

Examensarbete i Interaktionsdesign

Blicken i fokus

Designrekommendationer för användning av ögonrörelser
som interaktionsmetod i publika VR-miljöer

Marie Mattsson

Göteborg, Sverige 2003



IT University
of Göteborg

CHALMERS | GÖTEBORGS UNIVERSITET

Institutionen för datavetenskap



RAPPORT NR. 2003/05

Blicken i fokus
Designrekommendationer för användning av
ögonrörelser som interaktionsmetod i
publika VR-miljöer

MARIE MATTSSON

Examensarbete i Interaktionsdesign
Handledare: Staffan Björk



Institutionen för datavetenskap
IT UNIVERSITETET I GÖTEBORG
GÖTEBORGS UNIVERSITET OCH CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2003

**Blicken i fokus. Designrekommendationer för användning av ögonrörelser
som interaktionsmetod i publika VR-miljöer**

MARIE MATTSSON

© MARIE MATTSSON, 2003.

Rapport nr 2003:05

ISSN: 1651-4769

Institutionen för datavetenskap

IT Universitetet i Göteborg

Göteborgs Universitet och Chalmers Tekniska Högskola

P O Box 8718

SE – 402 75 Göteborg

Sverige

Telefon +46-031-772 48 95

Tryckeriet, Matematiskt Centrum
Göteborg, Sweden 2003

Blicken i fokus. Designrekommendationer för användning av ögonrörelser som interaktionsmetod i publika VR-miljöer.

MARIE MATTSSON

Institutionen för datavetenskap

IT Universitetet i Göteborg

Göteborgs Universitet och Chalmers Tekniska Högskola

ABSTRAKT

Syftet med examensarbetet var att utforska användning av ögonrörelser som interaktionsmetod i virtuella miljöer. Den övergripande frågeställningen var hur ögoninteraktion bör designas för att upplevas som intuitiv av användare i en publik virtuell fleranvändarmiljö.

Bakgrunden till syftet är att ett äventyrscentra planeras med attraktioner där besökare skall interagera med virtuella miljöer. Då befintlig utrustning inte är tillfredsställande för användning i en publik anläggning ställs krav på alternativa lösningar. Inom projektet finns därför ett intresse att undersöka om ögonstyrning lämpar sig som interaktionsmetod. Examensarbetets roll i projektet är att belysa problem med att forma interaktion i virtuella miljöer där ögonstyrning används, samt de konsekvenser olika designval kan få för interaktionen.

Olika metoder för användarcentrerad systemdesign har använts i processen, exempelvis användaranalys, uppgiftsanalys och scenarioworkshop, vilket är en kombination av fokusgrupper och rollspel. Scenarier med interaktionstekniker för ögonen utvecklades för vanliga interaktionsmoment i inneslutna virtuella miljöer. Dessa utvärderades sedan vid tre workshops med framtida potentiella användare och resultatet analyserades i relation till tidigare forskning inom området. Detta resulterade i ett antal designrekommendationer formulerade ur ett användarperspektiv. Syftet med designrekommendationerna var att fungera som ett underlag inför nästa eventuella iteration i designprocessen som kan innebära framställning av en prototyp. Den övergripande frågeställningen för examensarbetet besvarades slutligen med hjälp av designrekommendationerna.

Nyckelord: eye tracking, ögonstyrning, ConCAVE, virtuella miljöer, interaktionsteknik, scenario, fleranvändarmiljö, upplevelse, interaktionsdesign, människa-datorinteraktion.

Design Recommendations for the Use of Eye Tracking as a Method of Interaction in Public VR Environments.

MARIE MATTSSON

Department of Computing Science

IT University of Göteborg

Göteborg University and Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The purpose of this master thesis was to examine how to use eye tracking for interaction in virtual environments. The main question was how to design an intuitive interaction based on eye tracking for use in a public virtual multi-user environment.

The background to the purpose is a project for creating a theme park where the main attractions will include interaction with virtual environments. As existing equipment is not satisfactory for use in a public environment, there is a need for alternative solutions. Within the project there is an interest in investigating if eye tracking is a suitable interaction method. The thesis part in this project is to enlighten problems in design of eye interaction in virtual environments, and to show what the consequences of the different design choices can have for the interaction.

Different phases of user centred system development have been used in the process, some of these are user analysis, task analysis and scenario workshops, which is a combination of focus groups and role playing-games. Scenarios including different interaction techniques with eye tracking for common interaction categories in virtual environments have been developed. Potential users have evaluated these and the result was analyzed in relation to previous research within this area. This resulted in design recommendations, formulated from a user perspective. The purpose of the design recommendations was to be the foundation for the next step in the iterative development process. The comprehensive questions for the thesis was finally answered derived from the design recommendations.

The report is written in Swedish.

FÖRFATTARENS TACK

Detta examensarbete har genomförts som en avslutande del i magisterprogrammet Människa-datorinteraktion – Interaktionsdesign vid IT Universitetet i Göteborg.

För att utföra examensarbetet har jag varit beroende av många personer. Dessa vill jag här rikta mitt varmaste tack till. Framför allt vill jag tacka Staffan Björk som har varit en inspirerande handledare och bistått med många kloka och värdefulla råd på vägen. Tack också till Christian Rosengren som har varit fackmässig handledare från Infotiv med mångårig erfarenhet från ämnet virtuella miljöer.

Jag vill även tacka Martin Krantz och Björn Lindahl på SmartEye för att ha erbjudit mig plats i en kurs om deras system och för att ha lånat mig deras mjukvara för ögonstyrning. Tack även till Nils Andersson och Peter Åberg på EON Reality för att jag vid flera tillfällen fick prova er VR-utrustning. Tack också till alla Er som ställde upp som deltagare vid de workshops som jag anordnade och för att ni bidrog med värdefulla synpunkter.

Ett särskilt tack till min klasskamrat Charlotte Axelsson för korrekturhjälp och till Camilla Johansson som har varit ett viktigt bollplank under arbetets gång. Slutligen vill jag tacka min underbara sambo Pontus för ett ovärderligt stöd.

Tack!

Göteborg, 2003-01-07

Marie Mattsson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INTRODUKTION	1
1.1	UPPDRAGET	1
1.1.1	Arbetets övergripande mål och frågeställning	3
1.1.2	Avgränsningar	3
2	BAKGRUND.....	4
2.1	VIRTUAL REALITY – VIRTUELL VERKLIGHET	4
2.1.1	Upplevelsecentra och utbildning med VR	5
2.1.2	Museum med VR.....	6
2.2	AUGMENTED REALITY OCH MIXED REALITY	8
2.2.1	AR och MR inom underhållning och utbildning	8
3	METOD	11
3.1	DESIGNMETODER	11
3.1.1	Vetenskaplig ansats	12
3.1.2	Användarcentrerad systemutveckling.....	12
3.1.3	Användarcentrerade metoder	14
3.1.4	Metoder för utveckling av VR-system och VR-miljöer	15
3.1.5	Designaspekter vid design av virtuella samarbetsmiljöer.....	17
3.2	MIN METOD	18
3.2.1	Val av metod	20
4	TEKNIK, INNEHÅLL OCH ANVÄNDARE.....	24
4.1	UPPGIFTSANALYS	24
4.2	STORBILDSSKÄRM – CONCAVE	26
4.2.1	Interaktionsutrustning.....	26
4.3	EYE TRACKING – SMARTEYE TECHNOLOGY	27
4.3.1	Ögonbaserad datorinteraktion.....	28
4.3.2	Ögonstyrning i kombination med andra interaktionsmetoder	30
4.4	OMGIVNING OCH INNEHÅLL	31
4.4.1	Omgivningen.....	31
4.4.2	Konceptet	31
4.4.3	Innehållet	32
4.5	ANVÄNDARANALYS.....	33
5	SCENARIER	35
5.1	INTERAKTION I VR-MILJÖER.....	35
5.1.1	Vanliga interaktionskategorier i VR-miljöer	36
5.2	UTVECKLING AV SCENARIER	38
5.2.1	Interaktionsmoment att utforska	38
5.2.2	Scenarioinnehåll	39
5.2.3	Beskrivning av scenarier	41
5.2.4	Utvärdering av scenarier med expertgrupp.....	43

6 ANVÄNDARRESPONS.....	46
6.1 GENOMFÖRANDE.....	46
6.2 RESULTAT	47
6.2.1 Användning av eye tracking.....	48
6.2.2 Förändring av synfältet	48
6.2.3 Förflyttning i miljön	49
6.2.4 Markering och val av objekt.....	49
6.2.5 Koncept & rollfördelning.....	51
7 ANALYS.....	53
7.1 INTERAKTIONSTEKNIKER.....	53
7.1.1 Förändring av synfältet	53
7.1.2 Förflyttning i miljön	54
7.1.3 Markering och val av objekt.....	56
7.1.4 Feedback och markör	58
7.2 KONCEPT & INNEHÅLL	59
8 DESIGNREKOMMENDATIONER	61
8.1 RIKTLINJER FÖR ÖGONINTERAKTION I VR-MILJÖER	61
8.2 SPECIFIKA RIKTLINJER FÖR LAXÅ EXPERIENCE.....	62
8.3 FRÅGESTÄLLNINGEN BESVARAS.....	64
9 DISKUSSION	67
9.1 METODEN	67
9.2 ARBETET.....	69
9.3 FRAMTIDA ARBETE	71
10 SLUTSATSER	73
11 REFERENSER	74
11.1 BÖCKER OCH ARTIKLAR.....	74
11.2 ÖVRIGA KÄLLOR.....	76

1 INTRODUKTION

Vi lever i en värld med saker och miljöer som i allt större utsträckning är framställda av människan. Datorer och annan teknisk utrustning spelar en allt större roll i vår vardag och vävs mer och mer in i och formar vårt dagliga liv. IT-artefakter omger oss på våra arbetsplatser och våra mötesplatser, men också i vårt hem och på vår fritid. Vi använder datorteknik för att skapa hjälpmedel, kommunikationsmedel, spel och leksaker. Ju mer teknik vi omger oss med desto viktigare är det att den är ändamålsenlig, lätt att använda och lätt att interagera med.

Informationsteknologi används alltså inte enbart inom traditionella områden, som exempelvis företagsadministration eller industriella processer, utan även inom underhållning och turism. Upplevelseindustrin är en växande del inom turismen och den tid vi i västvärlden lägger på fritidsaktiviteter har ökat tre gånger under de senaste femton åren (Slutrapport Laxå, 2002). Idag benämns till och med upplevelseindustrin som en egen ekonomi inom turismbranschen (Fernström, 2000), nämligen *upplevelseekonomin*.

Traditionella publika platser för upplevelser, såsom biografier, teaterföreställningar och utställningar, innebär oftast ett passivt deltagande av besökaren. Även nöjesparker, som exempelvis Liseberg och Gröna Lund, har haft en betoning på vad som kan beskrivas som passiv underhållning, genom att besökaren placerar sig i en attraktion och blir underhållen. För att öka sin konkurrenskraft börjar nöjesparker förnya sig med underhållning som erbjuder någonting extra av interaktivitet (Slutrapport Laxå, 2002). Fler och fler så kallade upplevelsecentra skapas runt om i världen där besökare i större utsträckning själva kan påverka sin underhållning. Exempel på interaktiv underhållning finns på DisneyQuest i USA (DisneyQuest, 2003) och på Sonys nöjescentrum Metreon i San Francisco (Sony Metreon, 2002). På Metreon styr exempelvis användaren ett bowlingklot i en datormiljö genom att en traditionell mus har ersatts med ett verkligt bowlingklot.

Det är dock inte helt problemfritt att snabbt anamma ny teknik i syfte att skapa konkurrensfördelar på marknaden. Ny teknik är av förklarliga skäl inte alltid utforskad ur ett användarperspektiv. Anläggningarna har ofta en bred målgrupp med människor. Dessutom används attraktionerna i olika syften, allt från underhållning till utbildning. Att en stor mängd människor skall interagera med attraktioner på allmänna platser ställer kravet att de skall vara intuitiva att använda.

Detta examensarbete kommer att behandla frågeställningen hur nya interaktionstekniker med ögonstyrning skall designas för att vara intuitiva och lämpliga att använda för realtidsinteraktion i publika datorgenererade upplevelsemiljöer.

1.1 Uppdraget

I Laxå kommun pågår ett utvecklingsprojekt för att skapa ett äventyrscentra där besökare skall kunna uppleva och interagera med datorgenererade världar, så kallad *virtual reality* (VR), eller på svenska *virtuell verklighet*. Kommunens ambition är att genom att skapa ett äventyrscentra med VR som spetsområde öka kommunens attraktionskraft, dels för

ytterligare företagsetableringar och dels som bostadsområde. En vision är att det inom några år skall finnas en upplevelseanläggning i Laxå som årligen besöks av mellan 200 000 och 400 000 personer från hela Sverige och även andra länder i Europa. I en förstudie till projektet har framkommit att man har möjlighet att vara först i Europa med att projektera en publik anläggning med VR enligt det planerade konceptet. (Slutrapport Laxå, 2002)

Företaget Infotiv AB¹ medverkar tillsammans med EON Reality AB² och SmartEye AB³ i utvecklingsprojektet i Laxå. En av de attraktioner som planeras bygger på ett koncept där användarna skall interagera med virtuella miljöer, projicerade på en storbildsskärm som omsluter deltagarna.

Företagens mångåriga erfarenheter har visat att traditionell VR-utrustning inte fungerar tillfredsställande för publik användning. De är begränsade ur teknisk synvinkel med avseende på stabilitet och känslighet. Dessutom är de dyra. De är också normalt knutna till *en* användare och tyvärr är det vanligt att de inte är intuitiva att använda. De medverkande företagen ser det därför som en alltmer viktig fråga att lösa hur VR-utrustningen skall vara utformad för maximal framgång vid användning i en publik miljö.

Då VR-attraktionerna skall användas i en publik anläggning i Laxå kan de komma att ställa krav på alternativa interaktionstekniker. Att använda ögonen för att interagera med datorsystem har främst använts i laboratoriemiljöer inom forskning. Nu börjar dock kommersiella applikationer för ögonstyrning ta form och system som tidigare varit dyra och otympliga utvecklas även för en bredare användning. I Sverige finns tre svenska företag, Eye Control Technology⁴, Tobii Technology⁵ och SmartEye, som alla utvecklar ögonstyrningstekniker. (Ny Teknik, 2002)

Inom projektet i Laxå finns därför ett intresse från de medverkande företagen att undersöka om ögonstyrning lämpar sig som interaktionsform i virtuella miljöer. Inom forskningen finns idag studier som pekar på detta (Sibert et al., 2002, Tanriverdi, et al., 2000, Zhai et al., 1999). De medverkande företagen i Laxå-projektet är speciellt intresserade av att utforska om ögoninteraktion lämpar sig för realtidsinteraktion i publika virtuella miljöer med flera *samtidiga* användare.

¹ <http://www.infotiv.se>. Infotiv beskriver sig som ett företag med ett brett utbud av produkter och tjänster inom informationsteknik, organisationsutveckling och produktutveckling.

² <http://www.eonreality.com>. EON Reality presenterar sig med en kärnkompetens inom utveckling av mjukvara för interaktiv 3D-visualisering i realtid. Applikationsområden finns i huvudsak inom Internetbaserade lösningar för försäljning, marknadsföring och utbildning samt visualisering inom bygg, konstruktion och arkitektur. Applikationer förekommer i viss utsträckning inom simulering och analys.

³ <http://www.smarteye.se>. Smart Eye beskriver sig som ett företag som utvecklar och marknadsför en patenterad teknologi för ögonstyrning. Enligt SmartEye är detta system, till skillnad från traditionella system, beröringsfritt och baseras på bildbehandling och standardkameror vilket möjliggör en kostnadseffektiv lösning som dessutom är lätt att integrera med andra mjukvaruprodukter.

⁴ <http://www.eyecontrol.net/>

⁵ <http://www.tobii.se/>

1.1.1 Arbetets övergripande mål och frågeställning

Syftet med examensarbetet är att utforma designrekommendationer för ögoninteraktion i publika upplevelsebaserade virtuella 3D-miljöer. För att uppnå detta syfte har en övergripande frågeställning formulerats:

- Hur bör ögoninteraktion designas för att upplevas som **intuitiv** av användare i en publik virtuell **fleranvändarmiljö**?

För att besvara den övergripande frågeställningen kommer olika interaktionstekniker för ögonen att undersökas. Med *interaktionsteknik* menas här ett interaktionssätt som gör det möjligt för en användare att utföra en uppgift i en människa-datordialog (Jacob, 1994). Ett antal delfrågor som är kopplade till den övergripande frågeställningen har identifierats. Genom att besvara nedanstående delfrågor besvaras även huvudfrågan.

- (1) För vilka interaktionsmoment är interaktionstekniker med ögonstyrning lämpliga och varför?
- (2) Finns det vissa interaktionstekniker som lämpar sig bättre eller sämre för vissa användningsområden?
- (3) Kan ögonstyrning användas som enda interaktionsmetod eller bör den kombineras med andra interaktionsmetoder?
- (4) Hur påverkar olika faktorer i en samarbetsmiljö användningen av ögoninteraktion?
- (5) Vilka speciella krav ställs på interaktionen vid publik användning?

Arbetet kommer att mynna ut i designrekommendationer, formulerade ur ett användarperspektiv. Givet att arbetet utförs för en specifik kontext där en storbildskärm som delvis omsluter deltagarna, s.k. ConCAVE⁶, används vid det planerade äventyrscentrat i Laxå kommer även följande frågor att försöka besvaras.

- (6) Vilka specifika krav ställs på ögoninteraktionen vid användning i en virtuell fleranvändarapplikation i en ConCAVE?
- (7) Hur väl fungerar uppdelningen av innehållet på olika roller för användning i en ConCAVE?

1.1.2 Avgränsningar

Eftersom huvudmålet med examensarbetet är att utforska interaktionsformer i virtuella miljöer skapas beskrivningar av *koncept* och *innehåll* endast i syfte att undersöka ögoninteraktion. Dock kommer en övergripande diskussion att föras kring hur dessa faktorer påverkar design av ögoninteraktion.

⁶ Tillverkas av EON Reality Inc.. http://www.eonreality.com/solutions/concave_reality_system.htm

2 BAKGRUND

Virtuell verklighet och virtuella miljöer har fått mycket uppmärksamhet och förväntningarna på vad området kan leda till har varit stora (Fjellman, et al., 2000). Numera är synen möjligen mer realistisk på vad som kan åstadkommas med hjälp av denna teknik. Idag finns det kommersiella VR-applikationer inom exempelvis spelindustrin, utbildning och forskning, design och formgivning, formella och informella möten samt underhållning.

2.1 Virtual Reality – virtuell verklighet

”Virtual Reality” definieras som ”datorgenererad skenvärld i vilken användare upplever sig vara och agera” (Nationalencyklopedin). Detta examensarbete utgår från denna definition, men breddas något genom nedanstående beskrivning av VR-system. Indelningen är gjord efter den tekniska utrustning som används för att presentera en virtuell miljö för användaren och bygger på en rapport som behandlar forskning i Sverige inom Virtual Reality. (Nilsson, 2000).

- *Skrivbordsbaserad VR* (eng. desktop VR) innebär att en persondator med tillhörande bildskärm kan användas. Ytterligare utrustning kan vara stereoglasögon, 3D-möss eller utrustning för haptisk⁷ återkoppling.
- *Vid VR på storbildsskärm* (eng. Projection VR) söker man närma sig en omslutande miljö genom att låta bildytan uppta större delen av användarens synfält.
- *Innesluten VR* (eng. immersive VR) innebär däremot att användaren känner sig fullständigt innesluten i den virtuella miljön. Det är det som traditionellt har förknippats med VR. Oftast innebär det användning av VR-hjälm (Head Mounted Display, HMD) eller CAVE-system. I en CAVE projiceras grafiken på flertalet av ett rums sidor (väggar, golv och tak). I en VR-hjälm är två små skärmar placerade framför varje öga och bilden förändras beroende på hur användaren rör på huvudet genom att sensorer känner av rörelserna. System som nyttjas för innesluten VR ställer höga krav på teknisk kompetens, samtidigt som de bästa varianterna är mycket kostsamma att investera i.
- *Teleoperationer* (eng. Telepresence) innebär att en uppgift utförs i en annan miljö än den man fysiskt befinner sig i, d v s användaren agerar på distans. Även om den avlägsna miljön inte är helt jämförbar med en virtuell miljö finns många liknande frågeställningar som vid studier av VR.
- *Utökad verklighet* (eng. Augmented Reality, AR) är en form av delade verkligheter (Mixed Realities, MR), där datorgenererad virtuell information läggs till den fysiska verkligheten, eller omvänt. Användaren kan befinna sig i och interagera



Exempel på HMD (Sony Glasstron)

⁷ Känselåterkoppling

med den fysiska världen samtidigt som han/hon har möjlighet att manipulera virtuella objekt.

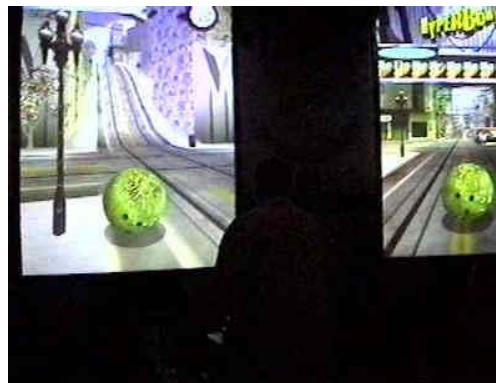
Genom ovanstående indelning efter teknisk presentationsutrustning uppmärksammas dock bara en delmängd av det VR kan tänkas utgöra. För att få en mer fullständig beskrivning bör *syftet* med användningen, vilket *innehåll* som används och *hur* det används inkluderas. För att bredda ovanstående beskrivning följer här några exempel på användningsområden inom upplevelseindustrin, underhållning och utbildning.

2.1.1 Upplevelsecentra och utbildning med VR

För att skapa konkurrensfördelar på marknaden förnyar sig alltfler nöjescentrum med attraktioner som bygger på ny teknik (Slutrapport Laxå, 2002), som exempelvis VR. Just tredimensionaliteten i VR-miljöer möjliggör en hög inlevelse i spel, eftersom den efterliknar det mänskliga sättet att uppfatta och interagera med omgivningen. (Fjellman et al., 2000) Nedan beskrivs exempel på nöjescentra som strävar efter att erbjuda något extra av interaktivitet genom att använda VR-teknik. Några av exemplen innehåller 3D-biografer, vilka dock inte har någon interaktivitet med användaren.

Sydväst om Paris finns **Parc du Futurescope** (Parc du Futurescope, 2002), en anläggning som har funnits i ca 10 år och som uteslutande utgörs av 3D-biografer, några med rörliga säten. Samlingslokalerna i anläggningen är utformade för flera hundra besökare och innehåller enormt stora skärmar som ibland går in under golvet. I Paris finns två äldre anläggningar med inslag av enklare VR-aktiviteter. På den ena anläggningen finns en avdelning där besökaren med hjälp av en persondator kan byta frisyr på sig själv (Slutrapport Laxå, 2002).

Sony Metreon (Sony Metreon, 2002) öppnade år 1999 i San Francisco, USA. På nöjescentrat finns bland annat ett virtuellt bowlingspel, **HyperBowl®**. Användaren skall styra det virtuella klotet genom San Franciscos gator. Det virtuella bowlingklotet styrs med hjälp av en mus som är utformad som ett verkligt bowlingklot. (se bild)



HyperBowl® vid Sony Metreon.

I USA konkurrerar Disney med Sony inom familjeunderhållning. Disney öppnade redan sommaren 1998 **DisneyQuest®** (DisneyQuest, 2003) i anslutning till Disney World i Orlando. DisneyQuest är en så kallad *Indoor Interactive Theme Park* som i fem våningar kombinerar Disneys magi med inneslutna VR-tekniker. Besökarna kan exempelvis segla i en virtuell värld med pirater, flyga en flygande matta genom en antik stad eller åka i en simulerad bergochdalbana som användaren själv designar. Ett år efter att DisneyQuest lanserades i Orlando öppnades en anläggning i Chicago och år 2000 planerades ytterligare en anläggning i Philadelphia. (Sveriges Tekniska Attachéer, 1999) Tyvärr ändrades planerna och DisneyQuest i Chicago stängdes istället i september år 2001. Anläggningen i Philadelphia öppnades aldrig. Kostnaderna för tekniken och för att skapa anläggningen var alltför höga. Dessutom var spelupplevelserna inte så uppskattade

som väntat och deltagandet magert. DisneyQuest fick inte heller vidare finansiering för att förbättra misstagen i det grundläggande konceptet. Sammantaget bidrog detta till slutet för konceptet redan efter den andra anläggningen. (Cash Box International, 2002) DisneyQuest finns dock kvar i Orlando.

Enligt den rapport (Slutrapport Laxå, 2002) som utarbetats inför utvecklingsprojektet med äventyrscentrat i Laxå finns en nöjespark i Madrid med en avdelning på en yta av cirka 300 m² där ett embryo finns till projektet i Laxå. Avdelningen heter **TriSpace**. Trots att det var ett lågbudgetprojekt bevisade i genomsnitt 1 000 besökare per dag anläggningen.

Ett begrepp för att beskriva hur utbildning och underhållning förenas är ”Edutainment”, vilket är en sammanslagning av de engelska orden ”education” och ”entertainment”. Inom Edutainmentområdet arbetar man med att kombinera spel med någon form av pedagogiskt innehåll i syfte att utbilda användaren. Området har idag nått mest framgång för barn, och då i första hand med traditionella datorspel som Lek & Lär, vilka inte innehåller någon VR. (Fjellman et al., 2000) Flertalet utbildande VR-projekt har dock skapats för barn. Användbarhetsproblem som finns bland vuxna visar sig vara mindre problematiska bland barn. Detta kan bero på att barn ofta har lättare att ta till sig grafisk och konceptuell abstraktion (jmf tecknade filmer) och har större erfarenhet från att navigera i 3D-miljöer och utforska och använda gränssnitt. (Rousseau, 2000)

N.I.C.E⁸ (Johnson et al, 1998) är ett forskningsprojekt som använder VR-system för att skapa utbildande miljöer för unga människor, där möjligheterna med inneslutande skärmar utforskas. Genom att använda inneslutande skärmar (CAVE) vid inlärningsstillfället anser man att interaktionen kan göras enklare och mer naturlig att använda, samt att en CAVE möjliggör flera samtidiga användare. I den virtuella miljön bygger både verkliga och virtuella användare bestående virtuella världar genom samarbete, motiverade av en bakomliggande berättarmotor. Användarna skall utveckla små lokala ekosystem på en ö. Ett frö släpps på marken och en blomma eller ett träd börjar växa i en hastighet som är förutbestämd av systemet. Visuella och auditiva ledtrådar hjälper sedan barnen att avgöra om växterna behöver sol, vatten etc. Flera användare kan dessutom via nätverk utforska samma virtuella plats. En komponent i systemet spelar in varje händelse och världen fortsätter att utvecklas även när ingen interaktion sker. En *wand*⁹ med en joystick och tre små knappar för olika kommandon används för interaktionen. I projektet finns en önskan om att utveckla interaktionsmetoder för att förenkla användningen för barnen. Fokus för interaktionen har varit att det inte skall krävas några justeringar av barnen och att den utrustning som används inte skall vara tung att bära.

2.1.2 Museum med VR

Flertalet museum använder sig av informationsteknologi som ett komplement till andra kanaler i utställningsverksamheten. Interaktiva utställningar återfinns exempelvis bland vissa gallerier i syfte att förstärka besökarnas upplevelse, ofta i form av virtuella gallerier med 3D-bilder som finns tillgängliga via museernas webbplatser. (Sveriges Tekniska Attachéer, 1996) Ett annat användningsområde är att utöka fysiska museer med

⁸ Narrative-based Immersive Constructionists/Collaborative Environments

⁹ Vanlig interaktionsutrustning för en CAVE

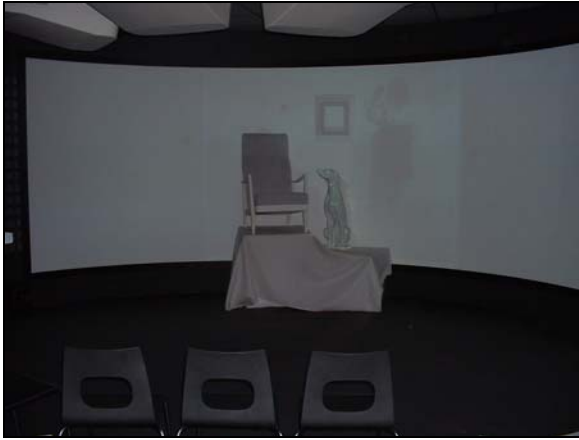
interaktiva utställningar för att exempelvis visualisera historiska platser. På **Mölnalds Museum** (Mölnalds Museum, 2002) öppnades september 2002 ett virtuellt museum. Besökarna kan utforska Kvarnbyn som den såg ut för hundra år sedan, återskapad i form av en virtuell miljö, bland annat med hjälp av gamla fotografier. I Mölnalds Museum används en ConCAVE¹⁰ för projektion av den virtuella miljön. I en ConCAVE är skärmen konkav och omsluter delvis betraktarna. Den kan beskrivas som en variant av en CAVE, i vilken användaren till skillnad från i en ConCAVE är helt omgiven av den virtuella miljön. En ConCAVE är alltså en storbildskärm som genom sin form ger användare en innesluten känsla. Besökarna på Mölnalds Museum kan inte själva påverka miljön, utan en representant från museet ansvarar för interaktion och navigering. Rummet är uppbyggt så att en person står bakom samtliga deltagare och styr navigeringen runt om i Kvarnbyn från en datorterminal. Deltagarna sitter på stolarna och betraktar miljön.



