

---

---

# Virtually There

An Exploration of Immersive Experiences for the Blind and  
Visually Impaired

---

---

Gruppe 1080 (PDP)/OD

Aalborg Universitet

Institut for Elektroniske Systemer og Institut for Kommunikation og Psykologi



## AALBORG UNIVERSITET

### STUDENTERRAPPORT

**Titel:**

Virtually There: An Exploration of Immersive Experiences for the Blind and Visually Impaired

**ECTS:**

30 ECTS

**Semester:**

4. semester af kandidaten

**Projektperiode:**

Fra d. 1. februar 2023 til d. 1. juni 2023.

**Projektgruppe:**

1080 PDP og OD

**Gruppemedlemmer:**

Gustav Tang Dalsgaard (PDP)

Johannes Sivesgaard (OD)

Maja Østergaard (PDP)

**Vejleder:**

Antonia Lina Krummheuer

Dorte Hammershøi

**Opslag:**

**Antal sider:** 198

**Appendix:** 164 - 189

**Normalsider:** 180,34

**Afleveringsdato:**

1. juni 2023

**Abstract:**

This project is an exploration of how people with visual impairments can experience immersion, presence and flow through the use of virtual reality technology. For this purpose, we conducted an initial investigation into how the visually impaired experience the world in order to identify possible factors that could help us design an immersive virtual experience for this target group. After the initial research, we came into contact with a blind gamer, with whom we tested existing VR applications and games in order to find out whether these were able to incite immersion in the subject. Here we found that VR technology has potential for creating immersive experiences for the blind, but that it was impractical for independent use, and that the current selection of experiences on various VR platforms are inaccessible to the blind. With the insights we gained from this test, we initiated an idea generation which resulted in a game concept for VR, specifically targeted at blind players. To test the feasibility of the design, we developed a functional prototype, which we tested on the same blind gamer from the previous test. Here we found that VR has immense potential for the creation of experiences that incite both presence and flow, but that there are still design challenges that need to be overcome in order to achieve a level of presence comparable to the one seeing people get from visual VR experiences.



# Indholdsfortegnelse

---

|                  |                                                              |           |
|------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Kapitel 1</b> | <b>Indledning</b>                                            | <b>2</b>  |
| <b>Kapitel 2</b> | <b>Problemanalyse</b>                                        | <b>4</b>  |
| 2.1              | Definition af blinde og svagsynede . . . . .                 | 4         |
| 2.2              | Blinde og svagsynedes erfaring . . . . .                     | 4         |
| 2.3              | Blinde og svagsynedes oplevelse . . . . .                    | 12        |
| 2.4              | Virtuel immersion . . . . .                                  | 14        |
| 2.4.1            | Virtualitet eller virkelighed . . . . .                      | 15        |
| 2.4.2            | Immersion, tilstedeværelse og flow . . . . .                 | 16        |
| 2.5              | Litteratur Review . . . . .                                  | 19        |
| 2.5.1            | Virtuelle navigationsmuligheder . . . . .                    | 19        |
| 2.5.2            | Oplevelsesdesign . . . . .                                   | 22        |
| 2.6              | Computerspil til blinde og svagsynede . . . . .              | 24        |
| 2.6.1            | Guidelines og tilgængelighedstiltag i computerspil . . . . . | 24        |
| 2.6.2            | Blinde og svagsynede spillere . . . . .                      | 27        |
| 2.7              | Opsummering af problemanalyse . . . . .                      | 29        |
| 2.7.1            | Definition af målgruppe . . . . .                            | 32        |
| 2.7.2            | Problemformulering . . . . .                                 | 32        |
| 2.7.3            | Strukturering af designprocess . . . . .                     | 33        |
| <b>Kapitel 3</b> | <b>Undersøgelse af VR applikationer</b>                      | <b>34</b> |
| 3.1              | Rekruttering . . . . .                                       | 35        |
| 3.2              | Lyd i et 3D miljø . . . . .                                  | 37        |

|       |                                       |    |
|-------|---------------------------------------|----|
| 3.2.1 | Spatialised audio . . . . .           | 39 |
| 3.2.2 | Binaurale optagelser . . . . .        | 39 |
| 3.2.3 | Immersion med lyd . . . . .           | 40 |
| 3.3   | Udvalgte VR applikationer . . . . .   | 41 |
| 3.3.1 | Dataindsamlingsmetoder . . . . .      | 42 |
| 3.3.2 | Richie's Plank Experience . . . . .   | 45 |
| 3.3.3 | Bait! . . . . .                       | 48 |
| 3.3.4 | Notes on Blindness . . . . .          | 51 |
| 3.3.5 | Binaurale oplevelser . . . . .        | 53 |
| 3.3.6 | Selvvalgt computerspil . . . . .      | 55 |
| 3.4   | Analyse af undersøgelse . . . . .     | 56 |
| 3.4.1 | Affinity diagram metode . . . . .     | 57 |
| 3.4.2 | Resultater . . . . .                  | 59 |
| 3.4.3 | Diskussion af undersøgelsen . . . . . | 68 |
| 3.5   | Problem definition . . . . .          | 70 |

## **Kapitel 4 Idegenerering 73**

|       |                                       |    |
|-------|---------------------------------------|----|
| 4.1   | Idegenereringsmetode . . . . .        | 73 |
| 4.1.1 | Empathy mapping . . . . .             | 74 |
| 4.1.2 | Brainwriting . . . . .                | 74 |
| 4.1.3 | Brainstorming . . . . .               | 76 |
| 4.1.4 | Evaluering af koncepter . . . . .     | 76 |
| 4.1.5 | Udvælgelse af koncepter . . . . .     | 79 |
| 4.2   | Spildesign af Hot Potato VR . . . . . | 79 |
| 4.2.1 | Oplevelsens Essens . . . . .          | 79 |
| 4.2.2 | Tema . . . . .                        | 83 |

|       |                                          |    |
|-------|------------------------------------------|----|
| 4.2.3 | Kontekst for spillet . . . . .           | 86 |
| 4.2.4 | Immersion i det virtuelle rum . . . . .  | 87 |
| 4.2.5 | Andre spillere og fællesskaber . . . . . | 90 |

## **Kapitel 5   Udvikling af Hot Potato VR** **93**

|         |                                              |     |
|---------|----------------------------------------------|-----|
| 5.1     | Prototyping . . . . .                        | 93  |
| 5.1.1   | Banen og bolden . . . . .                    | 94  |
| 5.1.1.1 | Portal og modstander . . . . .               | 95  |
| 5.1.2   | Spillerens bevægelse og navigation . . . . . | 97  |
| 5.1.2.1 | Stemmelokation af den nordlige væg . . . . . | 97  |
| 5.1.2.2 | Kollision med vægge . . . . .                | 97  |
| 5.1.2.3 | Bevægelse ved translation . . . . .          | 98  |
| 5.1.2.4 | Bevægelse ved rotation . . . . .             | 99  |
| 5.1.2.5 | Ray cast . . . . .                           | 100 |
| 5.1.3   | Lyddesign . . . . .                          | 101 |
| 5.1.3.1 | Lyd i Unity . . . . .                        | 101 |
| 5.1.3.2 | Boldens lokaliseringslyd . . . . .           | 103 |
| 5.1.3.3 | Boldens kollisionlyd . . . . .               | 105 |
| 5.1.3.4 | Boldens volume rolloff . . . . .             | 106 |
| 5.1.3.5 | Reverb zone . . . . .                        | 107 |
| 5.1.3.6 | Baggrundsmusik . . . . .                     | 108 |
| 5.2     | Udspecificering af testparametre . . . . .   | 109 |
| 5.2.1   | Navigation i rummet . . . . .                | 109 |
| 5.2.2   | Lokalisering af bold . . . . .               | 110 |
| 5.3     | Begrænsninger ved prototypen . . . . .       | 111 |
| 5.3.1   | Ændringer af testparameter . . . . .         | 112 |

|                  |                                                                       |            |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Kapitel 6</b> | <b>Undersøgelse af Hot Potato VR</b>                                  | <b>113</b> |
| 6.1              | Test af Immersion og Flow . . . . .                                   | 114        |
| 6.2              | Rekruttering . . . . .                                                | 116        |
| 6.2.1            | Co-creation . . . . .                                                 | 116        |
| 6.3              | Dataindsamlingsmetode . . . . .                                       | 117        |
| 6.4              | Procedure for test af prototypen . . . . .                            | 118        |
| 6.5              | Resultater af prototype test . . . . .                                | 123        |
| 6.5.1            | Spillertype test . . . . .                                            | 123        |
| 6.5.2            | Resultater af indledende test . . . . .                               | 124        |
| 6.5.3            | Resultater af co-creation workshop . . . . .                          | 134        |
| 6.5.3.1          | Opsummering af co-creation workshoppen . . . . .                      | 138        |
| 6.5.4            | Resultater af afsluttende test . . . . .                              | 140        |
| 6.5.5            | Opsummering af indlende og afsluttende test . . . . .                 | 147        |
| 6.6              | Diskussion af resultater fra undersøgelsen af Hot Potato VR . . . . . | 149        |
| <b>Kapitel 7</b> | <b>Diskussion</b>                                                     | <b>152</b> |
| 7.1              | Valg af informanter . . . . .                                         | 152        |
| 7.2              | Projektforsøg og udformning . . . . .                                 | 153        |
| 7.3              | Hot Potato VR's potentiale for forvandling af subjektet . . . . .     | 153        |
| 7.4              | Immersion, tilstedeværelse og flow . . . . .                          | 156        |
| <b>Kapitel 8</b> | <b>Konklusion</b>                                                     | <b>158</b> |
| <b>Kapitel 9</b> | <b>Perspektivering</b>                                                | <b>160</b> |
| 9.1              | Tilgængelighed af VR Headset . . . . .                                | 160        |
| 9.2              | Videreudvikling af Hot Potato VR . . . . .                            | 161        |
| 9.3              | Projektets akademiske bidrag og horisont . . . . .                    | 162        |

|                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Appendiks A Besøg på Blindecenter Bredegaard d. 09.02.23</b> | <b>165</b> |
| <b>Appendiks B Besøg på Blindecenter Bredegaard d. 09.03.23</b> | <b>166</b> |
| <b>Appendiks C Interview - Søren Jensen</b>                     | <b>177</b> |
| C.1 Udarbejdede spørgsmål til Søren Jensen . . . . .            | 177        |
| C.2 Interview med Søren Jensen . . . . .                        | 178        |
| <b>Appendiks D Undersøgelse af Hot Potato VR</b>                | <b>181</b> |
| D.1 Manus til forklaring af programmet . . . . .                | 181        |
| D.2 Spørgeskemaer til flow og immersion . . . . .               | 181        |
| D.3 Besvarelse af spørgeskemaerne . . . . .                     | 185        |
| <b>Litteratur</b>                                               | <b>190</b> |

# Forord

Projektet er udarbejdet af studerende på Aalborg Universitet under studieretningerne Oplevelsesdesign og Produkt- og Designpsykologi. Følgende specialeafhandling er udarbejdet på 4. semester af kandidatuddannelserne og omhandler udviklingen af en VR oplevelse til blinde. Afhandlingen er skrevet i tidsperioden 1. februar 2023 til 1. juni 2023.

Hovedformålet med projektet har været at udvikle en oplevelse i virtual reality (VR), der er i stand til at frembringe immersion, tilstedeværelse og flow hos blinde. Oplevelsen skal samtidig tillade målgruppen at anvende den uden ekstern assistance. Dette blev gjort ved at opnå kendskab til målgruppen gennem faglitteratur, observationsstudier, og undersøgelse af eksisterende VR applikationer. Resultatet af dette dannede rammerne for idegenerering og udvikling af prototypen til et VR spil til blinde, kaldet 'Hot Potato VR'. Projektet vil således indeholde en beskrivelse af projektgruppens tilgang til udviklingen af dette VR spil samt de anvendte metoder og teorier.

Gruppen vil gerne rette et særligt tak til Søren Jensen for at stille sin tid og bolig til rådighed til undersøgelser og løbende sparring gennem projektperioden, Peter E. Petersen fra Blindecenter Bredegaard for at gøre det muligt for at få en unik indsigt i livet som blind og svagsynet, og Khora ApS for lån af udstyr. Samtidig rettes et tak til Antonia Lina Krummheuer og Dorte Hammershøi for vejledning under projektet.

# Begrebsliste

|             |                                 |
|-------------|---------------------------------|
| <b>AR</b>   | Augmented reality               |
| <b>BOS</b>  | Blinde og svagsynede            |
| <b>HRTF</b> | Head related transfer functions |
| <b>ILD</b>  | Interaural level difference     |
| <b>ITD</b>  | Interaural time difference      |
| <b>VA</b>   | Visual acuity                   |
| <b>VR</b>   | Virtual reality                 |
| <b>XR</b>   | Extended reality                |
| <b>2D</b>   | Todimensionel                   |
| <b>3D</b>   | Tredimensionel                  |

*Ved at underskrive dette dokument bekræfter hvert enkelt gruppemedlem, at alle har deltaget lige i projektarbejdet og at alle således hæfter kollektivt for rapportens indhold.*

Aalborg Universitet, 1. juni 2023



---

Gustav Tang Dalsgaard

<gdalsg18@student.aau.dk>



---

Johannes Sivesgaard

<jsives18@student.aau.dk>



---

Maja Østergaard

<maste18@student.aau.dk>



Igennem de seneste år har der været stor fokus på udviklingen af immersive digitale oplevelsesteknologier, som i højere grad bliver en del af vores samfund. Dette inkluderer overgangen fra Web 2.0 som vi kender det i dag til den næste evolution af internettet, kendt som Web 3.0 [Subramanian 2022]. Overgangen til Web 3.0 forventes blandt andet at inkludere et immersivt og virtuelt rummeligt aspekt [Rene, besøgt 17.02.23]. Derfor har der også været en stigende interesse i tilknyttede teknologier som virtual reality (VR), augmented reality (AR), og lignende under det samlede begreb extended reality (XR). Markedet for XR er i rivende udvikling og er blevet projekteret til at vækste fra 26 milliarder USD i 2020 til 905 milliarder USD i 2027 [Omdia 2022]. Endvidere forventes der en stigning i antallet af aktivt brugte VR headsets fra 26 millioner i 2021 til 72 millioner i 2027 [Coie 2022, besøgt 16.02.23].

Udviklingen af disse nye teknologier bringer mange nye muligheder for oplevelser med sig, blandt andet i form af underholdning, læring, eller træning. Dog er det ikke alle som kan nyde godt af teknologierne endnu. Traditionelt set er XR nemlig ofte visuelt baserede medier, hvilket udelukker en stor gruppe mennesker som er blinde eller svagsynede (BOS). Grundet det store fokus på den visuelle del af teknologien er stimuleringen af de andre sanser ikke prioriteret i samme grad. Derudover er det endnu uvist om XR teknologier i dets nuværende form kan give BOS en oplevelse af immersion og tilstedeværelse i de virtuelle miljøer, som er tilsvarende den oplevelse personer uden synshandicap får. Med den nuværende form mener vi både hvilke oplevelser der er tilgængelige, samt den eksisterende hardware. Dertil vides det ikke om det overhovedet er muligt for BOS at opnå denne oplevelse af immersion og tilstedeværelse ved brug af XR teknologier.

Dette indikerer en problemstilling når det kommer til inklusionen af mennesker med nedsat syn, da det forventes at disse ikke vil være i stand til at anvende denne immersive oplevelsesteknologi, så længe den er afhængig af synet. Derfor skal producenter og designere overveje, hvordan forskellige brugere skal opleve og interagere med disse nye teknologier. Der skal tages højde for diversiteten af brugere som skal kunne anvende teknologierne, da store dele af befolkningen ellers vil blive efterladt i den teknologiske udvikling. På trods af at teknologier som XR efterhånden er særdeles veludviklede, har teknologien stadig barrierer for nogle mennesker, heriblandt BOS. Vi tror dog på, at det med de korrekte designtiltag vil det være muligt at overkomme mange af de barrierer, som Ian Hamilton også siger i følgende citat:

*"Some of the barriers that VR presents are unavoidable - there are people who will simply never be able to take part in VR as it currently exists. This includes people that will never be able overcome simulation sickness (Kemeny et al. 2015), through to people who simply aren't physically able to have a bulky device on their head. Other barriers are avoidable with the right design decisions."* [Hamilton 2018, s. 64, ll. 1-6].

Vigtigheden af denne inklusion kan ses hos flere prominente organisationer, som også arbejder for at øge fokus på at imødekomme disse begrænsninger og gøre XR til et mere tilgængeligt medie for minoriteter i populationen [XRAccess, besøgt 16.02.23] [Wong et al., besøgt 25.05.23]. Der findes desuden en overraskende stor population af BOS, der spiller eller har interesse i computerspil. Spilproducenten Novis games estimerer at der er omtrent 23 millioner personer med synshandicap, der spiller computerspil [Lupetti, besøgt 17.02.23]. Hjemmesider som audiogames.net, blindgamers.community, subforummet 'blindgamers' på reddit henvender sig specifikt til personer med synshandicap, der er interesserede i computerspil. Derudover findes der youtubekanaler, som anmelder anvendeligheden af spil og udstyr for blinde spillere eksempelvis kanalerne 'Illegally Sighted' (Jesse Anderson), Steve Saylor, og 'Dansk Blind Gamer' (Søren Jensen). Foruden deres arbejde med spilansøgelse, arbejder nogle af dem også som konsulenter for spilproducenter, der ønsker at designe spil tilgængelig for personer med synshandicap [Anderson, besøgt 16.02.23] [Saylor b, besøgt 16.02.23] [Jensen, besøgt 29.05.23]. Populationen af spillere som er BOS er helt eller delvist ikke i stand til at anvende XR teknologien [Cole b, besøgt 13.03.23] [Cole c, besøgt 13.03.23] [Andrade et al. 2019], hvorfor det er interessant og relevant at undersøge om der er potentiale for at skabe immersive oplevelser for BOS således at de også inkluderes i udviklingen af XR teknologier.

Vi er derfor interesserede i at undersøge, om der er et potentiale for at anvende disse teknologier i konteksten af et oplevelsesdesign til BOS, og hvordan dette kunne give en oplevelse af immersion og tilstedeværelse i et virtuelt miljø. Dette vil vi gøre ved først at undersøge hvordan BOS oplever verdenen, og hvad der er af nuværende forskning omkring BOS' anvendelsesmuligheder indenfor XR teknologi, med henblik på at finde ud af om der er mulighed og relevans for at skabe et unikt og immersivt oplevelsesdesign til denne målgruppe.

For at undersøge potentialet for et immersivt oplevelsesdesign til blinde og svagsynede (BOS), vil dette kapitel forholde sig til hvordan det er at være BOS og samtidig relatere dette til mulighederne med den XR teknologi, der på nuværende tidspunkt er til rådighed. Dette vil blive undersøgt ud fra observationsstudier på Blindecener Bredegaard, relevant litteratur indenfor digital teknologi og oplevelsesteknologi målrettet BOS samt interview med Søren Jensen, som er blind og spiller computerspil. Derefter undersøger vi og redegør for forskellige tiltag som er gjort i computerspil for at inkludere BOS. Dette gør vi med henblik på at lære hvilke tilgange, der tidligere er anvendt, for at kunne drage inspiration til oplevelsesdesignet i projektet.

## 2.1 Definition af blinde og svagsynede

I nærværende projekt er målgruppen BOS, hvilke er personer med synsnedsættelse i større eller mindre grad. Dette kan måles ud fra visual acuity (VA), der defineres i forskellige grader af synsnedsættelse. Svagsynede inddeles i to kategorier: Moderat synshandicappede (20/70-20/200) og svær synshandicappede (20/200-20/400). Hvor blindhed er defineret ved VA mindre end 20/400. Det første tal indikerer at når en testperson er 20 fod væk fra et visuelt mål, vil en gennemsnitlig seende person, baseret på det andet tal, kunne se det visuelle mål i tilsvarende klarhed [Vashist et al. 2017]. Dette betyder eksempelvis, ved 20/200 syn, at det testpersonen kan se ved 20 fod er tilsvarende det som en gennemsnitligt seende kan se ved 200 fod. Denne standard definition anvendes fremover i konteksten af projektet, hvor svagsynede referer til et spænd på 20/70-20/400 VA, og blindhed fra 20/400 og opefter VA. Dette vil også sige, at når der refereres til BOS, er der tale om et spænd mellem 20/70 og opefter VA.

## 2.2 Blinde og svagsynedes erfaring

For at kunne designe en immersiv oplevelse til BOS, må vi først forstå hvordan BOS oplever og forstår verdenen. Til dette anvender vi Keld Stochholm fra Synscenter Refsnæs, som har skrevet bogen: 'Vejen til blind forståelse' (2005). Bogen fokuserer på hvordan vi som seende bedre kan forstå BOS, og hvordan de oplever deres omgivelser. Vi er dog bevidste om, at bogen ikke er akademisk baseret, hvorfor vi supplerer bogen ved at perspektivere til den hermeneutiske fænomenologi, studier af blinde og svagsynedes erfaring, og vores egne erfaringer med BOS som vi har tilegnet i afsøgning af området.

Når det kommer til forståelse af BOS, er det vigtigt at tale om erkendelsesgrundlag. Mennesker forstår verden ved at percipere og skabe en erfaring med og erkendelse af den omkringliggende verden. For eksempel kan en seende kigge på et højt træ, og erkende at det strækker sig højt op i luften, med grene som danner skygge i flere meter hele vejen rundt om stammen. Den seende vil hurtigt forstå alle disse karakteristikker som sande om træet, også uden at have nogen forudforståelse for hvad et træ er. Her får BOS ikke den samme forståelse af træet. Uden synssansen er det høje træ blot en tyk stamme med ru bark, og en oplevelse af køligere temperatur under træets skygge. Dog kan BOS ikke erkende hvor højt træet er, eller at det har grene og blade som hænger højt over jorden. Disse elementer eksisterer udenfor BOS's perceptionsmuligheder, og derved deres erkendelsesgrundlag. Først når grenene knækker og bladene falder kan BOS erkende objekternes eksistens, og først der optræder disse som en del af deres erkendelse af verdenen [Stochholm 2005]. Dette kan relateres til fænomenologiens begreb 'Livsverden', som referer til et individs forståelse af deres egen virkelighed inden de teoriserer over den og tillægger den videnskabelige forklaringer [Brinkmann og Tanggaard 2022]. I kontekst af eksemplet med træet, har en seende et større grundlag for perception og derfor en anden livsverden. Derimod er BOS's livsverdener begrænsede af deres evne til perception af visse fænomener i deres omverden, hvilket betyder at de ikke indgår i deres virkelighed. Dette betyder, at BOS har en helt anden forudsætning for forståelse af deres omverden, og at de derfor i stedet for deres syn må erkende verdenen gennem deres andre sanser, hvilket drastisk ændrer hvordan virkeligheden opfattes. I et design af en oplevelse til BOS må vi som designere være bevidste om denne forskel i erkendelsesgrundlag. Vi ser det derfor som essentielt for designets succes at vi under designprocessen tager udgangspunkt i den BOS erfaring.

Dette understøttes også i eksisterende litteratur omkring blindes auditive hukommelse samt evne til navigation baseret på lyd, sammenlignet med seendes. I en studie af blinde og seende med bind for øjnene, der skulle huske udvalgte kort i et kortspil ud fra auditiv stimuli, viste det sig at de blinde havde en bedre auditiv hukommelse og retningsbestemmelse [Miyakawa et al. 2021]. Et andet studie har undersøgt den rumlige fornemmelse hos personer der er født blinde eller blevet det inden for de første tre år af deres liv (tidligt blinde), personer der er blevet blinde senere i livet af forskellige årsager (sent blinde) og personer med almindeligt syn, med bind for øjnene. Forsøgspersonerne fik til opgave at matche 10 forskellige figurer ned i et tilhørende hul i en kasse, som var placeret foran dem. Resultatet viste at personer, der var blinde, uanset hvornår de var blevet det, var hurtigere end de seende med bind for øjnene [Postma et al. 2007]. Et tredje studie har undersøgt navigation med et auditivt system der informerede om objekter uden for det peripersonlige rum ved hjælp af spatialiseret lyd, hvor frekvensen af bilyde, pitch, og lydintensitet blev øget når forsøgspersonen bevægede sig tættere på et objekt, for på den måde at kunne vurdere afstanden til det. Undersøgelsen blev foretaget på personer, der var født blinde, personer der er blevet blinde i løbet af livet, samt en kon-

trolgruppe bestående af seende med bind for øjnene. Det viste sig at blinde, uanset hvornår de var blevet det, var hurtigere i navigationsopgaven sammenlignet med de seende med bind for øjnene [Pare et al. 2021]. Ud fra disse undersøgelser har det altså ikke haft betydning hvornår de har mistet synet. Dog er det påvist, at blinde har fordele i forhold til at anvende hørelse til retningsbestemmelse og hukommelsesbaserede opgaver sammenlignet med seende. Dette er en yderligere indikation for, at der er en markant forskel i den måde blinde og seende oplever verdenen, baseret på deres erfaringsgrundlag.

I relation til denne diskrepans i erkendelsesgrundlag, tager vi et videnskabstereoretisk standpunkt i den hermeneutiske fænomenologi, hvis primære fokus er undersøgelsen af menneskers fælles oplevelsesgrundlag, men med den erkendelse at mennesker er fortolkende væsener, og at vi som forskere også er det [Lavery 2003]. Fortolkningserkendelsen er som nævnt særligt vigtig i dette projekt, da vi i undersøgelsen af BOS's oplevelser må erkende, at vi ikke har samme grundlag for perception, og at vores livsverdener derfor må være forskellige. Ud fra dette må vi konkludere, at selvom vi forsøger at sætte os selv i målgruppens sted, ved for eksempel at blindgøre os, vil vi ikke kunne forstå deres verden gennem andet end vores fortolkning af deres handlinger og udsagn. Dette gør sig specielt gældende for blindfødte mennesker, som ingen visuel reference har, og derfor har et erfaringsgrundlag som er endnu fjernere fra os som seende [Zaira 2011, s. 155-172]. Vi vil derfor med udgangspunkt i den hermeneutiske fænomenologi forsøge at finde 'essensen' af de fænomener vi undersøger. Dette betyder, at hvis vi undersøger en blind persons oplevelse, vil vi søge at bryde denne ned i dens mest grundlæggende elementer, også kendt som essensen [Lavery 2003]. Vi må dog erkende, i kraft af ovenstående forskel på blinde og seendes forståelser af verden, at vi ikke kan bestemme den akkurate essens af BOS's oplevelse, da vi ikke selv kan opleve den. Derfor bliver vi afhængige af vores egne fortolkninger af BOS's livsverden, hvilket betyder at vi forsøger at nærme os en nøjagtig forståelse af essensen. Derfor vil vi også i projektets forløb søge at træffe valg og anvende metoder som tillader os at fortolke uden at pålægge vores egne konceptioner af verdenen, for netop at forholde os åbne for målgruppens oplevelse. Metoder som understøtter denne tilgang er karakteriserede af at basere sig på udtalelser fra målgruppen, frem for forskernes fortolkninger af disse.

Som et led i at forsøge at skabe indsigt i den BOS erfaring, tog vi kontakt til Blindecener Bredegaard, hvilket er et bosted og dagtilbud for BOS som er lokaliseret i byen Fredensborg på Sjælland [Region H, besøgt 17.02.23]. Bostedet huser mange beboere som alle har en grad af blindhed eller svagsynethed. Derudover kan mange af beboerne klassificeres som neurodivergente, da de har forskellige mentale lidelser. Vi kom i kontakt med udviklingspædagog Peter Petersen, som arbejder på blindeceneret. Han stillede sig tilgængelig til interview, fremviste blindecenerets faciliteter samt introducerede os til udvalgte beboere. Dette ledte til et besøg på Blindecener Bredegaard, hvor vi fik indsigt i beboernes

hverdag, og interviewede Petersen. En detaljeret beskrivelse af 1. besøg på Blindecener Bredegaard kan findes i Appendix A. Dette gav os nogle gode indledende indsigter i livet som BOS, men det fik os også til at indse at der var meget ved BOS som vi som seende ikke forstod. Vi planlagde derfor et andet besøg til Blindecener Bredegaard, hvor formålet denne gang var at deltage i beboernes hverdag, samt at snakke med dem, med henblik på at opdage hvilke behov de har, hvad der gør dem glade, og hvilke tiltag de gør på Blindeceneret for beboernes velvære. Da vi i dette projekt stræber efter at lave en oplevelse specielt designet til BOS, er det vigtigt for os at forstå hvad deres behov og lyster er, da disse er indikatorer for hvad der kunne give dem en god oplevelse. Derfor var vores tilgang til dette andet besøg på Blindecener Bredegaard både at observere beboernes tilgange til og reaktioner på forskellige aktiviteter, men også at spørge ind til hvad der gør dem glade. En detaljeret beskrivelse af det 2. besøg på Blindecener Bredegaard kan findes i Appendix B.

