



UPPSALA  
UNIVERSITET

Serienummer

Examensarbete 30 hp

Januari 2023

# ECSPAR

En metod för UX-utvärdering av professionellt  
samarbete medierat av AR och platskänsla

---

Agnes Olofsson och Kajsa Wictorin



UPPSALA  
UNIVERSITET

## ECSPAR – A method for UX evaluation of professional collaboration mediated by AR and sense of place

---

Agnes Olofsson och Kajsa Victorin

### **Abstract**

Augmented Reality (AR) is currently experiencing significant growth due to the advancements in technology and its increasing presence in our everyday life. One area where AR has the potential to make a significant impact is in the context of Industry 4.0, where distributed team-members with different expertise need to collaborate to achieve shared goals. As the field of AR continues to evolve and the technology becomes more mature and robust, research priorities are shifting, and user experience (UX) is becoming increasingly important. However, most existing evaluation methods are designed for single-user systems and are not suitable for evaluating professional collaboration via AR. This thesis aims to develop a method for analytical UX evaluation for professional collaboration mediated by AR, called ECSPAR (analytical evaluation of professional collaboration mediated by AR and sense of place). ECSPAR is based on a theoretical lens of the human-geographical concept of “sense of place” and draws on different user-centered theories such as user experience and computer-supported cooperative work to address the human factors underlying collaboration. A systematic methodological approach was employed during the design process, which consisted of four iterative phases and resulted in ECSPAR. Semi-structured interviews and self-evaluation were conducted to gather empirical data. The benefits of ECSPAR include its ability to evaluate collaborative AR from a user-centered perspective without requiring a large number of users, and its ability to be applied both during the development of new AR systems and on existing systems. This enables potential usability issues to be identified and mitigated early in the development process, saving both time and money, and leading to a better, more positive user experience for the future users of AR technology. This contributes to a more sustainable and healthy work environment.

In conclusion, ECSPAR is a valuable tool for UX evaluation of professional cooperation mediated by AR by providing important dimensions and a more comprehensive understanding of AR's value to the collaborative process.

**Teknisk-naturvetenskapliga fakulteten**

**Uppsala universitet, Utgivningsort Uppsala/Visby**

Handledare: Johan Svensson Ämnesgranskare: Jessica Lindblom

Examinator: Elisabeth Andrésdóttir

## Populärvetenskaplig sammanfattning

Augmented Reality (AR) är en teknologi som förstärker verkligheten genom att lägga till ett visuellt lager av data på det vi ser. På senare tid har AR vuxit i popularitet på grund av teknologiska framsteg och dess närvaro ökar i vårt vardagliga liv. Ett område där AR har potential att göra en stor inverkan är inom Industri 4.0, där gruppmedlemmar med olika kompetenser måste samarbeta fastän de befinner sig på skilda platser för att uppnå gemensamma mål. Medan AR-området fortsätter att utvecklas och teknologin blir mer mogen och robust, blir användarupplevelsen (UX) allt viktigare. Att utvärdera hur väl ett system uppfyller och stödjer arbetsuppgifter är en väsentlig aspekt av UX-designprocessen och underlättar identifieringen av olika användbarhetsproblem. Gränssnitt och system behöver ständigt ses över och testas för att möta användarnas behov och önskemål. Det har dock visat sig att antalet utvärderingsmetoder för AR är begränsat och de flesta existerande metoderna är utformade för enanvändarsystem, vilket inte lämpar sig för att utvärdera AR som ett samarbetsverktyg.

Denna uppsats syftar till att utveckla en analytisk UX-utvärderingsmetod för professionellt samarbete som medieras av AR, kallad ECSPAR (analytisk utvärdering av professionellt samarbete medierat av AR och platskänsla). Genom en teoretisk lins av det kulturgeografiska begreppet platskänsla tar ECSPAR hänsyn till olika användarcentrerade teorier som användarupplevelse och datorstött samarbete för att beakta de mänskliga faktorerna bakom samarbete och hur tekniken, för att stödja samarbetet, kan förbättras. Kombinationen av en litteraturstudie, samt insamlad data genom semi-strukturerade intervjuer och självutvärderingar, har utgjort grunden för utformningen av ECSPAR. Fördelarna med ECSPAR inkluderar dess förmåga att utvärdera AR som samarbetsverktyg ur ett användbarhetsperspektiv utan att kräva ett stort antal användare, och dess förmåga att tillämpas både under utvecklingen av nya AR-system och på befintliga system. Detta gör det möjligt att identifiera och hantera eventuella problem med användbarhet tidigt i utvecklingsprocessen. Vilket sparar både tid och pengar och leder till en bättre användarupplevelse för framtida användare av AR-teknologi.

En insikt som examensarbetet bidragit till är att teknik länge har varit ett viktigt verktyg för att förbättra människors vardag och arbete. Dess potential att underlätta och optimera olika aktiviteter har varit tydligt och det finns ingen tvekan om att teknik är en central faktor för många av de förbättringar vi ser i samhället. Trots detta är det viktigt att påpeka att värdet av teknik kommer först när den används i ett sammanhang där den passar in och tillför mervärde. Detta är särskilt relevant i professionella sammanhang, där tekniken måste användas på ett sådant sätt att den bidrar till att skapa en hållbar och hälsosam arbetsmiljö. ECSPAR är ett värdefullt verktyg för UX-utvärdering av professionellt samarbete vilket medieras av AR

genom att tillhandahålla viktiga dimensioner och ge en mer omfattande förståelse för det värde som AR tillför i samarbetsprocessen, samtidigt som det hjälper till att identifiera begränsningar och utmaningar. Detta är viktigt för att kunna använda tekniken på ett sätt som bidrar till att skapa en socialt och ekonomiskt hållbar samt hälsosam arbetsmiljö. Således kan ECSPAR användas som ett verktyg för att säkerställa att tekniken används på ett lämpligt sätt och för att maximera dess värde vid professionella samarbeten.

## Förord

Det är med stor glädje vi skriver dessa förord, som avslutning på vår civilingenjörsutbildning i system i teknik och samhälle vid Uppsala universitet. Examensarbetet omfattar 30 hp och har utförts i samarbete med IMINT Image Intelligence AB.

Vi vill ta detta tillfälle att rikta ett varmt tack till alla på IMINT, och särskilt till vår handledare Johan Svensson, som stöttat oss med värdefull kunskap och som ständigt varit tillgänglig för frågor under arbetets gång. Vi är också tacksamma för vår ämnesgranskare Jessica Lindbloms tid, engagemang och vägledning i att hjälpa oss att förbättra vårt arbete.

Vi vill också uttrycka vår tacksamhet till vänner och lärare vid Uppsala universitet. Deras stöd och insikter under åren har varit avgörande för att nå denna milstolpe.

Kajsa Wictorin och Agnes Olofsson, januari 2023

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Introduktion</b>	<b>1</b>
1.1	Syfte och delmål . . . . .	3
1.2	Avgränsningar . . . . .	4
1.3	Disposition . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>6</b>
2.1	Tekniken bakom AR . . . . .	6
2.2	AR i arbetsliv . . . . .	8
2.3	Forskningsområden . . . . .	9
2.3.1	Människa-datorinteraktion och AR . . . . .	10
2.3.2	Datorstött samarbete . . . . .	12
2.3.3	UX . . . . .	14
2.3.4	Platskänsla och användarupplevelse . . . . .	16
2.4	AR som samarbetsverktyg i fysiska uppgifter . . . . .	18
2.5	UX-utvärdering . . . . .	21
<b>3</b>	<b>Forskningsdesign, genomförande och delresultat</b>	<b>23</b>
3.1	Metodutveckling . . . . .	23
3.2	Planerat genomförande för designprocessen . . . . .	23
3.3	Empiri - Intervjuer . . . . .	29
3.3.1	Deltagare samt genomförande av intervjuer . . . . .	29
3.3.2	Erhållet resultat från intervjuerna . . . . .	32
3.4	Befintliga heuristiker . . . . .	38
3.5	Empiri - Självutvärdering . . . . .	41
3.5.1	Genomförande . . . . .	41
3.5.2	Sammanställning . . . . .	41
3.5.3	Erhållet resultat från självutvärdering . . . . .	44
3.6	Design av utvärderingsmetod . . . . .	45
3.6.1	Sammanställning och analys av insamlad data från tidigare resultat och litteratur . . . . .	46
3.6.2	Rekommendationer och analys av utvärderingsdata . . . . .	52
<b>4</b>	<b>Slutresultat</b>	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>Diskussion och slutsatser</b>	<b>61</b>
5.1	Slutsats . . . . .	61
5.2	Metoddiskussion . . . . .	62

5.3	Vetenskapligt och samhällsligt bidrag samt etiska aspekter . . . . .	63
5.4	Förslag till vidare forskning . . . . .	64
<b>6</b>	<b>Bilagor</b>	<b>71</b>
A	Intervjufrågor . . . . .	71

# 1 Introduktion

Uppkomsten av allt fler multinationella företag i kombination med tekniska framsteg har bidragit till ökningen av distribuerade arbetsmetoder [1]. I en allt mer hybrid och uppkopplad värld är sannolikheten låg att framtidens arbete kommer att se ut på det traditionella sättet med standardkontor och långa resor. Ett mer globalt samarbetsätt förväntas istället växa med hjälp av stödjande teknik [1][2]. Hittills har användningen främst kretsats kring videokonferenser, webbseminarium och meddelandetjänster. Utöver dessa ser många företag möjligheten att ta arbetet ett steg längre genom att använda så kallad virtuell- (VR) och förstärkt verklighet (AR) [1][3]. Big Tech-bolag så som Google, Meta, och Apple investerar betydande summor i VR- och AR-tekniker för att säkra sin andel av en växande marknad [4][5]. Även om flera faktorer bidragit till teknikens tillkomst var Covid-19-pandemin en av branschens största katalysatorer [6]. Sedan världen stod inför stora begränsningar med social distansering har ett behov av mer uppslukande och meningsfulla upplevelser växt. Samtidigt har det uppstått insikter kring alternativ som är mer ekonomiska, hållbara och bekväma [5][6].

Ett digitalt samarbete med hjälp av AR har potential att stödja fysiskt distribuerade kollegor som behöver uppnå ett gemensamt mål. Ett område där AR-tekniken kan fylla ett syfte är bland annat inom den så kallade smarta industrin eller Industri 4.0 som går mot mer avancerade och digitaliserade arbetsytor [7]. AR-tekniken kan omforma hur operatörer får ny kunskap och integrerar digitalt med sin fysiska omgivning [2][8]. Tekniken möjliggör fjärrsupport vid fysiska uppgifter där expertis inte finns på plats. Genom att lägga till digital information på verkliga objekt kan lokala operatörer vägledas av en fjärrexpert. [9]. På det enklaste sättet kan en fjärrexpert via röstsamtal ge muntliga instruktioner och förklaringar. Många studier visar dock att en delad syn på arbetsmiljön förbättrar utförandet av en samarbetsuppgift. En delad visuell kontext av arbetsmiljön förbättrar koordinationen, underlättar gemensamma grunder och ger en delad förståelse för vad som diskuteras [10][11]. Här kan AR-tekniken spela en avgörande roll för ett lyckat samarbete.

Likt många nya teknologier, har de tidiga stadierna av forskningen fokuserat på tekniska faktorer för att skapa användbara AR-system. Med ökad mognad och robusthet av teknologin börjar forskningsprioriteringar omdirigeras och frågor kring användarupplevelse (UX) blir allt viktigare. En central del av användbarheten och användarupplevelsen i AR-system som samarbetsverktyg är hur väl samarbetet stöds av tekniken. Distribuerat samarbete sägs generellt vara svårare än likvärdigt arbete i samlokaliserade miljöer. En del av problemet tycks komma från att samarbetsverktyg utvecklas utan en grundlig förståelse för hur grupper samordnar aktiviteter i samlokaliserade miljöer [12]. Det finns en omfattande mängd forskning som fokuserar på tekniken för AR [13]. Däremot är majoriteten av forskningen inriktad på problem kopplat



till mjuk- och hårdvara, och fleranvändar-AR har fått begränsad uppmärksamhet från forskare [12][14]. Det finns ett behov av AR-forskning som fokuserar på de mänskliga problem som ligger till grund för kommunikation och samarbete.

Ett annat men relaterat område som fått begränsat med uppmärksamhet inom AR-forskning är begreppet *platskänsla*. Tjøstheim [15] har i sitt arbete lyft att det förekommit lite forskning som fokuserar på begreppet platskänsla ur ett tekniskt perspektiv, och hur begreppet relaterar till teknik som kan skapa en subjektiv upplevelse av att vara på en plats eller i en miljö fast att man är belägen på en annan. Detta trots deras konceptuella kopplingar. Genom att använda AR-glasögon kan användarna se och interagera med varandra och omgivningen på ett sätt som känns naturligt och som ger en känsla av att befinna sig i samma rum eller kontext. Detta anser vi, likt Tjøstheim [15], kan kopplas till det kulturgeografiska begreppet platskänsla. Platskänsla är speciellt användbart för personer som arbetar på distans, eftersom det kan förbättra kommunikationen och samarbetet mellan dem. Genom att öka bland annat vakenhet, medvetenhet och en förståelse för situationen, kan en AR-lösning stödja en bättre analys, diskussion och lösning av komplexa problem [16]. Därmed kan AR-tekniken göra arbetet på distans mer meningsfullt och tillfredsställande vilket ger en positiv påverkan på användarupplevelsen.

AR-tekniken står alltså inför flertalet utmaningar och teoretiska luckor och det är relativt få utvärderingsmetoder som syftar till att bedöma användbarheten av AR-system, vilket utgör ett tydligt behov av ytterligare forskning på området. Att utvärdera hur ett system uppfyller användbarhetskrav är en väsentlig aspekt för att designa och utveckla användbara system [17]. Användargränssnittet och systemets funktionalitet behöver ständigt ses över och testas för att möta användarnas behov och önskemål i utförandet av arbetsuppgifter i en given kontext. Att utvärdera användarupplevelse av intelligenta miljöer menar Stephanidis, Salvendy, Antona m. fl. [18] går betydligt längre än enbart prestationsbaserade tillvägagångssätt. Med de nya interaktiva systemen är karaktären på tekniken förändrad, i och med denna förändring pekas traditionell utvärderingspraxis ut som otillräcklig. Några påtalade utmaningar ligger bland annat i användarens tolkning av signaler från flera kommunikationskanaler, kontext-medvetenhet och uppgiftsspecifika prestationsmål i uppgiftslösa system [18]. Även om de traditionella utvärderingsmetoderna för användbarhet kan identifiera vissa problem med nya AR-gränssnitt, passar ingen av de nuvarande utvärderingsmetoderna de specifika behoven i de nya gränssnitten [18][19].

De få existerande AR-utvärderingsmetoderna är riktade mot enanvändarsystem vilket inte lämpar sig för samarbetsscenarier. För AR-system som samarbetsverktyg menar Marques,

Silva, Teixeira m. fl. [20] att vägen till användbara, realistiska och effektfulla lösningar, behöver innefatta en tydlig förståelse för hur ett fjärrsamarbete sker genom AR och hur det kan bidra till en mer effektiv insats. Vidare menar [20] och [13] att utvärderingen av AR som samarbetsverktyg är en väsentlig del men utmanande med tanke på antalet faktorer som kan påverka samarbetet. Syftet med denna uppsats är således att utveckla en utvärderingsmetod för AR som samarbetsverktyg för att tillgodose det identifierade kunskapsgapet beskrivet ovan. För att fylla de teoretiska kunskapsluckorna har vi valt att ta utgångspunkt från olika användarcentrerade teorier såsom användarupplevelse och datorstött samarbete för att ta hänsyn till de mänskliga problemen som ligger till grund för samarbete, samt det kulturgeografiska begreppet platskänsla i processen med att designa vår utvärderingsmetod, ECSPAR. Fördelar med utvärderingsmetoden ECSPAR som tagits fram är att den kan utvärdera denna typ av system ur ett användbarhetsperspektiv utan att ett stort antal användare finns tillgängliga samt att den kan användas både under utvecklingen av ett nytt AR-system samt på ett befintligt AR-system. På så sätt kan potentiella användningsproblem tidigt identifieras och hanteras på ett ändamålsenligt sätt vilket sparar både tid och pengar för utvecklingsprojektet. Det skapar också möjligheter för en bättre och mer positiv användarupplevelse för de framtida potentiella användarna av AR-tekniken vilket bidrar till en sundare och mer hållbar arbetsmiljö.

Examensarbetet är gjort i samarbete med IMINT som är ett svenskt mjukvaruföretag specialiserat på intelligenta sensorer och dataanalys för optiska enheter. IMINTs Vidhance-plattform för videoförbättring är integrerad i över 800 miljoner enheter, främst i smartphones men även i flertalet AR-glasögon. Vidhance-tekniken är optimerad och anpassad för de specifika kraven hos enheter som AR-glasögon och motverkar de naturliga svårigheterna att hålla AR-glasögonen stabila vid videoströmning [21]. IMINT har bidragit med sin expertis inom området och gett oss en bättre förståelse för AR-teknik, dess potential och marknadsläget.

## 1.1 Syfte och delmål

Syftet med uppsatsen är att designa en analytisk utvärderingsmetod för AR-teknik som samarbetsverktyg vid professionellt och fysiskt arbete ur ett UX-perspektiv. Arbetet syftar även till att skapa bättre förståelse för vilka aspekter av användarupplevelsen som är relevanta för en analytisk utvärdering av AR-system som samarbetsverktyg i fysiskt och professionellt syfte utifrån en teoretisk lins av begreppet platskänsla. För att uppnå syftet har följande delmål identifierats:

1. Identifiera relevanta teman utifrån teorier och tidigare forskning.
2. Identifiera relevanta teman utifrån empiri.

### 3. Kombinera relevanta teman från teori och empiri.

Notera att begreppet 'teman' syftar på övergripande idéer eller koncept som identifieras genom analys av data och anses ha hög relevans för användarupplevelsen vid användning av tekniken.

## 1.2 Avgränsningar

För att skapa en användbar utvärderingsmetod har området behövt avgränsats till ett konkret användningsområde. Då metoden ämnar att utvärdera AR-system som samarbetsverktyg i fysiskt och professionellt syfte, kommer utvärderingsmetoden inte att täcka AR-system av ensam användare eller samarbetsverktyg utan AR-teknik. Omfånget av denna uppsats har även satt begränsning i vilken typ av AR-system som analyserats närmare vilket gjort att fokus lagts på huvudburna enheter. Detta för att skapa ett djup för just denna typ av enhet utan att behöva täcka in aspekter som inte är av relevans. Systemet som metoden ämnas utvärdera skall därav vara en mobil enhet vars konstruktion kan bäras huvudburet av en operatör som tar emot instruktioner från en fjärrexpert via utrustningen. Vidare är den framtagna metoden utformad för prediktiv analys vilket innebär att den som använder sig av metoden inte behöver tillgång till användare. Att inte inkludera användare vid utvärdering kan ge en begränsning till metodens resultat samtidigt som det möjliggör användning av metoden för utvecklare av denna typ av AR-system.

## 1.3 Disposition

För att uppfylla syftet kommer de tre delmål som nämnts ovan ligga till grund för olika delar av uppsatsen. Detta ämnar att underlätta för läsaren vad de olika kapitlen ger för bidrag till det slutliga resultatet. Följande kapitel, 2 *Bakgrund*, kommer ge inblick i det aktuella forskningsläget. Detta ämnar att för det första ge bakgrund till hur denna uppsats har identifierat ett behov av en ny utvärderingsmetod inom det aktuella området, och för det andra att redogöra för den forskning och teorier som bidragit till denna uppsats och avser därmed att besvara första delmålet. Kapitel 3 *Forskningsdesign, genomförande och delresultat* inleds med ett avsnitt om metodutveckling följt av det planerade genomförandet av designprocessen. Dessa avsnitt kommer ge detaljer kring hur denna uppsats kommer att ta fram utvärderingsmetoden. Avsnitt 3.3 *Empiri - Intervjuer* och 3.5 *Empiri - Självutvärdering* redogör för uppsatsen empiriska resultat vilket avser besvara andra delmålet. Avsnitt 3.4 *Befintliga heuristiker* är en fördjupning av teoretiskt material och avser bidra till första delmålet. Att detta avsnitt inte placerats vid resterande forskning är för att det har direkt anknytning till självutvärderingen och denna fördjupning lämpade sig bäst efter en inblick i det empiriska materialet. Placeringen avser underlätta läsningen då den följer arbetet i uppsatsen kronologiskt samt ge en tydligare struktur och förståelse för självutvärderingens resultat. Nästa avsnitt, 3.6 *Design av utvärderingsmetod*

är det avsnitt som knyter samman de resultat som framkommit från tidigare avsnitt och därav ämnar att uppfylla det tredje delmålet och direkt kopplar till det slutresultat som presenteras i kapitel 4 *Slutresultat*. Det sista kapitlet, 5 *Diskussion och slutsatser* kommer i de två första avsnitten redogöra för de totala slutsatser som framkommit från uppsatsen samt diskussion om metodval. Vidare följs detta av två avslutande avsnitt, 5.3 *Vetenskapligt och samhällligt bidrag samt etiska aspekter* och 5.4 *Förslag till vidare forskning*, som sammafattar uppsatsens bidrag i sin helhet.

## 2 Bakgrund

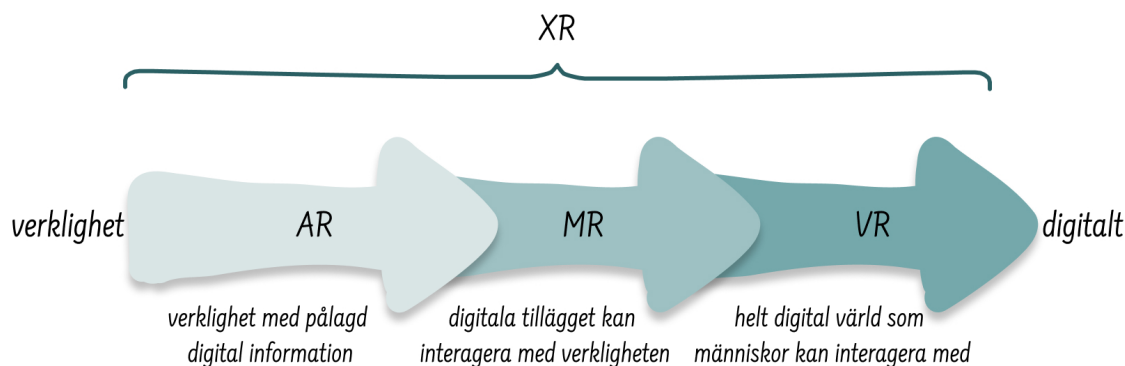
Kapitlet inleds med två avsnitt ämnade att ge en grundlig förståelse för AR som teknik och dess utveckling inom professionellt användande. Efterföljande avsnitt går djupare in på relevanta forskningsområden och centrala begrepp kopplat till AR. MDI agerar som paraplybegrepp för att sedan leda in på litteratur kring datorstött samarbete och UX. Avsnitt 2.3.4 *Platskänsla och användarupplevelse* lyfter en tvärvetenskaplig vinkel där kulturgeografiska konceptet *platskänsla* diskuteras och hur den kan påverka användarupplevelsen. Därefter följer en mer fördjupad diskussion kring UX-aspekter vid AR som fysiskt samarbetsverktyg, kopplat till de centrala begrepp som tidigare gått igenom. Denna del av uppsatsen ämnar att tillsammans med avsnitt 3.4 uppfylla första delmålet, *Identifiera relevanta teman utifrån teorier och tidigare forskning*, som kommer bidra till att uppfylla uppsatsens syfte. Eftersom syftet med uppsatsen är att designa en utvärderingsmetod avslutas bakgrunden med en beskrivning av utvärdering inom UX, som inom litteraturen anses vara en väsentlig del av UX-arbetet.

### 2.1 Tekniken bakom AR

När verklighet blandas med virtuella inslag i form av visuell data kallas det augmented reality (AR) vilket på svenska brukar benämnas som förstärkt verklighet. Konceptet innebär att i realtid kunna se verkligheten med ett tillfört lager med digital information. Exempelvis genom att rikta mobilens kamera på ett objekt och därmed få mer information om objektet i form av text eller bilder som ett tillägg direkt på skärmen [22][23]. Även om konceptet AR skulle kunna ses som en relativt ny teknik för många människor, har konceptet sina rötter tillbaka på 1990-talet. Två forskare, Caudell och Mizell [24], myntade begreppet i en artikel där de presenterade en design av genomskinliga skyddsglasögon som skulle stötta flygplans-tillverkare vid montering av flygplan [24]. Två år senare, 1992, utvecklade Louis Rosenberg det första helt fungerade AR-systemet som var ämnat för det Amerikanska flygvapnet. Det var dock först många år senare som tekniken fick ett mer utbrett genomslag där mobilspelet Pokémon GO, som slog igenom 2016, ses som en markör för när tekniken fick en rejäl knuff framåt och blev mer utbredd i sitt användande. Att det gick hela 24 år från fungerande teknik-till större genombrott anses främst bero på att prestandan inte höll för storskaligt nyttjande [22].