Kvarnbyn projicerad på en ConCAVE i Mölnalds Museum.

På museet används ConCAVE inte bara för historiska visningar. I september 2002 visades en tillfällig installation från HDK på temat komposition där en ConCAVE användes. Installationen utgjordes av en kombination av fysiska objekt och virtuella personer. En eller flera rörliga virtuella bollar framkallade sedan olika ljud då de rörde sig i en cirkelformad bana och passerade de virtuella och fysiska objekten. Den totala ljudupplevelsen påverkades därmed av bollarnas hastighet. (se bild på nästa sida)

¹⁰ Tillverkas av EON, www.eonreality.com



Utställning från HDK

2.2 Augmented Reality och Mixed Reality

Augmented Reality (AR) och Mixed Reality (MR) är varianter av virtuella miljöer där virtuella världar på olika sätt kombineras med fysiska världar. Miljöerna innebär att datorgenererad information läggs till den reella världen och i vissa fall kan användarna även kan interagera med den fysiska världen i en ”blandad värld”. (Nilsson, 2000)

Augmented Reality och Mixed Reality är inte i fokus för examensarbetet utan tillhör närliggande områden. Men användningssituationen i en ConCAVE, som är aktuell i examensarbetet, kan jämföras med användning av Mixed Reality-miljöer i och med att användarna befinner sig i ett rum där de inte bara ser den virtuella världen utan där de även ser den fysiska miljön. Nedan presenteras därför ett par projekt som kan vara intressanta för spel- och upplevelseindustrin där AR eller MR används.

2.2.1 AR och MR inom underhållning och utbildning

AR Quake (Thomas et al, 2002) är en AR-version av det populära spelet Quake. Till skillnad från det traditionella VR-spelet där spelarna ser en totalt datorgenererad värld kan spelarna i AR-versionen fortfarande se den reella världen. Spelet bygger på en intressant kombination av fysiska byggnader och virtuella figurer, vilket innebär att spelarna möter virtuella monster då de vandrar runt bland verkliga byggnader.

Ett spelprojekt inom Mixed Reality är fleranvändarspelet **RV-Border Guards**. Spelet är framtaget i Japan och går ut på att spelare omger en fysisk spelplan och skjuter virtuella inkräktare. I den ”blandade” världen är spelarna utrustade med hjälmar och vapen. Då en fiende närmar sig en spelare ser spelaren fienden i en så kallad *stereoscopic see-through image* i HMD'n. Virtuella fiender ger skuggor på fysiska objekt och de kan också gömma sig bakom fysiska objekt. (Ohshima et al., 1999)



RV-Border Guards. T.v.: fysisk värld, t.h.: blandad värld.

Mixed Reality kan även användas för att skapa samarbetsmiljöer. **Desert Rain** (Desert Rain, 2002) är ett projekt som syftar till att underlätta samarbetsaktiviteter mellan deltagare i delade virtuella och fysiska världar. Till skillnad från andra MR-miljöer skapas inte en integrerad värld, utan metoden som används är en kombination av videoprojektion i den fysiska världen *och* video "texturing" i den virtuella. Datorgenererade bilder skickas över nätverk, renderas och projiceras i den fysiska världen. På samma sätt skapas bilder av den fysiska världen vilka bearbetas så att de verkar vara en integrerad del av den virtuella världen. Resultatet blir alltså inte *en* syntetisk värld, utan snarare en mixed reality-sfär där information överförs mellan den fysiska världen och den virtuella världen. Med en audiolänk möjliggörs även kommunikation mellan världarna. Ett exempel på användning är ett framträdande av en poet i form av en virtuell siare i en fysisk teater. Närvaron och kommunikationen mellan poeten och publiken skedde enbart med hjälp av den delade sfären.

En intressant teknik som skulle kunna användas i MR-projekt är **WAVE** (WAVE, 2002), som står för *Walk-thru Virtual Environment*. WAVE är en ny metod för att skapa en högkvalitativ fysiskt penetrerbar dimskärm. Skärmen utgörs av dimma vilket innebär att en människa kan röra sig igenom skärmen, samtidigt som det går att visa bilder på den.



Publik som provar att gå igenom dimskärmen.

Mixed Reality och innesluten projektionsteknologi skulle kunna använda dimväggar i exempelvis virtuella rum (CAVE) och därmed skapa *virtuella* virtuella rum, där det dessutom skulle vara möjligt för publiken att snabbt gå in och ut genom väggarna. Dimväggen är oförstörbar, vilket skulle möjliggöra säkert spel i icke-övervakade publika sammanhang, både inomhus och utomhus. Den skulle även kunna fungera som en ingång till en äventyrspark. Premiär för produkten var i oktober 2002 i Finland, vilket kommer att följas av en permanent utställning i Tampere, Finland i januari 2003. Efter det kommer tekniken att finnas till försäljning. (WAVE, 2002)

Kidstory¹¹ (Kidstory, 2002) är ett projekt där syftet var att utveckla nya tekniker för att stödja barns skapande av berättelser i grupp. Under projektets första år låg fokus på att använda multipla interaktionsutrustningar för att göra det möjligt för två eller flera användare att arbeta samtidigt (resulterade i *KidPad* och *Klump*). Under det andra och tredje året utvecklades *tangible technologies*¹² i syfte att stödja samarbete som sker i ett rum. Bilden till höger visar en grupp med barn i Nottingham som interagerar med *KidPad* genom att använda en magisk matta för navigation och taggade objekt för att infoga berättande element (bilder och ljud). Både lärare och barn involverades i designprocessen genom att genomföra brainstorming i klassrum, enkel prototyping och utvärdering av prototyper. Utvärderingarna fokuserade användbarhet, samarbete och berättarteknik.



Interaktion med KidPad.

SHAPE¹³ (SHAPE, 2002) är ett treårigt projekt vars uppgift är att förstå, utveckla och utvärdera rumsstora MR-artefakter på publika platser. Projektet startade år 1999 och har hittills genomfört ett flertal delprojekt. Ett exempel är *The Ghost Ship* som är en installation där ett syfte var att utforska hur medlemmar i publiken reagerar på, utforskar och upplever en interaktiv miljö i ett rum tillsammans med andra deltagare. Projektet belyser frågor kring hur deltagarna kan uppmuntras till att interagera med miljön och att svårigheter uppstår då deltagarna skall instruera andra deltagare i interaktionen. Ett annat SHAPE-projekt bygger vidare på en problematik som uppmärksammats i projektet Kidstory, nämligen *var* en skärm skall placeras där en skärmbild skall projiceras för en grupp som skapar berättelser. Projektet heter *The Storytent* och är ett MR-gränssnitt som stödjer skapandet av interaktiva berättelser för barn där projektionen av virtuella världar sker på ett tält.

Syftet med detta kapitel har varit att ge en förklaring till begreppet VR och en inblick i hur tekniken kan användas inom framför allt upplevelseindustrin.

¹¹ Kidstory är ett projekt som ingår i *Experimental Schools Environments programme* inom *i3net European network for Intelligent Information Interfaces*

¹² *Tangible technologies* innebär att datormiljöer påverkas genom interaktion med fysiska föremål.

¹³ I SHAPE (Situating Hybrid Assemblies in Public Environments) ingår följande samarbetspartners: Centre for User-Oriented IT-design (Kungliga Tekniska Högskolan), Mixed Reality Lab (The University of Nottingham), Work's Interaction and Technology Research Group (King's College London), Interaction Design Centre (University of Limerick).

3 METOD

Interaktionsdesign är ett område där man arbetar inom ett brett spektra, från experimentell design till utvärdering och analys av IT-artefakter. Interaktionsdesign är ett område där datorteknologi är designmaterialet och där användaren står i centrum i designprocessen. Interaktionen med *användaren* och hur den *upplevs* är således av stor betydelse. Interaktionsdesign begränsas inte till det som vanligtvis beskrivs ”gränssnitt” eller ”kontaktyta”, utan sätts i ett större sammanhang där diskussionerna utgår från hur vi skall interagera med datorsaker i vår vardag. Flera faktorer hos IT-artefaktens design påverkar hur den upplevs av användaren; dess utformning och estetik, dess funktionalitet, hur intuitiv den är att använda, hur meningsfull den är i sitt sammanhang och dess påverkan på användarens sociala identitet.

Området Interaktionsdesign bygger på ett forskningsområde som behandlar interaktion med människor och datorer som heter Människa-datorinteraktion, MDI (eng. HCI). Människa-datorinteraktion innebär ett samspel mellan två parter där människan har en avsikt med interaktionen och är den part som kännetecknas av flexibilitet och allmän problemlösningsförmåga, medan datorn vanligen är kommandostyrd och har bristande förmåga att anpassa sig till användarens avsikter med interaktionen. Inom MDI-området arbetar man bland annat med olika faktorer som tillsammans bestämmer ett systems användbarhet, som handlar om hur lätt en produkt eller ett system är att använda. (Allwood, 1998)

Den internationella standarden (ISO 9241-11¹⁴) ger riktlinjer för användbarhet och definierar det som *”Den grad i vilken användare i ett givet sammanhang kan bruka en produkt för att uppnå specifika mål på ett ändamålsenligt, effektivt och för användaren tillfredsställande sätt”*. Det som kanske är svårast att mäta, och också förutse, av dessa tre faktorer är troligen användarens tillfredsställelse, det vill säga vad de tycker om interaktionen med produkten eller systemet. Följaktligen är det inom Interaktionsdesign viktigt att arbeta med hur interaktionen skall *upplevas* av användaren.

Som ett led i att skapa en positiv upplevelse vid användning av IT-artefakter strävar man efter att skapa system som upplevs intuitiva av användaren och nya former för interaktion utforskas. I arbeten med att utveckla nya interaktionstekniker har erfarenheter visat att det är en hjälp att bygga dessa tekniker på människans förmågor som hon har fått genom evolutionen och genom erfarenhet. Genom att använda färdigheter som människan redan behärskar kan avancerade gränssnitt skapas med en låg kognitiv belastning (Nielsen, 1993). Ett exempel på hur man försöker skapa nya interaktionsformer som bygger på mänskliga förmågor är genom att utgå från naturliga ögonrörelser vid design av interaktionstekniker för ögat. (Bowman, 1999)

3.1 Designmetoder

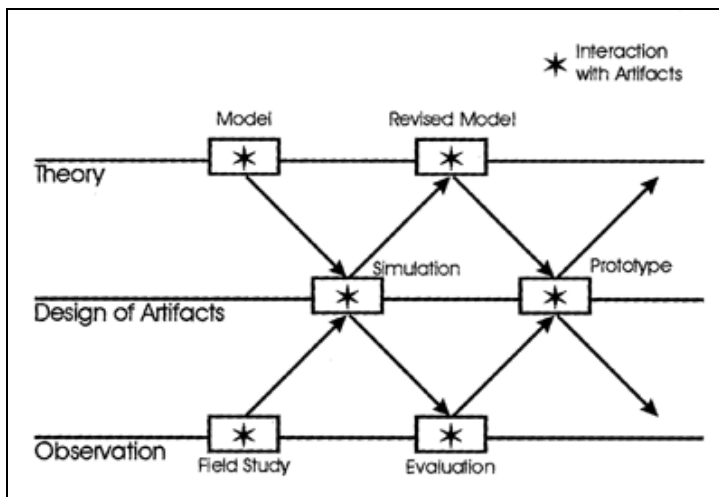
Då detta examensarbete kommer att innefatta ett designarbete för att utveckla och utvärdera interaktionstekniker för ögat i en specifik kontext, ger detta kapitel en genomgång av olika metoder som kan vara lämpliga att använda.

¹⁴ <http://www.usability.serco.com/trump/resources/standards.htm#9241-11>

Kännetecknande för de designmetoder som vanligtvis används inom Interaktionsdesign och MDI är att användaren involveras i utvecklingsarbetet, samt att processen är iterativ (Preece, 1994, USOR, 2003). Dessutom hanteras användbarhetskrav på samma sätt som funktionalitetskrav (Preece, 1994). Systemutveckling med dessa kännetecken kallas användarcentrerad. De största skillnaderna från mer traditionella designmetoder, som exempelvis vattenfallsmodellen, spiralmodellen eller W-modellen, är att i de senare involveras inte användaren i utvecklingsprocessen. (Preece, 1994)

3.1.1 Vetenskaplig ansats

Mackay och Fayard (Mackay, 1997) har föreslagit ett ramverk som beskriver de vetenskapliga ansatser som används inom MDI. De argumenterar för att MDI-området använder sig av en kombination av de två mest frekvent använda ansatserna inom vetenskaplig forskning; deduktiv och induktiv. Ramverket kan ses som en kombination av de båda eftersom man inte enbart observerar och förklarar ett fenomen (induktiv), eller försöker verifiera en hypotes genom experiment (deduktiv). Forskning inom MDI innebär ofta design av artefakter som i sig påverkar den interaktion mellan människa och artefakt som man vill studera.

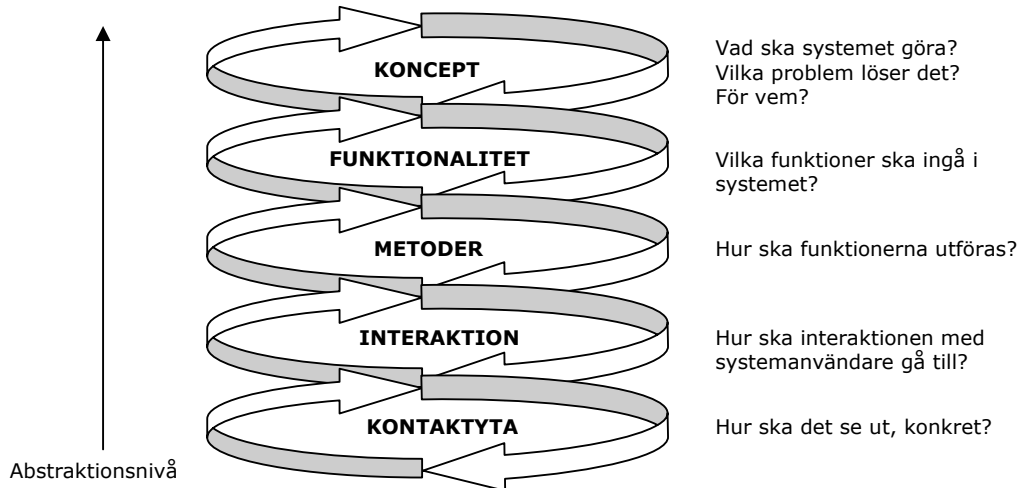


Figur 3-1. Modell över forskning inom MDI (Björk), baserad på Mackay och Fayards ramverk.

Ovanstående modell illustrerar det "tidliga förloppet" i forsknings-/utvecklingsarbetet. Eftersom MDI är ett tvärvetenskapligt område skall inte de nämnda metoderna i figuren ses som de enda tänkbara. Skillnaden mellan det förlopp denna modell beskriver och mer traditionella beskrivningar av faserna i ett systemutvecklingsprojekt är att de senare vanligtvis beskriver ett linjärt förlopp. Merparten av dessa innefattar *planering*, *analys*, *design* och *utvärdering* (USOR, 2003, Eberts, 1994). Faser ingår även i ovanstående modell, med den skillnaden att relationerna mellan dem inte är förutbestämda.

3.1.2 Användarcentrerad systemutveckling

Det finns ett antal väldefinierade metoder för användarcentrerad systemutveckling. Graden av användarinvolvering varierar dock inom de olika metoderna, alltifrån att



Figur 3-3. Modell för användarcentrerad systemutveckling av interaktiva system. Källa: CR & T.

3.1.3 Användarcentrerade metoder

Nedan beskrivs några användarcentrerade metoder som kan användas för de olika aktiviteterna i den iterativa utvecklingsprocessen.

Planeringsfasen syftar till att identifiera problemet och beskriva det i form av en problemanalys. I analysfasen sammanställs behov/önskemål/krav och en analys görs av dessa utifrån användarsituationen, vilket oftast resulterar i en kravspecifikation. I en *användaranalys* specificeras användargruppen och man söker urskilja grupper av användare med liknande bakgrund, uppgifter och intressen. Den ger svar på frågor om målgruppen, användningssituationen och användningsmiljön. För att förstå hur användaren gör vissa saker idag och vilka förbättringar ett nytt system skulle medföra jämfört med det befintliga är *uppgiftsanalys* en användbar metod. De handlingar och/eller kognitiva processer en användare måste utföra för att kunna lösa en given uppgift studeras (USOR, 2003, Preece, 1994). En annan analysmetod är fokusgrupper. Det är en informell metod som kan användas både för att få fram användares synpunkter och erfarenheter från ett befintligt system som varit i bruk och för att få fram användarens behov och attityd innan ett nytt system designas (USOR, 2003).

Då syftet med designfasen är att beskriva och kommunicera olika designval, för att i nästa fas kunna utvärdera konsekvenserna av dessa kräver denna fas metoder för utveckling av en prototyp, en mock-up eller ett fullvärdigt system. Det kan exempelvis vara en pappersmodell eller en begränsad datorbaserad version av gränssnittet, beroende på vilken abstraktionsnivå man befinner sig i och beroende på vilken designmetod som används. Metoder för design av VR-system och VR-miljöer presenteras i nästa kapitel 3.1.4.

Slutligen finns en mängd metoder för utvärdering, exempelvis kognitiv genomgång, heuristisk utvärdering, tänka-högt protokoll, "contextual inquiry", fokusgrupper och scenariobaserad design. Ett par av de metoder som används i detta arbete beskrivs närmare nedan.

Fokusgrupper

Fokusgrupper och personliga intervjuer är vanliga som ett kvalitativt verktyg inom forskning, särskilt för att undersöka personers åsikter och attityder. Fokusgrupper används ofta som en metod inom marknadsföring och alltmer inom produktutveckling. När fokusgrupper används vid produktutveckling kan man förvänta sig att få fram reaktioner på en framtida produkt, samt identifiera dess styrkor och svagheter. Syftet är att analysera dessa och sedan förbättra konceptet eller prototypen som varit föremål för diskussion. Fokusgruppen utgörs av mellan 4-10 personer och varar i allmänhet i 1,5-2 timmar. En viktig person vid fokusgrupper är moderatorn, vars roll är att få deltagarna att prata kring de frågeställningar som finns utarbetade. Moderatorn bör ha förberett en guide som baseras på forskningens övergripande frågeställning. Det är viktigt att komma ihåg att moderatorn *inte* fungerar som en intervjuare som ställer frågor, utan syftet är att moderatorn skall bidra till en diskussion deltagarna emellan. (Greenbaum, 1993) Som vid den personliga intervjun får man uppgiftslämnarens egen syn på det han eller hon talar om. Det subjektiva momentet som då kommer in måste beaktas vid tolkningen av uppgifterna, men är samtidigt i sig en viktig typ av fakta. (Lantz, 1993)

Rollspel

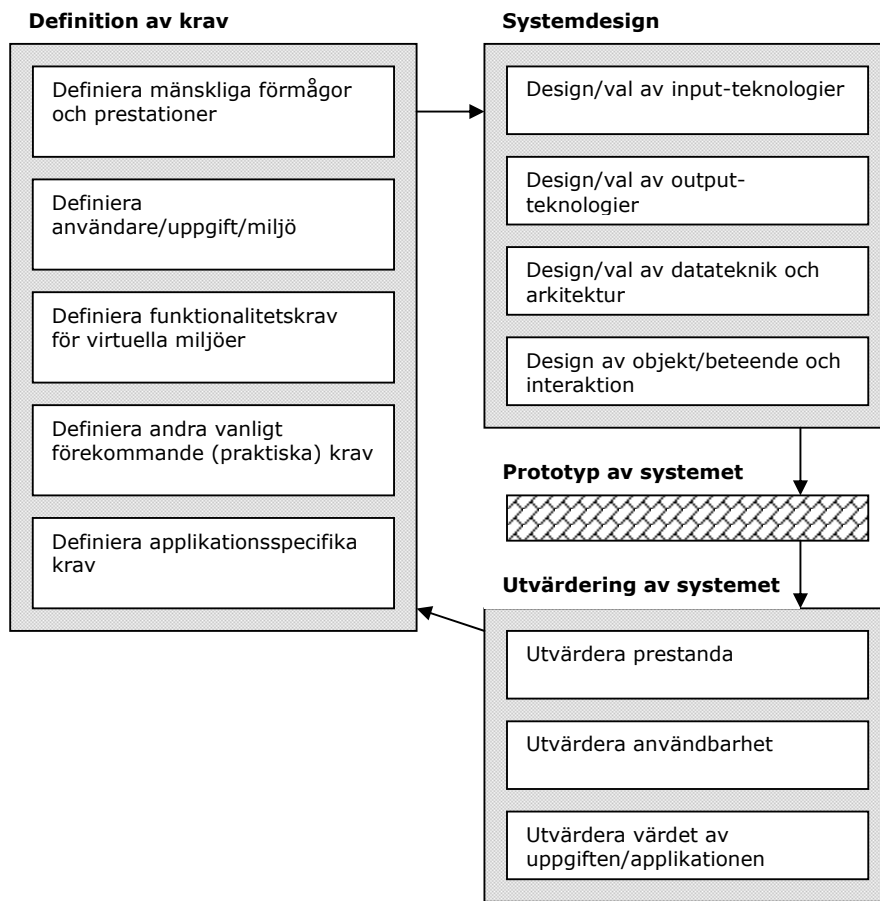
Vid produktdesign av nya koncept för nya situationer är det av stor vikt att ta korrekta designbeslut. Att arbeta med användarmedverkan är alltså ett sätt att aktualisera viktiga designfrågor. Vid utveckling av högteknologiska produkter kan det vara en fördel att arbeta med en iterativ process där utvärderingar genomförs med täta intervall. Genom att använda en metod inom medverkande design där framtida användare av nya produkter och tjänster engageras i själva designprocessen kan specifika designutmaningar aktualiseras. Syftet är att användare och designers skall förutse och agera ut framtida scenarier. (Iacucci et al, 2000) Designmetoden kallas *role playing-games* (Iacucci et al, 2000) och är relativt väletablerad i Skandinavien inom den inriktning av designmetoder som benämns medverkande design (Preece, 1994). Iacucci et al (2000) har utforskat ett par olika varianter av metoden. Principen är att låta framtida användare som deltagare själva agera i tänkta användningssituationer i syfte att utvärdera idéer och fånga upp nya, som då skapas i en relevant kontext. Spelen utformas runt användningssituationer, antingen uppbyggda eller riktiga, och framtida användare och designers deltar. Vid utvecklingen av metoden var spelstrukturen antingen påhittade eller grundade på användarstudier. Enligt Iacucci kan spelstrukturen vara fria, vilket medför att deltagarna i gruppen ges en större frihet att improvisera, eller förutbestämda genom att speldeltagandet styrs med fördefinierade scenarier. De kom fram till att fem deltagare var ett lämpligt antal vid speltillfällena, varav två skulle vara designers som såg till att spelet fortgick. De såg även att en detaljerad spelplan hjälpte användarna att föreslå relevanta designidéer, samtidigt som det ökade kontextmedvetenheten hos deltagarna.

3.1.4 Metoder för utveckling av VR-system och VR-miljöer

Inom design av VR-system finns ett behov av att komplettera de generella metoderna inom användarcentrerad design (Earnshaw, 1995). I design av VR-system tillkommer nämligen en abstraktionsnivå – interaktion på hårdvarunivå.

Vid traditionell interaktion med datorsystem är inmatnings- och displayteknikerna ofta förutbestämda (mus och skärm). I design av VR-system måste val göras av ”sensory modalities” Valen kan till exempel bestämmas utifrån användbarhetskrav som att

användaren inte skall behöva bära en tung utrustning för att kunna interagera med den virtuella miljön. Vidare skall beslutas om vilken information som skall komma från vilken teknologi (t ex hur röst och gester skall interagera). Stuart (1996) presenterar en designmetod som är anpassad för design av VR-system och virtuella miljöer genom att den tar hänsyn till dessa ytterligare nivåer. Metoden passar in i MDI-området då den kännetecknas av en *iterativ* designprocess.



Figur 3-4. En iterativ designprocess för design av virtuella miljöer. (Stuart, 1996)

Utformning av virtuella miljöer, jämfört med merparten av andra traditionella datormiljöer, skiljer sig främst i de visuella objektens utformning, i objektens beteende och i interaktionen (Stuart, 1996, Jacob, 2001). Den virtuella miljön skall vara realistisk och den kan innehålla både virtuella och fysiska objekt som skall existera samtidigt och utbyta information med varandra (specifikt för AR). Dessutom kan dessa objekt vara hämtade från verkligheten och ha förutbestämda beteenden eller vara ”magiska” med självstyrande beteenden (Jacob, 2001). Utöver en traditionell explicit interaktionsform har virtuella miljöer dessutom ofta en implicit interaktionsform (Jacob, 1994, Jacob, 2001, Nielsen, 1993, Stuart, 1996). Den kräver att systemet kan specificera om indata kommer från hand, arm, huvud och/eller ögonrörelser, samt hur dessa indata skall ändra objektens beteende. Var och en av dessa interaktionssätt innebär dessutom en specifik designutmaning. I en modell och metod som presenteras av Jacob (2001), VRID-modellen, görs därför en konceptuell skillnad mellan interaktionsformen och dess påverkan på objektens beteende.

Sammanfattningsvis kan sägas att befintliga metoder saknar stöd för de karaktäristika som är relevanta för gränssnitt i virtuella miljöer. Fördelen med VRID-modellen är att den genom att vara organiserad utifrån komponenterna *graphics*, *behavior*, *interaction* och *communication*, möjliggör att man konceptuellt kan skilja på och adressera de olika karaktäristika i design av VR-gränssnitten.

Metaforer från traditionell MDI som exempelvis skrivbord och menyer är skapade för en tvådimensionell visuell återkoppling. Å ena sidan kan man se det som att det idag inte finns några lämpliga designmetaforer för virtuella miljöer (Stanney et al., 1998), å andra sidan kan man se det som att de metaforer som används för uppgifter i virtuella världar är utformade utifrån en metafor som är en stark simulering av en verklig värld (Bowman, 1999). Vid framtagning av designmetaforer för virtuella miljöer är det fördelaktigt att använda ett antropomorft angreppssätt, eftersom detta bidrar till mer intuitiva gränssnitt. Följden blir gränssnitt som uppmanar till en effektiv interaktion. (Stanney et al., 1998) Ett antropomorft angreppssätt innebär att man utgår från människa-människa kommunikationer i sitt designarbete (Eberts, 1994).

För att ett VR-system skall nå framgång är det enligt Stuart (1996) viktigt att identifiera kritiska designfrågor i utvecklingsarbetet. Han menar dessutom att framgångsfaktorer varierar beroende på syftet med VR-systemet. Nedanstående tabell ger inblick i kritiska designfrågor för två kategorier som kan vara relevanta för äventyrscentrat i Laxå.