De to besøg hos Blindecener Bredegaard etablerede et grundlag for forståelse af blinde og svagsynedes erfaring. Vi er her bevidste om at mange af interviewpersonerne fra Blindecener Bredegaard er neurodivergente, hvilket kan have en konsekvens for de resultater vi har fået. Vi vil dog argumentere for, at vi i undersøgelsen har fokuseret på deres oplevelse af verdenen baseret på perception, hvilken burde være den samme som neurotypiske BOS. Det der kan have påvirket resultaterne er derfor kommunikationen af deres oplevelser, hvilke kan have være unøjagtige i forhold til hvordan andre BOS ville beskrive disse. For at sikre at vores resultater er holdbare, supplerer vi disse med at afsøge litteratur på den BOS erfaring. Her fandt vi enkelte fænomenologiske studier af BOS's erfaring, som vil blive præsenteret sammen med vores indsigter fra Blindecener Bredegaard. Først vil vi præsentere hvad vi har lært om hvordan BOS bruger deres auditive-, haptiske- og olfaktoriske perception til at erfare verdenen, hvorefter vi dykker mere ned i BOS's behov og lyster.

I forhold til BOS's erfaring af verdenen, er den auditive perception den længst rækkende. Seende anvender som tidligere nævnt primært synssansen til at erkende omkringliggende miljøer. Her tillader synssansen et forholdsvis hurtigt og detaljeret overblik af miljøet, da man hurtigt kan orientere sig i op til flere kilometer i hver retning, med mindre et objekt blokerer for synet. Da BOS ikke har denne mulighed for at danne samme overblik, er en stor del af det miljø de befinder sig ukendt og derved ikke eksisterende i deres erkendelse af verdenen. Ud over synet, kan hørelsen også anvendes til perception indenfor større rækkevidder. Selvom hørelsen ikke ligeså effektivt kortlægger nærmiljøet, kan den percipere bestemte objekter som hjælper til forståelse af omgivelserne [Stochholm 2005]. Hørelsen har dog sine begrænsninger i forhold til identifikation af lydkilder. Dette kom til udtryk under besøgene, som beskrevet i appendix A og B, hvor flere beboere både demonstrerede og påtalte, at de bliver frustrerede over lyde som de ikke kan identificere kilden på. Dette betyder at de ofte spørger de ansatte, som er seende, hvad der forårsager lyden, da de ikke kan identificere den udelukkende på hørelse. Hørelsen

bruges også til at identificere bevægelse og tale, hvilket tillader at identificere andre mennesker eller bestemte objekter inden for nærområdet uden de nødvendigvis er tæt på [Stochholm 2005]. Derved udfylder høresansen den største rummelige del af BOS's sanseindtryk, og er vigtig for deres orientering af større rum. I forhold til høresansens oplevelsesmæssige kvaliteter, blev det tydeligt ud fra vores besøg på Blindecenter Bredegaard, at beboerne oftest stimulerer denne sans for underholdning og oplevelser. En stor del af beboerne på blindecenteret bruger musik rigtig meget, og er meget passionerede omkring dette. Nogle lytter blot til det, som set ved beboerne 3, 4, 5 og 6, mens andre også spiller musik, som set i beboer 1. Flere af beboerne på Blindecenter Bredegaard går også op i at producere radio, til hvilket blindecenteret har sin egen radioudsendelse et par dage om ugen. Her deltager beboerne aktivt i produktionen af radioprogrammet, inklusive udvælgelsen af musik og stemmeoptagelse til programmet.

I hverdagen anvender BOS i høj grad haptisk perception til navigation. Det er denne som fortæller dem hvilke objekter der befinder sig i deres miljø, og hvilke karakteristikker disse objekter har. For eksempel ved en BOS ikke at der står et bord foran dem, eller hvilket materiale bordet består af, før de har rørt det. BOS er derfor begrænsede til erkendelse af objekter som ligger inde for deres peripersonlige rum, hvilket er den distance indenfor hvor et menneske kan røre ved eller blive rørt af andre objekter eller mennesker [Rizzolatti et al. 1997]. Denne distance kan øges ved hjælp af hjælpemidler til at udvide deres peripersonlige rum, ved for eksempel brug af blindestokke, som tillader at føle objekter længere væk fra kroppen end de normalt ville være i stand til. De stimuli der tillader haptisk perception er også de mest permanente i forhold til auditiv- og olfaktorisk perception, idet disse stimuli ikke forsvinder på samme måde som det gør med lyde og dufte. Vi lagde mærke til hvordan dette kom til udtryk, som set i appendix B fra Blindecenter Bredegaard, ved at beboerne er rigtig glade for berøring. De velkommer et klap på skulderen eller et håndtryk med stor entusiasme. Petersen beskrev tilmed, at beboerne på blindecenteret havde en høj grad af hudsult sammenlignet med seende, da meget af den menneskelige kontakt som de oplever sker gennem berøring. Dette supplerede han med, at de ikke kan se mimik og kropssprog, hvorfor berøring er en god social indikator for dem. Vi så tilmed i flere tilfælde, at beboerne på Bredegaard ofte havde en genstand i hænderne som de kunne røre ved. Eksempelvis telefoner, bamser og lignende. Fra dette kan vi udlede, at haptisk stimuli er vigtig for BOS's praktiske orientering og navigation, men også har vigtige emotionelle funktioner, som nærhed til andre mennesker og tryghed ved permanens af objekter. Dog er haptisk perception som nævnt begrænset til deres peripersonlige rum, hvorfor det er svært for BOS at skabe overblik over miljøet de befinder sig i. Dette betyder at BOS i højere grad kan navigere miljøer hvori de konstant har et objekt inden for deres peripersonlige rum som de kan orientere sig efter. Dette ses i appendix B, hvor de bruger lister i gulvet og gelændere langs siden af bygninger for at skabe dette konsistente referencepunkt til navigation i deres omgivelser.

Olfaktorisk perception har også vigtige funktioner som er unikke for BOS. For eksempel lærte vi på

Blindecenter Bredegaard, som kan ses i appendix B, at det er vigtigt for beboerne at man dufter behageligt når man kommer som besøgende, da BOS ofte baserer førstehåndsindtryk af et menneske på deres duft. På samme måde som en seende ville have forudindtagelser baseret på hvordan en fremmed ser ud, ville BOS have forudindtagelser baseret på hvordan en fremmed dufter. Der er altså for BOS en sammenhæng mellem duft og identitet, idet duften associeres med et bestemt menneske. Ligeledes er det i et studie af BOS's oplevelse af arkitektur og rum fundet, at duften af et bestemt rum er det som bestemmer rummets identitet for BOS [Basyazici-Kulac og Ito-Alpturer 2013]. Dette tyder altså på at duft har en vigtig rolle hos BOS til at skabe et identitetsindtryk af både mennesker og steder. Denne indsigt kunne potentielt anvendes til designet af et unikt oplevelsesrum, da perceptionen af rummet delvist vil afhænge af den identitet som tillægges rummet og dermed oplevelsen.

Det første tema indenfor BOS's behov og lyster som vi identificerede ud fra vores undersøgelse af blinde og svagsynedes erfaring, er autonomi. Dette så vi blandt andet hos beboer 1, som var meget bevidst om ikke at være en belastning for sin ledsager på en gåtur, og hvordan vedkommende var ivrig efter at navigere selvstændigt da de ankom på Blindecenter Bredegaard. Derudover udtrykkede beboer 1 en stolthed i at vedkommende var i stand til at gå ture selv, når der ikke var sne og is på stierne. På samme måde udtrykte både beboer 1 og 2 glæde da de fortalte om deres individuelle arbejde og ansvar på blindecenteret, som beskrevet i Appendix B. Det samme ses i Joseph 2010, som er en fænomenologisk undersøgelse af blinde studerende og deres oplevelse på et amerikansk college. Her identificerede de 'egen agens' (self advocacy), som en grundlæggende udfordring for de studerende. De følte ikke at de var hverken i stand til eller fik mulighed for at have agens over deres egen uddannelse og de omkringliggende praktiske rammer, som for eksempel deres boligsituation og IT systemer i forbindelse med uddannelsen. Her sagde 7 ud af 16 af de deltagende studerende at de synes der manglede undervisning i hvordan de kunne være mere egenrådige, og at løsningen ofte var at gøre ting for dem i stedet for at lære dem hvordan de gør det selv [Joseph 2010]. Dette indikerer at der hos BOS kunne være en mangel på læring som er forudsættende for autonomi, men også at BOS er bevidste om deres manglende autonomi i visse tilfælde, og at de generelt ønsker en større autonomi i deres hverdag. Dette understreger vigtigheden af at designe en eventuel oplevelse til BOS sådan at den kan anvendes uden assistance fra seende.

Det andet identificerede tema indenfor BOS's behov og lyster er det sociale behov. Det er evident ud fra vores besøg på Blindecenter Bredegaard at beboerne er begejstrede for social interaktion. Da vi skulle besøge Blindecenteret for anden gang, havde vi fået lov til at følge beboer 6, hvilket vedkommende glædede sig til. Beboerne udviste en åbenhed som indikerer at de er glade for social interaktion selv med fremmede mennesker, og at de opsøger dette aktivt. Det er muligt at kun de mest sociale af beboerne var dem som opsøgte os og meldte sig frivilligt til samtale med os, men det var også evident



fra vores observationer under en gåtur, og på værkstedet på Blindecenteret. Her snakkede beboerne meget aktivt med hinanden i al den tid vi var der. Der var et klart incitament for samtale beboerne imellem såvel som med os, og vi hørte flest grin og så flest smil i konteksten af social interaktion. Beboer 1 og 6 nævnte desuden at de var med i sociale grupper uden for Blindecenter Bredegaard, hvor den ene deltog i et kirkefællesskab, og den anden en social klub, som kan ses i appendix B. Fællesskaber og det sociale er altså noget beboerne opsøger og nyder at være en del af, og som fylder i deres hverdag. Hvis dette perspektiveres til studier om blindes oplevelse af sociale sammenhænge i uddannelsesinstitutioner, kan det siges at blinde generelt har udfordringer med at indgå i sociale sammenhænge grundet deres handicap. I studiet Haegele et al. 2017, som omhandler blinde unges oplevelse med idræt (physical education), viste at blinde unge generelt havde udfordringer med at indgå socialt, specielt i kontekst af deres fysiske evner. Mange af de unge følte sig som adskilt fra deres klassekammerater grundet deres forskellige evner til at begå sig i idrætstimerne. Mobning skete også i de fleste tilfælde som en konsekvens af denne evnebarriere mellem dem som kunne og dem som ikke kunne [Haegele et al. 2017]. Ligeledes viser Joseph 2010, som en undersøgelse af blinde amerikanske college studerende og deres oplevelse med uddannelsen, at en stor udfordring er hvordan andre mennesker reagerer på deres synshandicap, men også hvordan de selv reagerer på deres synshandicap i visse situationer. De deltagende i studiet fortalte hvordan seende ofte ikke vidste hvordan de skulle reagere på at mennesker med synshandicap, hvilket leder til tilbageholdne, uforstående og i nogle tilfælde ubehagelige reaktioner. De beskriver hvordan seende har svært ved at tilgå dem, og hvordan mange sociale interaktioner er akavede i en kapacitet. Ligeledes detaljerer nogle af de deltagende, at de har svært ved håndtering og accept af deres eget handicap, hvilket leder til yderligere usikkerhed og tvivl i interaktionen med andre mennesker [Joseph 2010]. Der er altså generelt en stigmatisering og adskillelse fra den seende befolkning som sker i sociale sammenhænge. Det lader dog til at det i højere grad er prævalent i de yngre formative år, men at der også eksisterer udfordringer i blinde voksnes sociale liv, grundet usikkerhed over eget handicap og en manglende forståelse for handicappet fra andre mennesker. Vi kan dog se, at på trods af disse udfordringer, har BOS en lyst til og et behov for at være andre mennesker nære, og at kunne fungere i sociale sammenhænge, som set på Blindecenter Bredegaard. Mens det er muligt for beboerne på Blindecenter Bredegaard at stille deres sociale behov i interaktionen med de andre beboere, kunne det potentielt være det sværere for BOS som ikke benytter sig af et bosted eller dagtilbud, og derfor kan risikere ikke at opleve samme grad af forståelse for deres handicap i sociale sammenhænge. Det kunne derfor være interessant at skabe en fælles virtuel oplevelse, som kunne deles af flere mennesker, og have et element af social interaktion, med henblik på at skabe relationer mellem brugere.

Det tredje identificerede tema indenfor BOS's behov og lyster er behovet for bevægelse, eller mere akkurat fornemmelsen af bevægelse. Under vores 2. besøg på Bredegaard, lærte vi at mange beboere opsøger hobbyer og aktiviteter som involverer et element af bevægelse. Som eksempler kan beboer 1

godt lide at gå ture, beboer 5 godt lide rutsjebaner og at køre stærkt i bil. Da de ikke kan se hvor hurtigt de bevæger sig, indikerer dette for os, at det essentielle for oplevelsen af fart er baseret på proprioceptisk og vestibulær stimulering. For beboer 5 er det dog ikke begrænset til fysisk bevægelse, da de også nævnte at deres favorit computerspil er racerspil. Da spurgt hvorfor, beskrev de at de godt kunne lide fornemmelsen af fart som spillet gav. Dette er interessant, da det ville indikere at det for beboer 5 ikke er essentielt at der er fysisk bevægelse, men blot at noget giver fornemmelsen af bevægelse. Som det sidste eksempel fra Bredegaard er beboer 6 også fysisk aktiv, da vedkommende nyder aktiviteter som ridning, dans, og at kælke. Ligesom med beboer 5 ser vi her en tilbøjelighed til at opsøge aktiviteter som karakteriseres af bevægelse, fart, svimmelhed og generel stimulering af proprioception og det vestibulære apparat. I disse ser vi paralleller til Roger Caillois' (2001) begreb *Ilinx*, som er en af fire kategorier af spil. *Ilinx* beskrives af Caillois som dyrkelsen af svimmelhed og tab af kontrol som et spil. Eksempler på dette kunne være når børn snurrer rundt om sig selv til de ikke længere kan holde balancen, at foretage faldskærmsudspring, at gallopere på en hest, eller at indtage store mængder alkohol. Det der karakteriserer disse aktiviteter er et momentært tab af kontrol over kroppen, sindet, eller deres funktioner. Ofte kommer dette til udtryk gennem fysisk bevægelse, som producerer en kropslig reaktion i form af for eksempel svimmelhed eller vægtløshed. Det kan dog også stimuleres af en mere psykologisk sensation af at miste kontrol, hvilket betyder at bevægelse ikke er et kriterie for *ilinx* [Caillois 2001]. Vi ser her at de bevægelses-centrede aktiviteter som beboerne på Blindecenter Bredegaard opsøger i fritiden falder ind under Caillois' kategori for spil: *Ilinx*. Altså udleder vi at *ilinx* for nogle BOS er en effektiv måde at spille på, som stimulerer dem positivt. Det kunne dertil teoriseres, at fordi BOS behandler sensoriske input anderledes end seende, at spil som involverer *ilinx* er mere effektive til at give BOS gode oplevelser. Denne læring vil vi tage videre i udvikling af designet i projektet, hvor det kunne være interessant at yderligere undersøge om *ilinx* er effektiv i at skabe gode oplevelser til BOS.

Denne analyse af blinde og svagsynedes erfaring giver os et grundlag for videre arbejde med BOS, og muliggør at træffe informerede valg om deres grundlæggende behov og lyster, samt deres evner til at erkende den omkringliggende verden. Disse læringer, oplistet nedenfor, tages med videre til udformning af projektet og design af det endelige oplevelsesprodukt.

- Følelse af autonomi
- Social interaktion
- Kropslig kontakt
- Fysiske referencepunkter
- Dufte som identitetsindikator
- Sensation af bevægelse og *ilinx*

## 2.3 Blinde og svagsynedes oplevelse

I foregående afsnit omtalte vi hvordan BOS erfarer verden gennem perception. Vi er dog som omtalt i kapitel 1 interesserede i mere end blot erfaringen af verdenen, nemlig oplevelsen af den. Det er derfor vigtigt at skabe en distinktion mellem erfaring og oplevelse, hvilke vil blive beskrevet i denne sektion, med henblik for at forstå hvad en oplevelse er, og dermed hvordan vi kan undersøge og designe til at skabe disse.

I bogen 'Handbook on the Experience Economy' fra 2013, fremfører Cristian Jantzen et rammeværk for definering og kategorisering af erfaring og oplevelse, hvilket vi tager udgangspunkt i til dette projekt. Der er en sproglig indikation for at erfaring og oplevelse er tæt forbundne. Den engelske oversættelse af begge disse termer er 'experience', hvilket indikerer at erfaring og oplevelse kan anvendes synonymt i nogle tilfælde. Jantzen forkaster dog dette, og fremlægger en distinktion mellem begreberne. Oplevelser er kendetegnede af at være unikke og mindeværdige. Det er sansningen og den tilhørende emotionelle vurdering af denne sansning. Oplevelser kan beskrives som ekstraordinære, modsat erfaringer, som er ordinære. Jantzen forslår nemlig, at al menneskelig erfaring starter som en oplevelse, og at gentagne oplevelser over tid konverteres til vaner, forforståelser, og normer. Denne proces sker når noget distinkt og unikt bliver gentaget tilpas gange til at subjektet skaber en intern model og kategorisering af denne hændelse. Som eksempel kan det være en oplevelse at spise på restaurant for første gang, da man ikke er vant til at blive serviceret på den måde derhjemme. Dog vil man ved gentagne besøg på restauranter vænne sig til forløbet for et restaurantbesøg, hvorfor det normaliseres, og det unikke ved hændelsen forsvinder [Jantzen 2013]. Denne definition af erfaring er dog ikke direkte synonymt med begrebet som brugt tidligere i afsnit 2.2. I dette afsnit tales der om erfaringsgrundlag, hvilket primært omhandlede BOS's evne til at percipere, og derfor forstå verdenen omkring dem. Der er dog et andet aspekt til erfaringsgrundlaget, hvilket er at mennesker bruger deres tidligere erfaringer, hvilke er resultater af gentagne oplevelser, til at informere fremtidige hændelser. Her distinkterer Jantzen også mellem erfaring i nuet, og erfaringer i fortiden. Den første er relateret til hændelsen 'at erfare', altså hvor der aktivt erfares en given ting i nuet. Det er denne som anvendes i afsnit 2.2. Den anden referer til tidligere erfaringer, altså tidligere hændelser som er erfaret, og nu er konverteret til erfaringer. Den sidstnævnte, altså erfaringer, danner grundlaget for hvordan mennesker agerer i både kendte og ukendte situationer, og er derfor også med til at danne basis for fremtidig erfaring (førstnævnte) [Jantzen 2013].

Denne forståelse af erfaringsgrundlag hænger også uløseligt sammen med oplevelse. Som nævnt er oplevelser nemlig karakteriserede af at være ekstraordinære, betydende at de bryder med subjektets erfaringer og forventninger. Dette beskrives i Daniel Kahnemans 'Norm Theory', hvilken siger, at en oplevelse opstår når subjektets normer brydes. Normer skal i denne kontekst forstås som et synonym

til forforståelser. Dette er altså ikke begrænset til sociale normer, men en generel betegnelse for hvad subjektet finder normalt eller sædvanligt. Det som gør oplevelser mindeværdige, er at de adskiller sig fra hvad der normalt sker [Kahneman og Miller 1986]. Normer danner grundlag for hvad subjektet anskuer som normalt, og er derfor det som skal brydes med for at skabe en oplevelse. Dette betyder også, at oplevelser er subjektive, da de opstår som konsekvens af subjektets forventninger, og ikke som konsekvens af den udefrakommende stimuli. Det er altså ikke nødvendigvis sandt at et givent oplevelsesdesign vil frembringe den samme oplevelse for alle, selvom en bestemt oplevelse i mange tilfælde også vil opleves lignende af mennesker med lignende erfaringer og normer [Jantzen 2013]. Denne definition af oplevelse adopterer vi også i dette projekt, hvor vi anskuer oplevelsen som et brud med subjektets etablerede normer. Dette bruger vi som baggrund for vores videre design af projektet, hvori vi gerne vil forsøge at skabe et produkt som forudsætter en bestemt oplevelse for målgruppen. Hvilken oplevelse dette skal være, og hvordan vi konsekvent skal designe til den, vil blive baseret på projektets videre forløb.

Det skal også nævnes, at en oplevelse ikke nødvendigvis kan beskrives som noget udelukkende positivt. Oplevelser kan ligeså vel fremprovokere negative som positive følelser, både afhængig af stimuli for oplevelsen, men også afhængig af hvem den oplevende er. Ved et normbrud er det gældende, at den emotionelle respons øges, god eller dårlig, hvis hændelsen bryder med subjektets forventninger. Med dette menes der, at selvom subjektet på forhånd havde forventet at få en parkeringsbøde, fordi de godt vidste at de parkerede ulovligt, ville de formentlig alligevel have en negativ emotionel respons til hændelsen. Hvis subjektet derimod troede at de havde parkeret lovligt, men havde fået en parkeringsbøde, ville deres emotionelle respons formentlig stadig være negativ, men i højere grad end hvis de havde forventet hændelsen. Det samme gør sig gældende for positive hændelser. Hvis der forventes en positiv emotionel respons af hændelsen, vil dette formentlig opleves positivt. Er samme hændelse uventet ville dette dog give en forøget positiv emotionel respons [Kahneman 1999]. Dette betyder at hvis vi i projektet vil skabe en god oplevelse baseret på et produkt, ikke nødvendigvis kan nøjes med at skabe noget normbrydende. Vi skal sikre at et eventuelt normbrud kommer som resultat af en positiv overraskelse, således at oplevelsen vil forudsætte øget positiv emotionel respons hos subjektet. Mod dette formål er det muligt at drage på vores eksisterende viden omkring sensationer som BOS overordnet vurderer positivt, som for eksempel socialt samvær, ilinx, eller autonomi, og anvende disse som omdrejningspunkt for en forventningsbrydende oplevelse.

Selvom vi på nuværende tidspunkt ikke er sikre på formålet for denne oplevelse, synes vi det er værd at nævne hvilke potentialer oplevelser har for at løse diverse problemstillinger. Den primære funktion af en oplevelse beskrives i Jantzen et al. 2011, hvor der gennemgås tre trin for hvordan en oplevelse kan påvirke et subjekt. Som nævnt er oplevelser forudsat af normbrud, hvilket naturligt skaber en dissonans

mellem det subjektet forventede og det som faktisk hændte. Denne dissonans eksisterer som Jantzen et al. argumenterer for i tre niveauer, som er 'forandring', 'forundring', og 'forvandling' [Jantzen et al. 2011]. Disse niveauer skal tænkes som en trappe, hvor den efterstående kun kan forekomme efter den forstående, og at det ikke er alle oplevelser som besidder alle tre trin. Forandring referer til ændringer i subjektets ufrivillige kropslige reaktioner. Dette kan for eksempel være kuldegysninger, tårer eller forskrækkelse. Derudover er det forbundet med den følelsesmæssige reaktion, da denne også i kontekst af oplevelser betragtes som ufrivillig, og at subjektet ikke kan kontrollere sin egen emotionelle respons på en given hændelse. Forundring refererer til det kognitive niveau, hvor dissonansen mellem forventning og hændelse får subjektet til at undre sig, og tænke over hvorfor tingene skete som de gjorde. Dette forekommer når forklaringen ikke er indlysende for subjektet. Ved forundring kan holdningsændringer eller læring skabes, da en forundrende oplevelse kan udfordre subjektets konception af hvad der er 'sandt'. Det sidste trin, forvandling, refererer til en grundlæggende transformation af subjektets identitet eller person. Her er der tale om oplevelser som skaber konflikt i selvet til et punkt hvor dette reevalueres og potentielt ændres. Dette kunne for eksempel være en film som inspirerer subjektet til at ændre livsstil, eller en aktivitet som var overraskende positiv, hvilket ledte til at subjektet inkorporerer den som del af deres identitet [Jantzen et al. 2011]. Dette vil sige, at oplevelser er i stand til at incitere ændringer i subjektet på flere niveauer, hvilket blandt andet afhænger den enkelte persons investering i oplevelsen. Der eksisterer nogle interessante muligheder for at forudsætte ændring i en BOS's verden, hvis vi kan tilpasse en sådan oplevelse til deres behov og/eller lyster. Det kunne også være, at blot oplevelsen af tilstedeværelse i et virtuelt rum er tilstrækkeligt til at skabe en ændring i hvordan BOS anskuer verdenen, hvilket vi gennem dette projekt vil undersøge nærmere. For at skabe oplevelser som forudsætter disse dybere ændringer i et subjekt, skal der være en personlig investering i og et engagement for oplevelsen eller dens indhold [Jantzen et al. 2011]. Til dette kan XR teknologier siges at være et effektivt værktøj til indlevelse i en oplevelse, hvilket vi vil udforske nærmere herunder, hvor vi introducerer koncepter som immersion, tilstedeværelse og flow, og hvordan disse påvirker indlevelsen i en oplevelse.

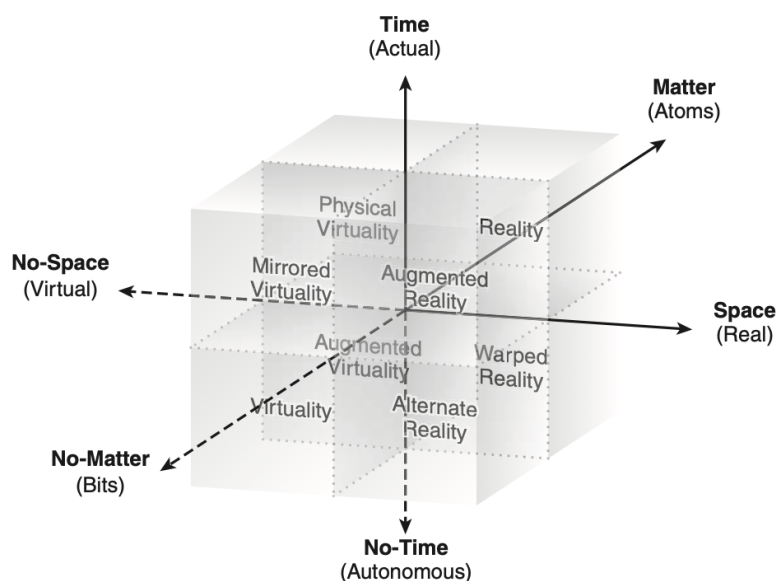
## 2.4 Virtuel immersion

Som nævnt i indledningen medvirker XR teknologier til at skabe mere immersive oplevelser end nogensinde før. For at se en demonstration af dette, kræves blot en Youtube søgning af 'Richie's Plank Experience' for at finde et hav af folk der skriger af skræk, fordi de befinder sig 20 etager oppe på en smal virtuel planke. Frygten for at falde ned fra planken indtræder til trods for at brugeren af VR headsettet, står solidt plantet på stuegulvet. Det er dog ikke vidst hvorvidt BOS personer kan opnå den samme grad af immersion. En blind person der bruger et VR headset vil hverken kunne se den virtuelle planke eller den trafikerede vej 20 etager længere ned [Toast VR 2019, besøgt 14.05.23]. VR headsettet har dog

flere modaliteter at arbejde med, herunder lyd. Vi er derfor interesserede i at undersøge hvorvidt denne oplevelse af immersion er tilsvarende for BOS, eller om synet er nødvendigt for immersive oplevelser. Først bliver vi dog nødt til at forstå hvordan disse teknologier skaber immersive oplevelser, hvorfor vi undersøger hvad tilstedeværelse og immersion er, og hvordan disse påvirker en oplevelse. I dette afsnit vil vi ved at tage udgangspunkt i litteratur på området skabe et overblik over sammenhængen mellem tilstedeværelse, immersion, og oplevelse, og hvilken konsekvens dette har for vores tilgang til oplevelsesdesignet.

### 2.4.1 Virtualitet eller virkelighed

Når vi taler om immersion med oplevelsesteknologier som VR og AR er det indforstået, at der tales om immersionen i en virtuel virkelighed som er adskilt fra den fysiske. For at forstå hvordan vi kan opleve immersion og tilstedeværelse i det virtuelle, er det derfor vigtigt at forstå hvad vi mener med virtualitet. Vi tager derfor udgangspunkt i Pine og Korn (2011) udlægning af virkeligheden og virtualiteten i deres 'multivers model'. Modellen tager udgangspunkt i tre dimensioner som udgør virkeligheden, disse værende tid (time), rum (space), og stoflighed (matter). Disse tre er konstituerende for virkeligheden, hvilket betyder, at fraværelsen af en af disse forvrænger eller udelukker virkeligheden [Pine og Korn 2011]. Nye teknologier som VR og AR gør det muligt at rykke de tre dimensioner af virkeligheden over i det virtuelle, hvilket gøres med computere som metamedium [Pine og Korn 2011, s. 6]. Computeren gør det muligt at arbejde udenfor de tre universelle dimensioner tid, rum, og stoflighed, og skaber i stedet antonymerne tidsløs (no-time), rumløs (no-space) og stofløshed (no-matter), som er modsatrettet de tre førnævnte dimensioner, som ses på figur 2.1.



