmers forskningswebb. (<https://research.chalmers.se/project/10449>).

Referenser

- Asundi, K., Odell, D., Luce, A., & Dennerlein, J. T. (2010). Notebook computer use on a desk, lap and lap support: Effects on posture, performance and comfort. *Ergonomics*, 53(1), 74–82. <https://doi.org/10.1080/00140130903389043>
- Babapour Chafi, M., & Berlin, C. (2022). Ergonomics of Office Work in a VR Environment: A State-of-the-art Literature Review. In J. Lindblom & C. Osterman (Eds.), *51st Nordic Ergonomics and Human Factors Society Conference 2022 Ergonomics* (pp. 196–203). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29500.51842>
- Biener, V., Schneider, D., Gesslein, T., Otte, A., Kuth, B., Kristensson, P. O., Ofek, E., Pahud, M., & Grubert, J. (2020). Breaking the Screen: Interaction across Touchscreen Boundaries in Virtual Reality for Mobile Knowledge Workers. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 26(12), 3490–3502. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2020.3023567>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Cameron, J. A. (1996). Assessing work-related body-part discomfort: Current strategies and a behaviorally oriented assessment tool. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 18(5), 389–398. [https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0169-8141\(95\)00101-8](https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0169-8141(95)00101-8)
- Drucker, P. F. (1999). Knowledge-worker productivity: The biggest challenge. *California Management Review*, 41(2), 79–94.
- Harley, D., Verni, A., Willis, M., Ng, A., Bozzo, L., & Mazalek, A. (2018). Sensory VR: Smelling, touching, and eating virtual reality. *TEI 2018 - Proceedings of the 12th International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, 2018-Janua*, 386–397. <https://doi.org/10.1145/3173225.3173241>
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX: Results of empirical and theoretical research. In P. A. Hancock & N. Meshkati (Eds.). In P. A. Hancock & N. Meshkati (Eds.), *Human mental workload* (pp. 139–183). Elsevier Science Publishers B.V.
- Heerwagen, J. H., Kampschroer, K., Powell, K. M., & Loftness, V. (2004). Collaborative knowledge work environments. *Building Research and Information*, 32(6), 510–528. <https://doi.org/10.1080/09613210412331313025>
- Heiden, M., Zetterberg, C., Lindberg, P., Nylén, P., & Hemphälä, H. (2019). Validity of a computer-based risk assessment method for visual ergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 72, 180–187. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.05.006>
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201–205. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3)
- International Ergonomics Association, . (n.d.). *What Is Ergonomics (HFE)?* Retrieved November 25, 2024, from <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>
- International Organization for Standardization, . (2018). *ISO 9241-11:2018 Ergonomics of human-system interaction Part 11: Usability: Definitions and concepts (ISO Standard no. 9241-11:2018)*. <https://www.iso.org/standard/63500.html>
- Kelloway, E. K., & Barling, J. (2000). Knowledge work as organizational behavior. *International Journal of Management Reviews*, 2(3), 287–304. <https://doi.org/10.1111/1468-2370.00042>
- Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203–220. https://doi.org/https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3
- Marley, R. J., & Kumar, N. (1996). An improved musculoskeletal discomfort assessment tool. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 17(1), 21–27. [https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0169-8141\(94\)00099-9](https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0169-8141(94)00099-9)

- Nichols, S. (1999). Physical ergonomics of virtual environment use. *Applied Ergonomics*, 30(1), 79–90. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(98\)00045-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(98)00045-3)
- Osgood, C. E., Suci, G. J., & Tannenbaum, P. H. (1957). *The Measurement of Meaning*. University of Illinois Press.
- Prevent. (n.d.). *Belysning och synergonomi*. Retrieved November 24, 2024, from <https://www.prevent.se/jobba-med-arbetsmiljo/fysisk-arbetsmiljo/belysning/>
- Suchman, L. (2000). Making a case: ‘knowledge’ and ‘routine’ work in document production. In J. H. and C. H. P. Luff (Ed.), *Workplace Studies: Recovering Work Practice and Informing System Design* (pp. 29–45). Cambridge University Press.
- Vasavada, A. N., Nevins, D. D., Monda, S. M., Hughes, E., & Lin, D. C. (2015). Gravitational demand on the neck musculature during tablet computer use. *Ergonomics*, 58(6), 990–1004. <https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1005166>
- Yoon, B., Kim, H. Il, Lee, G. A., Billinqhurst, M., & Woo, W. (2019). The effect of avatar appearance on social presence in an augmented reality remote collaboration. *26th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces, VR 2019 - Proceedings*, 547–556. <https://doi.org/10.1109/VR.2019.8797719>
- Zallio, M., & Clarkson, P. J. (2022). Designing the metaverse: A study on inclusion, diversity, equity, accessibility and safety for digital immersive environments. *Telematics and Informatics*, 75. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2022.101909>
- Zetterberg, C., Heiden, M., Lindberg, P., Nylén, P., & Hemphälä, H. (2019). Reliability of a new risk assessment method for visual ergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 72, 71–79. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.04.002>