Tabell 3-1: Framgångsfaktorer för kategorier av VR-applikationer (Stuart, 1996)

Category of application	Purpose	Criteria for success	Crucial issues
Entertainment	Use VE for the purpose of experiential pleasure.	User enjoys the experience.	Location Based Entertainment: safety, hygiene, throughput. Personal systems: cost, ease of use.
Offline learning and knowledge acquisition	Acquire knowledge from VE to be synthesized for later use	Successful acquisition and synthesis of knowledge and understanding	Representation of information

3.1.5 Designaspekter vid design av virtuella samarbetsmiljöer

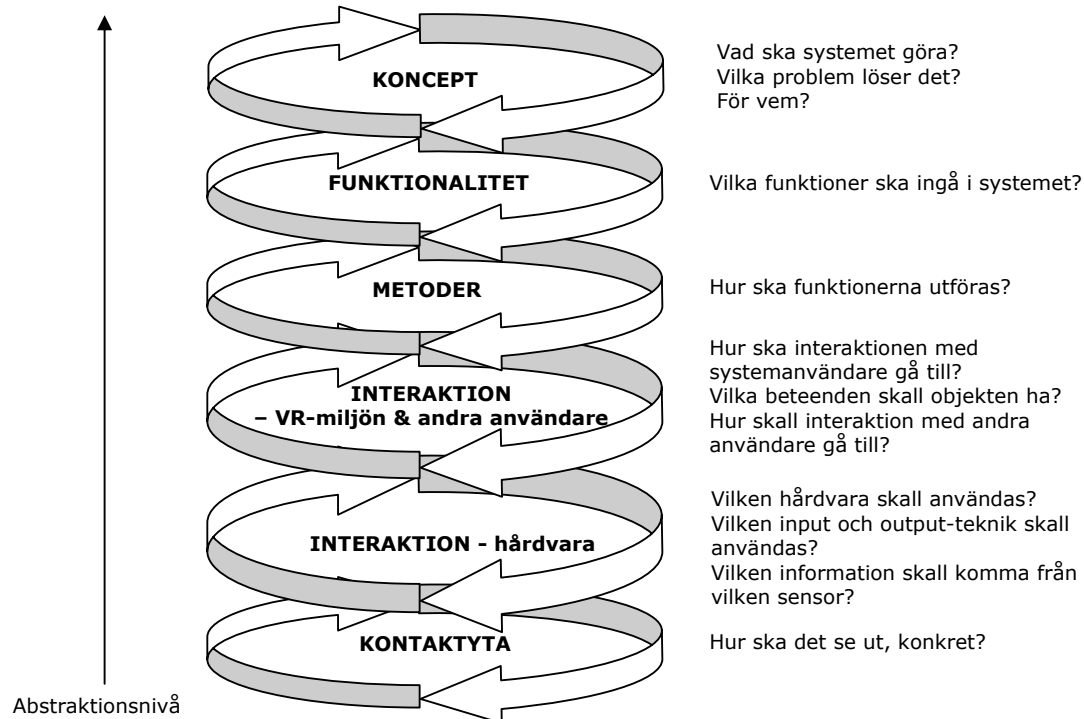
Datorstött samarbete (Computer Supported Cooperative Work) är ett eget forskningsområde som är starkt knutet till MDI. Inom CSCW-forskning fokuserar man bland annat på hur människor kommunicerar och samarbetar med hjälp av datorer, det vill säga människa-dator-människainteraktion. Design av virtuella miljöer med flera samtidiga användare kallas Collaborative Virtual Environments (CVE), eller virtuella samarbetsmiljöer. Sammanfattningsvis är följande designfrågor viktiga att lösa för CSCW och CVE (Stuart, 1996, Benford et al., 1999).

- Hur mycket data skall delas?
- Vem kommer att kunna kontrollera indata och utdata och under hur lång tid?
- Hur skall användarna kommunicera med varandra?
- Hur skall användarna veta vad de andra användarna gör?
- Vilka delar av systemet skall användarna se vid ett tillfälle?
- Hur skall användarna veta vad de andra användarna ser?

Erfarenheter visar emellertid att direkt applicera interaktionsmetoder för CSCW på CVE gränssnitt kan medföra att de viktigaste fördelarna med CVE försämras, nämligen att skapa ett individuellt perspektiv i miljön (Benford et al., 1999). Exempelvis har en interaktionsform med en oberoende vy av den gemensamma miljön – ”What You See Is What I Think You See” – visat sig ha vissa nackdelar för CVE (Benford et al., 1999), framför allt för att se vad någon annan gör, oberoende om den aktiviteten är att tala, förflytta sig eller gestikulera.

3.2 Min metod

Med utgångspunkt i ovanstående genomgång av designmetoder för VR-system utvidgas den modell som tidigare presenterats för att illustrera olika abstraktionsnivåer. Modellen förändras i ett försök att bättre passa in på utveckling av VR-miljöer genom att ytterligare en nivå för val av hårdvara läggs till (se fig. nedan).



Figur 3-5: Modell för användarcentrerad systemutveckling av interaktiva VR-system.

Examensarbetets syfte är att ta fram designrekommendationer för ögoninteraktion i en publik virtuell miljö. Detta examensarbete kommer därmed att i första hand fokusera på nivån *interaktion* i ovanstående modell. Då examensarbetet kommer att behandla ett användningsområde inom underhållning genomförs studien dessutom utifrån ett perspektiv där en positiv upplevelse för användaren prioriteras då detta beskrivs som en viktig framgångsfaktor (Stuart, 1996).

Innan en lämplig metod valdes för att utföra uppgiften genomfördes en övergripande analys av uppdraget uppdelat på följande kriterier; *innehåll, användare/målgrupp, användning, teknik – interaktionsform, marknad* och *ekonomi*. Analysen presenteras nedan genom att de krav som finns uttalade inom varje kategori beskrivs. Analysen ligger till grund för valet av metod.

Innehåll

- (1) Miljön skall ha ett innehåll som är anpassat för en ConCAVE med flera samtidiga användare.
- (2) Innehållet skall kunna delas upp så att olika personer kan påverka olika delar i miljön.
- (3) Innehållet kan utgöras av allt från ”Edutainment” och pedagogiska tillämpningar till upptäcktsfärder, virtuella museum eller VR-spel.

Användare/Målgrupp

Användare finns inom följande grupper:

- (1) Skolresor: elever i grundskolan i syfte att utveckla sig och ha roligt.
- (2) Studieresor: studerande på högre utbildningar som önskar att ta del av spetsteknologi.
- (3) Turister på besök i regionen samt besökare som färdas på E20, med syfte att uppleva något nytt och spännande.
- (4) Företag, som vill genomföra en tekniskt avancerad presentation exempelvis en produkt lansering eller arrangera en företagsaktivitet, konferens eller teambuildingaktivitet.
- (5) Familjer, som vill roa sig.
- (6) 18-30 åringar, som vill upptäcka och utforska saker som de kan få en ”kick” av. Här skall finnas möjligheter att göra saker som de inte skulle kunna eller våga göra i verkligheten.

Användning

- (1) Tiden att kalibrera utrustningen får inte vara mer än 15-20 sek. för varje användare vid t ex totalt fem användare.
- (2) Med en kortare introduktion (t ex 1 min. per användare) skall användarna kunna behärska interaktionen med systemet. Introduktionen kan göras i grupp då övriga personer som finns i lokalen samtidigt tittar på och lär sig hur interaktionen med miljön fungerar.
- (3) Användningen skall upplevas som stabil så att användaren kan få förtroende för systemet.
- (4) Interaktionen skall upplevas som intuitiv av användaren.
- (5) Vid interaktion med ögonstyrning är det en målsättning att användaren upplever att systemet läser hennes tankar.
- (6) Användningssituationen skall bidra till en positiv helhetsupplevelse hos användaren.

Teknik – Interaktionsform

- (1) Miljön skall utgöras av en kombination av tekniker för virtuella miljöer och för interaktion med ögonstyrning.

- (2) En ConCAVE skall användas som displayteknik, d v s en innesluten VR-miljö.
- (3) Ögonstyrningen kan kombineras med andra interaktionstekniker, såsom platta, joystick eller liknande.
- (4) VR-utrustningen måste kunna uppfylla krav på hygien och säkerhet.

Marknad

- (1) Systemet skall vara internationellt gångbart i den bemärkelsen att det inte är begränsat för en specifik marknad/ett specifikt land.

Ekonomi

- (1) Hårdvaran för miljön skall utgöras av standardkomponenter.

3.2.1 Val av metod

I detta avsnitt anges vilka metoder och tillvägagångssätt som har valts för de olika aktiviteterna i designprocessen och metodvalen motiveras. Nedanstående tabell ger en översikt över utvecklingsprocessens aktiviteter, innehåll och metoder.

Tabell 3-2: Översikt över utvecklingsprocessens innehåll och metoder

Aktiviteter	Innehåll	Arbetsätt/Metod
Steg 1 – Planering:	Identifiera och analysera problemet och ta reda på vilka övergripande krav som finns på det önskade systemet. Inhämta relevanta förkunskaper.	Intervju av uppdragsgivare. Övergripande studie av ingående tekniska system. Litteraturstudie.
Steg 2 – Analys:	Baserat på problemanalysen i steg 1 och arbetets syfte, specificera och analysera de krav som finns på användare, uppgift, innehåll och teknik.	Användaranalys. Uppgiftsanalys. Analys av relaterat arbete. Prova tekniker.
Steg 3 – Design:	Med utgångspunkt i tillgänglig utrustning samt övergripande designkrav, utveckla och beskriva tekniker för ögoninteraktion i tre olika scenarier.	Utveckling av scenarier. Brainstorming med expertgrupp.
Steg 4 – Utvärdering:	Formulera och genomföra en utvärdering av interaktionsteknikerna, analysera utvärderingen och sammanställa designrekommendationer.	Användarrespons genom scenarioworkshop.

Steg 1 – Planering

Problemanalysen inleddes med en genomgång av examensarbetets grundläggande frågeställning. Uppdragsgivarna intervjuades informellt i syfte att formulera övergripande krav och möjligheter i en uppdragsanalys. Den inledande fasen var viktig för att skaffa grundläggande kunskap inom området. Den eye trackingteknik som var föreslagen för ögonstyrning studerades vid en heldagsutbildning arrangerad av SmartEye. Syftet var att få en övergripande förståelse för dess användbarhetsområde och även för dess problem

och möjligheter. Vidare studerades tillämpningar och användningsområden för virtuella applikationer vid ett heldagsseminarium arrangerat av Infotiv och EON. Problemanalysen resulterade i att ett antal relevanta ämnesområden identifierades och publicerad litteratur studerades, sammanställdes och fungerade sedan som bakgrundskunskap inför det fortsatta arbetet.

Steg 2 – Analys

Eftersom det ännu inte fanns några befintliga användare, då examensarbetet behandlar ett framtida system, baserades en **användaranalys** på information tillhandahållen från uppdragsgivarna.

I analysfasen genomfördes sedan en **uppgiftsanalys** i syfte att förstå hur användaren gör vissa saker och vilka förbättringar ett nytt system skulle medföra jämfört med det befintliga. Analysen grundade sig på den insamlade publicerade litteraturen, samtal med experter inom området och på en fältstudie av befintlig teknik i användning. Fältstudien av befintlig VR-teknik genomfördes som en kombination av observation/intervju. Två personer använde en VR-utrustning bestående av en VR-hjälm, datahandskar och ett magnetfält för positionering och orientering (tracking). Studien begränsades till två personer då mycket information kring användning av VR-system redan samlats in på annat sätt. Personerna fick interagera med en virtuell miljö och utföra en uppgift i miljön som bestod av att förflytta sig i miljön och att lyfta och flytta på objekt. Efter interaktionen fick de vid en öppen intervju ge synpunkter på interaktionen. Båda personerna hade datorvana, men endast den ena personen hade tidigare erfarenhet från VR-utrustning.

Steg 3 – Design

Då designfasen syftar till att kommunicera idéer för att utvärdera designval var det viktigt att metoden för utvärdering beslutades innan själva designfasen påbörjades. Då syftet med examensarbetet är att formulera riktlinjer för ögoninteraktion valdes en metod där förslag på interaktionstekniker skulle kunna utvärderas med framtida användare, även om inte den tekniska utrustningen ännu fanns tillgänglig.

Metoden utformades som scenarioworkshops genom att kombinera en metod för fokusgrupp med en metod för rollspel inom medverkande design där scenarier används. En anledning till att denna kombination valdes var att det troligen skulle vara svårt för deltagare i en traditionell fokusgrupp att sätta sig in i och utvärdera interaktiva moment. Med hjälp av scenarier som beskriver interaktionsmoment får deltagarna ett stöd för att tänka sig in i användningssituationer. Scenarioworkshops som metod inom medverkande design har dessutom visat sig fungera väl vid utveckling av nya koncept med högteknologiska produkter, särskilt då dessa produkter ännu inte finns att tillgå. Risken att felaktiga designbeslut fattas minskas om täta användarutvärderingar kan genomföras där användningssituationen beskrivs utifrån den specifika kontext den designas för. En annan anledning var att det fanns mycket liten kunskap om användargruppen, dess attityder och önskemål. Vid användning av en teoribaserad designmetod för att formulera designrekommendationer kunde viktiga användaraspekter och synpunkter ha förbisetts. Scenariometodens utformning beskrivs närmare i *Steg 4 - Utvärdering*.

Först skapades scenarier inom områdena tävling, samarbetsmiljö och utforskande miljö. Detta bestämdes dels utifrån önskemål på innehåll från uppdragsgivarna, dels så att

scenarierna skulle kunna innehålla interaktionstekniker med både explicita och implicita kommandon. Sedan bestämdes roller för fem användare med samma eller olika uppgifter i miljön. Som grund användes Bowmans (1999) kategorisering av interaktionskategorier i inneslutna virtuella miljöer (förflyttning, val av objekt och manipulering av objekt). Inom dessa kategorier identifierades interaktionsmoment och sedan utvecklades förslag på hur ögoninteraktion skulle kunna användas. Enligt rekommendationer från VRID-metoden (Jacob et al., 2001) skulle interaktionsformen och dess påverkan på objektens beteende beskrivas separat, vilket verkade vara en rimlig metod för att kunna fokusera interaktionsteknikerna vid diskussion med framtida användare. För att testa om scenarierna var lämpliga och begripliga diskuterades och utvärderades de tre scenarierna vid en brainstorming session med en expertgrupp där deltagarna var studenter och lärare vid en magisterutbildning i Människa-datorinteraktion och Interaktionsdesign. Scenarierna förbättrades sedan inför nästa fas där interaktionsteknikerna skulle utvärderas med framtida användare vid tre scenarioworkshops. Under denna period besöktes även vid två tillfällen en ConCAVE som från och med den 18 september fanns på Mölndals Museum.

Steg 4 – Utvärdering

Denna fas innefattade scenarioworkshops, analys av resultat från dessa samt sammanställning av designrekommendationer.

Tre workshops genomfördes vid olika tillfällen under loppet av tre veckor. Syftet med att genomföra scenarioworkshops var att få synpunkter på möjliga interaktionstekniker för ögonen från potentiella framtida användare, samt att få in synpunkter från människor som inte tidigare hade jobbat med projektet. Det var samtidigt ett försök att utvärdera konceptet och att belysa de problem inom interaktionsdesign som är viktiga att ta hänsyn till vid utveckling av en framtida publik produkt med ögonstyrning.

Vid ett strategiskt urval väljer man antingen undersökningsenheter med stora likheter för att få fram de som är typiska, eller också tar man ut de som skiljer sig mycket för att få en stor bredd i undersökningen och för att på så vis upptäcka fler kvaliteter och få förståelse för skeenden och problem. (Cantzler, 1992) Då syftet med utvärderingen var att belysa och få förståelse för interaktionsproblem beslutades att deltagarna skulle representera olika ålderskategorier inom den breda målgruppen. Då användarresponsen skulle genomföras vid tre tillfällen gjordes en uppdelning i ”vuxengrupp” i åldern 20 år och uppåt, samt en ”ungdomsgrupp” som utgjordes av skolungdomar i åldern 12-19 år. Inledningsvis fanns en önskan att den tredje gruppen skulle vara representativ för ”familjer”, men då det var svårt att få tag på deltagare som passade in i denna grupp, beslutades att även den sista gruppen skulle utgöras av en ”vuxengrupp”.

Då en önskan fanns att gruppens sammansättning skulle främja diskussion och lyfta fram olika synvinklar sattes ett kriterium upp att varje grupp skulle utgöras av deltagare med olika bakgrund/erfarenheter vad det gäller yrke/utbildning. Båda ”vuxengrupperna” sattes samman utifrån följande riktlinjer vad det gäller deltagarnas bakgrund: en person med *designerfarenhet*, en person med erfarenhet inom *företagande eller teambuilding*, en person med en mer *teknisk* bakgrund, en person med erfarenhet från *humaniora* och slutligen en person inom *marknadsföring/ekonomi*. Uppenbarligen fanns det en risk att någon deltagare skulle dominera gruppen och driva igenom sina åsikter. Moderatorns roll var då att balansera diskussionen. En önskan fanns också att det inom grupperna skulle finnas deltagare med varierande datorvana, samt att deltagarna inte skulle känna varandra sedan tidigare. Deltagarna skulle väljas ut genom att fråga bekantas bekanta för att på så vis

identifiera personer som matchade de önskade användarprofilerna men som ändå inte kände moderatorn väl. Ett besök gjordes dessutom på Schillerska gymnasiet för att bjuda in ungdomar.

Själva workshopen planerades så att deltagarna inledningsvis skulle få prova en demoapplikation med eye tracking från SmartEye. Syftet var att deltagarna skulle få en uppfattning om hur det känns att använda denna interaktionsteknik. Vidare skulle de få se ett par exempel på realtidsinteraktion i virtuell miljö med mus och tangentbord. Syftet med detta var att visa de olika interaktionsmoment som kan vara aktuella vid interaktion med en virtuell miljö, då dessa skiljer sig från de interaktionsmoment som de flesta deltagarna är vana vid i den dagliga datoranvändningen.

Eftersom workshopen skulle äga rum efter arbetstid var tiden begränsad och det skulle endast finnas tid till att gå igenom två av tre utvecklade scenarier. De två scenarier som valdes ut bedömdes dock täcka in samtliga aspekter som önskades gå igenom. Det scenario som valdes bort innehöll i första hand interaktionsmoment för manipulation av objekt, vilket vid expertutvärderingen och vid närmare studier av forskning inom området inte bedöms vara särskilt lämpligt för ögonstyrning. Ett manus förbereddes som ett stöd för moderatorn så att inget problemområde skulle förbises. Samtliga scenarioworkshops videofilmades, i första hand som ett stöd för minnet.

Den sista delen i utvärderingsfasen innefattade en sammanställning och analys av användarresponsen vid samtliga workshops. Utifrån denna analys formulerades designrekommendationer för användning av eye tracking som interaktionsmetod i VR-miljöer och de inledande frågeställningarna besvarades. Examensarbetet avslutades sedan med att denna rapport där arbetet kontinuerligt dokumenterats skrevs färdigt.

4 TEKNIK, INNEHÅLL OCH ANVÄNDARE

För att förstå vilka handlingar och kognitiva processer en användare utför vid interaktion med en VR-miljö, samt för att belysa de eventuella problem som kan finnas med dagens VR-utrustning, genomfördes en *uppgiftsanalys*. Uppgiftsanalysen grundades på insamlad publicerad litteratur, samtal med experter inom området och på en fältstudie av befintlig teknik i användning. Resultatet presenteras nedan. Vidare beskrivs den multidisplayteknik och den eye trackingteknik som designarbetet i detta examensarbete skall grundas på; **ConCAVE** och **SmartEye Technology**. Slutligen presenteras den omgivning som systemet skall designas för, övergripande krav på innehållet, samt en analys av den tänkta användargruppen.

4.1 Uppgiftsanalys

Det framtida systemet skall stödja användaren i att uppleva och interagera med en virtuell miljö tillsammans med andra användare. Målet är att användaren skall underhållas och/eller lära sig något. Upplevelsen/interaktionen kan beskrivas med följande delmoment:

- att se miljön
- att kunna röra sig i miljön
- att kunna förändra miljön
- att se andra personer i miljön
- att kunna kommunicera i miljön

Ovanstående interaktionsmoment kan ingå i interaktionen med en virtuell miljö som helhet men sker nödvändigtvis inte i angiven ordning. Interaktionsmomenten beror på vilken applikation som används för tillfället och på användarnas egna val under användningen. Idag finns olika metoder och hjälpmedel för att utföra interaktionsmomenten. Vid utförandet finns även ett antal kognitiva aspekter på interaktionen. En sammanställning över dessa presenteras i nedanstående tabell.

Tabell 4-1: Interaktionsmoment, metoder och kognitiva aspekter vid interaktion i virtuella miljöer.

Interaktionsmoment	Metod	Kognitiva aspekter
Att se miljön och vad som händer i den	Betrakta omgivningen med ögonen. <i>Displaytekniker:</i> - CAVE - ImmersaDesks - HMD (Head Mounted Display)	Att tolka vilken miljö man ser. Att förstå objekt som man ser i miljön och deras eventuella relation till varandra.
Att röra sig i miljön	Att gå i olika riktningar, att vrida på huvudet eller kroppen. Att utföra vissa inlärd kommandon. <i>Trackingtekniker:</i> - Ett trackingsystem följer användarens rörelser och miljön uppdateras beroende på position och orientering.	Att förstå vilken effekt olika rörelser får på navigationen. Att förstå den feedback som ges av systemet.

	T ex. - IR - Magnetfält	
Att förändra miljön	Att ta i, lyfta upp, vrida och flytta olika föremål. Att modifiera föremål. <i>Interaktionsutrustning:</i> - Datahandskar, t ex. Pinch Gloves	Att förstå när ett föremål greppas och hur det ska vridas. Att få feedback när manipulation sker.
Att kommunicera i miljön	Genom skrift, tal eller gester (kroppsspråk).	Att tolka meddelanden.
Att se andra personer i miljön	Genom att betrakta representationer av andra människor i omgivningen.	Att förstå hur andra personer förhåller sig i relation till sig själv och till objekt i miljön. Att förstå vad de andra personernas uppmärksamhet är riktad på.

Problem med dagens tillvägagångssätt är främst att få ett bra ”flyt” vid interaktionen och att teknikerna inte alltid är intuitiva för användaren (EON, 2002). Kostnaden för en VR-hjälm (HMD) är dessutom hög (EON, 2002, Fjellman et al., 2000), vilket gör det till en dyr lösning för en publik anläggning. Utrustningen är inte heller helt tillförlitlig med avseende på stabilitet. Detta kan medföra att den totala upplevelsen försämras.

Som en del i uppgiftsanalysen genomfördes en informell intervju med två personer i samband med att de fick interagera med en VR-miljö med hjälp av en VR-hjälm, datahandskar och ett trackingsystem (magnetfält). De var i stort tillfredsställda med den utrustning som användes. Dock kommenterade de att de såg ”utanför” den virtuella världen då de tittade ner. Utrustning upplevdes dessutom något ”svajig”, men de ansåg att de vände sig efter ett par minuter. De bedömde att förflyttningen som genomfördes genom att klämma ihop två fingrar och ”dra sig” framåt eller bakåt var enkel att lära sig, även om det krävdes en inledande instruktion, och att det var positivt att kunna förflytta sig i miljön genom att fysiskt gå omkring i rummet. De ansåg däremot att det var viktigt för helhetsupplevelsen att fysiska lagar, såsom gravitation, även skulle gälla i miljön och att användaren skulle få fysisk feedback när han/hon lyfter ett objekt. Slutligen ansåg de att systemet inte reagerade tillräckligt snabbt på deras rörelser.



HMD (Head Mounted Display) och Pinch gloves (datahandskar) (EON, 2002)

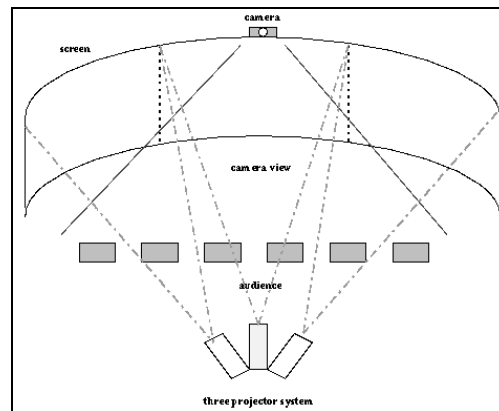
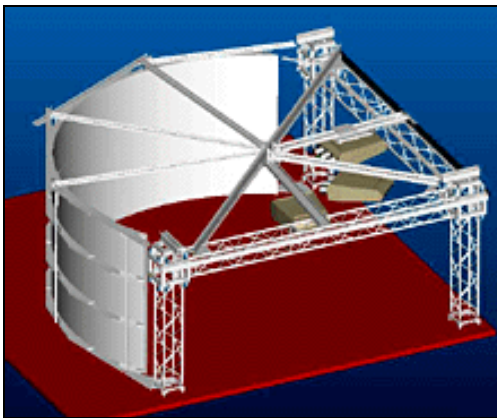
4.2 Storbildsskärm – ConCAVE

De storbildsskärmar som finns för att visa en VR-miljö för flera samtidiga betraktare möjliggör inte att flera användare samtidigt interagerar med miljön. En person i taget interagerar med den vy som visas på skärmen. En VR-utrustning som till skillnad från en CAVE gör det möjligt för flera användare att samtidigt betrakta och interagera med en gemensam miljö är en VR-hjälm (HMD). Genom att varje deltagare har sin egen skärm ser de även ”sin egen” vy, som de då kan interagera med. Eftersom VR-hjälm är en kostsam lösning strävar man dock efter att finna billigare alternativ för fleranvändarmiljöer. I och med detta finns en undersökning om hur upplevelsen av den virtuella världen påverkas då en stor ”projection screen” används istället för en VR-hjälm. Resultaten visar att inga avgörande skillnader finns. (Patrick, et al., 2000)

Den skärmt teknik som designarbetet i detta examensarbete skall bygga på är en ConCAVE. Enligt EON Reality, som tillverkar utrustningen, är systemet det första PC-baserade i världen som gör det möjligt för flera samtidiga användare att inneslutas i en virtuell miljö genom 3D-bilder, samt med syn och hörsel. Systemet tillåter realtidsinteraktion med en 3D-miljö som reagerar på användarens handlingar. För att se miljön stereoskopiskt krävs 3D-glasögon. Nedanstående bilder visar konstruktion av en ConCAVE. (EON, 2002)



Vy inuti en ConCAVE. (Produktblad, EON)



Konstruktion av en ConCAVE. (Produktblad, EON)

4.2.1 Interaktionsutrustning

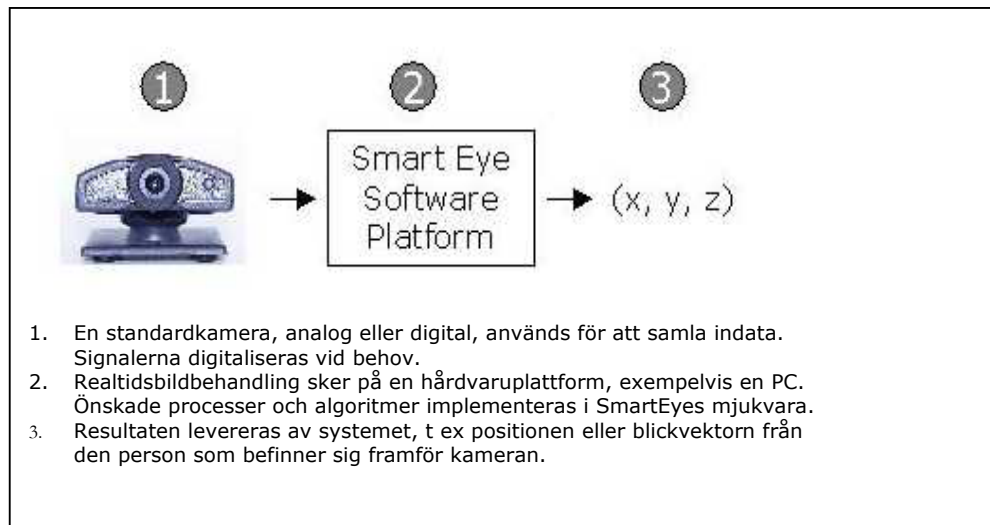
En wand är en interaktionsutrustning till en traditionell CAVE. Det är en 3D-mus med en antenn som ger datorn information om position och orientering. Den har en joystick och tre små knappar. Joysticken används i första hand för navigation samt att ge systemet

information om användarens eller ett objekts position och orientering. Knapparna kan användas för att välja ”mode” och för att utföra olika kommandon. (Rajlich, 2003) Även om det inte idag finns en speciell *wand* utprovad för den ConCAVE som EON tillverkar skall det inte vara några problem att använda den förutsatt att den kan anslutas på samma sätt som en joystick/mus/tangentbord (EON, 2002). En annan interaktionsutrustning är datahandskar som vanligtvis används tillsammans med en VR-hjälm. Experiment pågår på bland annat ELV (2003) med att använda datahandskar, PINCH™, som interaktionsutrustning till bland annat en CAVE. Även projekt för att använda röststyrning pågår. (ELV, 2003)

4.3 Eye tracking – SmartEye Technology

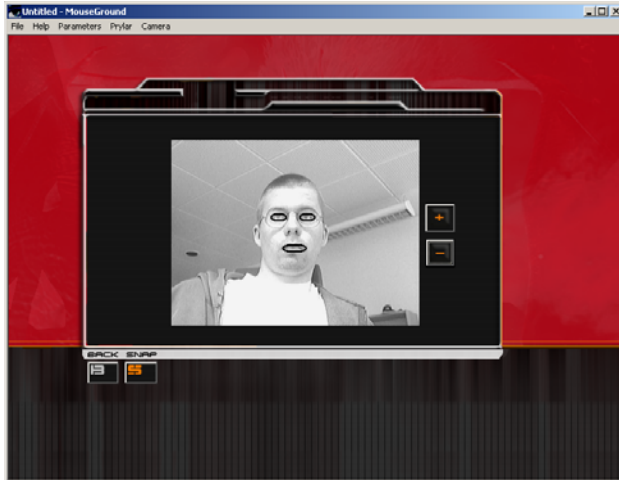
SmartEye AB är ett företag som är verksamt inom intelligenta bildsensorer för realtidsbildbehandling med fokus på ansiktet och ögonens rörelser. Företaget har en patenterad teknik som utvecklats för att kunna användas med standardkomponenter (PC och webbkamera). Idag används tekniken från SmartEye i första hand för att skapa handikapphjälpmiddel och inom fordonsindustrin. Vid användning i en virtuell miljö skulle eye tracking-tekniken kunna användas dels som en *tracker*, dvs. för att bestämma orientering och position av användare eller objekt, dels som en utrustning för att aktivt interagera med miljön.