**Figur 2.1.** Figuren illustrerer spændet mellem de virkelige og virtuelle dimensioner af en oplevelse [Pine og Korn 2011].

De tre udvidelser af dimensionerne giver en 2x2x2 matrice med forskellige grader af tilknytning til tid, rum og stofflighed. Det er vigtigt at nævne, at der med tidløshed, rumløshed, og stoffløshed ikke menes en bogstavelig fraværelse af tid, rum og stofflighed. I stedet refererer det til subjektets oplevelse af disse dimensioner, og derved deres immersion i det virtuelle. Rumløshed er teknisk set umuligt, da legemet altid vil befinde sig et bestemt sted i virkeligheden. Men hvis subjektet er immerseret til en grad hvor de har en oplevelse af tilstedeværelse i et andet rum, sker rumløsheden. I dette tilfælde er subjektet adskilt fra sit fysiske legeme og til stede i et separat virtuelt rum. Dette gør sig også gældende for de to andre dimensioner, at så længe oplevelsen af tid eller stofflighed forvrænges, kan de defineres som virtuelle. Ved at kombinere de to variationer af hver dimension kan man skabe 8 forskellige versioner af spændet mellem virkelighed og virtualitet, som også kan ses i figur 2.1. Dette betyder, at forholdet mellem virkelighed og virtualitet ikke nødvendigvis er dikotomisk, men i stedet kan varieres ved inklusionen af enkelte virkelige dimensioner i kombination med virtuelle dimensioner. I dette projekt er vi interesserede i hvordan BOS kan opleve immersion i et virtuelle miljø, hvilket i komnteksten af denne model betyder at ikke alle tre dimensioner skal være virtuelle. Derimod betyder det, at når vi i dette projekt omtaler en oplevelse i Virtual Reality, refereres der ikke til en udelukkende virtuel oplevelse, men også oplevelser som eksisterer mellem det virkelige og det virtuelle. For eksempel kunne en VR oplevelse som anvender rumløshed, stoffløshed og tid omhandle en virtuel have, hvor du skal vande planterne baseret på den virkelige progression af tid, hvilket kunne være en gang i døgnet. Dog findes denne have i et virtuelt rum som ikke er stoffligt, men eksisterer udelukkende i det virtuelle miljø.

### 2.4.2 Immersion, tilstedeværelse og flow

I forbindelse med XR tales der både om tilstedeværelse (presence) og immersion (immersion). Disse to begreber bruges i daglig tale synonymt som betegnelse for følelsen af at være i det virtuelle rum frem for det virkelige. Dette ville indikere, at der ikke er nogen betydelig forskel på begreberne, da de begge dækker over samme koncept. I litteraturen er begreberne dog mere adskilte i forhold til deres individuelle roller i indlevelsen i XR oplevelser og spil. En konceptualisering af dette kan ses i forskningsartiklerne Jennett et al. 2008, Witmer og Singer 1998, og Shin 2018. I disse artikler adskilles immersion fra tilstedeværelse ved definitionen at immersion er en oplevelse af at være investeret i noget i høj grad. Jennett et al. 2008 udvider denne definition med tre grundlæggende elementer af immersion, hvilke er:

1. Lack of awareness of time
2. Loss of awareness of the real world
3. Involvement and a sense of being in the task environment

[Jennett et al. 2008]

Tilstedeværelse derimod, defineres som illusionen af at befinde sig et givent sted, hvilket i konteksten af XR ville være det virtuelle rum. Der er dog et overlap mellem det førnævnte 3. element af immersion og definitionen af tilstedeværelse, da begge lader til at omhandle oplevelsen af at befinde sig i et bestemt rum. Det 3. element betragtes derfor i højere grad som handling i en oplevelse fremfor fornemmelse af 'væren', hvilket er forbeholdt begrebet 'tilstedeværelse'. Der er dog stadig en sammenhæng ved disse definitioner, hvilket er at immersion er forudsættende for tilstedeværelse, da indlevelsen i en oplevelse bidrager til følelsen af tilstedeværelse i det miljø hvori oplevelsen foregår. Hvis denne forståelse adopteres, er det interessant at undersøge i konteksten af XR til BOS hvorvidt det er muligt at skabe en følelse af tilstedeværelse i det virtuelle miljø. Immersion kan nemlig med denne forståelse opnås ved for eksempel at få en lydbog oplæst, da dette tillader indlevelse i en anden verden. Dette giver dog ikke som udgangspunkt en følelse af virtuel tilstedeværelse, hvilket vi ser et potentiale for at skabe gennem XR teknologier. Immersion er dog som nævnt en komponent af tilstedeværelse, hvorfor vi stadig fokuserer på denne i bestræbelsen efter virtuel tilstedeværelse til BOS.

I forlængelse af immersion og tilstedeværelse, omtales begrebet 'Flow' ofte, hvilket er et begreb som betegner tilstanden for den optimale oplevelse. Ophavsmanden af Flow, Mihalyi Csikszentmihalyi, beskriver det som værende "*[...] the state in which individuals are so involved in an activity that nothing else seems to matter; the experience is so enjoyable that people will continue to do it even at great cost, for the sheer sake of doing it.*" [Csikszentmihalyi 1991, s. 4, 12-15]. I denne definition kan ses nogle sammenhænge med immersion som defineret tidligere. Involvering i en aktivitet lader til at være fællestræk for begge begreber, hvilket ville indikere at de overlapper i et omfang. Der er 8 elementer af flow, som defineret af Csikszentmihalyi 1991, hvilke vi kan bruge som sammenligning til de førnævnte 3 elementer af immersion. Disse er:

1. Clear goals
2. High Degree of concentration
3. A loss of the feeling of self-consciousness
4. Distorted sense of time
5. Direct and immediate feedback
6. Balance between ability level and challenge
7. Sense of personal control
8. Intrinsically rewarding

[Csikszentmihalyi 1991]

Der er et klart overlap af definitionerne af immersion og flow baseret på at begge inkluderer elementer af 'at miste fornemmelse af tid', 'at miste fornemmelsen af sig selv', og 'koncentration på og involvering i den givne aktivitet'. Flow indeholder alle elementer af immersion, hvorfor flow kan betegnes som en mere intens form for immersion, som kræver opfyldelse af yderligere elementer. Dette betyder også,



at immersion er en mere opnåelig form for flow, på samme måde immersion er en forudsætning for tilstedeværelse. Dette udvides i Shin 2018 til definitionen, at immersion er en grundlæggende indlevelse, som kan udvides i to retninger. Enten indlevelse i subjektets handlinger i kontekst af en oplevelse (flow), eller en fornemmelse af 'væren' i rummet hvor oplevelsen finder sted (tilstedeværelse). I artiklen påviste de også at der er en sammenhæng imellem tilstedeværelse og flow. Shin 2018 identificerer at tilstedeværelse, ligesom immersion, skaber bedre forudsætning for flow tilstanden. Dette betyder, at hvis subjektet har en oplevelse af immersion og tilstedeværelse, vil de også have en større sandsynlighed for at opleve flow.

Flow hænger også sammen med oplevelsesbegrebet som beskrevet tidligere. Flow beskrives som nævnt som 'den optimale oplevelse', hvorfor det er interessant at diskutere sammenhængen mellem en oplevelse og flow. Oplevelser er som nævnt forventningsbrydende, og kommer af et normbrud hos subjektet. Flow forudsættes dog ikke, baseret på de førnævnte 8 elementer, af at oplevelsen er overraskende eller forventningsbrydende, men snarere at den skaber høj involvering af subjektet. Her adskiller definitionerne sig altså på en måde hvor det bliver klart, at Jantzen 2013 og Csikszentmihalyi 1991 ikke definerer oplevelser fuldkommen ens. Her vil vi fremlægge en alternativ forståelse af relationen mellem begreberne, for bedre at kunne anvende dem i sammenhæng. Baseret på definitionen i Jantzen 2013, lader det til at 'oplevelse' refererer til et øjeblik hvor der sker et normbrud, hvilket resulterer i en ekstraordinær og mindeværdig oplevelse. Flow derimod, lader til i højere grad at være associeret med tilstanden 'at opleve', da der er fokus på hvad der kendetegner tilstanden, men ikke i så høj grad oprindelsen af den. Derfor kan vi sige, at vi anvender 'en oplevelse', som terminologi for den forventningsbrydende og ekstraordinære hændelse, som bryder med subjektets normer, og flow som en tilstand, der kan opstå ved subjektets involvering i en given aktivitet, hvilken kunne være en oplevelse. I relation til projektet kunne flow derfor være en god indikator for subjektets indlevelse i oplevelsen, hvilket som nævnt kan betyde at der er mulighed for forandring, forundring, og forvandling af subjektet. Dertil beskrives flow som værende den ideelle tilstand for læring (absorption), hvor subjektets evner og viden omkring aktiviteten indlæres hurtigere [Csikszentmihalyi 1991]. Derfor er der altså specielt stort potentiale for dygtiggørelse af BOS i forskellige aspekter, hvis vi kan skabe en oplevelse af flow. Som nævnt har vi ikke på nuværende tidspunkt besluttet anvendelsesmuligheden af en immersiv oplevelse til BOS, men disse teorier illustrerer et klart potentiale for forskellige anvendelser, skulle det lykkedes.

Forståelsen af begreberne: Immersion, tilstedeværelse, flow og oplevelse, mener vi er essentiel for at kunne målsætte designet af immersive oplevelser til BOS. De giver inspiration til hvordan oplevelsen kan designes, men også til hvilke nuancer det kunne være spændende at undersøge i de indledende faser af designprocessen. Hvordan vi målsætter oplevelsen, vil vi komme nærmere ind på senere i dette

kapitel.

## 2.5 Litteratur Review

I afsnit 2.2, diskutererede vi BOS's erkendelse af den fysiske verden, og deres begrænsninger for navigation. I nutiden er der dog flere digitale hjælpemidler som assisterer med netop navigation af både fysiske og virtuelle miljøer. Disse er vigtige at udforske med henblik på at forstå hvordan BOS's evner til navigation kan udnyttes i et eventuelt oplevelsesdesign. I dette afsnit vil vi derfor præsentere samt diskutere implikationerne af den nuværende forskning indenfor BOS's evne til at navigere i fysiske miljøer ved hjælp af XR teknologier, samt deres anvendelse til navigation i rent virtuelle miljøer. Denne viden anvender vi til at definere hvilke muligheder BOS har for navigation inden for en immersiv oplevelse, samt hvilke løsninger der allerede eksisterer for at imødekomme eventuelle problemstillinger ved navigation. De fundne løsninger skal desuden fungere som inspiration til udviklingen af et navigationssystem til oplevelsesdesignet i dette projekt.

Til litteratursøgning tager vi udgangspunkt i det kritiske litteratur review som beskrevet i Saunders et al. 2019, med det formål kritisk at udvælge, evaluere og kontekstualisere den eksisterende litteratur i forhold til emnet for dette projekt. Den fundne litteratur skal derefter anvendes til at identificere hvordan vi kan positionere os i forhold til at bidrage til den eksisterende forskning, samt at klargøre hvilke muligheder og begrænsninger der er for udvikling af et XR oplevelsesdesign til BOS.

### 2.5.1 Virtuelle navigationsmuligheder

Mennesker bruger de fleste af deres sanser til daglig navigation, men synet er vigtig for hurtig og effektiv navigation, hvorfor BOS som nævnt tidligere er unikt udfordrede ved denne opgave. De i stand til at navigere ud fra lyd, følelse, og hukommelse, men disse metoder resulterer ofte i langsom orientering eller kollisioner med objekter. Mange studier inden for blinde og VR undersøger derfor hvordan teknologien kan bruges til at kompensere for og forbedre blindes navigationsevne. I de forskellige forskningsprojekter er der blevet udviklet flere innovative navigationssystemer som gør blinde i stand til at navigere mere effektivt i både VR og i virkeligheden. Da vi forventer at designe en løsning som indeholder et aspekt af virtuel rummelighed, vil vi bruge den eksisterende forskning til at evaluere navigationsmulighederne med henblik på at kunne tage inspiration og potentielt anvende disse i et oplevelsesdesign.

Der er i de seneste år kommet fokus på anvendelsen af moderne teknologi til at øge tilgængeligheden af offentlige rum for mennesker med forskellige handicap. Blandt disse tiltag er der lavet forskellige navigationsløsninger til BOS som assisterer dem i at navigere i for eksempel storbyer, som kan være

kaotiske og svært overskuelige uden et visuelt overblik. Et eksempel på sådan en navigationsløsning er 'In Situ Audio Services (ISAS)' [Blum et al. 2013], som bruger offentlige tilgængelige interessepunkter, fra for eksempel Google Maps, til at fortælle brugeren retning på og distance til disse punkter gennem en smartphone. Dette gør den ved hjælp af lyd der gives gennem et par øretelefoner som brugeren har på. Lydende gives baseret på en af to settings: Enten fungerer den som en radar, hvor lyden gives når en roterende scanner rammer et interessepunkt. Alternativt kan den fungere med samme princip som en sonar, hvor der udsendes en bølge fra brugeren, og lyden afspilles når bølgen rammer et interessepunkt. Den betydelige forskel mellem disse er at radaren giver en bedre forståelse af retning, men giver ofte information om interessepunkter som er irrelevante for brugeren, fordi de ligger for langt væk. Sonaren giver derimod information om interessepunkter baseret på distance, hvilket betyder at brugeren modtager information om de tætteste punkter først, og derved sikrer positionsmæssig relevans [Blum et al. 2013]. Denne løsning er fokuseret på udendørs navigation over længere distancer, og er derfor mere tilegnet makronavigation, da den stadig ikke kan fortælle om der er forhindringer i brugerens umiddelbare nærhed. En løsning til mikronavigation kan dog findes i produkter som 'Arianna+' [Valvo et al. 2021], som assisterer i navigation af både udendørs og indendørs rum. På samme måde som ISAS, bruger systemet en smartphone, men i stedet for GPS, anvender Arianna+ kameraet til at identificere og kortlægge rum ved hjælp af maskinlæring. Dette betyder at den kan give auditiv feedback så brugeren ved hvor de kan gå og hvor de ville støde ind i objekter såsom vægge eller møbler. Løsningen virker til mikronavigation, og er specielt egnet til indendørs rum, hvor navigation ofte kræver en stor grad af præcision for at undgå kollisioner [Valvo et al. 2021]. Selvom de to løsninger er designede til navigation i den fysiske virkelighed, er der mulighed for at implementere både ISAS og Arianna+ i virtuelle rum, da interessepunkter i en virtuel miljø allerede vil være kodede, og systemet derfor nemt kan implementeres. Dog er effektiviteten af en virtuel version usikker, da løsningerne kun er testet i den fysiske verden.

Der er også lavet navigationsløsninger som er specifik designede til navigation af virtuelle rum. Det første eksempel på dette er 'The Canetroller' [Zhao et al. 2018], som er en VR controller der tager inspiration fra blindestokken. Stokken stopper fysisk via en taljemonteret motor når den møder et virtuelt objekt. Derudover vibrerer canetrolleren når den bevæges langs visse overflader, og spiller forskellige lyde afhængigt af hvilken genstand stokken rammer eller stryger mod. Dette tillader brugeren at lokalisere objekter og få input i form af teksturer og lyde som for eksempel kan kommunikere typen af objekt som brugeren rammer med stokken. Studiet viser et stort potentiale for denne type navigation i VR, da 8 ud af 9 subjekter lykkedes i korrekt at kortlægge et indendørs rum, og 6 ud af de 9 et udendørs rum [Zhao et al. 2018]. Et lignende studie med samme navigationskoncept viste ligeledes at 7 ud af 8 subjekter var i stand til at kortlægge et indendørs rum [Siu et al. 2020]. I begge studier udviste subjekterne desuden en større grad af indlevelse i det virtuelle rum. Hvis både immersion og

præcisionsnavigation i mindre rum viser sig at være fokuspunkt for en virtuel oplevelse, kunne denne navigationsløsning være fordelagtig at anvende.

Næste eksempel er 'Homere' systemet [Lecuyer et al. 2003], hvilket er en multimodal VR oplevelse til BOS. Systemet bestod af fire forskellige former for feedback som orienterede subjektet om position og retning. En af de fire stimuli var lignende Canetrollerens haptiske funktioner [Zhao et al. 2018], en anden var audio, den tredje var en termisk varmeanhed og den fjerde en synsforstærker. De forskellige stimuli tillod subjektet korrekt at vurdere retning og identificere objekter, hvilket understøtter tesen om at navigation i VR har potentiale. Dog har artiklen flere svagheder, idet den satte subjektet på en lineær sti frem for i et 3D rum, hvilket betyder at den ikke kan indikere hvorvidt subjektet selv kunne navigere, men snarere om de kunne orientere sig på den rute de blev sat på. Derudover var alle evalueringstests af systemet uformelle, hvilket betyder at resultaterne er baserede på forfatternes umiddelbare erindringer. Mens det er interessant at de har inkluderet en termisk opvarmning til at indikerer solens retning, viste det sig at kun få subjekter brugte den under navigationen [Lecuyer et al. 2003]. Fra dette kan det ses at indlevelsen i VR oplevelsen reduceres ved at begrænse subjektets bevægelsesfrihed, samt at haptik og audio er de mest effektive feedback muligheder til succesfuld orientering ud af de fire.

Et andet koncept til navigation i virtuelle rum kan ses i 'The EyeCane' [Maidenbaum et al. 2013]. Dette virtuelle navigationsværktøj bruger en konstant lyd som bliver højere eller lavere baseret på subjektets afstand til det objekt de kigger imod. Et studie i gennemførligheden af forskellige virtuelle baner for BOS viste at blinde subjekter kunne navigere i smalle og snørklede korridorer med næsten samme hastighed og med kun enkelte flere kollisioner end en seende kontrolgruppe som blev givet samme opgave [Maidenbaum et al. 2013]. I dette studie er der ikke tale om VR, men blot et 3D virtuelt rum med en karakter som styres ved en controller. Dog poserede forfatterne at konceptet havde potentiale for brug i den fysiske virkelighed, hvilket betyder at det samme gælder for VR, som er en simulation af den fysiske virkelighed.

Konceptet bag 'The Eyecane' [Maidenbaum et al. 2013] er også blevet testet i VR i Massiceti et al. 2018. Denne artikel testede to navigationsløsninger til blinde, hvor den ene fungerede lignende 'The Eyecane', hvor en konstant summende lyd indikerede afstand til objektet i subjektets synsretning. Det andet koncept involverede en simulering af ekkolokation, hvor subjektet ved et tryk på en knap kunne udsende en bølge af partikler i et 90x90 grader felt foran dem. Partiklerne udgav små pop når de kolliderede med objekter, hvilket gav subjektet en auditiv feedback på rummet. Begge navigationsværktøjer blev testet med en gruppe af seende mennesker med bind for øjnene, som gennemførte to forskellige baner, hvor den ene var en 'labyrint' hvor de skulle navigere gennem snørklede korridorer, og den anden en forhindringsbane, hvor de skulle undgå objekter placeret mellem dem og målet i en

lige korridor. De fandt her, at den summende lyd tillod hurtigere og mere målrettet navigation hos subjekterne, hvor ekkolokationen tillod en bedre forståelse af rummeligheden i forhold til former og vinkler. Forsøget viser dermed at de to navigationsformer har potentialer inden for forskellige navigationsformål, hvilket skal overvejes ved implementeringen af sådanne løsninger. Resultaterne af dette studie skal dog ses i konteksten af at det er seende mennesker som har gennemført banerne, og at det derfor er mennesker som ikke er vant til at støtte sig i så høj grad til høresansen. Det kunne derfor være relevant og interessant at teste om BOS's succesrate ved brug af navigationssystemerne.

Ud fra de præsenterede artikler er der en rig variation af forskning på navigation til blinde i både fysiske og virtuelle rum baseret på XR teknologier, hvilket indikerer et stort fokus på dette aspekt af inklusion af BOS. Vi vurderer derfor at vi ikke nødvendigvis ville kunne bidrage til den udvikling der allerede foregår, men i stedet tage inspiration fra de løsninger som allerede er blevet udformede for at anvende dem i en anden kontekst, hvilket i kontekst af dette projekt er et oplevelsesdesign.

### 2.5.2 Oplevelsesdesign

Ud fra litteraturen om navigationsløsninger til blinde konkluderes det, at rumlige oplevelser til blinde er mulige og realistiske at designe. Næste skridt er derfor at undersøge hvorvidt der er lavet forskning på hvilke oplevelser blinde reagerer positivt på, og hvordan disse kan designes for at skabe den bedste oplevelse. På dette område er der en væsentlig færre mængde litteratur, hvorfor vi har udvidet søgningen til at inkludere oplevelser som ikke nødvendigvis er rumlige, men stadig er virtuelle.

Under litteratursøgning af oplevelser til BOS stødte vi ofte på temaer om 'erstatning' og 'kompensation'. Dette indikerer et fokus på erstatningsværktøjer, som skal hjælpe dem til at kunne tilgå de samme oplevelser som seende. For eksempel er der lavet et forskningsprojekt om at gøre VR mere tilgængeligt for svagsynede, hvilket resulterede i 'SeeingVR' [Zhao et al. 2019], et stykke software som forstørrer visuelle elementer af en VR oplevelse, sådan at nogle oplevelser gøres mere tilgængelige for svagsynede. Et andet forskningsprojekt undersøgte hvordan musik kunne frembringe visuelle billeder hos blinde, og på den måde kompensere for deres manglende syn [Abboud et al. 2014]. Fælles for begge disse artikler er, at de har fokus på at give BOS adgang til oplevelser som ellers er forbeholdt seende. Mens dette er et vigtigt skridt mod inklusion af mennesker med synshandicap i XR teknologier, er der ikke meget forskning på hvordan den gode oplevelse kan skabes til BOS, men snarere hvordan man kan give dem adgang til en oplevelse som seende anvender.

I denne forbindelse fandt vi et sæt artikler som argumenterede for at gøre en oplevelse 'tilsvarende' frem for 'tilgængelig'. Med dette menes der, at der under udviklingen af løsninger til inklusion af BOS blev taget udgangspunkt i at det ikke blot skulle være muligt for en blind at deltage i oplevelsen,

men at oplevelsen skulle være tilsvarende på tværs af synshandicap. Eksempler på løsninger hvor dette har været den vejledende filosofi kan ses i 'The Navstick' [Nair et al. 2021a], 'The RAD' [Smith og Nayar 2018], og 'The acoustic Minimap' [Nair et al. 2021b]. The NavStick er en løsning som blev udviklet til at hjælpe BOS med at navigere i 3D computerspil med henblik på så vidt som muligt at leve op til den seende oplevelse med samme spil. NavStick fungerer ved at bruge en 360° joystick til at pege rundt på objekter i spillet, som så bliver oplæst for spilleren. Dette adskiller sig fra de typiske navigationsværktøjer i 3D computerspil, som kun giver indikation af den korteste vej spilleren kan tage hen mod målet for spillet. Denne forskel er specielt betydelig for oplevelsen af spillet, da den har effekt på spillerens tilgang til udforskning af miljøet. Den direkte målrettede navigation tillader en blind person at gennemføre spillet, men har ikke samme oplevelsesværdi, da spilleren blot fortælles hvilken vej de skal gå frem for at udforske miljøet hvorefter de kan beslutte hvilken vej de vil gå. Modsat opfordrer NavStick til udforskning af miljøet, da spilleren selv er i kontrol over hvor de retter deres opmærksomhed. Denne samme tilgang til at give spilleren agens er brugt i 'The RAD' [Smith og Nayar 2018], hvilket er et navigationssystem til racer bilspil. Typisk gøres disse spil tilgængelige for blinde ved at have en stemme som fortæller hvordan spilleren skal dreje på kørebanen og hvornår, ligesom en traditionel bil-GPS ville gøre det. Dette fjerner dog på samme måde som den målrettede navigation i 3D spil spillerens agens, da deres success i spillet dikteres af hvor gode de er til at følge kommandoer. Dette prøvede en forskergruppe at udfordrer med RAD (Racing Auditory Display), som bruger audio til at kommunikere vejens kurvatur til spilleren gennem stereo lyd i forskellig panorering, toner og lydstyrker. Dette giver den blinde spiller en bedre rumlig forståelse af kørebanen, og gør at spilleren, i stedet for at få fortalt hvordan de skal køre, selv skal beslutte den mest effektive måde at køre på baseret på den auditive input. Disse to projekter beviser altså to ting: At tilgængelighed ikke nødvendigvis betyder at oplevelsen er tilsvarende, og at det er muligt at give BOS oplevelser som tilsvarende den seende oplevelse gennem innovative designs. Lignende kan også ses på Bredegaard Blindecenter, hvor vi fandt at beboerne var entusiastiske og passionerede omkring både at lytte til og producere radio, som ses i appendix B. Radio er også et eksempel på en oplevelse som er den samme for både seende og blinde. Den er tilsvarende uafhængigt af evnen til at se, hvilket måske kunne være årsagen til at mange BOS finder det interessant og stimulerende.

Ud fra litteraturen ser vi et stort fokus på systemer som skal kompensere for BOS's manglende synssans, men der anskues en mangel på løsninger som søger at skabe den gode oplevelse for BOS. Ligeledes bliver der i den eksisterende forskning hovedsageligt fokuseret på hvordan navigationssystemer øger evne og præstation, men der er færre undersøgelser af hvordan systemerne opleves for brugeren. Det er derfor interessant for os at undersøge hvilke navigationsløsninger der giver BOS den immersion og tilstedeværelse et virtuelt 3D rum, da dette vil være essentielt i designet af en immersiv virtuel oplevelse til BOS.

## 2.6 Computerspil til blinde og svagsynede

I foregående afsnit blev der identificeret et begrænset fokus indenfor litteraturen på at skabe oplevelser til BOS. Af den grund valgte vi at udvide vores søgning til spilindustriens udvikling af oplevelser til BOS, i forventningen om at kunne opnå indsigt til designvalg som er gjort med henblik på inklusionene af denne målgruppe. Her fandt vi at interaktive oplevelser som computerspil var relevante at undersøge qua deres ligheder med immersive XR teknologier, som ofte indeholder interaktive elementer. Her udforsker vi også hvilke tiltag der er gjort for tilgængeligheden inden for computerspil, ved at undersøge eksisterende guidelines der er opsat til design af computerspil på 2D skærme såvel som VR. Herunder undersøges hvilke krav der stilles til spilproducenternes udvikling af nye spil med hensyn til BOS. Derudover vil der blive sat fokus på hvordan BOS spiller computerspil for at få en dybere forståelse for hvilke spil der generelt tiltrækker BOS spillere. Derudover undersøger vi hvad kendskab BOS spillere har til XR, og hvilke barrierer de eventuelt ser ved at anvende teknologien.