Bilaga A – Metoder och instrument som användes i studierna

Solostudien

Solostudien utfördes med en kombination av videoobservation, semistrukturerade intervjuer samt ifyllande av enkät med skattningsskalor. Dessa aktiviteter varvades för varje deluppgift som deltagaren ombads att göra, i varierande ordning mellan deltagare: Skriva text, Beräkna i kalkylblad, Rita ett diagram, samt Söka och sammanställa information med webbläsare och ett textdokument. Varje uppgift "övades" först IRL (i fysiska verkligheten) på en laptop i labmiljön, och deltagaren fick fylla i enkät och bedöma uppgiftens belastning med kroppskarta och skattningsskalor. Därefter genomfördes en snarlik uppgift i VR-miljön, följt av enkät, kroppskarta och skattningsskalor. Efter att alla fyra uppgifter IRL och i VR hade bedömts, så fick deltagaren fylla i en enkät om synergonomi, skattningsskalor om systemet Usability och VR-relaterad åksjuka. Nedan redovisas försöksordningen med de frågor och instrument som användes.

1. Forskningsdeltagaren välkomnades till platsen av studieledarna.
2. Studieledarna gav deltagaren information om studien och bad deltagaren fylla i en samtyckesblankett.
3. Studieledaren tog med deltagaren till observationsrummet och placerade ut markeringar (klisterlappar och pennmärken) deltagarens headset, bakhuvud, rygg, höfter, axlar, armbågar och handleder.
4. Studieledaren bad deltagaren ange bakgrundsinformation enligt nedan:

- Ålder
- Längd
- Kön
- Sysselsättning / yrke
- Beskriv hur du tidigare använt VR-utrustning?
 - Till vad, hur länge sen, hur ofta?
- Vilket operativsystem är du mest van vid?
 - Mac / Windows /Linux / Annat
- Vilken programvara/app är det mest troligt att du använder för att:
 - Skriva?
 - Hantera siffror?
 - Rita/Illustrera?
 - Göra informationssökningar online?
- Datorspelvana
 - Vad för spel, hur länge sen, hur ofta?
- Tangentbordsfärdighet
 - Tittar du / tittar du inte när du skriver
- Preferenser tangentbord
 - Språk, märke?
- Preferenser mus/styrdon

- Handmus / styrplatta / trackball / joystick / annat?
- Glasögon / linser?
- Dominant hand
 - Vänster / Höger / Ambidexter
- Tidigare muskuloskeletal besvär?
- (Kognitiva funktionsvariationer?)
 - t.ex. svårigheter med att skriva och förstå skriven text och göra beräkningar
- Tankar / förväntningar om hur det kommer vara att arbeta i VR?

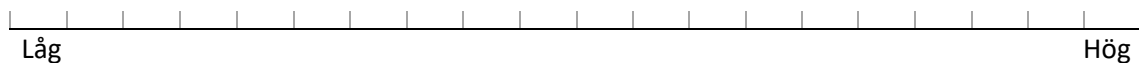
5. Studieleddaren gav deltagaren instruktioner om en första uppgift: *antingen* a) en skrivuppgift där studieleddaren läste upp en text som deltagaren skulle skriva av i en ordbehandlare, eller b) en beräkningsuppgift där deltagaren skulle göra en enkel summering i ett kalkylblad. Deltagaren ombads först utföra uppgiften IRL, och därefter i VR-miljön med VR-utrustning och blåtandstangentbord.
6. Efter varje utförande av uppgiften fick deltagaren fylla i följande skattningsskalor och kroppskarta på papper.

Uppgift: _____

Nedan följer sex skattningsskalor som berör olika aspekter av arbetsbelastning.

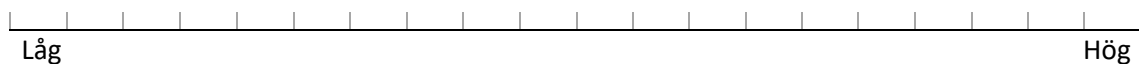
Skala 1: Mental belastning

Hur stor mental och perceptuell aktivitet medförde uppgiften
(t ex tänka, besluta, räkna, komma ihåg, titta, leta etc)?