SmartEye erbjuder system med en eller två kameror, beroende på om man önskar få ut 3D-position eller inte. En schematisk beskrivning av ett generellt SmartEye-system beskrivs nedan.



Figur 4-1: Schematisk beskrivning av ett eye tracking-system från SmartEye. (SmartEye, 2002)

De system som SmartEye tillhandahåller idag kräver manuella inställningar av användaren genom att han/hon på en bild på en dataskärm markerar punkter i ansiktet som skall användas vid *trackingen* (se bild på nästa sida). För att SmartEyes teknik skall vara lämplig att använda i en publik miljö är det mycket troligt att detta moment måste ersättas med ett automatiskt moment.



En användare passar in ansiktet i en "mask".

4.3.1 Ögonbaserad datorinteraktion

Människan kan utforska sin omgivning genom att röra ögonen. Metoden är snabb och kräver liten medveten ansträngning. För välstrukturerade och snabba uppgifter gäller att människor tittar på det de arbetar med. Ögonen förflyttas i dessa situationer inte slumpmässigt. Blickens riktning innehåller därmed information om vilken aktivitet människan utför. Människor kan dessutom titta naturligt på omgivningen samtidigt som de gör andra aktiviteter, som exempelvis att flytta ett föremål. Ögonrörelser är därmed ett intressant alternativ till befintliga interaktionsmetoder för interaktion med datorsystem. (Sibert, et al., 2000, Tanriverdi, et al., 2000)

Den forskning som har gjorts där ögonrörelser används i realtid för att styra datorsystem har främst koncentrerats på att hjälpa rörelsehindrade personer eller för piloter. En begränsning med dessa system är att de inte alltid är optimala ur användarsynpunkt (Jacob, 1994). En anledning till detta kan vara att systemen har utvecklats för användare med mycket specifika behov, samt att de inte har utvecklats i konkurrens med traditionella interaktionsmetoder. System för handikapphjälpmedel designas exempelvis så att användaren ger kommandon till systemet genom vissa inlärd ögonrörelser (explicita kommandon). Eftersom det i dessa sammanhang är viktigt att användaren kan genomföra uppgifter som annars skulle vara omöjliga får tiden för inläring underordnad betydelse. Den forskning som är av intresse för detta arbete är där eye tracking är tänkt att användas i konkurrens med traditionella interaktionsmetoder men där ögoninteraktion visar sig vara en bättre, snabbare och naturligare interaktionsform.

Ögonbaserad datorinteraktion kan delas in i två grupper, dels *hur* användaren rör ögonen, dels den *effekt* rörelserna får i miljön. Vidare kan interaktion inom båda dessa grupper beskrivas som antingen *naturlig*, i den bemärkelsen att den baseras på en analogi med den fysiska världen, eller *onaturlig*, dvs. utan motsvarighet i verkligheten. Merparten av befintliga datorgränssnitt, inklusive gränssnitt i virtuella miljöer, bygger på analogier av mänskliga färdigheter, som exempelvis att peka, att flytta på objekt, att röra sig i det fysiska rummet. Att applicera detta på ögonrörelsebaserad interaktion kan bli svårt eftersom få objekt i den fysiska världen reagerar på människors blickar. Ett undantag är givetvis djur och andra människor. De upptäcker och reagerar när man tittar på dem,

eller observerar om man tittar på något annat. Att skapa en interaktion med både naturliga ögonrörelser och naturlig respons kan därför vara komplicerat, eftersom naturlig respons i princip begränsas till hur människor eller djur reagerar på blickar. (Jacob, 1994) Det är troligt att en kombination av onaturlig och naturlig respons behöver användas för att datorinteraktionen inte skall bli alltför begränsad. I en artikel av Jacob (1994) utforskas en interaktionsform med naturliga ögonrörelser som input, men med en respons som inte har någon motsvarighet i den fysiska verkligheten. Detta är en kompromiss mellan en total analogi med den fysiska värden och en helt artificiell värld. (Jacob, 1994)

Ett exempel på ett forskningsexperiment där man använder ögonrörelser för att i realtid påverka en datordialog är ett system där användarens ögonrörelsemönster analyseras och systemet tolkar vilket objekt som är av mest intresse för användaren (Jacob, 1994). Utifrån denna information berättas en saga och användarens uppmärksamhet gör så att objekt zoomas in för att sedan beskrivas i detalj av en berättarröst.

Fördelar och nackdelar

En stor fördel med att använda eye tracking för interaktion med datorsystem är att det inte krävs någon speciell träning för att en användare skall klara av att rikta blicken mot ett objekt. Ögonrörelser är snabbare än andra tillgängliga interaktionsutrustningar, exempelvis för pekning i virtuella miljöer (Tanriverdi, et al., 2000), vilket kan förklaras genom att människan alltid först tittar på det hon vill interagera med innan hon exempelvis klickar med en muspekare. Sibert, Templeman och Jacob (2000) presenterar en jämförelse mellan att använda en ögonstyrningsteknik och en mus för att välja objekt i en datormiljö. Den använda interaktionstekniken bygger på en fysiologisk diskussion om att ögat är snabbare än handen och syftet var att utveckla en interaktionsteknik som skulle behålla denna fördel. Enligt deras studie är interaktion med ögonrörelser snabbare än interaktion med mus. De menar att interaktionstekniken för ögat lämpar sig väl i situationer där det är viktigt för användaren att kunna använda händerna till andra uppgifter. Studien visar att ögoninteraktion skulle vara särskilt effektiv då användaren skall titta över stora ytor, som exempelvis stora skärmar eller i virtuella miljöer. De hävdar dock att fördelen i snabbhet inte är ett tillräckligt skäl för att använda sig av tekniken, även andra fördelar måste finnas. (Sibert et al, 2000) Det har exempelvis visat sig (Tanriverdi, et al., 2000) att användaren inte alltid minns detaljer i miljön i lika stor utsträckning då ögoninteraktion använts för pekning i 3D-miljöer, jämfört med traditionell interaktionsutrustning.

Ett problem med att använda ögonstyrning som interaktionsform är att ögonen inte har en naturlig analog till en knapp som kan användas för att ”klicka” (markera/välja). Det finns inte heller något naturligt sätt att ange om ögonstyrningen skall vara på eller av. Enligt Jacob (1994) är blinkning inget bra alternativ eftersom det skulle störa känslan av att en dialog är naturlig då användaren skulle tvingas tänka efter när hon skulle blinka. En fördel med eye tracking är att man direkt kan få en indikation om var användarens uppmärksamhet finns för tillfället. Men relationen mellan vad personen tittar på och vad hon mentalt ser är inte helt enkel. Det kan nämligen finnas en mindre tidsförskjutning mellan de två. (Jacob, 1994) Ett annat problem med ögonen är att de rör sig hela tiden, även när användaren inte har för avsikt att ge datorsystemet ett kommando. Pga. detta är det inte möjligt att använda en eye tracker för att direkt ersätta traditionell pekanordning som exempelvis en mus. (Nielsen, 1993) En stor utmaning är dessutom att ur de små ögonrörelserna utläsa användarnas intentioner. Steget efter att tolka ögonrörelsernas placering är att sätta dessa i relation till det som återfinns på exempelvis en skärm. En

fokusering som är nära men inte helt på ett objekt skulle kunna feltolkas som att objektet har användarens uppmärksamhet. (Jacob, 1994)

Ett projekt som utforskar hur blicken kan vara ett stöd i fleranvändarapplikationer är *The GAZE Groupware System* (Vertegaal et al, 1999). Ett vanligt problem i s.k. ”*multiparty video mediated communication*” är att veta vem som pratar med eller lyssnar på vem. I projektet presenterades ett förslag till hur användare i ett videokonferenssystem skulle veta vem som tittar var. Författarna ville lösa problemet genom att visualisera användarnas blickriktning. Med en kamerabaserad eye tracker registreras varje användares blickriktning. Samtliga användare ser en 2D-bild av de andra användarna runt ett bord i ett virtuellt rum. När en deltagare tittar på bordet belyser en färgad ljuspunkt (lightspot) var användaren tittar. Färgen på ljuspunkten motsvarar färgen som återfinns vid personens 2D-bild. Erfarenheter som systemet gav var att merparten av deltagarna förstod metaforerna med färger och ljuspunkter och att eye trackingtekniken i många fall var helt omärkbar. (Vertegaal et al, 1999)

4.3.2 Ögonstyrning i kombination med andra interaktionsmetoder

Frågor kring hur ögonstyrning kan kombineras med andra interaktionsmetoder kräver relevanta strategier för mjukvaruutveckling. Zhai, Morimoto, och Ihde (1999) har utvecklat en interaktionsteknik som kombinerar ögonrörelser med manuell pekning. De lyfter fram flera anledningar till varför eye tracking bör kombineras med traditionella interaktionsmetoder för att exempelvis manipulera objekt. Den starkaste är att ögat, som är vårt viktigaste medel för perception, inte är utvecklat för att vara ett ”kontrollerat” organ. Att lägga en ”motorisk kontroll” på den visuella kanalen går emot den naturliga mentala modellen av att ögat används för att söka efter och ta in information, medan händerna skapar och manipulerar externa objekt (Zhai et al., 1999). För att välja objekt genom att exempelvis fokusera blicken på ett objekt under en viss tid, s.k. ”dwell time”, måste användaren vara medveten om var hon tittar och hur länge, ett moment som kan vara kognitivt belastande.

Vid tester där användare fick välja mellan att använda ögoninteraktion eller mus för att markera och flytta objekt föredrogs flyttning med hjälp av ögonen (Jacob, 1994). En förklaring kan vara att det troligen är naturligt att användaren tittar på den plats dit objektet skall flyttas direkt efter att objektet har valts med blicken. Det upplevs då onödigt att behöva använda musen för att ”dra” objektet dit. Det smidigaste borde vara att objektet ”följer med” redan första gången användaren tittar på platsen. Vissa problem uppstod dock i de fall platsen dit objektet skulle flyttas utgjordes av en tom yta. Det var då svårare för användaren att fixera blicken, eftersom blicken dras till objekt och inte till tomma ytor. Ett annat användningsområde är att vid spel ersätta en joystick med en eye tracker i syfte att göra interaktionen mer naturlig och mindre kognitivt belastande. Det kan dock påverka spelets svårighetsgrad. (Nielsen, 1993) Ögonstyrning skulle även kunna användas för att skapa explicita kommandon vid spel och därmed bli ett moment i spelet som måste klaras av för att exempelvis komma vidare i miljön.

Ögonrörelser, precis som gester eller tal, är oftast omedvetna, vilket innebär att de måste tolkas noggrant för att inte störa användaren genom att ge irriterande respons på hennes handlingar. Ett problem med ögonstyrning kan vara att användarna inte är vana vid att ögonen påverkar datorinteraktionen. De förväntar sig troligen att de kan titta på ett

objekt utan att ett kommando automatiskt aktiveras. Inledningsvis kan det upplevas bekvämt att aktivera kommandon enbart genom att titta på dem, men snart kan användaren uppleva det som att hon/han inte kan titta sig omkring utan att hela tiden starta nya kommandon. Ögonstyrning är därmed ett exempel på hur ett non-command gränssnitt kräver noggrant designade interaktionstekniker för att undvika detta problem, alternativt att någon spärr sätter på och stänger av ögoninteraktionen. (Jacob, 1994)

4.4 Omgivning och innehåll

Ur ett designperspektiv är omgivningen där ett system skall användas viktig att ta hänsyn till (Preece, 1994). Nedan ges en övergripande beskrivning av den omgivning där äventyrscentrat i Laxå planeras, konceptet som förklarar hur den virtuella miljön är tänkt att användas beskrivs, samt de övergripande krav som därmed ställs på innehållet.

4.4.1 Omgivningen

Äventyrscentrat i Laxå kommer att vara lokaliserat i von Boij-området, som ligger parallellt med E20. Nedanstående bild visar ett designförslag på det så kallade upplevelsehuset som är placerat i flyglarna av de två mellersta husen i området. Inuti upplevelsehuset kommer en ConCAVE finnas placerad i ett rum, specialanpassat för detta ändamål.

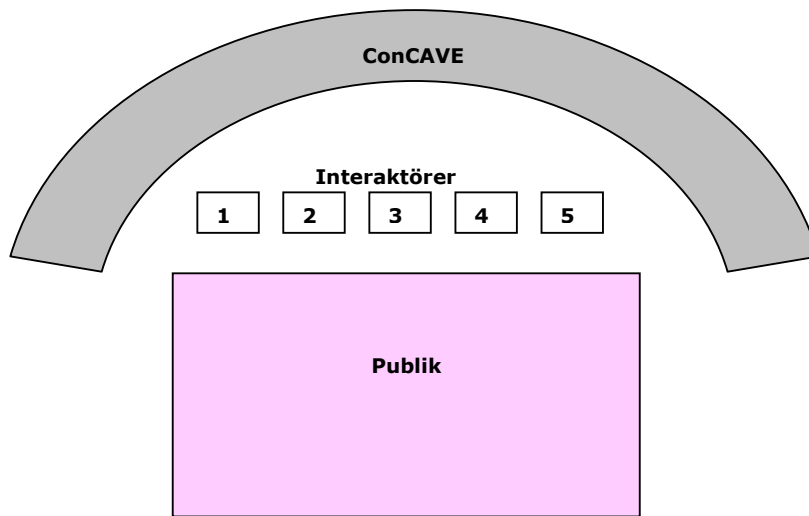


Det planerade upplevelsehuset lokaliserat i von Boij-området utmed E20 i Laxå.

4.4.2 Konceptet

Det skall vara möjligt för flera användare att samtidigt interagera med miljön. Konceptet för VR-systemet bygger på att några personer, förslagsvis fem, är utsedda att interagera med den virtuella miljön. Dessa placerar sig längst fram i lokalen och utrustas med den hårdvara som behövs för interaktionen. För ögoninteraktionen krävs en kamera för varje deltagare. Användarna skall genom att varje kamera är knuten till sin användare kunna påverka olika saker i miljön, t ex uppdelat på 1) ljudfiler, animeringar, navigation etc. eller 2) olika delar/rum i en miljö eller 3) olika typer av objekt: dörrar, fönster etc. Bakom

personerna som interagerar med miljön kommer det att finnas en publik. Konceptet illustreras av nedanstående figur.



Figur 4-2: Illustration av det koncept där interaktionsmetoder med eye tracking skall användas.

Ett krav på innehållet är således att det skall fungera för flera samtidiga användare genom att en uppdelning av innehållet kan göras. Kameror för eye tracking skall användas för de funktioner som de lämpar sig bäst för.

4.4.3 Innehållet

Den virtuella miljön kan innehålla ”edutainment” och pedagogiska tillämpningar, upptäcktsfärder eller VR-spel, virtuella museum etc. Enligt de medverkande företagen skall attraktionerna i första hand utformas som samarbetsmiljöer och utforskande miljöer, men även tävlingsmiljöer.

En webbenkät (Slutrapport Laxå, 2002) har genomförts hos målgruppen för att få fram intresset för olika aktiviteter på äventyrscentrat. Respondenterna kunde välja mellan 40 förutbestämda aktivitetsförslag som projektgruppen för äventyrscentrat presenterade. Några exempel på teman för aktiviteterna är människan, dinosaurier, körskola, knep & knåp, upptäcktsfärd etc. Enkätundersökningen annonserades på Internet, samt på skolor i närheten av Laxå. Respondenterna utgjordes av de personer som själva hittade till och valde att gå in på webbenkäten för att besvara frågorna. Fördelningen mellan könen i enkäten var ca 50 %, medan åldersgruppen 31-60 år utgjorde en stor andel med över 50 % av de inlämnade svaren. Vissa skillnader i resultatet kunde utläsas mellan kvinnor och män. Aktiviteter som t ex fotomodell och make-up artist återfanns bland resultaten för kvinnorna, medan aktiviteter som VR-spel, race, flyg och extreme alpine fanns bland männens resultat. Laser Game¹⁵ var populärt i ålderskategorin 11-15 år, medan människan, alkoholreaktioner, flyg och dinosaurier var intressanta för ålderskategorin 21-30 år. Dock var underlaget inte tillräckligt omfattande (199 st. inlämnade svar) för att kunna dra slutsatser från resultatet. Resultatet skall snarare ses som indikationer.

¹⁵ Laser Game är ett inomhusspel där deltagarna i lag skjuter på varandra med ofarliga laserpistoler.

4.5 Användaranalys

Målgruppen

Målgruppen utgörs av män och kvinnor i alla åldrar. Användare begränsas inte till personer ur någon specifik yrkeskategori utan representeras av skolelever, studerande på högre utbildning, yrkesarbetande, icke-arbetande eller pensionärer. Målgruppen utgörs av personer från olika kulturer, med varierande bakgrund och som talar olika språk. Användarnas kunskap och erfarenhet inom området virtuella miljöer kommer därmed att variera, såväl som datorvana.

Syftet med ett besök på äventyrscentrat kan variera mellan olika besökare. För skolungdomar på skolresa kan det vara att utveckla sig och ha roligt, för studerande på högre utbildning att ta del av spetsteknologi, för representanter för företag att delta i en aktivitet för teambuildning eller en konferens, för familjer att roa sig och personer som vill upptäcka och utforska saker kanske vill få en ”kick” av något de inte kan göra i verkligheten.

Utifrån ovanstående beskrivning kan målgruppen delas in i två kategorier, de som själva väljer att åka till äventyrscentrat och de som åker dit på skolresa eller som ett företagsarrangemang. Vidare kan en indelning göras av de som är nyfikna på VR, som för många ses som en ny teknik, och de som är tveksamma till att ta till sig ny teknik.

Användningssituationen

Systemet/Miljön kan komma att användas både som fritidsaktivitet och som en arbetsrelaterad aktivitet eller skolaktivitet. De ”virtuella aktiviteter” som systemet skall möjliggöra och stödja syftar till att ge användaren en spännande och intressant upplevelse. Hur omgivningen runt omkring aktiviteten upplevs och påverkar användaren beror på individen. Eftersom systemet kommer att finnas på ett upplevelsecentra med många människor kan det innebära att vissa användare upplever omgivningen som stressig.

Användningen kommer att vara tidsbegränsad och ske inomhus. Systemet/miljön kommer att användas i ett för ändamålet speciellt anpassat rum, vilket innebär att ljusförhållanden och ljudnivåer inte skall behöva innebära några störningsmoment.

Motivation och attityd

Familjer eller grupper av personer som besöker anläggningen i underhållningssyfte kommer troligen själva att ha valt att använda systemet/miljön. Givetvis kan situationer uppstå där användaren blir ”pressad” att delta i en aktivitet och att det då inte upplevs som självvalt. Personer som inte har valt att själva besöka anläggningen kommer också att använda systemet, främst företagsgrupper och skolungdomar.

Attityden kommer troligen att vara positiv till användning av den virtuella miljön, eftersom det för många kommer att vara en förstagångsupplevelse och det är troligt att merparten av användarna kommer att vara nyfikna på den nya teknik som används. Därmed kan även förväntningarna på att upplevelsen är något utöver det vanliga vara hög.

Systemet kommer troligen inte att användas mer än en gång per besök och inte heller utgöra en huvuduppgift för användarna då attraktionen kommer att vara en av flera attraktioner på äventyrscentrat.

5 SCENARIER

Enligt den metod som valdes utvecklades användningsscenarier innehållande ögoninteraktion. I detta kapitel beskrivs arbetet med att utveckla dessa scenarier. Kapitlet inleds med en genomgång av de vanligaste interaktionskategorierna vid inneslutande virtuella miljöer. Sedan redogörs för det resonemang som fördes vid val av innehåll till scenarierna, samt utvecklingen av interaktionstekniker för ögonen. Slutligen presenteras resultatet från en utvärdering av scenarierna som genomfördes med en expertgrupp i Interaktionsdesign.

5.1 Interaktion i VR-miljöer

Navigation genom virtuella miljöer drar nytta av användarens existerande orienterings/navigeringsförmåga, såsom att positionera huvudet och ögonen, vrida på kroppen, eller att närma sig något intressant. Då interaktion i virtuella miljöer oftast bygger på vad som kallas *non-command* gränssnitt ges här en kort beskrivning av vad det innebär.

Merparten av de interaktionstekniker som finns idag utför en uppgift först då användaren ger ett explicit kommando, s k. direkt manipulativt. Det kräver dock att användaren lär sig hur datorsystemet kontrolleras. Datorns roll blir i detta sammanhang att utföra det den blir kommenderad att göra, även om det inte alltid överensstämmer med användarens intentioner. (Nielsen, 1993) Många användare skulle troligen föredra ett datorsystem som gör vad de verkligen vill. Det skulle kunna minska den irritation som kan uppstå då de förväntningar en användare har på ett kommando inte alltid överensstämmer med det datorn sedan utför.

I *non-command* gränssnitt bevakar datorn passivt användaren och reagerar sedan automatiskt på lämpligt sätt beroende på användarens beteende istället för att invänta direkta kommandon från användaren. Detta innebär att kontrollen i större utsträckning förflyttas från användaren till datorn. (Nielsen, 1993) Denna typ av kommandon kallas implicita, eller tysta, i motsats till de explicita kommandon som ges av användaren. Vad man dock måste tänka på är att omedvetna handlingar i *non-command* gränssnitt inte bör misstolkas som kommandon om de inte återspeglar användarens faktiska önskan. Systemet bör endast reagera då användaren verkligen har intentionen att utföra ett visst kommando. Exempel på *non-command* interaktion är gester, röststyrning och ögonbaserad interaktion. (Jacob, 1994)

Kännetecknande för gränssnitt med *non-command* interaktion är en hög grad av interaktivitet mellan dator och användare. I de flesta traditionella gränssnitt, inklusive direkt manipulativa, sker dialogen i turordning och en altemnering sker mellan dator och användare. Den högre graden av interaktivitet som återfinns hos *non-command* gränssnitt kännetecknas av att de har flera parallella, asynkrona interaktionsutrustningar och leverans av indata från dessa sker parallellt. Gränssnitt i virtuella miljöer och med ögonstyrningssystem har dessa kännetecken. (Jacob, 1994)

Applikationer med virtuell verklighet beskrivs av Jacob Nielsen (1993) som det optimala exemplet på användning av ett *non-command* gränssnitt, då syftet är att användaren skall omslutas av en simulerad värld där hon skall kunna röra sig på samma sätt som i den fysiska världen. Enligt Nielsen är det dock troligt att vissa uppgifter i miljön mer naturligt utförs med explicita kommandon. (Nielsen, 1993)

Att skapa ett *non-command* gränssnitt utifrån en användares ögonrörelser skulle innebära att i största möjliga mån utgå från användarens naturliga ögonrörelser, snarare än att tvinga användaren att lära sig specifika ögonrörelser för att styra datorsystemet. Men ögonrörelser är, som andra implicita kommandon, oftast omedvetna och kräver därför en noggrann design för att inte störa användaren och ge irriterande respons på hennes handlingar. (Jacob, 1994)

5.1.1 Vanliga interaktionskategorier i VR-miljöer

Interaktion i virtuella miljöer kan beskrivas dels med en *interaktionsmodell*, dels med en *navigationsmodell*. En interaktionsmodell förklarar hur interaktionen med miljön sker, exempelvis att användaren markerar ett objekt genom att peka mot det med armen, eller att användaren väljer ett objekt i en virtuell meny för att sedan manipulera det. En navigationsmodell beskriver istället hur navigationen fungerar, både hur användaren anger riktning samt formen för förflyttning, t ex att användaren förflyttas utmed marken i ansiktets riktning, eller att användaren förflyttas ”flygande” i armens riktning.

Bowman (1999) menar att merparten av interaktionen i virtuella miljöer faller inom tre generella interaktionskategorier:

- (1) förflyttning av användaren i den virtuella miljön
- (2) markering av virtuella objekt
- (3) manipulation av virtuella objekt.

Förflyttning i den virtuella miljön

Kategorin förflyttning – eller *travel* – är den mest grundläggande och universella interaktionen i virtuella miljöer. Tillsammans med *wayfinding*, som är den kognitiva processen att bestämma väg genom miljön, bildar förflyttning en modell för navigation i en virtuell miljö. Kategorin innefattar alltså interaktionstekniker med vilka användaren förflyttar sig från en plats till en annan, men innefattar inte hur användaren skall hitta och välja väg. Huvudfunktionen är att förflytta användaren i miljön i syfte att få olika ”vyer” av den virtuella världen, samt att skapa en närvarokänsla. Olika metaforer används för att skapa interaktionstekniker för förflyttning, som exempelvis att flyga omkring eller att förflyttas raka vägen till bestämda mål. Förflyttningen sker ofta innan en annan mer kognitivt belastande uppgift skall utföras, därför är det viktigt att interaktionsteknikerna för förflyttning inte är kognitivt belastande.

Följande faktorer måste bestämmas vid design av interaktionstekniker för förflyttning (Bowman, 1999):

- (1) hur riktning för förflyttning skall anges
- (2) förflyttningens hastighet
- (3) hur input skall ges till systemet för att starta, fortsätta och avsluta en förflyttning

Genom att kombinera olika interaktionstekniker kan man till exempel skapa en miljö där användaren kan förflytta sig genom miljön i önskad hastighet, snabbt förbi mindre intressanta områden och långsamt förbi platser av större intresse. Användaren kan stanna när som helst under förflyttningen, eller automatiskt då målet är nått.

Enligt det planerade konceptet skall flera användare samtidigt betrakta och interagera med den virtuella miljön som presenteras på ConCAVE-skärmen. Dock bör endast *en* av deltagarna påverka synfältet eftersom det då förändras för hela gruppen. Detta skiljer sig från interaktion i en innesluten värld där användaren bär hjälm, där varje användare har en möjlighet att stanna upp och se sig omkring i världen (se sin egen vy) genom att vrida på huvudet. Förändring av *synfältet* kommer därför att bearbetas som en separat kategori, starkt kopplad till *förflyttning*.

Markering av virtuella objekt

Kategorin innebär att ett eller flera objekt specificeras, oftast för att sedan manipuleras. Interaktionstekniker för markering av objekt kan t ex bygga på en metafor av att armen förlängs och därmed når ett objekt, eller på en metafor av att peka med en ljusstråle på ett objekt. Skalning innebär att användaren kommer närmare ett objekt genom att användaren blir större samtidigt som världen blir mindre. Ett vanligt problem vid design av markeringstekniker är hur användaren skall nå objekt som är långt borta. Bowman (1999) menar att det inte alltid är den bästa lösningen att bygga metaforer för markering på en naturlig mappning. Det kanske är den mest intuitiva lösningen, men inte alltid den mest effektiva för att lösa interaktionsproblem.

Manipulation av virtuella objekt

Manipulation innebär att användaren bestämmer position och/eller orientering för virtuella objekt. Det mest effektiva sättet är genom att använda en virtuell hand. Med markeringsmetaforen att peka med en ljusstråle blir det däremot omöjligt att vrida på objektet (Bowman, 1999). En kombination krävs därför med exempelvis en virtuell hand. Andra problem att lösa är hur storskaliga förflyttningar av objekt skall utföras. Interaktionstekniker för markering och manipulation av objekt beskriver tillsammans interaktionsmodellen.

Mine (1997) anger ytterligare en kategori, *zooming*, samt en härledd kategori, nämligen interaktion med virtuella *menyer* och *apparater/kontroller*. Stuart (1996) presenterar ytterligare två interaktionskategorier, vilka är *modifiering* av objekt eller världen, samt att *skapa* objekt. Vid design av virtuella miljöer kan alltså interaktionstekniker behöva skapas för flera av nedanstående interaktionskategorier.

1. **förflytta** användarens synfält (navigation)
2. **välja/markera** objekt
3. **manipulera** (bestämma position o/e orientering för objekt)
4. **zooama** in/ut
5. **användning** av virtuella menyer och apparater/kontroller
6. **modifiering** av objekt eller världen
7. **skapa** objekt

I detta arbete används Bowmans (1999) övergripande indelning av interaktionskategorier för inneslutna virtuella miljöer, men med tillägget av ”förändring av synfält” som en separat kategori. En anledning är att kategorierna 4-7 bedöms vara underordnade.