### 2.6.1 Guidelines og tilgængelighedstiltag i computerspil

Ud over at anskue relevant litteratur, er det også relevant at undersøge hvilke tiltag virksomheder og organisationer foretager for at gøre computerspil tilgængelige for BOS. Eksempelvis udgiver forskellige organisationer design guidelines, der har til formål at assistere udviklere med at designe programmer og spil som er anvendelige for specifikke målgrupper. Nogle guidelines er generelle, som 'IGDA Game Accessibility SIG' [Chiasson et al. 2021], der har samlet en top 10 liste i forbindelse med Global Accessibility Awareness Day 2021. Listen omhandler forskellige emner inden for tilgængelighed så som lyddesign, simplificering af controllere, kognitiv belastning med flere. Af visuelle aspekter nævner listen at hverken spillets miljø eller UI må være afhængig af farvesyn, at spillet skal kunne fungere på forskellige størrelser og typer af skærme, og at tekst skal være let læseligt [Chiasson et al. 2021, besøgt 17.03.23] [Heilemann et al. 2021]. En anden og mere detaljeret guideline er 'Gaming Accessibility Guidelines' (GAG) [Ellis et al., v][Heilemann et al. 2021]. GAG er inddelt i tre niveauer; basic, intermediate, og advanced, alt efter hvor lette tiltagene er at implementere, samt hvor inkluderende de er. Derudover inddeles den efter kategorierne: Motorik (motor), kognitiv (cognitive), syn (vision), hørelse (hearing), tale (speech), og generel (general). Under kategorien 'syn', hvilken er mest relevant i kontekst af BOS, står følgende:

- Allow the font size to be adjusted
- Provide a pingable sonar-style audio map
- Provide pre-recorded voiceovers for all text, including menus and installers
- Provide a voiced GPS
- Allow easy orientation to / movement along compass points

- Ensure that all key actions can be carried out by digital controls (pads / keys / presses), with more complex input (eg. analogue, gesture) not required, and included only as supplementary / alternative input methods
- Ensure screenreader support, including menus and installers
- Use distinct sound / music design for all objects and events
- Simulate binaural recording
- Provide an audio description track

[Ellis et al., besøgt 17.03.23]

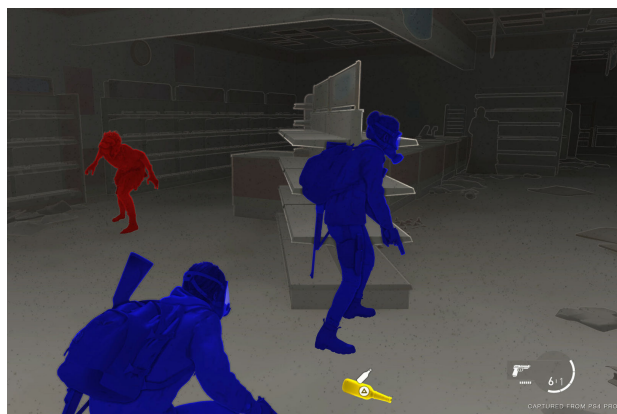
Det er ikke et krav at spiludviklere skal efterleve disse guidelines, og det har ikke været muligt at finde data der indikerer i hvilket omfang disse guidelines anvendes. Hardware producenter som Meta, der blandt andet producerer VR headset, udgiver også deres egne guidelines [Meta b, besøgt 20.03.23]. Disse hedder 'Meta Quest Virtual Reality Check (VRC) Guidelines' [Meta e, besøgt 20.03.23]. VRC'en er en liste med både krav og anbefalinger til spil og programmer, hvis disse skal kvalificere til at indgå på Metas Oculus app store [Meta d, besøgt 20.03.23]. Meta har også lavet en uddybende afsnit omhandlende tilgængelighed [Meta f, besøgt 20.03.23]. Denne indeholder 9 punkter omkring tilgængelighed [Meta e, besøgt 20.03.23]. Ingen af disse er krav for at kvalificere til udgivelse på Metas app store [Meta e, besøgt 20.03.23], men er blot anbefalinger til hvordan udviklere kan tilgængeliggøre deres spil hvis de ønsker det. Det kan virke forundrende at Meta ikke stiller krav til tilgængelighed i apps, da det ville sikre at BOS kunne anvende et større antal apps. Dette medfører at Meta lægger ansvaret for tilgængelighed over på udviklerne af disse apps, hvilket er problematisk af flere årsager. Thiel og Steed 2021 argumenterer at det vil stille for store krav til de små udviklere, der i visse tilfælde består af enkelte personer. I stedet foreslår de at der skal udvikles tilgængelighedsfunktioner på systemniveau [Thiel og Steed 2021]. Ved udvikling af tilgængelighedsfunktioner på systemniveau, kan man udarbejde et værktøj som kan genanvendes til adskillige apps. Theil & Steed sammenligner det med et par briller, der kan læse alle bøger i stedet for at lave specielle briller til hver individuel bog. I et vist udstræk var det netop dette som blev forsøgt med SeeingVR, en løsning der kan anvendes på tværs af programmer [Zhao et al. 2019][Thiel og Steed 2021]. Problemet med SeeingVR er dog at det på nuværende tidspunkt fungerer på 'game engine' niveau. Det vil sige at det kun fungerer til apps udviklet i Unity og ikke apps udviklet i andet software som for eksempel Source Engine [Source Developer Community, besøgt 20.03.23] eller Unreal Engine [Thiel og Steed 2021]. Ud over at lave tilgængelighedsfunktioner på systemniveau, foreslår Theil & Steed at lave funktionerne modulære og derved give brugerne mulighed for at skræddersy funktionerne til deres behov [Thiel og Steed 2021]. At lave tilgængelighedsfunktioner på systemniveau lægger ansvaret tilbage på hardwareproducenterne. Dette er dog ikke tilfældet indenfor VR på nuværende tidspunkt, hvilket betyder at hverken udviklere eller producenter tager ansvar for implementeringen af tilgængelighedstiltag.



Enkelte store spiludviklere har dog påtaget sig ansvaret og implementeret tilgængelighedstiltag i deres spil. Inden for VR har blandt andet udviklerne af 'Half-Life: Alex' [Valve Corporation, besøgt 20.03.23] og 'Job Simulator' [Owlchemy Labs, besøgt 20.03.23] begge implementeret undertekster samt tiltag for siddende spillere [Thiel og Steed 2021]. Inden for computerspil til 2D skærme er der særligt et spil der udmærker sig. Computerspillet 'The Last of Us Part II' har fået stor ros for at inkorporere en række forskellige assisterende muligheder for BOS. Eksempelvis en stor tydelig navigationspil eller et høj kontrast farvesystem, se figur 2.2 og 2.3.



**Figur 2.2.** Billede af Navigationsassisterende pil, fra computerspillet 'The Last of Us Part II' [Branco 2020].



**Figur 2.3.** Billede af højkontrast farvesystem, fra computerspillet 'The Last of Us Part II' [Branco 2020].

Derudover kan spillerne skræddersy deres spiloplevelse med forskellige muligheder for audio cues til forskellige formål, samt et udvalg af forskellige automatiserede udførsler af handlinger der ellers kræver syn [Branco 2020, besøgt 14.03.23]. Til en eventuel design proces af navigationsværktøjer i VR, vil det muligvis være relevant at analysere og tage inspiration fra de navigationstiltag der er blevet inkorporeret i 'The Last of Us Part II', som også kunne fungere i en VR kontekst. Udviklerne af 'The Last of Us Part II', viser at det er muligt at implementere modulære tilgængelighedsfunktioner, som påskønnes af BOS [Branco 2020, besøgt 14.03.23] [Saylor a, besøgt 22.03.23]. Det kan dog også siges, at mange af tilgængelighedsfunktionerne i 'The Last of Us Part II' kun gør spillet tilgængeligt for BOS, og ikke nødvendigvis giver en tilsvarende oplevelser. Dette kan ses ved for eksempel funktionen med at automatisere bestemte handlinger, sådan at spilleren ikke behøver at udføre dem for at progressere i spillet. Her gøre spillet tilgængeligt, men fordi spilleren ikke får lov at overkomme den satte udfordring, er oplevelsen af progression ikke den samme. Dette betyder ikke at spillets tilgængelighedsfunktioner ikke kan give blinde en god oplevelse med spillet, men blot at selv om spillet er tilgængeligt, vil BOS ikke kunne få den samme oplevelse som seende.

Vi ser altså her et problem i forhold til tilgængeligheden af videospil til BOS. Dette problem eksisterer i kontekst af VR både på individuel spilniveau, men også på systemniveaue, hvorfor det er særdeles

vanskeligt at designe spil til målgruppen, selv hvis dette var ønsket. Vi er derfor interesserede i at udforske hvordan vi kunne bidrage til tilgængeligheden af VR, eller andre XR teknologier ved at designe løsninger på både applikations- og systemniveau.

### 2.6.2 Blinde og svagsynede spillere

For at undersøge BOS's erfaring med computerspil og VR blev der foretaget et interview med Søren Jensen, som er gamer og født blind. Foruden en interesse i computerspil er han også interesseret i den nyeste teknologi til BOS, idet han underviser og rådgiver i anvendelsen af diverse hjælpemidler til blinde og virksomheder. Dette interview har været med til at danne grundlag for en forståelse af, hvordan det er at spille computerspil som blind. De udarbejdede spørgsmål til interviewet samt referat af interviewet kan ses i appendix C.

Under interviewet forklarede han hvordan han systematisk gennemgik spilmiljøerne samtidig med, at han i takt med øget kendskab til spillet udviklede en evne til at genkende, hvornår han skal udføre en bestemt handling. Dette kendskab er essentielt for at vide hvordan han skal navigere i spillet. Netop denne følelse af kontrol beskriver Søren Jensen som vigtig for en god oplevelse af et computerspil. Han forklarer derudover hvilken glæde han oplever ved gennemførelse af et spil udviklet til BOS, men at denne følelse er 5 gange mere intens hvis han lykkes med at gennemføre et almindeligt computerspil. Han har blandt andet gennemført 'God of War: Ragnarok' ved kun at få hjælp af en seende 3 gange under spillets forløb. På trods af at han er utrolig glad for, at have gennemført et almindeligt spil ærgrer det ham, at det var nødvendigt med hjælp fra en seende. Af denne grund har han også udarbejdet udførlige manualer på sin youtube-kanel, med et ønske om at gøre det muligt for flere BOS at kaste sig ud i gaming. Søren nævnte, at online fællesskaber, som for eksempel Audiogames.net [AudioGames.net, besøgt 08.03.23] ikke eksisterede da han begyndte at spille. Af denne grund opsøgte og etablerede han sit eget online fælleskab, ud fra en liste fra dansk blindesamfund og gennem MSN, hvor han fik kontakt til blinde gamere i hele verden.

Søren har et særdeles stort kendskab til computerspil, hvorimod VR stadig er meget ukendt for ham, hvilket skyldes at han oplever en ubalance mellem hans vurderede udbytte og tidsinverstering, det vil kræve at opnå kendskab til teknologien. Derfor har han vurderet, at det ikke er værd at investere hverken tid eller penge i VR på nuværende tidspunkt. Søren refererede, i kontekst af VR til blinde, til en anden blind gamer, Brandon Cole, der arbejder som tilgængelighedskonsulent inden for computerspil til blinde. Han bidrager med en unik indsigt til spiludvikling, og samtidig er han særdeles aktiv gennem sin blog, streams og taler, som han holder i forbindelse med events omkring gaming. Han er enormt engageret i dette felt, hvor han blandt andet har arbejdet som konsulent på computerspillet 'The Last

of Us Part II' og er ansvarlig for de mange implementerede funktioner i spillet [Cole a, besøgt 13.03.23]. Brandon Cole har i modsætning til Søren mere erfaring med VR. Da han prøvede 'Playstation VR', oplevede han potentialet i teknologien, men samtidig også visse udfordringer ved kalibreringen, idet hvert spil kræver forskellige opsætninger og anvendelse af headset og controllere. Dette fik ham til at konkludere at det dengang ikke var værd at bruge penge på for en blind, hvilket også er Søren's oplevelse i dag [Cole b, besøgt 13.03.23]. Brandon havde derimod en anden oplevelse med den efterfølgende version 'Playstation VR 2', hvor der er auditiv feedback for at gøre det muligt for blinde at kalibrere selv. Derudover oplever han generelt at 'text-to-speech' kan anvendes under opsætningen, hvilket gør det en del nemmere end hidtil. Dette kan eksempelvis anvendes til at forklare, hvordan headsettet skal monteres eller hvordan controllerne skal anvendes. Det er dog stadig nødvendigt at have assistance fra en seende til at konfigurere spilområdet, da en scanning af omgivelserne kun kan laves ved at pege headsettet i bestemte retninger vejledt af visuelle repræsentationer [Cole c, besøgt 13.03.23]. Med den udvikling Brandon Cole har oplevet ved 'Playstation VR' konkluderer han at VR har et potentiale til BOS. Søren Jensen er, på trods af ovennævnte pointer, stadig meget åben og nysgerrig overfor teknologien.

For at tage et mere generelt perspektiv, har Andrade et al. 2019 undersøgt BOS spilleres holdning til computerspil gennem spørgeskema besvaret af 17 BOS samt opfølgende interviews med 6 af respondenterne. Undersøgelserne har været med til at give et indblik i deres spilvaner, oplevelse af tilgængelighed, interaktionsformer og holdning til VR og AI. Nogle af de temaer de fremhævede var historiefortællingen, kompleksiteten og udforskning af spillets områder. Derudover var der én som påpegede at vedkommende godt kunne lide at kunne deltage i computerspil til seende.

I dette studie undersøger de også audio spil, hvilke er spil som kan spilles udelukkende baseret på lyd, men stadig indeholder interaktioner. Blandt interviewpersonerne, oplever 3 ud af 6 at der ikke er den store sammenhæng mellem historiefortællingen og spillerens opgaver i audio spil. Dette kan resultere i manglende kontrol over spillet, fordi fortællingen ikke afhænger betydeligt af de valg spillerne træffer gennem spillet. Denne kontrol er også noget Søren omtaler som en afgørende faktor når han spiller. Foruden den manglende interaktion med historiefortællingen i audio spil, har de også tendens til at være simple. I den sammenhæng udtaler en af respondenterne, at spillene ikke behøver at være simple for at være tilgængelige.

Studiet viste også at de gennem online platforme skabte spilfællesskaber med andre med samme handicap. Dette gjorde de for udveksling af spilerfaringer og anbefalinger til nye spil. Dette skaber desuden en base for social interaktion, hvor spillerne oftest spiller med andre fra den online fælleskab, frem for at spille alene [Andrade et al. 2019]. Dette indikerer ligesom besøgene på Blindecenter Bredegaard, at

blinde gerne opsøger og dyrker sociale fælleskaber omkring en given aktivitet, hvor der er en fælles forståelse for hinandens handicap.

Ingen af respondenterne havde erfaring med VR, men to af dem udtrykte at de var åbne og nysgerrige for at prøve det. Ved et opfølgende interview nævnte to andre respondenter et engagement for VR, hvor den ene ønskede et spil der kombinerede 3D lyd og head-tracking for at give den rumlige fornemmelse, mens den anden kunne forestille sig at head-tracking ville gøre det nemmere at orientere sig i et spilmiljø [Andrade et al. 2019]. Dette kan sammenlignes med Zhao et al. 2018, hvori de gav 7 BOS testpersoner en forklaring af VR, og derefter spurgte til deres interesse i teknologien. Hertil viste alle 7 stor interesse for VR, og håbede at de en dag kunne opleve VR til samme grad som seende.

I kontekst af AR, havde fire respondenter fra Andrade et al. 2019 kendskab til AR ud fra erfaring med spillet 'Pokémon Go', hvilket de havde svært ved at spille, fordi de oplevede det som utilgængeligt for dem. Dette var på trods af at en af respondenterne havde prøvet spillet med 'text-to-speech'. Samme respondent siger at de er bekymrede for om BOS bliver glemt i takt med AR og VR bliver mere og mere udbredt [Andrade et al. 2019].

Dette indikerer at BOS har et ønske om at kunne anvende VR med tilgængelighedstiltag, der ikke går på kompromis med kompleksiteten af spillet samt deres følelse af kontrol. Endvidere kan vi se at der er et potentiale for at skabe sociale platforme for blinde i konteksten af online spil, hvilket vi tidligere identificerede som et essentielt behov for BOS. Derfor er vi interesserede i at udforske potentialerne for VR som potentielt nyt oplevelsesmedie for BOS, da målgruppen selv har motivation for og ser potentiale i dette.

## 2.7 Opsummering af problemanalyse

Følgende er en opsummering af de forskellige læringer vi har opnået i løbet af problemanalysen, og hvordan disse guider vores videre tilgang til designet af en immersiv oplevelse til BOS. Dette vil komme til udtryk i slutningen af dette afsnit, hvor vi vil præsentere problemformuleringen som vil være retningsgivende for projektets videre forløb.

Ud fra besøget på Blindecener Bredegaard, interviewet med Søren Jensen og den generelle research af BOS's erfaringer med hverdagen og oplevelser med spil har vi lært at BOS har behov for unikke oplevelser, som stimulere dem socialt og intellektuelt. Derudover har vi fundet ud af at de har unikke udfordringer i forhold til erkendelse af verden og derved også navigation. Endvidere har målgruppen unikke behov og lyster, som følelsen af autonomi, fornemmelsen af Ilinx, samt fascination med lyd og

berøring.

Ud fra problemanalysen kan det udledes at der er et manglende fokus på tilgængelighed for BOS når det kommer til immersive oplevelsesteknologier som VR og AR, samt generelt indenfor computer-spilsindustrien. Dertil har vi set hvordan det er muligt at skabe navigationssystemer og oplevelser som imødekommer de udfordringer BOS har med anvendelse af teknologi. Vi anskuer derfor, at der på samme måde som der tidligere er gjort med andre teknologier, må kunne designes løsninger som gør oplevelserne i VR, AR og XR i mindste fald tilgængelige og i bedste fald tilsvarende. På baggrund af interessen for VR blandt BOS, beskrevet i afsnit 2.6.2, samt litteraturen beskrevet i afsnit 2.5, ser vi at der er potentiale og interesse for denne teknologi til BOS. Vi vælger derfor at tage udgangspunkt i VR i vores videre undersøgelse af XR teknologier, da vi vurderer denne som den mest modne og relevante i relation til målgruppen.

For at danne et overblik over de forskellige indsigter denne problemanalyse har resulteret i, har vi herunder samlet individuelle indsigter i kontekst af det afsnit de bliver diskuteret i.

| Afsnit                                                                    | Indsigter                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Blinde og svagsynedes erfaring                                            | <p>BOS har behov for følelse af autonomi</p> <p>BOS har behov for social interaktion</p> <p>BOS har behov for kropslig kontakt</p> <p>BOS nyder sensationer af bevægelse og ilinx</p> <p>BOS associerer menneskers og rums duft med identitet</p> <p>BOS oplever tryghed ud fra permanensen af fysiske objekter</p> |
| Review af faglitteratur om navigation i og oplevelse af virtuelle miljøer | <p>BOS har mulighed for rumlig navigation i virtuelle miljøer</p> <p>Inklusion af BOS i oplevelsesdesign burde målrettes den tilsvarende oplevelse frem for en tilgængelig oplevelse</p>                                                                                                                            |
| Computerspil til blinde og svagsynede                                     | <p>Der er en begrænset vilje til at implementere tilgængelighedstiltag til BOS i computerspil</p> <p>Spil til BOS bør have et passende kompleksitetsniveau</p> <p>Tilgængelige spil kan forudsætte social sammenhold på online platforme</p> <p>BOS er generelt nysgerrige på VR teknologi</p>                      |

Baseret på disse indsigter, poserer vi, at en immersiv Virtual Reality (VR) oplevelse kunne være gavnlig til at omfavne en række af de identificerede udfordringer og behov for BOS. Som tidligere nævnt er VR i stand til at skabe mere immersive oplevelser end hidtil før, hvilket skaber en hel unik platform for oplevelse. Dog vides det ikke, om den samme grad af tilstedeværelse er opnåelig uden synet, hvorfor det er spændende at undersøge om BOS kan opleve samme grad af tilstedeværelse i VR, og i så fald hvordan. Derudover er VR et medie som kan simulere virkeligheden, hvorfor det virtuelle miljø interageres med primært gennem bevægelse, og derfor stimulerer fysisk aktivitet. VR vil derved have større potentiale for Ilinx, som kun bliver stærkere når det kombineres med virtuel tilstedeværelse, hvilket snyder sanserne til at have fysiske kropslige reaktioner som påvirker kontrol af kroppen. Dernæst ved

vi at immersion, som er et komponent af tilstedeværelse, også skaber baggrund for oplevelsen af flow, hvilken er effektiv til at skabe motiverende og positive oplevelser. Vi lærte desuden, at BOS spillere ofte savner et motiverende udfordringsniveau i spil, da de ofte er designede til seende, og derfor er for svære. Derudover undervurderes BOS's evner ofte, hvilket betyder at spil designede til dem er for nemme. En VR oplevelse skal derfor have et passende kompleksitetsniveau, hvilket kunne øge motivation for oplevelsen. Dette er også et komponent af flow, hvorfor vi ser en relevans for at implementere dette som en del af et oplevelsesdesign.

Vi har derfor besluttet at fokusere på immersive oplevelser som skaber tilstedeværelse uden brugen af visuelle stimuli. Dette er på baggrund af, at vi gerne vil undersøge hvordan BOS oplever tilstedeværelse i virtuelle miljøer, og på samme tid udforske tilgængeligheden af VR som oplevelsesteknologi for BOS.

### 2.7.1 Definition af målgruppe

Indtil nu har vi i projektet både foretaget observationsstudie på Blindecenter Bredegaard og undersøgt litteratur, der relaterer sig til både blinde og svagsynede. På nuværende tidspunkt og i relation til problemformuleringen har vi valgt at definere målgruppen for en sådan oplevelse til neurotypiske blinde. Dette vil sige, at vi begrænser os til blinde individer i videre undersøgelser, og ikke vil inkludere svagsynede. Dette har vi valgt, da vi gerne vil inkludere begge målgrupper. Derfor går vi ud fra blinde, som har det mere begrænsende handicap af de to grupper, for at sikre at dem som har de sværeste forudsætninger kan bruge det. Dertil antages det at mennesker med en mindre alvorlig synsnedsættelse også kan anvende designet. Vi har desuden valgt at rette designprocessen mod neurotypiske blinde, da vi frygter at vi ikke vil være i stand til at varetage kompleksiteterne ved undersøgelse af neurodivergente blinde.

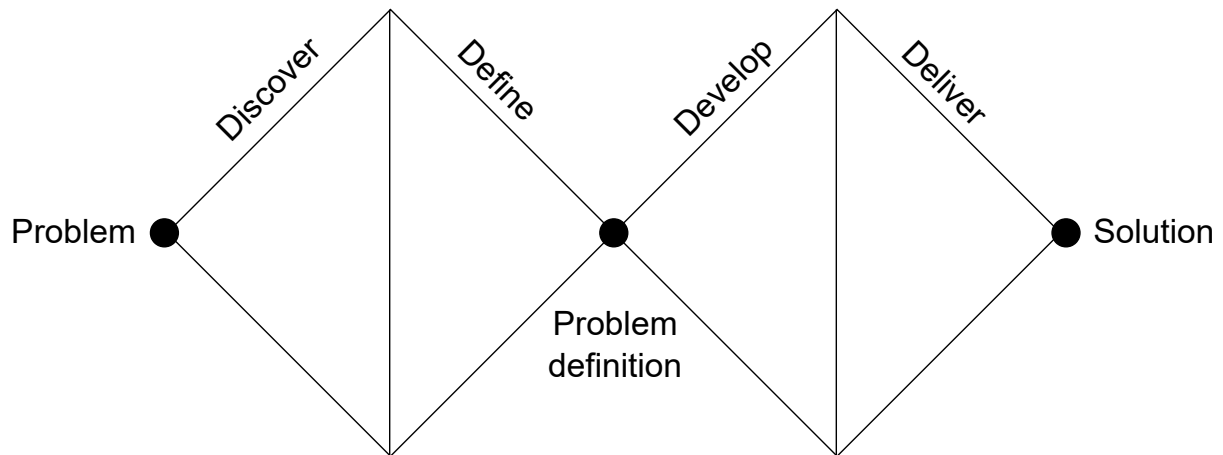
### 2.7.2 Problemformulering

De ovenstående læringer om problemfeltet og den valgte afgrænsning, leder os til at stille følgende problemformulering:

*Hvordan kan vi designe en virtual reality oplevelse, som er anvendelig af blinde uafhængig af ekstern assistance, og giver dem en oplevelse af immersion, tilstedeværelse og flow?*

### 2.7.3 Strukturering af designprocess

Vores fremgangsmåde for designprocessen tager udgangspunkt i designprocessmodellen 'Double Diamond', som er en model for design som involverer fire faser: Discover, define, develop, og deliver [Københavns Universitet, besøgt 23.03.23], som ses ud fra figur 2.4.



**Figur 2.4.** Double Diamond Designprocesmodellen.

Modellen har til formål at sikre at brugere involveres til at definere designkriterier på baggrund af en problemstilling, der undersøges i samarbejde med målgruppen. Dette kommer primært til udtryk i de første to faser, discover og define, som fokuserer på indsamling af data om målgruppen og problemet, for derefter at kondensere denne data ned til et sæt konkrete designmål og -udfordringer. Denne kaldes også problemdefinitionen. I forlængelse af disse kommer de sidste to faser, develop og deliver, som fokuserer på udviklingen af et koncept og en prototype for designet, hvilket testes med målgruppen med henblik på at evaluere og udvikle videre mod et endeligt produkt. Ved hver overgang til en ny fase vil vi gå nærmere i dybden med hvordan hvert trin realiseres i designprocessen i dette projekt.

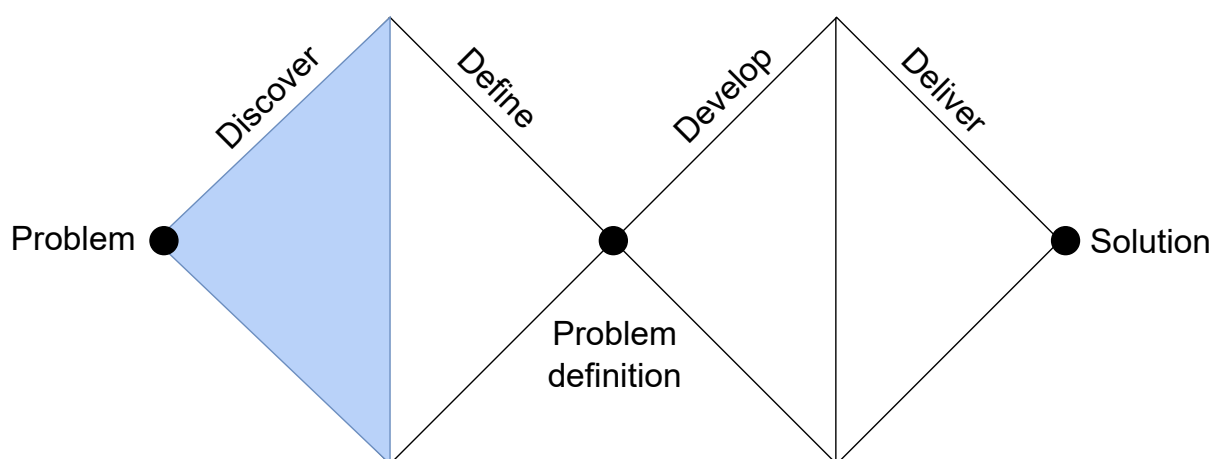


# Undersøgelse af VR applikationer 3

---

Som første del af designprocessen vil vi undersøge problemet nærmere ved at indsamle yderligere viden om målgruppen. Derfor vil vi afholde en undersøgelse af eksisterende VR applikationer med Søren Jensen, som er ekspert i brugen af IT systemer og videospil som blind.

Med dette påbegynder vi den første fase af Double Diamond modellen, hvilken har til formål at undersøge problemet som beskrevet i problemformuleringen. Ud fra figur 3.1 illustrerer den blå markering at første fase påbegyndes.



**Figur 3.1.** Double Diamond Designprocesmodellen: Discover.

Formålet med denne undersøgelse er derfor at undersøge hvordan vi bedst kan designe til målene i problemformuleringen. Dette betyder at vi fokuserer på hvordan blinde oplever immersion og hvad der skal til for at han selvstændigt kan anvende teknologien. Dette vil vi gøre ved afprøvning af den nuværende VR teknologi gennem eksisterende VR applikationer. Følgende er en beskrivelse af den teknologi og de applikationer vi udvalgte til afprøvning, samt rationale for hvorfor disse er relevante til test af oplevelsen af immersion og tilgængelighed hos blinde.

Undersøgelsen består af to dele, hvor den første er en session med Søren Jensen som spiller et kendt computerspil, og den anden er en test af 4 eksisterende VR applikationer med Søren, efterfulgt af

interviews. Herefter introducerer vi vores metodologiske udgangspunkt for undersøgelsen, hvorefter vi går i dybden med præsentationer af de konkrete metoder for både udvælgelse af VR applikationer og indsamling af data under undersøgelsen. I valget af VR applikationerne er vi interesserede i specielt at undersøge hvordan lyddesignet påvirker immersion, da forventer at dette vil have den største effekt. Dette baserer vi på vores besøg på Bredegaard som præsenteret i afsnit 2.2, hvor beboerne brugte musik og lyd til at lukke sig inde i deres egne verdener. Derfor vil vi inden vi præsenterer applikationerne introducere teori bag lyddesign med henblik på at skabe en dybere forståelse af hvordan et 3D lydbillede genskabes, samt hvilke metoder der ville være interessante at undersøge.

### 3.1 Rekruttering

Som det første trin i designet af undersøgelsen, skulle vi nødvendigvis rekruttere informanter. Til dette tog vi udgangspunkt i rekruteringsmetoden 'purposive sampling'. Denne rekruteringsmetode tager udgangspunkt i problemformuleringen, og har til hensigt at opsøge den eller de informanter som vi vurderer vil have det største bidrag til besvarelsen af problemformuleringen [Bryman et al. 2021]. Det kan virke indlysende, at de valgte informanter skal bidrage med viden til besvarelse af problemformuleringen, men det indebærer også et bias, fordi vi som forskere udvælger den eller de personer som skal informere den viden vi skaber. Vi kan derved ubevidst komme til at udelukke viden, som kunne være fundet ved for eksempel en randomiseret rekruttering [Bryman et al. 2021]. Vi vurderer dog at det højest mulig udbytte af undersøgelsen opnåes ved udvælgelse af informanter. Således at der anvendes de bedst mulige tilgængelige informanter til formålet.

På baggrund af den valgte metode er Søren Jensen, som vi også interviewede under problemanalysen, blevet rekrutteret som informant. Søren er som nævnt blind gamer, hvilket betyder at han har kendskab til og viden om hvordan han som blind kan interagere med moderne oplevelsesteknologier. Vi forventer at dette vil give ham en unik evne til at evaluere VR oplevelser, da han ikke blot kan fortælle os når noget ikke virker, men måske også hvorfor det ikke virker, og hvordan en alternativ løsning kunne udformes. Søren Jensen er altså i kontekst af vores undersøgelse en ekspert informant, men også en del af målgruppen. Vi har desuden valgt kun at teste med Søren, da vi har en interesse i at teste et bredt udvalg af VR applikationer, og stadig have muligheden for at udforske disse i dybden. Dette betyder, at hver person som skal undersøges vil kræve en betydelig tidsinvestering fra os. Vi har derfor valgt at fokusere på at teste med den bedst mulige informant vi har haft til rådighed.