För att ge bättre förståelse och för att undvika förvirring i kommande avsnitt kommer en kort introduktion till anknyttande begrepp. AR är en av tre tekniker som ingår i samlingsbegreppet extended reality (XR), vanligen översatt till utökad verklighet. Utöver AR finns här även mixed reality (MR) och virtual reality (VR). Det som de tre teknikerna har gemensamt är att samtliga bygger på att användaren interagerar med en mer eller mindre virtuell miljö. VR är den mest virtuella varianten där användaren interagerar med en fullständig virtuell miljö

som i sig kan vara fiktiv eller baseras på verkliga miljöer. Detta till skillnad från AR där hela miljön är verklig och där ett digitalt lager lagts på, så som när en pokémon står i naturen eller objektfokuserade filter i exempelvis applikationen Snapchat. Karaktäristiskt för AR är att det pålagda filtret inte förhåller sig till verkligheten mer än att det placeras på utvalda ställen och med hjälp av tekniken håller sig till sin plats, även om kameran förflyttar sig. Detta leder till att MR som likt AR baseras på verkligheten med ett pålagt digitalt lager men med skillnaden att de digitala objekten/figurerna här kan röra sig i förhållande till verkligheten [22][25]. I figur 1 visas hur begreppen följer varandra från en verklig värld till att den är helt digital.



*Figur 1: Modell över hur AR, MR och VR hänger ihop under samlingsbegreppet XR. Egenskapad bild.*

Tekniken bakom AR grundas i intelligent teknik för displayer, intelligent interaktionsteknik samt registreringsteknik utformad för 3D. Vanligt förekommande fokusområden vid utveckling av AR-teknik är därför algoritmer, metoder för människa-data interaktion (MDI), från engelskans human-computer interaction (HCI), samt plattformar i teknologins kärna för mjuk- och hårdvaruinfrastruktur [23].

Vid användningen av AR finns olika typer av utrustning såsom kameran i en mobiltelefon eller speciellt utformade glasögon/headset. Den gemensamma funktionen som blir avgörande för att tekniken ska fungera är att det finns en kamera samt en skärm som gör det möjligt att se det digitala tillägget direkt kopplat till vad kameran har i blickfånget, samt en applikation utformad för ändamålet [22]. Det finns generellt tre sätt för en användare att uppleva AR. Huvudmonterat, handhållen eller spatial. Den huvudburna konstruktionen kan antingen bäras direkt på huvudet eller fästas på en hjälm, den handburna kan exempelvis vara att använda en mobiltelefon och den spatiala utrustningen står separat från användaren och placeras statiskt i användarens omgivning [26].

Vid fysiskt arbete är den handhållna varianten något osmidigare eftersom händerna ofta behövs till själva arbetet och den spatiala varianten är något begränsad till att AR endast kan visas i nära miljö till utrustningens placering [10]. Denna uppsats fokuserar på AR som samarbetsverktyg vid fysiska uppgifter, vilket leder in på varför uppsatsen fokuserar på den huvudmonterade varianten, där användarens händer frigörs till att utföra arbetsuppgifter [10]. Huvudburen design ger även en tydligare bild för fjärrexperten som genom att se operatörens händer kan vägleda även under en process när den lokala operatören arbetar, till skillnad från den spatiala varianten. Ytterligare en fördel med huvudmonterad AR, jämfört med både spatial och handhållen, är att videon följer huvudets rörelse och alltså låter fjärrexperten se vad som är av intresse att titta på för stunden utan att den lokala operatören behöver se till att följa händelseförloppet med en separat enhet [10]. I följande avsnitt kommer mer information om hur tekniken påverkar arbetsflödet och i avsnitt 2.4 kommer huvudburen AR att lyftas utifrån det aktuella forskningsläget.

## 2.2 AR i arbetsliv

Att AR som teknikområde har utvecklats drastiskt under de senaste årtiondet är en följd av dess breda utbud av tillämpningsområden [27]. Trots detta är det först nyligen som AR-tekniken börjat hitta sin väg till ett brett utbud av både kommersiella och industriella tillämpningar. Anledningen till förändringen är att utvecklingen gått mot en relativt billig och framförallt bättre teknik. Utvecklingen har lett till att AR inte längre riktar sig endast mot nöje, utan även håller på att förändra hur vi arbetar [1]. AR-företag ser på tekniken som en naturlig utveckling av samarbete där det, istället för skrivbordsmiljö och plingande telefoner, kommer en värld där samarbete sker i virtuellt utökade miljöer som möjliggör ett fördjupat, naturligare och mer mångsidigt sätt att utföra affärer [1]. AR har haft sin initiala tillämpning främst inom underhållning, medicin, tillverkning och reparation, anteckningar och visualiseringar, robotvägplanering och militära tillämpningar [28]. Numera har användningsområdena brett ut sig och teknologin är inte längre knuten till något specifikt branschområde [27].

Som tidigare nämnts är tillämpningsområdena stora. Många gånger läggs fokus på att applicera datorgenererade element såsom informationstext eller 3D-modeller på verkliga element som ögat kan se. Fokus i denna uppsats är AR-teknik för samarbete mellan personer i samma tid men vid olika platser. I dagens starkt uppkopplade affärsmiljöer och globala marknader, kan AR-baserat fjärrsamarbete svara på de växande kraven gällande marknadsmöjligheter. Den snabba utvecklingen kring AR-teknologier har resulterat i att det idag finns många kompakta och lätta enheter tillgängliga [29]. Vilket innebär att AR-teknikens mjuk- och hårdvara kan underlätta samarbete vid fysiska uppgifter även då de inkluderade parterna befinner sig på olika

platser under arbetets gång [30]. Vidare, har forskning från olika håll visat att AR gradvis blir en oundgänglig del av det fjärrstyrda samarbetet i fysiska uppgifter [29][30] och tekniken håller på att bli tillräckligt mogen för att stödja en mängd olika komplexa samarbetsscenarier [31].

Ett flertal studier har visat på ökad effektivitet vid användandet av AR för komplexa uppgifter. Wang och Dunston [32] har visat att AR-teknik kan förbättra prestandatid samt den mentala ansträngningen i samarbetsuppgifter kopplat till design. Alem och Li [33] fann att AR ökar tillfredsställelsen med fjärrsamarbete vid fysiska uppgifter medan Dong, Behzadan, Chen m. fl. [34] pekar på att tekniken underlättar kommunikationen i tekniska processer. Danielsson, Holm och Syberfeldt [26] hävdar dock att användning av huvudmonterad AR-teknik kan påverka användarnas effektivitet negativt. Det finns en hel del forskning som både lyfter utmaningar och styrkor med tekniken, i kommande avsnitt kommer därför relevant forskning att tas upp. En kunskapslucka finns inom nyare forskning som fokuserar på AR som verktyg för fjärrstyrt samarbete på distans.

## 2.3 Forskningsområden

I följande avsnitt presenteras forskningsområden som identifierats som relevanta för denna uppsats. I och med teknikens utveckling har även forskningen behövt utvecklas och skifta fokus för att kunna appliceras på den nya tekniken. Människa- datorinteraktion (MDI) agerar som paraplybegrepp i denna uppsats och har sin utgångspunkt i användarperspektivet. MDI definieras ofta som: "Human-computer interaction is a discipline concerned with the design, evaluation and implementation of interactive computing systems for human use and with the study of major phenomena surrounding them." [35, s. 5]. Forskningsområdet växte fram i början av 1980-talet i samband med att datorer blev tillgängliga för en bredare publik än enbart utvecklarna själva. I och med detta ställdes krav på en mer lättanvänd dator med färdiga lösningar för användarna, snarare än att användarna själva stod för utvecklandet [36]. MDI är än idag avgörande för att utforma intuitiva datorinteraktioner där användare inte behöver ta hänsyn till komplexiteten med att använda datorsystemet [18]. Att ta hänsyn till MDI inom AR-utvecklingen kan leda till en bättre upplevelse och tillhandahålla mer naturliga och effektiva sätt för användare att interagera med en förstärkt verklighet. Eftersom uppsatsen fokuserar på AR som fleranvändarsystem är det vidare av relevans att ta upp forskning kring datorstött samarbete som ett centralt begrepp. I och med internets uppkomst ställdes tekniken inför nya utmaningar. Ett datorstött samarbete möjliggjordes och det blev därför relevant att börja studera skärningspunkten mellan samarbetsbeteenden och teknik. Forskning inom datorstött arbete, kallat Computer Supported Cooperative Work (CSCW), har kulminerat i teorier kring hur teknologier underlättar, försämrar eller förändrar samarbetsaktiviteter över tid och rum. Vidare utökning av MDI som också studerar människors interaktioner med datorer är



forskning inom UX-design. I och med den snabba teknikutvecklingen blir användarna allt mer kräsna och krav på en bra användarupplevelse blir allt viktigare [18]. Kärnan av UX-design är att göra upplevelsen av interaktionen med artefakt både tillfredsställande, produktiv och samtidigt glädjande för användaren [37][38]. UX går bortom endast interaktionsögonblicket och fokuserar på helhetsupplevelsen. Avslutningsvis i detta avsnitt tas det kulturgeografiska begreppet *platskänsla* upp. Med denna tvärvetenskapliga vinkel i uppsatsen diskuteras hur en stark platskänsla kan påverka användarupplevelsen samt aspekter kring begreppet som påverkar interaktionen.

### 2.3.1 Människa-datorinteraktion och AR

Det tvärvetenskapliga forskningsområdet MDI har traditionellt haft fokus på det mänskliga perspektivet och hur man kan säkerställa att teknologin tjänar människors (användarnas) behov på bästa möjliga sätt i utförandet av en uppgift i en given kontext [37]. Med den snabba teknikutvecklingen ökar komplexiteten och behovet av god interaktionskvalitet som är smidig att använda och kommunikation har eskalerat. Vilket innebär att även det mänskliga perspektivet på tekniken förändras, eftersom användarna blir mer och mer medvetna om den påverkan som tekniken har på vardagslivet. Användarna tycks bli mer uppmärksamma och kritiska, mindre optimistiska och ställer högre krav, både gällande den tekniska funktionaliteten samt smidighet och enkelhet i användarupplevelsen. Följden blir att designprocessen blir mer centrerad runt människan vilket möts av nya utmaningar, där både metoder och fokus behöver skiftas för att kunna identifiera och möta de kritiska frågor som ligger till grund för en mer fördelaktig och förtroendefull relation mellan mänskligheten och tekniken [18].

Länge har utvecklingen inom AR varit teknikdriven och den forskning som finns är främst inriktad på problem kopplat till mjuk- och hårdvara. Det finns begränsat med forskning kring riktlinjer och studier kopplat till MDI [14]. Dünser, Grasset, Seichter m. fl. [14] menar att ofta är användaren inte integrerad i systemdesign-processen och det finns en relativt liten förståelse för designprinciper för användargränssnitt i utvecklingen. Vidare menar de att för en framgångsrik utveckling av AR-system måste alla inblandade forskningsdomäner beaktas och integreras korrekt med ett användarcentrerat designfokus [14]. I en artikel av Stephanidis, Salvendy, Antona m. fl. [18] identifieras fundamentala utmaningar inom MDI som uppstår i och med den snabba teknikutvecklingen tillsammans med ökat behov på både individ- och samhällsnivå [18]. Flera av dessa huvudsakliga utmaningar som lyfts kan kopplas till AR-teknik.

En av de fundamentala utmaningarna som vuxit fram inom MDI är interaktionen mellan människa och miljö [18], vilket kan kopplas till denna uppsats. En del av utmaningen är att

människor tros i allt högre grad interagera med teknik som skapar smarta miljöer. Tekniken kommer att bäddas in i artefakter och bli en del av de vardagliga aktiviteterna. Detta beskrivs som “försvinnande datorer” [18] och skulle kunna beskrivas som att den smarta artefakten blir en sådan självklar del av vardagen att det glöms bort att det i själva verket är en dator. Smarta glasögon skulle kunna vara ett exempel på “försvinnande datorer”, där potentiella designutmaningar är att användare inte längre är fullt medvetna om interaktionsalternativen. Tekniska framsteg har gjort att designutrymmet blivit större redan nu och begreppet användargränssnitt har breddats, men designutmaningarna bör inte förbises med tanke på frågor relaterade till användarkontroll, transparens, etik och integritet. En annan del av utmaningen kring interaktionen mellan människa och miljö kopplat till AR ligger i att skapa realistiska upplevelser som kan ge ökad känsla av fördjupning och närvaro. Det innebär framsteg i bland annat känslan av handlingskraft och lokalisering [18]. Ytterligare hinder är användarens otillräckliga självrepresentation, visuellt inducerad åksjuka (även kallat cybersjuka) samt bristande visuell-haptisk interaktion. Samtidigt lyfter författarna fram en oro för att sociala interaktioner i det verkliga livet kan hotas [39]. En annan fundamental utmaning inom MDI som också går att koppla ihop med AR-tekniken rör välmående och hälsa. Inom denna utmaning uppmärksammar Stephanidis, Salvendy, Antona m. fl. [18] befolkningens ålder. De menar på att en avsevärd del av de framtida tekniska användarna är eller kommer bli äldre. Detta kan göra att man uppfattar teknologin på olika sätt, både på grund av funktionella begränsningar och åldersrelaterade förändringar i kognitiva processer [18].

En annan utmaning som AR-tekniken sägs ställas inför ur ett MDI-perspektiv, som tagits upp i introduktionen och ligger till grund för syftet i denna uppsats, är utvärdering av tekniken. Att utvärdera användarupplevelse av intelligenta miljöer menar Stephanidis, Salvendy, Antona m. fl. [18] går längre än prestationsbaserade tillvägagångssätt. Nya interaktiva system har förändrad karaktär [18][40]. De har ny avkänningsteknik med hjälp av sensorer som till exempel ljud- och ljusavkänning, elektroniska taggar eller fysiologisk avkänning. Detta möjliggör design av gränssnitt att bli mer naturligt och utöver de traditionella med tangentbord men det ställer också höga krav på interaktionsdesignen. Det har även skett ett skifte i initiativ. I traditionella system initierar oftast användaren interaktionen och därav är dessa system lyhörda i sin natur. Numera är proaktiva system allt vanligare och interaktionsinitiativ kommer även från systemet själv [40]. En annan förändrad karaktär är diversifiering av fysiska gränssnitt. Trender går mot både uppslukande skärmar och interaktiva skyltar och samtidigt mot bärbara och inbyggda skärmar. Poppe, Rienks och Dijk [40] menar även att det finns en förändring i tillämpningssyften för MDI-system. De traditionella systemen är ofta uppgiftsbaserade medan nyare system har ett annat fokus på användaren och dess upplevelse. Uppgiften är inte längre målet, utan snarare själva interaktionen. Här menar Poppe, Rienks och Dijk [40] att UX-design

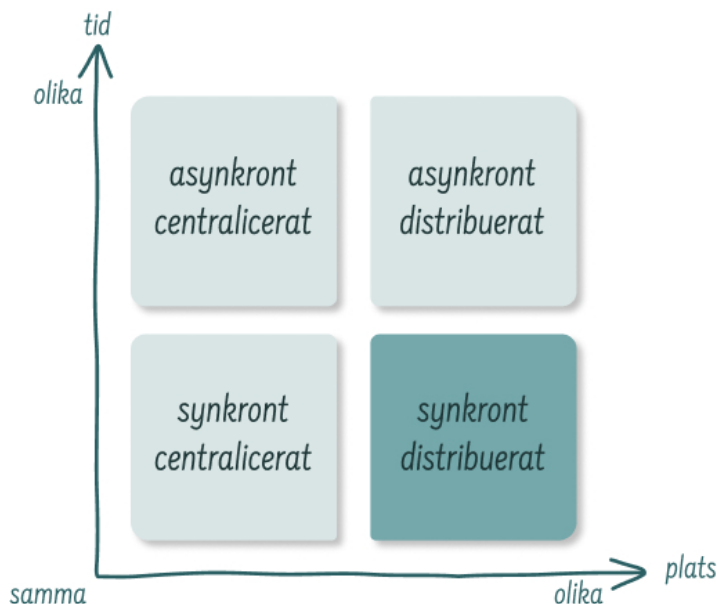
kan ses som motrörelsen till den dominerande uppgiften och arbetsrelaterade användbarhetsparadigmet. Mer om UX-design kommer att tas upp i senare avsnitt. En annan aspekt är också att gränssnitt visar en trend mot produktinteraktion. Vi kan numera spela musik, ta bilder och ringa med våra mobiltelefoner, tvättmaskiner kan numera både tvätta och torka dina kläder och så vidare [40]. Detta kan ses som exempel på "försvinnande datorer" som tidigare tagits upp. Detta påverkar val av gränssnitt och ställer krav på interaktionsdesignen. Allt som nämnts i detta stycke är exempel på den förändrade karaktären hos interaktiva system. I och med denna förändring pekas den traditionella utvärderingspraxisen ut som otillräcklig. Utmaningarna inkluderar bland annat tolkningen av signaler från flera kommunikationskanaler, kontextmedvetenhet och uppgiftsspecifika prestationsmål i uppgiftslösa system [18][40].

### 2.3.2 Datorstött samarbete

Parallellt med utvecklingen av AR har området CSCW blivit ett nytt koncept som fokuserat på de problem som uppstått, som följd av att mänsklig datorstödd kommunikation och samarbete har blivit allt vanligare under de senaste 30 åren. Forskningsområdet är startat av teknologer i försök att lära sig om samarbete från socialpsykologer, ekonomer, antropologer och organisationsteoretiker. Arbetet kring CSCW har kulminerat i rik teori om samarbetets natur, de roller som individerna tar och hur samarbete kan vara mer än summan av dess delar [9][41]. Konceptet kring datorstött samarbete introducerade till en början enkla samarbetsverktyg så som e-post och videokonferenser men har på senare tid, med den snabba utvecklingen, presenterat allt mer avancerade typer av samarbetsystem [42]. Trots att området är relativt moget och har stöd i en stor samling av litteratur, har den största akademiska AR-konferensen (ISMAR) ägnat lite uppmärksamhet åt CSCW [12]. Sereno, Wang, Besançon m. fl. [12] skriver att endast 1,7 % av litteratur publicerad mellan 2008 och 2017 på ISMAR har diskuterat samarbete inom AR och MR [12]. Ens, Lanir, Tang m. fl. [9] menar att det är nyligen som AR-forskningen kunnat fokusera på de mänskliga problem som ligger till grund för kommunikation och samarbete, snarare än den teknik som gör AR-samarbetet möjligt [9][14]. CSCW-forskare har undersökt hur AR-teknik kan ge samarbetspartners en delad förståelse. Dessa tidiga arbeten inom forskningsområdet visade att AR tillåter uppgiftsutrymmet att sömlöst kombineras med kommunikationsutrymmet, tillskillnad från andra samarbetsteknologier där det kan finnas en separation [9]. AR-tekniken möjliggör för användare att uppleva ett mer uppslukande och informationsrikt samarbete [42].

Ett av de vanligaste sätten att konceptualisera samarbetsystem är att använda den traditionella CSCW-matrisen se figur 2. I matrisen handlar en dimension om när interaktionen sker, antingen samtidigt eller vid olika tidpunkter. Den andra dimensionen handlar om interaktionens geografiska läge som antingen sker på samma plats eller avlägsna platser. Detta resulterar i fyra

kategorier: synkront centraliserat, asynkront centraliserat, synkront distribuerat och asynkront distribuerat [41]. Med andra ord, hur samarbetet kan distribueras över tid och rum. Eftersom denna uppsats har utgångspunkt i fjärrstyrt samarbete med hjälp av AR, alltså samma tid men vid olika platser, kommer kvadranten synkront distribuerat vara av mest relevans.



Figur 2: Visualisering av CSCW-matrisen där synkront distribuerat är den aktuella kvadranten. Egenskapad bild.

En viktig tråd inom CSCW-forskning som är av relevans för denna uppsats är att förstå rollen av samarbetsbeteenden i fysiska utrymmen. Inom detta finns två element som är av teoretisk relevans för lyckad teknik. Det första är kunskap om vem som är på arbetsplatsen och vad de gör. Det andra handlar om att artikulera en förståelse för hur visuell information kan stödja samarbetet [9]. En hel del CSCW-teknik, även kallat groupware, har utforskat sätt att tillåta medarbetaren att gestikulera flytande, eftersom gester tillåter kommunikation kring ett delat visuellt sammanhang. Gester kan bli särskilt viktigt när tal och gester är relaterade till diskussionsobjektet. Människor sägs samarbeta bra genom deiktiska referenser så som *den här* eller *därborta*. Litteraturen tyder på att referenser inom kollaborativ AR är avgörande för ett smidigt samarbete [43]. Detta har ofta realiserats genom digitala pekare eller ikoner, även informationstext applicerat vid objekten som nämnts tidigare. Gergle, Kraut och Fussell [10] med flera har visat på att en delad förståelse av det visuella sammanhanget är viktigt för att samarbeta effektivt. Jones, Witcraft, Bateman m. fl. [11] har gjort en observationsstudie på mobila videokonferanser där en eller flera av deltagarna rör sig runt. De identifierade då två huvudsakliga designutmaningar. För det första, hur tillåts samarbetspartners på distans

att självständigt utforska miljön, och för det andra, hur kan dessa samarbetspartners på ett enkelt och effektivt sätt förstå varandras syn på miljön [11]. Dessa problem är grundläggande utmaningar inom AR-sammanhang där samarbetet står i fokus.

### 2.3.3 UX

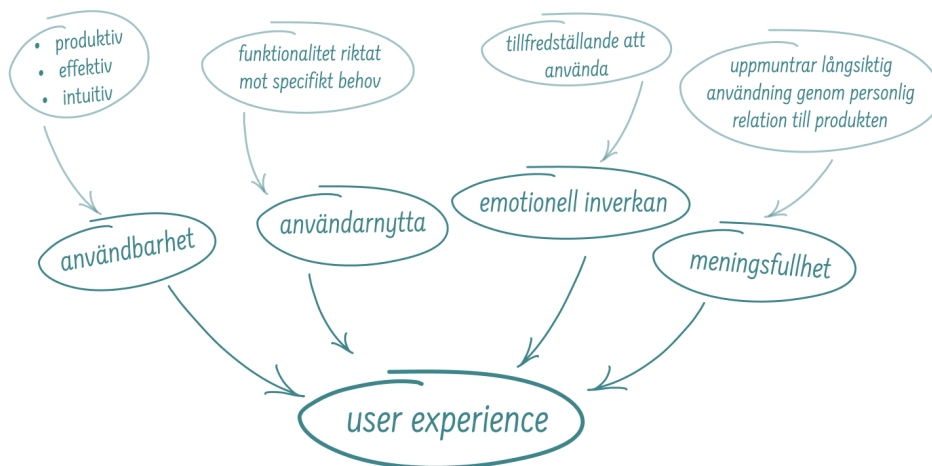
När det kommer till själva interaktionen mellan människor och någon form av artefakt är ett annat utbrett koncept UX-design. Som kort nämnts tidigare, men värt att påminna om är hur UX förhåller sig till MDI. MDI används vanligen som huvudbegreppet i den akademiska världen och inkluderar då både forskning och utveckling. UX däremot används vanligen vid tillämpat arbete, när det kommer till praktiskt arbete inom MDI [37]. En annan skillnad, som kommer förtydligas i detta avsnitt, är att UX fokuserar på mer än bara interaktionen och därmed har ett bredare användarperspektiv än MDI som har sitt huvudsakliga fokus enbart på själva interaktionen.

UX som är kort för user experience kan närmast översättas till användarupplevelse. Historiskt sett var det enbart interaktionen mellan människan och datorn som var av intresse när det gällde utveckling av UX-design [37]. Detta grundar sig i att UX vuxit fram från forskningsområdet MDI och sedan utvecklats vidare när nya krav ställts på tekniken. Denna förändring är något som utvecklats genom åren och idag används UX-design för att förbättra upplevelsen av interaktionen med ett mycket bredare spektrum. För att nämna några skulle dessa artefakter numera kunna vara allt från mobiltelefoner och fordon till möbler [37]. Vid utformning av UX-design är det viktigt att ha i åtanke att det inte endast är själva artefakten som skapar upplevelsen, utan att omgivningen runtomkring även har en betydande inverkan på upplevelsen. Exempelvis sätter det olika krav på pekskärm, och interaktionen med denna, om skärmen ska användas som en display i en bil eller användas som surfplatta. UX handlar alltså om upplevelsen kring interaktionen i sin helhet där själva interaktionen onekligen är en del, men med utökning av exempelvis den konceptuella designen och omgivningen där interaktionen sker [37]. Mer om detta kommer att tas upp i avsnitt 2.3.4 *Platskänsla och användarupplevelse* och illustreras i figur 4. Det handlar alltså om mer än bara utseendet eller layouten på produkten i sig [38]. Ett ofta nödvändigt förtydligande är att inte förväxla UX, med innebörd enligt ovan, med user interface (UI) som snarare fokuserar på den bakomliggande mjukvaran där utseendet för interaktionen sätts [37][38].

Att det är viktigt att arbeta mot väl utformad UX-design är idag väl etablerat i många branscher. Denna insikt bottenar inte alltid i att argumenten för *bra* UX-design är starka eller tydliga, utan det är istället motsatsen, att inte arbeta med eller att ha *dålig/mindre bra* UX-design, som talar sitt tydliga språk. Konsekvensen av dålig UX-design är risker som kan leda till både allvarliga

olyckor och ekonomiskt kostsamma affärer. Oavsett arbete kan det finnas risker, detta innefattar alltså även arbete med komplexa uppgifter i industriella miljöer. Där kan det finnas både säkerhetsrisker för den som utför arbetet eller ekonomiska risker för en dyr utrustning. Det är därför av hög relevans att utforma produkter utefter de krav användaren och dess omgivning ställs inför. Här är inte AR-glasögon ett undantag utan det viktigt att även denna teknik utvecklas utifrån god UX-design och därmed fylla ett syfte, vara rolig och tillfredsställande, samtidigt som produkten behöver vara praktisk i sin utformning så den inte skapar risker för användaren.