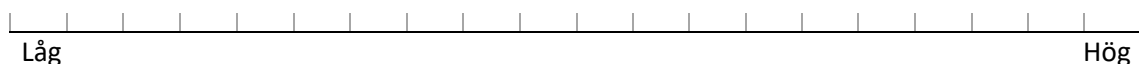
Skala 2: Fysisk belastning

Hur mycket fysisk aktivitet medförde uppgiften
(vända, sträcka, kontrollera, aktivera etc)?



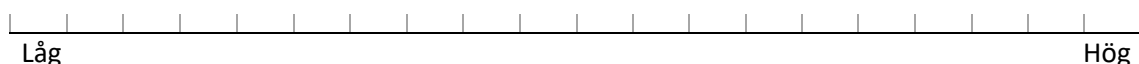
Skala 3: Tidspress

Hur mycket tidspress upplevde du?
Var arbetstakten långsam och avspänd eller snabb och hektisk?



Skala 4: Prestation

Hur bra tycker du att du uppnådde dina mål?
Hur nöjd är du med Din prestation?



Skala 5: Ansträngning

Hur mycket behövde du anstränga dig för att uppnå din prestationsnivå?

Låg

Hög

Skala 6: Frustrationsnivå

I vilken utsträckning blev du osäker, irriterad, stressad, eller modfälld under uppgiften?

Låg

Hög

Ange i vilken grad du håller med om följande:

Jag hade god kontroll genom hela utförandet av uppgiften

1

2

3

4

5

Instämmer
inte alls

Instämmer
helt

Kroppskarta – obehag (1-IRL)

Känner du obehag eller smärta någonstans på kroppen, huvudet eller i ansiktet? Rita med cirkel och ange en siffra. Annars kryssa i:

Inget obehag

0	Inget alls
0,5	Extremt svagt
1	Mycket svagt
2	Svagt
3	Måttligt
4	Något intensivt
5	Intensivt
6	
7	Mycket intensivt
8	
9	
10	Outhärdligt

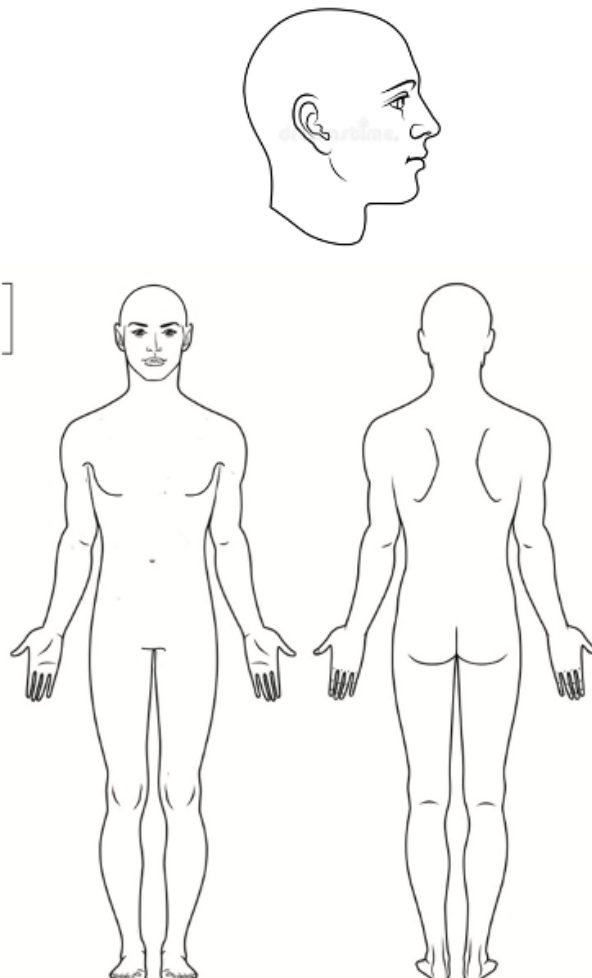


Bild från <https://www.skcin.org/downloads/SelfExaminationBodyMapping.pdf>

7. Studieledaren intervjuade deltagaren om VR-upplevelsen i helhet. Frågor med asterisk ställdes enbart om deltagaren hade observerats justera eller ta av sig headsetet.