Det er dog en ulempe at have en enkelt informant i det omfang, at vi ikke kan være sikre på at Søren's oplevelse af de forskellige VR applikationer vil være den samme som for andre blinde. Vi er i løbet af

undersøgelsen bevidste om dette, hvorfor vi tager højde for at Søren kan være tilbøjelig til en holdning som ikke nødvendigvis deles af andre BOS. Vi vil dog samtidig argumentere for, at siden Søren arbejder med formidling og kommunikation af moderne teknologi til andre BOS, at han er unikt kvalificeret til at varetage andre BOS' holdninger vedrørende brug af moderne teknologi.

Ved rekruttering af Søren har vi desuden gjort overvejelser omkring omstændighederne for undersøgelsen. Ved undersøgelser af hvordan et menneske udfører bestemte handlinger, er det vigtigt at forudsætte et miljø som tillader informanten at sige og handle som de plejer. Dette gøres mest effektivt ved at sikre trygge rammer for undersøgelsen. Ved etnografiske undersøgelser anbefaler Blomberg et al. 1993 så vidt som muligt at afholde disse i subjektets naturlige settings, da dette indbyder til en mere naturlig opførsel [Blomberg et al. 1993]. Dertil omtaler Brinkmann og Tanggaard 2022, at det er fordelagtigt hvis interviews udføres i omgivelser hvor interviewpersonen kan slappe af, og derved være mere tilbøjelig til at give autentiske svar [Brinkmann og Tanggaard 2022]. Vi foreslog derfor for Søren at vi kunne afholde testen i hans eget hjem, netop for at sikre en høj grad af tryghed hos Søren, som kunne give en følelse af at være på hjemmebane under undersøgelsen. Vi forsøger desuden at gøre stemningen under testen så socialt behagelig som mulig, og tager blandt andet eftermiddagskage med til undersøgelsen. Det skal dog nævnes at det vil være første gang at vi møder Søren fysisk, og at der derfor kan opstå en ubehag, når vi indtager hans hjem som forskere der er interesserede i at afprøve en ukendt teknologi med ham. Dog forventer vi stadig at vores tiltag for at skabe tryghed bidrager til en tryk setting hvor Søren kan dele sine holdninger uden at filtrere dem. Vi ser dette som vigtigt for at observere Søren som han plejer at handle, idet han er i vante omgivelser. Hvis vi lykkes i at skabe et miljø hvor han handler så tro mod hans sædvanlige adfærd, forventer vi at dette øger kvaliteten af den indsamlede data.

Søren, som er informant for denne undersøgelse, er blindfødt, hvilket betyder at vi for at forstå hans livsverden bliver nødt til at så vidt som muligt at tilsidesætte vores egne konceptioner af verdenen, og bruge vores viden om BOS til at vurdere hvordan undersøgelsen skal designes, sådan at den afgiver mest mulig viden omkring problemstillingen. Dette er vi bevidste om i designet af denne undersøgelse, hvilket vi vil beskrive nærmere i de kommende præsentationer af metode. I relation til dette kan vi også sige, baseret på litteratur præsenteret i problemanalysen [Pare et al. 2021] [Postma et al. 2007], som viste at uanset hvornår en person blev blind, har de samme evne til navigation baseret på lyd. Derfor kan vi også sige, at Søren kan agere som repræsentant både for blindfødte samt mennesker som er blevet blind senere i livet.

## 3.2 Lyd i et 3D miljø

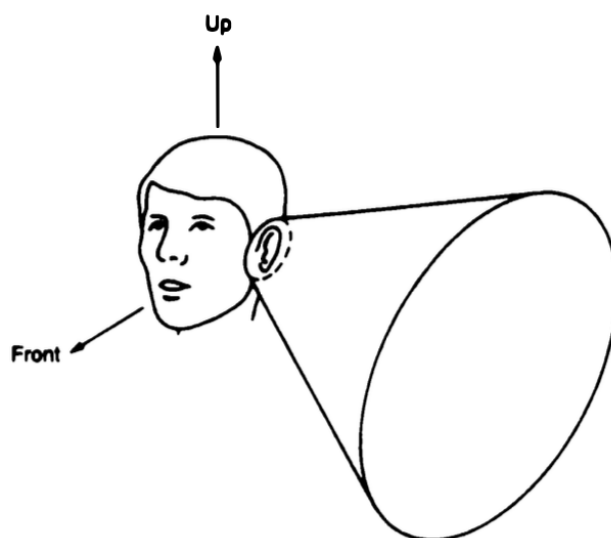
Som vi fandt ud af i kapitel 2.2, er lyd et ofte anvendt virkemiddel til at underholde og skabe oplevelser for BOS. Derfor vurderer vi det som relevant at forstå hvordan lyd simuleres i en virtuel 3D oplevelse. Derfor redegør vi her for hvilke elementer der påvirker audio perception i et 3D miljø, da vi forventer at dette kan hjælpe til at forstå hvordan dette differentiere sig fra audio perception i den virkelige verden. Derudover gør det os i stand til at analysere og vurdere VR oplevelser på baggrund af denne dybere forståelse af hvordan lyden designes til 3D virtuelle miljøer, samt hvordan det perciperes af brugeren. Derfor gennemgår vi herunder principper for fortolkning af auditiv lokalisering, og kommenterer på hvordan viden omkring disse informerer tilgangen til et 3D lyddesign.

Auditiv lokalisering er evnen til at bestemme hvor en lyd oprinder fra [Moore 2013, s. 245]. Der er flere aspekter der bidrager til menneskets evne til at lokalisere lyd. Der er to essentielle aspekter af lokalisering i det horisontale plan, interaural time difference (ITD) og interaural level difference (ILD) [Moore 2013, s. 247]. ITD er menneskets evne til at påskønne tidsforskellen mellem en lyd rammer det ene og det andet øre. ILD er evnen til at kunne differentiere forskellen i intensitet af lyden på tværs af de to øre [Moore 2013, s. 247].

Udover fortolkning af ITD og ILD, kan mennesket også fortolke hvordan krop, hoved og pinna påvirker lyden. Disse filtrerer, forstærker og dæmper lyden forskelligt afhængigt af lydkildens retning, hvilket giver information om lydkildens position. Lyden vil påvirkes af krop, hoved, og pinna unikt for alle positioner lyden kan komme fra. Påvirkningen kan beskrives matematisk med 'head related transfer functions' (HRTF'er). HRTF'er bruges derved til at bestemme hvilken retning en lyd kommer fra, både horisontal og vertikal. Hvert individ har unikke HRTF'er, hvilke kan generaliseres, dog med et tab af nøjagtighed [Møller et al. 1996][Moore 2013, s.265]. HRTF'er bruges eksempelvis til at lave spatialised audio.

Perception og lokalisering af afstand baserer sig på intensitet af lyden og den perciperede loudness. Grundet afstandskvadratloven falder intensiteten af en lyd med øget afstand. Men intensitet af en lyd er ikke altid nok til at bestemme afstand. Foruden anden information vil det ikke være muligt at bestemme om en lyd er lav i intensitet fra oprindelse eller hvorvidt den er placeret langt væk. Derfor inddrages kontekst og genkendelige lyde, eksempelvis stemmer, som kan understøtte til vurdering af afstande, fordi vi er bekendte med den typiske intensitet af lydende. Relationen i intensitet og timingen af direkte og reflekterede lyde kan også være sigende for afstanden af en lydkilde. Yderligere kan der drages information ud af bevægelse, ILD, og høj frekvens dæmpning [Hook 2015, besøgt 24.04.23].

Der vil kunne opstå situationer hvor det vil være svært for en person at lokalisere en lyd. Eksempelvis findes der positioner som vil give den samme ITD uanset hvilken af disse positioner kilden befinder sig i. Dette er kendt som 'the cone of confusion', se figur 3.2 [Moore 2013, s. 262].



**Figur 3.2.** Figuren illustrerer 'the cone of confusion'. Keglen indikerer lokationer, hvor en lydkilde har samme ITD som andre lokationer på keglen [Moore 2013, s.262].

En nem løsning på dette problem er blot at dreje hovedet, da mængden af mulige positioner vil reduceres og lyden vil kunne lokaliseres. Derudover kan konteksten af situationen som lyden befinder sig i også være informerende. Eksempelvis vil lyde fra en hund sandsynligvis komme nede fra jorden og ikke oppe fra himlen, hvilket kan give kontekst for lokalisering af lyden. Bugtalereffekten, som er en illusion af lydkildes oprindelse baseret på visuelt input, kan også spille en rolle i computerspil og VR fordi vi vil allokere lyden som kommende fra den mest sandsynlige lydkilde. Som eksempel på dette er bugtaleren, hvor lydkilden er bugtaleren, men fordi vi ser en dukke bevæge munden efter lyden, vil hjernen fortolke lyden som oprindende derfra. Dette reducerer kravene til nøjagtigheden af lydkilder i et 3D virtuelt miljø, da et visuelt referencepunkt kan kompensere for en eventuel unøjagtighed. For blinde vil bugtalereffekten ikke gøre sig gældende hvilket stiller højere krav til nøjagtigheden af lydets gengivelse.

Alle de ovenstående aspekter af lyd og perceptionen deraf, bruges til at lokalisere lyd i et 3D miljø. Udfordringen for udviklere af VR oplevelser er at udnytte denne viden og genskabe disse auditive cues, med henblik på at ' snyde' spilleren til at percipere lyden som kommende fra forskellige positioner i et 3D miljø. Dette er muligt ved brug af spatialised audio, hvilket beskrives nedenfor.

### 3.2.1 Spatialised audio

For at skabe den immersive oplevelse i VR skal udviklerne efter bedste evne imitere de effekter der finder sted i den fysiske verden. Dette gøres med spatialised audio, der er baseret på HRTF'er [Meta c, besøgt 26.04.2023]. Denne spatialised lyd fungerer som et plugin til spiludviklingssoftware, eksempelvis Unity. Udvikleren kan dermed placere en monofonisk lydkilde i det virtuelle 3D miljø hvorefter et plugin, baseret på dataset med HRTF'er, vil beregne hvordan lyden skal gengives i spillerens høretelefoner. Det skal bemærkes at Meta oplyser at deres eget plugin antager at spilleren anvender høretelefoner [Meta c, besøgt 26.04.2023]. Hvorvidt dette gælder de indbyggede højttalere i deres Meta Quest 2 headset er dog uklart. Det er derfor usikkert om Metas plugin tager højde for crossover effekter. Dette er når lyden fra den højre højttaler også kan høres af det venstre øre og omvendt, hvilket ikke er tilfældet når brugeren har høretelefoner på.

Udover at anvende HRTF'er beregner Metas plugin også udbredelsen af lyd samt okklusion af lyden baseret på rumgeometrien og materialernes egenskaber i 3D miljøet [Meta c, besøgt 26.04.2023]. Metas plugin kan også justere lyden til at komme fra et større areal (volumetric), i tilfældet at lydkilden er et større objekt. Metas plugin behandler også lyde tættere end 1 meter som 'nearfield' og anvender derfor særlige approksimationer for diffraktion. Dette sikrer, at lyde inden for 1 meters afstand vil blive gengivet naturligt [Meta c, besøgt 26.04.2023].

Visse elementer som baggrundsmusik og lyde der bidrager til ambiance behøver ikke at være spacialised, blandt andet med henblik på at spare computerkraft. Meta påpeger i en keynote præsentation at lavfrekvente lyde heller ikke behøver at blive spatialised i samme omfang fordi der alligevel kan være svært at lokalisere [Hook 2015, besøgt 26.04.23].

### 3.2.2 Binaurale optagelser

En anden metode at skabe en immersiv oplevelse for blinde, kunne være binaurale optagelser. Konceptet med binaurale optagelser er at placere mikrofoner inde i ørekanalen på en person og derefter gengive lyden præcist som den blev optaget. Ved at placere mikrofonerne inde i ørekanalen vil lyden allerede være blevet påvirket af kroppens udformning (HRTF'er). Efterfølgende kan optagelsen tilpasses gengivelseskilden, typisk høretelefoner, og resultere i en næsten eksakt gengivelse af den oprindelige optagelse. Dette inkluderer alle de rummelige aspekter som ITD, ILD, HRTF'er, tidlige refleksioner og reverberationer [Møller et al. 1996]. Under kontrollerede forhold anvendes de binaurale optagelser derfor også til at beregne HRTF'er og udgør de datasæt som bruges til plugins i VR.

Den største begrænsning for binaurale optagelser er at optagelserne fungerer bedst til det individ mikrofonerne har siddet i under optagelsen. Kunsthoveder som Valdemar [Christensen et al. 2000] er en kunstig torso og hoved som forsøger at efterligne kroppens effekt på lyden (HRTF'er) og optage den med mikrofoner, placeret i ørekanalen. Optagelser vil dermed være generaliserede, med små afvigelser sammenlignet med en specialiseret optagelse og gengivelse til et specifikt individ.

Med egne binaurale optagelser var forsøgspersoner i stand til at lokalisere lyde på samme niveau som direkte lokalisering. Derimod begik forsøgspersonerne flere fejl i lokaliseringen ved binaurale optagelser fra andre forsøgspersoner [Møller et al. 1996, s. 463]. Dette indikerer, at lyd kvaliteten i forhold til retningsbestemmelse vil være mindre realistisk i konteksten af binaurale optagelser såvel som spatialised audio, hvis HRTF'erne ikke er tilpasset brugeren. Dog gav de individuelle optagelser hverken en 'in-the-head' placering eller påvirkning på perceptionen af afstand [Møller et al. 1996, s. 464].

Et andet aspekt af binaurale optagelser der kan påvirke den immersive oplevelse er 'headlock'. Hvis lytteren af en binaural optagelse drejer hovedet vil lydbilledet følge med, i stedet for at fastholde lydkildens lokation. Dette kan bryde den immersive oplevelse, da rotation af hovedet tilsvarende rotere retningen for lydkilden. Med henblik på at skabe en immersiv oplevelse kan binaurale optagelser dog give en detaljeret gengivelse af en auditiv begivenhed, men vil være begrænset i forhold til bevægelse.

### 3.2.3 Immersion med lyd

Som tidligere nævnt er der ingen tvivl om at VR kan skabe immersive oplevelser. Det er dog uvist om VR vil kunne give den samme immersive oplevelse hvis det visuelle aspekt af VR tages ud af ligningen. Umiddelbart er der to muligheder for mest effektivt at anvende lyd til at simulere et immersivt lydbillede. Spatialised audio gør det mulig at gøre lyden kongruent med hovedbevægelser og muliggør dermed interaktion med lyden. Det er dog endnu uvist hvorvidt dette er nok til at skabe en immersiv oplevelse for blinde. Dertil kan der stilles spørgsmålstegn ved lyd kvaliteten af spatialised audio i VR sammenlignet med binaurale optagelser. Givet at blinde har bedre evne til retningsbestemmelse af lyd, som set i Postma et al. 2007 og Pare et al. 2021, vil de muligvis være mere opmærksomme på eventuelle unøjagtigheder i lydbilledet.

I kontrast til VR, har binaurale optagelser enormt realistisk gengivelse af optagelser, men ikke muligheden for at rotere hovedet. De to metoder: VR og binaurale optagelser, har dermed forskellige tilgange til at skabe den immersive oplevelse med forskellige fordele og ulemper. VR har kongruent reaktiv lyd, men går på kompromis med lyd kvaliteten, hvorimod binaurale optagelser har høj lyd kvalitet, men giver afkald på bevægelsesfriheden. Hvilken af de to tilgange der er bedst til at

skabe en immersiv oplevelse for blinde, hvis overhovedet, er endnu usikkert. Derfor er vi interesserede i at undersøge potentialet for begge i undersøgelsen af eksisterende VR applikationer herunder, med henblik på at identificere hvilken metode har størst potentiale for at skabe en oplevelse af immersion og tilstedeværelse.

### 3.3 Udvalgte VR applikationer

Vi har som nævnt valgt at præsentere Søren for en række forskellige VR applikationer, som placerer brugeren i hvert sit virtuelle miljø. Ved udvælgelsen af disse applikationer har vi taget udgangspunkt i hvad vi lærte om BOS's under problemanalysen, blandt andet at socialt samvær, følelsen af ilinx, og autonomi vægtes højt hos målgruppen. Dette vil sige at vi har forsøgt at udvælge applikationer som inkluderer elementer af disse, og derfor kan bruges til at evaluere hvorvidt Søren finder disse interessante baseret på førnævnte. Det var derfor vigtigt at vi fandt applikationer som indeholdt et så bredt spænd af forskellige elementer til at vurdere hvad der virkede bedst for målgruppen. Her udforskede vi også applikationer med forskellige virkemidler til immersion, for at teste om der var nogen som virkede bedre til at skabe immersive virtuelle miljøer i kontekst af blinde.

Der var dog enkelte elementer som kunne have været effektive til at skabe immersion for blinde, som vi ikke har kunnet undersøge i denne test, grundet at vi ikke kunne få adgang til den nødvendige hardware eller software. For eksempel kunne vi ikke undersøge olfaktorisk perception, som vi fandt havde en påvirkning på hvordan identiteten af en person opfattedes af BOS i kapitel 2.2. Til dette fandt vi en artikel som beskrev implementeringen af dufte i virtual reality, baseret på aromaer i en enhed der sættes fast på VR controllerne [Niedenthal et al. 2023]. Med dette er det muligt at introducere visse dufte til det virtuelle miljø, og udgive dem ved bestemte interaktioner med henblik på at forstærke tilstedeværelsen i det virtuelle miljø. Vi var dog desværre ikke i stand til at anskaffe en sådan enhed, da de ikke er kommercielt tilgængelige, og ellers kræves at vi selv byggede dem ud fra 3D printede dele, hvilket vi valgte ikke at investere tid i. Det sidste element som vi ikke har haft mulighed for at undersøge, er om objekt permanens som resultat af haptisk stimuli kunne bidrage positivt til oplevelsen af det virtuelle miljø. Til dette findes der på nuværende tidspunkt haptiske handsker som kan simulere at gribe omkring et virtuelt objekt, ved at bruge motorer til at begrænse fingrenes bevægelsesfrihed når de klemmer om det virtuelle objekt, således at det stemmer overens. Derfor kunne denne teknologi potentielt skabe øget tilstedeværelse i det virtuelle miljø, da den blinde bruger ville kunne klemme om virtuelle elementer. Det er tilmed undersøgt om disse haptiske handsker kunne anvendes til at simulere social berøring i VR [Gallace og Girondini 2022], hvilket også kunne implementeres på baggrund af vores indsigter fra kapitel 2.2, hvor vi fandt at social berøring er en vigtig social funktion for BOS. Undersøgelsen af haptiske handsker ville dog kræve en større monetær investering, eller at vi selv



byggede handskerne ud fra 3D printede dele. Af samme årsag som den olfaktoriske simulation, valgte vi derfor at fravælge undersøgelsen af denne, og derved de tillæggende undersøgelselementer.

Efter afsøgning af VR applikationer som kunne være relevante at afprøve, vidste vi at det ikke ville være muligt at inkludere dem alle i afprøvning. Derfor eliminerede vi nogle af applikationerne baseret på hvor tilgængelige vi vurderede de var. Dette gjorde vi ved en egentest af applikationerne, hvor vi blindgjorde os selv under oplevelsen. Denne test blev gjort med gruppemedlemmer som havde været med til at finde applikationerne, hvorfor de havde en visuel forudforståelse af applikationen. Derfor blev det også blindtestet med et gruppemedlem som ikke havde prøvet VR før, for bedst muligt at simulere hvordan Søren ville opleve det. Som nævnt tidligere er det dog svært for os som seende at forstå den blinde livsverden, men vi forsøger i dette tilfælde at bruge vores viden omkring målgruppen, samt blindgøringen til at komme så tæt på en nøjagtig forståelse som muligt. Ud fra dette vurderede vi hvilke applikationer der var mest urealistiske for BOS at interagere med. Her udelukkede vi blandt andet skydespillet 'Superhot', som kræver hurtig og nøjagtig retningsbestemmelse af fjender og objekter, som ingen auditiv eller haptisk feedback havde. En anden applikation som blev udelukket var det historie-drevne spil 'Luna: A VR Story', som involverede interaktion ved talegenkendelse, hvor spilleren skal træffe valg i spillet ved at sige bestemte sætninger i VR headsettets mikrofon. Historien var dog meget visuelt informeret, og krævede at spilleren kunne oplæse de forskellige muligheder for tale som også kun blev præsenteret via tekst. Efter testen med blindgøring udvalgte vi fire forskellige VR oplevelser, som vi vurderede som de bedste til undersøgelse af forskellige elementer som kunne give blinde en god oplevelse, baseret på vores indsigter fra problemanalysen. Disse er: 'Richie's Plank Experience', 'Bait!', 'Notes on Blindness', og 'Forhøret'. Ved præsentationen af VR applikationerne gjorde vi det klart for Søren at det til hver en tid var muligt at tage en pause eller afbryde testen. Derudover sørgede vi for at italesætte de omkring liggende visuelleparametre for ham samt gjorde ham bekendt med de medbragte rekvisitter forud for forsøget. Oplevelserne vil blive beskrevet i mere detaljeret senere i dette afsnit, og i den sammenhæng hvilke elementer ved hver oplevelse som vi så som relevante for undersøgelse. Først præsenterer vi dog dataindsamlingsmetoderne som vi anvender ved test af applikationerne.

### 3.3.1 Dataindsamlingsmetoder

Som metoder for dataindsamling under undersøgelsen har vi valgt at anvende en kombination af det kvalitative interview og observationer. Til interviewet tager vi udgangspunkt i det semistrukturerede interview som beskrevet i Brinkmann og Tanggaard 2022. Vi tager den semistrukturerede tilgang til interviewet, da vi har nogle konkrete emner som vi gerne vil have belyst under undersøgelsen. Vi vil dog stadig gerne give os selv mulighed for at stille spørgsmål som de opstår under undersøgelsen, hvorfor interviewet ikke er fuldstændig struktureret. Vi vil afholde et interview efter test af hver applikation,

hvor vi vil spørge ind til Søren's oplevelse. Dette gør vi så Søren har bedst mulig forudsætning for at huske hans oplevelse. Vi har derfor udarbejdet fire interviewguides til hvert af de fire applikationer som testes. Disse inkluderer både forskningsspørgsmål, som er den forskningsinteresse der ligger til grund for spørgsmålet, og interviewspørgsmål, som er skrevet i et mere hverdagsnært sprog, men skal belyse forskningsspørgsmålene. Interviewguidene er designede til at undersøge hvorvidt de forskellige applikationer kan give en oplevelse som eventuelt opfylder en eller flere af de forskellige behov som identificeret i problemanalysen. Derudover undersøger vi hvorvidt applikationerne er immersive, og hvad deres potentielle oplevelsesmæssige værdi er for Søren.

For at undersøge immersion stiller vi spørgsmål omkring hvorvidt han følte sig til stede i det virtuelle miljø, om han glemte sin tilstedeværelse i den virkelige verden, og om han mistede fornemmelse af tiden. Disse tre spørgsmål er baserede på definitionen af immersion som præsenteret i afsnit 2.3, hvilken siger at disse tre faktorer er essentielle i at skabe immersion. Der findes andre dybdegående og omfattende spørgeskemaer for undersøgelse af immersion i forskellige kontekster, som set i for eksempel Jennett et al. 2008.. I denne artikel tages der udgangspunkt i spørgeskemaer omhandlende immersion i spil baseret på spørgeskemaundersøgelse. Vi bruger denne til inspiration for vores spørgsmål under interview, men grundet at vi har en enkelt informant, vurderede vi at det ikke ville give noget betydeligt bidrag at inkludere hele spørgeskemaet på nuværende tidspunkt, og i stedet udvalgte vi kun spørgsmål som vi fandt relevante. Dette ledte os til yderligere spørgsmål om immersion, som vi stiller til specifikke elementer i hver applikation.

For at undersøge den oplevelsesmæssige værdi i applikationerne, vil vi undersøge om han har momenter af ekstraordinær emotionel respons under interaktion med applikationerne. Dette betyder, at vi vil forsøge at vurdere Søren's følelsesmæssige reaktioner under undersøgelsen, hvilket er svært at gøre uden fortolkning fra vores side. Denne fortolkning kan ses med både fordele og ulemper for undersøgelsen. Ulempen ved overfortolkning, kunne være at vi ubevidst misfortolker, eller overfortolker Søren's handlinger og udsagn. Fortolkningen kan dog også være en styrke i, at vi kan fortolke hvorvidt Søren har en positiv eller negativ oplevelse, hvilket muliggør undersøgelsen af applikationernes affektive værdier. Vi vil i denne kontekst ikke udelukkende fortolke på Søren's handlinger, men også spørge ind til specifikke momenter der kunne være opstået. Derved har Søren mulighed for at be- eller afkræfte eventuelle fortolkninger af hans kropssprog, mimik eller handlinger. Derudover vil vi til hver applikation spørge, hvad hans overordnede vurdering af oplevelsen er. Dette skal give os en indsigt i Søren's affektive vurdering af oplevelsen, altså om den var god eller dårlig. Dette betyder også, at vi ikke forsøger at fortolke på specifikke emotioner, da vi i denne undersøgelse ikke er sikre i at kunne vurdere kompleksiteten i disse. Vi vurderer dog at vi i sammenspil mellem interview og observationer

vil være i stand til korrekt at undersøge Søren's affektive vurdering af de forskellige oplevelser. Til sidst spørger vi også ind til hvad Søren lægger særligt mærke til under oplevelsen. Dette spørgsmål tager udgangspunkt i 'peak/end' reglen, som siger at et subjekt efter en oplevelse vil huske den ud fra to øjeblikke under oplevelsen. Nemlig et øjeblik med særdeles høj emotionel investering, og slutningen af oplevelsen [Kahneman 1999]. Dette kan i kombination med Søren's god/dårlig vurdering fortælle os, om der var et moment under oplevelsen som gav Søren et forventningsbrud, og derfor hvilket øjeblik under oplevelsen der var særdeles positivt eller negativt. De konkrete interviewguides for hver applikation beskriver vi herefter i forlængelse af præsentationen af de fire applikationer som anvendes til testen.

Som supplement til hver af de semistrukturede interviews, vil vi observere Søren under hans interaktion med applikationerne. Observationer supplerer interviews ved at tillade os at se hvad han gør, og ikke blot hvad han siger at han gør. Ved at observere handlinger, kan vi få en større indsigt i de handlinger som han udfører, men måske ikke tænker på at nævne i sine udtalelser [Ylirisku og Buur 2007]. Der er dog en udfordring i at observere en bruger af VR udstyr, da vi ikke vil være i stand til at se hvad han 'ser', men kun hvordan han bevæger sig i den fysiske verden samt hvad han siger. Vi har derfor ingen baggrund for at se hvordan han interagerer med applikationen. Til at løse dette problem vil vi streame et 2D billede af hvad Søren 'ser' og hører til en computer, hvorpå vi kan følge med i hvad der foregår inde i VR headsettet.

Under både interviews og observationer vil vi optage undersøgelsen på henholdsvis lyd og video. Dette foregår ved stemmeoptagelse ved interviews, og ved optagelse af streamingen fra VR headsettet når Søren interagerer med applikationerne. Dette kræver dog Søren's tilladelse til optagelse af hans stemme, hvorfor vi spørger ham forud for påbegyndt optagelse. Vi har valgt at optage undersøgelsen med henblik på at sikre at der ikke er noget data som går tabt. I etnografiske undersøgelser, er ulempen ved observation uden optagelse nemlig, at det kan tage længere tid at notere observationer end de forekommer, hvilket betyder at observationer kan gå tabt [Ylirisku og Buur 2007]. Dette er specielt gældende for undersøgelser, hvori forskeren har mere end én rolle, ligesom i denne undersøgelse, hvor vi agerer både observatører, instruktører og IT-teknikere. Derudover kan nogle observationer være så diskrete, at de først observeres når forløbet ses gentagne gange eller i slowmotion [Ylirisku og Buur 2007]. Disse fejlkilder forventer vi også kunne gøre sig gældende for denne undersøgelse, hvorfor vi gerne vil komme dem i forkøbet ved at optage så meget af undersøgelsen som muligt, med henblik på at kunne gennemgå både interviews og Søren's interaktion med applikationerne efter undersøgelsens afslutning.

Inden påbegyndelse af dataindsamling informerede vi Søren verbalt om vores dataindsamlingsmetoder og spurgte om hans accept til at indsamle data. Søren gav sin accept til dette verbalt.