Essensen av UX är att göra upplevelsen av interaktionen med en artefakt både tillfredsställande, produktiv och samtidigt glädjande för användaren [37][38]. Med detta sagt kan man fråga sig om det verkligen går att designa hur en användare upplever något vilket i sig inte är vad som menas med begreppet *UX-design*. Användningen av begreppet UX-design syftar snarare till att designa för att gynna användarens upplevelse än att designa upplevelsen i sig [37]. Vid arbete med UX-design finns det därför fyra byggstenar som är utformade för att vägleda utvecklingen mot en god användarupplevelse. Dessa fyra byggstenar är *usability*, *usefulness*, *emotional impact* och *meaningfulness* som i denna uppsats har översatts till *användbarhet*, *användarnytta*, *emotionell inverkan* och *meningsfullhet*, se figur 3.



Figur 3: Modell över beståndsdelarna vid arbete med UX. Egenskapad bild med information enligt Hartson och Pyla [37].

*Användbarhet* är kanske den del som funnits med längst vid arbete inte bara UX utan även inom MDI i stort, vilket gör att området är både väl etablerat samtidigt som det kan vara lätt att ta för givet. När det kommer till användbarhet ligger fokus på att göra produkten smidig att använda i syfte att uppnå effektivitet, produktivitet, intuitiv samt att produkten i sig faktiskt är användbar. Vid arbete med UX-design är det enkelt att spåra in på de mer emotionella

aspekterna så som att göra en produkt rolig att använda, och i det glömma bort att lägga vikt vid syftet med produkten och vad den ämnas lösa för problem vid dess användning. Vad produkten ämnar lösa för problem är något som påminns om i nästa del inom UX, *användarnytta*, vilket syftar till just detta - att produkten har ett tydligt användningsområde och därtill funktionalitet med ett konkret syfte utformat efter användarens behov. UX-design är inte heller synonymt med användarvänlighet då UX-design inte handlar om att göra produkter “idiotsäkra” utan kärnan för UX-design är att göra en användbar, effektiv produkt som hjälper sin användare att på ett tillfredsställande sätt utföra en uppgift med ett praktiskt verktyg för att gynna produktivitet vid utförandet [37].

Den tredje delen, *emotionell inverkan* kanske verkar ha en ytlig funktion vilket dock inte är sanningen. En bred grund styrker vikten av emotionell inverkan där listan är lång med olika känslor som kan komma att upplevas då en produkt är väl utformad vad gäller emotionell inverkan. Exempel på detta är glädje, entusiasm, tillfredsställelse, nyfikenhet och “wow-känsla”. Genom att få användaren att uppleva känslor som dessa stärks helhetsupplevelsen och ökar därmed chanserna att bli en omtyckt produkt som användarna fortsätter att använda. Att arbeta för god emotionell inverkan har inte alltid varit självklart utan har blivit ett tillägg då man nuförtiden, till följd av teknikens ständiga utveckling, menar att enbart effektivitet och/eller produktivitet inte räcker till då användare numera söker sig till lösningar som även får dem att känna sig väl tillmodis [37]. Den sista delen är *meningsfullhet* som, likt emotionell inverkan, syftar till att skapa en känslomässigt god upplevelse vid användning av en produkt där skillnaden är att meningsfullhet syftar till den långvariga känslan medan emotionell inverkan syftar till det enskilda användningstillfället. Ett tydligt sätt att se god utformning av meningsfullhet i en produkt är sådant som användare upplever sig vara beroende av att fortsätta använda [37]. Smartphones är ett exempel på en produkt som snabbt blev en självklar del av människors liv och som många nu har svårt att klara sig utan.

Kortfattat kan man hävda att användbarhet handlar om att minimera risken för att göra fel, att använda tekniken mer produktivt och effektivt på ett ändamålsenligt sätt. Användarupplevelse inkluderar användbarhet samt lyfter även känslor och upplevelser som uppstår före, under och efter teknikanvändningen. I en professionell AR-kontext kan sådana känslor vara att kunna samarbeta smidigt och effektivt och känna sig kompetent i sin yrkesroll.

#### 2.3.4 Platskänsla och användarupplevelse

I denna uppsats används även det kulturgeografiska begreppet *sense of place*, vilket närmast kan översättas till platskänsla, att tas upp. Detta för att på ett tvärvetenskapligt sätt bättre förstå hur en stark platskänsla kan påverka användarupplevelsen inom AR och stärka samarbete.

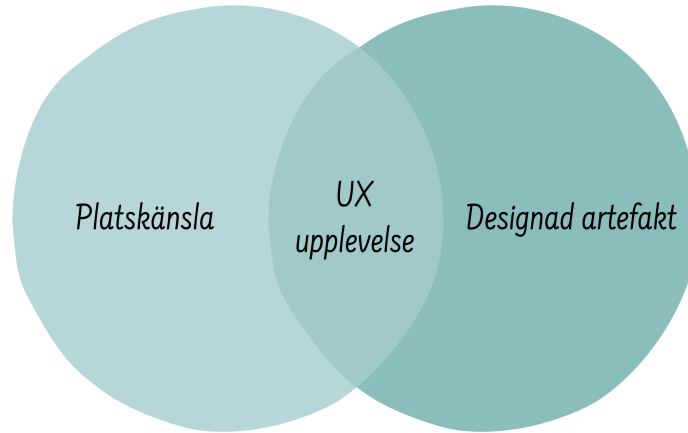
Tjøstheim [15] har i sitt arbete lyft att det förekommit relativt lite forskning som specifikt fokuserar på begreppet platskänsla och hur begreppet relaterar till teknik som kan skapa en subjektiv upplevelse av att vara på en plats eller i en miljö fast att man är belägen på en annan plats. Detta trots deras konceptuella kopplingar. Vi har i arbetet med denna uppsats sett tydliga kopplingar i konceptet och hur de relaterar till en bra användarupplevelse inom AR-teknik. Därav har vi valt att ha med platskänsla som ett centralt begrepp att ta hänsyn till i designen av utvärderingsmetoden.

Platskänsla hänvisar till hur människor uppfattar ett fysiskt utrymme, inte bara genom uppfattningen av dess rumsliga egenskaper, utan också genom en medvetenhet om de sociala signalerna relaterade till platsen och händelser som hänt eller kommer hända [15]. Benämningen platskänsla bygger på en sammantagen känsla av de upplevelser eller känslomässiga band som en individ har kopplat till en specifik plats eller miljö [44]. Inom litteraturen betraktas rum och platser som separata saker, med slutsatsen att för att ett fysiskt utrymme ska betraktas som en plats måste det finnas någon mening med utrymmet [45]. Kortfattat innebär detta att rum + mening = plats. Harrison och Dourish [46] beskriver rum och plats på följande sätt: “While spaces have up and down, left and right, places have yesterday and tomorrow, good and bad.”

Olika platser innehåller olika aktiviteter och våra sociala interaktioner skiljer sig från plats till plats. Som personer fyller vi dessutom dessa platser med minnen och associationer [44]. Att vara på en plats har konnotationer för hur vi kan uppfatta en designad artefakt som finns på platsen. Saker som tid, plats och mentalt tillstånd spelar roll för hur vi använder artefakter. Platsteorin antyder därmed att användarupplevelsen är en funktion av både platsen och interaktionen med den designade artefakten [45].

I en studie av Turner och Turner [45] utvärderades sambandet mellan tillgänglig litteratur kring platskänsla och litteratur kring teknik som skapar en upplevelse av att vara på en annan plats än man egentligen är. I studien skapades virtuella miljöer, testanvändare beskrev ofta miljöerna genom fysiska egenskaper och uttryckte att de önskade att de hade haft en förmåga att röra sig inom VR-miljön. Vissa miljöer beskrevs skapa associationer och minnen. I ett av testerna fick användarna i förväg instruktioner där de skulle agera säkerhetsvakt vid ett skrivbord och observera miljön. Scenariot fann sig ha en slående effekt i tillfredsställelse eftersom användarnas roll involverade aktivt tittande och lyssnande. Sammanfattningsvis så kommunicerade VR-upplevelserna alltså på både ett strukturellt och även känslomässigt sätt i studien, ett tydligt scenario och syftet var effektivt för att öka fördjupning och därmed också tillfredsställelse hos användaren. Användarna önskade att under testerna friare kunna utforska





*Figur 4: Användarupplevelsen som en funktion av platsen och interaktionen med den designade artefakten. Egenskapad bild.*

miljön vilket föreslogs som en nyckelfaktor i att skapa en platskänsla hos användarna. Vidare beskriver Lopez [47] att genom en stark platskänsla får användare möjlighet att ansluta sig till sin omgivning, tillgodose en mängd olika användarbehov, stimulera sina sinnen, upprätthålla och berika användarupplevelser och tillhandahålla funktioner som möjliggör olika nivåer av interaktion mellan alla användargrupper.

## 2.4 AR som samarbetsverktyg i fysiska uppgifter

Följande avsnitt kommer att gå in på utmaningar och viktiga aspekter som identifierats kring AR och UX-design inom litteraturen. Detta även kopplat till aspekter som identifierats som viktiga inom forskningsområdena MDI, datorstött samarbete och konceptet platskänsla.

UX-design för huvudburen AR introducerar nya utmaningar och möjligheter jämfört med de traditionella skärmbaserade gränssnitten. Många författare är överens om att forskare inom AR och VR inte enbart kan förlita sig på designriktlinjerna för traditionella användargränssnitt [18][19]. AR innebär att digital information placeras i den verkliga världen och när den presenteras i huvudburen AR-utrustning ger det användaren en handsfree-interaktion med en större kontext än de traditionella skärmbaserade gränssnitten [26]. En huvudmonterad AR-lösning har fördelen att den bärs på huvudet och blir därför bärbar på ett naturligt sätt oavsett vart på arbetsplatsen användaren är. En annan fördel är att fjärrexperten kontinuerligt ser vart den lokala operatörens uppmärksamhet riktas [4], vilket gör att fjärrexperten ständigt är medveten om vad operatören har fokus på för stunden. Detta gör att den delade kontexten hela tiden följer med och skapar goda förutsättningar för fjärrexperten att sätta sig in i den situation som den lokala operatören befinner sig i, vilket går i linje med teorier inom CSCW om den delade

förståelsen av det visuella sammanhanget. Att ha denna delade medvetenhet om vad som sker stärker både produktens användbarhet och har emotionell inverkan hos användaren. Användbarheten påverkas även för fjärrexperten, eftersom fjärrexperten direkt får en förståelse för den lokala operatörens situation vilket gör produkten effektiv och uppmuntrar produktivitet, vilket direkt kan kopplas till den första av de fyra delarna inom UX-design. Vad det gäller emotionell inverkan, den tredje delen inom UX-design, har det visat sig att ett tydligt scenario och syfte ökar fördjupning och därmed även platskänslan. Vilket i sin tur har visat sig öka tillfredsställelsen hos användaren.

Användning av huvudmonterad AR-teknik som hjälpmedel vid fjärrassistans har dock blivit något kritiserat av vissa författare. De menar att det finns en risk att användaren som bär utrustningen tvingas begränsa huvudrörelser på ett onaturligt sätt för att undvika att expertens bild blir instabil och skakig [4][48]. Dessutom förändrar den lokala operatörens huvudrörelser synfältet för fjärrexperten. Detta kan vara till det negativa om till exempel operatören kollar åt sidan om hen hör någon gå förbi, vilket kan upplevas som förvirrande och försvårar att återuppta fokus när uppmärksamheten riktas tillbaka på arbetet [4]. Studier visar också att videobaserad huvudmonterad AR kan orsaka betydligt mer visuellt obehag, såsom visuellt inducerad åksjuka, jämfört med traditionella bildskärmar [26]. För att ett synkront distribuerat system ska vara flexibelt behöver det stödja användarens rörlighet på platsen. Den lokala operatören ska kunna röra sig fritt och titta på föremål från olika håll och även kunna arbeta på platser som inte är bestämda i förväg [4]. I en helt digital värld menar Danielsson, Holm och Syberfeldt [26] att utvecklaren kan ses som allvetande i vart alla saker som användaren interagerar med finns. I AR behöver dock världen digitaliseras om det ska kunna tolkas i ett AR-system. Som tidigare nämnts har CSCW-forskning utforskat gester och referenser och kommit fram till att dessa underlättar kommunikation kring det delade visuella diskussionsobjektet. I en rörlig miljö som innehåller hundratals artefakter kan det bli komplext och utmanande att referera till virtuella objekt som är inbäddade i fysiska objekt. Även om det är möjligt att frysa videoströmningen för att hålla en referens korrekt på plats kanske bilden inte längre matchar operatörens synvinkel, eller ännu värre blockerar operatörens vy. Chastine [43] förslår därför att delad video är att föredra. Framtida utmaningar ligger därför i att förbättra sensorer och visuell igenkänning av delar för att möjliggöra en mer exakt digitalisering av den verkliga världen [26].

Ur den lokala operatörens perspektiv är aspekter som kognitiv belastning viktigt att tänka på. Operatörens fokus ligger på att utföra en fysisk uppgift och därför bör den kognitiva belastningen vara så liten som möjligt för att använda AR-utrustningen och förstå instruktionerna [4]. Designriktlinjer föreslår att informationen minimeras i ett givet sammanhang för att an-

vändaren lättare ska kunna orientera sig [26]. Från fjärrexpertens sida är huvuduppgiften att följa och hjälpa operatören. För att göra detta på bästa sätt och maximera samarbetet finns det två mekanismer som är viktiga, situationsmedvetenhet och samtalsförankring [4][49]. Situationsmedvetenhet innebär en medvetenhet om vad den lokala operatören gör, status på uppgiften och miljön. Detta kan till exempel vara fjärrexpertens medvetenhet om när ett steg i arbetsprocessen är slutfört av arbetaren och identifiera när det är dags att fortsätta till nästa steg. Samtalsförankring innebär i detta sammanhang hur fjärrexperten och den lokala operatören säkerställer att informationen tolkas på korrekt sätt för att skapa en gemensam grundförståelse i uppgiften [49].

Något som kan stärka både situationsmedvetenheten och samtalsförankringen och sägs vara avgörande för ett framgångsrikt samarbete är delad dynamisk visuell information, vilket också tidigare nämnts som en viktig aspekt för ett effektivt samarbete [10][49]. En rad förhållanden under vilka delad visuell information är värdefull har identifierats som kan kopplas till samtalsförankring och situationsmedvetenhet. Till exempel att titta på en samarbetspartners handlingar underlättar förståelse och möjliggör en mer effektiv objektreferens. Att få visuell information om arbetsytan förbättrar informationsinsamlingen och kan underlätta tolkning vid tvetydiga hjälpförfrågningar. Att variera synfältet från en kollegas miljö påverkar prestationen och formar samarbetets kommunikationsmönster när det kommer till fysiska uppgifter [10]. Här finns alltså en rad olika punkter, kopplat till delat visuellt utrymme, där AR som kommunikationsverktyg kan underlätta för ett bättre och mer effektivt fjärrsamarbete för fysiska uppgifter. Aspekter Gurevich, Lanir och Cohen [4] pekar ut som essentiella i ett samarbete är videoflödet som fångas av kameran och påverkar fjärrexpertens uppfattning av miljön. En högkvalitativ videokommunikation är av stor vikt eftersom situationsmedvetenheten bygger på små signaler i miljön som hjälper fjärrexperten att bygga en mental modell av miljön. Faktorer så som minskad bildhastighet, minskad upplösning, lägre ljushet och gråskala har visat sig minska operatörens prestation [4]. Danielsson, Holm och Syberfeldt [26] skriver att utmaningar med huvudmonterad AR-teknik som kan påverka användarnas prestationer negativt är tidsfördröjningar i respons vilket hänger ihop med de faktorer som nyss nämnts kopplat till videokommunikationen. För att systemet ska vara effektivt är det avgörande att videoöverföringen har en låg latens. Det har visat sig att, även mycket liten, fördröjning kan hindra både situationsmedvetenhet och samtalsförankring [4][26]. Ytterligare en utmaning som lyfts av Stephanidis, Salvendy, Antona m. fl. [18] är synfältet för användaren, som de menar behöver vidgas för att stärka användarens upplevelse. Ett så brett synfält som möjligt är viktigt för att undvika nyckelhåleffekten. Ett snävt synfält hindrar periferiseendet vilket leder till sämre måldetektering, platsidentifiering och därmed också sämre situationsmedvetenhet [4]. En annan utmaning, för både teoretisk utveckling och teknikdesign, är att förstå hur män-

niskor använder specifika typer av visuell information för specifika samarbetsändamål [49].

Situationsmedvetenhet och samtalsförankring skulle kunna ses som en del i fjärrexpertens platskänsla som tagits upp i avsnitt 2.3.4. Att bilda sig en uppfattning om hur både platsen ser ut, men även situationen och det som händer på platsen, sociala signaler och associationer med vad som hänt eller kommer hända på platsen, påverkar interaktionen med både den andra parten och interaktionen med tekniken. Därmed påverkas alltså även UX-upplevelsen och samarbetet.

En del av UX som Danielsson, Holm och Syberfeldt [26] menar är viktiga att ta hänsyn till vid utveckling av utrustning som människor ska interagera med är de ergonomiska aspekterna. Särskilt viktigt menar författarna att det är när utrustningen ska brukas vid fysiska uppgifter så som montering då den vanligtvis används med hög frekvens under längre tidsperioder. Ergonomiska problem inom AR har hittills mestadels testats i laboriemiljöer [26]. Eftersom huvudmonterade AR-enheter innebär att utrustningen bärs på huvudet blir utrustningens massa en viktig ergonomisk aspekt. Ett centralt problem som identifierats är om mycket vikt placeras bort från mitten av användarens huvud. Detta innebär att vikten på utrustningen bör placeras beroende på användarens vanligaste ställning; om användaren arbetar i neutralposition är det bäst att placera masscentrat runt övre mitten av huvudet, arbetar användaren istället ofta tittandes nedåt ska masscentrat placeras bakåt [26]. Stephanidis, Salvendy, Antona m. fl. [18] menar vidare generellt att fler longitudinella studier behövs för huvudburen AR-teknik. Eftersom AR-tekniken är relativt ny och inte funnits tillgänglig för den bredare marknaden särskilt länge behöver designriktlinjer testas ytterligare för att säkerställa dess robusthet [26].

## 2.5 UX-utvärdering

Syftet med denna uppsats är att designa en utvärderingsmetod för att säkerställa att AR-tekniken fungerar väl ur ett UX-perspektiv. Det är därför av relevans att ta upp teori kring utvärderingsmetoder och hur utvärdering inom AR ser ut i dagsläget.

Att utvärdera hur ett system uppfyller användbarhetskrav är en väsentlig aspekt av UX-designprocessen och underlättar identifieringen av olika användbarhetsproblem [17]. Gränssnitt och system behöver ständigt ses över och testas för att möta användarnas behov och önskemål. Utvärderingsmetoder inom användbarhet används för att utvärdera hur väl ett gränssnitt uppfattas och används samt underlättar identifieringen av olika användbarhetsproblem. Vanligtvis inkluderar utvärderingarna en utvärderare som använder en uppsättning av kriterier som är fördefinierade för att ta reda på hur väl produkten fungerar. Valet av utvärderingsmetod avgör vilket resultat som kan förväntas av metoden och valet styrs av faktorer såsom tid,

pengar och resurser. Utvärderingsmetoder inom UX som idag används är vanligtvis indelade i två grundläggande kategorier, empiriska och analytiska/prediktiva metoder. De empiriska utvärderingsmetoderna involverar slutanvändare som genomför användbarhetstestning eller intervjuer [17]. Analytiska/prediktiva metoder är teoretiska modeller, regler och mönster som simulerar användarbete. Dessa involverar inte användare utan baseras på att experter inspekterar eller granskar aspekter av ett användargränssnitt relaterade till användbarhet. Detta innebär att en eller flera utvärderare gör en uppskattning av användbarheten i ett system genom att försöka förutse hur användaren kommer att tolka olika delar av systemet vid utförandet av olika uppgifter [50]. En vanligt typ av prediktiv metod är heuristisk utvärdering. Denna typ av utvärdering utförs genom att ett visst antal experter går igenom gränssnittet och utvärderar det efter förutbestämda principer (heuristiker) [50].

Som inom de flesta tekniska områden har fokus inom AR-utvecklingen, som tidigare nämnts, varit att lösa tekniska problem för att skapa användbara system [14]. Med mognande teknik och allt fler applikationer blir det allt viktigare att utvärdera hur dessa system fungerar i den konkreta användningssituationen eftersom teknikens faktiska värde utkristalliseras i det praktiska användandet. Dünser och Billingham [19] menar att hittills är mängden AR-system som formellt utvärderats relativt liten. Litteraturundersökningar av användarutvärdering i AR har funnit att endast 8% av publicerade AR-forskningsartiklar innehåller formella utvärderingar [19]. En anledning kan vara bristen på lämpliga metoder för att utvärdera AR-gränssnitt. Även om de traditionella utvärderingsmetoderna för användbarhet kan avslöja vissa problem med nya AR-gränssnitt, passar ingen av de nuvarande metoderna de specifika behoven i de nya gränssnitten [18][19]. Befintlig litteratur tyder dessutom på att de flesta befintliga metoderna är ämnade för enanvändarsystem. Marques, Silva, Dias m. fl. [7] har nyligen publicerat ett konceptuellt ramverk för AR-baserade distansscenarier för att stödja mer kontextualiserade utvärderingar. Författarna pekar återigen på bristen av utvärderingsmetoder för distribuerade samarbeten och behovet av metoder som beaktar hur samarbete stöds av AR och hur det kan användas för att förbättra samarbete och möjliggöra mer effektivt arbete, vilket aktualiserar arbetet i denna uppsats ytterligare.

## 3 Forskningsdesign, genomförande och delresultat

### 3.1 Metodutveckling

Det finns idag en hel del utvärderingsmetoder inom områdena UX, MDI och datorstött samarbete. Det finns också några olika processer och metoder som kan utföras när en ny utvärderingsmetod ska tas fram eller utvecklas, men relevant litteratur kring utvecklingsprocessen av inspektionsmetoder inom MDI och UX är begränsad [51][52]. Metoder designas ofta av en ren slump snarare än med ett systematiskt tillvägagångssätt [51]. I denna uppsats har Blandford och Greens [51] mer systematiska metodutvecklingsprocess valts som inspiration. Valet av metod att inspireras av är baserat på den metod som vi anser lämpar sig bäst för att utveckla en analytisk utvärderingsmetod från ett användarcentrerat perspektiv och för den tidsram som finns för detta arbete. Blandford och Greens metodutvecklingsprocess är en etablerad metod för att utveckla utvärderingsmetoder och följer en systematisk process. Författarna [51] beskriver att metodutvecklingen i sig är en typ av designprocess. Metoden består av fem iterativa faser vilket gör att den är väl anpassad för UX-perspektiv som också följer en iterativ process [37]. De fem iterativa stegen är: (1) Identifiering av en möjlighet eller behov; (2) Utveckling av mer detaljerade krav; (3) Matcha möjligheter, behov och krav; (4) Utveckling av metoden; samt (5) Testning av metoden [51]. I kommande avsnitt kommer dessa steg att gås igenom djupare samt appliceras på arbetet i denna uppsats. Blandford och Green [51] menar att utveckling och validering av en ny utvärderingsmetod ofta är en process som sträcker sig över fler år, men att en stor del kan genomföras inom ramen för en masteruppsats eller doktorsavhandling [51].

Som nämnts i syftet har denna uppsats tre delmål. Det första delmålet, *Identifiera relevanta teman utifrån teorier och tidigare forskning*, har till stor del täckts i föregående avsnitt men kommer att fördjupas ytterligare i fas (3) där befintliga metoder kartläggs. Andra delmålet, *Identifiera relevanta teman utifrån empiri*, ämnas att uppfyllas genom intervjuer samt självutvärdering, vilket representerar fas (2) respektive (3). Slutligen kommer sista delmålet *Kombinera relevanta teman från teori och empiri* representeras i fas (4) där utvecklingen av metoden sker.

### 3.2 Planerat genomförande för designprocessen

Framtagandet av utvärderingsmetoden kommer genomföras i enlighet med den struktur som skapats av Blandford och Green och bygger på följande fem steg, som ovan nämnts:

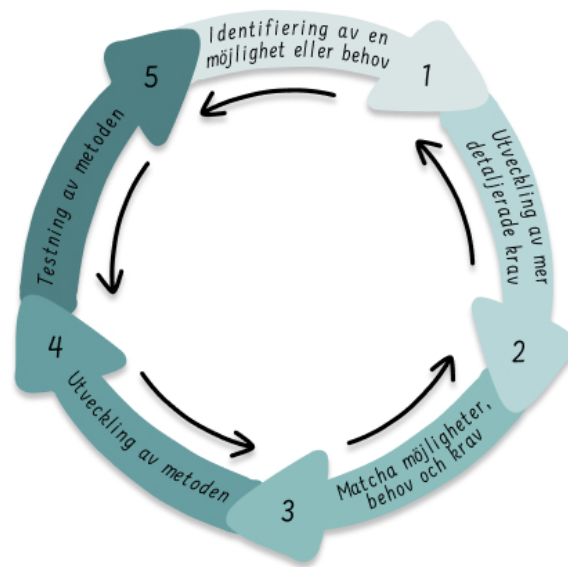
- (1) Identifiering av en möjlighet eller behov (*eng. Identification of an opportunity or need*)

- (2) Utveckling av mer detaljerade krav (*eng. Development of more detailed requirements*)
- (3) Matcha möjligheter, behov och krav (*eng. Matching opportunities, needs and requirements*)
- (4) Utveckling av metoden (*eng. Development of the method*)
- (5) Testning av metoden (*eng. Testing of method*)

Varje steg i metoden kommer utföras iterativt vilket möjliggör att kunna gå tillbaka till ett tidigare steg när det är av intresse för uppsatsen [51]. Vidare menar Blandford och Green[51] att utveckling och validering av en metod kan sträcka sig över flera år men att en stor del kan genomföras inom ramen för en masteruppsats, varav steg ett till fyra kommer ha representation i denna uppsats. Det femte steget kommer uteslutas då denna del inte ryms i ramen av arbetet. Det femte steget hade inneburit att utvärdera den metod som tagits fram för att på så sätt kunnat validera huruvida den fyller det önskade syftet eller ej. Som kommer diskuteras i avsnitt 5.4 *Förslag till vidare forskning*, är testning av metoden något som rekommenderas att göras i framtida studier inom området.