5.2 Utveckling av scenarier

Tre scenarier med olika varianter av ögoninteraktion utvecklades. Syftet var att illustrera möjliga interaktionstekniker i användning och därmed fungera som ett verktyg vid en workshop med potentiella framtida användare. Nedan presenteras det resonemang som fördes vid utvecklingen av scenarierna, samt resultatet från den brainstorming/utvärdering som genomfördes av scenarierna med en expertgrupp.

5.2.1 Interaktionsmoment att utforska

I en fleranvändarmiljö där samtliga användare skall kunna se en gemensam virtuell värld i en ConCAVE är det alltså bara en person åt gången som kan vara ”pilot” och navigera i miljön. Med navigation menas här förflyttning och förändring av synfält. Om man tänker sig användarens betraktelsevinkel som en kamera så är navigationen ”kameraåkning” som uppdaterar den synvinkel som användarna ser.

Om ögoninteraktion skall användas för interaktionsmomentet att förflytta användarens position krävs en noggrann design, eftersom momentet inte direkt kan mappas till hur ögonen används i verkligheten (Bowman, 1999). Människan förflyttar sig inte med hjälp av blicken, däremot använder vi blicken för att se vart vi ska och sedan för att hålla kurs mot målet. Vi kan se oss omkring samtidigt som vi går eller springer, men inte alltför länge eftersom risken då finns att vi går in i någonting. En förflyttning i en virtuell miljö kan innebära att användaren vill röra sig framåt eller bakåt, eller förflytta sig fritt i olika riktningar i sidled. En frågeställning är hur användaren skall aktivera förflyttningen. En annan är hur riktningen för förflyttning i världen skall anges. Om enbart eye tracking-tekniken skall användas för navigering skulle skärmen kunna delas in i fyra delar, motsvarande framåt, bakåt, höger och vänster. Det är dock inte en helt naturlig mappning att användaren skall titta uppåt för att förflytta sig framåt. Ett vanligt alternativ vid förflyttning i virtuella miljöer är att förflyttningen sker direkt till en fördefinierad plats. Dock är det svårt för människan att fästa blicken på en plats där det inte finns något objekt. (Jacob, 1994) En viktig aspekt är därmed *om* och *när* eye tracking bör användas som enda interaktionsteknik och *hur* den bör kombineras med exempelvis en joystick eller röststyrning.

Ytterligare en problemställning aktualiserades *om* och i så fall *hur* samma person skall kunna ändra både *synfältet* och förflytta *positionen*. Om användaren tittar åt höger, skall då ”kameravinkeln” vridas åt höger (synfältet), eller skall användarens position flyttas i den riktningen? Då det är naturligt att vi använder ögonen för att ”se oss omkring” utformades ett förslag som kan jämföras med skrollning för att utöka synfältet i den virtuella miljön. När användaren riktar blicken nära den fysiska skärmkanten flyttas synfältet åt vänster respektive höger. Detta innebär att användaren i resterande delen av miljön kan använda blicken till informationsinsamling eller för annan interaktion, som exempelvis förflyttning.

Hur kan val och manipulation av objekt utföras med eye tracking? Är det lämpligt att använda ögonen för dessa interaktionsmoment? Hur skall ett aktivt val av ett objekt genomföras? Alternativ som att titta en viss tid, blinka eller använda en knapp har testats i olika sammanhang. I vilka specifika situationer lämpar sig de olika teknikerna bäst?

En annan fråga som är aktuell är hur interaktionsteknikerna kan designas med hänsyn till användarens begränsade fysiska rörelseutrymme. Möjligheterna till att vrida eller luta kroppen begränsas då användaren exempelvis sitter i en stol. Skall rörelseutrymme gå att utvidga?

Ytterligare interaktionsfrågor som aktualiserades vid utvecklandet av scenarier var:

- Kan ögonstyrningen vara på hela tiden eller skall användaren kunna sätta på och stänga av den? Skall användaren få feedback om var blicken är riktad? Hur?
- Hur lång skall tiden vara för att "markera" ett objekt med blicken?
- Hur avbryts en markering?
- Slutligen är det intressant att undersöka på vilket sätt användningsområdet och innehållet begränsas genom att flera personer ser samma vy

Scenarierna utvecklades för att innehålla flera olika lösningar på ovanstående interaktionsproblem.

5.2.2 Scenarioinnehåll

Scenarier utvecklades med innehåll inom kategorierna *samarbetesmiljö*, *tävlingsmiljö* och *utforskande miljö*. En anledning var att undersöka innehållets koppling till interaktionen (Bowman, 1999) genom att utforska om interaktionstekniker för ögonen lämpade sig bättre för någon specifik kategori, samt att belysa specifika designproblem för respektive kategori. Det fanns även en önskan från uppdragsgivarna att skapa applikationer inom dessa områden. Samtliga scenarier är utformade så att användaren deltar ur ett "förstapersonsperspektiv", det vill säga att den virtuella världen ses genom spelkaraktärens/rollfigurens ögon. En anledning är att detta perspektiv anses ge en mer realistisk känsla av att själv befinna sig i miljön genom att det känns naturligt för användare att tolka och leva sig in i. (Fjellman et al., 2000)

Vid utformandet av de olika scenarierna inkluderades både explicita och implicita kommandon, då båda dessa grupper förespråkats i tidigare studier (Nielsen, 1993, Jacob, 1994). Scenarierna designades dessutom med två former av explicita kommandon, *naturliga* och *onaturliga*. Naturliga kommandon är interaktion som har en motsvarighet i verkligheten. För ögoninteraktion kan det vara att upptäcka saker, att få mer information genom att titta på saker en längre tid eller att "ge" sin uppmärksamhet till någon eller något etc. Onaturliga kommandon för ögonen kan vara att flytta fysiska föremål med ögonen, att plocka isär eller vrida föremål.

Tävling och utforskande

I kurrageömma är ögonen verktyget för att upptäcka de medspelare som gömmer sig och själva interaktionen går ut på att få syn på medspelarna. Det första scenariot bygger på denna idé då innehållet skulle stödja interaktionstekniker där det är naturligt att använda ögonen. Scenario 1 är en tävling där deltagarna skall upptäcka och fotografera djur i en skog. Deltagarna skall dessutom ha möjlighet att lära sig hur djuren beter sig, vad som skrämmer dem och genom dessa lärdomar bli duktigare fotografer. Scenariot är alltså i huvudsak utformat som en tävlingsmiljö, men även med utforskande inslag.

Utforskande och samarbete

Nästa scenario utformades för att, i motsats till ovanstående, ha ett innehåll utan motsvarighet i verkligheten. Därför valdes utforskande av historiska och framtida miljöer som grund för att utforma det andra scenariot. Detta resulterade i en *historiejakt* av samarbetskaraktär där användarna utforskar miljöer genom att resa i tiden. Användargruppen befinner sig i en viss tidsepok och de utforskar denna genom att uppleva händelser och berättelser. Samtidigt letar de efter föremål som inte hör hemma i den aktuella tidsepoken. Genom att hitta tillräckligt många föremål förflyttas gruppen sedan till den tidsepok som dessa föremål symboliserar, för att där fortsätta historiejakten. I scenariot skapades olika roller/funktioner. Ett syfte var att undersöka om eye tracking behövde kombineras med andra interaktionsmetoder, som exempelvis röststyrning, joystick, 3D-mus etc., för de explicita kommandon som skulle kunna upplevas som onaturliga för ögonen. Med detta scenario fanns även en möjlighet att undersöka om och i så fall hur rollfördelningen och olika samarbetsaspekter påverkar design av ögoninteraktion.

Samarbete

Slutligen utformades det tredje scenariot för att i första hand utforska explicita onaturliga interaktionstekniker för ögonen. En idé fanns att mystiska föremål eller personer, som exempelvis sagoväsen, trollkarlar eller häxor, skulle kunna illustrera hur objekt flyttas med och påverkas av blicken. Då manipulation av objekt genom ögoninteraktion enligt tidigare studier inte är att rekommendera fanns en önskan att undersöka om det kunde lösas genom samarbete. Olika förslag på uppgifter/spel där 3D-klossar samlas, flyttas eller byggs på varandra i olika riktningar togs fram och slutligen valdes ett scenario där deltagarna i en samarbetsövning skall bygga ihop *Kuben*¹⁶.

Tabell 5-1: Sammanställning av interaktionsmoment i de tre scenarierna.

Scenarioinnehåll	
1. Hur gör djur? (Tävling och utforskande)	Naturliga kommandon för ögonen: (1) upptäcka djur med blicken (implicit) (2) fotografera djur (explicit) (3) skrämna djur genom hastiga rörelser (implicit)
2. Historiejakt (Utforskande och samarbete)	Naturliga kommandon för ögonen: (1) ändra synfältet (implicit/explicit) Onaturliga kommandon för ögonen: (1) förflyttning av gruppen (explicit) (2) påverka berättelse (implicit) (3) välja föremål/förstena fiender (implicit/explicit)
3. Kuben (Samarbete)	Onaturliga kommandon för ögonen: (1) välja föremål (explicit) (2) flytta föremål (explicit) (2) vrida föremål (explicit)

¹⁶ Kubens sex sidor består av mindre kubliknande delar som tillsammans ger nio färgade ”rutor” på varje sida. Varje rad respektive kolumn kan vridas och uppgiften innebär att flytta de mindre delarna så att all rutor i samma färg samlas på samma sida.

5.2.3 Beskrivning av scenarier

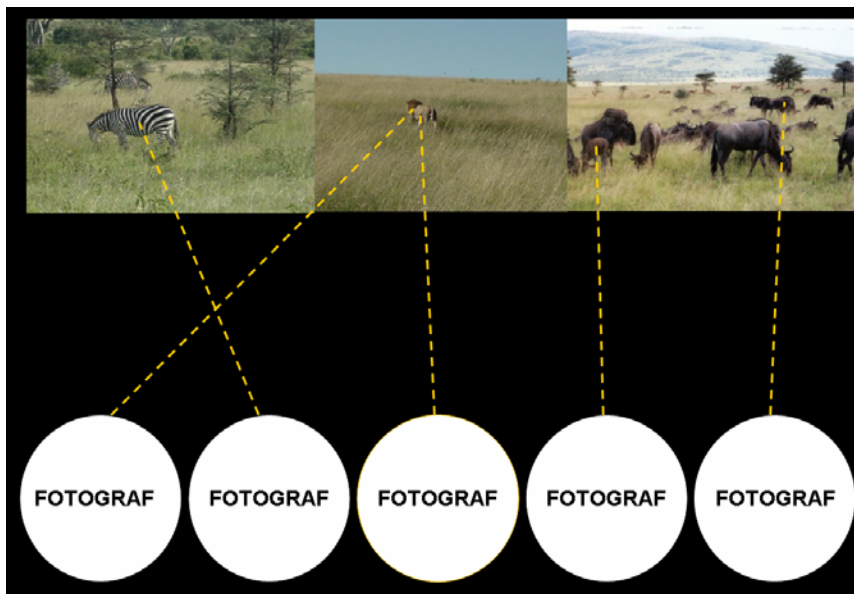
Nedan beskrivs det första förslaget av scenarier som i ett tidigt skede utvärderades med en expertgrupp i Interaktionsdesign. För varje scenario beskrivs här dess innehåll, de olika rollerna, uppgifter för de olika rollerna, samt vilka interaktionsmoment som krävs för att genomföra uppgifterna.

Scenario 1: Hur gör djur? (Tävling och utforskande)

Gruppen befinner sig i en stor mystisk skog. Här gömmer sig många djur, både nyfikna och skygga, farliga och ofarliga. Uppdraget är att fotografera så många olika djur som möjligt. Samtliga deltagare har här en roll som fotograf och tävlar mot varandra. Gruppen med fotografer färdas automatiskt långsamt framåt i skogen. Samtidigt som tävlingen pågår lär sig deltagarna hur de olika djuren beter sig. Djuren påverkas alltså olika av att bli betraktade. Deltagarna får poäng för varje djur de fotograferar. Varje nytt djur ger pluspoäng. Om en deltagare är ensam om att ha fotograferat ett djur ger det pluspoäng.

Tabell 5-2: Roller, uppgifter och interaktionsmoment för scenariot Hur gör djur?

Roller	Uppgifter	Interaktionsmoment
Alla har samma roll.	Fotografering	Upptäcka djur och fotografera. (markera och välja objekt)
	Skrämma bort djur så att de andra tävlingsdeltagarna inte kan ta kort på samma djur	Påverka djuret (implicit om deltagarna rör sig häftigt)



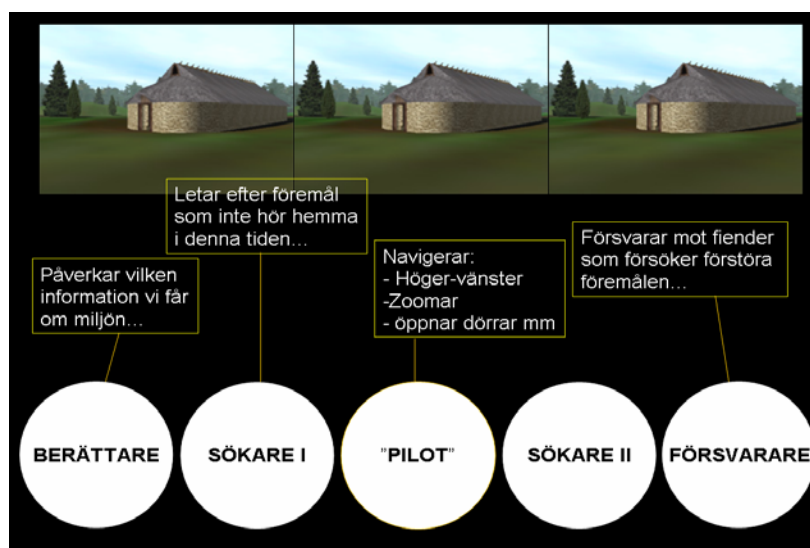
Illustrerar upplägget med fem deltagare som fotografer.

Scenario 2: Historiejakt (utforskande och samarbete)

Detta är en resa genom historiska eller framtida miljöer där deltagarna upplever miljöerna samtidigt som de får berättat för sig hur det var/skulle kunna vara att leva i denna tidsepok. Genom att samla på ledtrådar och bevis från den tidsepok deltagarna för tillfället befinner sig i kan de förflytta sig till en annan tidsepok. Då gruppen har hittat tillräckligt många ”bevis” förflyttas deltagarna direkt (eller successivt) till den tidsepok som är representativ för ledtrådar och resan fortsätter. I de olika världarna finns det även fiender som förstör ledtrådar och bevisen. Scenariot skapades med nedanstående roller, uppgifter och interaktionsmoment.

Tabell 5-3: Roller, uppgifter och interaktionsmoment för scenariot Historiejakt.

Roller	Uppgift	Interaktionsmoment
Pilot	Pilotens uppgift är att ta gruppen genom miljö genom att utföra förflyttningar och förändra gruppens synfält i miljön.	Förflyttning Ändra synfält
Berättare	Under resan får gruppen höra berättelser. Dessa kan innehålla information om föremål, men även ledtrådar till föremål som gruppen skall leta efter. Berättarens roll är att påverka dessa berättelser.	Påverkar berättelsen genom att ge uppmärksamhet.
Sökare I	Letar efter föremål som inte hör hemma i den aktuella tidsepoken.	Hittar och väljer föremål.
Sökare II	Se ovan.	Se ovan.
Försvare	Håller utkik efter fiender som kan hota gruppens sökande efter föremål och ledtrådar. Försvaren gör fienderna ofarliga.	Hittar och förstör fiender.



Illustrerar roller och interaktionsmoment i scenario Historiejakt.

Scenario 3: Kuben (samarbete)

Gruppen skall genom att samarbeta flytta färgerna i kuben genom att vrida rader eller kolumner till dess att delar med samma färger är samlade på samma sida av kuben. För att lösa denna uppgift har deltagarna delats in i följande roller: en pilot, som kan förflytta synfältet genom att ”gå runt” kuben. Då kuben måste lyftas för att kunna roteras finns en lyftare. Lyftaren kan även rotera kuben för att deltagarna skall kunna se hur den ser ut på undersidan och för att nästa rollfigur, vridaren, skall kunna vrida en rad eller kolumn i rätt riktning. Innan vridaren kan vrida rader och kolumner måste dessa väljas av väljaren. De interaktionsmoment som följer av varje uppgift är enligt scenariot tänkt att utföras enbart med ögoninteraktion för att utforska explicit användning.



Tabell 5-4: Roller, uppgifter och interaktionsmoment i scenariot Kuben.

Roller	Uppgift	Interaktionsmoment
Pilot	Förflytta deltagarna i miljön.	Synfält och förflyttning
Lyftare	Lyfta kuben och rotera.	Manipulera kuben genom att lyfta den och rotera den framåt – bakåt (x-axeln)
Vridare	Vrider kuben höger – vänster. Vrider rad eller kolumn.	Då lyftaren lyft kuben kan vridaren vrida den vänster – höger (y-axeln) Då väljaren valt en rad eller kolumn kan vridaren vrida i valfri riktning
Väljare	Väljer den rad eller kolumn som skall vridas.	Markerar

5.2.4 Utvärdering av scenarier med expertgrupp

I syfte att undersöka lämpligheten av de tre scenarierna, samt för att få feedback på idéer kring ögoninteraktion för de angivna momenten, arrangerades en brainstormingsession med en expertgrupp i Interaktionsdesign. I och med att de scenarier som presenterades var generellt utformade utan några specifika frågeställningar kring interaktionstekniker resulterade detta i en öppen diskussion kring olika frågor om innehållet, begränsningar i eye tracking-tekniken etc. och diskussionen kring olika interaktionstekniker kom i skymundan. För att vid planerade scenarioworkshops få en djupare diskussion behövde interaktionsteknikerna därför utarbetas och presenteras mer detaljerat. Om det överlättes till gruppen att i alltför stor utsträckning själva föreslå interaktionstekniker fanns dessutom risken att deltagarna skulle föreslå tekniker som redan är utvärderade. Det var även svårt för expertgruppen att förstå hur navigationen skulle gå till i en ConCAVE och detta behövde förtydligas inför kommande scenarioworkshops.

Nedan redovisas en sammanställning av de viktigaste synpunkterna som framkom vid expertutvärderingen av scenarierna, samt några generella synpunkter på ögoninteraktion och på konceptet.

Scenario 1 – Hur gör djur?

För att utföra fotografering av djur i scenariet föreslogs att användaren blinkar eller att användaren lyckas följa djuret med blicken en viss tid, då det senare stämmer överens med hur fotografering går till i verkligheten. Vidare föreslogs att djuren skräms då användarna gör hastiga rörelser. De bilder som illustrerade den tänkta scenariet innehöll fotografier av djur på en savann vilket bidrog till att analogin med att skrämma djuren inte var särskilt bra eftersom djuren troligen inte märker när de fotograferas från långt håll.

Scenario 2 - Historiejakt

Ett problem aktualiserades då de deltagarna samtidigt som de utforskade miljön skulle lära sig om de olika tidsepokerna. Om historisk information som berättas inte är nödvändig för att lösa uppgiften är det troligt att deltagarna inte lägger så stort fokus på att lyssna till berättelsen. Ett förslag till förbättring var att ”tvinga” användarna att lyssna till information/berättelser genom att denna information lär dem *hur* olika verktyg skall användas för att lösa uppgifter. Först därefter kan de leta efter verktygen. Idén att placera föremål från nutiden, exempelvis en tandkrämstubb, i en historisk miljö var däremot inte så uppskattat, då det ansågs förstöra upplevelsen av den historiska miljön. Slutligen framkom ett förslag med att ha en berättelsemotor som styr huvudspåret i innehållet och att interaktionen är sekundär påverkare. Risker finns annars att inget händer om användarna inte gör något.

Scenario 3 - Kuben

Detta scenario gick igenom mycket kort på grund av tidsbrist. De spontana kommentarerna var dock att det verkar var svårt och onaturligt att manipulera objekten med blicken. Ett förslag var att alla deltagare samtidigt skall titta på ett objekt och att det därmed flyttas till rätt plats automatiskt. Ett annat förslag var att ett medelvärde av alla deltagares blickriktning kunde användas för olika funktioner.

Generella kommentarer angående ögoninteraktion

Frågor ställdes om hur eye trackingen fungerar för användare som skelar eller har glasögon, samt vad som händer när användaren tittar bort eller blundar. En person ansåg att det inte kändes så intuitivt att kombinera ögonstyrning med en knapp eller liknande. Generella frågor angående interaktionen var hur lång en ”användning” är och vems person är det deltagarna ser, första, tredje eller nollte.

Kommentarer angående konceptet

Ett flertal synpunkter framkom på publikens roll vid interaktionen. Man uppmärksammade att det kunde bli tråkigt för publiken om de endast skulle betrakta andras interaktion i miljön. Olika förslag framkom för att ge publiken en aktiv roll, exempelvis att enbart deltagarna i publiken ser världen i 3D, att använda ljud för att engagera publiken, t ex om de klappar i händer påverkas interaktionen, att använda markörer för att visa var deltagarnas blick är riktad för publiken. Dock finns en risk att markören upplevs som störande. ”Edutainment” diskuterades och en rekommendation framkom att datorn bör användas för att väcka intresse för olika områden, snarare är att

koppla det som användaren skall lära sig till själva interaktionen. Slutligen togs DisneyQuest togs upp som ett exempel på en metod som kan bidra till att interaktionen uppskattas, vilken innebär att fysiska objekt används för att styra virtuella objekt.

När workshopen planerades framgick det att tiden endast skulle räcka till att gå igenom två scenarier. Då det tredje scenariot innehöll manipulation av objekt, vilket inte verkar vara lämpligt att utföra med ögoninteraktion valdes detta scenario bort.

En viktig del inför scenarioworkshop med användargrupper var slutligen att presentera interaktionsmomenten tydligare tillsammans med mer detaljerade förslag på interaktionstekniker. Detta avslutade arbetet med att ta fram scenarier innehållande moment med ögoninteraktion och resultatet presenteras nedan:

Tabell 5-5: Interaktionsmoment och interaktionstekniker som skulle utforskas vid scenarioworkshop.

Interaktionsmoment	Interaktionstekniker
Förändra synfält (jmf. titta sig omkring)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ”Skrollning” i sidled 2. Blick i kombination med joystick eller knapp 3. Fast värld 4. Efter uppmärksamhet
Förflyttning	<p>A. Starta förflyttning framåt, stoppa förflyttningen?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Luta sig framåt/tillbaka med överkroppen 2. Titta uppåt/neråt 3. Kombination med joystick eller knapp <p>B. Ange riktning?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fast blickriktningen vid start av förflyttning 2. Riktning ändras efter blickriktningen
Markera och välja objekt	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Dwell time</i> – titta en bestämd tidsperiod 2. Blinkningar 3. Rikta blicken på objekt och välj med knapp 4. Två personer måste titta samtidigt 5. Genom att följa ett rörligt objekt med blicken
Feedback	<ol style="list-style-type: none"> 1. Med eller utan markering för blickens riktning 2. Med eller utan feedback vid val av objekt
Implicit påverkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. En persons blick och uppmärksamhet påverkar 2. Ett genomsnitt av flera personer påverkar

6 ANVÄNDARRESPONS

Nedan beskrivs genomförandet av tre scenarioworkshops samt en sammanställning av det resultat som framkom.

6.1 Genomförande

Alla tre workshops genomfördes efter ordinarie arbetstid/skoltid. Försök gjordes att genomföra workshops-tillfällena i en lokal där en storbildsskärm fanns att tillgå (Chalmers Lindholmen, en variant av ConCAVE; IT Universitetet, Powerwall). Tanken var att deltagarna skulle få en känsla för hur en virtuell miljö upplevs då den presenteras på en storbildsskärm, samt vad detta kan ha för betydelse för interaktionen. Då det inte var möjligt beslutades att genomföra samtliga workshops i Infotivs konferensrum.

Personerna som medverkade kontaktades dels direkt per telefon, dels genom besök på Schillerska Gymnasiet i Göteborg. Merparten av de personer som kontaktades direkt valdes ut genom att bekanta tillfrågades om de kände personer som uppfyllde de kriterier som satts upp. Deltagarna erbjöds smörgås och dricka som tack för medverkan. Inom ungdomsgruppen var det tyvärr svårt att uppfylla kriteriet att de inte skulle känna varandra eftersom det var svårt att få tag på deltagare och det visade sig att de hellre ställde upp tillsammans med en kompis. Nedanstående tabell beskriver kön, ålder och sysselsättning för de personer som skulle medverka. De personer som är markerade med kursiv stil uteblev.

Grupp 1

Kön	Ålder	Sysselsättning
Man	23	Webbdesigner, fotograf
Kvinna	27	Ekonom, revisor
Man	34	Ingenjör, teknisk utvecklare av styrsystem
<i>Kvinna</i>	<i>39</i>	<i>Sjukgymnast</i>
Man	53	Organisationskonsult, Beteendevetare

Grupp 2

Kön	Ålder	Sysselsättning
Tjej	15	Gymnasieelev (sambällsvetenskaplig linje)
<i>Tjej</i>	<i>15</i>	<i>Gymnasieelev (sambällsvetenskaplig linje)</i>
Kille	18	Gymnasieelev (estetisk linje, tillval webbdesign)
Kille	18	Gymnasieelev (estetisk linje, tillval webbdesign)

Grupp 3

Kön	Ålder	Sysselsättning
Man	26	MDI - Interaktionsdesign, rehabiliteringsteknik, arbetat med utveckling av handikapphjälpmedel
Kvinna	27	Kemiingenjör
Kvinna	29	Tandläkarstudent, tidigare egen företagare och bl a arrangör av konferenser med teambuildingaktiviteter.
<i>Kvinna</i>	<i>30</i>	<i>Inköps- och försäljningsansvarig för ett aktivitetscentra</i>
<i>Man</i>	<i>39</i>	<i>Arkitektstudent</i>
<i>Man</i>	<i>39</i>	<i>PR och Informationschef</i>

Sammansättningen av grupper med personer med olika bakgrund bidrog till intressanta diskussioner och till att frågor som var självklara för någon deltagare ifrågasattes av någon annan. Bortfallet var en person i första gruppen, en person i andra gruppen och tre personer i tredje gruppen. Totalt medverkade 4+3+3 personer. Samtliga workshops genomfördes i diskussionsform med utgångspunkt i två scenarier som utvecklats för detta syfte och pågick i 2-2,5 timmar vardera, inklusive inledande tid för fika och en kortare paus.

De demoapplikationer som användes för att deltagarna först skulle få prova en applikation innehållande eye tracking-teknik innehöll endast moment med *tracking* av huvudets position. Ingen interaktion som påverkades av blickriktningen fanns att tillgå. Den första applikationen utgjordes av en boll vars rörelse mappades till användarens huvud och kan beskrivas som ett objekt i en spegel. Då användaren exempelvis rör huvudet framåt förstoras bollen och kommer närmare användaren på skärmen. Den andra demoapplikationen innehöll en 3D-modell av ett flygplan som användaren kunde betrakta från sidorna och uppifrån/nedifrån genom att vrida huvudet alternativt flytta huvudet till höger, vänster, upp eller ner.



Interaktion med demoapplikation genom eye tracking.

Samtliga workshops videofilmades, vilket var till god hjälp vid genomgång av materialet då flera deltagare illustrerade olika interaktionsmöjligheter med kroppen, huvudet eller händerna. Videomaterialet transkriberades sedan och textmaterialet grupperades inom de olika interaktionsmomenten för att ge en överblick och underlätta jämförelser.

6.2 Resultat

Nedan redogörs för det resultat som framkom vid de tre workshops som genomfördes. Inledningsvis sammanfattas kommentarerna från användningen av demoapplikationerna

med eye tracking. Resultatet är sedan indelat efter de tre övergripande interaktionskategorier som behandlades, samt synpunkter på konceptet och rollfördelningen.

6.2.1 Användning av eye tracking

Deltagarna i grupp 2 associerade till spel vid användning av demoapplikationerna. En kommentar var att ögonstyrning skulle kunna bidra till att användare känner sig mer ”inne” i spelet. Däremot kommenterade en av deltagarna i grupp 2 att hon inte kunde tänka sig att använda ögonstyrning i ett ordbehandlingsprogram eftersom hon ansåg att det där skulle kännas onaturligt att luta sig fram och tillbaka och röra huvudet för att styra funktioner i programmet. Ett förslag som framkom efter testerna var att i en spelmiljö mappa interaktionen så att det som användaren håller i händerna i spelet styrs med händerna, medan annan interaktion, t ex förflyttning av synfält, styrs med blicken/huvudet. Även två av deltagarna (manliga) i grupp 1 angav att de tänkte på spel då de använde applikationen.

I grupp 3 framkom inga spontana förslag om att ögonstyrning lämpar sig för användning i spel. Däremot framkom mycket positiva kommentarer till känslan vid interaktion, som exempelvis ”våldigt snabbt”, ”direkt feedback”, ”känns som om den följer ögat”. En deltagare beskrev användningen som ”ryckig”, vilket troligen berodde på att den dator som användes inte hade en önskvärd prestanda.