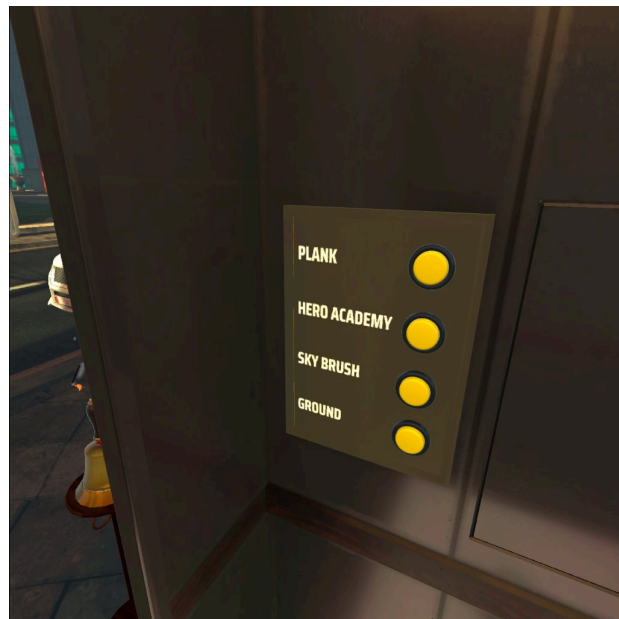
### 3.3.2 Richie's Plank Experience

Richie's Plank Experience er en oplevelse hvori man befinder sig i midt i en storby, som ses på billede 3.3. Herfra går spilleren ind i en elevator, der tager dem højt op i en skyskraber, hvor elevatoren åbner op og der ligger en planke frit ud i luften fra elevatoren. Se billede af elevator, planke og horisonten på billede 3.4, 3.5 og 3.6. Herfra skal spilleren trodse sin eventuelle højdeskræk og gå ud på planken, hvorefter de skal gå ud fra den. Ud fra vores erfaringer med VR, bliver de fleste mennesker voldsomt påvirket af denne oplevelse, og nogle tør ikke engang at træde ud på planken. Det er også muligt at justere den virtuelle planke til at stemme overens i størrelse og placering med en fysisk planke man kan placere på gulvet. Derved kan man tilføje den haptiske fornemmelse af at gå på planken, hvilket øger immersionen, da de nu får fornemmelsen af at balancere på en fysisk planke. Vi er i denne forbindelse interesserede i at undersøge, hvorvidt det haptiske input fra planken i kombination med lyddesignet fra oplevelsen kan skabe immersion hos Søren, som ikke har synet til at informere ham om faren ved at være højt oppe. Derfor vil vi også fraholde os fra at beskrive oplevelsen for ham, så han kun har det auditive og haptiske at opleve applikationen ud fra. Dog formoder vi at han vil få brug for hjælp til at navigere og orientere sig i miljøet, hvorfor vi bliver nødt til at vejlede ham. Dette vil vi dog så vidt muligt holde til et minimum. Desuden har vi valgt at teste oplevelsen af to omgange. En med udelukkende den virtuelle planke, og en med både den virtuelle og fysiske planke. Den medbragte fysiske planke måler 82x9,5x2,8 cm. Vi vil bruge denne til at finde ud af hvorvidt en fysisk planke kan øge hans immersion i det virtuelle miljø. Dertil så vi i afsnit 2.2, at BOS effektivt kan anvende fysiske pejlemærker til navigation, hvorfor vi er interesserede i at undersøge om planken fungerer til dette. Søren vil få mulighed for at mærke planken forud for undersøgelsen samtidig med at et gruppemedlem vil være klar med en hånd for at sikre at Søren kan holde balancen, da planken ikke er så bred. Dette vil potentielt have en negativ effekt på immersion, men det er valgt at gøre for at sikre tryghed og sikkerhed under forsøget.

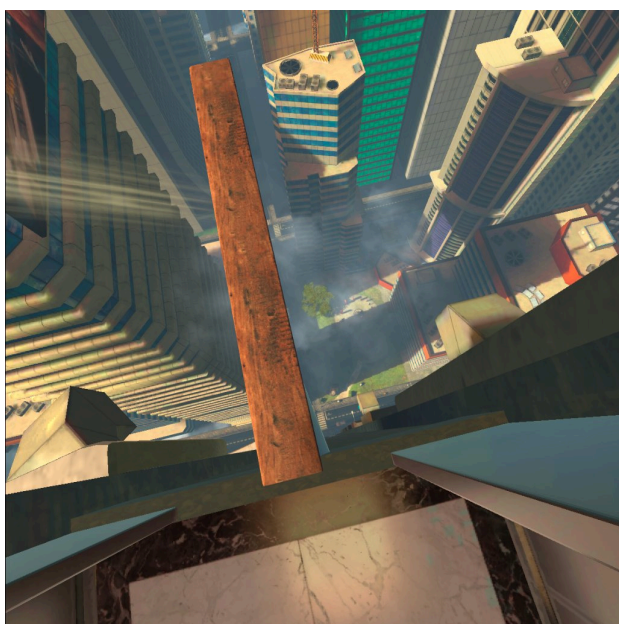
Vi spørger også ind til Søren's affektive vurdering af oplevelsen, og hvad der gjorde at han gav denne vurdering. Dette er med henblik på at finde ud af hvorvidt Richie's Plank Experience gav en god oplevelse, men også at få en uddybende forklaring for hvorfor han vurderer den til at være god eller dårlig. Som det sidste vil vi spørge ind til bevægelsesaspektet af oplevelsen i forhold til om han oplever ilinx, og om dette bidrager til oplevelsen. Derudover vil vi undersøge dennes indvirkningen på immersion og om han følte sig komfortabel i bevægelse sig i det fysiske og virtuelle miljø.



**Figur 3.3.** Starten på Richie's Plank Experience, hvor spilleren befinder på gaden midt i en storby. Hvis man vender sig rundt er det muligt at se en elevator, som man skal ind i.



**Figur 3.4.** Inde i elevatoren anvendes controlleren til at trykke på øverste knap, og elevatoren kører op til planken.



**Figur 3.5.** Billedet illustrer hvordan det ser ud, når man kommer ud fra elevatoren og kigger ned. Her ses planken, der ligger ud fra elevatoren.



**Figur 3.6.** Dette er udsigten hvis man kigger ud i horisonten, når man står på planken.

| Interviewguide - Richie's Plank Experience                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forskningsspørgsmål                                                            | Interviewspørgsmål                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Er Richie's plank immersive til en grad, hvor subjektet påvirkes emotionelt?   | <p>Hvad synes du overordnet set om oplevelsen?</p> <p>Hvad lagde du særligt mærke til under oplevelsen? - Hvorfor?</p> <p>Hvilken følelse får du ved denne oplevelse? - Hvorfor?</p>                                                                                                  |
| Hvordan virker Richie's plank til at skabe Immersion gennem den fysiske plank? | <p>Hvordan påvirkede planken din oplevelse?</p> <p>Oplever du den som et supplement til oplevelsen i VR? - Hvordan?</p> <p>Tror du at oplevelsen havde været det samme uden planken? - Hvorfor?</p>                                                                                   |
| Hvordan virker Richie's plank til at skabe immersion gennem lyd?               | <p>Hvordan påvirkede lydene din oplevelse?</p> <p>Har du en fornemmelse af at have ændret placering igennem oplevelsen? - Hvordan?</p> <p>Da du var kørt op med elevatoren, havde du en følelse af at være højt oppe? - Hvad bidrog til at du havde den følelse?</p>                  |
| Kan Richie's Plank skabe immersion?                                            | <p>Glemte du din tilstedeværelse i den virkelige verden?</p> <p>Havde du en følelse af at være til stede i den virtuelle verden?</p>                                                                                                                                                  |
| Hvilken betydning har den fysiske bevægelse for oplevelsen?                    | <p>Hvad betød det for din oplevelse at du skulle bevæge dig fysisk for at bevæge dig i spillet?</p> <p>Var du bange for at ramme ind i noget? - Savnede du nogle af dine hjælpemidler, blindestok eksempelvis?</p> <p>Havde du andre bekymringer ved at skulle bevæge dig fysisk?</p> |

### 3.3.3 Bait!

Bait! er et fiskespil, hvor spilleren sidder ved bredden af rolige vande og fisker, som ses på billede 3.7, 3.8 og 3.9. Spillet indebærer at spilleren sidder i en stol og fisker. Spillet inkluderer multiplayer, hvor det er muligt at sidde flere personer og fiske sammen, som ses på billede 3.10. Spilleren kan med controlleren tage fat i den virtuelle fiskestang og kaste en line ud. Hvis en fisk bider på krogen skal spilleren hurtigt give et ryk i fiskestangen og hale fisken ind med fiskehjulet. Efter afprøvning af spillet forventer vi at det indeholder elementer der gør det tilgængeligt for blinde, da der er auditive cues og vibrationer i controllerne, som informerer om spillets status og giver feedback til spilleren. Eksempelvis kan spilleren høre hvor langt linen kastes ud og mærke i controlleren når der er en fisk på krogen. Desuden indikerer lyd og vibrationer om hvorvidt fisken kæmper imod, og at spilleren derfor skal stoppe med at hale linen ind, eller om fisken er rolig, og det derfor er sikkert at hale linen ind uden den knækker. Grundet den høje sofistikation af den haptiske feedback var vi selv i stand til at fange fisk med bind for øjnene, hvorfor spillet var ideelt til at teste med Søren. Vi forventer at han vil have behov for en forklaring af hvordan spillet spilles, da den indbyggede forklaring i selve spillet kun er visuel via diagrammer og animationer. Vi er derudover interesserede i at undersøge om Søren kan lære at fiske i spillet, og hvilken oplevelse dette giver ham. Ligesom med Richie's Plank Experience vil vi undersøge, hvorvidt Søren bliver optaget af spillet i forhold til immersion. En vigtig årsag til at vi har valgt at teste Bait! er det sociale aspekt. Vi vil derfor undersøge hvad han synes om det sociale aspekt af spillet, ved at have en af os til at deltage på et andet headset i et andet rum, og forsøge at instruere ham og hyggesnakke med Søren imens han spiller. Med dette håber vi at få indsigt i både hvordan det er for Søren at være i en situation med multiplayer, men også om det er muligt for en seende at assistere Søren inde i det virtuelle miljø.

Som yderligere tiltag til oplevelsen, har vi valgt at han skal sidde i en stol med armlæn, lignende den som man sidder i i spillet. Dette gør vi af to årsager. Den første er, at vi forventer det kan give en højere grad af immersion at sætte ham i en fysisk stol som er tilsvarende den virtuelle. Den anden er, at vi under egentest af spillet havde en udfordring med at lokalisere fiskestangen, hvilken man skal samle op inden man kan starte med at fiske. Fiskestangen er altid at finde det samme sted i spillet, nemlig for enden af armlænet. Når spilleren giver slip på fiskestangen, vil den efter et par sekunder rykke sig derhen. Vi teoriserer derfor at det kan være en hjælp for Søren, hvis han kan bruge stolen som et fysisk referencepunkt som kan fortælle ham hvor fiskestangen befinder sig i det virtuelle miljø. Dette fysiske referencepunkt oplevede vi på Blindecenter Bredegaard som et godt supplement til blindes selvstændige navigation.





**Figur 3.7.** Starten i Bait! hvor spilleren er placeret i stolen, og det er muligt at tage fat i fiskestangen.



**Figur 3.8.** Fiskestangen er samlet op i højre hånd, og venstre hånd kan bruges til at justere snørren ud fra fiskehjulet.



**Figur 3.9.** Billedet illustrerer når en fisk er fanget, og hånden er rakt ud for at tage fisken af krogen.



**Figur 3.10.** Dette illustrerer vedkommende med VR headsettet, der ser til venstre, hvor der sidder andre spillere. Det er muligt at kommunikere med de andre spillere. Dette bidrager til et socialt fællesskab i Bait!.

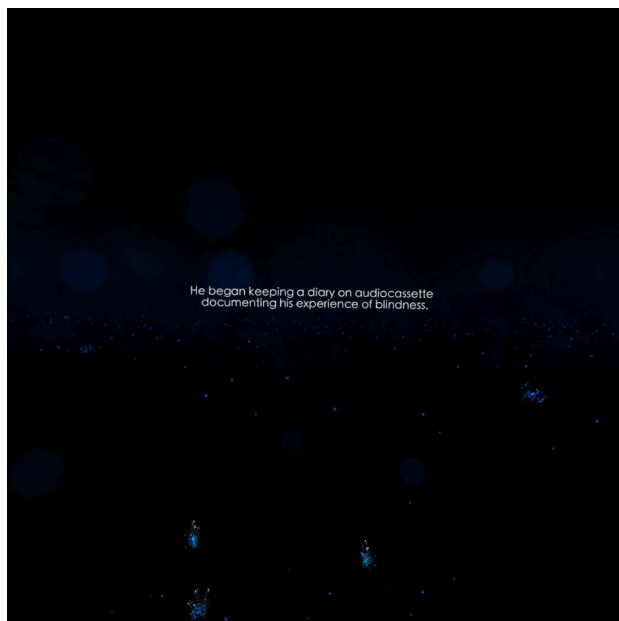


| Interviewguide - Bait!                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forskningsspørgsmål                                                               | Interviewspørgsmål                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Er Bait! immersive til en grad, hvor subjektet påvirkes emotionelt?               | <p>Hvad synes du overordnet set om oplevelsen?</p> <p>Hvad lagde du særligt mærke til oplevelsen? - Hvorfor?</p> <p>Hvilken følelse får du ved denne oplevelse? - Hvorfor?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Kan Bait! skabe en følelse af at være social?                                     | <p>Kunne du fornemme at du var sammen med andre i oplevelsen?</p> <p>Hvad gav det dig at være sammen med andre i oplevelsen? - Konkurrence? Samarbejde? Hyggesnak?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Hvordan giver lyden og den haptiske feedback i Bait! evnen til at spille spillet? | <p>Følte du at du var i stand til at spille spillet? - Hvad havde du svært ved? - Hvad var du i stand til at gøre?</p> <p>Hvilke input brugte du til at finde ud af hvad der skete i spillet? - Hvilken information fik du fra lyden, og hvordan brugte du det? - Hvilken information fik du fra controllerne, og hvordan brugte du den?</p> <p>Var spillet generelt udfordrende? - Følte du at du blev udfordret af spillet, eller selve handlingen at spille spillet?</p> |
| Kan Bait! skabe immersion?                                                        | <p>Mistede du fornemmelse af tiden under oplevelsen?</p> <p>Glemte du din tilstedeværelse i den virkelige verden?</p> <p>Havde du en følelse af at være til stede i den virtuelle verden? - Hvordan?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Hvilken betydning har den fysiske bevægelse for oplevelsen?                       | <p>Hvordan var det at skulle bevæge armen fysisk for at kaste fiskesnøren ud?</p> <p>Hvordan bidrog bevægelsen til følelsen af immersion?</p> <p>Var du bange for at ramme ind i noget?</p> <p>Havde du andre bekymringer ved at skulle bevæge dig fysisk?</p>                                                                                                                                                                                                              |

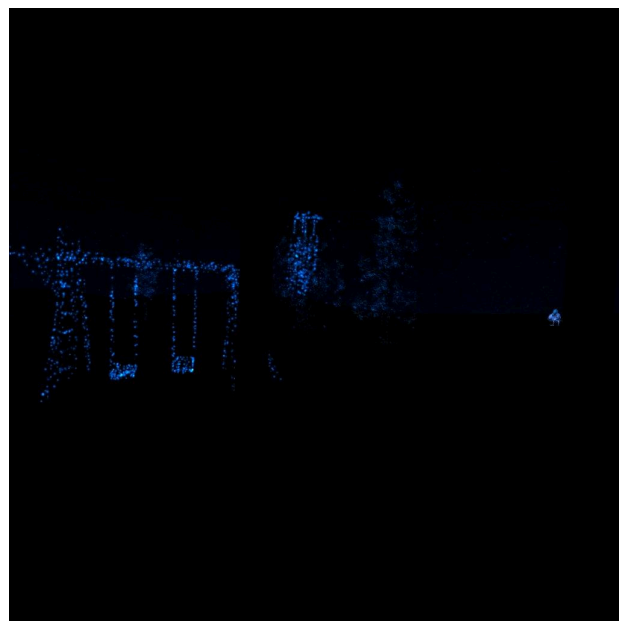
### 3.3.4 Notes on Blindness

Notes on Blindness er en VR oplevelse som omhandler det at miste synet. Oplevelsen er baseret på audio dagbogen af forfatteren John Hull, der efter en periode med forværring af synet blev blind. Notes on Blindness bruger disse dagbogsindlæg til at fortælle en interaktiv historie om hvordan det opleves at undvære synet og hvordan det er muligt at percipere sine omgivelser uden synet. Det relevante ved at inkludere denne oplevelse i testen hos Søren, er at selvom oplevelsen omhandler blindhed, er den målrettet seende personer, med henblik på at kommunikere det at miste synet føles. Notes on Blindness fortæller denne historie gennem scener, der anvender spatialiseret lyd som et virkelighedsmiddel til fortællingen. Vi vil derfor undersøge både om oplevelsen er tilgængelig for Søren, og om han har en emotionel respons på temaet i oplevelsen, da vi forventer han kan relatere til det på et personligt plan.

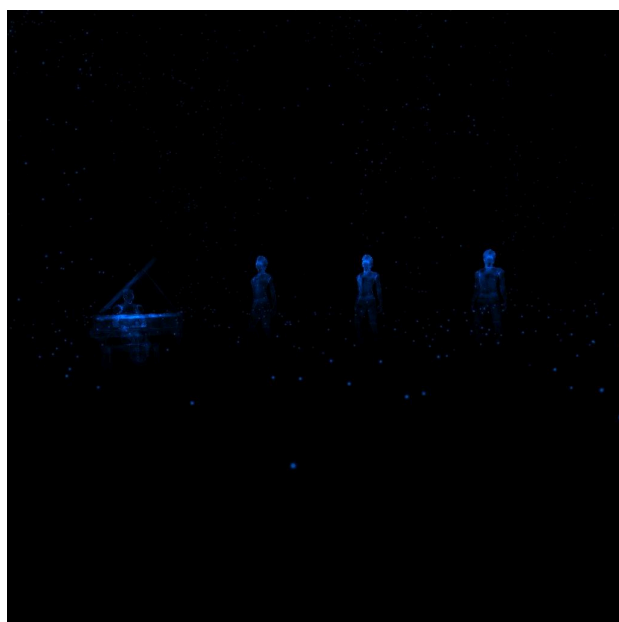
Notes on Blindness er inddelt i seks kapitler, hvoraf det er valgt at ekskludere to af dem, da de afhænger af at brugeren kigger efter bestemte genstande som kommunikeres udelukkende visuelt. Scenerne der inkluderes, tager brugeren igennem en opdagelse af lyde der opstår ved forskellige hændelser der sker omkring en. Ud fra figur 3.11, 3.12, 3.13, og 3.14 ses der eksempler på, hvordan scenerne ser ud visuelt. Udover lydene fra de omkringliggende objekter, gives der i nogle tilfælde en beskrivelse af hvor lydene kommer fra. Som en af de inkluderede kapitler, skal brugeren 'blæse en vind' ud fra deres synsretning, hvilket sætter de objekter man kigger i retning af, i bevægelse, og dermed skaber lyde. I scenen befinder der sig også en syngende fugl, som man skal blæse til for at progressere i oplevelsen, illustreret ud fra billede 3.12. Det er her interessant at undersøge, om lyddesignet i oplevelsen tillader ham at retningsbestemme fuglen uden det visuelle input. Dette kan fortælle os både hvor sofistikeret en spatialiseret lyd der er i oplevelsen, men også hvor selvsikker Søren er i sin egen evne til at lokalisere lyd i VR. Til sidst vil vi ligesom i testen af Richie's Plank Experience og Bait! undersøge hvorvidt Søren føler sig immerseret i den virtuelle verden.



**Figur 3.11.** Billedet illustrerer starten i Notes on Blindness, hvor der kun visuelt præsenteres tekst på skærmen omkring fortællingen som brugeren nu skal tages igennem. Dette er derfor ikke tilgængelig for Søren.



**Figur 3.12.** Billedet illustrerer scenen hvor brugeren skal følge en fugl efter dens pippen for at høre vinden blæse i forskellige genstande. I dette tilfælde et gyngestativ. Derudover præsenteres genstandene visuelt, når man retter blikket mod dem. Vi vil i denne scene være klar til at guide Søren, så han bliver præsenteret for de forskellige lyde.



**Figur 3.13.** Billedet illustrerer kors scenen, hvor medlemmerne i koret synger sammen og enkeltvis, hvor de visuelt præsenteres alt efter hvor lyden kommer fra. Derudover er et flygel, der spiller, præsenteret visuelt.



**Figur 3.14.** Billedet illustrerer den afsluttende scene, 'Epilogen', hvor det hele bliver lyst, og forfatteren John Hull evaluerer på hvordan hans liv er nu efter at være blevet blind.

| Interviewguide - Notes on Blindness                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forskningsspørgsmål                                                              | Interviewspørgsmål                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Er Notes on Blindness immersive til en grad, hvor subjektet påvirkes emotionelt? | <p>Hvad synes du overordnet set om oplevelsen?</p> <p>Hvad lagde du særligt mærke til under oplevelsen? - Hvorfor?</p> <p>Kunne du identificere dig med noget fra oplevelsen? - Hvad gav det dig?</p> <p>Hvilken følelse får du ved denne oplevelse? - Hvorfor?</p>                                             |
| Hvordan skaber Notes on Blindness immersion gennem lyddesignet?                  | <p>Hvordan påvirkede lydene din oplevelse?</p> <p>Følte du dig selvsikker i at bestemme retningen på lydene i oplevelsen? - Hvorfor? (Observer om han er i stand til at blæse på fuglen)</p> <p>Har du en fornemmelse af at have ændret placering igennem oplevelsen? - Hvordan? - Var scenerne særprægede?</p> |
| Hvordan skaber Notes on Blindness mentale 'billeder' gennem lyd?                 | Kan du beskrive de forskellige steder du befandt dig i løbet af oplevelsen? - Scene 1? (Intro) Scene 2? (Fugl) Scene 5? (Koret) Scene 6? (Epilogue)                                                                                                                                                             |
| Kan Notes on Blindness skabe immersion?                                          | <p>Mistede du fornemmelse af tiden under oplevelsen?</p> <p>Glemte du din tilstedeværelse i den virkelige verden?</p> <p>Havde du en følelse af at være til stede i den virtuelle verden? - Hvordan?</p>                                                                                                        |

### 3.3.5 Binaurale oplevelser

Vi har valgt at inkludere binaurale lydoplevelser som alternativ og i kontrast til den spatiale lyd i VR. Binaural lyd er som nævnt i afsnit 3.2.2 en optagelse af lyd foretaget med et kunsthoved, eksempelvis 'Valdemar' [Christensen et al. 2000], der giver en livagtig gengivelse af optagelsen. Vi forventer at denne teknologi har sit eget potentiale for at skabe en virtuel virkelighedsfornemmelse hos blinde. Til testen vil vi bruge to lydfiler, hvoraf den ene er en kort demonstration af konceptet, hvor binaural lyd både forklares og demonstreres. Den anden simulerer et forhør, hvor brugeren bliver afhørt af en antagonistisk embedsmand.

Til denne undersøgelse er det vigtigt at han sidder stille med hovedet for at få den fulde effekt af optagelsen, da bevægelse af hovedet vil ændre lydens retning, og dermed potentielt bryde immersionen. For at opnå den fulde effekt af den binaurale lyd har vi anvendt Beyerdynamic DT 990 høretelefoner, hvortil lydfileterne er specifikt equalised. Dette sikrer at lyden er så realistisk og livagtig som muligt. Lyden afspilles fra 3,5 mm stikket på en MacBook Pro 14" M1 Pro 2021.

Ved test af binaural lyd er vi interesserede i at undersøge om denne teknologi har potentiale for at skabe immersion hos blinde. Dette vil vi gerne sætte i kontrast til immersion oplevet med spatialiseret lyd i VR, da dette tillader at lydens retning er kongruent med hovedets bevægelser. Vi forventer derfor at disse to metoder giver forskellige immersionseffekter, hvorfor det er spændende at undersøge fordele og ulemper ved begge, og diskutere om én er mere effektiv til at skabe immersion i virtuelle miljøer end den anden.

| Interviewguide - Binaurale oplevelser                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forskningsspørgsmål                                                                                                                                                           | Interviewspørgsmål                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Er 'Forhøret' immersiv til en grad, hvor subjektet påvirkes emotionelt?                                                                                                       | <p>Hvad synes du overordnet set om oplevelsen?</p> <p>Hvad lagde du særligt mærke til oplevelsen? - Hvorfor?</p> <p>Hvilken følelse får du ved denne oplevelse? - Hvorfor?</p>                                                                                                                                                  |
| Kan binaural lydoptagelse skabe immersion?                                                                                                                                    | <p>Mistede du fornemmelse af tiden under oplevelsen?</p> <p>Glemte du din tilstedeværelse i den fysiske verden?</p> <p>Havde du en følelse af at være til stede i afhøringslokalet? - Hvad bidrog til at give dig den oplevelse?</p>                                                                                            |
| Hvilken betydning har det om lyden gengives meget realistisk men med head-lock (binaural optagelse) sammenlignet med at lyden responderer kongruent med hovedbevægelser (VR)? | <p>Ser du nogle fordele og ulemper når du sammenligner VR med 3D lyd?</p> <p>Hvilken betydning havde det for din oplevelse at kunne dreje hovedet i VR (hvis du gjorde)?</p> <p>Foretrak du Binaural Lyd eller VR lyd?</p> <p>Var der en af dem som fik dig til at føle dig særdeles tilstedeværende i det virtuelle miljø?</p> |

### 3.3.6 Selvvalgt computerspil

Foruden at teste forskellige VR applikationer er det valgt at Søren først skal spille en sekvens af hans eget computerspil. Undersøgelsen af computerspil skal bidrage med en mere dybdegående indsigt i hvilke strategier han anvender når han spiller computerspil. Derudover vil vi gerne få en dybere indsigt i de specifikke tilgængelighedstiltag til computerspil, som nævnes i afsnit 2.6, og hvordan disse påvirker oplevelsen af spillet. Det er derfor valgt at supplere det tidligere beskrevne interview af Søren Jensen med en observation af hans interaktion med et kendt computerspil med tilgængelighedsfunktioner, samtidig med at der stilles spørgsmål undervejs. Derfor har vi valgt at tage inspiration fra metoden der anvendes i contextual inquiry til dataindsamling. I contextual inquiry observeres brugeren i deres vante omgivelser mens de udfører velkendte handlinger eller opgaver, hvortil observatøren kan stille spørgsmål undervejs i observationerne. Denne metode bidrager til en øget forståelse af brugerens interaktion med et produktet i en velkendt kontekst [Holtzblatt og Beyer, besøgt 24.04.2023][Salazar, besøgt 24.04.2023]. Denne metode vil kunne bidrage med en mere dybdegående indsigt i proceduren når han spiller og dermed en mere nuanceret forståelse af dette. Ved anvendelse af denne metode er det muligt at belyse eventuelle områder som Søren ikke er kommet ind på i det første interview og få et indblik i hans mentale model for det at spille videospil. Med mental model menes der hvilke forestillinger og forventninger han har til et system, i dette tilfælde computerspillet. Uoverensstemmelser mellem den mentale model og systemet, vil ofte resultere i at interaktioner fejler og brugeren vil ikke opnå sit ønskede mål [Norman 2013, s. 26]. Vi ser også her en sammenhæng mellem mentale modeller som beskrevet i Norman 2013, og erfaringer som beskrevet i Jantzen 2013. Begge begreber tager udgangspunkt i at mennesker etablerer forventninger til deres interaktion med en given hændelse. Den mentale model kan altså være med til at guide et design i en retning, så det opbygges efter hvordan brugerne forventer og tænker at det skal fungere.

Det kan virke forstyrrende at skulle forholde sig til at udføre en opgave og besvare spørgsmål samtidig, hvilket man skal være opmærksom på ved udvælgelsen af denne metode. Men da Søren Jensen har en Youtube kanal, hvor han guider blinde gennem spil, forventes det at han er vant til at kombinere spil og samtale. Det er valgt også at inkludere skærmoptagelse til denne undersøgelse for at kunne analysere interaktionen efterfølgende, for at sikre at der ikke er noget der blev overset undervejs. Dette vil blive gjort ved at observere den måde han tilgår systemet på holdt op med det han fortalte undervejs. Skærmoptagelse kan findes i ekstern bilag under mappen 'Undersøgelse af VR applikationer'.