Nedan konkretiseras fas (1)-(4) mer detaljerat. Faserna kommer att gås igenom både utifrån Blandford och Greens [51] beskrivning och hur faserna appliceras i denna uppsats. Visuellt representation finns även i figur 5.

Blandford och Green [51] menar att utvecklingen av en metod, likt andra typer av utveckling, grundar sig i antingen en möjlighet eller ett behov. Därmed syftar första fasen, (1) Identifiering av en möjlighet eller behov, till att inom ett specifikt område undersöka huruvida utvärderingsmetoden härstammar från en möjlighet eller ett behov. En möjlighet kan exempelvis vara att komma över nya insikter som lämpligen kan användas för att skapa en ny utvärderingsmetod. Till skillnad från de fall där det finns en uppenbar lucka och därmed ett behov av en utvärderingsmetod inom ett område där det ännu inte tagits fram sådana modeller. Författarna påpekar att i en idealisk värld möter möjligheter och behov varandra [51]. Inledningen och forskningsbakgrunden har lyft att utvärdering av ny teknik är en utmaning inom interaktionsdesign. AR som samarbetsverktyg i fysiskt och professionellt arbete är ny teknik med mycket potential och tros kunna förändra sättet vi arbetar på. Området är relativt utforskat inom litteraturen, men ett antal utmaningar har identifierats. I denna uppsats härstammar utvärderingsmetoden från ett behov av att kunna utvärdera användarupplevelsen i AR som samarbetsverktyg i professionella och fysiska uppgifter. Denna variant av AR-teknik har så pass nya egenskaper och användningsområden att det ännu inte finns några utbredda utvärderingsmetoder specifikt ämnade för denna typ av teknik. Då den utvärderingsmetod



*Figur 5: Bild över de fem faserna, pilarna i båda riktningarna representerar att processen är iterativ. Egenskapad bild.*

som kommer tas fram i denna uppsats är tänkt att vara smidig, kostnadseffektiv och inom ett område där antalet användare än så länge är begränsat, kommer metodens upplägg vara likt en heuristisk utvärdering där vi kommer ta fram ett antal designriktlinjer. Den ämnar även att kunna användas i olika faser av utveckling av AR-system, vilket både kan spara tid och pengar under utvecklingen av AR-systemet samt på längre sikt främja en hållbar arbetsmiljö för professionella användare av AR-tekniken.

I nästa fas, (2) Utveckling av mer detaljerade krav, handlar det om att specificera vad för krav som ställs på systemet och i vilket syfte utvärderingsmetoden ämnas tillämpas. Blandford och Green [51] betonar att det tar både tid och resurser att ta fram nya utvärderingsmetoder. Därför är det av hög relevans att tidigt utvärdera vad utvärderingsmetoden ämnar användas till för att säkerställa att processen har ett tydligt värde efter utfört arbete. Författarna poängterar därmed att det kan finnas direkta fördelar med att ta fram metoder, men för att inte lägga kostsamma resurser på en sådan process är det viktigt att veta i vilket syfte metoden tas fram och att överväga de framtida fördelarna mot det arbete som krävs [51]. Därav är denna uppsats syfte att skapa en utvärderingsmetod som ska kunna användas i praktiken vid utveckling av den aktuella tekniken. Vilket gör det viktigt att ta fram detaljerade krav för vad tekniken som helhet har för praktiska krav. Enligt Blandford och Green [51] finns det inga konkreta krav för utformning av utvärderingsmetoder lämpat för MDI och listar därmed att antal krav som



är ofta diskuteras i området samtidigt som de belyser att dessa krav kanske inte kommer vara likvärdiga med vad som anses vara relevanta krav beroende på teknikens utveckling [51]. De krav som lyfts är:

- Validitet (*eng. validity*)
- Omfattning (*eng. scope*)
- Tillförlitlighet (*eng. reliability*)
- Produktivitet (*eng. Productivity*)
- Användbarhet (*eng. usability*)
- Lärbarhet (*eng. learnability*)
- Härledda insikter (*eng. insights derived*)

Det första kravet, *validitet*, handlar om att ge stöd till att på förhand kunna förstå användarbete-  
ende och att identifiera relevanta användarproblem. Vilket framförallt är viktigt vid analytiska  
utvärderingsmetoder eftersom slutanvändare inte deltar när denna typ av utvärdering utförs.  
Det finns två dimensioner när det kommer till att identifiera problem där den ena handlar om  
att minska antalet “falska positiva” (problem som inte faktiskt påverkar systemet) och den  
andra är att hitta eventuella missar i systemet som behöver åtgärdas [51]. Under genomförandet  
av denna uppsats kommer det att finnas möjlighet att intervjua ett begränsat antal slutanvän-  
dare därav kommer även ett antal projektledare inom AR som fått användaråterkoppling av  
projektanställda att intervjua. Eftersom antalet intervjurespondenter blir begränsat kommer  
utvärderingsmetoden utformas enligt ett prediktivt utförande, för att öka tillämpningsområdet  
för metoden. Den utvärderingsmetod som tas fram kommer att baseras på en kartläggning  
av den befintliga litteraturen, som presenteras i avsnitt 2 *Bakgrund* och därefter stärkas av  
intervjuer, samt självutvärdering av AR-tekniken, se avsnitt 3.3 och 3.5 för mer detaljer.

Vidare är nästa krav *omfattning*. Då det redan från sammanställning av forskning har blivit  
tydligt att det finns ett behov av en utvärderingsmetod lämpat för AR-teknik, som sammar-  
betsverktyg för fysiska uppgifter i professionellt sammanhang, då det inte finns några aktuella  
metoder med den omfattning som denna teknik kräver. Därav kommer detta vara utgångspunk-  
ten vid framtagning av den nya utvärderingsmetoden. Blandford och Green [51] poängterar  
att en utvärderingsmetod kommer inte vara mer täckande än sitt användningsområde. Det  
är därmed viktigt att förstå omfattningen av vad som utvärderas och att man lämpligen inte  
använder samma utvärderingsmetod för system som är ämnade för olika saker. En tydlig

beskrivning av omfattningen av en utvärderingsmetod underlättar förståelsen för vilka eventuella begränsningar som kan komma att uppstå, samt hur dessa begränsningar kan påverka värdet av resultatet [51]. Omfattningen av den designade utvärderingsmetoden i uppsatsen kommer vara att identifiera användbarhetsproblem inom AR-teknik som ämnar att stötta ett professionellt och fysiskt samarbete som är synkront distribuerat.

Det tredje kravet, *tillförlitlighet*, innebär att om någon utför samma metod ett flertal gånger eller om olika personer använder sig av metoden bör det resultera i samma resultat (utvärderingskriterier). Eftersom detta kanske inte alltid är fallet kan en metod ha låg eller hög tillförlitligheten beroende på hur väl detta uppfylls. Att ha god tillförlitlighet är enligt Blandford och Green [51] viktigt.

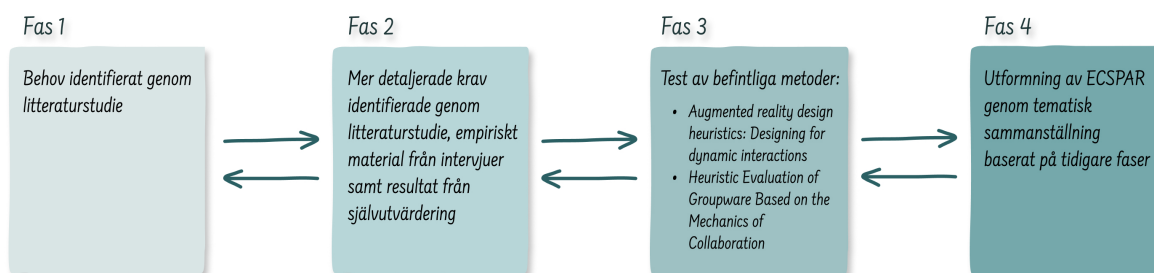
*Produktivitet* handlar om, att genom dokumentation av användbarhetsproblem så som antal, allvarlighetsgrad och abstraktionsnivå, hjälpa användaren ta beslut kring produkten som utvärderas [51]. *Användbarheten* av en utvärderingsmetod handlar, likt inom MDI, om att det är viktigt att metoden i sig inte bara är väl utformad utan också är användbar inom dess område [51]. Vidare handlar nästa krav, *lärbarhet*, om hur enkelt det är för en utövare att använda sig av metoden. Lärbarhet menas vara en viktig aspekt för att uppmuntra användning av metoden i praktiken [51]. Det sista kravet på Blandford och Greens [51] lista är *härledda insikter*. Enligt författarna syftar kravet till vikten av att metoden faktiskt underlättar identifiering och reducering av problem. Härledda insikter menas därför vara det viktigaste kravet då resterande aspekter på listan inte blir av relevans om detta krav inte uppfylls [51].

Den tredje fasen, (3) Matcha möjligheter, behov och krav, är vanligtvis en utforskande fas där fokus ligger i att hitta vilka verktyg, teorier och resurser som finns tillgängliga och som kan fylla de behov som hittats [51]. I denna uppsats härstammar utvärderingsmetoden främst från ett behov. Därför är en central fråga vid framtagningen av metoden hur behovet kan tillgodoses. Steg i denna process kan exempelvis vara att testa välkända koncept för att se hur dessa kan appliceras på det AR-teknik ämnet för samarbete på distans. Genom denna typ av tester kan eventuella brister identifieras och därmed bidra till insikter när den nya utvärderingsmetoden ska tas fram [51]. I denna uppsats representeras denna fas i kommande avsnitt 3.4 *Befintliga heuristiker* där två metoder valts ut. En metod har valts inom forskningsområdet AR för att få en uppsättning av generella riktlinjer inom området. Den andra metoden valdes inom anknytande område CSCW för att inspireras av riktlinjer som kan kopplas till synkront distribuerat samarbete. Därefter kommer en detaljerad genomgång av de valda metoderna, och varje heuristik i respektive metod, genomföras. För att vidare bidra med insikter kring de valda metoderna kommer en självutvärdering på ett par AR-glasögon som

samarbetssystem att genomföras och presenteras mer ingående i avsnitt 3.5 *Självutvärdering*. Självutvärderingen syftar till att eliminera de heuristiker som bedöms ha en låg relevans för det syfte som är formulerat. Bedömningen av relevans kommer baseras på hur väl heuristikerna eller designriktlinjerna kan uppfylla mål för AR som samarbetsverktyg med fokus på interaktion, visualisering, kommunikation och platskänsla. Det huvudsakliga syftet i denna fas är att matcha behov, krav och möjligheter genom att sammanställa alla de relevanta delar som framkommit under tidigare delar för att därifrån kunna skapa den nya utvärderingsmetoden. När det kommer till att matcha olika delar som anses relevanta menar Blandford och Green [51] att det är en “trial and error” process som sker i denna fas, alternativt även i senare faser av projektet [51].

Nästa fas, (4) Utveckling av metoden, är enligt Blandford och Green [51] en kreativ fas som kännetecknas av all design vid utformning av utvärderingsmetoden. Författarna menar även här att det är lämpligt att ta inspiration från andra metoder som kan ha liknande egenskaper. Då denna fas är så pass kreativ och handlar om att utforma den nya metoden är det enligt Blandford och Green [51] svårt att här ha en detaljerad process och menar istället att det är en iterativ process med kreativt skapande som kan se olika ut för olika personer [51]. I denna uppsats representeras denna fas i avsnitt 3.6 *Design av utvärderingsmetod* där det kommer redogöras för hur vi kom fram till våra utvärderingskriterier som i sin tur leder fram till utformningen av vår utvärderingsmetod. Det slutresultat som presenteras i avsnitt 4 är en sammanställning av insamlad data och erhållna resultat från de olika delarna som kategoriserats tematiskt för att på så sätt resultera i de designriktlinjer som utformat utvärderingsmetoden.

Den sista fasen, (5) Testning av metoden, har som nämnts tidigare inte utförts i denna uppsats. För att kort beskriva fasen så handlar den om att testa metoden för att se om den fyller det önskade behovet. Blandford och Green [51] menar att, beroende på vilka krav som ställts på metoden, finns olika sätt att testa en metod på [51].



*Figur 6: Bilden visar en överblick för vilka steg som utförts i de olika faserna. Pilarna i båda riktningarna representerar att processen är iterativ. Egenskapad bild.*

En överskådlig bild av vad som ovan beskrivits ses i figur 6. Att processen är iterativ innebär att det under hela processen går att gå tillbaka till en tidigare fas för att utöka detta efter behov.

Vi kommer nu presentera det empiriska material i form av intervjuer som genomförts för att komplettera de fynd vi identifierat i relevant teorier.

### 3.3 Empiri - Intervjuer

De intervjuer som genomförts under denna uppsats har haft fokus på slutanvändare för att stärka validiteten i skapandet av den prediktiva utvärderingsmetoden. Intervjuerna har skett med både slutanvändare och projektledare vid olika pågående pilotprojekt kopplat till AR-teknik som samarbetsverktyg. Slut användares förstahandsåsikter och erfarenheter är av hög relevans för att förstå vilka aspekter som bidrar till en positiv användarupplevelse. Projektledarnas relevans för uppsatsen var deras unika position med kunskap kring de primära användargrupperna, arbetsmiljöerna, tekniken i sin helhet samt sammanställningar av återkoppling från slutanvändarna i pilotprojekten. Detta avsnitt inleds med en kortare beskrivning av genomförandeprocessen för intervjuerna och följs av ett ingående avsnitt där intervjuerna analyserats samt de teman som detta resulterat i. Resultatet från intervjuerna kommer att presenteras tematiskt och bli en del i att uppfylla uppsatsens andra delmål.

#### 3.3.1 Deltagare samt genomförande av intervjuer

Intervjuerna har följt en semistrukturerad struktur med ett antal huvudfrågor som lett vidare beroende på respondentens erfarenheter. Samtliga intervjuer har skett digitalt. Åtta av intervjuerna har skett över videosamtal och två via telefon. Att hålla digitala intervjuer är ett användbart komplement till intervjuer ansikte mot ansikte. Saarijärvi och Bratt [53] menar att det kan finnas potentiella risker med digitala intervjuer så som teknikstrul eller att gå miste om icke verbala uttryck till följd av hur väl respondenten syns under det digitala mötet. Däremot lyfter författarna att det även finns fördelar så som logistikmässiga aspekter, samt att om ämnet inte är känsligt eller upplevs som ett obekvämt samtalsämne är förlusterna med digitala intervjuer relativt små. Att hålla digitala intervjuer möjliggör även att nå ut till fler än vad som kanske annars varit möjligt då det sparar både tid och pengar [53]. I tabell 1 representeras de olika respondenterna. För att hålla respondenterna anonyma nämns inga namn. Deltagarna särskiljs istället med ett kategoriseringssystem bestående av bokstäver och siffror. Systemet bygger på att samma bokstav innebär samma företag och siffran representerar olika individer på företaget.

För att säkerställa respondenternas relevans valdes de utifrån kriteriet att de skulle ingå i en

*Tabell 1: Tabellen representerar de intervjuer som hållits med betoning på vilka typer av verksamhetsområden som representeras och på vilket sätt respondenterna arbetar med tekniken.*

Respondent ID	Verksamhetsområde	Relation till tekniken	Varaktighet
A1	Jordbruksindustri	Expert	60 min
A2	Jordbruksindustri	Expert	60 min
B1	Tillverkning och industri	Expert/Operatör	60 min
B2	Tillverkning och industri	Expert/Operatör	60 min
B3	Tillverkning och industri	Expert/Operatör	60 min
B4	Tillverkning och industri	Expert/Operatör	45 min
B5	Tillverkning och industri	Operativ chef	75 min
C1	Tillverkning och industri	Projektledare	45 min
D1	Gruvindustri	Projektledare	45 min
D2	Gruvindustri	Projektledare	45 min

organisation som professionellt antingen jobbar aktivt, har jobbat med, alternativt gjort omfattande testning av AR-glasögon. Det andra inklusionskriteriet var att AR-glasögonen använts i samarbets syfte. Sista kriteriet var att respondenten själv jobbat med AR-glasögon i detta syfte, antingen som slutanvändare eller vid implementering av tekniken. Vårt intresse har legat i att både prata med fjärrexperter och lokala operatörer och vi har därför säkerställt att båda finns representerade bland respondenterna. Respondenterna identifierades genom att söka i nyhetsarkiv efter organisationer som rapporterat om arbete med AR. Därefter kontaktades personer som nämnts i samband med artiklarna via LinkedIn. Eftersom antalet slutanvändare är begränsat var det utmanande att få tag i ett större antal. Därför fungerade intervjuer med projektledare eller implementatörer som en värdefull komplettering för att få insikter om de primära användargrupperna, arbetsmiljöerna och varför företaget valt eller inte valt att implementera tekniken. Under studiens gång visade det sig att flera av dessa respondenter också hade omfattande sammanställningar av åsikter insamlade från de som använde tekniken inom företaget, vilket gav insiktsfull information från slutanvändare.

I detta stycke kommer en kort introduktion till de olika respondenterna. Respondent A1 och A2 använder sig regelbundet av AR-glasögon på sin aktuella arbetsplats där de framförallt agerar som fjärrexperter. Genom AR-tekniken kan de guida operatörer som befinner sig i fält. Respondent B1, B2, B3 och B4 jobbar också aktivt med tekniken där de agerar operatör eller fjärrexpert beroende på arbetsuppgift. Respondent B5 jobbar på samma företag som nyss nämnda respondenter men som en operativ chef för den avdelning som bedriver fjärrassistans. Respondent C1, D1 och D2 har alla arbetat med projekt där respektive företag undersökt hur AR-glasögon skulle kunna implementeras inom deras företag. Både företag C och D har drivit pilotprojekt och i olika grad testat utrustningen i olika tillämpningar. Syftet med dessa intervjuer har varit att undersöka om det har identifierats några konkreta hinder som varit avgörande när de efter genomförda pilotprojekt valt att inte implementera lösningen. Respondent C1 redovisade under intervjun även sammanställningar av användarnas insikter, upplevelser och respons under de olika testerna som gjorts. Denna information har bidragit till potentiellt kritiska funktioner eller krav på tekniken som har utvärderats tillsammans med det som framkommit från de respondenter som är slutanvändare.

I följande avsnitt presenteras en analytisk sammanställning utifrån de intervjuer som hållits där kritiska funktioner, problem eller andra åsikter som har inflytande på upplevelsen av användningen av produkten noterats. Datainsamlingen från intervjuerna spelades in efter samtycke hos respondenterna i syfte att kunna gå tillbaka och lyssna efter detaljer som inte noterats under själva intervjun. Inspelningarna agerade senare som komplement till de anteckningar som förts under intervjuernas gång. Upplägget under intervjuerna var att författare 2 höll i intervjun medan författare 1 förde noggranna anteckningar samt kontrollerade att samtliga teman täckts genom att signalera till författare 2 om specifika områden var täckta eller ännu behövde frågas mer om. Vidare flikade författare 1 in om det behövdes samt inkluderades i slutet av intervjun för att säkerställa att önskade områden tagits upp. Då dessa roller fungerade bra under de första intervjuerna beslutades att ha samma roller i samtliga intervjuer för att få kontinuitet i arbetet. Det frågebatteri som legat till grund för samtliga intervjuer presenteras i bilaga A *Intervjufrågor*. Observera att då intervjuerna hållits med slutanvändare från både operatörsidan och expertsidan samt projektledare gjort att alla frågor inte ställts till samtliga respondenter utan snarare agerat checklista för att säkerställa att relevanta teman lyfts från de olika intervjuerna. Vid första bearbetning av intervjuerna fördelades detta mellan författarna för att därefter gemensamt kategorisera insamlad data tematiskt. Att kategorisera insamlad data tematiskt var i syfte att sortera ut sådant som överlappar samtidigt som det blev tydligt om det fanns specifika aspekter som var återkommande mellan de olika individerna. När denna process färdigställdes omformulerades dessa tematiska samlingar för att på så sätt få en ny lista med mer omfattande teman som är denna dels resultat. Exakt vad detta inneburit redogörs för

i följande avsnitt 3.3.2 *Erhållet resultat från intervjuerna.*

### 3.3.2 Erhållet resultat från intervjuerna

Analysen av insamlad data från intervjuerna har gett insikter inom en rad olika aspekter. Ett återkommande tema har varit rörande ergonomi och teknikens robusthet. När det kommer till ergonomin för operatören är vikten på enheten av relevans vilket är något som både B4, B5 och C1 lyfter. B1 poängterar att i och med att enheten kräver att användaren vrider huvudet för att koordinera sig i de menyval som finns så blir det påfrestande för nacken. C1 förklarar vidare hur enheten i sig inte är speciellt tung men att i kombination med annan typ av utrustning så som hjälm och annan yrkesspecifik utrustning är det av relevans att minimera vikten på denna enhet för att totalvikten ska vara så ergonomisk som möjligt för operatören. Att vikten har hög relevans mynnar även i att, för att tekniken ska vara användbar menar C1, att det är viktigt att den är tillgänglig på kort varsel vilket i praktiken innebär att operatörerna har enheten som en del av sin arbetsklädsel och därmed bär runt den stora delar av dagen. Att bära enheten under en längre tid gör att även förhållandevis lätta enheter kan resultera i ergonomiska utmaningar. B4 lyfter även att då kameran och displayen sitter på samma sida har enheten en ojämn viktfördelning som med tiden blir påfrestande. Att kameran och displayen sitter på samma sidan menar B4 även är negativt då det kan hända att displayen täcker kameravyn för experten beroende på hur operatören har vridit displayen för att kunna se bra. Detta kan leda till en minskad uppfattning av operatörens miljö då det visuella inte blir kontinuerligt och därmed kan även platskänslan minska. Förutom själva vikten är en annan aspekt, kopplat till att produkten behöver vara ergonomisk, kompatibilitet till annan utrustning. De faktorer som tas upp är att enheten behöver vara kompatibel med såväl synkorrigering glasögon, vilket tas upp av A1 och B1, samt att enheten kan användas i kombination med skyddshjälm eller skyddsglasögon som nämns av B1, B3, D1 och D2. Den enhet som D1 och D2 har testat är inte kompatibel med skyddshjälm vilket de menar är ett stort problem. När det kommer till synkorrigering glasögon hos operatörer menar B1 att det skapar problem om användaren har olika glasögon för olika avstånd då läsglasögon blir fel avstånd för det som visas på displayen medan glasögon för lång sikt gör att användaren inte ser tydligt vad den själv gör med händerna. B2 och B5 poängterar även att batteriet ibland kan bli varmt vilket skapar en obehaglig känsla när den bärs på huvudet. Av B2 och B4 lyftes även huruvida tekniken är kompatibel med andra mjukvarusystem som företaget använder, exempelvis de kommunikationskanaler företaget använder till andra typer av möten. Respondenterna menar att det underlättat om tekniken varit mer kompatibel med denna typ av system. Vidare vad gäller hur tekniken är utformad framkom åsikter om själva displayen på den huvudburna enheten. I displayen visas AR-elementen och kan därför vara en betydande del i att stärka samtalsförankringen och samarbetet. En fördel som D1, D2 och C1 lyfte med varianter som har en sidodisplay jämfört med

displayer som är mer som ett visir är att den är säkrare i och med att den inte stör det verkliga synfältet lika mycket samt att den går att vrida åt sidan när den inte används. B1 och B2 menar däremot att båda varianterna stör lika mycket då även sidodisplayen begränsar synfältet för den som bär enheten. Även B4 anser att displayen kan begränsa synfältet hos operatören vilket ger en känsla av att kunna gå in i saker om operatören inte tänker sig för när personen bär enheten. Enligt D1 och D2 är detta en viktig säkerhetsaspekt då det kan vara riskfyllt om operatörens synfält försämras till följd av tekniken då detta kan få konsekvenser som ökad snubbelrisk ute i fält. Angående storleken på displayen lyfte B1, B2 och C1 att i och med att den är ganska liten kan det vara svårt att uppfatta detaljer i de instruktioner som ges av fjärrexperten vilket kan försvåra kommunikationen mellan operatör och fjärrexpert. Just storleken på displayen är något som tas upp även av A1, A2, B4 och B5. A1 menar dock att den fyller sitt syfte väl även om det kan ta en stund att vänja sig vid den. Något som går hand i hand med det praktiska att kunna vrida bort displayen är även att den kan ändra position under användning vilket leder till att användaren måste göra små justeringar för att den ska ha en bra position för att kunna se på. Detta är något som både A2 och C1 menar kan bli irriterande vid längre användning av enheten. Samtliga respondenter har fått frågan om de upplever någon visuell inducerad åksjuka, även kallat cybersjuka. Ingen av respondenterna hade upplevt detta när de agerade fjärrexpert, B2 och B5 har däremot upplevt det när de haft på sig glasögonen. De beskrev det som att skiftandet mellan display och verkligheten var påfrestande. Trots att detta kan verka som negativa aspekter poängterar A1 att användningen av tekniken ofta får ett bra mottagande i situationer där respondenter agerar fjärrexpert och operatören i sammanhanget är en kund som får assistans med hjälp av den undersökta huvudburna AR-tekniken.