6.2.2 Förändring av synfältet

Följande interaktionsproblem identifierades vid gruppdiskussionen som viktiga för den interaktionsteknik som skall användas för att ändra synfältet/vyn i miljön:

- (1) Personen skall kunna titta sig omkring i miljön utan att oönskade kommandon sker.
- (2) Gruppmedlemmarna bör kunna kommunicera innan synfältet ändras för att säkerställa att de är överens.

Samtliga grupper ansåg att det skulle vara naturligt att använda ögonrörelser i sidled för att förändra/förflytta synfältet i sidled. Exempel på kommentarer var ”bara vrida huvudet tycker jag verkar bra”, ”ja, det vore enklast”, ”när man vrider huvudet åt det hållet så ser man ju mer vad som är därborta, det känns ju mest naturligt”. Flertalet av deltagarna var positiva till att använda en lösning som kan jämföras med skrollning där enbart en del i ytterkanten av skärmen påverkar förändringen av synfältet. Ett annat förslag som kom fram för att komma runt problemet med att användaren skall kunna titta sig fritt omkring utan att en funktion startar, var att det är huvudets vridning utanför ett definierat referensområde som förändrar synfältet. För båda dessa förslag kom kommentarer om att hastigheten borde öka ju längre användaren tittar respektive vrider huvudet, dock får det inte gå för fort. Om användaren vill ”vända sig om” i miljön, skall han/hon fortfarande kunna ta till sig information under vändningen.

För att förhindra att oönskade kommandon startar, exempelvis vid en verbal kommunikation mellan gruppdeltagarna, som då kan tänkas vrida bort huvudet från skärmen, förslags från den första gruppen att användaren med en knapp eller liknande stänger av och sätter på funktionen. Grupp tre var däremot helt emot att införa knappar,

särskilt för detta syfte. De ansåg att systemet skulle tillföra en speciell känsla genom att enbart använda eye tracking-tekniken vid interaktion och att fokus i designarbetet borde ligga på att lösa problemen på andra sätt.

Samtliga grupper ansåg att miljöns innehåll, syftet med deltagandet (tävling, utforskande, samarbete) samt hur länge deltagarna skulle vistas i miljön avgjorde om det var lämpligt att ha en värld där det inte gick att förändra vyn, alternativt att detta skedde automatiskt utan kontroll av någon deltagare.

6.2.3 Förflyttning i miljön

De problem som diskuterades var vilken möjlighet användare skulle ha att:

- (1) starta respektive stoppa förflyttningen
- (2) ändra riktning för förflyttning under pågående förflyttning
- (3) se sig omkring under förflyttningen utan att ändra riktning
- (4) samt hur ovanstående skulle kunna genomföras.

Generellt fanns i alla grupper en önskan om att ”själv kunna styra sina steg”. Alternativet att förflyttningen sker direkt till en definierad plats ansågs inte vara naturlig, även om användaren då skulle ges möjligheten att se sig omkring under tiden utan att förändra riktningen för förflyttning. Detta beskrevs av deltagarna i grupp 2 som att det skulle kunde upplevas som ”buggigt”. I grupp 1 fanns dock en osäkerhet kring hur svårt det skulle vara att lära sig att ”flytta sina egna steg”, det vill säga att riktningen för förflyttning ändras kontinuerligt efter blickriktningen. Troligen hade gruppmedlemmarna svårt att ange hur stor risken var att göra fel, d v s i vilken mån användaren av misstag skulle titta sig omkring och därmed gå åt det hållet även om detta inte var den önskade handlingen. Alternativet att ”styra sina egna steg” antogs dock ge en bättre och mer verklighetsnära upplevelse, men med högre krav på inläring och träning för den ovane spelanvändaren.

Samtliga grupper var positiva till att starta förflyttningen genom en liten rörelse av överkroppen framåt respektive bakåt. Detta hade de erfarenhet från i den ena av demoapplikationerna som de använt. De ansåg dock att rörelseutväxlingen bör ses som en acceleration. Ju längre användaren rör sig från startpunkten, desto större blir utväxlingen/hastigheten. Någon person i varje grupp föredrog att en knapptryckning skulle indikera att förflyttningen påbörjades. Så länge knappen är nedtryckt förflyttas användaren i den riktning han/hon tittar, alternativt i den riktning han/hon tittade då knappen trycktes ner. ”Om jag har en knapp så kan jag hålla inne den så att jag åker framåt, så kan jag titta under tiden.” Särskilt i grupp 2 fanns starka önskemål att använda en joystick i kombination med eye tracking. I den tredje gruppen var deltagarna överens om att förflyttning enbart skulle ske genom kroppsrörelser. Exempelvis genom att användaren lutar sig framåt för att förflyttas framåt i blickens riktning. Förslagen innebar därmed att användaren lutar sig tillbaka till utgångsläget för att avsluta förflyttningen så att användaren kan titta sig omkring utan att riskera att en oönskad förflyttning sker.

Slutligen var deltagarna i grupp 2 negativt inställda till att samtliga användare inte skulle kunna påverka förflyttningen i miljön.

6.2.4 Markering och val av objekt

De problemområden som diskuterades för att markera och välja objekt var:

- (1) krävs feedback om var blicken/uppmärksamheten är riktad?
- (2) hur skall objektet väljas?
- (3) hur vet användaren att ett objekt *går* att välja?
- (4) krävs feedback då ett val är genomfört?
- (5) hur kan implicit påverkan användas?

Samtliga grupper var emot att ha en markör, ”laserstråle” eller liknande för att ge feedback om blickens exakta placering, detta förutsatt att tekniken var tillförlitlig. En kommentar var att det förstör upplevelsen i en vacker miljö. En gruppmedlem hade särskilt reflekterat över detta då navigering i en virtuell värld med tangentbord och mus demonstrerades. Hon ansåg att upplevelsen i världen blev mindre verklighetstrogen då muspekaren syntes på skärmen hela tiden.

I samtliga grupper föreslogs först att användaren väljer ett objekt genom att titta en viss tid, t ex ”programmet skall ju märka att jag tittar på just det föremålet, och så tittar jag en stund och då blir det valt”. Dock framkom kommentarer att det inte får upplevas som långsamt, då det kan skapa frustration. Tidsperioden får enligt deltagarna inte heller vara alltför kort då det kan ge upphov till felaktiga val. Då miljön är utformad som en tävling skulle val genom att titta en förutbestämd tidsperiod ge upphov till ytterligare ett interaktionsproblem, nämligen att användaren bör ha möjligheten att kunna spela snabbare vid nästa tillfälle.

Som ett alternativ till att välja ett objekt genom att fästa blicken på det under en viss tidsperiod föreslog deltagarna i grupp 3 blinkningar, något som inte alls kom fram som ett alternativ i de övriga grupperna. I både grupp 1 och grupp 3 var intresset för knapptryckning svagt. Acceptansen för knappar, joystick och kontroller var mycket större hos deltagarna i grupp 2 jämfört med deltagarna i de två andra grupperna. I grupp 2 beskrevs momentet att aktivera ett objekt med ögonen som ”jobbigt” och ”svårt att avbryta”. De föreslog en kombination av blickriktning och en kontroller. Olika kommandon skulle då aktiveras för det objekt blicken var riktad mot beroende på vilken knapp som trycktes ner i kontrollen, dock med kommentaren att ”den får ju inte ta över helt, då är det ju ingen mening med det här med styrning av ögonen”.

Endast i grupp 2 var deltagarna positivt inställda till att gruppen genom att samarbeta aktiverar ett objekt eller startar en händelse, t ex genom att en användare med en specifik roll markerar ett objekt genom att titta på det och att en annan användare, med en annan roll i spelet, väljer det genom att också titta på det.

För att tydliggöra för användarna att ett objekt *går* att interagera med föreslogs att objekten skulle ha en annorlunda design eller att de lyses upp då användaren för blicken över objekten. Deltagarna i grupp 2 poängterade att de önskade att det var möjligt att gå runt i världen och att de därmed skulle föredra att ”gå fram och testa” objekten.

Hur vet användaren att ett objekt är markerat eller valt så att han/hon kan gå vidare till nästa handling? Grupperna var här eniga om att då användaren väljer ett objekt genom att titta en viss tid måste det på något vis bekräftas, exempelvis audiellt eller visuellt. Det kan även vara en naturlig feedback som ges exempelvis genom att en berättelse startar

Deltagarna i samtliga grupper hade svårt att ta till sig förslag kring implicit påverkan och kommentarerna till detta var därför inte så många. Implicit påverkan beskrevs som ”det är kanske lite jobbigt” då man såg framför sig att ”det händer en massa grejer överallt,

om man kollar på en grej och den börjar prata, sen tittar kollar man bort, vad händer då?” I rollen som ”berättare” var det implicita inslaget inte så uppskattat, däremot framgick det bättre i scenariot med påverkan på djur, där de uppskattade idén att ”djuren skräms” om deltagarna rör sig mycket.

6.2.5 Koncept & rollfördelning

Grupp 1 hade följande kommentarer till konceptet ”det skall vara spännande om jag skall åka ända till Laxå”, ”fina vyer och bilder kan vara roligt”, ”inte som publik”, ”gärna som teambuildingaktivitet”.

Deltagarna i grupp 2 var mest intresserade av att få använda en ny spännande teknik. Deras kommentarer angående konceptet gällde i första hand innehållet och att interaktionen måste anpassas till målgruppen. Exempelvis var det mycket viktigt för dem att själva vara den person som styr i miljön och därför föreslog de användning av HMD istället för ConCAVE. Förslag kom därför också om att i en ConCAVE inte använda en förstapersonsvy, istället skulle varje användare styra en gubbe i en fast värld. De ansåg inte heller att det var intressant med berättande historiska miljöer, istället önskade de fantasivärldar med roliga saker som inte går att göra i verkligheten. I syfte att utbilda exempelvis skolklasser såg de ett värde i lärande miljöer, men inte vid ett besök med familjen. Deltagarna i grupp 2 ansåg dessutom att det är troligare att de skulle besöka ett äventyrscentrum i Laxå om det finns en mängd attraktioner, likt en spelhall.

Grupp 3 ansåg att en viktig aspekt för att de skall besöka ett äventyrscentrum i Laxå är att innehållet är intressant och att interaktionen känns meningsfull för samtliga deltagare. Ett särskilt starkt intresse fanns för teambuildingaktiviteter.

Kommentarerna angående publikens roll var entydiga. De ansåg att underhållningsvärdet för en publik var oklart. Exempel på kommentarer som framkom var ”det är tråkigt att se på när andra roar sig”, ”jag skulle inte betala”, ”publiken måste få vara delaktig”, ”jag vill inte vänta på min tur där, då har jag ju redan sett hur det ser ut”, ”jag vill kunna styra saker själv”. Några förslag på innehåll som skulle kunna vara roligt att uppleva som publik framkom från grupp 2, t ex spännande tävlingsmoment eller en miljö som liknar maxima där deltagarna upplever att de far fram i hög fart i olika miljöer.

Vad det gäller rollfördelningen var deltagarna i grupp 1 och 3 överens om att en indelning av olika ansvarsområden var bra. Däremot hade deltagarna i grupp 2 svårt att tro att det skulle vara roligt om inte varje persons roll fritt kunde röra sig i miljön. Det blev också tydligt att önskemålen på interaktionsteknikerna för ögonen påverkades av den roll som diskuterades. Vid diskussion om exempelvis en roll som hade en försvarande funktion önskades markering av objekt (fiender) endast genom att blicken riktades mot dem, medan val av objekt för en sökare skulle ske genom ett kontrollkommando, antingen med ögonen, med en knapp eller i samverkan med en annan deltagare.

Generellt var deltagarna inte helt nöjda med den föreslagna indelningen av roller i Historiejakten. De önskade en basfunktion för alla, där alla hade samma viktiga uppgift i miljön, med kompletterade specialistfunktioner. En annan synpunkt var att en berättelse som är relevant för vissa deltagare (sökarna) kan vara störande för andra (försvararen) och få dem att tappa koncentrationen.

En annan fråga som kom upp till diskussion var hur deltagarna kommunicerar sinsemellan. Samtliga gruppmedlemmar såg det som en förutsättning att deltagarna skulle kunna kommunicera för att indelningen av olika funktioner skulle fungera, framför allt om en person skulle vara ansvarig för navigeringen.

Angående samarbete var gruppmedlemmarna (framför allt ur grupp 1 och 3) mycket positiva till att skapa en miljö som en teambuildingaktivitet. De med erfarenhet från området teambuildning såg möjligheter att skapa samarbetsövningar där rollerna bygger på olika kompletterande färdigheter, samt att publiken här ges en roll som observatör.

Följande konkreta kommentarer på hur scenarierna skulle kunna förändras framkom. Scenariot *Historiejakt* ändras så att rollerna växlar för varje ny tidsepok som gruppen kommer till. På så sätt får alla deltagarna prova att vara piloter. I scenariot *Hur gör djur?* önskade deltagarna att de kunna zooma. Slutligen var ett förslag att varje deltagare skall ha en film med ett bestämt antal kort. Då fotografering sker förbrukas ett kort och om användaren fotograferar med blix skräms djuret bort och de andra deltagarna kan inte fotografera det, men då förbrukas två kort istället för ett.

7 ANALYS

Med utgångspunkt i det resultat som presenterats i föregående kapitel följer här en analys av förslagna interaktionstekniker där eye tracking används som interaktionsmetod vid publika VR-miljöer i en ConCAVE. Syftet med analysen är att belysa designproblem med olika interaktionstekniker, samt vilka konsekvenser olika designval kan få för interaktionen och därmed den totala upplevelsen. En jämförelse och utvärdering görs med resultat från tidigare forskning. Analysen behandlar även några övergripande designfrågor angående konceptet och innehållet.

7.1 Interaktionstekniker

Interaktionstekniker inom nedanstående interaktionskategorier analyseras i detta avsnitt.

- Förändring av synfältet
- Förflyttning i miljön
- Markering och val av objekt

För- och nackdelar diskuteras för en eller flera interaktionstekniker inom varje kategori.

Under arbetets gång har nedanstående tre områden identifierats som relevanta att utgå från för att bedöma om interaktionsteknikerna är lämpliga att använda i den aktuella kontexten och de har fungerat som ett stöd i analysen av varje interaktionsteknik:

- (1) interaktion användare – miljön (människans förutsättningar, t ex att ögat har rörelser som är omedvetna för människan, kroppsspråk etc.)
- (2) interaktion gruppdeltagare – gruppdeltagare (t ex behovet av kommunikation mellan gruppdeltagarna inför vissa uppgifter)
- (3) interaktionstekniken – innehållet (dess inbördes påverkan, t ex att ett tävlingsinnehåll kan kräva att interaktionstekniken är snabb).

7.1.1 Förändring av synfältet

Skrollning

Den föreslagna interaktionstekniken innebär att den aktuella delen av miljön som visas på skärmen *skrollas* i sidled så att ny information visas på skärmen. Detta sker då användaren riktar blicken inom ett område vid utkanten av skärmen. För att se mer av miljön som finns åt höger riktar alltså användaren blicken mot ett område nära den högra kanten och innehållet på skärmen ”förflyttas” därmed åt vänster. Användaren får automatiskt feedback om att funktionen startar genom att ”rörelsen” påbörjas.

Workshops-deltagarna ansåg att det skulle vara naturligt att använda ögonen för att få se mer av den virtuella miljön, eftersom interaktionen då skulle likna hur vi använder ögonen i verkligheten. En trolig fördel med att designa funktionen så att den endast aktiveras då blicken riktas mot yttre delen av skärmen är att risken att oönskade kommandon kan minska. Om hans/hennes intention är att ta till sig information om Användaren kan ta till sig information genom att röra blicken fritt i den övriga delen av miljön (skärmen) utan att behöva stänga av funktionen. En liknande metod har dessutom visat sig fungera väl vid användning i ett ordbehandlingsprogram där en användare

skrollar ner respektive upp med hjälp av pilar placerade i den övre och undre delen av en sida med text (Jacob, 1994). Användaren tittar på pilarna för att starta skrollningen och som en naturlig följd tittar han/hon på det som rör sig, nämligen texten, vilket därmed avbryter skrollningen och användaren kan ta till sig den nya informationen.

Ett problem kan dock uppstå om exempelvis fem deltagare i en samarbetsmiljö kommunicerar verbalt med varandra. Interaktionstekniken bör då designas så att användaren har möjlighet att rikta huvudet (blicken) mot sina gruppkamrater utan att miljön börjar ”skrolla”. Detta skulle kunna lösas genom att blicken måste hållas fokuserad en viss tid inom området för att starta ”skrollningen”. Det skulle alltså inte vara tillräckligt att endast passera området med blicken. Ett alternativ är att ha en knapp för att sätta på och stänga av funktionen, men det är troligen inte att föredra då det kan resultera i att momentet blir extra kognitivt belastande. Då interaktionsmomentet att ändra synfält ofta sker innan en annan mer kognitivt belastande uppgift skall utföras är det viktigt att interaktionstekniken inte är kognitivt belastande och den skall helst inte märkas (Bowman, 1999). Ett alternativ för att lösa problemet är att skärma av deltagarna och på så vis förhindra verbal kommunikation och istället skapa de virtuella miljöerna så att kommunikationen mellan användarna kan ske i/genom miljön.

Ytterligare en viktig aspekt är hastigheten med vilken miljön skrollas. Den bör vara anpassad till miljön i övrigt. Om det exempelvis är viktigt att användaren skall ta till sig information är det inte lämpligt att ”skrollningen” sker för snabbt. Hastigheten skulle kunna accelerera ju längre ut i området användaren riktar blicken, så att han/hon själv påverkar hastigheten. En alltför snabb skrollning kan dessutom öka risken för ”åksjuka”.

I de scenarier som utarbetats kan alltså ”piloten” använda skrollning i Historiejakten, medan interaktionsmomentet inte bör finnas i Hur gör djur? då ingen av deltagarna har en roll där det är naturligt att påverka synfältet.

7.1.2 Förflyttning i miljön

Vad det gäller förflyttning i miljön är det inte helt klart vilken interaktionsteknik som är den mest intuitiva och effektiva, samt i vilken utsträckning endast ögoninteraktion skall användas. Specifika krav ställs på interaktionsteknikerna då endast *en* person kan styra förflyttningen, vilket medför att förflyttningen för de övriga deltagarna kan jämföras med att åka med i en bil. De kan se sig omkring under tiden, men de är låsta till att följa den riktning för förflyttning som föraren bestämmer. Då interaktionsteknikerna analyseras utifrån användning i en ConCAVE måste hänsyn tas till samtliga deltagares upplevelse vid förflyttning. En risk finns att ”passagerarna” blir ”åksjuka”.

Förflyttning i konstant riktning

En möjlig interaktionsteknik är att förflyttningen sker konstant i den riktning användaren (piloten) har blicken då förflyttningen startade. Det har den fördel att även ”piloten” kan se sig omkring och ta in information under tiden förflyttningen sker utan att riktningen ändras. Det är troligen att föredra om det är en miljö där det är viktigt att även piloten skall kunna ta till sig information. Däremot bör det inte vara viktigt att riktningen för förflyttning skall kunna ändras snabbt, eftersom tekniken innebär att förflyttningen måste avbrytas för att ange ny riktning. En annan nackdel kan vara att det är svårt för människan att fästa blicken på en plats där det inte finns något objekt (Jacob, 1994). Workshop-deltagarna ansåg att denna interaktionsteknik skulle vara enkel att använda,

men den skulle kanske inte ge en verklighetstrogen känsla för ”piloten” då han/hon tvingas avbryta förflyttningen för att ange ny riktning. Den lämpar sig därför troligen bäst i miljöer där förflyttningen inte behöver vara exakt och snabb, t ex utforskande miljöer.

Förflyttningens riktning ändras med blickens riktning

En interaktionsteknik som kan jämföras med att ”styra sina egna steg”, vilket var en generell önskan hos gruppdeltagarna, är att riktningen vid förflyttningen ändras successivt efter blickriktning hos användaren. Det finns både fördelar och nackdelar med tekniken. Även om gruppdeltagarna säger att de vill ”styra sina egna steg”, är det inte troligt att användaren alltid vill gå exakt i den riktning han/hon tittar. Tekniken kan exempelvis vara olämplig om användaren vill röra sig snabbt framåt och samtidigt söka av omgivningen efter fiender eller föremål med blicken. Tekniken lämpar sig alltså troligen bäst i de fall där användaren inte behöver titta sig omkring för att samla information samtidigt som förflyttningen sker.

Att styra riktningen för förflyttningen med blicken skulle kunna ge en ”exakt” känsla. Den användare som är ovan vid att exempelvis använda musen för att förflytta sig i virtuella miljöer kan uppleva de första interaktionstillfällena som okontrollerade och att utfallet blir större än vad rörelsen med handen avsåg. Med blicken kan användaren däremot vara mer exakt i sin angivelse. Detta argument stöds av tidigare studier där tekniken anses vara fördelaktig då hastighet och precision i förflyttningen är viktigt (Bowman, 1999, Sibert et al., 2000). Men det är troligt att träning krävs för att på ett smidigt sätt hantera interaktionstekniken. Visar det sig att alltför mycket träning krävs kan interaktionen istället upplevas frustrerande och interaktionstekniken är i så fall inte lämplig i en publik miljö med en bred målgrupp. Enligt kommentarerna från deltagarna i samtliga workshops är det troligt att personer som har spelvana snabbare tar till sig tekniken.

De övriga deltagarna kan uppleva förflyttningen som ”rörig” om ”piloten” rör mycket på ögonen. Rollerna i en samarbetsmiljö skulle kunna designas så att det är en utmaning för piloten att hantera förflyttningen så att de övriga deltagarna kan utföra sina uppdrag på bästa sätt, som att exempelvis upptäcka fiender.

Starta förflyttningen med en kroppsrörelse

Interaktionsteknikerna för förflyttning kräver en angivelse för att förflyttningen skall påbörjas och avslutas. Ett förslag från en av deltagarna var att en rörelse med överkroppen framåt startar förflyttningen. Ju längre fram användaren lutar sig, desto större utväxling blir det i förflyttningen. Förflyttningen avslutas sedan när överkroppen lutar tillbaka igen. Denna teknik beskrivs som mycket naturlig bland merparten av workshop-deltagarna, särskilt bland de som förordade att knappar inte skulle användas, och den föreslogs tillsammans med en förflyttning där riktningen ändras kontinuerligt med ögats rörelse. Tekniken kan vara lämplig i en miljö där man kan förvänta sig korta förflyttningar, både vad det gäller avstånd och tidsperiod. Däremot kan det vara ansträngande och obekvämt för användaren att luta sig långt framåt, respektive bakåt under längre perioder. Risken är dessutom stor att användarens egna kroppsspråk ger upphov till oönskade kommandon. Det kan exempelvis ske om användaren vrider sig för att kommunicera med sina gruppkamrater eller titta på publiken. Detta får inte starta en förflyttning om det inte är användarens intention.

Starta förflyttningen med en knapp

Det är därför troligt att det i de flesta sammanhang är mer lämpligt att användaren anger startar förflyttningen genom att använda handen, exempelvis genom att trycka in en knapp. Workshop-deltagarna var positiva till användning av en knapp i kombination med ögoninteraktion, förutom en grupp som ansåg att syftet med att använda ögonstyrning då försvann. Handen och ögat är vana att jobba tillsammans i datorsammanhang och tidigare studier har visat att denna kombination fungerar bra. Åsikterna skilde sig dock om förflyttningen skulle startas/stoppas med en knapp och riktningen under förflyttningen skulle ändras med ögonrörelserna, eller om förflyttningen skulle pågå under den tid knappen var nertryckt och i den riktningen användaren hade blicken då förflyttningen startade. Även om det kan vara kognitivt belastande att ha två kontrollerande moment samtidigt, ger det troligen en bra feedback att funktionen är på så länge knappen är nertryckt. Det kan dessutom ge en känsla av kontroll. Om handen inte behöver utföra en styrande funktion, utan användaren endast ska släppa knappen för att stoppa förflyttningen, borde detta vara en intuitiv och effektiv interaktionsteknik.

Fast värld

Samtliga grupper ansåg att miljöns innehåll (tävling, utforskande, samarbete) och hur länge deltagarna skall vistas i miljön avgör om det är lämpligt att ha en värld där det inte går att förflytta sig i miljön. Om samtliga deltagare exempelvis har samma uppgift vid en tävling kan det vara lämpligt att världen är fast. Ett alternativ är att förflyttningen sker automatiskt utan kontroll av någon deltagare (istället en extern person eller en "berättelsemotor"). Starka synpunkter framkom från workshop-deltagarna om att det finns en risk att det blir tråkigt om inte samtliga deltagare får vara med och påverka förflyttningen i miljön. Ett sätt att komma från problemet är att ha en fast värld där ingen av gruppdeltagarna styr. I en fast värld minskar dessutom risken för åksjuka hos de övriga deltagarna och behovet av kommunikation med "piloten" försvinner. Ett alternativ är att designa miljön så att förflyttningen inte är den avgörande aktiviteten, utan att de övriga deltagarnas uppgifter har lika stor vikt.

I scenariot Historiejakt rekommenderas enligt ovanstående resonemang att ett fordon, exempelvis en tidsmaskin, används i miljön och att "piloten" ansvarar för förflyttningen. Som interaktionsteknik bör då förflyttning med konstant riktning användas där en knapptryckning aktiverar och avbryter förflyttningen. I scenariot Hur gör djur? bör världen vara fast, alternativt att en utomstående faktor påverkar förflyttningen.

7.1.3 Markering och val av objekt

Vid design av ögoninteraktion för att markera och välja ett objekt bör fördelar i snabbhet utnyttjas i första hand (Bowman, 1999, Sibert et al., 2000). Återigen är det viktigt att begränsa användarens möjlighet att göra fel. Ögoninteraktion kan med fördel användas för att markera ett objekt genom att rikta uppmärksamheten på objektet, då detta är en naturlig handling som dessutom är snabb. Frågan är sedan hur valet skall genomföras och några alternativ analyseras nedan.

Välja objekt genom att titta en viss tid

En interaktionsteknik som tidigare studerats är val av objekt genom att titta en viss tidsperiod, s.k. *dwell time*. Deltagarna var positiva till att använda blicken för val av objekt, samtidigt som de var oroliga över att detta skulle hindra dem från att ta in information.

”Sökaren” i scenariot Historiejakten kan exempelvis vilja se sig om i världen utan att oönskade kommandon startar. Resultaten från användarresponsen belyser designproblemet med kommentarerna att ”det får inte vara för långsamt” och ”men inte heller för snabbt”. Erfarenheter från tidigare studier stödjer detta resonemang genom att interaktionstekniker har fungerat väl då tidsperioden är så kort att användaren inte behöver stanna upp med blicken onaturligt länge, men det har dock visat sig att fel objekt ofta väljs och att en möjlighet att ångra måste finnas (Jacob, 1994). Då målgruppen är bred med varierande fysiologiska förutsättningar bör denna typ av kontrollerat kommando undvikas, eftersom det skulle kräva en anpassning för varje användare för att fungera tillfredsställande. Detta gäller även förslaget att välja ett objekt genom att blinka. I en tävlingsmiljö kan interaktionstekniken dessutom vara begränsande om användaren skall ha möjlighet att spela snabbare vid nästa tillfälle. Ett alternativ till att titta en viss tid skulle kunna vara att användaren nickar med huvudet. Detta har en viss motsvarighet i den naturliga världen och det skulle troligen vara lämpligare att lägga en motorisk kontroll på huvudet istället för ögonen. Dock kvarstår risken att oönskade kommandon startar, på samma sätt som vid användning av en explicit rörelse med överkroppen.

Välja objekt genom att kombinera blick med knapp

Handen och ögat är vana att jobba tillsammans i datorsammanhang. Genom att kombinera ögonrörelser för att markera ett objekt (rikta blicken mot det) och en aktivitet med handen (klicka på en knapp) drar man nytta av ögats snabbhet, samtidigt som man förhindrar uppkomst av oönskade kommandon. Bland workshop-deltagarna var dock intresset för att kombinera ögonstyrningen med till exempel en knapp varierande. De grupper som förespråkade knapp verkade tycka att det kändes säkrare, medan den grupp som var emot knapp argumenterade för att det skulle ta bort den ”magiska” känslan. De yngre deltagarna föreslog en kombination av ögonstyrning och en kontroller med flera knappar för olika alternativ. Detta var inte lika uppskattat bland de deltagare som uppgav att de var något oerfarna vid datorspel. De ansåg snarare att det skulle innebära alltför många alternativ att minnas och lära sig att använda. Att lägga en motorisk kontroll på den visuella kanalen går emot den naturliga mentala modellen av att ögat används för att söka efter och ta in information, medan händerna skapar och manipulerar externa objekt (Zhai et al., 1999). Det har därför visat sig att ögonstyrning i kombination med exempelvis mus är mer fördelaktigt vid interaktion med skrivbordsmiljöer.