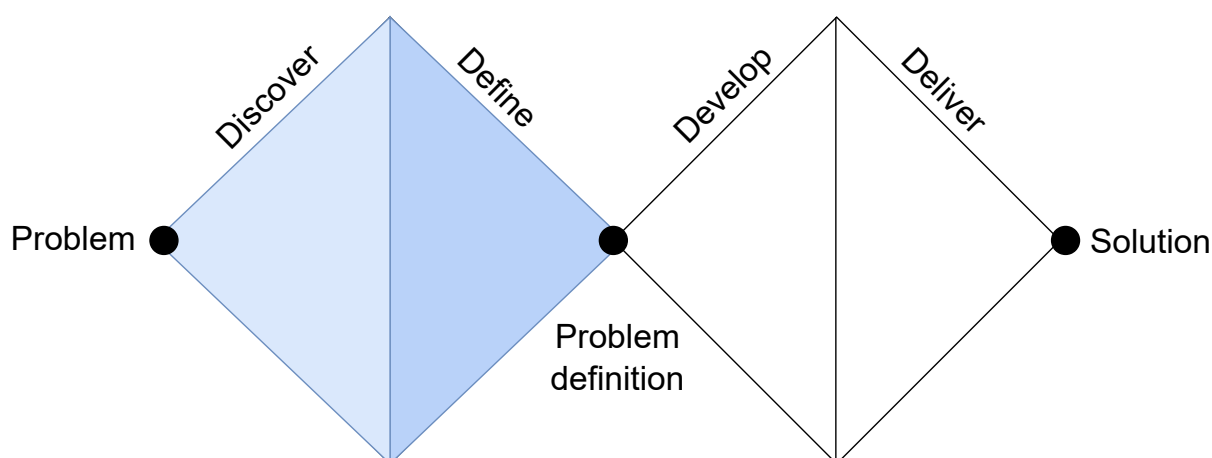
Det er valgt at han selv må vælge hvilket computerspil som han vil demonstrere for os. Til det er det dog besluttet, at den sekvens han vælger skal indeholde forskellig artet interaktioner i spillet og anvendelse af forskellige audio cues. Modsat VR applikationerne vil denne undersøgelse bidrage med

indsigt i allerede kendte spilmiljøer og anvendte strategier hertil. Resultaterne af undersøgelsen vil også blive brugt til perspektivering til VR applikationerne, da der vil blive undersøgt om han anvender nogle af de samme strategier eller metode i interaktion med denne nye men lignende teknologi. Det er valgt at forberede en interviewguide til at supplere observationsstudiet. Spørgsmålene er præsenteret i det følgende:

| Interviewguide - Selvvalgt computerspil                        |                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forskningsspørgsmål                                            | Interviewspørgsmål                                                                                                   |
| Hvordan navigerer blinde i tilgængelige 3D spil?               | Kan du forklare os hvordan du navigerer i dette spil? - Hvad navigere du ud fra?<br><br>Hvilke ting lytter du efter? |
| Hvilke strategier anvendes til at spille et nyt spil?          | Hvordan tilgår du et helt nyt spil?                                                                                  |
| Hvordan bidrager tilgængelighedsfunktioner til spiloplevelsen? | Hvad er forskellen på at spille et spil med og uden tilgængelighedsfunktioner?                                       |
| Hvad bidrager til en god spiloplevelse for blinde?             | Hvad er din bedste spille oplevelse? Vil du vise den og gennemgå hvad den bidrager med?                              |

### 3.4 Analyse af undersøgelse

Følgende kapitel vil tage udgangspunkt i begyndelsen på den anden fase i Double Diamond designprocessen: Define, som ses ud fra figur 3.15. Denne har til formål at bruge de indsamlede data under discover fasen med henblik på at definere problemet mere nøjagtigt, og i den forbindelse opstille designkriterier for næste fase af processen.



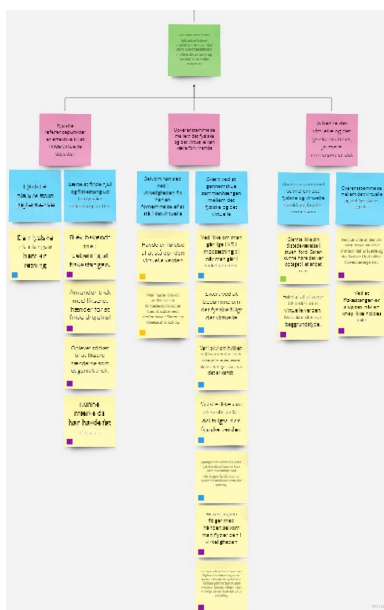
**Figur 3.15.** Double Diamond Designprocesmodellen: Define.

Til dette introducerer vi analysemetoden for den indsamlede data under undersøgelsen af VR applikationer, hvorefter vi præsenterer resultaterne for denne analyse, hvilke vi også diskuterer i konteksten af relevant teori. Analysen ender ud i en meningskondensering hvor vi kan udlede specificeret viden omkring målgruppen og designudfordringer. Dette opsamles i en endelig problemdefinition, som skal lægge til grunde for udviklingen af et en prototype i næste fase af designprocessen.

### 3.4.1 Affinity diagram metode

il analyse af den indsamlede data fra undersøgelserne af VR applikationer har vi valgt at udarbejde et affinity diagram. Affinity diagramming er en analysemetode som har til formål at kondensere store mængder af udsagn og observationer ved at sætte dem sammen ud fra 'affinity'. Med dette menes der, at man sammensætter meninger som relaterer sig til hinanden eller siger noget om hinanden [Kolko og Connors 2011]. Dette gøres ved at sammensætte og gruppere meningsenheder i flere stadier, hvor forskerne sammenligner og skaber sammenhæng mellem dem. I kontekst af affinity diagrammet, er meningsenheder individuelle post-it notes som hver især udtrykker en mening, holdning eller observation [Holtzblatt et al. 2005]. For dette projekt består alle disse meningsenheder af udsagn fra Søren eller observationer af Søren's adfærd under undersøgelsen af eksisterende VR applikationer. Som første trin i analyse processen konverterede vi den indsamlede data til disse meningsenheder ved at gennemgå optagelser af interviews med og observationer af Søren Jensen. Vi havde som tidligere nævnt, optaget vores undersøgelse hos Søren med både stemme- og videooptagelse. Optagelserne af undersøgelsen hjalp som forventet med både at opdage observationer som vi ikke lagde mærke til under undersøgelsen, samt at opfange observationer og udsagn som vi ikke kunne nå at skrive ned i situationen. For eksempel opdagede vi at han i gennemgangen af kendte computerspil overså en kiste med udstyr, fordi han ikke kom tæt nok på den til at udløse et audio cue som fortalte ham, at den var der. Denne kiste så vi ikke under undersøgelsen, men opdagede først ved gennemgang af skærmoptagelsen, hvilket bidrog til inklusionen af relevant viden til den indsamlede data. Optagelserne brugte vi som start på affinity diagramming, hvor vi skrev individuelle meninger, holdninger og observationer ned på hver deres gule post-it note i Miro, et online værktøj til samarbejde som simulerer et whiteboard. Farven på post-it notesene er her signifikant, da den indikerer niveauet af meningsenhed. Affinity diagramming processen består nemlig som nævnt af samlingen af meningsenheder i klynger for at skabe overordnede meningsenheder. Dette kan der ses et eksempel på i figur 3.16, som er et eksempel på et affinity diagram med 4 niveauer af meningsenheder, fordelt på gule, blå, pink og grønne labels.





**Figur 3.16.** Affinity diagram eksempel (ulæselig tekst).

Formålet med denne hieraktiske kondensering af meningsenheder er at identificere nogle temaer i dataen. Disse kunne for eksempel være designkriterier, gennemgående problemstillinger eller løsningsforslag [Holtzblatt et al. 2005]. De mere specifikke formål for hver af de farvede labelgrupper beskrives nedenfor.

1. **De gule labels**, også kaldet 'affinity notes', er som nævnt den rå konvertering af meninger, holdninger og observationer fra undersøgelsen hos Søren Jensen.
2. **De blå labels** samler gule labels med samme grundlæggende meninger, og skaber en overordnet kategori for disse. Det blå label skal stadig reflektere meningene i de gule labels, uden for megen fortolkning af disse.
3. **De pink labels** samler blå labels for at skabe sammenhæng på tværs af meninger. Her kan et blå label relateres til et andet for at skabe en ny mening. Selvom der her involveres fortolkninger af meningen, er det stadig vigtigt at der tages udgangspunkt i de originale gule labels.
4. **De grønne labels** er sædvanligvis det højeste niveau af meningsenhed, som samler op på de pink labels med henblik på at belyse generelle tendenser i dataen. Et affinity diagram har normalt 5 til 8 grønne labels.

[Holtzblatt et al. 2005]

Vi tog under analyseprocessen udgangspunkt i denne rangering af de forskellige labels, hvilket vi brugte til at kondensere dataen i de grupperinger som var mest sammenhængende i vores fortolkning, samtidig med at vi forsøgte at være tro mod vores opfattelse af de originale meninger som blev udtrykt ved undersøgelse. Ved kategorisering i grønne labels endte vi dog med 21 af disse, hvorfor vi vurderede at vi havde brug for at kondensere yderligere for at skabe overblik over de generelle tendenser i datasættet.

Vi introducerede derfor et sidste niveau af meningsenhed til vores affinity diagram, hvilke vi gjorde med orange labels:

5. **Orange labels** anvendte vi til at samle de generelle tendenser fra de grønne labels. De grønne labels udtrykte generelle tendenser, men alle indenfor specifikke områder af emnefeltet. Derfor vurderede vi, at vi for at skabe overblik kunne samle disse til labels som også var generelle, dog i forhold til hele spektrummet af de undersøgte emner frem for inden for hvert individuelt emne.

Et andet tiltag vi gjorde, som afveg fra den originale affinity diagramming metode, var at give hver gule label et mærkat for at indikere, hvilken kontekst udsagnet kommer fra. Derudover fortæller de om det er en udtalelse fra Søren Jensen eller om der er en observation der er gjort af projektgruppen. Dette kan ses ved en kombination af et bogstav og en tal, som vist i tabellen herunder. Vi differentierer mellem disse for at kunne holde et overblik under analysen, hvor vi hurtigt kan identificere konteksten af en affinity note, hvilket mindsker fejlfortolkninger af dataen.

| Beskrivelse                         | Kode |
|-------------------------------------|------|
| Udtalelse                           | U    |
| Observation                         | O    |
| God of War: Ragnarok (computerspil) | 1    |
| Richie's Plank Experience           | 2    |
| Bait!                               | 3    |
| Notes on Blindness                  | 4    |
| Binaural lyd                        | 5    |
| Generel                             | 6    |

### 3.4.2 Resultater

Her præsenterer vi resultaterne af affinity diagrammet, hvor vi går i dybden med de orange labels, som er skrevet med fed, og de tilhørende grønne labels. Derudover fremhæver vi meninger og indsigter fra andre niveauer af meningsenheder, som vi finder bemærkelsesværdige. Vi inkluderer desuden teoretiske overvejelser som opstod under udarbejdelsen af affinity diagrammet, hvilke vil blive beskrevet i konteksten af bestemte labels herunder.

Affinity diagrammet er udarbejdet i det online værktøj Miro og et billede af dette kan ses i ekstern bilag under mappen 'Undersøgelse af VR applikationer'.

#### Indikerer at blinde er motiverede for VR og oplevelser i mediet

Den første og eneste grønne label herunder lyder 'Søren har motivation for VR og oplevelser generelt!'

og er baseret på at Søren generelt er entusiastisk omkring gode spiloplevelser i kraft af hans hobby med at udforske tilgængelige spil og lave videoer omkring disse. Derudover indeholder denne label den holdning, at Sørens mere specifikke holdning til VR oplevelser er, at teknologien er utrolig spændende og, at han ser stor potentiale for dens anvendelse til blinde. Søren virker desuden til at være overrasket over at han faktisk var i stand til at tilgå VR applikationerne, da han havde en forventning om at han ikke ville være i stand til det. Derved kan vi sige, at VR applikationerne brød med Sørens forventninger som han gav udtryk for i interviewet i afsnit 2.6, hvor han på daværende tidspunkt ikke mente at det var tid og penge værd at undersøge VR. Efter undersøgelsen af VR applikationer lader det dog til, at Søren blev åbnet op for og så mulighederne for teknologien, hvilket vi også ser som spændende i relation til blindes interesse for VR. Vi får desuden igennem Sørens entusiasme omkring VR yderligere bekræftet indikationen fra afsnit 2.6, hvor vi så tegn på at BOS har en interesse i VR teknologien, og at denne gøres tilgængelig for dem.

### **Bevægelse, Multiplayer, fysiske artefakter, gode lyddesign og god historiefortælling og engagerende udfordringer bidrager alle til den gode immersive oplevelse**

Denne orange label indeholder en del forskellige grønne labels, som alle omhandler faktorer som bidrog til den gode immersive oplevelse i undersøgelsen af VR applikationer. Den første grønne label herunder hedder 'VR er forventningsbrydende i sig selv, og er derfor en oplevelse' Denne omhandler det oplevelsespotentiale som selve VR teknologien har. Her fandt vi, at selve konceptet bag en VR oplevelse, uafhængigt af hvilken applikation der blev anvendt i VR, var nok til at bryde Søren's normer omkring hvad der var muligt. Her er det altså de teknologiske muligheder der skaber forandring og forundring ved Søren, da han ikke før dette kunne konceptualisere hvad teknologien var i stand til. Dette ville også indikere, at VR teknologien har oplevelsespotentiale for blinde, da den gav Søren en oplevelse som brød med hans normer, og derved gjorde oplevelsen ekstraordinær og mindeværdig. Dette har vigtige implikationer for vores design, da det betyder at en oplevelse i VR har potentialer for at skabe ekstraordinære oplevelser for blinde. Vi ser derfor, at hvis teknologien kunne anvendes til at skabe en tilstrækkeligt immersiv oplevelse, ville denne have potentiale for at skabe oplevelsesmomenter uden om synssansen. Dette betyder dog også, at ligeså snart subjektet bliver bekendt med teknologien, vil det være selve applikationen som skulle forudsætte oplevelsen. Så selvom der er potentiale for normbrud gennem teknologien, vil vi stadig søge at et oplevelsesdesign til VR skulle forudæste normbrud i sig selv.

Den anden grønne label herunder hedder 'Multiplayer bidrog til den positive VR oplevelse, da det er en unik måde at være sammen på som simulerer virkeligheden'. Dette er baseret på Sørens oplevelse med multiplayer i Bait!, hvor et medlem af projekgruppen agerede som medspiller i det virtuelle miljø. Han oplevede multiplayer delen som en positiv oplevelse, hvor han kunne både samarbejde og kon-

kurrere samtidig med at kunne 'hyggesnakke' med den spiller. Han var her positivt stemt over for VR multiplayer's potentiale for at skabe en interessant og unik oplevelse af samvær. Dette stemmer overens med den viden vi fik fra besøget på Blindecenter Bredegaard, som også understregede hvor vigtigt det sociale er for BOS, som beskrevet i afsnit 2.2. Derudover fandt vi at medspilleren var i stand til at se hvad Søren foretog sig i VR, og kunne derved hjælpe til at guide inde fra selve spillet. Dette fungerede tilmed mere effektivt end den vejledning vi gav imens vi kun kunne se skærmdelingen fra Søren's VR headset, hvilket indikerer at der er interessante muligheder for samarbejde mellem seende og blinde i VR. Dette kan også ses i Creutzfeldt et al. 2016, som er et studie hvori der ligeledes anvendtes VR i en samarbejdsopgave, til træning af medicinstuderende i hjertelungeredning. Her viste resultaterne at træningen i grupper øgede deres engagement samtidig med at de kun sparre med hinanden inde i VR under opgaven. En oplevelse hvori den blinde skal guides kunne dog potentielt tage væk fra den blindes følelse af selvstændighed og autonomi, da de også i det virtuelle bliver afhængige af seende. Derfor vil vi ikke nødvendigvis basere oplevelsesdesignet på denne interaktion, men snarere udnytte de sociale aspekter af multiplayer funktionaliteten til at skabe øget immersion og engagement.

Det tredje grønne label herunder hedder 'Der er potentiale for at bruge bevægelse til at give den gode oplevelse, men der er på nuværende tidspunkt udfordringer med tryghed'. Dette omhandler at Søren havde en god oplevelse med bevægelse i det virtuelle miljø. Dette så vi ved for eksempel 'Bait!', hvor han synes det var sjovt og naturligt at bevæge armen fysisk for at kaste fiskelinen. Dette var selvfølgelig forudsat af at han havde fisket før, og derfor kendte til bevægelsen som den udføres i virkeligheden. Vi ser derfor at bevægelse bidrog til den gode oplevelse samt til immersion i det virtuelle miljø. Der var dog også udfordringer ved bevægelse som omhandlede lokomotion. Her sagde Søren at det føltes utrygt at skulle bevæge sig rundt i den virkelige verden mens han var i VR. I kontekst af undersøgelsen var Søren vant til omgivelserne i hans stue og turde derfor at forsøge fysisk lokomotion. Han sagde dog, at havde han befundet sig på et ukendt sted, havde han været mere nervøs for denne lokomotion. Fordi lokomotion var utrygt, var 'Richie's Plank Experience' udfordrende for Søren, da han skulle bevæge sig ud på planken uden at vide hvor han befandt sig i den fysiske verden. Dette blev også tydeligt, da han spurgte om han ikke kunne anvende controllerne i stedet for fysisk lokomotion. Dette indikerer for os at det var grænseoverskridende for ham at bevæge sig udenfor det peripersonlige rum, og at han hellere ville undgå dette. Dog kan fysisk bevægelse inden for det peripersonlige rum som nævnt også virke til naturlig og immersiv interaktion med det virtuelle miljø.

Det fjerde grønne label herunder hedder 'Man kan med fordel inkludere fysiske artefakter, men der skal være overensstemmelse mellem det virtuelle og fysiske for at skabe immersion'. Denne omhandler hvordan det forbedrede Søren's oplevelse at have fysiske reference punkter at gå efter. Her referer vi til planken i Richie's Plank Experience og stolen med armlæn i Bait!. Det var her tydeligt de fysiske arte-

fakter som stemte overens med det virtuelle rum bidrog til Søren's immersion. Derudover brugte Søren med succes både stolen og planken som referencepunkter til orientering og navigation i de virtuelle miljøer. For eksempel anvendte han stolen til at identificere positionen på fiskestangen, som altid var placeret på den samme position i det virtuelle armlæn når man slap den. Ligeså snart han fandt ud af at den fysiske stol kunne anvendes til konsistent at finde fiskestangen, fandt han den gentagne gange med nøjagtighed. Selvom det som nævnt tidligere var en smule utrygt med fysiske lokomotion, var Søren mindst nervøs for hvor han var da han havde fødderne på planken. Denne gave ham en reference som han kunne bruge til både navigation i spillet og orientering i det fysiske rum, hvorfor vi ser at denne bidrog positivt til oplevelsen, selvom den ikke fremprovokede nogen grad af immersion. Vi ser ved inklusion af fysiske artefakter i en ellers virtuel oplevelse parallellt til multivers modellen, da dette kan defineres som 'augmented virtuality'. Successen ved at inkorporere fysiske artefakter kunne indikere at oplevelser som eksisterer inden for denne kombination af virkelighed og virtualitet kunne være fordelagtig for blindes oplevelse og immersion.

Det femte grønne label herunder hedder 'Historiefortælling og tema kan bidrage til en immersiv oplevelse, men kan blive kedelig hvis der mangler interaktion'. Denne omhandler hvordan historiefortællingen bidrog positivt til Søren's immersion, men at han ved længere perioder uden interaktion begyndte at kede sig. Dette viser derfor, at Søren foretrækker at være aktivt handlende frem for passivt modtagende. Dette ville indikere at spil, eller andre interaktive oplevelsesformer er mere effektive i at vedligeholde immersion i det virtuelle miljø.

Den sjette grønne label herunder hedder 'Søren mistede fornemmelsen af tiden i Bait!, fordi han var fordybet i udfordringen/ handlingen'. Denne omhandler specifikt Søren's oplevelse med Bait!, da han mens han spillede dette udviste tegn på ekstraordinær oplevelse og immersion i spillet. Her beskrev han at han mistede fornemmelse for tiden, fordi han var så fokuseret på hans interaktion med spillet. Dette ser vi som indikativt for høj immersion, idet han mistede fornemmelsen af tiden.

De sidste to grønne labels, den syvende og den ottende, introducerer vi sammen, da vi vurderer at de skal sammenlignes for at få den bedste nuancering af deres individuelle indhold. Disse omhandler nemlig henholdsvis spatialised audio og binaurale optagelser. Den førstnævnte grønne label hedder 'Lyddesign og omsluttende lyd er vigtig for hans virtuelle tilstedeværelse'. Denne er baseret på, at vi fandt at Søren oplevede en høj grad af immersion i applikationerne med spatialised lyd, hvor han kunne vende hovedet og identificere retningen for forskellige lyde. Dette simulerer også mere nøjagtigt den naturlige måde hvorpå mennesker orienterer sig via lyd. Her refererer vi blandt andet til 'The cone of confusion', som præsenteret i afsnit 3.2. Denne betyder nemlig, at mennesker naturligt vil dreje hovedet for mere nøjagtigt at vurdere retningen for en bestemt lyd. Dog kommenterer Søren

under for eksempel undersøgelsen af Richie's plank experience, at han kan høre lyde som burde være retningbaserede, men at han ikke kan bestemme retningen for dem på trods af at han prøver at dreje hovedet. Dette kan indikere, at udviklerne i designet af Richie's Plank Experience muligvis har støttet sig til bugtalereffekten for retningsbestemmelse af visse lydkilder. Dette trækker fra Søren's immersion, fordi han bliver frustreret over ikke at kende oprindelsen på lyden, hvilket er samme oplevelse som vi identificerede hos beboere på Blindecener Bredegaard i afsnit 2.2. Derfor ser vi både tegn på ulemper og fordele ved implementationen af spatialised audio i de undersøgte VR applikationer. I kontrast til spatialised audio står den grønne label, som omhandler binaural lyd og hedder 'Binaural lyd bidrager til en detaljeret oplevelse af det virtuelle rum samt en oplevelse af at glemme tiden, fordi det føles virkeligt'. Denne omhandler at selve lyd kvaliteten, og dermed realismen af lyden, var bedre når sammenlignet med spatialised audio. Dog nævnte Søren, at han da han hørte den binaurale optagelse, at han havde en fornemmelse af at være til stede i både det virkelige og virtuelle rum. Dette begrundede han med, at han kunne høre en cirka størrelse på rummet som optagelsen var lavet i, og at han relaterede denne til rumstørrelsen i det rum han sad i, hvilke ikke stemte overens. Så fordi dimensionerne for optagelsesrummet ikke stemte overens med det virkelige rum omkring ham, var han bevidst om at han stadig var tilstedeværende i virkeligheden. Vi ser derfor, at der på samme måde som med spatialised audio er fordele og ulemper ved anvendelsen af binaural lyd.

Inden vi vurderer hvilken metode er mest fordelagtig til immersion, må vi også overveje den orange label:

### **Spatialised audio kunne være effektiv i at understøtte navigationen og orienteringen i VR oplevelser.**

Denne dækker over de fordele som eksisterer i forhold til spatialised audios evne til at forudsætte navigation og orientering i et virtuelt rum. Derudover har spatialised audio den fordel, at man kan integrere interaktion med de forskellige elementer i det virtuelle miljø, og derfor opfordre til handling. Denne funktion er dog ikke tilgængelig ved brug af binaural lyd, da brugeren er låst fast i en position, hvilket udelukker op til interaktion eller bevægelse. Da både bevægelse og interaktionsmulighed som tidligere nævnt har en positiv effekt på Søren's immersion samt kvaliteten af oplevelsen, må vi hælde til spatialised som den bedste mulighed for et immersivt oplevelsesdesign.

### **En oplevelse skal give tydelig feedback til den blinde bruger således, at de ved hvad der sker og hvad deres handlemuligheder er, og derved give dem en følelse af kontrol over deres egen interaktion med oplevelsen**

Ligesom den forrige orange label, dækker denne over en større mængde grønne labels. Disse detaljerer primært hvordan Søren modtog feedback påvirkede hans oplevelse til at give ham en følelse af kontrol,

hvilket vi uddybere nærmere herunder. Den første grønne label herunder hedder 'Har en mental model over spil, som han aktivt bruger til at vurdere og interagere med systemet'. Denne omhandler at vi under undersøgelsen fandt, at Søren baserer hans tilgang til VR på tidligere oplevelser med computerspil. Han bruger altså sine tidligere erfaringer med disse til at skabe en forventning til hvad VR er, og hvordan han skal bruge det. Ved dette kan vi se, at vi ved designet af en VR oplevelse må overveje hvilke forudindtagelser brugeren tager med ind i oplevelsen, da mennesker som også nævnt i afsnit 2.3 altid vil søge at drage på tidligere erfaringer i nye situationer.

Den anden grønne label herunder hedder 'Det er et problem at essentiel information kun præsenteres visuelt'. Denne omhandler primært hvordan nuværende VR applikationer ikke nødvendigvis er designede til blinde, og hvordan dette kommer til udtryk ved essentiel information som kun kommunikeres visuelt. Baseret på dette, er det selvfølgelig et krav for en oplevelse designet til blinde, at al essentiel information er tilgængeligt for målgruppen.

Den tredje grønne label herunder hedder 'Informativ, øjeblikkelig og konkret feedback er essentiel for at han ved hvad der foregår'. Denne omhandler hvordan Søren oplevede at han ikke fik nogen klar feedback på hvad der skete i spillet, ledte det til tvivl omkring spillets tilstand, hvilken han ikke kunne be- eller afkræfte ved at se rundt. Derfor er det i kontekst af design af interaktioner til blinde endnu mere essentielt, at feedback er tydelig, øjeblikkelig og let forståelig, for at give brugeren den bedst mulige forudsætning for at vide hvad der foregår omkring dem. Dette hænger også sammen med flow teori som præsenteret i afsnit 2.3, hvor 'klare mål og omgående feedback' er et element af flow. Derved kan vi sige baseret på både teorien og undersøgelsen, at dette er vigtigt for den gode oplevelse.

Den fjerde grønne label herunder hedder 'Et sammenspil mellem haptiske signaler og audio cues kan bidrage til god kommunikation til brugeren'. Denne omhandler hvordan det er en fordel at anvende både haptiske og audio signaler til at kommunikere, hvis brugeren er blind. Dette baseres på, at auditive og haptiske signaler begge har fordele og ulemper i forhold til at kommunikere bestemte informationer til spilleren på bestemte tidspunkter. For eksempel er haptiske signaler gode til at skære igennem på øjeblikke hvor lydbilledet er så optaget af det kan være svært for brugeren at lægge mærke til et audio cue. Dertil er audio signaler gode til at signalere retningsbaserede interaktionsmuligheder på en måde som haptiske signaler ikke kan. Derfor kan designeren med fordel anvende begge strategisk i forhold til hvornår spilleren har bedst mulighed for og relevans af en bestemt af disse signaltyper.

Den femte grønne label herunder hedder 'Der er udfordringer ved at lære et nyt spil som Bait!, men ved øvelse skabte han en mental model for spillet som tillod ham at lykkes med det'. Denne omhandler hvordan Søren mens han spillede Bait! oplevede en forholdsvis hurtig udvikling i hans evner til at spille

spillet. Under undersøgelsen var Bait! også det spil han brugte mest tid i og havde mest motivation for at spille. Den længere periode i programmet skyldes dog også at det indeholdte flere elementer der skulle testets sammenlignet med de øvrige applikationer. Hans mestring af spillet bidrog til at Søren i sidste ende fik en følelse af succes over at have overkommet udfordringen. Dette ser vi som indikation for at spillet mere eller mindre har passer ideelt til Søren's evner. Dette understøtter tilmed den tidligere indsigt fra afsnit 2.6, hvori vi fandt at udfordringsniveauet var en vigtig faktor for BOS's spiloplevelse. Dette hænger også uløseligt sammen med flow, som defineret i afsnit 2.3 Yderligere bidrog hans sejr over spillet at Søren fik en følelse af at være i kontrol over hvad der foregik i spillet. Denne følelse af kontrol taler ligeledes ind i oplevelsen af flow, da dette også er et element af denne tilstand. Vi ser derfor at der kunne være et potentiale for at forudsætte flow med en immersiv VR oplevelse, baseret på Søren's oplevelse med Bait!.

Den sjette grønne label herunder hedder 'Det giver en følelse af autonomi at have kontrol, og en følelse af hjælpeløshed når man ikke har det'. Denne omhandler hvordan det er vigtigt at brugeren har tilstrækkelig information til at få en følelse af kontrol over hvad der sker i oplevelsen. Dette baseres på, at Søren vurderer oplevelser hvor han selv oplever fuld kontrol højt, og ikke bryder sig om instanser hvor han ikke kan bestemme selv. Dette kommer til udtryk i hans gennemgang af God of War, hvori han var frustreret over at være nødsaget til at bede om hjælp fra en seende, fordi han ikke selv kunne komme videre. Denne kontrol leder også direkte ind i Søren's følelse af autonomi og egenrådighed, hvilken som identificeret i afsnit 2.2 er et generelt behov for BOS. Dette hænger også sammen med den forgående grønne label, hvorunder vi så at Søren's evne til at overkomme spillets udfordringer var essentielt for hans oplevelse af kontrol, og i forlængelse, autonomi i spillet.