- Vad är ditt allmänna intryck av att göra enskilda kontors-uppgifter i VR?
- Tänkte du någon gång på:
 - Utrustningen?
 - Gränssnittet?
 - Möblerna?
 - Rummet?
- Hade du velat fortsätta arbeta i VR?
- Hur känns det i kroppen nu när du testat att arbeta i VR?
- Hur kändes din rörelsefrihet?
- Du valde att sitta/stå vid olika tillfällen / hela tiden. Varför valde du det ena eller andra?
- När och varför valde du att styra med händerna eller handkontrollerna?
- *Om du justerade headsetet, vad var huvudanledningen?
- *Om du tog av dig headsetet under arbetet, vad var anledningen?

8. När den första uppgiften a) skrivande eller b) kalkyl hade utförts både IRL och i VR med efterföljande enkät och intervju, så ombads deltagaren att utföra den andra uppgiften med samma procedur som i steg 6-7.

9. Deltagaren erbjöds en kort paus innan fortsatta aktiviteter.

10. Studieledaren gav deltagaren instruktioner om en tredje uppgift: *antingen* c) att rita av ett diagram av en molekyl enligt en förlaga hittad via en internetsökning, eller d) göra en informationssökning online efter fem upplysningar som skulle sammanfattas som en skriftlig lista i en ordbehandlare. Deltagaren ombads först utföra uppgiften IRL, och därefter i VR-miljön med VR-utrustning och blåtandstangentbord.

11. Efter varje utförande av uppgiften fick deltagaren fylla i samma skattningsskalor och kroppskarta på papper som i steg 6, och svarade på samma intervjufrågor som i steg 7.

12. När den tredje uppgiften c) ritande eller d) informationssökning hade utförts både IRL och i VR med efterföljande enkät och intervju, så ombads deltagaren att utföra den fjärde uppgiften med samma procedur som i steg 6-7.

13. Studieledaren bad slutligen deltagaren fylla i följande frågor i enkäten på papper. Sista frågan behandlades muntligt som intervjufråga.

Syn och komfortfrågor VR

Nedan följer olika skattningsskalor för frågor om syn, välbegag och användarvänlighet.

Ögonansträngning:

Upplevde du något av följande besvär i ögonen?

Om ja, ringa in och dra streck till rätt intensitet, annars bocka i "Nej".

smärta / kliande / grusighet / värk / ljuskänslighet / rodnad / tårighet / torrt / trötta ögon

Mild	Medel	Allvarlig
------	-------	-----------

Nej

Symptom: Generell synfunktion

Suddigt seende, Dubbelseende, Oförmåga att fokusera

Mild	Medel	Allvarlig
------	-------	-----------

Nej

Märkte du av flimmer på skärmen? Ringa in **Ja / Nej**

Om ja, var det distraherande nog för att störa genomförandet av uppgiften?

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Märkte du av ryckiga rörelser på skärmbilden? Ringa in **Ja / Nej**

Om ja, var det distraherande nog för att störa genomförandet av uppgiften?

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

**Ange i vilken grad du håller med om följande (ringa in),
förklara samtidigt högt för försöksledaren hur du resonerar:**

Skärmkvaliteten var tillräckligt bra för att utföra uppgiften (synfält, ljusstyrka, upplösning).

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Detaljnivån på skärmen var tillräckligt bra för att utföra uppgiften.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag använder gärna en VR-miljö för sådana här arbetsuppgifter.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag drar mig för att använda VR-miljön, den är onödigt komplicerad.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag tycker att VR-miljön är lätt att använda.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag kommer att behöva hjälp av en kollega eller fråga någon teknisk person för att kunna använda VR-miljön

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag tycker att funktionerna i VR-miljön är väl organiserade och tydliga.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag tycker att det finns för mycket inkonsekvens och ologiska vägar i VR-miljön

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag kan tänka mig att de flesta skulle lära sig att använda VR-miljön mycket snabbt.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag tror att många tycker att VR-miljön är mycket besvärlig att använda.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag känner mig väldigt säker på hur jag skall använda VR-miljön.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag behövde lära mig mycket innan jag kom igång med VR-miljön.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Ange i vilken grad du anser att systemet är... (sätt ett kryss)

1	2	3	4	5	6	7
Opraktiskt					Praktiskt	
1	2	3	4	5	6	7
Tråkigt					Uppslukande	
1	2	3	4	5	6	7
Icke önskvärt					Önskvärt	
1	2	3	4	5	6	7
Isolerande					Gemensamhets- skapande	
1	2	3	4	5	6	7
Obehagligt					Behagligt	

Upplevde du något av följande besvär?