Ovan nämnda aspekter har stark anknytning till operatörens sida av samarbetet och på liknande tema men från expertens sida framträder lite skilda aspekter. Här hamnar fokus framförallt kring bildkvalitén på den bild som visas samt vidvinkeln på videon. Relaterat till bildkvalitén anser A1 och B3 att bilden är bra nog i och med att bilden är så pass stabil att det enkelt går att följa det som sker hos operatören. Däremot anser A1 och B4 att samarbetet hade kunnat gynnas av en bredare vidvinkel för att få bättre helhetsbild av den situation som operatören befinner sig i. A2 poängterar att vinkeln på bilden till följd av att enheten är huvudburen ger en god överblick eftersom det då enkelt går att följa vad operatören ser och gör. Samtliga respondenter poängterar att den största fördelen med AR-glasögon är att de är handsfree. Vidare anser A2 och B4 att ytterligare en fördel med huvudburen enhet är att det inte blir lika ryckig video eftersom huvudrörelser ofta är mer stillsamma än om videon filmas via en mobil där operatören behöver rikta kameran åt rätt håll och fokusera mer på att hålla den stabil nog, troligen gör detta att cybersjukan minskar. B1 och B2 anser däremot att det är för dålig upplösning samt att även små skakningar i videoflödet gör det svårt att se de detaljer som



arbetet kräver. Bakgrund till de skilda åsikterna menar B1, B2 och B3 kan ligga i att det är stor skillnad på vad för typ av uppgift det är som ska lösas eftersom det blir markant svårare där små detaljer är viktigt, än om det är större maskiner som visas i videoflödet. Ytterligare en aspekt som B4 lagt märke till är att det ibland kan ta tid för kameran att hitta autofokus vilket gör bilden oskarp även om operatören inte gör stora rörelser samt att det hade behövt varit bättre kontrast i bilden för att kunna se bättre.

Att ha en god synvinkel som följer operatörens uppmärksamhet är viktigt för ett gott samarbete eftersom det ger en bra överblick och förståelse för den situation som operatören befinner sig i enligt A2. B4 berättar om en situation med kund där känslan var att de befunnit sig på samma plats till följd av att tekniken möjliggjorde ett så pass smidigt samarbete. A1 poängterar dock att denna teknik såklart inte blir exakt samma sak som att faktiskt vara på platsen men att det i många fall är ett så pass bra substitut för att lösa uppgiften så det inte längre är försvarbart att resa långa resor gentemot att använda sig av tekniken. Viktigt för att detta ska vara fallet är dock att få en god förståelse för uppgiften som behöver lösas samt omgivningen till detta. A2 menar att det är viktigt att förstå helheten för att på ett gynnsamt sätt kunna vägleda operatören. Ett dilemma som uppmärksammats av A1, D1, D2, C1, B1, B2 och B4 är att god internetanslutning är av stor vikt för att videoflödet ska fungera väl. A1 förklarar det som att bilden blir kornig om internetanslutningen inte är tillräckligt bra vilket försämrar bildkvaliteten markant. Andra konsekvenser av dålig internetuppkoppling menar respondenterna är att de behöver stänga av videon vilket direkt påverkar hur väl samarbetet fungerar eftersom de inte längre kan se vad den andra gör eller vad som händer i operatörernas omgivning. B1 förklarar även att i vissa miljöer kanske det inte alls finns något mobilt nätverk och att det kan vara problematiskt att behöva ansluta till wifi då detta är en stor säkerhetsfaktor hos kunder. Insikterna från intervjuerna indikerar att fjärrexperterna närmar sig en platskänsla med hjälp av bland annat god synvinkel, hög bildkvalitet samt genom sociala och rumsliga signaler eftersom flera av dem beskriver det som att de med fördel kan bilda sig en uppfattning av operatörens situation och uppgiftsutrymmet. Intervjuerna lyfter dock även att en del hinder behöver överkommas för en god platskänsla så som uppkopplingsproblematik och lågkvalitativ videoströmning.

Vad det gäller själva tekniken finns det flera olika sätt för experten att kommunicera med operatören. Funktioner som A1 ofta använder sig av är pekare, som ger möjligheten att peka på något som syns i operatörens vy för att på så vis kunna guida i termer som *där* eller *här* eller att rita. Att kunna referera till objekt som *där* är något som B4 tar upp som en aspekt som underlättar samarbetet. Rita är något som experten kan göra om den tar en skärmbild på videoflödet och sedan ritar direkt på den bilden för att sedan kunna visa upp den för opera-

tören. Detta menar både A1, A2 och B5 är en funktion som har stor betydelse i att förenkla samarbetet. Att behöva ta en stillbild och rita där är däremot något som D1 och D2 upplevt lite osmidigt. Vidare vad det gäller gester så som pekare och att kunna ge tumme upp eller ner är något som A2 lyfter som väldigt tacksamt och därmed gynnar samarbetet. Detta pekar på att respondenterna får en starkare samtalsförankring med hjälp av referenser och därmed även stärker platskänslan. Ytterligare en funktion som tas upp är möjligheten för experten att kunna zooma i bilden vilket är uppskattat av både A1, A2 och B4 då detta är något som gör att de i viss mån kan utforska miljön utan att behöva guida operatören att exempelvis gå närmare specifika objekt. A2 har dock upplevt att detta kan försämra bildkvalitén något då det blir markant skakigare när denna funktion används. A1 löser problemet genom att ta skärmbilder i det inzoomade läget och se på dem istället för på videoflödet.

En vanlig förekommande funktion när det kommer till huvudburna enheter är att de är röststyrda. Den enhet som A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 och även de pilottester som utvärderats av C1 använder/har använt sig av är helt och hållet röststyrd vilket är en funktion som nämnts av alla respondenter. A1 menar att denna funktion ofta fungerar väldigt bra och att något som underlättar är när det går att byta språk på enheten så operatören kan välja önskvärt språk. Tillfällen då A1 ibland upplevt funktionen något sämre är för operatörer som talar språk som inte stötts av enheten och att det kan bli en språkbarriär där operatören behöver prata väldigt tydligt för att bli korrekt uppfattad av enheten. B2 tycker att denna funktion fungerar förvånansvärt bra även om respondenten anser att det hade varit bättre om användaren även kunnat göra gester för att underlätta användningen av enheten. B2 håller med om detta med tillägget att det hade varit praktiskt med en sammankopplad app så användaren kan styra enheten även denna väg för att slippa prata med enheten samt att snabbare kunna koordinera i menyer. B4 och C1 anser att röststyrningen fungerar väldigt bra och C1 poängterar även att enheten har en väldigt bra brusreducering vilket gör att röststyrningen och kommunikationen överlag fungerar väldigt bra även i miljöer med högt bakgrundsljud. Dock menar C1 att det som trots allt kan vara problematiskt med röststyrningen är att enheten kräver ett så pass tydligt uttal att det kan vara svårt att kommunicera med enheten för operatörer med olika accenter. Största riskfaktorn med när röststyrningen inte fungerar optimalt menar C1 är att det kan bli ekonomiska konsekvenser, exempelvis om operatören oavsiktligt råkar stänga av något och på så sätt stör produktionskedjan. Den senare delen är inte något som framkommit från B1, däremot lyftes åsikten att kunna känna sig dum då den i operatörens situation behöver stå och prata rakt ut med enheten och att det händer att man behöver upprepa sig, vilket är något B1 upplevt som en obekväm situation.

Från analys av insamlad data från samtliga intervjuer har för- och nackdelar framkommit

enligt ovan. Detta trots att vissa använder det i sitt vardagliga arbete och vissa inte kommit till implementation av tekniken än. Potentiella skäl kan vara ett antal trösklar som identifierats under intervjuerna som vissa tagit sig över mer eller mindre. Det faktum att tekniken ännu är ny för den breda marknaden menar A1 bidrar till att det blir en högre tröskel för nya användare som ännu inte är bekväma med tekniken. A2 utvecklar detta med att en anledning till att tekniken inte används i större utsträckning på arbetsplatser kan vara att beroende på bakgrunden och kulturen hos deras kunder kan det vara olika svårt att få kunderna att ta sig förbi den inlärningskurva som blir av att använda sig av ny teknik som inte är kommersiellt utbredd. Respondenten, som i detta fall agerar expert, poängterar att det krävs en viss nivå av teknikkunskap hos operatören för att uppnå ett smidigt samarbete och att om det handlar om mindre uppgifter som behöver lösas kan det vara enklare att exempelvis maila information istället då det är svårare att introducera operatören till tekniken än att lyckas vägleda genom ett mer begränsat kommunikationsverktyg. Samtidigt menar A2 att många är intresserade av att testa tekniken då den upplevs ny och spännande vilket är en positivt drivande faktor till att operatörerna ser förbi att det kan ta en stund att bli bekväm med tekniken.

Enligt A2 kan ett sätt att minska tröskeln för mer utbredd användning av tekniken vara att de från expertsidan är mer påtryckande med detta tillvägagångssätt då de av erfarenhet märkt att det ofta får en positiv effekt så fort operatörerna blivit bekväma och att det då kan vara värt att verka mer för att använda tekniken och på så sätt få fler operatörer att lära sig tekniken. Ytterligare en aspekt som A2 menar hade gjort det enklare att få operatörerna att se vinningen i tekniken är om displayen på enheten blir något bättre så det inte blir ett lika stort hinder. B3 lyfter att trots att tekniken inte än är helt utbredd kan förfrågan om att nyttja AR-teknik för fjärrassistans ibland komma från kunderna själva och att det då är viktigt att vara tillmötesgående och erbjuda den typen av service. När kunderna själva efterfrågar denna service menar B3 även att det kan hända att de använder olika typer av enheter och att det då kan vara svårt om de på expertsidan har bundit sig till en typ av enhet som kanske inte är samma som den kunderna är vana vid. D1 och D2 menar snarare att det kan vara en tröskel att använda sig av tekniken inom vissa användningsområden medan tröskeln är obefintlig inom vissa tillämpningsområden. De menar att guidning eller upplärning är något som tekniken enkelt kan användas till men att andra områden som kräver att företagsspecifik information finns tillgänglig är svårare att få till då det kräver utformning och förvaltning av sådana typer av system. Likt A1 och A2 menar även D1 och D2 att en potentiell anledning till att det kan vara svårt att nå ut helt med tekniken är att den inte är kommersiellt utbredd vilket skapar ett hinder hos individer med mindre teknikvana. Även B5 poängterar att ny teknik alltid är lite svårt innan den blir mer utbredd. B5 uttrycker det som att tekniken är starkt individberoende och att det därför kan vara svårt att hitta en hård- och mjukvara som alla på ett företag trivs

med, men påpekar även att detta gäller det mesta på arbetsplats och att det därav landar i att hitta en lösning som passar så många som möjligt och så bra som möjligt. Detta är något som blir tydligt då B1 anser att tekniken är långt ifrån tillräckligt bra för att ersätta lösningar som utgår ifrån mobilen medan B3 anser att tekniken fungerar bra.

Vad det gäller ny teknik menar C1 att det är viktigt att användningen är tillräckligt intuitiv för att minska tröskeln i ett nybörjarskede. Intuitivitet är något som lyfts även av B2 och B4 som menar att tekniken ännu behöver utvecklas på den fronten, B4 kommenterar att enheten förutsätter en viss grad av teknikvana som framförallt hos äldre operatörer inte är en självklarhet. Enligt B2 skulle ett sätt att göra enheten mer intuitiv kunna vara att den är både röst- och geststyrd. På samma spår menar även C1 att eftersom denna teknik ännu har konkurrens av smartphones som fler är betydligt mer bekväma med så krävs det mer fördelar med nya tekniken för att ersätta exempelvis videosamtal på via mobiltelefoni. Detta menar C1 även landar i att, inom industribranschen finns det många som är äldre, och att det då är svårare att implementera ny teknik om befintlig teknik, så som smartphones, kan fylla samma syfte. B2 menar att detta även skulle kunna bero på att det inte är ovanligt att ny teknik får ett allmänt motstånd då det alltid finns de individer som inte uppskattar förändring i arbetsprocesser. D1 och D2 menar att ett ytterligare hinder när det kommer till ny teknik är kostnaden för implementationen. Av de respondenter, A1-A2 och B1-B5, där AR-tekniken redan är implementerad på företaget ser samtliga det som en långsiktig lösning som de planerar att fortsätta använda.

Utifrån ovan analys av intervjuerna med slutanvändare, operativa chefer och projektledare presenteras nedan fyra teman som identifierats som resultat från denna del.

*Ergonomi, komfort och robusthet* - Ergonomi, komfort och robusthet har lyfts som viktiga faktorer för att skapa en god användarupplevelse. Det är viktigt att glasögonen fungerar bra och är bekväma att använda i olika miljöer, till exempel industriella. Aspekter som vikten på enheten, kompatibilitet med annan yrkesspecifik utrustning och hur den kan bäras stora delar av dagen är alla faktorer som påverkar dess ergonomi. Operatören bör kunna röra sig fritt oberoende av enheten och utan fysisk påfrestning efter längre tids användande.

*Bildkvalitet* - Det är viktigt att glasögonen kan förmedla detaljerad information med hög precision så att fjärrexperten kan få en klar bild av vad som händer. Flera respondenter har lyft att enheten bör ha en god bildkvalitet och en tillräckligt stark nätverksanslutning för att upprätthålla denna bildkvalitet. Respondenterna menar att experten då lättare kan bilda sig en god uppfattning av vad operatören gör i stunden, vilket pekar mot en bättre platskänsla.

En bättre platskänsla underlättar användningen av AR-funktioner och förenklar därmed också kommunikationen. Just nätverksanslutningen är en aspekt som nästan alla respondenter lyft som problematisk och avgörande. Respondenterna har även lyft att bildkvaliteten är kopplat till säkerhetsrisker. Nämnda aspekter kopplat till bildkvaliteten är bland annat upplösning, vidvinkel, kontraster, fördröjning och stabilitet.

*Funktionaliteter* - För att stötta AR-upplevelsen har flera respondenter nämnt att funktioner i systemet så som att referera med hjälp av pilar, zooma, ta skärmbilder, visa ikoner och placera virtuella objekt i omgivningen som underlättande. Det resulterar i en bättre samtalsförankring och därmed stärks även samarbetet. Detta ställer dock krav på hur objekt visualiseras hos operatören, där operatörens förmåga att uppfatta dessa inte bör utmanas. Något som intervjuerna gett insikt i är vikten av att förstå enhetens funktionaliteter och interaktionsalternativ. Detta för att bygga en förståelse för hur och vart tekniken kan fylla ett behov. Att arbeta med händerna fria har av nästan alla pekats ut som en av de allra viktigaste aspekterna. Därför är röststyrning av enheten och verbal kommunikation något som uppskattats. En viktig aspekt som nämnts här är dock att enheten bör stödja användarens språk/accents och ljudreducera bakgrundsljud.

*Trösklar* - Det är viktigt att enheten lätt kan implementeras och att den har en låg inlärningskurva för att göras tillgänglig för så många användare som möjligt. Flera respondenter har lyft att industrin de jobbar inom är "svårflyttad" och att ålder och teknikvana kan vara en påverkande faktor. Därför ses ett intuitivt system som en vital aspekt. Andra trösklar som tagits upp är kompatibilitet med befintliga system. Flera av företagen har paketlösningar kring möten i dagsläget och en hårdvara som inte är kompatibel med dessa har upplevts som störande. Om AR-systemet kan integreras med verktyg och plattformar som redan används på arbetsplatsen, gynnas användarupplevelsen.

### 3.4 Befintliga heuristiker

I fas (3) matchas möjligheter, behov och krav. Blandford och Green [51] rekommenderar att utgå från och inspireras av befintliga metoder. Eftersom utvärderingsmetoder inom AR som samarbetsverktyg i fysiska och professionella miljöer är mycket begränsat kartlades metoder som finns inom området AR och anknytande område CSCW. Då den tänkta utvärderingsmetoden ska vara analytisk där inte användare behövs valdes två heuristiska utvärderingar som inspiration. I detta avsnitt har alltså en fördjupad litteratursökning gjorts som kommer bidra till första delmålet. Inom AR-området valdes "*Augmented reality design heuristics: Designing for dynamic interactions*" [54]. Dessa designprinciper valdes ut eftersom de presenterar en uppsättning rekommendationer för design av AR-teknik som samarbetsverktyg

på ett generellt och förenklat sätt. Vidare valdes “*Heuristic Evaluation of Groupware Based on the Mechanics of Collaboration*” [55] inom CSCW-området för att inspireras av riktlinjer som rör synkront distribuerat samarbete. Nedan presenteras en översättning och tolkning av respektive utvärderingsmetod och dess heuristiker.

### **Augmented reality design heuristics: Designing for dynamic interactions [54]**

- H1 *Passa med användarmiljö och uppgift* - Det är bra att använda visualiseringar och metaforer som har betydelse för den fysiska miljön och arbetsmiljön där de presenteras. Valet av visualiseringar och metaforer bör matcha de mentala modeller som användaren kommer att ha baserat på sin fysiska miljö och uppgift.
- H2 *Form kommunicerar funktion* - Formen av ett virtuellt element bör förlita sig på befintliga metaforer som användaren känner till för att kommunicera riktning och möjligheter.
- H3 *Minimera distraktion och överbelastning* - AR-upplevelser kan lätt bli visuellt överväldigande. Design bör fungera för att minimera oavsiktlig distraktion på grund av design som är alltför rörig, upptagen och/eller rörelsefylld.
- H4 *Anpassning till användarens position och rörelse* - Systemet bör anpassas så att de virtuella elementen är användbara och lättanvända från olika betraktningvinklar, avstånd och rörelser som kommer att tas av användaren.
- H5 *Inriktning av fysiska och virtuella världar* - Placeringen av virtuella element bör vara logisk i den fysiska miljön. Om virtuella element är justerade med fysiska objekt, bör denna justering vara kontinuerlig över tid och visningsperspektiv.
- H6 *Passa användarens fysiska förmågor* - Interaktion med AR-upplevelser bör inte kräva att användaren utför åtgärder som är fysiskt utmanande, farliga eller som kräver alltför mycket koordination. All fysisk rörelse som krävs ska vara lätt.
- H7 *Passa med användarens perceptuella förmågor* - AR-upplevelser bör inte presentera information på ett sätt som överskrider en användares förmåga att uppfatta det. Designers bör ta hänsyn till storlek, färg, rörelse, avstånd och upplösning när de designar för AR.
- H8 *Tillgänglighet för objekt utanför skärmen* - Gränssnitt som kräver direkt manipulation (till exempel AR och pekskärmar) bör göra det lätt för användare att hitta eller återkalla föremål de måste manipulera när dessa objekt är utanför synfältet.
- H9 *Redovisning av hårdvarukapacitet* - AR-upplevelser bör utformas för att passa hårdvarans möjligheter och begränsningar. Ett exempel på detta kan vara att en AR-upplevelse som kräver mycket datorberäkningar inte bör användas på en enhet med låg prestanda.

### **Heuristic Evaluation of Groupware Based on the Mechanics of Collaboration [55]**

- H1 *Ge stöd för avsiktlig och lämplig verbal kommunikation* - Människor måste kunna prata och lyssna på andra gruppmedlemmars konversationer. I fysiska möten är verbal kommunikation den mest vanliga formen. Många grupprogram där visuella arbetsytan används stödjer dock inte verbal kommunikation avsiktligt.
- H2 *Ge stöd för avsiktlig och lämplig gestikulerande kommunikation* - Möjliggöra användandet av gester för att stödja konversation. Gestikuleringar och andra visuella handlingar används för att komplettera verbal kommunikation och

bidra med ökad förståelse. Detta kan vara till exempel att peka på ett föremål när de säger där".

H3 *Ge stöd för (andra) kroppsliga aspekter av kommunikation* - Tillåter andra att uppfatta oavsiktligt vidarebefordrad information, till exempel var personen är eller vad deras uppmärksamhetsfokus är. Kroppsspråk är en komplex informationskälla vid interaktion där position, hållning och rörelser bidrar med värdefull information. Målet är att vid synkront samarbete kunna fånga upp information om deltagarnas kroppsspråk vilket är relaterat till medvetenhet om andra deltagare.

H4 *Ge stöd för betydelsefull kommunikation av delade artefakter* - Vid kommunikation ansiktesmot-ansikte sprids även information oavsiktligt genom hur artefakter manipuleras av användare. När en individ manipulerar en artefakt får personen i fråga oftast någon form av respons som påvisar interaktionen. På liknande sätt är det viktigt att andra användare också kan ta del av liknande information om hur en liknande artefakt manipuleras.

H5 *Ge skydd* - Förhindra användare från att agera på ett element samtidigt när detta skulle skapa konflikt eller störa en annans agerande

H6 *Hantering av tätt och löst kopplat samarbete* - Sammankoppling avser i vilken grad personer arbetar tillsammans. Det avgörs utifrån omfattningen av det arbete som en person kan utföra innan det finns ett behov av kommunikation med en annan person. Heuristiken avser hantering av skiftet mellan det enskilda arbetet och samarbetet inom grupper.

H7 *Stöd personer med koordination av deras handlingar* - Tillåt medlemmar att kommunicera direkt eller indirekt och ge information om andra medlemmars aktiviteter. Heuristiken avser att stödja vår egen förmåga för att koordinera våra handlingar för att kunna kommunicera och samarbeta med andra.

H8 *Underlätta att hitta samarbetspartners och etablera kontakt* - Tillåt medlemmar att veta vilka som finns i miljön och deras tillgänglighet för kommunikation. Ett problem med grupprogram är oklarheter kring hur personer börjar sina möten. De är ofta informella och för att lyckas måste grupprogram stödja distansförhållanden bättre. Det finns ett behov av att kunna skapa mer formella möten där potentiella deltagare finns representerade i systemet. Det blir både enklare att identifiera potentiella deltagare av ett möte och att upprätthålla kontakt.

Heuristikerna i respektive metod har gått igenom i detalj. Detta för att bekantas oss med dem samt identifiera vad som känns relevant och vad som inte är av större värde för användarupplevelsen inom AR som samarbetsteknik i fysiska och professionella miljöer. I och med detta kan relevanta aspekter från ovan nämnda utvärderingsmetoder inspirera till den metod som designas i denna uppsats. Eftersom det resultat som önskas uppnås ska innehålla ett rimligt antal riktlinjer har flertalet av de heuristiker ovan att elimineras i ett senare skede då de är av mindre relevans för syftet. Bedömningen av relevans baseras på hur väl heuristikerna kan uppfylla mål för AR som samarbetsverktyg. Detta gjordes med fokus på interaktion, visualisering, kommunikation och platskänsla. Utvärderingsmetoderna kommer att användas i kommande avsnitt Självtvärdering. I resultatet för detta avsnittet kommer nyckelfaktorer identifierade från metoderna ovan att presenteras. Detta utifrån både självutvärderingen och den detaljerade genomgången.

## 3.5 Empiri - Självutvärdering

Som en fortsättning på Blandford och Greens [51] fas (3) så kommer de mer välkända utvärderingsmetoderna som presenterats ovan att testas på AR-tekniken genom en självutvärdering. Syftet med detta tillvägagångssätt är att simulera användarbeteende för att på så sätt kunna försöka förutse hur användare kommer att tolka olika delar av tekniken [50]. Avsnittet ämnar därmed utvärdera både de befintliga utvärderingsmetoderna men även AR-tekniken. Detta för att identifiera potentiella styrkor och brister med både tekniken samt dess allvarlighet, men också styrkor och brister i utvärderingsmetoderna. I detta avsnitt kommer genomförandeprocessen att gås igenom följt av det resultat som processen medfört.

### 3.5.1 Genomförande

I genomförandet av självutvärderingen användes AR-glasögonen av modellen Realwear Navigator 500. Detta är samma glasögon som använts av samtliga intervjuade slutanvändare. För att kunna använda oss av AR-funktioner behövs en mjukvara som stöttar detta. Vi tog därför kontakt med företaget VSight som utvecklat en mjukvaran för AR och fjärrassistans. För att ha en god grundkunskap kring tekniken, och kunna fokusera på utvärderingen snarare än att lista ut funktioner, fick vi en introduktion av både hård- och mjukvara. En demonstration av AR-glasögonen gavs av IMINT. Introduktion av mjukvaran och dess egenskaper tillhandahölls av VSight själva. Självutvärderingen var utformad på så sätt att vi turades om att agera expert respektive operatör för att båda skapa en helhetsbild under utvärderingen samt för att kunna jämföra om vi identifierat samma kritiska aspekter. Vidare valde vi att utföra en, för oss, ny uppgift under testet med hjälp av tekniken där vi skulle montera en träkatapult där den som agerade expert hade ritningen och den som agerade operatör hade delarna. Detta för att även kunna utvärdera huruvida vi upplevde att vi kunde kommunicera och förstå varandra enbart med hjälp av detta verktyg vid en uppgift som vi inte kunde på förhand eller utan hjälp av den andra. Under självutvärderingen tog vi de teman som identifierats under föregående avsnitt i beaktning, men begränsade oss inte enbart till dessa.

### 3.5.2 Sammanställning

Några av heuristikerna kommer att elimineras då de ej är helt av relevans för utvärderingsmetoden som designas i denna uppsats. Vidare kommer delar av några heuristiker att slås samman då de liknar varandra rent konceptuellt, och endast de delar vi ansett som relevanta kommer att tas med. Som tidigare nämnts är bedömningen av relevans baserat på hur väl heuristikerna kan uppfylla mål för AR som samarbetsverktyg med fokus på interaktion, visualisering, kommunikation och platskänsla. Med hjälp av självutvärderingen kunde vi lättare förstå relevansen av de olika heuristikerna, det vill säga hur ofta och hur allvarliga aspekterna



var. Vi kunde även identifiera brister då vissa aspekter, som upplevdes väsentliga för att tekniken skulle vara användbar, saknades i de båda befintliga utvärderingsmetoderna. Vi kommer i denna dels resultat presentera de teman vi identifierat utifrån de aspekter som ansetts ha störst relevans från både heuristikerna och självskattningen. För att lättare kunna referera till specifika heuristiker i respektive metod kommer AR-utvärderingsmetoden att benämnas som A och därmed kommer de specifika heuristikerna att refereras till enligt A.H1-A.H9. CSCW-utvärderingsmetoden kommer att benämnas som B och därmed kommer dessa heuristiker att refereras till enligt B.H1-B.H8.