Välja objekt genom att flera tittar samtidigt

Samarbetsmiljöer kan dra nytta av att flera samtidigt användare interagerar med miljön genom att interaktionstekniker designas där det krävs två eller flera användare för att utföra ett kommando. Ett samarbete kan ske genom att en deltagare markerar ett objekt genom att titta på det, vilket exempelvis genererar visuell feedback, och en annan deltagare kan därmed välja objektet. Detta förslag var dock inte särskilt uppskattat bland workshop-deltagarna. Endast en grupp var positivt inställd till att ”sökarna” väljer föremål genom att samarbeta, medan de övriga ansåg att det är både snabbare och mer naturligt att deltagarna själva samlar föremål. En anledning kan vara att interaktionstekniken inte kändes naturlig i det scenario den illustrerades.

Välja ett rörligt objekt genom att följa det med blicken

En interaktionsteknik som kom fram som ett förslag till hur fotografering av djur skulle kunna ske med ögoninteraktion i scenariet Hur gör djur? var att rörliga objekt (djur) kan väljas (fotograferas) genom att användaren lyckas följa det med blicken (kamasiktet) under en viss tidsperiod. Detta innebär att ett svårighetsmoment, som kan vara en del i

tävlingen, läggs till interaktionstekniken. Tekniken presenterades för workshop-deltagarna i scenariot där djur skulle fotograferas och den var då uppskattad, bland annat för att den stämmer väl överens med hur fotografering av djur fungerar i verkligheten. Den ansågs även passa bra för att förgöra fiender, vilket därmed gör det möjligt att undvika användandet av en knapp. Interaktionstekniken måste dock designas med särskild hänsyn till hur ögat fungerar i rörelse.

Påverka miljön genom uppmärksamhet

Genom att en användare riktar sin uppmärksamhet mot objekt eller platser i miljön kan en berättelse i miljön förändras. Datorsystemet kan känna av var användarens uppmärksamhet är för stunden och presentera information utifrån detta. Workshop-deltagarna hade svårt att ta till sig den här tekniken och förstod inte riktigt syftet med den. De kunde inte sätta sig in i rollen som "berättare" i det beskrivna användningsscenariot, vilket dels kan bero på scenariots utformning, men även på att det inte är en vanlig form av kommando i datormiljöer idag. En kommentar som framkom från en deltagare i grupp 2 var dock att det då är viktigt att övergångarna sker smidigt utan avbrott om denna typ av interaktion skall fungera för en "berättandefunktion". Tekniken har visat sig fungera väl i ett experiment där en historia berättades för en användare samtidigt som han/hon betraktade illustrativa bilder. Tittade användaren länge på en bild/figur anpassades berättelsen därefter (Jacob, 1994).

En fördel med att använda implicita kommandon skulle kunna vara att de kan öka känslan av att datorn "läser" användarens tankar. Interaktionstekniken fungerar troligen bäst i utforskande miljöer då presentationen av intressant information och spännande detaljer kan anpassas till användarens intresse. För användning i en grupp bestående av flera deltagare skulle interaktionen kunna bygga på ett genomsnitt av användargruppens uppmärksamhet.

För markering och val av objekt i scenarierna rekommenderas för "sökarna" i Historiejakten en kombination av blick och knapptryckning, samt för "försvararna" att de skall lyckas följa fienden med blicken en viss tid, eventuellt i kombination med knapptryckning. Berättelserollen tas bort och förslagsvis blir det ytterligare en sökare. Istället påverkas genomsnittet av deltagarnas uppmärksamhet en berättelsemotor. I scenariot Hur gör djur? skräms djuren och påverkas av deltagarnas rörelser (implicit). Fotografering kan ske då deltagarna lyckats följa djuret med blicken en tid. På så vis kan en miljö med enbart ögoninteraktion skapas.

7.1.4 Feedback och markör

För att ange att objekt i virtuella världar går att interagera med kan etablerade designlösningar användas även i miljöer med ögonstyrning, t ex genom att de har en utmärkande textur. Samma gäller feedback om att en handling genomförts. Däremot bör inte en markör användas för att ange blickens riktning/placering på grund av att det ger en datormässig känsla till miljön. Att inte använda en markör för att ange blickens riktning kräver att användaren verkligen kan ha tillförlitlighet till systemets exakthet. Ett problem med att använda en markör på skärmen är dessutom att den kan attrahera användarens uppmärksamhet. Om den då är i fel position pga. en tidsförskjutning, innebär detta att den flyttar sig igen osv. (Jacob, 1994) Det innebär att då man vill använda en markör, för exempelvis ett kameranikte (scenario 1), måste systemet vara exakt.

7.2 Koncept & innehåll

Det framgick vid användarresponser att deltagare med olika bakgrund och ålder har olika förväntan både på innehållet och på interaktionen. Den yngre gruppen med tonåringar utmärkte sig tydligast genom att de var mycket mer positiva till användningen av knappar och joystick, samt att de själva önskade ha stor inverkan på interaktionen i miljöerna, och gärna spelmiljöer. Det var viktigt för dem att varje deltagare skulle kunna gå omkring själv i den virtuella världen. De kommentarer som framkom belyste problemet att samtliga roller i miljön måste upplevas som meningsfulla. Det skulle dessutom inte vara tillräckligt för deltagarna i den yngre gruppen att se en vacker miljö för att åka till Laxå om inte de själva kunde interagera i den. De hade även önskemål om att miljöerna skulle innehålla fantasifulldar som de inte kunde ta del av i verkligheten. Förklaringar till detta kan vara att deltagarna i den yngre gruppen troligen är mer vana vid att använda datorspel med olika kontroller, samt att de ofta använder datorn i underhållningssyfte.

Den äldste deltagaren var negativt inställd till konceptet och hade svårt att tänka sig att åka till ett äventyrscentra i Laxå, förutom om det gällde en specialanpassad teambuildingaktivitet. Det kan givetvis bero på att de scenarier som presenterades inte var tillräckligt tilltalande. Därför är det viktigt att undersöka vidare vilken typ av innehåll som skulle attrahera äldre besökare. De kvinnliga deltagarna (den yngre gruppen undantaget) var övervägande mer intresserade av samarbetsövningar och utforskande miljöer, medan de manliga deltagarna var intresserade av tävlingar och action, men även samarbetsövningar. Att deltagarna i grupp 3 inte förknippade ögoninteraktion med spelmiljöer kan bero på att gruppen inte utgjordes av några vana spelanvändare.

Innehållet påverkar interaktionen på så vis att det exempelvis i samarbetsövningar kan krävas kommunikation mellan deltagarna och tydlig feedback om vad de övriga deltagarna gör i miljön, medan feedback om deltagarnas blickriktning i en tävling kan förstöra tävlingsmomentet då avgörande händelser avslöjas för medspelarna. En tävling bör dessutom gå att spela snabbare vid nästa tillfälle, vilket gör att exempelvis val av objekt genom att titta en viss tidsperiod inte är lämplig, såvida inte systemet kan anpassas till varje användare. I en samarbetsövning kan samarbete ske genom att deltagare innehar olika roller som stödjer varandra, men ögonstyrningen skulle även kunna användas för att skapa en samarbetsmiljö genom att exempelvis flera deltagare måste rikta sin uppmärksamhet i en viss riktning för att gruppen skall kunna gå dit. I vissa miljöer kan det vara lämpligt med en fast värld och i en annan måste möjlighet till förflyttning vara möjlig. Rollfördelningen och funktionerna i miljön har alltså en påverkan på val av interaktionstekniker. Roller och funktioner bör därför analyseras inför beslutet om vilken interaktionsteknik som bäst lämpar sig i miljön. Innehållet är alltså viktigt både för att attrahera besökare men även för design av rollfördelning och val av funktioner. Att använda en ConCAVE med flera samtidiga användare ställer krav på ett innehåll med en rollfördelning där alla deltagare upplever att deras påverkan har lika mycket värde som de övrigas.

Slutligen verkar det vara viktigt att uppmärksamma underhållningsvärdet för publiken som en viktig designfråga. Enligt workshop-deltagarna bör personerna i publiken känna delaktighet vid interaktionen. Att delta som passiva åskådare verkar inte vara tillräckligt. Dock kan workshop-deltagarnas synpunkter här ha påverkats av att de under större delen av workshopen tänkte sig in i rollerna som aktiva deltagare. Att de då är inställda på delaktighet i interaktionen kan påverka att de har svårt att byta perspektiv och därmed inte ser något värde i att vara passiva deltagare. Ett förslag som framkom vid

expertutvärderingen var att publiken skulle kunna vara delaktig genom att hjälpa huvuddeltagarna genom att ropa. Förslaget var dock inte uppskattat bland workshopdeltagarna eftersom de ansåg att vi inte är så högljudda i Sverige. Möjligtvis trodde de att det kunde uppskattas bland barn. En deltagare i grupp 3 presenterade en idé som uppskattades av de andra i gruppen som innebär att samtliga deltagare, inklusive publik, tillhör samma företag. Samtliga deltagare ger då objektiv feedback och kommentarer på varandras prestationer efteråt. Sedan roterar rollerna så att alla får vara både i publiken och som huvuddeltagare.

8 DESIGNREKOMMENDATIONER

I detta kapitel presenteras en designrekommendationer för användning av eye tracking som interaktionsmetod i VR-miljöer. Designrekommendationerna har delats in i generella riktlinjer för ögoninteraktion och i specifika riktlinjer för användning vid det planerade äventyrscentrat i Laxå. Syftet med designrekommendationerna är att vara ett underlag inför nästa iteration i designprocessen vid framställning av en prototyp. Kapitlet avslutas med att delfrågorna och den övergripande frågeställningen som inledde examensarbetet besvaras.

8.1 Riktlinjer för ögoninteraktion i VR-miljöer

1. Använd information om var användarens uppmärksamhet är riktad

Ögoninteraktion verkar lämpa sig särskilt bra för interaktionstekniker som bygger på information om var användarens uppmärksamhet är riktad. En anledning kan vara att en av ögats naturliga funktioner är att snabbt söka av ytor efter information. Exempel på interaktionsmoment där det därför kan vara lämpligt att använda ögonen är för att förändra synfält, att ange en riktning för förflyttning, att ange ett objekt som sedan skall manipuleras eller att systemet kan ge relevant information till användaren baserat på användarens blickriktning. Användning av ögoninteraktion vid dessa interaktionsmoment beskrivs av deltagarna vid flera workshops och av resultat från tidigare studier som snabb, enkel och naturlig.

2. Begränsa användningen av ögoninteraktion för att styra funktioner

Generellt lämpar sig ögonbaserad interaktion mindre bra för att explicit styra funktioner. Att användaren väljer ett objekt eller startar en aktivitet genom att blinka eller fokusera blicken en viss tid är inte att rekommendera, då dessa interaktionstekniker kan medföra att oönskade kommandon som kan irritera användaren startas. Vissa interaktionstekniker bör därför designas så att ögoninteraktionen kombineras med andra interaktionsmetoder, som exempelvis en knapp. Beslutet om att använda ögoninteraktion i kombination med andra interaktionsmetoder bör styras av syftet med interaktionen och vilken typ av upplevelse man vill skapa. Exempelvis kan användning av endast ögoninteraktion i vissa miljöer bidra till en mer naturlig känsla vid interaktionen.

3. Olika interaktionstekniker är lämpliga för olika användningsområden

De interaktionstekniker för ögonen som har analyserats i detta arbete har visat sig vara lämpliga vid skilda användningsområden. Interaktionsteknikerna är alltså kontextberoende och det kan därmed vara fördelaktigt att välja och anpassa interaktionsteknikerna efter användningsområdet. Detta framgår av några konkreta exempel som gäller för äventyrscentrat i Laxå, vilka presenteras i nästa kapitel.

4. Ta hänsyn till behovet av kommunikation mellan deltagarna

Vid design av ögoninteraktion för en samarbetsmiljö behöver specifika designfrågor besvaras (Stuart, 1996, Benford et al., 1999), exempelvis hur deltagarna skall kommunicera om vem som skall göra vad, när och hur. Om kommunikationen sker

verbalt och deltagarna vrider sig för att titta på varandra när de pratar kan det bli problem. Är kameran för observation av användarens ögon placerad framför användaren kan deltagarnas naturliga kroppsspråk då de pratar med varandra störa ögoninteraktionen. En lösning kan vara att miljön designas så att denna kommunikation sker *i/genom* miljön. Det kan minska risken för att användningssituationen blir alltför komplex om användaren skall kommunicera med de övriga deltagarna och samtidigt interagera med miljön. Detta bör dock inte ses som den enda lösningen utan andra kommunikationsmöjligheter som tar hänsyn till denna problematik rekommenderas att utforska vidare.

5. Rollfördelningen påverkar val av interaktionstekniker

Vid design av en samarbetsmiljö behöver beslut tas om vem som skall påverka vad i miljön. Om olika deltagare har olika roller med olika uppgifter att utföra bör interaktionsteknikerna för varje användare bestämmas utifrån rollen. Varje roll bör ha de interaktionstekniker som passar bäst för att utföra tilldelade uppgifter. Som illustrerades av scenarierna i detta arbete kan t ex val av objekt genom knapptryckning passa där handlingen att välja med handen har en motsvarighet med den uppgift som skall utföras. Val genom att titta en viss tid kan däremot passa bättre för en annan roll med en annan uppgift, exempelvis för en fotograf. Ett annat exempel på hur rollerna påverkar val av interaktionstekniker är om en deltagare har flera uppgifter på sin roll där den ena är mer kognitivt belastande. En interaktionsteknik bör då väljas som är minimalt kognitivt belastande för att förenkla utförandet av uppgiften. Slutligen bör interaktionsteknikerna väljas med hänsyn till att varje användare troligen kommer att vara fokuserad på sin egen uppgift. I en fleranvändarmiljö där uppgifterna är fördelade på olika personer kan detta innebära att förmågan att ta in information minskar, vilket är en viktig aspekt i miljöer där deltagarna förutom samarbetet skall få en upplevelse eller lära sig någonting.

6. Använd markör endast då det passar för innehållet

Användning av en markör kan ge en datormässig känsla vid interaktionen. Däremot kan vissa miljöer med fördel utformas med något som motsvarar en markör förutsatt att den designas med en innehållsmässig funktion, t ex som ett kamerasikte. Dock kräver det att eye trackingsystemet är exakt i sin angivelse av markören.

8.2 Specifika riktlinjer för Laxå Experience

Nedanstående rekommendationer kompletterar de generella designriktlinjer som presenteras ovan genom att de är formulerade givet att ögoninteraktion skall användas i en virtuell 3D-miljö i en ConCAVE. Rekommendationerna är utformade med hänsyn till att interaktionen skall ske i en publik anläggning i Laxå med besökare ur en bred målgrupp och att flera användare samtidigt skall interagera med den virtuella miljön.

1. Använd information om var användarens uppmärksamhet är riktad

Tiden för publikgenomströmning bör inte påverkas av att olika användare kan behöva olika lång tid för att lära sig att använda interaktionsteknikerna. Eftersom målgruppen är bred har deltagarna troligen olika förutsättningar för att kontrollera sina ögonrörelser. För användning i publik miljö bör man därför dra nytta av ögats naturliga användningsområde för att undvika att användarna behöver lära sig att kontrollera ögonrörelserna. Av de interaktionstekniker som analyserats i detta arbete kan

”skrollning” därför vara ett bra alternativ vid användning i en ConCAVE. Interaktionstekniken baseras på användarens uppmärksamhet och är dessutom en lösning på problemet att personen som skall förflytta synfältet för hela gruppen samtidigt skall kunna se sig omkring i miljön, detta utan att oönskade kommandon startar. Vidare är interaktionstekniken för förflyttning i konstant riktning troligen bäst lämpad för användning i en ConCAVE eftersom upplevelsen för de övriga deltagarna då kan bli jämnare och liknas vid att vara passagerare i en bil. För att denna upplevelse skall bli trovärdig bör tekniken användas i miljöer där det ingår ett fordon.

2. Begränsa användningen av ögoninteraktion för att styra funktioner

Som beskrivs i de generella riktlinjerna rekommenderas inte ögoninteraktion för att styra funktioner. Då funktioner explicit skall styras bör ögoninteraktionen i så fall, i de flesta sammanhang, kombineras med exempelvis en knapp för aktivering av kommandon. Om endast ögoninteraktion skall användas bör miljön inte innehålla interaktionsmoment som kräver en kombination av interaktionsmetoder. Ett alternativ är att ögoninteraktion utformas för explicita kommandon där användning av ögoninteraktion har ett starkt stöd av innehållet eller uppgiften, till exempel att ett djur fotograferas då användaren lyckas följa det med blicken (kameran) under en viss tidsperiod. På så vis designas det explicita kommandot som ett integrerat svårighetsmoment i t ex ett spel och risken för att en kontrollerande användning av ögonen i interaktionen irriterar användaren bör minska. På samma sätt skulle en interaktionsteknik kunna designas för användning i en miljö där användaren t ex rider en häst genom att förflyttningen startar och stoppar då användaren lutar sig framåt respektive bakåt, då detta har en analogi med verkligheten. Dock kan användarens kroppsspråk ge upphov till att oönskade kommandon startar.

3. Olika interaktionstekniker är lämpliga för olika användningsområden

Vid design av miljöer i en ConCAVE med flera samtidiga användare är det dessutom inte självklart att förflyttning alltid skall vara möjlig. Eftersom endast *en* person kan förflytta gruppen i miljön kan det upplevas som tråkigt för de övriga deltagarna. Detta framkom vid samtliga workshops. En lösning som tidigare nämnts är att skapa världar där det är naturligt att en navigatör styr ett fordon som gruppen färdas i. Vidare är förflyttning med konstant riktning troligen lämplig att använda i miljöer där den person som styr förflyttningen skall kunna uppmärksamma annan information samtidigt. Tekniken är å andra sidan troligen inte lämplig då snabb förändring av riktning är viktig i miljön. Förflyttning där riktningen förändras med blicken kan ge en snabb förflyttning, men kan å andra sidan ställa krav på övning för att användaren skall behärska tekniken. Interaktionstekniker som bygger på implicita kommandon rekommenderas framför allt för att skapa upplevelserika miljöer, exempelvis genom att djur i en miljö med dinosaurier kan dyka upp och överraska användarna där de har sin uppmärksamhet. I samarbetsmiljöer är det lämpligt att skapa interaktionstekniker där det krävs två eller flera användare för att utföra ett kommando. I de miljöer där man önskar skapa en mer ”mystisk” känsla kan det vara fördelaktigt att enbart använda ögoninteraktion, även för val av objekt, dock med ett innehåll som anpassats för detta.

4. Ta hänsyn till behovet av kommunikation mellan deltagarna

I det planerade konceptet har ännu inte beslutats om deltagarna skall se varandra fysiskt eller om de skall skärmas av från varandra, samt om deltagarna skall sitta eller stå. När detta beslutas är det viktigt att ta hänsyn till deltagarnas behov av kommunikation i en samarbetsmiljö. Kommunikationsmöjligheter som stödjer konceptet utan att oönskade

funktioner startar behöver skapas och kamerans placering utforskas närmare. En lösning kan vara att varje deltagare är avskärmd från omgivningen för att på så vis förhindra störande moment från omgivningen och därmed minska risken för att oönskade kommandon startar vid användning av vissa interaktionstekniker. Denna lösning begränsar dock möjligheten att skapa nya kommunikationsformer och andra alternativ bör utforskas. På grund av den specifika användningssituationen i en ConCAVE utvidgas den generella designriktlinjen till att inte bara gälla samarbetsmiljöer utan samtliga miljöer.

5. Rollfördelningen påverkar val av interaktionstekniker

Enligt användarresponserna är idén att fördela uppgifter på olika roller bra då det innebär att samtliga deltagare kan interagera med miljön vilket ger en möjlighet för alla att känna sig delaktiga, förutsatt att interaktionen och uppgifterna för alla roller upplevs som lika viktiga. Även publikens roll bör inkluderas i detta resonemang då underhållningsvärdet för deltagarna i publiken är lika viktig att uppmärksamma som för huvuddeltagarna. Det är dock inte klart om publiken skall delta som interaktörer och i så fall hur detta skall gå till. En rekommendation är att detta utforskas närmare.

6. Använd markör endast då det passar för innehållet

En markör bör inte användas om den inte fyller en specifik funktion. Ett exempel är att man vid fotografering av djur skulle kunna använda ett ”kameranikte” som markör. I de situationer där samtliga deltagare behöver få information om vad de övriga deltagarna gör kan en markör användas, dock med hänsyn till ovanstående kommentar. Risken finns annars att markören upplevs störande och den kan även bidra till att interaktionen upplevs som rörig.

7. Anpassa miljöer och interaktionsutrustning till användargrupperna

Då målgruppen för äventyrscentrat utgörs av användare i olika åldrar och med olika erfarenhet av datorer bör användandet av alltför komplexa kombinationer av kommandokontroller undvikas i syfte att minska tiden för inläring. Om mer avancerade kontroller används kan specifika miljöer skapas där interaktionstekniker och tillhörande kontroller anpassas efter smalare, väldefinierade användargrupper. Eftersom intresset för olika miljöer varierar inom målgruppen kan det vara fördelaktigt att skapa miljöer och interaktionsutrustning efter användargruppernas önskemål.

8.3 Frågeställningen besvaras

För vilka interaktionsmoment är interaktionstekniker med ögonstyrning lämpliga? Som beskrivs i den första designrekommendationen är ögoninteraktion lämplig för interaktionsmoment där teknikerna kan bygga på information om var användarens uppmärksamhet är riktad. Däremot är ögoninteraktion enligt designrekommendation 2 inte alltid lämplig för att explicit styra funktioner, utan detta bör då ske i kombination med en annan interaktionsmetod.

Finns det vissa interaktionstekniker som lämpar sig bättre eller sämre för vissa användningsområden (tävling, samarbete, utforskande etc.)? Beroende på att olika kriterier för interaktion är olika viktiga för olika användningsområden kan inte en generell interaktionsteknik utarbetas utan val av interaktionsteknik bör göras tillsammans med

design av innehåll och fördelning av uppgifter på olika roller. Det framgår av designrekommendation 3 att vissa interaktionstekniker är lämpligare för vissa användningsområden.

Kan ögoninteraktion användas som enda inmatningsmetod eller bör den kombineras med andra inmatningsmetoder? För interaktionstekniker där explicita val och aktiveringar av funktioner skall göras bör ögoninteraktion kombineras med andra inmatningsmetoder, framför allt för att undvika att oönskade kommandon startar. Detta framgår av designrekommendation 2 där en kombination med andra interaktionsmetoder förespråkas för att styra funktioner. Vidare beskrivs i designrekommendation 3 att om endast ögoninteraktion används bör det finnas en uttalad anledning till detta och användningen bör anpassas därefter.

Hur påverkar olika faktorer i en samarbetsmiljö användningen av ögoninteraktion? Problem kan uppstå vid användning av ögoninteraktion i en fleranvändarmiljö när deltagarna behöver kommunicera med varandra, vilket beskrivs närmare i designrekommendation 4. Enligt designrekommendation 5 påverkar rollfördelningen, dvs. vem som skall utföra vad i en samarbetsmiljö, även valet av interaktionsteknik och därmed hur den används.

Vilka speciella krav ställs på interaktionen vid publik användning? Enligt rekommendation 7 bör inte kontroller med många kombinationer av kommandon användas för en bred målgrupp i en publik miljö. Publikgenomströmningen påverkar val av interaktionstekniker enligt designrekommendation 1 där de som bygger på ögats användningsområde och de som är anpassade efter uppgifter och innehåll rekommenderas, då de bedöms vara enklare att lära sig. Systemets stabilitet och säkerhet är andra viktiga faktorer som indirekt påverkar interaktionen i en publik miljö genom att de påverkar användarens förtroende för systemet och därmed motivationen till interaktion.

Vilka specifika krav ställs på ögoninteraktionen vid användning i en virtuell fleranvändarapplikation i en ConCAVE? Som beskrivs i designrekommendation 3 är vissa interaktionstekniker inte direkt lämpliga för användning i en ConCAVE utan behöver anpassas till innehållet, som exempelvis interaktionstekniker för förflyttning. Dessutom är det enligt designrekommendation 5 viktigt att uppgifterna för *samtliga* deltagare i miljön upplevs som lika viktiga. Enligt designrekommendation 4 finns en relation mellan design av ögoninteraktion och hur kameran kan placeras, samt användarens fysiska rörelseutrymme då deltagarna exempelvis sitter ner på fasta platser.

Hur väl fungerar uppdelningen av innehållet på olika roller för användning i en ConCAVE? Enligt designrekommendation 5 är det en fördel att olika rollfigurer kan ges olika "förmågor" med ansvarsområden som kopplas till olika interaktionstekniker. Detta verkar vara en bra möjlighet för att skapa samarbete, förutsatt att alla roller upplevs vara lika viktiga. Dock kan problem uppstå om fokus riktas alltför mycket på den egna uppgiften. Slutligen tas publiken upp i designrekommendation 5 där det poängteras att publikens roll och underhållningsvärde bör uppmärksammas som en specifik designfråga.

Hur bör ögoninteraktion designas för att upplevas som intuitiv av användare i en publik virtuell fleranvändarmiljö?

- Sammanfattningsvis bör ögoninteraktionen designas i relation till följande faktorer: de rollfigurer som finns i miljön, uppgiften interaktionen skall lösa, miljöns innehåll, samt faktorer som är viktiga för innehållets karaktär (t ex snabbhet). Detta kan bidra till att interaktionstekniken upplevs naturlig att använda i den aktuella kontexten.
- För att skapa en intuitiv interaktion bland en bred målgrupp bör ögoninteraktionen generellt användas för de uppgifter som är naturliga för ögat, medan den bör kombineras med alternativa interaktionsmetoder för att explicit styra funktioner. Dock kan denna rekommendation undantas då enbart ögoninteraktionen kan vara fördelaktig i specifika miljöer och vid specifika interaktionsmoment.
- Traditionella designlösningar för att ge feedback till användaren kan användas, dock rekommenderas att markör endast används då den fyller en innehållsmässig funktion.
- Kommunikation mellan deltagarna bör vara möjlig, antingen genom miljön eller verbalt mellan deltagarna. Dock rekommenderas att den senare lösningen utforskas ytterligare då exempelvis verbal kommunikation kan bidra till en komplex interaktionsmiljö, samt att hänsyn måste tas till kamerans placering och deltagarnas placering och rörelseutrymme.
- Användning av kontroller med komplexa kommandon i kombination med ögoninteraktion bör undvikas för att minska tiden för inläring. Alternativt kan interaktionsutrustningen anpassas för olika miljöer och därmed för olika användargrupper och deras förutsättningar.

9 DISKUSSION

I detta kapitel förs en diskussion om den metod som använts för att genomföra examensarbetet, om vad som gick bra under arbetets gång och vad som skulle kunna ha gjorts annorlunda. Några aspekter som inte hör till den övergripande frågeställningen, men som ändå bedöms vara relevanta för resultatet tas, upp i kapitlet och slutligen presenteras några förslag på vad ett fortsatt arbete med projektet skulle kunna innebära.

9.1 Metoden

Den metod som valdes för arbetet har i stort fungerat tillfredsställande. En faktor, som avgjorde valet av metod, var att utrustningen såsom den var tänkt att användas i det framtida konceptet inte fanns att tillgå. Det finns ingen ConCAVE idag där *flera* användare *samtidigt* kan interagera med miljön. Det var därför fördelaktigt att skapa scenario och utföra ”tankeexperiment”, eftersom en diskussion kring interaktionstekniker utan koppling till användningssituationer troligen hade gjort att viktiga aspekter förbisetts. Däremot är det viktigt att diskutera hur resultatet skall användas, eftersom hänsyn måste tas till att det är svårt för en framtida användare att föreställa sig hur en interaktionssituation kommer att upplevas. Jag har försökt att förhålla mig kritisk till resultatet som framkom från samtliga workshop och granska det med stöd av litteratur inom ämnet och slutsatser från relaterade arbeten. Resultatet har i första hand använts för att belysa designproblem och de designrekommendationer som presenteras bör inte ses som annat än riktlinjer, vilket även var avsikten med den valda metoden och syftet med arbetet. Ett övergripande omdöme om scenarioworkshop som metod är att den är bra för att skapa en gemensam bild och illustrera olika framtida situationer, det är lätt att ifrågasätta och diskutera situationerna i scenarierna och det kan göras utan att de som medverkar behöver teknisk kompetens. En svaghet är dock att resultatet blir komplext och det kan därmed vara svårt att se vad som är relevant.