Om Ja på något, dra streck från besväret till rätt intensitet, annars bocka i "Nej".

Allmänna obehagskänslor

Trötthet

Huvudvärk

Ansträngda ögon

Svårigheter att fokusera

Ökad salivutsöndring

Svettningar

Illamående

Koncentrationssvårigheter

Tung i huvudet

Oskarp blick

Yrsel, ögonen öppna

Yrsel, ögonen slutna

Svindel

Magkänningar

Rapningar



Nej

Slutfråga: (förklara för försöksledaren högt)

Hade du velat att något vore annorlunda i VR-miljön?

14. Studieledaren frågade slutligen deltagaren om de ville tillägga något, och tackade därefter för deltagandet och stängde av ljudinspelningen.

Fokusgruppsintervjuerna

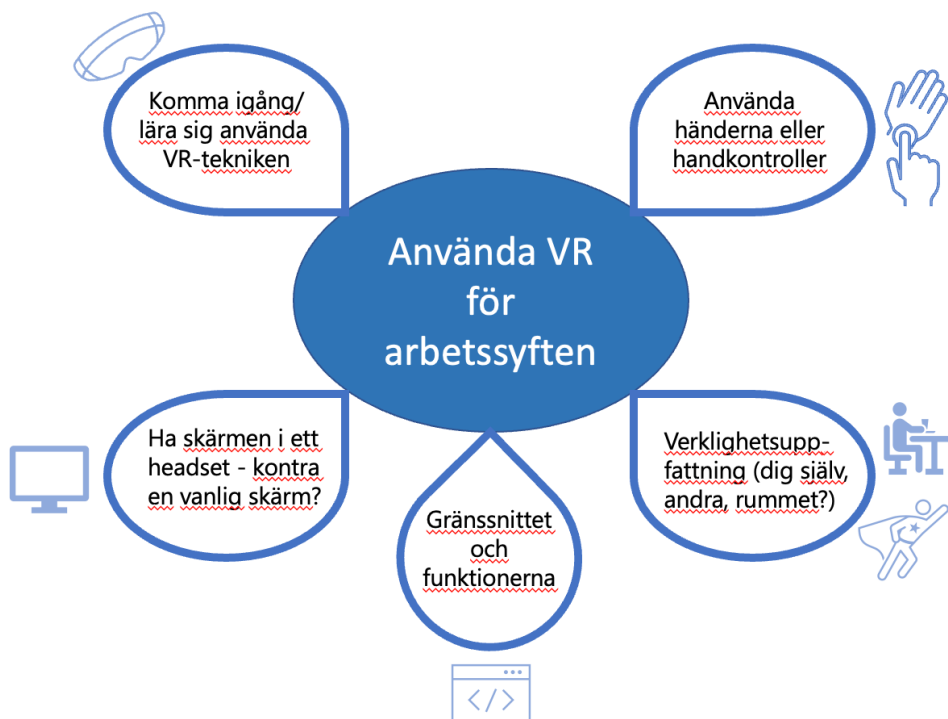
Fokusgrupperna utfördes som en gruppintervju i ett mötesrum. Alla deltagarna kunde se varandra, samtalet ljudinspelades och intervjuerna utgick ifrån två visuella posters för att stimulera deltagarna att föra samtalet om samma omfång av teman. Nedan redovisas de frågor och visualiseringar som användes.

Manus / frågeguide för fokusgruppsintervjuer (VirKA, Maj 2023)

Tack så mycket för att ni är med och deltar! Intervjun går ut på att få djupare förståelse om användning av VR-teknik för kontorsarbete.

Del 1: Erfarenheter från solostudien (45 min):

1. Intro bordet runt (upp till 10 min)
2. På bordet ser ni utrustningen som ni provade, och några utskrivna skärmmvyer för att påminna om experimentet.
3. EGEN UPPLEVELSE (10 min)
 - a. Berätta med egna ord hur ni minns att det var att använda VR under experimentet.
4. ANVÄNDNINGASPEKTER (20 min)
 - a. Vi vill gå in mer på djupet på de här aspekterna (visa bilden). Ta några minuter och anteckna era egna reflektioner kring något eller några teman, sedan diskuterar vi. (ge 2-3 min)



PAUS/BENSTRÄCKARE (5 min)

Del 2: Framåtblick (45 min):

1. Vad skulle göra VR tillräckligt attraktivt och smidigt att använda som arbetsverktyg i ditt arbete? (10 min)
2. Scenario 1: Ni kan få tillgång till ett VR-headset av arbetsgivaren. (20 min)
 - Skulle ni använda den? Till vilka syften?