Som tidigare nämnts valdes heuristikerna inom AR-området för att få en uppsättning med relativt generella riktlinjer. Därför går samtliga heuristiker, mer eller mindre, att applicera på det system vi ämnar utvärdera. Många av heuristikerna handlar dock om just de virtuella elementen vilket innebär att ett flertal kommer kunna kategoriseras in i ett tema eller tas bort på grund av för låg relevans. Baserat på det formulerade syftet valdes A.H8 och A.H9 bort då dessa inte ansågs relatera tillräckligt mycket till de fokuspunkter som valts och upplevdes heller inte som kritiska under självutvärderingen. Efter självutvärderingen med CSCW-listan togs beslut att ta bort två heuristiker eftersom de inte tillförde någon mening för att utvärdera produkten. B.H5 valdes bort eftersom samarbetet inte är symmetriskt, fjärrexperten och lokala operatören inte kommer att interagera med samma objekt på det sätt som heuristiken syftar. B.H6 valdes också bort då fjärrexperten mest troligt inte kommer skifta mellan enskilt arbete och samarbetet under interaktionen.

Vidare kommer heuristiker som går in i liknande tema identifieras för att kunna paras ihop. I avsnittet begränsas fokus till de övergripande nyckelfaktorerna för designen av utvärderingsmetoden. Under självutvärderingen uppfattade vi också att många av heuristikerna överlappar varandra något eller går in på allt för specifika detaljer. Som ett resultat av detta har ett beslut fattats att kombinera ett flertal av heuristikerna i både AR- och CSCW-listan då många av dem rör detaljer på samma tema.

A.H1, A.H2, och A.H3 handlar om liknande aspekter, det vill säga att *anpassa visualiseringar och metaforer till användaren, användarmiljön och uppgiften*. Därför kommer dessa riktlinjer att kopplas till ett och samma tema. Heuristikerna A.H4 och A.H5 handlar båda om liknande aspekter vilket är systemets interaktion och placering av virtuella element. Detta är inte helt olikt det tidigare nämnda temat och kommer därför även de att ingå i samma. Vidare kan A.H6 och A.H7 också kategoriseras tillsammans i ett tema då de handlar om *anpassning av AR-upplevelser till användarens fysiska respektive perceptuella förmåga*.

Ett flertal av heuristikerna kommer kombineras även i CSCW-listan. B.H1 och B.H2 kommer att läggas under ett gemensamt tema på *verbal och gestikulerande kommunikation*. B.H3, B.H4 och B.H7 slås samman då alla går under det gemensamma temat *kroppslig kommunikation och koordination*. B.H8 går inte att passa in i något av de teman som skapats men delar av punkten anses ha betydelse för ett användbart system. Att hitta nya samarbetspartners har bedömts som lägre relevans i det syfte som formulerats, men att *underlätta etablering av kontakt* är av hög relevans för att minska implementeringströskeln. Därför har denna punkt kortats av och står i ett eget tema.

Ett antal aspekter som upplevdes som extra kritiska under självutvärderingen upptäcktes. I följande stycken kommer dessa att presenteras. En aspekt var kopplat till användarens hälsa som uppkom efter att AR-glasögonen bars en längre tid. Författare 1 rapporterade nacksmärtor efter en längre stund som operatör, vilket förmodligen berodde på att en onaturlig vinkel på huvudet behövdes för att ge fjärrexperten en optimal bild. En bred synvinkel ansågs av oss båda författare som mycket viktigt. Detta ansågs ge en bra överblick och gör att kommunikationen kan fokuseras på utförandet av uppgiften snarare än på att ge instruktioner om huvudriktning. En bättre synvinkel skulle mest troligt också leda till en mer naturlig vinkel på operatörens huvud. Synvinkeln indikerar också att man som fjärrexpert kan bygga sig en känsla för platsen oberoende av operatören. Dessa aspekter anser vi inte representeras i de teman som tidigare identifierats. Ett tema som rör *bildkvaliteten* på den bild som visas för fjärrexperten kommer därför att skapas.

Vi båda författare rapporterade att vi kände lätt illamående efter en stund som operatör, vilket kan bero på att displayen på glasögonen är ansträngande att titta på. I displayen kan de virtuella elementen visas. Därför kan denna aspekt bakas in i temat om anpassning till användarens fysiska och perceptuella förmågor. Författare 1 upplevde även lätt illamående som fjärrexpert då bilden tidvis kan vara något ryckig. Illamående hos fjärrexperten kan återigen kopplas till temat som rör bildkvaliteten på den bild som visas för fjärrexperten. Att ha en hög bildhastighet, bra upplösning och stabil bild anser vi skulle kunna minska det visuellt inducerade illamåendet och även stärka samtalsförankringen.

Vi båda anser också att, som fjärrexpert, kunna se operatörens händer underlättar samarbetet eftersom operatören lättare kan ställa frågor, med ord som till exempel *här* eller *där*, vilket vi ansåg stärkte samtalsförankringen och samarbetet. På samma sätt tyckte vi båda att det underlättade arbetet som fjärrexpert att kunna rita pilar i operatörens miljö. Författare 2 rapporterade dock att en aspekt som anses vara viktig är att ett ofixerat virtuellt element lätt kan skapa förvirring eller missförstånd. Dessa aspekter skulle kunna läggas in i två teman. Det

tema som rör verbal och gestikulerande kommunikation för handgester och uppmärksamhet, och temat som rör visualiseringar av virtuella element i den fysiska miljön.

Under självutvärderingen var uppkopplingen instabil, vilket ledde till att bild eller ljud ibland försvann. Detta visade på vikten av den verbala kommunikationen för ett framgångsrikt samarbete och hur det visuella, i form av video och symboler, kan stödja och förbättra denna kommunikation. Vi båda upplevde det som mycket utmanande att utföra uppgiften med endast ljud alternativt bild. Författare 2 rapporterade att ha bildat sig en uppfattning och känsla av operatörens situation, som fjärrexpert, gjorde kommunikationen mycket enklare. Detta kan ses som att man närmat sig en platskänsla genom ett visuellt delat utrymme, stärkt situationsmedvetenhet och samtalsförankring. Författare 2 menade även att ha hunnit bilda sig en känsla för operatörens situation var till hjälp om bilden plötsligt försvann. Funktioner som att kunna referera med hjälp av händerna från operatörens håll eller genom virtuella pilar och symboler som fjärrexpert underlättar som sagt samarbetet betydligt. Däremot upplevde vi att detta är beroende av att bilden är tydlig, med vidvinkel och utan fördröjning för att inte hindra samtalsförankring och situationsmedvetenhet. De olika faktorerna som lyfts i detta stycke rör teman som formulerats tidigare. Återigen lyfts aspekter som kan kopplas till temat om bildkvaliteten, men även aspekter som kan läggas in i teman både kring verbal och gestikulerande kommunikation och anpassning av visualiseringar och placering av virtuella element i fysisk miljö.

### 3.5.3 Erhållet resultat från självutvärdering

Baserat på viktiga aspekter i självutvärderingen, eliminering och sammanslagning av heuristiker har följande teman identifierats, vilka bidrar till andra delmålet.

*Anpassade visualiseringar och placering av virtuella element i fysisk miljö.* - Visualiseringar och metaforer bör vara anpassade till användarens fysiska omgivning och uppgift, och baseras på de mentala modeller som användaren redan har. Dessutom bör design minimera oavsiktlig distraktion. Genom att placera virtuella element i en stadig position i den fysiska miljön, och göra justeringar som är kontinuerliga över tid och perspektiv, kan systemet anpassas för olika betraktningssvinklar, avstånd och rörelser som användaren utför.

*Anpassning till användarens fysiska och perceptuella förmågor* - AR-upplevelser bör anpassas för att passa användarens fysiska och perceptuella förmågor, så att interaktion inte kräver utmanande, farliga eller koordinerade åtgärder och så att information inte presenteras på ett sätt som överskrider användarens förmåga att uppfatta det. Designers bör ta hänsyn till faktorer som kognitiv förmåga, storlek, färg, rörelse, avstånd och upplösning när de designar för AR.

*Verbal och gestikulerande kommunikation* - Systemet bör ge stöd för människor att kunna tala och lyssna på andra gruppmedlemmars konversationer samt möjliggöra användandet av gester för att komplettera verbal kommunikation och bidra med ökad förståelse och situationsmedvetenhet. Detta kan vara särskilt viktigt i situationer där grupprogram som använder visuella arbetsytor inte alltid stödjer avsiktlig verbal kommunikation.

*Kroppslig kommunikation och koordination* - Systemet bör stödja olika aspekter av kroppslig kommunikation, såsom signaler, föremål och koordinering av handlingar för att stärka användarens känsla för platsen. Detta kan innefatta att mottagande av oavsiktlig information genom kroppsspråk och uppmärksamhetsfokus, möjliggör betydelsefull kommunikation och stödjer personers koordinering. Målet är att underlätta synkront samarbete genom att fånga upp information om deltagarnas kroppsspråk och aktiviteter, samt förbättra kommunikationen genom att ge användarna möjlighet att visa interaktioner med föremål.

*Underlätta etablering av kontakt* - Systemet bör ge användarna lämpliga verktyg för att etablera kontakt med andra kollaboratörer och ge signal när en kollaboratör ansluter eller kopplar från. Genom att erbjuda enkel och tydlig information om vem som är tillgänglig och hur man initierar en kontakt, kan systemet underlätta etableringen av kontakt mellan gruppmedlemmar.

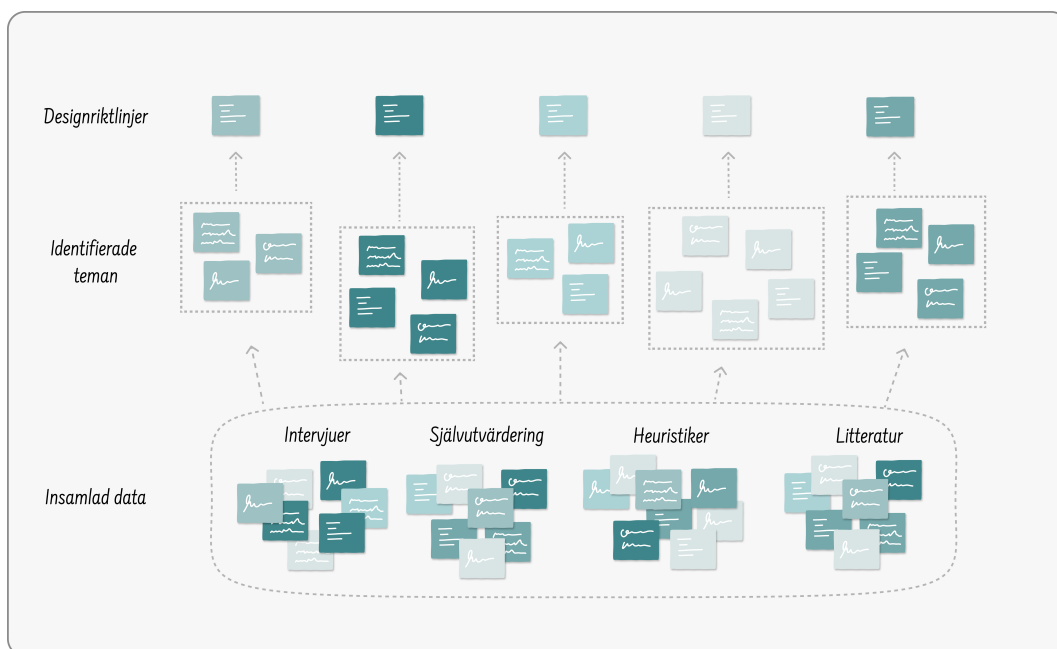
*God bildkvalitet* - Systemet bör säkerställa att bildkvaliteten är tillräckligt hög under samarbetet för att upprätthålla ett behagligt och effektivt utförande av uppgiften. Detta innefattar bland annat bred synvinkel, hög bildhastighet, stabil videoströmning och god upplösning. Detta kan bland annat minska illamående, underlätta användandet av referenser, effektivisera arbetet och tillåta användaren att bilda sig en platskänsla. En bildkvalitet som inte hindrar användarens förmåga att bilda sig en känsla av kollaboratörens plats kan bidra till en god användarupplevelse och säker AR-upplevelsen för användarna.

### 3.6 Design av utvärderingsmetod

I detta avsnitt kommer en grundlig genomgång av hur de tidigare delmålen leder fram till *Kombinera relevanta teman från teori och empiri*, vilket är det tredje delmålet. Kombinationen av dessa delmål ämnas leda fram till uppsatsens syfte, att utforma en utvärderingsmetod. Tillvägagångssättet och de analyser som lett fram till de slutgiltiga riktlinjerna samt rekommendationer och hur utvärderaren kan tänka kring analysen av datan kommer lyftas för att slutligen komma fram till den färdiga metoden som senare presenteras i följande kapitel, 4 *Slutresultat*.

### 3.6.1 Sammanställning och analys av insamlad data från tidigare resultat och litteratur

Som nämnts i syftet av denna uppsats har vi utifrån en teoretisk lins av begreppet *platskänsla* försökt skapa en bättre förståelse för vilka aspekter av användarupplevelsen som är relevanta för en analytisk utvärdering av AR-system som samarbetsverktyg i fysiskt och professionellt syfte. Därför kommer platskänsla vara centralt i flertalet av de riktlinjer som skapats. Som tidigare nämnts kan situationsmedvetenhet och samtalsförankring ses som en del i fjärrexperts platskänsla. Alla dessa faktorer anser vi stärker samarbetet mellan operatören och fjärrexperten och främjar därför användarupplevelsen för båda parter. Vid sammanställning av de olika resultaten var det första vi gjorde att gå igenom respektive resultat och notera alla aspekter som framkommit, därefter hade vi en brainstorming session där vi tematiskt kategoriserade aspekterna från de olika faserna för att på så sätt kunna knyta samman relaterade aspekter. En visualisering över hur sammanställning av aspekter identifierat ett antal teman som därefter format utvärderingsmetoden finns i figur 7. Efter den tematiska sammanställningen formulerades åtta riktlinjer vilka presenteras nedan där härkomsten av vardera riktlinje redogörs. Samtliga riktlinjer har tagit hänsyn till de aspekter och teman som lyfts inom teorin i form av litteraturen i bakgrunden och de befintliga heuristikerna inom AR och CSCW, samt de empiriska resultaten i form av intervjuer och självutvärdering.



Figur 7: Visuell representation av hur de olika aspekterna successivt kategoriserats. Egenskapad bild.

**1. Ge stöd för verbal och gestikulerande kommunikation:** Systemet bör ge stöd för an-

vändarna att kunna tala och lyssna på andra gruppmedlemmars konversationer. Verbal kommunikation bör fungera även i miljöer med höga ljudnivåer. Systemet bör även möjliggöra användandet av flytande gestikulering för att komplettera verbal kommunikation och bidra med ökad förståelse. Gester kan vara i form av pilar, ikoner och andra visuella objekt. Den verbala och gestikulerande kommunikationen stödjer fjärrsamarbete och skapar en situationsmedvetenhet.

Första riktlinjen, *Ge stöd för verbal och gestikulerande kommunikation*, är en omformulering av det tredje temat som identifierats i fas (3) där det empiriska bidraget i form av självutvärdering, och teoretiskt bidraget från befintliga metoder kombinerats. Modifieringen gjordes då anknytande aspekter identifierats i litteraturen samt från analys av intervjuerna. Bidrag från litteraturen är vikten av att kunna gestikulera flytande samt att möjliggöra att användaren kan ta in rumsliga och sociala signaler. Rumsliga och sociala signaler avser att ge användaren en känsla av vad som har hänt eller kommer hända vilket gynnar situationsmedvetenheten och en god platskänsla. Att möjliggöra aktivt lyssnande har identifierats som en aspekt som gör upplevelsen mer tillfredsställande och det är därav viktigt att systemet ger stöd för att användarna ska kunna höra varandra verbalt under samarbetet. Detta är även en aspekt som vi upplevde som mycket viktig under självutvärderingen. Intervjuerna har även bidragit med insikt om att arbetet ofta sker i miljöer där bakgrundsljud är vanligt förekommande, vilket var en bra komplettering till självutvärderingen där detta problem inte upptäcktes. Därav är det viktigt med god brusreducering för att kunna höra varandra oberoende av ljudnivå i omgivningen. Under intervjuerna i kombination med både självutvärdering och litteratur har det tydligt framkommit att en uppskattad och välanvänd funktion är att kunna referera med hjälp av pilar, ikoner eller andra typer av visuella objekt. Detta kan stärka samtalsförankringen som är en del, tillsammans med situationsmedvetenheten, av stärkt platskänsla.

**2. Visualiseringar och placering av virtuella element bör anpassas till fysisk miljö och uppgift:** Visualiseringar och metaforer bör vara anpassade till operatörens fysiska omgivning och uppgift, och baseras på de mentala modeller som operatören redan har. Detta eftersom saker som tid, plats och mentalt tillstånd spelar roll för hur vi använder artefakter. Information bör minimeras till det givna sammanhanget för minimera oavsiktlig distraktion eller att operatörens vy blockeras. Genom att fixera virtuella element i en stadig position i den fysiska miljön stärks samtalsförankringen och operatören och fjärrexperter kan lättare referera till dem och undvika missförstånd vid olika betraktningssvinklar, avstånd och rörelser.

Den andra riktlinjen *Visualiseringar och placering av virtuella element bör anpassas till fysisk miljö och uppgift* är inspirerad av självutvärderingens första tema där befintliga heuristiker fö-

relår att visualiseringar och metaforer bör baseras på mentala modeller som användaren redan har. Detta kan även kopplas ihop med platsteorin som antyder att användarupplevelsen är en funktion av både platsen och interaktionen med den designade artefakten. Saker som tid, plats och mentalt tillstånd spelar roll för hur vi använder artefakter. Litteraturen har pekat på att gester i form av virtuella element är viktiga i samarbetet då dessa kan stärka samtalsförankring men en utmaning ligger i att kunna referera till element som är inbäddade i fysiska objekt. I intervjuerna framkom att skärmavbilder var uppskattat då virtuella element kunde vara svåra att referera till om de rör sig allt för mycket, detta uppmärksammades även under självutvärderingen där ofixerade element lätt ledde till missförstånd. Litteraturen lyfter att en fryst videoströmning kan leda till att bilden inte längre matchar operatörens synvinkel eller ännu värre blockerar operatörens vy. Därmed är en delad video att föredra och virtuella element bör fixeras i den fysiska miljön för att både underlätta samtalsförankring och minska risker för misstag. Litteraturen menar även att operatörens kognitiva belastning inte bör överskridas och att information därför bör minimeras till det givna sammanhanget.

**3. Anpassning till användarens fysiska och perceptuella förmågor:** AR-upplevelser bör anpassas för att passa operatörens fysiska och perceptuella förmågor så att interaktion inte kräver utmanande, farliga eller koordinerade åtgärder. Information bör inte heller presenteras på ett sätt som överskrider operatörens förmåga att uppfatta det. Designers bör beakta faktorer såsom användarens kognitiva förmåga och därmed även storlek, färg, rörelse, avstånd och upplösning, samt eventuella funktionella begränsningar, till exempel nedsatt syn, hos användaren.

*Anpassning till användarens fysiska och perceptuella förmågor* har blivit en riktlinje som baseras delvis på det andra temat identifierat under självutvärderingen med modifiering av teman som identifierats både vid analys av intervjuerna och litteraturen. Det som framkommit under intervjuerna är i linje med vad som även identifierades under självutvärderingen, att det är viktigt att det som visualiseras för operatören ska vara tydligt och utan hinder för operatören att uppfatta. Displayen där virtuella objekt visas har tydligt lyfts som ett kritiskt problem under intervjuerna. Som tidigare nämnts är gester i form av virtuella element viktiga i fjärrsamarbete för att stärka samtalsförankring, men blir betydelselösa om dessa inte går att uppfatta. Därför bör visualiseringarna anpassas efter användarens förmågor. Detta har även förankring i litteraturen som poängterar att exempelvis användarens ålder gör att man uppfattar tekniken på olika sätt, både på grund av funktionella begränsningar men även förändringar i kognitiva processer. Att tekniken fungerar behöver fungera väl med glasögon identifierades även under intervjuerna med betoning på att detta bör fungera felfritt för att tekniken ska vara användbar. Vid analys av intervjuerna identifierades även säkerhetsaspekter så som snubbel-

risk som ansetts vara avgörande vid implementeringsbeslut. Därmed bör inte interaktionen med tekniken kräva utmanande, farliga eller koordinerade åtgärder.

**4. Skapa en känsla för platsen i uppgiftsutrymmet:** En känsla för platsen i uppgiftsutrymmet är en viktig faktor för att uppnå ett behagligt och effektivt utförande av uppgiften. Fjärrexperten bör därför ha möjlighet att bilda sig en känsla för operatörens plats och även kunna utforska den fritt, vilket kan underlättas genom funktionaliteter som zoom och vidvinkel. Visuell anslutning till operatörens omgivning kan bidra till att underlätta användandet av referenser, öka känslan av närvaro och handlingskraft samt stärka situationsmedvetenhet och samtalsförankring. Dessa faktorer kan bidra till en starkare känsla av platsen för fjärrexperten. Systemet bör därför säkerställa att bildkvaliteten som visas för fjärrexperten är tillräckligt hög och upplevs realistisk, vilket innebär hög bildhastighet, stabilitet i videoströmningen, god upplösning och anpassning av kontrast och gråskala, detta kan även minska visuellt inducerat illamående. En låg latens i videoöverföringen är också viktig för att inte påverka kommunikationen eller förmågan att agera. Det är viktigt att upprätthålla en hög bildkvalitet under hela samarbetsprocessen för att upprätthålla fjärrexpertens platskänsla. Detta innebär att bildkvaliteten inte bör försämrans vid zoomning av fjärrexperten och att det finns en tillräckligt stark nätverksanslutning för att bibehålla bildkvaliteten.

Den fjärde riktlinjer grundar sig en hel del i litteraturen kring platskänsla och hur man uppfattar uppgiftsutrymmet. I litteraturen lyfts att en högkvalitativ videokommunikation är av stor vikt eftersom situationsmedvetenheten bygger på små signaler som hjälper fjärrexperten att bygga en mental modell av miljön och kan därmed också stärka samtalsförankring. Som beskrivet i bakgrunden kan dessa signaler handla både om hur platsen ser ut men också situationen, sociala signaler och associationer med vad som hänt eller kommer hända på platsen. Tema kring bildkvalitet har även identifierats i både resultat från intervjuer och självutvärdering och kan kopplas till platskänsla. Hur samarbetspartners på distans självständigt kan utforska miljön har beskrivits som en designutmaning inom CSCW. En aspekt som tydligt trätt fram i både intervjuer, självutvärdering och litteratur är en bred synvinkel och zoom-funktionen. Detta har visat sig, i både intervjuer och självutvärdering, underlätta avsevärt för fjärrexperten att bilda sig en känsla av platsen oberoende av operatören. CSCW-forskare menar också på att ett vidgat synfält ökar måldektektering och platsidentifiering samt att realistiska upplevelser leder till ökad självrepresentation, närvaro och handlingskraft. Detta kan även kopplas ihop med platsteorin som lyft att ett aktivt tittande är tillfredsställande för användaren. En problematik som framkommit i resultat från samtlig empiri är internetuppkoppling som inte är tillräckligt stabil för att leverera en hög kvalitet på bildströmningen, vilket har visat sig mycket problematiskt då flera av de väsentliga aspekterna för ett smidigt samarbete, nämnda



ovan, förvinner. Därför har vi valt att ta med denna aspekt i riktlinjen. Riktlinjen ligger även till grund för att riktlinjerna *Verbal och gestikulerande kommunikation* och *Kroppslig kommunikation och koordination* ska kunna uppfyllas då dessa bygger på att fjärrexperten i viss mån kunnat skapa sig en känsla för platsen och att bildkvaliteten är god.

**5. Möjliggöra kroppslig kommunikation och koordination:** Systemet bör stödja olika aspekter av indirekt kommunikation från operatören, såsom signaler, föremål och koordinering av handlingar. Mottagande av oavsiktlig information, genom kroppsspråk och uppmärksamhetsfokus, kan möjliggöra betydelsefull kommunikation och stödja fjärrexpertens förmåga att bilda sig en känsla för platsen i uppgiftsutrymmet och stärker koordinering med operatören. Operatören bör kunna röra sig fritt samtidigt som fjärrexperten på ett sammanhängande sätt kan se vart operatörens uppmärksamhet är. Det ger en delad förståelse för det visuella sammanhanget. Fjärrexperten bör kunna ta in signaler om vad som hänt, händer eller kommer att hända. Målet är att underlätta synkront samarbete genom att fånga upp information om operatörens kroppsspråk och aktiviteter, samt förbättra kommunikationen genom att ge användarna möjlighet att visa interaktioner i uppgiftsutrymmet. Summan av dessa aspekter blir en starkare känsla av platsen för fjärrexperten och förbättrar därmed koordination över olika platser.

Riktlinjen *Möjliggöra kroppslig kommunikation och koordination* är en omformulering av det fjärde temat från självutvärderingen. Vid utformning av den nya versionen har inslag från analys av intervjuerna bidragit med att det som respondenterna poängterat gällande hur vikten av att kunna röra sig fritt som operatör eller god bildkvalitet för fjärrexperten är av hög relevans för att samarbetet ska fungera bra. Kopplingen till denna riktlinje är bland annat att detta möjliggör indirekt kommunikation. Som framkommit från litteraturen är det viktigt för fjärrexperten att kunna se var operatörens uppmärksamhet är eftersom detta ger en delad förståelse för det visuella sammanhanget. Den delade förståelsen har även stark förankring i litteraturen om platskänsla som framhäver vikten av att kunna ta in signaler om vad som kommer hända eller har hänt. Att detta är viktigt grundar sig i att möjliggöra medvetenhet om status på uppgiften och dess kontext för att ge en god användarupplevelse och användbarhet av tekniken.