En svårighet var att utveckla scenarier som skulle belysa användningen av olika interaktionstekniker. Då utvärderingen med expertgruppen genomfördes presenterades scenarioinnehållet med hjälp av bilder. Detta visade sig styra in diskussionen på innehållet och kommentarerna var starkt kopplade till dessa bilder, exempelvis djur på en savann, när det egentligen inte var det som skulle diskuteras. Miljön skulle lika gärna kunna utgöras av en regnskog. Bilderna skulle endast fungera som ett exempel. Detta belyste vikten av att inte styra deltagarna vid workshoptillfällena med avancerat beskrivna scenarier i form av bilder. Bilderna togs därför bort inför samtliga workshops och interaktionen illustrerades med enkla skisser på en whiteboard istället. Det var dessutom ett medvetet val att inte lägga fokus på att utveckla intressanta scenarier då det fanns en risk att det skulle distrahera deltagarna från att lägga fokus på interaktionsteknikerna. Syftet med scenarierna var istället att förtydliga interaktionsteknikerna. Detta val kan givetvis ha påverkat andra delar av resultatet. Intresset för äventyrscentrat som helhet påverkades troligen av att innehållet i scenarierna var enkelt utformade. Det övergripande syftet med examensarbetet var dock inte att utvärdera konceptet, vilket var en anledning till ovanstående prioritering.

Inledningsvis fanns en önskan att efter två workshops utvärdera resultatet och sedan vid en tredje workshop genomföra en bodystorming¹⁷ i ett försök att komma närmare en verklig interaktionssituation samt att göra ytterligare en iteration. På grund av tidsbrist, samt en tvekan om detta var ett relevant ”nästa steg” i processen beslutades dock att genomföra ytterligare en scenarioworkshop vid det tredje tillfället. Det fanns inte heller någon storbildsskärm att tillgå, vilket hade varit önskvärt vid en bodystorming. Så här i efterhand visar det sig vara ett bra beslut eftersom tiden inte hade räckt till för att iordningställa en miljö som kontextuellt liknar den framtida, inklusive ordentligt utarbetade innehållsmässiga scenarier, vilket troligen hade varit viktigt för en bodystorming. En variant som kanske hade varit att föredra är att redan från början använda en metod för bodystorming för samtliga workshops, då det kunde ha förenklats för deltagarna att ”agera” ut situationer av samarbetskaraktär. Detta kan i efterhand ses som en bättre metod, då det framgick av samtliga genomförda scenarioworkshops att design av ögoninteraktion för den specifika kontexten blir svår att sätta sig in i då den påverkas av många faktorer. Dock var detta inte helt uppenbart då metoden valdes. En rekommendation för användning av scenarioworkshop vid liknande projekt är att i största möjliga utsträckning skapa scenario där det går att ”spela/agera” interaktionen. I de workshops som genomfördes visade dock deltagarna tydligt med gester och rörelser vad de menade med olika förslag och på samma sätt ”testade” deltagarna hur olika rörelser kändes. En stor fördel med gruppdiskussionerna var att de idéer som framkom under workshopstillfället direkt kunde diskuteras och utvärderas.

Ett moment som verkade hjälpa deltagarna att sätta sig in i hur ögoninteraktionen skulle upplevas var att deltagarna fick prova två demoapplikationer som byggde på eye tracking-tekniken. Det visade sig vara fördelaktigt att användarna fick prova relevanta interaktionstekniker inför diskussionerna då detta förenklade för användaren att sätta sig in i hur ny interaktion upplevs. Dock kunde inte demoapplikationerna jämföras med ett framtida färdigt system, då den dator som användes för demoapplikationen inte var tillräckligt kraftfull, vilket gjorde att interaktionen blev ryckig. Detta kan ha påverkat deltagarnas kommentarer till användning av ögoninteraktion med eye tracking.

Urvalet av deltagare var i stort tillfredsställande, särskilt då blandningen av människor med olika bakgrund bidrog till att diskussionerna fördes från olika perspektiv. Så här i efterhand kan dock en bedömning göras att representanter från gruppen lågutbildade förbisetts. Troligen hade ytterligare några aspekter framkommit vid utvärderingen om en av gruppernas sammansättning dessutom varit representativ för familjer, vilket inledningsvis var planerat. En annan aspekt som kan ha påverkat resultatet var att två av de tre deltagarna i ungdomsgruppen kände varandra, något som kan ha bidragit till att de i större utsträckning höll med varandra i olika frågor. Bortfallet vid det tredje tillfället var stort, trots att flera personer tillfrågades just på grund av tidigare erfarenheter från att deltagarna i de tidigare grupperna fick förhinder i sista stund. Åldersfördelningen i den tredje gruppen var därmed inte så bred som planerat. Detta gjorde att det blev en tonvikt på deltagare i åldern 25-35 år och den äldre målgruppens synpunkter har därmed inte riktigt framkommit.

Inledningsvis fanns en diskussion med de medverkande företagen om att en prototyp skulle kunna skapas som en sista fas i projektet med resurser från företagen. Dock beslutades att arbetet med scenarioworkshop skulle avslutas innan prototyparbetet påbörjades. En anledning var att man önskade ha en mer övergripande kunskap om

¹⁷ Bodystorming är en metod där deltagarna i större utsträckning ”agerar” interaktionen.

designproblem för ögoninteraktion i den givna användningssituationen och utifrån dessa göra en bedömning av vad som är lämpligt att utvärdera med en prototyp. Prototypframställningen rymdes därmed inte inom den utsatta tidsperioden. En prototyp som skulle göra det möjligt att utvärdera ögoninteraktion kopplat till olika innehåll i rätt kontext kan däremot rekommenderas som nästa steg i projektet.

Ett viktigt moment i projektet var att besöka Mölndals Museum för att se hur utrustningen såg ut och fungerade i användning. Intressant var att jag inte upplevde att den gav den omslutande effekt som jag hade fått beskriven för mig. Kanske det berodde på att det innehåll som visades var en mycket begränsad version av en visualisering av Kvarnbyn.

9.2 Arbetet

Även om den användarcentrerade metod som har använts förespråkar att interaktionsdesignen skall skapas utifrån ett användarperspektiv, fanns det ett antal givna förutsättningar som försvårade detta. Eftersom en del av uppgiften innebar att undersöka om i förväg föreslagna tekniker är lämpliga för en specifik användningssituation har det varit svårt att ”tänka bort” de tekniska önskemålen och skapa interaktionstekniker för den framtida kontexten utan att begränsas eller styras av de tekniska kraven. Det är möjligt att helt andra interaktionsmetoder hade föreslagits, bättre lämpade för att lösa interaktionsuppgifterna, om inte arbetet utgått från tekniker för ögonstyrning. Risken för att detta skulle uppstå försökte dock minimeras genom att de interaktionsmoment som var mest troliga att passa för ögoninteraktion fokuserades vid utvecklandet av scenarier. Exempelvis valdes manipulation av objekt bort.

Då syftet har varit att undersöka om och hur tekniker för ögonstyrning skall användas i ett koncept, med tekniskt fördefinierade förutsättningar, har det alltså varit svårt att helt bortse från hårdvarans påverkan. I den föreslagna figuren för användarcentrerad design av VR-system föreslogs att abstraktionsnivån interaktion skulle utvecklas innan val av hårdvara för sensorer etc. gjordes så att hårdvara inte skall styr design av interaktionstekniker. Detta kan ses som en optimal designsituation som inte alltid är realistisk. Eftersom val av interaktionmetod, som exempelvis eye tracking, starkt påverkar interaktionen verkar det vara svårt att separera dessa val helt, och det kanske inte heller är att rekommendera. Den föreslagna modellen bör kanske kompletteras, eller förtydligas, utifrån detta resonemang så att varje nivå inte behöver vara helt avslutad innan arbetet med nästa nivå påbörjas och att en iteration därmed kan innefatta flera abstraktionsnivåer. På så vis stämmer det även bättre överens med Stuarts (1996) där val av input- och output-teknologi är grupperat på samma nivå som design av objekt/beteende och interaktion. Diskussionen kan även breddas till att inte enbart gälla VR-system, utan för utveckling av system där det inte är givet vilken plattform och vilken interaktionsutrustning som skall användas.

Arbetets övergripande frågeställning är besvarad genom de designrekommendationer som har formulerats. Det hade kanske varit önskvärt att designrekommendationerna hade varit mer konkreta och i detalj angivit hur ögoninteraktionen skall designas. Då det blev tydligt under arbetets gång att designsituationen är komplex och många övergripande faktorer fortfarande är osäkra, valdes en mer övergripande och generell analys. Ett alternativ hade varit att begränsa arbetet till att i detalj studera och konkret

utforma ögoninteraktion, exempelvis genom att lägga tyngdpunkten i arbetet på att skapa en enklare prototyp för att utvärdera olika interaktionsmöjligheter för några få uppgifter. Detta hade dock givit *en* bild av ögonstyrning, taget ur sitt sammanhang. Ett mer övergripande perspektiv valdes därför med hänsyn taget till den kontext där ögoninteraktionen skall användas. Nu blir det istället i nästa steg i designprocessen som de mer konkreta designlösningarna kan utarbetas utifrån den givna situationen och med hänsyn till de riktlinjer som detta arbete resulterat i.

Inledningsvis presenterade några framgångsfaktorer (Stuart1996) för VR-system som skall användas i underhållningssyfte, däribland en positiv upplevelse. Det är omöjligt att kravställa på en positiv upplevelse, eftersom människan utifrån tidigare erfarenheter avgör vad som för henne är en positiv upplevelse. Troligt är dock att form och funktion kompletterar varandra, och om så är fallet kan detta i sin tur kan bidra till att en intuitiv interaktion skapas när formen tydliggör hur funktionaliteten skall användas. Om interaktionen upplevs positiv är det rimligt att den totala upplevelsen blir trevligare, användaren blir välvilligt inställd och motivationen till ytterligare interaktion och användning ökar. Hur skall då ögoninteraktionen i en virtuell fleranvändarmiljö designas för att upplevas som intuitiv? Svaret består inte av några konkreta designbeskrivningar som gäller generellt. Det är exempelvis svårt att besluta att ett objekt alltid skall väljas genom att användaren riktar blicken på objektet och sedan klickar på en knapp. I en skrivbordsmiljö där datordialogen är direkt manipulativ kanske denna rekommendation är lämplig, men i en innesluten virtuell miljö där interaktionen har andra kännetecken bör man först fråga sig i vilket miljö objektet skall väljas (tävling, samarbete etc.), i vilket syfte sker valet (plocka upp, fotografera, förstena), skall kommunikation ske med de andra deltagarna och skall de se vad som händer etc. Slutsatsen av dessa frågor är alltså att användningen av eye tracking som interaktionsmetod i virtuella fleranvändarmiljöer är kontextberoende. Kanske beror detta främst på att tekniken är kopplad till ögat med de specifika begränsningar som detta medför då människan inte är van att kontrollera ögonrörelserna. Som Sibert, Templeman och Jacob (2000) anger kan alltså användningen av eye tracking inte enbart motiveras av att det är en snabbare interaktionsmetod. Från designrekommendationerna kan slutsatsen dras att användningen även bör motiveras och stödjas av den aktuella kontexten.

Vid användarresponsen framkom synpunkter och diskussioner som inte direkt berör användningen av ögoninteraktion, utan snarare interaktionsmiljön och teknikens påverkan på designen av interaktionsteknikerna. Valet att använda en ConCAVE påverkar vilka interaktionstekniker som är lämpliga, exempelvis genom att det innebär att samtliga deltagare ser samma vy. Begränsningar i och med att det bara kan vara *en* pilot medför att en kommunikation bör vara möjlig deltagarna emellan för att undvika att de, som resultaten från användarresponsen antyder, upplever deltagandet som passivt och tråkigt. Det framkom vid flera tillfällen önskemål om att deltagarna *själva* vill kunna förflytta sig i miljön och de yngre deltagarna förespråkade användning av en HMD istället för en ConCAVE. Det kan givetvis bero på att det scenario som diskuterades skulle ha behövt designas ytterligare för att alla roller skall upplevas som lika viktiga, vilket dock belyser på vilket sätt tekniska begränsningar påverkar innehållet och interaktionen. Att deltagarna sitter ner på fasta platser vid interaktionen påverkar dessutom möjligheterna till design av interaktionstekniker genom att rörelseutrymmet begränsas. Det kan å andra sidan ses som en förutsättning för att interaktionen skall fungera. Ett informationssystem i Danmark fick god respons vid tidiga tester av en samarbetsapplikation med eye tracking (Hansen et al. 1995), men då användarna blev exalterade hände det att de flyttade huvudet utanför trackingområdet, vilket avstannade

interaktionen. Undersökningen visade dock på att användarna av systemet tyckte det var bekvämt att använda ögonen, trots den utvecklade eye trackingtekniken. I informella utvärdering har visats att när alla faktorer i systemet för övrigt är tillfredställande, ger ögonstyrningen en känsla hos användaren av ett ”highly responsive system”, näst intill så att systemet utför användarens önsknings innan hon uttrycker dem. (Sibert et. al., 2000)

Vilka generella tekniska problem finns då med eye tracking-system som kan påverka användningen? De rekommendationer som formulerats i detta arbete är utarbetade ur ett användarperspektiv och de gäller i huvudsak abstraktionsnivån interaktion. Tekniska och praktiska aspekter har inte gått igenom, men vikten av att systemet är tillförlitligt har poängterats eftersom det påverkar användarens förtroende vid användningen. Flertalet eye tracking-system har fortfarande flera brister, exempelvis vad det gäller stabilitet. I en laboratoriemiljö är det acceptabelt att systemet brister ibland, men i ett interaktivt gränssnitt kan brister medföra att användaren inte längre kan lita på systemet och interaktionsformen. (Jacob, 1994, Allwood, 1998) Ytterligare en vanlig begränsning är att de flesta system mäter blickriktningen men inte den punkt i blickriktningen som användaren har fokuserat blicken på. (Jacob, 1994) Ett annat vanligt problem är att det ibland uppstår korta stunder då systemet inte får någon input då kameran inte lyckas ta en relevant bild. Detta kan bero på att användaren blinkar, flyttar huvudet utanför kameran, eller att en falsk reflektion uppstår i kameran. I ett eye tracking-system registreras även små rörelser hos ögat. Användaren upplever det som att hon stadigt har fäst blicken på ett objekt, medan ögonen i själva verket rör sig i små rörelser. Människadatorinteraktionen måste därför designas så att den ignorerar dessa små rörelser, så att systemet motsvarar vad användaren *tror* att hon tittar på, snarare än *vad* ögonmusklerna faktiskt gör.

9.3 Framtida arbete

Som nästa steg i projektet skulle en prototyp kunna framställas. Prototypen bör utvecklas med hänsyn till de designrekommendationer som sammanställts i detta arbete. Prototypens utformning bör stödja utvärdering av ögoninteraktion, vilken bör vara kopplad till innehållet och den bör utvärderas i rätt kontext då interaktionsmetoden har visat sig vara kontextberoende. Användaranalysen bör uppdateras inför nästa iteration med den information som framkommit om användargrupperna i detta arbete. Resultatet från användarresponsen tyder exempelvis på att olika attraktioner bör utformas för olika målgrupper och att även olika kontroller kan utformas för mer eller mindre vara spelanvändarna. Vad det gäller tekniska aspekter bör framför allt den teknik för eye tracking som skall användas utvecklas så att den är stabil och så att det inte krävs några manuella inställningar från användarna. Det skulle även vara intressant att undersöka andra interaktionsmetoder för attraktionerna, som kan dra nytta av att en kamera används för att observera användarna, exempelvis gester, eller att kameran läser av om deltagarna är glada. Gruppinteraktion skulle kunna ske genom att ljudnivån mäts och att alla måste vara tysta för att utföra en viss uppgift.

Även om inte innehållet har varit i fokus under arbetet har det visat sig att vissa designproblem gällande interaktionen kunde kopplas till rollfördelning. För framtida arbete med att utforma innehållet och svara på frågor om hur rollfördelningar skall göras rekommenderas djupare studier inom CSCW, där mycket forskning ägnats åt denna problematik.

Om en upplevelseattraktion skall skapas är det viktigt att lyfta blicken från funktion-teknik till upplevelse-teknik och koppla samman teknikutvecklingen med mer traditionella kompetenser för att skapa upplevelser, till exempelvis manusförfattare, speldesigners, pedagoger etc. I den kombinationen kan tekniken bli en möjlighet för nya uttrycksformer. Med denna diskussion om framtida arbete följer en uppmaning att inte bara se ögoninteraktionen som en teknik för att interagera med miljön, utan som en del som påverkar den totala upplevelsen. Det är min uppfattning att det är i interaktionen, användningen, som upplevelsen skapas. I det fortsatta arbetet bör det därför vara viktigt att sätta upp riktlinjer för hur interaktionen skall upplevas, som exempelvis *smidig, svår, omärkbar* eller *överraskande*, och låta detta påverka designval under processen.

10 SLUTSATSER

Detta examensarbete utforskar hur eye tracking kan användas som interaktionsmetod i publika VR-miljöer. En övergripande frågeställning för arbetet var hur ögoninteraktion bör designas för att upplevas som intuitiv av användare i en publik virtuell fleranvändarmiljö. För att besvara frågan utvecklades scenarier där olika interaktionstekniker för ögonen beskrevs för vanliga interaktionsmoment i inneslutna virtuella miljöer. Dessa utvärderades sedan vid tre workshops med framtida potentiella användare, vilket resulterade i att nedanstående designrekommendationer formulerades.

- (1) Använd informationen om var användarens uppmärksamhet är riktad
- (2) Begränsa användningen av ögoninteraktion för att styra funktioner
- (3) Olika interaktionstekniker är lämpliga för olika användningsområden
- (4) Ta hänsyn till behovet av kommunikation mellan deltagarna
- (5) Rollfördelningen påverkar val av interaktionstekniker
- (6) Använd markör endast då det passar för innehållet
- (7) Anpassa miljöer och interaktionsutrustning till användargrupperna

Med hjälp av dessa designrekommendationer besvarades de inledande delfrågorna och den övergripande frågeställning som ställts upp för arbetet. Eftersom interaktionen skall ske i en publik miljö av en bred målgrupp rekommenderas att ögoninteraktion i första hand används för uppgifter som är naturliga för ögat, som att titta sig omkring för att ta in information, medan den bör kombineras med exempelvis en knapp för att explicit styra funktioner, som att starta en förflyttning. Undantag kan göras då en explicit användning kan motiveras av uppgiften/innehållet, t ex att ett rörligt objekt måste följas en viss tid med blicken för att kunna väljas. Traditionella designlösningar för att ge feedback till användaren rekommenderas, som t ex att ett objekt får en markering då det är valt, dock bör en markör för att ange blickens riktning endast användas då den fyller en innehållsmässig funktion, till exempel som ett kamerasikte vid fotografering. Kontroller med komplexa kommandon i kombination med ögoninteraktion bör undvikas för att minska tiden för inlärning, vilket är en viktig faktor för publikgenomströmningen. Slutligen rekommenderas att kommunikation mellan deltagarna möjliggörs, men med hänsyn till kamerans och deltagarnas placering.

En generell slutsats är att design av interaktionstekniker med ögonstyrning är kontextberoende och att användning av eye tracking som interaktionsmetod även bör, förutom dess fördel i snabbhet, motiveras och stödjas av den aktuella kontexten.

Arbetet har belyst svårigheterna med att utvärdera en interaktionsmetod som bygger på en teknik som ännu inte finns tillgänglig. Det har även tydliggjort problem som gäller vid design av ögoninteraktion. Då arbetet tagit hänsyn till en specifik kontext kan det fungera som ett exempel på hur ögoninteraktion kan användas genom de beskrivna scenarierna, samt att designrekommendationerna belyser vilka frågor som är viktiga att utforska då liknande applikationer skapas.

11 REFERENSER

11.1 Böcker och artiklar

- Allwood, C.M. (1998) *Människa – datorinteraktion : ett psykologiskt perspektiv*, Studentlitteratur, Lund.
- Benford, S., Fraser, M., Heath, C., Hindmarsh, J. (1999) *Supporting Awareness and Interaction through Collaborative Virtual Interfaces*. ACM UIST'99, Asheville, NC.
- Bowman, D.A., (1999) *Interaction Techniques For Common Tasks In Immersive Virtual Environments: Design, Evaluation, and Application*, Georgia Institute of Technology, 1999. Tillgänglig på: <http://vtopus.cs.vt.edu/~bowman/thesis> (Senast besökt 2002-09-15)
- Cantzler, I. (1992) *Vad tycker kunden?* Liber Ekonomi/Almqvist & Wiksell Förlag AB, Stockholm.
- Earnshaw, R.A., Vince, J.A., Jones, H. (1995) *Virtual Reality Applications*, Academic Press, London.
- Earnshaw, R.A. (2001). *Frontiers of human-centered computing, online communities and virtual environments*, Springer, London.
- Eberts, R.E. (1994) *User Interface Design*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Fjellman, E., Sjögren, J. (2000) *Interaktiv underhållning inför framtiden*. KFB-Rapport 2000:10, Online: <http://www.teldok.org>
- Greenbaum, T.L. (1993) *The Handbook for focus group research*, Lexington Books, New York.
- Hansen, J.H., Andersen, A.W., Roed, P. (1995) *Eye-gaze control of multimedia systems*. HCI International '95 Conference, Tokyo.
- Iacucci, G., Kuutti, K. och Ranta, M., (2000) *On the Move with a Magic Thing: Role Playing in Concept Design of Mobile Services and Devices*, Proceedings of COOP2000 Designing Cooperative System Conference. DIS'00, Brooklyn, NY.
- Jacob, R.J.K. (1994). *Eye Tracking in Advanced Interface Design. Advanced Interface Design and Virtual Environments*, ed. W. Barfield and T. Furness, Oxford University Press, Oxford.
- Jacob, R.J.K., Tanriverdi, V. (2001). *VRID: A Design Model and Methodology for Developing Virtual Reality Interfaces*. Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology, November 2001.
- Johnson, A., Roussou, M., Leigh, J., Barnes, C., Vasilakis, C., Moher, T. (1998) *The NICE Project: Learning Together in a Virtual World*, Proceedings of VRAIS '98, Atlanta, pp. 176-183.

- Jones, J. C. (1992) *Design Methods*, second edition. John Wiley & Sons, New York.
- Lantz, A. (1993) *Intervjumetodik*, Studentlitteratur, Lund.
- MacDonald, L.W., Vince, J. (1994) *Interacting with Virtual Environments*, John Wiley & Sons, Chichester.
- Löwgren, J. (1993) *Human-Computer Interaction : What every system developer should know*, Studentlitteratur, Lund.
- Löwgren, J., Stolterman, E. (1998) *Design av informationsteknik – materialet utan egenskaper*, Studentlitteratur, Lund.
- Mackay, W.E. (1997) *Natural Science and Design: A Framework for Triangulation Across Disciplines*. Proceedings of ACM Designing Interactive Systems '97 (DIS '97), pp 223-234, ACM Press 1997.
- Mine, R.M, Brooks, F.P., Sequin, C.H. (1997) *Moving objects in space: exploiting proprioception in virtual-environment interaction*, Proceedings of the 24th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, August 1997
- Nielsen, J., (1993) *Usability Engineering*, Academic Press, Boston.
- Nielsen, J. (1993) *Noncommand user interfaces*. Communications of the ACM, April 1993, Vol.36, No.4.
- Nilsson, A. (2000) *Virtual Reality. Forskning i Sverige – Dagsläge och framtida riktlinjer*. KFB-Rapport 2000:40.
- Norman, D.A., (1988) *The Design of Everyday Things*, MIT Press, London.
- Ohshima, T., Satoh, K., Yamamoto, H., Tamura, H. (1999) *RV-Border Guards: A Multi-player Entertainment in Mixed Reality Space*. Poster, presented at IWAR'99, San Francisco. Tillgänglig på:
<http://hci.rsc.rockwell.com/AugmentedReality/iwar/99/WebProceedings/Ohshima/>
- Patrick, E., Cosgrove, D., Slavkovic, A., Rode, J.A., Verratti, T., Chiselko, G. (2000) *Using a Large Projection Screen as an Alternative to Head-Mounted Displays for Virtual Environments*. Proceedings of the CHI 2000 Conference on Human Factors in computing systems. ACM Press, NY.
- Preece, J., (1994) *Human-computer interaction*, Addison-Wesley, Wokingham.
- Roussou, M. (2000) *Immersive Interactive Virtual Reality and Informal Education*. Proceedings of User Interfaces for All: Interactive Learning Environments for Children, Athens, February 2000.
- Sibert, L.E., Templeman, J.N. and Jacob, R.J.K. (2000) *Evaluation and analysis of eye gaze interaction*. NRL Report, Naval Research Laboratory, Washington, D.C.

Stanney, K.M, Mourant, R.R., Kennedy, R.S. (1998) *Human Factors Issues in Virtual Environments: A Review of the Literature*. Precece, Vol. 7, No. 4, Augusti 1998, pp. 327-351.

Stuart, R., (1996) *The Design of Virtual Environments*, McGraw-Hill, New York.

Tanriverdi, V., Jacob, R. J. K. (2000) *Interacting with eye movements in virtual environments*, Proceedings of the CHI 2000 conference on Human factors in computing systems, p.265-272, April 01-06, 2000, The Hague, The Netherlands.

Thomas, B., Piekarski, W. (2002) *ARQuake: The Outdoor Augmented Reality Gaming System*, Communications of the ACM, 2002 Vol 45. No 1, pp 36-38. Tillgänglig på: <http://wearables.unisa.edu.au/arquake>

Vertegaal, R., Vons, H. och Slagter, R. (1999) *Look Who's Talking: the GAZE Groupware System*. Proceedings of the CHI 99 Conference on human factors in computing systems. ACM Press, NY.

Zhai, S., Morimoto, C. och Ihde, S. (1999) *Manual and gaze input cascaded (MAGIC) pointing*. Proc. ACM CHI'99, pp. 246-253.

11.2 Övriga källor

Cash Box International. The Stinger Report #2. <http://www.casbox.com/Stinger/Sting2.html> (Senast besökt 2002-12-08)

CR&T. Carlstedt Research & Technology. Hemsida: <http://www.crt.se> (Senast besök 2002-11-02)

Desert Rain. Information om projektet: <http://www.crg.cs.nott.ac.uk/events/rain> (Senast besökt 2002-12-15)

DisneyQuest. Disneys Hemsida: <http://disneyworld.disney.go.com/waltdisneyworld/parksandmore/entertainment/entertainmentindex?id=DDDisneyQuestENT> (Senast besökt 2003-01-07)

ELV. Information om användning av datahandskar i CAVE. http://www.evl.uic.edu/research/template_res_project.php3?indi=170 (2003-01-07)

ELV. Information om användning av röststyrning i CAVE. <http://www.sv.vt.edu/future/cave/software/cc/voice.html> (Senast besökt 2003-01-07)

EON Reality AB. Hemsida: <http://www.eonreality.se> (Senast besökt 2002-12-02)

Fernström, G. (2000) *Upplevelseindustrin*. Framtidsgruppen för svensk turism. Tillgänglig på: <http://www.rese-turistindustrin.se/rapporter/Upp.pdf> (Senast besökt 2002-08-11)

Kidstory. Information om projektet: <http://www.crg.computer-science.nottingham.ac.uk> (Senast besökt 2002-12-05)

- Mölnödal Museum. Hemsida: <http://www.museum.molndal.se> (Senast besökt 2002-12-01)
- N.I.C.E. Information om projektet:
http://www.ev1.nic.edu/research/template_res_project.php3?indi=23 (Senast besökt 2003-01-05)
- Ny teknik – Ögon styr datorspel. (2002)
http://www.nyteknik.se/pub/ipsart.asp?art_id=24833 (Senast besökt 2002-11-21)
- Parc du Futuroscope. Parkens hemsida: <http://www.planete-futuroscope.com/> (Senast besökt 2002-12-22)
- Rajlich, P.J. Information angående wand för användning i CAVE -
<http://brighton.ncsa.uiuc.edu/~prajlich/T/node7mod.html> (Senast besökt 2003-01-07)
- Slutrapport avseende förstudien för Laxå ”Mitt i prick”, 2002-01-28.
- SmartEye AB, Hemsida: <http://www.smarteye.se> (Senast besökt 2002-12-02)
- SHAPE. Information om projektet: <http://www.shape-dc.org/summary/default.html> (Senast besökt 2002-12-05)
- Sony Metreon. Parkens hemsida: <http://www.metreon.com> (Senast besökt 2002-12-22)
- Sveriges Tekniska Attachéer. Notis: ”Verkligt sjuk i virtuell verklighet”, 1995-09-14. Tillgänglig på: <http://www.statt.se> (Senast besökt 2002-05-27)
- Sveriges Tekniska Attachéer. Notis: ”Virtuellt vernissage”, 1996-04-08. Tillgänglig på: <http://www.statt.se> (Senast besökt 2002-05-27)
- Sveriges Tekniska Attachéer. Notis: ”Nöjesparker får nytt liv med Virtual Reality”, 1999-08-04. Tillgänglig på: <http://www.statt.se> (Senast besökt 2002-05-27)
- USOR – A Collection of User Oriented Methods. <http://www.nada.kth.se/cid/usor/> (Senast besökt 2003-01-03).
- WAVE. Information om projektet: <http://www.cs.tut.fi/~ira/wave.html> (Senast besökt 2002-12-05)