- Ni kan låna headsetet ett tag och får ta hem det. Hur föreställer ni er att ni skulle använda den? Hur ofta? Hur länge?
 - Skulle något stoppa er från att använda VR-utrustning från arbetsgivaren?
 - Skulle ni tipsa/uppmuntra kollegorna att börja använda/låna verktyget? Varför?
3. Scenario 2: Arbetsgivaren betalar för att du kan få skaffa en egen VR-utrustning. (10 min)
- Skulle det göra skillnad? Hur resonerar du?
4. Avslutningsvis, Finns det något mer ni vill tillägga? (5 min)

Tack för att ni delade era insikter. Vi kommer att bearbeta materialet och kommunicera resultaten i slutliga rapporten. Vi planerar en sista delstudie om uppgifter som kräver samarbete. Info och intresseanmälan kommer efter sommaren.

Mötesstudien

Mötesstudien utfördes med en kombination av videoobservation (denna gång i två separata fysiska observationsrum plus VR-miljön), semistrukturerade intervjuer samt ifyllande av enkät med skattningsskalor. Nedan redovisas försöksordningen med de frågor och instrument som användes.

1. Forskningsdeltagarna (2 stycken) välkomnades till platsen av studieledarna. De presenterade sig för varandra.
2. Studieledarna gav deltagarna information om studien och bad deltagarna fylla i samtyckesblanketter.
3. Studieledarna tog med deltagarna till var sitt observationsrum och instruerade dem enskilt i hur de skulle skapa en avatarfigur för att representera sig själva. När avataren hade skapats så att deltagaren var nöjd så instruerade studieledaren hur deltagaren skulle ansluta till det virtuella mötesrummet i appen Meta Horizon Workrooms. Deltagaren satt ner i detta skede.
4. När deltagaren var ansluten, satte studieledaren igång videoinspelning i observationsrummet och lämnade deltagaren.
5. Studieledarna gick till ett tredje rum och anslöt till det virtuella mötet (där avatarerna kunde se varandra) via videolänk. Väl inne i mötet informerade studieledarna om att de skulle spela in ljud och video från mötet, och startade inspelningen.
6. Därefter instruerade studieledarna de två avatar-deltagarna i hur de skulle nyttja följande mötesrumsfunktioner:
 - Byte av rumsmiljö
 - Byte av sittplats i rummet
 - Förflyttning till whiteboard (stående)
 - Skriva på whiteboard ståendes (med handkontroll mot virtuell vägg)
 - Användning av post-it-lappar på whiteboarden
 - Förflyttning tillbaka till sittplats
 - Skriva på whiteboard med skrivplatta på bordsytan (med handkontroll mot bordsytan)
 - Anslutning av laptop till det virtuella mötet (delad skärm)
7. När deltagarna hade bekantat sig med rummets olika funktioner så gav studieledarna de två avatardeltagarna en planeringsuppgift att lösa tillsammans (se ruta nedan). När de hade kontrollerat att deltagarna förstått instruktionen så meddelade studieledarna att de skulle lämna mötesdeltagarna i fred i 15 minuter, och sedan titta in och fråga om de behövde mer tid, och annars be om en muntlig redovisning.

Planeringsuppgift

Tanken är att ni genomför uppgiften och dokumenterar. Vi ger er cirka 15 minuter. När ni är klara kommer vi tillbaka för att få en kort presentation om vad ni har kommit fram till (max 5 min).

Ni ska föreslå en rundtur för 5 personer i Göteborg, med fem till sju stopp, där man antingen kan äta något gott eller se något intressant. Ni ska göra ett tidsschema för en söndag, så ni får kolla på nätet att platser ni skall besöka är öppna. Om saker kostar pengar så vill vi att ni skriver ihop en ungefärlig budget.

8. Studieledarna släckte därefter sin videolänk-kamera och satte mikrofonen på ljudlöst, men fortsatte att observera och spela in avatarmötet.
9. När avatardeltagarna ansåg sig klara, återgick studieledarna till sin videolänk på mötet och bad avatardeltagarna berätta om sitt förslag till lösning på uppgiften och redovisa kostnaden för planen under max 5 minuter.
10. Efter detta fick deltagarna (fortfarande i VR-miljön) beskriva hur det var att utföra uppgiften tillsammans i VR. Efter det fick de ta av sina VR-headset och fylla i följande skattningsskalor (NASA-TLX) och kroppskarta på papper.