**6. Underlätta etablering av kontakt:** Systemet bör ge användarna lämpliga verktyg för att etablera kontakt med andra kollaboratörer och göra signaler när en kollaboratör ansluter eller kopplar från. Genom att erbjuda enkel och tydlig information om vem som är tillgänglig och hur man initierar en kontakt, kan systemet underlätta etableringen av kontakt mellan gruppmedlemmar. Finns det befintliga mjukvarusystem där AR-systemet ska användas är det en fördel om dessa system är kompatibla med varandra.

Ovan riktlinje, *Underlätta etablering av kontakt*, är en omformulering av det femte temat som identifierats under självutvärderingen kombinerat med befintliga heuristiker. De förändringar som gjorts baseras på inslag från ytterligare aspekter identifierat under resultatet från analysen av intervjuerna. Det som tydligt framkom från intervjuanalysens tema relaterat till etablering av kontakt var vikten av kompatibilitet med andra mjukvarusystem som används inom företagen. En återkommande aspekt under intervjuerna var även olika personers teknikvana, vilket även färgar hur smidigt det blir för användare att etablera kontakt då detta upplevts vara en tröskel i vissa situationer och därav påverkat helhetsupplevelsen av att använda tekniken som ett samarbetsverktyg.

**7. Anpassning av hårdvara och funktionalitet:** Det är viktigt att hårdvaran är anpassad efter den specifika miljön där den ska användas för att optimera prestanda och komfort. Enheten bör vara kompatibel med befintlig yrkesutrustning och inte upplevas obekvämt efter en längre tids användande. Robusthet och driftsäkerhet anpassat efter miljö är också viktigt för att minimera risken för skador och fel. Operatörens rörlighet bör inte begränsas av enheten, utan operatören bör kunna röra sig fritt oberoende av enheten. Enheten bör vara bärbar på ett naturligt sätt, så att operatören inte belastas onödigt. Om själva enheten är röststyrd bör röststyrningen stödja operatörens språk eller accent för att minska frustration eller felnavigering. Stöd för nätverk är viktigt för att möjliggöra kommunikation och överföring av data.

Riktlinjen *Anpassning av hårdvara och funktionalitet* baseras på ett antal aspekter kopplat till hårdvarans utformning och dess kompatibilitet till annan utrustning som används av operatören. Detta lyfts även från litteraturen i kontexten att hårdvaran behöver ha god robusthet utformad för den miljö där den avses användas. Analysen av intervjuerna resulterade i anknytande aspekter så som hur hårdvaran behöver vara väl utformad för den miljö där den används och vara kompatibel med skyddshjälm var en återkommande aspekt som anses kritisk för att enheten ska vara användbar. Även att komforten av att ha på sig utrustningen framträdde som viktigt för såväl kort eller lång användning av tekniken. Både analys av intervjuer och litteratur visar att det är viktigt att kunna röra sig fritt medan tekniken används vilket respondenter har uttryckt genom att poängtera vikten av att enheten är handsfree i sin användning. Litteraturen visar även att tekniken ska kunna bäras på ett naturligt sätt utan att störa användarens arbetsprocess. Vid analys både av intervjuer och i litteraturen framgår även att viktfördelningen har inverkan på komforten och därav upplevelsen av användningen med indikation på att enheten bör ha en god viktfördelning för att undvika fysisk påfrestning vid användning av enheten. Ytterligare aspekt baserat på analys av intervjuer är att det är viktigt för röststyrda enheter att den uppfattar röstkommandon obehindrat då detta gynnar användarupplevelsen.

Slutligen vid utformning av denna riktlinje har även aspekter som god nätverksanslutning en bakomliggande betydelse då detta är en kritisk aspekt som analys av intervjuerna visat kan vara svåruppnått samtidigt som det poängterats att detta är av stor vikt för ett gott samarbete och en god upplevelse.

**8. Smidig och sömlös användning:** I syfte att optimera användarupplevelsen och uppmuntra långsiktig användning av AR-verktyget som samarbetsplattform, är det viktigt att säkerställa att systemet sömlöst kan integreras i arbetsprocesserna och upplevs som smidig att arbeta med för både fjärrexperter och operatören. Det bör inte kännas som en belastning eller hindra den professionella yrkesutövningen, utan snarare ge en känsla av ökad kompetens, tillfredsställelse och mervärde. Detta kan åstadkommas genom att minimera trösklar för det specifika fallet och se till att systemet känns som en naturlig del av arbetsflödet där systemet är tänkt att användas, utan onödiga omvägar eller utmaningar. Detta kan bidra till en känsla av glädje, entusiasm och meningsfullhet hos användarna.

Denna riktlinje grundar sig mycket i det faktum att många av intervjurespondenterna tryckt på att implementering av tekniken behöver vara smidig och enkel och att trösklar behöver minimeras för att det ska vara värt att satsa på tekniken. En positiv användarupplevelse kan öka chansen att användarna vill fortsätta att använda verktyget i framtiden, vilket kan vara värdefullt för företaget eftersom det kan öka sannolikheten för att investeringen i tekniken kommer att generera långsiktig avkastning. Riktlinjen går även i linje med många av de UX-aspekterna som tagits upp i litteraturen så som emotionell inverkan, att tekniken ska väcka glädje och entusiasm, samt meningsfullhet som menar på att man ska se på tekniken som en långsiktig lösning.

### 3.6.2 Rekommendationer och analys av utvärderingsdata

Nästa steg blev att utforma en struktur runt de identifierade riktlinjerna genom att skapa instruktioner för hur dessa är menade att tillämpas och vad som kan vara bra att tänka på kring utvärderingen. Utöver de riktlinjer som vi kommit fram till genom analys av teoretisk och empirisk insamling har vi identifierat ett antal rekommendationer som komplement i utvärderingsmetoden. Ett kort förslag på hur en analys av resultatet från utvärderingen kan se ut kommer även att presenteras.

Enligt våra analyser är det viktigt för organisationer som ska använda AR som samarbetsverktyg i ett professionellt syfte att först identifiera ett behov. Identifiering av ett behov hjälper organisationen att fokusera på teknologier som verkligen kan tillföra värde, tillgodose behovet och därmed bidra till en mer lyckad implementering [37]. Detta har bekräftats genom de

intervjuer vi har genomfört med de olika organisationerna, där vi har sett att de mer lyckade implementeringarna har börjat med kännedom om ett behov som AR-tekniken ska tillgodose. Medan de organisationerna som inte kommit lika långt har börjat implementeringen mer utifrån en vilja att hålla jämna steg med teknikutvecklingen. Utan ett tydligt behov kan implementeringen leda till att tekniken inte integreras på ett meningsfullt sätt i verksamheten och att den inte tillför det värde som man hoppats på. Detta, har vi genom intervjuerna sett, kan leda till att anställda och andra intressenter inte ser meningen med att använda teknologin, vilket kan minska motivationen och engagemanget för att använda den. Det kan också bli svårare att få stöd och finansiering för fortsatt användning av teknologin, eftersom det inte finns en tydlig anledning till varför den ska användas. Allt detta kan leda till att implementeringen av AR blir en misslyckad och dyrbar affär för organisationen.

I linje med att identifiera ett behov för AR-tekniken har vi även sett två andra aspekter vi anser är av vikt för lyckad teknik och en förbättrad användarupplevelse, de har tagits upp i litteraturen i samband med CSCW. Dessa aspekter är att artikulera vem som befinner sig i arbetsutrymmet och vad de gör, samt en förståelse för hur visuell information kan stötta samarbetet [10]. Det är nödvändigt att ha en tydlig föreställning om egenskaperna hos den avsedda användargruppen, typiska och centrala uppgifter som ska utföras och viktiga element i sammanhanget. Anledningen är att den verkliga användarupplevelsen alltid är i relation till användaren, uppgiften och sammanhanget [52][20]. AR-systemet bör vara lämpligt för den specifika uppgiften och stödja teammedlemmarnas arbete på ett effektivt sätt. Även här kan teorin kring platskänsla appliceras. Som vi tidigare tagit upp har vi kopplat ihop platskänsla med fjärrexpertens upplevelse av operatörens plats och hur detta kan stärka samarbetet, men platskänsla antyder också att användarupplevelsen är en funktion av både platsen och interaktionen med den designade artefakten (se figur 4). Att vara på en plats har konnotationer för hur vi kan uppfatta en designad artefakt som finns på platsen. Saker som tid, plats och mentalt tillstånd spelar roll för hur vi använder artefakter. En detaljerad och kontextuell beskrivning av samarbetskontexten kan därför bidra till en mer strukturerad och omfattande utvärdering av AR-systemet, vilket i sin tur kan leda till bättre insikter och en mer effektiv användning av teknologin i olika samarbetesscenarier.

Något som utvärderingsmetoder för enanvändarsystem, och därmed också majoriteten av befintliga AR-system, inte behöver beakta är själva samarbetet. I denna utvärdering är det av högsta relevans och därför behöver samtliga personer i samarbetet ha en främjad användarupplevelse. Det räcker inte att bara fjärrexperten eller operatören har en god användarupplevelse eftersom samarbetet är beroende av att alla parter har en god användarupplevelse för att fungera optimalt. För att det ska vara möjligt att samarbeta och lösa uppgiften på ett effektivt sätt

behöver både operatören och fjärrexperten ha en god användarupplevelse. Detta är särskilt viktigt eftersom det kan påverka kommunikationen och förmågan att dela information och idéer mellan teammedlemmarna. Om någon av parterna har svårt att använda AR-systemet eller upplever det som frustrerande kan detta leda till kommunikationsproblem och en sämre samarbetsprocess.

Blandford och Green [51] har som nämnts i avsnitt 3.2 formulerat ett antal krav som anses som relevanta i en utvärderingsmetod. Kravet kring produktivitet handlar om dokumentation av användbarhetsproblem så som antal, allvarlighetsgrad och abstraktionsnivå, och därmed hjälpa användaren ta beslut kring produkten. För att möta produktivetskravet har vi valt att lägga in instruktioner i utvärderingsmetoden kring Nielsens [50] allvarlighetskala om man önskar att göra en översiktlig analys av AR-systemet genom riktlinjerna. Nielsens [50] allvarlighetsgradering kan användas för att tilldela mest resurser till de allvarligaste problemen och kan också ge en ungefärlig uppskattning av behovet av ytterligare användbarhetsåtgärder. Allvarligheten av ett användbarhetsproblem är en kombination av tre faktorer: hur ofta problemet förekommer, vilken effekt problemet har om det uppstår samt hur långvarigt problemet är. Dessutom måste man överväga hur problemet kan påverka marknaden eftersom vissa användbarhetsproblem kan ha en förödande inverkan på en produkts popularitet, även om de är lätta att lösa [50].

## 4 Slutresultat

ECSPAR är en analytisk UX-utvärderingsmetod ämnad att utvärdera AR-system som samarbetsverktyg i professionellt syfte. Syftet med metoden är att hitta möjliga användbarhetsproblem. Utvärderingsmetoden involverar inte användare utan baseras på att ett antal användbarhetsexperter gör en uppskattning av användbarheten genom att försöka förutse hur användaren kommer att tolka olika delar vid utförandet av diverse uppgifter. Utvärdering utförs genom att produkten går igenom och utvärderas efter förutbestämda riktlinjer som är särskilt framtagna för AR-system som samarbetsverktyg i professionellt syfte. Dessa riktlinjer presenteras senare i metoden. Metoden kan därmed utvärdera denna typ av system ur ett användbarhetsperspektiv utan ett stort antal användare tillgängligt samt att den kan användas både under utvecklingen av ett nytt AR-system samt på ett befintligt AR-system. På så sätt kan potentiella användningsproblem tidigt identifieras och hanteras på ett ändamålsenligt sätt vilket både sparar tid och pengar för utvecklingsprojektet. Det skapar också möjligheter för en bättre och mer positiv användarupplevelse för de framtida potentiella användarna av AR-tekniken och bidra till en sundare och mer hållbar arbetsmiljö.

En central del av användbarheten och användarupplevelsen i AR-system som samarbetsverktyg vid fysiskt och professionellt arbete är hur väl samarbetet stöds av tekniken. AR-system som samarbetsverktyg har potential att låta användarna se och interagera med varandra och med omgivningen på ett sätt som känns naturligt och som ger en känsla av att befinna sig i samma rum eller kontext för att stötta samarbetet. Därför kommer flertalet av de riktlinjer som presenteras fokusera på de mänskliga problem som ligger till grund för kommunikation och samarbete genom en teoretisk lins av platskänsla. Platskänsla hänvisar till hur människor uppfattar ett fysiskt utrymme, inte bara genom uppfattningen av dess rumsliga egenskaper, men också genom en medvetenhet om de sociala signalerna relaterade till platsen och händelser som hänt eller kommer hända. En stark platskänsla kan ge användare möjlighet att ansluta sig till sin omgivning, tillgodose en mängd användarbehov, stimulera sinnen, upprätthålla och berika användarupplevelser och tillhandahålla funktioner som möjliggör olika nivåer av interaktion mellan olika användargrupper.

### **Innan utvärderingen**

Först bör ett specifikt behov där AR-tekniken kan fylla ett syfte identifieras. Identifiering av ett behov hjälper till att fokusera på teknologier som verkligen kan tillföra värde, tillgodose behovet och därmed bidra till en mer lyckad implementering. Utan ett tydligt behov kan implementeringen leda till att tekniken inte integreras på ett meningsfullt sätt och inte tillför det värde som man hoppats på. Detta kan i sin tur leda till att slutanvändare och andra intressenter inte ser meningen med att använda teknologin, vilket kan minska motivationen

och engagemanget för att använda den.

Därefter bör man artikulera vem som befinner sig i arbetsutrymmet och vad de gör, samt ha förståelse för hur visuell information kan stötta samarbetet. Det är viktigt att ha en tydlig föreställning om egenskaperna hos den avsedda användargruppen och viktiga element i sammanhanget för att skapa en användarupplevelse som är lämplig för den specifika uppgiften och som stöder teammedlemmarnas arbete. För att förbättra insikterna och den effektiva användningen av AR-systemet i olika samarbetesscenarier kan det vara hjälpsamt att göra en detaljerad och kontextuell beskrivning av hur och vart AR-tekniken ska användas. För att utvärdera AR-tekniken som samarbetssystem i professionellt syfte är det bra att därefter sätta upp förväntningar på tekniken utifrån dess syfte och kontext. Förväntningarna kan sedan diskuteras och skrivas ner i punktform för att underlätta jämförelse med resultatet av utvärderingen.

Det är viktigt att tänka på att samtliga personer i samarbetet behöver ha en främjad användarupplevelse. Det räcker inte att bara fjärrexperter eller operatören har en god användarupplevelse eftersom samarbetet är beroende av alla parter för att fungera optimalt. Detta är särskilt viktigt då det kan påverka kommunikationen och förmågan att dela information och idéer mellan teammedlemmarna. Om någon av parterna har svårt att använda AR-systemet eller upplever det som frustrerande kan detta leda till kommunikationsproblem och en sämre samarbetsprocess.

Nästa steg är att välja utvärderare. Utvärderare bör vara experter på användbarhet och gärna ha kunskap om den bransch som produkten riktar sig till. Då kan de ge relevant feedback på hur väl produkten passar in i den aktuella marknaden och hur användarna kan förväntas interagera med den. Det är viktigt att inte välja slutanvändare som utvärderare, eftersom de kan ha en annan syn på produktens användbarhet än vad en utbildad expert skulle ha. Det är viktigt att ge utvärderarna tydliga instruktioner om vad de ska fokusera på under utvärderingen. Detta kan inkludera specifika uppgifter att utföra eller områden att granska närmare baserat på kontext och förväntningar på tekniken. Det är också bra att standardisera detta så att alla utvärderare får samma information, för att minimera risken för bias. I allmänhet, ju fler utvärderare, desto fler användbarhetsproblem kommer att upptäckas [50]. Nielsen [56] föreslår dock att mellan tre och fem utvärderare räcker. Med fem utvärderare bör upp till 75% av alla problem kunna identifieras. Även om det kan hjälpa att öka antalet utvärderare för att hitta fler problem, är det möjligt att det inte kommer vara värt tiden, kostnaden och ansträngningen [56].

## Under utvärderingen

Under den första utvärderingsfasen rekommenderas utvärderarna att interagera fritt med produkten för att få en känsla för hur den fungerar och vad den kan göra. Eftersom tekniken är ämnad för att förenkla samarbete bör utvärderarna jobba två och två, och testa på de olika rollerna som både fjärrexpert och operatör. Därefter rekommenderas att de identifierar specifika element som de vill granska närmare under den andra utvärderingsfasen utifrån den formulerade kontexten. Under den andra utvärderingsfasen ska utvärderarna genomföra en andra genomgång av produkten, med fokus på de element som identifierats under första fasen. Detta görs med hjälp av de riktlinjer som presenteras nedan, som fungerar som en checklista för att bedöma användbarheten hos de aktuella elementen. En rekommendation är att grundligt gå igenom samtliga riktlinjer innan andra genomgången påbörjas.

Nielsens [50] allvarlighetsgradering kan användas för att tilldela mest resurser till de allvarligaste problemen och kan också ge en ungefärlig uppskattning av behovet för ytterligare användbarhetsåtgärder. Allvarligheten av ett användbarhetsproblem är en kombination av tre faktorer: hur ofta problemet förekommer, vilken effekt problemet får om det uppstår samt hur långvarigt problemet är. Dessutom måste man överväga hur problemet kan påverka marknaden eftersom vissa användbarhetsproblem kan ha en förödande inverkan på en produkts popularitet, även om de är lätta att lösa [50]. Det är rekommenderat att varje utvärderare fyller i allvarlighetsgraden enskilt för att få ett rättvist resultat. Det kan även vara bra att skriva kommentarer under genomgången kring de reflektioner som uppstår och på så sätt fånga upp mer kvalitativ data i utvärderingen.

Följande skala från 0 till 4 är Nielsen [50] allvarlighetsskala som kan användas för att gradera allvarligheten av användbarhetsproblem:

- 0 = Håller inte alls med om att detta är ett användbarhetsproblem
- 1 = Endast kosmetiskt problem: fixas endast om extra tid finns tillgängligt i projektet
- 2 = Mindre användbarhetsproblem: ges låg prioritet att fixa
- 3 = Stort användbarhetsproblem: viktigt att fixa, bör ges hög prioritet
- 4 = Användbarhetskatastrof: nödvändigt att fixa innan produkten kan släppas

Nedan presenteras riktlinjer för AR som samarbetsverktyg där platskänsla är en central del för främjad användarupplevelse:

### Riktlinjer för AR-system som samarbetsverktyg i professionellt syfte

**1. Ge stöd för verbal och gestikulerande kommunikation:** Systemet bör ge stöd för an-



vändarna att kunna tala och lyssna på andra gruppmedlemmars konversationer. Verbal kommunikation bör fungera även i miljöer med höga ljudnivåer. Systemet bör även möjliggöra användandet av flytande gestikulering för att komplettera verbal kommunikation och bidra med ökad förståelse. Gester kan vara i form av pilar, ikoner och andra visuella objekt. Den verbala och gestikulerande kommunikationen stödjer fjärrsamarbete och skapar en situationsmedvetenhet.

**2. Visualiseringar och placering av virtuella element bör anpassas till fysisk miljö och uppgift:** Visualiseringar och metaforer bör vara anpassade till operatörens fysiska omgivning och uppgift, och baseras på de mentala modeller som operatören redan har. Detta eftersom saker som tid, plats och mentalt tillstånd spelar roll för hur vi använder artefakter. Information bör minimeras till det givna sammanhanget för minimera oavsiktlig distraktion eller att operatörens vy blockeras. Genom att fixera virtuella element i en stadig position i den fysiska miljön stärks samtalsförankringen och operatören och fjärrexperten kan lättare referera till dem och undvika missförstånd vid olika betraktningvinklar, avstånd och rörelser.

**3. Anpassning till användarens fysiska och perceptuella förmågor:** AR-upplevelser bör anpassas för att passa operatörens fysiska och perceptuella förmågor så att interaktion inte kräver utmanande, farliga eller koordinerade åtgärder. Information bör inte heller presenteras på ett sätt som överskrider operatörens förmåga att uppfatta det. Designers bör beakta faktorer såsom användarens kognitiva förmåga och därmed även storlek, färg, rörelse, avstånd och upplösning, samt eventuella funktionella begränsningar, till exempel nedsatt syn, hos användaren.

**4. Skapa en känsla för platsen i uppgiftsutrymmet:** En känsla för platsen i uppgiftsutrymmet är en viktig faktor för att uppnå ett behagligt och effektivt utförande av uppgiften. Fjärrexperten bör därför ha möjlighet att bilda sig en känsla för operatörens plats och även kunna utforska den fritt, vilket kan underlättas genom funktionaliteter som zoom och vidvinkel. Visuell anslutning till operatörens omgivning kan bidra till att underlätta användandet av referenser, öka känslan av närvaro och handlingskraft samt stärka situationsmedvetenhet och samtalsförankring. Dessa faktorer kan bidra till en starkare känsla av platsen för fjärrexperten. Systemet bör därför säkerställa att bildkvaliteten som visas för fjärrexperten är tillräckligt hög och upplevs realistisk, vilket innebär hög bildhastighet, stabilitet i videoströmningen, god upplösning och anpassning av kontrast och gråskala, detta kan även minska visuellt inducerat illamående. En låg latens i videoöverföringen är också viktig för att inte påverka kommunikationen eller förmågan att agera. Det är viktigt att upprätthålla en hög bildkvalitet under hela samarbetsprocessen för att upprätthålla fjärrexpertens platskänsla. Detta innebär att bildkva-

liteten inte bör försämrans vid zoomning av fjärrexperten och att det finns en tillräckligt stark nätverksanslutning för att bibehålla bildkvaliteten.

**5. Möjliggöra kroppslig kommunikation och koordination:** Systemet bör stödja olika aspekter av indirekt kommunikation från operatören, såsom signaler, föremål och koordinering av handlingar. Mottagande av oavsiktlig information, genom kroppsspråk och uppmärksamhetsfokus, kan möjliggöra betydelsefull kommunikation och stödja fjärrexpertens förmåga att bilda sig en känsla för platsen i uppgiftsutrymmet och stärker koordinering med operatören. Operatören bör kunna röra sig fritt samtidigt som fjärrexperten på ett sammanhängande sätt kan se vart operatörens uppmärksamhet är. Det ger en delad förståelse för det visuella sammanhanget. Fjärrexperten bör kunna ta in signaler om vad som hänt, händer eller kommer att hända. Målet är att underlätta synkront samarbete genom att fånga upp information om operatörens kroppsspråk och aktiviteter, samt förbättra kommunikationen genom att ge användarna möjlighet att visa interaktioner i uppgiftsutrymmet. Summan av dessa aspekter blir en starkare känsla av platsen för fjärrexperten och förbättrar därmed koordination över olika platser.

**6. Underlätta etablering av kontakt:** Systemet bör ge användarna lämpliga verktyg för att etablera kontakt med andra kollaboratörer och göra signaler när en kollaboratör ansluter eller kopplar från. Genom att erbjuda enkel och tydlig information om vem som är tillgänglig och hur man initierar en kontakt, kan systemet underlätta etableringen av kontakt mellan gruppmedlemmar. Finns det befintliga mjukvarusystem där AR-systemet ska användas är det en fördel om dessa system är kompatibla med varandra.

**7. Anpassning av hårdvara och funktionalitet:** Det är viktigt att hårdvaran är anpassad efter den specifika miljön där den ska användas för att optimera prestanda och komfort. Enheten bör vara kompatibel med befintlig yrkesutrustning och inte upplevas obekvämt efter en längre tids användande. Robusthet och driftsäkerhet anpassat efter miljö är också viktigt för att minimera risken för skador och fel. Operatörens rörlighet bör inte begränsas av enheten, utan operatören bör kunna röra sig fritt oberoende av enheten. Enheten bör vara bärbar på ett naturligt sätt, så att operatören inte belastas onödigt. Om själva enheten är röststyrd bör röststyrningen stödja operatörens språk eller accent för att minska frustration eller felnavigering. Stöd för nätverk är viktigt för att möjliggöra kommunikation och överföring av data.

**8. Smidig och sömlös användning:** I syfte att optimera användarupplevelsen och uppmuntra långsiktig användning av AR-verktyget som samarbetsplattform, är det viktigt att säkerställa att systemet sömlöst kan integreras i arbetsprocesserna och upplevs som smidigt att arbeta

med för båda fjärrexperten och operatören. Det bör inte kännas som en belastning eller hindra den professionella yrkesutövningen, utan snarare ge en känsla av ökad kompetens, tillfredsställelse och mervärde. Detta kan åstadkommas genom att minimera trösklar för det specifika fallet och se till att systemet känns som en naturlig del av arbetsflödet där systemet är tänkt att användas, utan onödiga omvägar eller utmaningar. Detta kan bidra till en känsla av glädje, entusiasm och meningsfullhet hos användarna.

### **Efter utvärderingen**

Efter utvärderingen bör resultat från allvarighetsskalan summeras för att rangordna användbarhetsproblem. Anteckningarna jämförs mellan samtliga utvärderare och en gemensam lista över användbarhetsproblem bör därefter skapas. Ifall utvärderarna hittar samma problem skall detta problem endast räknas med en gång. De kommentarer som gjorts under utvärderingen bör också sammanställas för att identifiera eventuella teman och ge insikt över hur användbarhetsproblem påverkar interaktionen.

## 5 Diskussion och slutsatser

I detta kapitel inleds med en summerande slutsats av uppsatsen följt av diskussion kopplat till arbetet. Diskussionen är indelad i tre avsnitt vilka inkluderar diskussion om metodval, uppsatsens bidrag samt vidare forskning.

### 5.1 Slutsats

Syftet med detta examensarbete var att designa en analytisk utvärderingsmetod för AR-teknik som ett samarbetsverktyg i professionella och fysiska arbetsmiljöer, ur ett UX-perspektiv, och att få en bättre förståelse för vilka aspekter av användarupplevelsen som är relevanta för en analytisk utvärdering av sådana system baserat på begreppet platskänsla. För att uppnå detta mål identifierade vi följande delmål: (1) identifiera relevanta teman från teorier och tidigare forskning, (2) identifiera relevanta teman från empiriska data, och (3) kombinera relevanta teman från teori och empiri.

Resultaten av dessa delmål har tillsammans bidragit till utvecklingen av ECSPAR, som innefattar relevanta teman identifierade genom både teoretisk och empirisk analys. Med forskningsfältet CSCW har vi lyckats fånga aspekter som rör samarbete över tid och rum vilket har varit centralt i uppsatsen. Begreppet platskänsla har varit avgörande för att förstå vikten av att skapa en känsla av platsen och närvaro mellan användare för att stödja samarbetet och kommunikationen. Platskänslan har belyst rollen av fysiska och sociala signaler i att forma användarnas uppfattningar om ett visst utrymme eller plats, och vikten av att designa AR-system som underlättar en stark platskänsla för att förbättra användarupplevelsen och skapa en hållbar och hälsosam arbetsmiljö. En insikt som examensarbetet bidragit till är att teknik har länge varit ett viktigt verktyg för att förbättra människors vardag och arbete. Dess potential att underlätta och optimera olika aktiviteter har varit tydligt, och det finns ingen tvekan om att teknik är en central faktor för många av de förbättringar vi ser i samhället. Trots detta är det viktigt att påpeka att värdet av teknik kommer först när den används i ett sammanhang som passar in och tillför mervärde. Detta är särskilt relevant i professionella sammanhang, där tekniken måste användas på ett sådant sätt att den bidrar till att skapa en hållbar och hälsosam arbetsmiljö. Sammanfattningsvis kan det således sägas att teknik är en mycket viktig faktor för många olika områden, men att värdet av tekniken kommer först när den används i ett sammanhang där den är anpassad efter kontexten, passar in och tillför mervärde.

Sammantaget har denna uppsats lagt grunden för en ny analytisk utvärderingsmetod för AR-teknik som ett samarbetsverktyg i professionella och fysiska arbetsmiljöer. Det har också bidragit till en bättre förståelse för de relevanta aspekterna av användarupplevelsen för denna

typ av system, med särskilt fokus på begreppet platskänsla. Ytterligare forskning och testning av ECSPAR-metoden kommer att vara nödvändig för att validera och förfinas dess effektivitet för att utvärdera användbarheten och användarupplevelsen av AR-system i ett professionellt sammanhang.

## 5.2 Metoddiskussion

Metoddiskussionen avser att utvärdera och diskutera hur uppsatsen har påverkats av de beslut som format arbetet. Valet av att inspireras av Blandford och Greens [51] metod för framtagning av metoder har sannolikt format resultatet av den framtagna metoden. Att utgå från de faser som ingår i Blandford och Greens [51] metod har varit praktiskt och värdefullt för denna studie och det har även funnits en medvetenhet om att resultatet kanske sett annorlunda ut om en annan metod valts. Då det finns begränsat med metoder för framtagning av utvärderingsmetoder baserades valet på tillgänglig metod med en lämplig omfattning för uppsatsen. Vidare passade deras metod väl in på arbetssättet för denna uppsats och blev därför ett naturligt val. Andra metoder hade kunnat ge ett annat resultat, vilket anses varit en risk oavsett vilken metod som använts.

Utvärderingsmetoden har tagits fram genom en iterativ process där de olika delarna formats av varandra. Att arbeta iterativt tros ha lett till ett utvecklat resultat med god förankring i de olika delarna. En potentiell risk skulle kunna vara att vissa aspekter tappats om de inte framkommit under tidiga delar. För att minska denna risk har ett öppet förhållningssätt till vardera del bibehållits, även om det bygger på tidigare delar, i hopp om att fånga upp nya perspektiv även i senare delar av processen.

Den data som erhållits från befintlig litteratur anses ha god förankring i tillgänglig forskning där den potentiella bristen mynnar i begränsad forskning inom vissa områden. Vilket är något som kommer belysas i avsnitt 5.4 *Förslag till vidare forskning*. En annan aspekt gällande literatursammanställningen i denna uppsats är att resultatet hade kunnat sett annorlunda ut om andra publiceringar identifierats vilket anses ofrånkomligt. Förhoppningen är att ha nått ut till de vitala delar som är aktuella i skrivande stund. Då flera av områdena är högst aktuella finns det anledning att, vid användning av den framtagna metoden, hålla sig uppdaterad gällande forskningsläget utifall nya genombrott ger förändrad syn på tekniken eller viktiga aspekter kring den.

Vad det gäller insamlad data i form av intervjuer kan antalet intervjuer ha inverkan på det resultat som metoden baserats på. Trots detta har analys av det erhållna resultatet från intervjuerna påvisat en mättnad i återkommande synpunkter och aspekter vilket styrker trovärdigheten

i processen. Då AR-tekniken ännu inte är kommersiellt utbredd som samarbetsverktyg vid professionella fysiska uppgifter är det likt sammanställningen av det aktuella forskningsläget av relevans att fortsätta utvärdera tekniken, då det skulle kunna bli ett skifte i aspekter om grundkunskaper om tekniken får en större bredd. Då den framtagna metoden är utformad att vara prediktiv blir det av relevans att kontinuerligt utvärdera huruvida metoden bibehåller sin relevans eller om den blir i behov av uppdateringar.

Självutvärderingen som utförts i syfte för uppsatsen har utförts med RealWear Navigator 500 vilken även är den enhet som använts av de respondenter som deltagit under intervjuerna, observera att vissa av respondenterna även testat andra enheter. Att stora delar av den insamlade data härstammar från en och samma enhet kan ha lett till att vissa aspekter inte framkommit. Däremot har det gett god inblick i de användningsområden som denna typ av AR-system används till samt att stor del av det som framkommit har förankring i den litteratur som funnits inom området. Vilket påvisar att de aspekter som format metoden är av relevans trots att fler enheter inte analyserats närmare.

### 5.3 Vetenskapligt och samhällsligt bidrag samt etiska aspekter

Det främsta vetenskapliga bidraget i detta arbete är metoden ECSPAR i sig, vilket är en av få utvärderingsmetoder för AR-system som samarbetsverktyg vid professionellt och fysiskt arbete. Uppsatsen har bidragit till en bättre förståelse för vilka aspekter av användarupplevelsen som är relevanta för en analytisk utvärdering av AR-system som samarbetsverktyg. Detta genom att ta hänsyn till forskningsfältet CSCW samt belysa begreppet platskänsla och dess betydelse för att förbättra användarupplevelsen, stärka samarbete och skapa en hållbar och hälsosam arbetsmiljö. Betoningen på platskänsla i utvärderingen av AR-teknik ger ett nytt perspektiv på användarupplevelsen och effektiviteten hos AR-system i professionella miljöer och forskningsområdet CSCW bidrar till att fånga aspekter som rör samarbete över tid och rum.

Utvärderingsmetoden ECSPAR har också potential att bidra till att öka hållbarheten och effektiviteten i professionella arbetsmiljöer. Genom att förbättra användarupplevelsen kan man tidigt identifiera befintliga problem och utmaningar och utveckla lösningar och förbättringar som kan hanteras på ett ändamålsenligt sätt. Både tid och pengar kan sparas i utvecklingsprojektet genom att öka användbarhet och acceptans av tekniken. Det kan resultera i en mer hållbar och hälsosam arbetsmiljö, genom att underlätta samarbete och kommunikation samt minimera belastning på individer. Indirekt kan en utvärderingsmetoden även bidra till en mer hållbar samhällsutveckling i stort. Genom att öka användningen av tekniken i professionella arbetsmiljöer finns potential att minska behovet av fysiskt resande, förbättra kvaliteten och bidra till en sundare arbetsmiljö samt öka flexibilitet och anpassningsbarhet i arbetslivet.

Under arbetets gång har tankar kring etiska aspekter framkommit. Redan under bearbetning av befintlig litteratur belystes designutmaningar relaterat till användarkontroll, transparens och integritet. Vidare när det kommer till användarkontroll har fundering väckts kring vem det är som styr och hur detta kan ha inverkan på etiska aspekter på arbetsplatsen. Låt säga att en olycka sker till följd av instruktioner från fjärrexperten baserat på att personen inte har lika god översikt på omgivningen som om hen varit på platsen. Vem bär då ansvaret för olyckan? Denna typ av etiska aspekter skulle kunna bli problematiska på en arbetsplats och det kan därför vara av intresse att undersöka denna typ av riskidentifiering vid utveckling av eller arbete med denna typ av AR-teknik.

#### 5.4 Förslag till vidare forskning

Inom området av AR-teknik har det identifierats ett behov av att utvärdera dess potential som samarbetsverktyg vid professionella fysiska uppgifter. Även om denna teknik är i början av sin utveckling, finns det redan en rad olika delar som kan gynnas av vidare forskning. En viktig aspekt som identifierats är att den framtagna metoden för utvärdering ännu inte har testats i praktiken. Därför rekommenderas en validering av metoden innan arbete med den påbörjas. En annan aspekt som kan vara värd att undersöka i fortsatt arbete är möjligheten att göra om metoden till både en kort och enkel checklista, vilket kan vara en lösning om det finns begränsade resurser i form av tid och kompetens, eftersom det är bättre att stämna av än att inte göra något alls. Samt en mer utökad och omfattande empirisk variant. Dessa olika variationer av metoden skulle kunna ge olika perspektiv och ökade insikter i hur AR-teknik kan användas som ett effektivt samarbetsverktyg vid professionella fysiska uppgifter.

Vidare är det flera av forskningsområdena som ännu inte har den bredd som önskats vilket är en av anledningarna till att ha tagit fram en utvärderingsmetod för tekniken. En rekommendation av mer generell struktur är att göra omfattande forskning gällande AR-teknik som fleranvändarsystem. Utöver detta har ett återkommande tema vid intervjuer varit att tekniken inte upplevs tillräckligt utvecklad och det är därför av relevans att utöva mer forskning vad det gäller AR-teknik i sig och hur den avses användas i syfte att göra tekniken användbar i dess användningsområden. Då teknikutvecklingen potentiellt inte går helt hand i hand med forskningsfronten är detta ett område som skulle kunna utvecklas med hjälp av den framtagna metoden vilket ökar relevansen att testa denna metod.

Då den framtagna metoden delvis härstammar ur bristen på utvärderingsmetoder för denna typ av AR-teknik är det även av relevans att ta fram fler utvärderingsmetoder på ämnet, både analytiska/predektiva metoder men även empiriska utvärderingsmetoder. Ytterligare utvär-

deringsmetoder skulle kunna ge en bättre grund till hur tekniken används samt vilka forskningsområden som behöver utvecklats för vidare utveckling av tekniken. En tydlig lucka som framkommit är tvärvetenskaplig forskning som kopplar samman AR-teknik med UX-aspekter, forskning på samarbete samt hur samarbetet påverkas av att vara synkront distribuerat. Att kombinationen av forskningsområdena inte är utbredd i skrivande stund kan bero på att denna typ av teknik är relativt ny på den breda marknaden. Därav rekommenderas vidare forskning lämpad för tekniken då det kan bidra till en tydligare riktning för de som utvecklar tekniken ur ett affärsperspektiv.



## Referenser

- [1] L. Kugler, "Why virtual reality will transform a workplace near you.," *Communications of the ACM*, årg. 60, nr 8, s. 15–17, 2017. DOI: 10.1145/3105444.
- [2] W. Bauer, S. Schlund och C. Vocke, "Working life within a hybrid world—how digital transformation and agile structures affect human functions and increase quality of work and business performance," i *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*, Springer, 2017, s. 3–10.
- [3] K. Baranwal och H. Bhargav, "Future of Augmented and Virtual Reality in Our Social and Work Life," *International Journal of Image Processing and Pattern Recognition*, årg. 8, nr 1, s. 27–32, 2022.
- [4] P. Gurevich, J. Lanir och B. Cohen, "Design and implementation of teleadvisor: a projection-based augmented reality system for remote collaboration," *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, årg. 24, nr 6, s. 527–562, 2015.
- [5] J. Kelly, *The metaverse set off a battle between tech giants Google, Apple, Microsoft and Meta to build virtual and augmented reality headsets*, jan. 2022. URL: <https://www.forbes.com/sites/jackkelly/2022/01/21/the-metaverse-set-off-a-battle-between-tech-giants-google-apple-microsoft-and-meta-to-build-virtual-and-augmented-reality-headsets/?sh=7a7cda25239c>.
- [6] S. I. Woolley och T. Collins, "User Experience and Engagement in the Reality–Virtuality Continuum," *PRESENCE-Virtual and Augmented Reality*, s. 1–4, 2021.
- [7] B. Marques, S. Silva, P. Dias och B. S. Santos, "Evaluating Augmented Reality Based Remote Collaboration: A Contextualized Approach," i *Human-Automation Interaction*, Springer, 2023, s. 267–280.
- [8] F. Bellalouna, "The augmented reality technology as enabler for the digitization of industrial business processes: case studies," *Procedia CIRP*, årg. 98, s. 400–405, 2021.
- [9] B. Ens, J. Lanir, A. Tang m. fl., "Revisiting collaboration through mixed reality: The evolution of groupware," *International Journal of Human-Computer Studies*, årg. 131, s. 81–98, 2019.
- [10] D. Gergle, R. E. Kraut och S. R. Fussell, "Using visual information for grounding and awareness in collaborative tasks," *International Encyclopedia of Human Geography*, årg. 28, nr 1, s. 1–39, 2013.
- [11] B. Jones, A. Witcraft, S. Bateman, C. Neustaedter och A. Tang, "Mechanics of camera work in mobile video collaboration," i *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2015, s. 957–966.

- [12] M. Sereno, X. Wang, L. Besançon, M. J. McGuffin och T. Isenberg, "Collaborative work in augmented reality: A survey," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 2020.
- [13] L. Merino, M. Schwarzl, M. Kraus, M. Sedlmair, D. Schmalstieg och D. Weiskopf, "Evaluating mixed and augmented reality: A systematic literature review (2009-2019)," i *2020 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, IEEE, 2020, s. 438–451.
- [14] A. Dünser, R. Grasset, H. Seichter och M. Billinghurst, "Applying HCI principles to AR systems design," 2007.
- [15] I. Tjøstheim, "Experiencing sense of place in a virtual environment: real in the moment?" Diss., Umeå Universitet, 2020.
- [16] D. C. Neale, J. M. Carroll och M. B. Rosson, "Evaluating computer-supported cooperative work: models and frameworks," i *Proceedings of the 2004 ACM conference on Computer supported cooperative work*, 2004, s. 112–121.
- [17] J. Preece, Y. Rogers och H. Sharp, *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*, 4. utg. Wiley, 2015.
- [18] C. Stephanidis, G. Salvendy, M. Antona m. fl., "Seven HCI grand challenges," *International Journal of Human-Computer Interaction*, årg. 35, nr 14, s. 1229–1269, 2019.
- [19] A. Dünser och M. Billinghurst, "Evaluating augmented reality systems," i *Handbook of augmented reality*, Springer, 2011, s. 289–307.
- [20] B. Marques, S. Silva, A. Teixeira, P. Dias och B. S. Santos, "A vision for contextualized evaluation of remote collaboration supported by AR," *Computers & Graphics*, årg. 102, s. 413–425, 2022.
- [21] A. Lifvendahl, *Delårsrapport IMINT Image Intelligence AB, 1 januari - 30 september 2022*, <https://weareimint.com/content/uploads/2022/11/delarsrapport-imint-q3-2022-final.pdf>, nov. 2022.
- [22] T. Leffler, *Vad är AR och hur används augmented reality?* URL: <https://www.voister.se/voister-forklararar/vad-ar-ar-och-hur-anvands-augmented-reality/> (hämtad 2022-09-28).
- [23] Y. Chen, Q. Wang, H. Chen, X. S. H. Tang och M. Tian, "An overview of augmented reality technology," *Journal of Physics: Conference Series*, årg. 1237, nr 2, 2019. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1237/2/022082>.

- [24] T. Caudell och D. Mizell, "Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes," i *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, vol. 2, 1992, s. 659–669. DOI: 10.1109/HICSS.1992.183317.
- [25] A. B. staff, *xR, AR, VR, MR: What's the Difference in Reality?* URL: <https://www.arm.com/blogs/blueprint/xr-ar-vr-mr-difference> (hämtad 2022-09-29).
- [26] O. Danielsson, M. Holm och A. Syberfeldt, "Augmented reality smart glasses for operators in production: Survey of relevant categories for supporting operators," *Procedia CIRP*, årg. 93, s. 1298–1303, 2020.
- [27] M. Lopez, *Augmented And Virtual Reality Fuel The Future Workplace*, 2016. URL: <https://www.forbes.com/sites/maribellopez/2016/11/11/augmented-and-virtual-reality-fuel-the-future-workplace/?sh=71fe4c4c185d> (hämtad 2022-09-30).
- [28] F. Manuri och A. Sanna, "A survey on applications of augmented reality," *ACSIJ Advances in Computer Science: an International Journal*, årg. 5, nr 1, s. 18–27, 2016.
- [29] P. Wang, X. Bai, M. Billingham m. fl., "AR/MR remote collaboration on physical tasks: A review," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, årg. 72, s. 102 071, 2021.
- [30] R. Pierdicca, M. Prist, A. Monteriù m. fl., "Augmented reality smart glasses in the workplace: Safety and security in the fourth industrial revolution era," i *International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics*, Springer, 2020, s. 231–247.
- [31] S. Lukosch, M. Billingham, L. Alem och K. Kiyokawa, "Collaboration in augmented reality," *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, årg. 24, nr 6, s. 515–525, 2015.
- [32] X. Wang och P. S. Dunston, "Comparative effectiveness of mixed reality-based virtual environments in collaborative design," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, årg. 41, nr 3, s. 284–296, 2011.
- [33] L. Alem och J. Li, "A study of gestures in a video-mediated collaborative assembly task," *Advances in Human-Computer Interaction*, årg. 2011, 2011.
- [34] S. Dong, A. H. Behzadan, F. Chen och V. R. Kamat, "Collaborative visualization of engineering processes using tabletop augmented reality," *Advances in Engineering Software*, årg. 55, s. 45–55, 2013.
- [35] T. T. Hewett, R. Baecker, S. Card m. fl., *ACM SIGCHI curricula for human-computer interaction*. ACM, 1992.

- [36] J. Grudin, "Three faces of human-computer interaction," *IEEE Annals of the History of Computing*, årg. 27, nr 4, s. 46–62, 2005.
- [37] H. R. Hartson och P. S. Pyla, *The UX book: Agile UX design for a quality user experience*. Second. Cambridge, MA: Morgan Kaufmann, 2019.
- [38] E. Canziba, *Hands-On UX Design for Developers: Design, Prototype, and Implement Compelling User Experiences from Scratch*. Birmingham: Packt Publishing, Limited, 2018.
- [39] F. Steinicke, *Being really virtual*. Springer, 2016.
- [40] R. Poppe, R. Rienks och B. v. Dijk, "Evaluating the future of HCI: challenges for the evaluation of emerging applications," i *Artificial Intelligence for Human Computing*, Springer, 2007, s. 234–250.
- [41] G. Pedersen och K. Koumaditis, "Virtual Reality (VR) in the Computer Supported Cooperative Work (CSCW) Domain: A Mapping and a Pre-study on Functionality and Immersion," i *International Conference on Human-Computer Interaction*, Springer, 2020, s. 136–153.
- [42] Y. Lee och B. Yoo, "XR collaboration beyond virtual reality: work in the real world," *Journal of Computational Design and Engineering*, årg. 8, nr 2, s. 756–772, 2021.
- [43] J. Chastine, "Referencing Patterns in Collaborative Augmented Reality," i *Handbook of Augmented Reality*, Springer, 2011, s. 321–338.
- [44] K. Foote och M. Azaryahu, "Sense of Place," i *International Encyclopedia of Human Geography*, R. Kitchin och N. Thrift, utg., Oxford: Elsevier, 2009, s. 96–100, ISBN: 978-0-08-044910-4. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00998-6>.
- [45] P. Turner och S. Turner, "Place, sense of place, and presence," *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, årg. 15, nr 2, s. 204–217, 2006.
- [46] S. Harrison och P. Dourish, "Re-place-ing space: the roles of place and space in collaborative systems," i *Proceedings of the 1996 ACM conference on Computer supported cooperative work*, 1996, s. 67–76.
- [47] R. Lopez, "Sense of place and design," *focus*, årg. 7, nr 1, s. 16, 2010.
- [48] E. Bottani och G. Vignali, "Augmented reality technology in the manufacturing industry: A review of the last decade," *Iise Transactions*, årg. 51, nr 3, s. 284–310, 2019.
- [49] S. R. Fussell, L. D. Setlock och R. E. Kraut, "Effects of head-mounted and scene-oriented video systems on remote collaboration on physical tasks," i *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 2003, s. 513–520.

- [50] J. Nielsen, "Usability inspection methods," i *Conference companion on Human factors in computing systems*, 1994, s. 413–414.
- [51] A. Blandford och T. R. Green, "Methodological development," i Cambridge University Press, 2008.
- [52] J. Lindblom och B. Alenljung, "The ANEMONE: theoretical foundations for UX evaluation of action and intention recognition in human-robot interaction," *Sensors*, årg. 20, nr 15, s. 4284, 2020.
- [53] M. Saarijärvi och E.-L. Bratt, "When face-to-face interviews are not possible: tips and tricks for video, telephone, online chat, and email interviews in qualitative research," *European Journal of Cardiovascular Nursing*, årg. 20, nr 4, s. 392–396, 2021.
- [54] T. C. Endsley, K. A. Sprehn, R. M. Brill, K. J. Ryan, E. C. Vincent och J. M. Martin, "Augmented reality design heuristics: Designing for dynamic interactions," i *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, vol. 61, 2017, s. 2100–2104.
- [55] K. Baker, S. Greenberg och C. Gutwin, "Heuristic evaluation of groupware based on the mechanics of collaboration," i *IFIP International Conference on Engineering for Human-Computer Interaction*, Springer, 2001, s. 123–139.
- [56] J. Nielsen, "Finding usability problems through heuristic evaluation," i *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 1992, s. 373–380.

## 6 Bilagor

### A Intervjufrågor

Erfaren användare:

- Kort introduktion om dig, vad jobbar du med, hur gamla är du, hur burkar du använda realwear samt hur länge har du arbetat med AR-tekniken
- Hur länge har du arbetat med denna lösning
- Upplever du några svårigheter med användningen
- Känner du dig bekväm med att använda produkten
- Var den enkel att lära sig i början
- Hur upplevde du övergången/ implementationen till att börja använda produkten
- Hur ofta använder du den
- Kan du beskriva ett scenario där du använder lösningen? Finns det flera olika och hur skiljer de sig i sådana fall
- Hur upplevde du produkten vid implementering (i början)
- Hur upplever du produkten nu (lätt/svår att jobba med)
- Ser du detta som en långsiktig lösning

Produkten:

- Kan du beskriva, utifrån ett scenario, hur du använder tekniken
- Vad upplever du som problematiskt när du använder glasögonen (hur frekvent och allvarligt upplevs detta)
- Upplever du att teknikern förstår dina instruktioner och att du har de funktioner som krävs för att göra det tydligt för teknikern
- Vad tycker du om produktens funktioner (bra/onödiga/saknas)
- Användbar
- Meningsfull

- Emotionell inverkan
- Användarnyttig

Tillför i arbetet:

- Kan du beskriva hur utförandet av arbetet skiljer sig från att du skulle vara på plats istället för remote
- Hur väl tycker du att samarbetet fungerar mha produkten vs om du skulle varit på plats
- I vilka situationer tycker du att produkten fungerar bra /dåligt (varför)
- Upplever du uppfattning av platsen som viktigt för att samarbetet ska fungera
- Känner du att du får en bra uppfattning/känsla av platsen som teknikern är på (vad underlättar/försvårar)
- Hur förändras arbetet av denna produkt (bättre/sämre)
- Upplever du att du kan följa var teknikerns uppmärksamhet är
- Tror du att detta är något som underlättar samarbetet eller inte (hur/varför)
- Upplever du att det är svårt för teknikern att hålla kamerans fokus där du önskar medan ni arbetar
- Fungerar det lika bra i olika situationer
- Finns det situationer som utmärker sig
- Fördelar sen produkten började användas
- Nackdelar sen den började användas
- Förståelse för den andras situation och vad som behövs göras

Mjukvara:

- Hur upplever du bildkvaliteten
- Upplever du att du lätt kan följa teknikerns arbetsflöde/uppmärksamhet
- Kan du uppleva en “cyberåksjuka”
- Upplever du att du kan utforska miljön på egen hand (ex. zooma)

- Tycker nya operatörer det är “coolt” eller bara jobbigt med ny teknik - vad brukar reaktionen vara
- Röststyrt bra/dålig velat kunna styra på andra sätt
- Hur lär ni upp kunderna
- Ser du tydligt det du vill
- Något du hade velat kunna göra som du inte kan
- Laggigt
- Skakigt/stabilt
- Zomma/frysa bilden