VR-experiment: fiktiva mötesuppgifter

Nedan följer sex skattningsskalor som berör olika aspekter av arbetsbelastning.
Kryssa för det som du anser stämmer för uppgiften.

Skala 1: Mental belastning

Hur stor mental och perceptuell aktivitet medförde uppgiften
(t ex tänka, besluta, räkna, komma ihåg, titta, leta etc)?

Låg		Hög
-----	--	-----

Skala 2: Fysisk belastning

Hur mycket fysisk aktivitet medförde uppgiften
(vända, sträcka, kontrollera, aktivera etc)?

Låg		Hög
-----	--	-----

Skala 3: Tidspress

Hur mycket tidspress upplevde du?
Var arbetstakten långsam och avspänd eller snabb och hektisk?

Låg		Hög
-----	--	-----

Skala 4: Prestation

Hur bra tycker du att du uppnådde dina mål?
Hur nöjd är du med Din prestation?

Låg		Hög
-----	--	-----

Skala 5: Ansträngning

Hur mycket behövde du anstränga dig för att uppnå din prestationsnivå?

Låg		Hög
-----	--	-----

Skala 6: Frustrationsnivå

I vilken utsträckning blev du osäker, irriterad, stressad,
eller modfälld under uppgiften?

Låg		Hög
-----	--	-----

Ange i vilken grad du håller med om följande:
Jag hade god kontroll genom hela utförandet av uppgiften

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Kroppskarta – obehag (1-IRL)

Känner du obehag eller smärta någonstans på kroppen, huvudet eller i ansiktet? Rita med cirkel och ange en siffra. Annars kryssa i:

Inget obehag

0	Inget alls
0,5	Extremt svagt
1	Mycket svagt
2	Svagt
3	Måttligt
4	Något intensivt
5	Intensivt
6	
7	Mycket intensivt
8	
9	
10	Outhärdligt

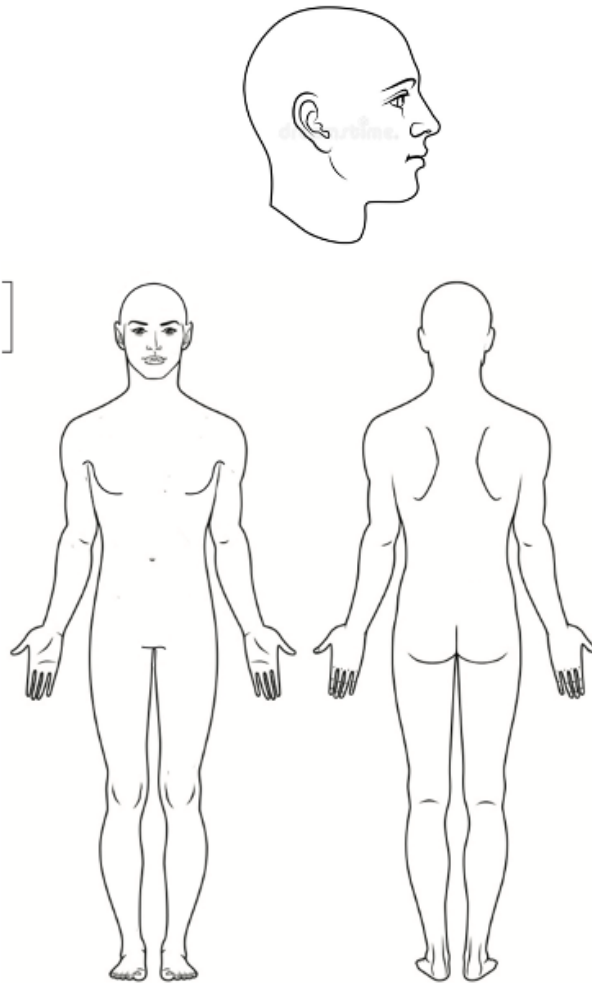


Bild från <https://www.skcin.org/downloads/SelfExaminationBodyMapping.pdf>

Syn och komfortfrågor VR

Nedan följer olika skattningsskalor för frågor om syn, välbehag och användarvänlighet.

Ögonansträngning:

Upplevde du något av följande besvär i ögonen?

Om ja, ringa in och dra streck till rätt intensitet, annars bocka i "Nej".

smärta / kliande / grusighet / värk / ljuskänslighet / rodnad / tårighet / torrt / trötta ögon

Mild	Medel	Allvarlig
------	-------	-----------

Nej

Symptom: Generell synfunktion

Suddigt seende, Dubbelseende, Oförmåga att fokusera

Mild	Medel	Allvarlig
------	-------	-----------

Nej

Märkte du av flimmer på skärmen? Ringa in **Ja / Nej**

Om ja, var det distraherande nog för att störa genomförandet av uppgiften?

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Märkte du av ryckiga rörelser på skärmbilden? Ringa in **Ja / Nej**

Om ja, var det distraherande nog för att störa genomförandet av uppgiften?

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

**Ange i vilken grad du håller med om följande (ringa in),
förklara samtidigt högt för försöksledaren hur du resonerar:**

Skärmkvaliteten var tillräckligt bra för att utföra uppgiften (synfält, ljusstyrka, upplösning).

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Detaljnivån på skärmen var tillräckligt bra för att utföra uppgiften.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag använder gärna en VR-miljö för sådana här arbetsuppgifter.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag drar mig för att använda VR-miljön, den är onödigt komplicerad.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag tycker att VR-miljön är lätt att använda.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag kommer att behöva hjälp av en kollega eller fråga någon teknisk person för att kunna använda VR-miljön

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag tycker att funktionerna i VR-miljön är väl organiserade och tydliga.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag tycker att det finns för mycket inkonsekvens och ologiska vägar i VR-miljön

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag kan tänka mig att de flesta skulle lära sig att använda VR-miljön mycket snabbt.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag tror att många tycker att VR-miljön är mycket besvärlig att använda.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag känner mig väldigt säker på hur jag skall använda VR-miljön.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Jag behövde lära mig mycket innan jag kom igång med VR-miljön.

1	2	3	4	5
Instämmer inte alls				Instämmer helt

Ange i vilken grad du anser att systemet är... (sätt ett kryss)

1	2	3	4	5	6	7
Opraktiskt						Praktiskt

1	2	3	4	5	6	7
Tråkigt						Uppslukande

1	2	3	4	5	6	7
Icke önskvärt						Önskvärt

1	2	3	4	5	6	7
Isolerande						Gemensamhets- skapande

1	2	3	4	5	6	7
Obehagligt						Behagligt

Upplevde du något av följande besvär?

Om Ja på något, dra streck från besväret till rätt intensitet, annars bocka i "Nej".

Allmänna obehagskänslor

Trötthet

Huvudvärk

Ansträngda ögon

Svårigheter att fokusera

Ökad salivutsöndring

Svettningar

Illamående

Koncentrationssvårigheter

Tung i huvudet

Oskarp blick

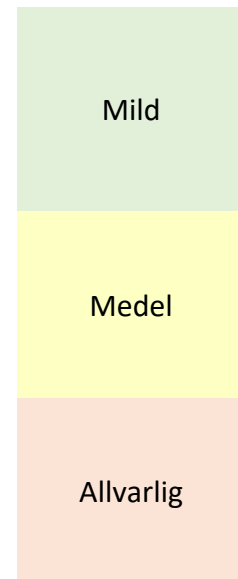
Yrsel, ögonen öppna

Yrsel, ögonen slutna

Svindel

Magkänningar

Rapningar



Nej

11. Därefter samlades studieledarna och deltagarna fysiskt för en avslutande intervju, som ljudinspelades.

- Hur var det att interagera med varandra genom en avatar?
- Hur upplevdes kommunikationen mellan er?
 - a. Verbal kommunikation
 - b. Kroppspråk, ögonkontakt
- Hur upplevde ni era egna rörelser när ni deltog i VR-mötet?
- Hur känns det i kroppen nu efter mötet?
- Hur tolkade ni varandras engagemang och närvaro?
- Hur upplevde ni samarbetet i de delade ytorna? (Whiteboard, skärm)
 - a. Flytta på/manipulera gemensamma saker
 - b. Välja utseende, layout, mm
 - c. Titta på samma sak samtidigt
 - d. Ha fokus på uppgiften/göra andra saker
 - e. Visa material, peka på/ringa in delar av materialet
 - f. Få koll på materialet
- Hur upplevde ni verktygets olika funktioner?
- Hur upplevde ni mötesrummets generella utformning?
- Hade ni velat att något vore annorlunda i Virtuella mötesmiljön?
- Hur tänker ni er att man kan använda det här? Till vilken typ av möten/arbete?
- Nu när ni testat VR individuellt och för att ha möte, vad tänker ni kring hur det skulle kunna användas i ert jobb?
- Är det något mer ni vill lägga till?

12. Efter intervjun tackade studieledarna deltagarna och stängde av ljudinspelningen.