### **Der skal findes en balance mellem æstetiske og kommunikative lyde, således at brugeren forstår hvad der sker, men stadig har rum til egenfortolkning**

Under denne orange label findes 2 grønne labels, som omhandler argumenter for henholdsvis lyde til kommunikation, samt lyde til indlevelse i den virtuelle verden. Derfor ledes vi til at tolke, at der er behov for begge typer af lyd i en virtuel oplevelse, men at disse må balanceres for at opnå den bedste oplevelse. Den første grønne label herunder hedder 'Æstetiske lyde er vigtige for at sætte en scene og en følelse'. Denne omhandler hvordan æstetiske lyde er nødvendige for at skabe en stemning og følelse af den virtuelle verden. Disse er derfor nødvendige for at skabe immersion, da æstetiske lyde er det som forudsætter forestillingen af hvad det er for et rum de befinder sig i. Dertil hedder den anden grønne label herunder 'Balance mellem cues og æstetiske lyde'. Denne omhandler hvordan det er vigtigt at balancere kommunikative og æstetiske lyde, da æstetiske lyde kan lede til distraktioner og forvirring omkring interaktionsmuligheder. For eksempel hørte Søren under Richie's Plank Experience en helikopter der fløj forbi ham. Her tolkede han, at der måtte være en grund til at han kunne høre



den, hvorfor han troede at man kunne hoppe ind i helikopteren. Denne helikopter er dog et æstetisk middel, som skal bidrage til spillerens oplevelse af at være højt oppe, og altså ikke kan interageres med. Dette illustrerer hvordan æstetiske lyde, selvom de bidrager til immersionen i et virtuelt miljø, kan forstyrre fra målet med eller forståelsen af spillet. Her ser vi også paralleler med et oplevelsesdesign princip, hvilket er at der skal skabes en balance mellem kommunikative og æstetiske elementer. Her er det kommunikative karakteriseret af at være information som subjektet passivt modtager, hvor det æstetiske er derimod det som griber subjektets opmærksomhed og skaber indlevelse. En oplevelse skal indeholde begge, og skal balanceres sådan at det kommunikative tillader subjektet at forstå oplevelsen, men ikke fylder så meget at det æstetiske ikke kan gribe subjektet [Jantzen et al. 2011]. I undersøgelsen med Søren så vi det modsatte, nemlig at de æstetiske lyde var overvældende til en grad hvor Søren ikke forstod oplevelsen. De æstetiske lyde kan derfor siges er vigtige for at etablere scenen, da han bruger lydene til at skabe forestillinger omkring miljøet og fremkalde scenen visuelt, men at de heller ikke må overtage scenen så subjektet overstimuleres og forvirres.

### **Tilgængelighed for blinde er ikke tænkt ind i VR oplevelser, hvilket gør det svært for blinde at anvende teknologien**

Denne orange label omhandler de generelle udfordringer med tilgængelighed som Søren oplevede med VR applikationerne. Her har vi identificeret 3 problemer, i form af grønne labels, som hver repræsenterer en udfordring med tilgængelighed af VR for blinde. Den første grønne label hedder 'Menuer i VR mangler tilgængelighedstiltag for at være brugbar for blinde'. Denne beskriver hvordan menuer i VR ikke er designede mod tilgængelighed af blinde, da alle menuer i VR, på både system- og applikationsniveau havde den samme mekanik til navigation af menuer. Denne var at brugeren skal bruge controllerne til at pege på knapper, hvilket betyder at synssansen er en nødvendighed for både at kunne identificere knappernes funktioner, samt at ramme dem med controllerne. Dette reflekterer akkurat vores indsigt fra afsnit 2.6, hvor vi fandt at hverken hardware producenter eller spiludviklere udvikler VR med tilgængelighed for syne. Det samme kan ses ud fra den anden grønne label, som hedder 'Nogle spil mangler tilgængelighedsfunktioner, hvilket gør det nødvendigt for Søren at opsøge eksterne ressourcer'. Denne er ikke udelukkende fokuseret på VR applikationer, men inkluderer også for eksempel 'God of War: Ragnarok'. Det Søren siger her, er at næsten alle spil, hvilket også inkluderer mange spil med tilgængelighedstiltag, ikke indeholder alle tiltag som kræves for at være fuldt tilgængelig for blinde. For eksempel indeholder God of War: Ragnarok mange tilgængelighedstiltag, med undtagelse af enkelte funktion som nødsager Søren til at anvende eksterne hjælpemidler, som for eksempel text-to-speech for at kunne spille spillet. Dette er igen en indikation på at der ikke bliver designet til mennesker med synshandicap, hvilket resulterer i halvhjertede forsøg på tilgængeliggørelse, som efterlader blinde med en følelse af eksklusion. Den sidste grønne label hedder 'Mangel på standardisering af tilgængelighedstiltag medfører lange læringsperioder'. Denne sidste label omhandler

mangel på standardisering af tilgængelighedsfunktioner på tværs af de enkelte spil som implementerer dem. For eksempel er der ikke nogen standardiserede lyde for audio cues, hvilket betyder at disse er forskellige fra spil til spil. Disse cues er forholdsvis tidskrævende at indlære og huske, hvorfor der potentielt kunne spares meget tid for blinde spillere, hvis der blev skabt en regelmæssighed på tværs af spil. Vi ser dog også dette som en konsekvens af at der på nuværende tidspunkt ikke eksisterer særligt mange tilgængelige spil, hvorfor en standardisering af tilgængelighedsfunktioner ikke er nødvendig, da der er tale om måske 2 eller 3 forskellige spil indenfor hver genre. Alle disse faktorer som udforder tilgængeligheden af VR applikationer og computerspil bidrager desuden til at Søren oplever sig mindre i kontrol over oplevelsen, hvilket som nævnt tidligere også giver en negativ følelse af manglende autonomi i anvendelsen af dem.

Slutteligt opsummerer vi de resultater vi har præsenteret og diskuteret i dette afsnit. Dette gør vi herunder i to lister: En som indeholder faktorer som vi vil opøge ved et immersivt oplevelsesdesign til blinde, og en som indeholder faktorer som vi vil forsøge at undgå ved et immersivt oplevelsesdesign til blinde.

#### **Eftertragtede aspekter i en immersiv oplevelse**

- Normbrud
- Multiplayer
- Fysisk bevægelse
- Fysiske artefakter
- Historiefortælling
- Passende udfordringsniveau
- Spatialised audio
- Mulighed for læring/forbedring
- Både haptiske og audio signaler
- Kontrol over handlinger
- Informativ, øjeblikkelig, og konkret feedback
- Balance mellem æstetiske og kommunikative lyde

#### **Uønskede aspekter i en immersiv oplevelse**

- Fysisk lokomotion
- Visuel kommunikation
- Utilgængelige menuer

Disse lister leder videre over i problemdefinitionen, hvilken vi præsenterer og diskuterer herunder. Dog vil vi først diskutere metoderne for undersøgelsen af VR applikationer samt analyse af den indsamlede data.

### 3.4.3 Diskussion af undersøgelsen

Valget om at teste en bred vifte af applikationer har bidraget til forskellige indsigter i, hvad han synes om forskellige funktionaliteter ud fra de præsenterede applikationer. Det giver dog også et lidt snævert syn på eksempelvis multiplayer i virtuelle miljøer, da det kun er muligt i Bait! og dermed prøver han kun denne form for multiplayer. Derudover er der ikke lighed i hvor lang tid han bruger i de pågældende applikationer, fordi Richie's Plank Experience og Bait! ikke er tidsbegrænset på samme måde som Notes on Blindness og Forhøret, der har et fastlagt forløb, der kører igennem. Bait! var det program, der var mest tidskrævende da det både indeholdte en single- og multiplayer del samtidig med at det krævede lidt træning før han var bekendt med interaktionen i programmet. Den længere tid i programmet samt test af forskelligartet opgaver i Bait! har bidraget til, at en del af informationerne i affinity diagrammet kommer fra denne applikation. Her har affinity diagram den fordel at det ikke vægter nogle kommentarer højere end andre, men blot kategorisere dem efter deres indhold. Ved at affinitydiagrammet er udarbejdet med labels der fortæller hvilken applikation og om det er en udtalelse eller observation samtidig med at der på noterne står en begrundelse på udtalelsen/observationen er det muligt at sætte den i kontekst til hvorfor den er opstået. Dette er med til at gøre noterne mere værdifulde i deres statements og dermed også letter at udlede nuanceret perspektiver på de forskellige aspekter.

Efterfølgende analysen opdagede vi også en eventuel fejlkilde i kun at have Søren som testperson. Som nævnt tidligere er vi bevidste om at nogle af de resultater vi udleder af affinity diagrammet kan være gældende for Søren, men ikke nødvendigvis er repræsentativt for andre blinde. Dette kom særligt til udtryk i den måde Søren tilgår og taler om spil på. Søren udviste nemlig holdninger til spillene, som kunne tyde på at han tilhører en bestemt spillertypologi. Med spillertypologi menes der, at alle mennesker har foretrukne måder at spille på, og derfor bliver tiltrukket af forskellige spil eller forskellige tilgange til at spille. Vi er derfor interesserede i at blive klogere på, hvilken spillertype Søren er, med henblik på at forstå hvilke slags spil han nyder, for at kunne bruge denne viden til at nuancere vores fortolkning og anvendelse af resultaterne fra denne undersøgelse. Til dette tager vi udgangspunkt i Bartles kategorisering af spillertyper, som set i Bartle 1996, besøgt 08.05.23. I dette rammeværk for forståelsen af forskelligheden blandt spillere, placeres en spiller på en graf som udgøres af to skalaer.



**Figur 3.17.** Bartle taxonomy of player types [Bartle 1996, besøgt 08.05.23].

Den første skala er baseret på spillerens interesse, og strækker mellem andre spillere (players) og verdenen (world). Denne refererer til hvorvidt spilleren er tilbøjelig til at være interesseret i at interagere med andre spillere, eller om deres fokus er på spillets verden. Den anden skala har at gøre med spillerens handlinger, og strækker mellem samspil (interacting) og kamp (acting). Denne refererer til hvordan spillere godt kan lide at interagere med spillet. Det skal her nævnes, at Bartles 'interacting' refererer til 'samspil', hvor 'interaktion' som vi anvender det i dette projekt, referer til 'handling på eller mellem subjekter og objekter'. Det kan være at de er mere tilbøjelige til en mere passiv oplevelse, hvor de blot nyder interaktion med andre spillere eller spillet selv. Det kan også være at de er tilbøjelige til at opsøge spænding ved for eksempel at kæmpe mod andre spillere og verdenen, med henblik på at overvinde disse. Alle spillere kan placeres på denne graf i forhold til hvor de befinder sig på de to skalaer. Som set på figur 3.17 er grafen inddelt i fire kvadranter, hvilke hver især indeholder en spillertype [Bartle 1996, besøgt 08.05.23]. Vi kan ikke nødvendigvis fastslå hvilke spillertypologi Søren hører under, hvorfor vi ikke ved om vi skal tolke at han over eller undervurderer visse oplevelse. Vi kan dog se, at Søren kan være tilbøjelig til at have bestemte holdninger omkring spil, som understøtter hans foretrukne måde at spille på. Vi vil derfor tage højde for ikke at tillægge hans personlige præferencer for stor vægt til resultater som vi vurderer kan være forårsaget af hans disposition som spiller, da disse ikke nødvendigvis er gældende for andre blinde spillere. Det kunne i forlængelse af dette være interessant at undersøge hans spillertypologi, da dette kunne give os et godt værktøj til fortolkning af hans disposition som spiller.

## 3.5 Problem definition

I det følgende afsnit vil vi tage udgangspunkt i resultaterne fra problemanalysen og affinity diagrammet med henblik på mere nøjagtigt at definere problemer og designkriterier som skal løses gennem et immersivt oplevelsesdesign. Her diskuterer vi målgruppens problemer med henblik på at definere målet for oplevelsesdesignet, hvilket vi vil præsentere i slutningen af afsnittet.

Til at starte, har vi opdelt problemerne i tre problemområder:

1. Menuer
2. Opsætning af vagtsystem
3. Oplevelsen i det virtuelle miljø

Disse værende problemer ved navigation af menuer, problemer ved vagtsystemet, og problemer ved oplevelsen i virtuelle miljøer. Disse kategorier skal hjælpe os til at definere retningen for designprocessen, da vi ser dem som havende adskilte designproblematikker.

### Problemområde 1: Menuer

I forhold til problemet ved navigation af menuer, ser vi ikke en nødvendighed i at nytænke menunavigation for blinde. Som set ved menuerne i God of War: Ragnarok kan menuer gøres tilgængelige og anvendelige for blinde ved at tillade brugeren at navigere i menuen med et joystick og talesyntese. Dette blev observeret ved Søren Jensen, der selvstændigt navigerede i menuerne. Vi ser det derfor ikke som nødvendigt at designe en 3D menu som udnytter et virtuelt miljø, da formålet med en menu ikke er at have en ekstraordinær oplevelse, men i stedet at kunne nå til det spil eller den indstilling brugeren ønsker. Derfor vil vi blot konkludere at problemet ved navigation i menuer kan løses ved implementeringen af menuer tilsvarende dem i konsol eller PC spil, som navigeres med joystick, og talesyntese.

### Problemområde 2: Vagtsystem

I forhold til problemet ved vagtsystemet er der som nævnt et generelt problem ved opsætning af dette som ligger på systemniveau. Med dette menes der, at ændringer i dette skulle ske fra udgiveren af hardwaren, da softwaren i vagtsystemet er indlejret i VR headsettet. Med det sagt bidrager vagtsystemet til at brugerens selvsikkert kan bevæge sig i det fysiske rum uden frygt for at ramme ind i noget. I tilfælde af et design som kræver lokomotion i det fysiske rum, må vi derfor inkludere et design som tillader brugeren at opstille og modtage advarsler fra et vagtsystem, tilegnet blinde. Dette vil dog blive gjort som følge af det valgte oplevelsesdesign, og ikke som et designkriterie i sig selv.

**Problemområde 3: Oplevelsen i det virtuelle miljø**

Det sidstnævnte problem om oplevelsen i det virtuelle miljø. Dette har vi valgt at være det primære fokus i vores design, da vores interesse som sagt er at undersøge hvordan vi kan skabe et immersivt oplevelsesdesign. Denne problemkategori er dog også den største af de tre præsenterede her, hvorfor vi vil uddybe hvilke facetter af et oplevelsesdesign som vi vil fokusere særligt på. Vi vil så vidt som muligt forsøge at inkorporere den viden som vi har opsamlet gennem problemanalyse og affinity diagrammet, men med fokus på et par udvalgte faktorer. Som det første vil vi gerne fokusere på at skabe en oplevelse af immersion og tilstedeværelse, hvilket betyder at den skal involvere en grad af transportering til et virtuelt rum, som skal inkludere lyd- og haptisk design som er i stand til at skabe immersion hos brugeren. Denne fokuserer vi på, da vi baseret på affinity diagrammet ser et potentiale for at skabe et immersivt virtuelt rum, og at dette kunne understøtte engagementet i og motivation for oplevelsen. Dernæst vil vi gerne fokusere på at give brugeren en følelse af autonomi gennem oplevelsesdesignet. Dette baserer vi på problemanalysen, hvor flere artikler og udsagn fra Blindecenter Bredegaard indikerede, at BOS mangler en følelse af autonomi i mange af deres hverdagsaktiviteter, hvorfor vi ser det som vigtigt at en oplevelse som anvendes i fritid giver en følelse af tiltro til egne evner. Derudover detaljerede Søren i undersøgelsen, at en god spiloplevelse for ham forudsættes af at han føler at han selv kan spille det uden hjælp. For ham er det en stor oplevelse blot at kunne tilgå spillet. Derfor lægger vi i idegenereringen stor vægt på at designe et spil som skal være fuldt anvendeligt af målgruppen med henblik på at give en god oplevelse. Vi vil dernæst fokusere på at inkorporere et socialt element i oplevelsesdesignet, da vi både under problemanalysen og besøget hos Søren så en stor glæde for social interaktion i forskellige kontekster. Derfor ser vi at en social oplevelse også vil skabe baggrund for den gode oplevelse samt tilstedeværelse i det virtuelle miljø.

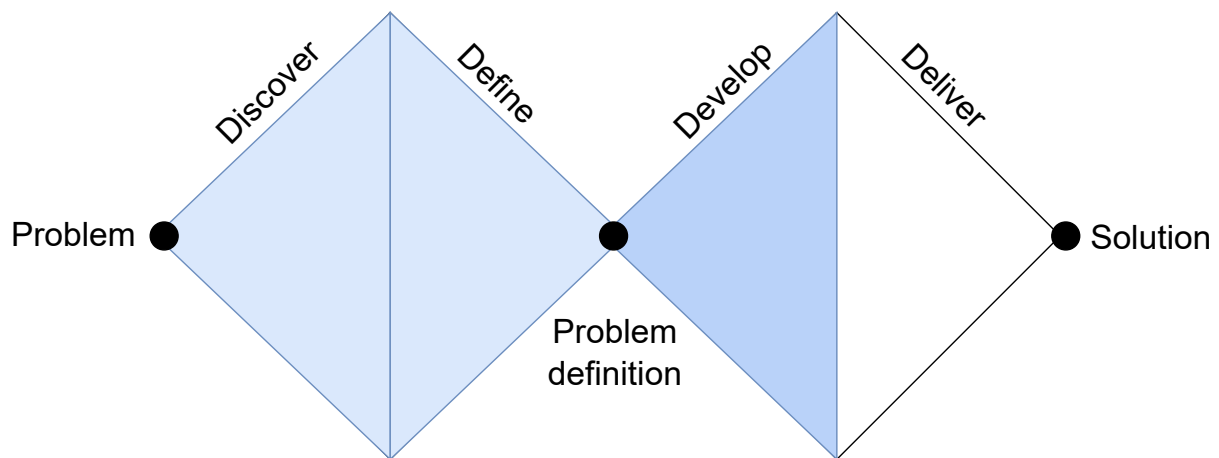
Vi så desuden at interaktion og bevægelse var en vigtig komponent af immersion i den gode oplevelse hos Søren. Dette leder os til beslutningen, at vi gerne vil skabe en interaktiv immersiv oplevelse. Dette betyder at vi forkaster statiske binaurale optagelser foretaget med et kunsthoved, til fordel for interaktivitet og spatialised audio med head- og handtracking med et VR headset. Dette betyder også, at vi naturligt har sporet os in på designet af et spil, hvilke er karakteriserede af at være systemer som en spiller kan interagere med for at fremprovokere et udfald. Derfor er det også relevant at definere hvad spil er, og i den forlængelse hvad leg er. Til dette anvender vi Caillois 2001 definition af leg, samt klassifikation af spil. I denne kontekst mener vi at det er vigtigt at forstå hvordan leg og spil kan defineres, og hvordan de to relaterer sig til hinanden. Dette er relevant, da det vil nuancere udviklingen af spillkoncepter under idegenereringen. Caillois definerer leg ud fra seks karakteristikker: Frivillig (free), adskilt fra 'virkeligheden' (separate), overraskende (uncertain), uproduktiv (unproductive), regelbestemt (governed by rules), og fantasistytet (make-believe). Disse karakteristikker er grundlæggende for

at kunne bestemme en aktivitet som leg, og skal derfor indeholde alle seks for at kunne defineres som sådan [Caillois 2001]. Denne definition af leg stemmer også overens med vores tilgang til idegenereringen, hvilket som sagt er at vi gerne vil skabe en god immersiv oplevelse som ikke nødvendigvis har noget produktivt formål, men er en oplevelse for oplevelsens skyld. Spil kategoriserer Caillois i fire sektioner: Agôn (konkurrence), Alea (tilfældighed), Mimicry (simulation), og Ilinx (svimmelhed). Den sidstnævnte har vi nævnt tidligere i konteksts af blinde og svagsynedes erfaring, hvor nogle af beboerne på Blindecenter Bredegaard havde en tilbøjelighed til at nyde oplevelsen af svimmelhed som en form for leg. Disse fire kategorier udgør grundstenene for alle spil, som er opbygget af en kombination af en eller flere af disse kategorier [Caillois 2001]. Det er her relevant at diskutere relationen mellem begreberne leg og spil, da disse ikke nødvendigvis stemmer direkte overens med hinanden. I kontekst af dette projekt, anskuer vi leg som aktiviteten hvori Caillois' seks kriterier opfyldes. Denne leg kan foregå som resultat af at der spilles et spil, men leg kan også opstå uden formelle spil. Spil vil derimod altid forudsætte legende adfærd, også selv om spillet har skjulte formål, som for eksempel læring, motion etcetera. Denne tilgang til leg og spil anvender vi under idegenereringen og efterfølgende udvikling af et spilkoncept.

Flow, et koncept som vi udforskede i forbindelse med immersion i problemanalysen, er tæt forbundet med spil i litteraturen. Dette ville indikere, at spil er effektive til at forudsætte flow tilstanden, hvilket vi også så eksempler på under undersøgelsen af VR applikationer. Vi ser derfor et potentiale for at skabe en oplevelse flow hos målgruppen i forlængelse af vores fokus på immersion og tilstedeværelse. Derfor vil vi forsøge at designe spillet med henblik på at forudsætte oplevelsen af flow, da vi forventer at dette kunne bidrage til en god og immersiv oplevelse. Dette spiller desuden godt sammen med vores allerede definerede mål om at skabe en oplevelse som giver en følelse af autonomi, da dette er en af elementerne af flow, betydende at vi i bestræbelsen på at skabe flow automatisk vil inddrage kontrol som et kriterie.

Dette betyder at vi i designfasen, hvilken starter med idegenerering, inkorporerer den læring vi indtil nu har indsamlet, dog med særligt fokus på elementer af immersion, tilstedeværelse, flow, autonomi og socialt samvær. Disse vil være retningsgivende for idegenereringen, og den efterfølgende designproces af et VR spil.

I dette kapitel præsenterer vi metoder og forløb for idegenerering af et immersivt oplevelsesdesign på baggrund af problemdefinitionen i foregående kapitel. Dette er også påbegyndelsen på den tredje fase i Double Diamond designprocessen: Develop, som ses på figur 4.1. I denne fase fokuserer vi på udvikling af designkonceptet gennem idegenerering, efterfulgt af en prototyping proces som skal resultere i et produkt vi kan teste på baggrund af de etablerede designkriterier.



**Figur 4.1.** Double Diamond Designprocesmodellen: Develop.

Til at påbegynde denne udviklingsproces, udvalgte vi flere forskellige kreativitetsteknikker og metoder til idegenerering, som alle skulle bidrage til emergensen af et bredt udvalg af ideer som udforsker adskillige forskellige muligheder. De er derfor også designede sådan, at de tillader os at tænke ud over de ideer som er opstået under tidligere processer, hvilket vi vil komme nærmere ind på herunder.

## 4.1 Idegenereringsmetode

Til metoder for idegenerering tog vi udgangspunkt i flere forskellige, som vi satte sammen i en metodesekvens, som forløb således: 'Empathy mapping', 'Brainwriting', og 'Brainstorming'.



### 4.1.1 Empathy mapping

Vores primære idegenereringsmetode i denne designprocess er brainstorming, og en variation af denne, kaldet brainwriting. Før en brainstorming session indledes, er det dog fordelagtigt at sætte sig selv og gruppen i et mindset som understøtter emergensen af brugercentrerede ideer [Wilson 2013]. Derfor besluttede vi inden påbegyndelse af brainstorming at lave et 'empathy map'. Empathy mapping er en variation af mind mapping, som tager udgangspunkt i en given persons følelser og holdninger omkring et bestemt emne, frem for en rangering af ideer og koncepter [Hampshire et al. 2022]. Empathy mappet udførte vi ved at starte med at tegne vores målgruppe i midten af et stykke papir, hvorefter vi nedskrev termer som var relaterede til målgruppens holdninger, følelser og behov. I denne proces gennemgik vi også de læringer vi havde fået fra problemanalysen og affinity diagrammet, da disse har været udgangspunkt for det empatiske kendskab vi har til blinde og svagsynede. Derfor noterede vi termer som autonomi, socialt behov, bevægelse, og at det føles negativt at mødes med noget som de ikke kan anvende. Dette bidroede til at minde os selv om hvilke ting der var vigtige for målgruppen, ved at prøve at skabe et empatisk kort over deres følelser og behov. Efter produktion af empathy mappet havde vi fået en genopfrisker på de ting vi har lært om målgruppen, hvilket vi ser som vigtigt for den efterfølgende brainstorming. Dertil fik vi en ide om at tilbringe lidt tid som blinde forinden påbegyndelse af brainstorming, hvorfor vi blindgjorde os selv med bind for øjnene, og prøvede at 'leve' som blinde i cirka en time, hvor vi gik en tur guidet af en seende, og forsøgte at udføre dagligdagsopgaver som at lave mad og dække bord. Vi var bevidste om at dette ikke kunne simulere at være permanent blind, men det gav os en indsigt i hvilke værktøjer man kan bruge som blind for at orientere sig og navigere. Blandt andet opdagede vi, at vi under gåturen følte meget på højdeforskelle og forskellige underlag i terrænet for at vurdere, om vi holdt os på stien. Derudover fandt vi ud af at vi havde svært ved at gå lige ud uden synssansen. Nogle aktiviteter, som for eksempel at hakke løg, måtte vi opgive, da det vidste sig at være for vanskeligt og farligt uden vores synssans. Denne metode er ikke nødvendigvis repræsentativ for den blinde oplevelse, men vi synes den hjalp med at igangsætte kreative tanker med henblik på at lave noget specifikt til målgruppen af blinde. Det virkede derfor mest som en indledende inspiration til idegenereringen mere end en identifikation af problemer for målgruppen.

### 4.1.2 Brainwriting

Som nævnt er næste trin i vores idegenereringsprocess brainwriting. Dette er en variation af brainstorming, hvori deltagerne, bestående af projektgruppen, får begrænset tid til at skrive deres ideer ned, hvorefter de på skift præsenterer deres ideer for gruppen. Fordelen ved denne metode er at den tillader alle i gruppen at komme med input, uanset sociale gruppedynamikker. Ulempen ved almindelig brainstorming kan nemlig være, at visse gruppemedlemmer har nemmere ved at dele ideer, og det kan



### 4.1.3 Brainstorming

Efterfølgende brainwriting valgte vi at afholde en brainstorming session baseret på de ideer vi havde fået under brainwriting. Formålet med dette var at videreudvikle ideerne, som i nogle tilfælde kun bestod af et enkeltstående koncept, som var interessant men krævede en mere holistisk udformning. Brainstorming sessionen forløb derfor som traditionelt, hvor alle ideer siges højt, og skrives ned med henblik på at samle så mange ideer som muligt [Wilson 2013]. I denne del af processen ville vi gerne bruge vores eksisterende ideer til både at udvikle et holistisk koncept, men uden at lukke os selv af for muligheden for at få nye ideer som kunne stikke i en anden retning. Derfor snakkede vi først løst om de ideer vi havde, hvorefter vi brainstormede koncepter som vi synes manglede, og som ikke var repræsenterede på vores post-its. Dertil anvendte vi et spildesign værktøj fra Jesse Schells bog 'The art of game design' 2020, som hedder 'A deck of lenses'. Værktøjet består af 120 kort, som hver især repræsenterer en bestemt linse at se sit spildesign igennem. Hvert kort indeholder derudover vejledende spørgsmål som kan hjælpe til at guide udviklingen af et spil [Schell 2020]. Disse anvendte vi til at udvikle på grundideerne for at skabe dette holistiske koncept, samt nuancere samtalen om hvad der var af fordele og ulemper ved de forskellige spilkoncepter.

Dette ledte til gode diskussioner som nuancerede de individuelle eksisterende ideer, samt ledte til emergensen af nye og unikke ideer. Efter grundig diskussion og refleksion af de forskellige fordele og ulemper i relation til problemdefinitionen i forrige kapitel, bestemte vi at der var 3 koncepter som havde potentiale til at blive udviklet som prototype. Disse 3 koncepter præsenterer vi herunder sammen med de overvejelser vi gjorde med hver af ideerne.

#### 4.1.4 Evaluering af koncepter

Efter idegenereringsprocessen stod vi som nævnt tilbage med 3 koncepter som alle havde potentiale for videreudvikling i forhold til prototyping og brugertests. I denne sektion præsenterer vi alle 3 koncepter i sammenhæng med de overvejelser vi gjorde i forhold til vores problemdefinition samt enkelte relevante 'kort' fra 'A deck of lenses'. Disse var 'The lens of Emotion' og 'The lens of Essential Experience' [Schell 2020]. Under idegenereringen fokuserede vi nemlig på specielt disse to som styrende for udviklingen af koncepterne, med henblik på at have fokus på den følelse og den oplevelse som spilkonceptet skulle give.

#### Idegenereringsmøde med Søren Jensen

Som del af vores brugerdrevne designtilgang til processen, aftalte vi et møde med Søren Jensen, med henblik på at få hans input på vores koncepter, og give ham muligheder for at bidrage med ideer han har haft siden vores undersøgelse af VR applikationer hos ham. En lydoptagelse af interviewet kan findes i eksternt bilag under mappen 'Idegeneringsinterview Søren Jensen' Først præsenterer vi kort de

ideer Søren kom med, hvorefter vi detaljerer Søren's input til hver af de tre ideer i præsentationen af spilkoncepterne herunder.

Søren havde flere gode ideer, hvilke var fokuserede mod systemer som skulle hjælpe blinde med at navigere og orientere sig i VR. Disse er derfor ikke ideer til spil, men snarere til mekanikker som kunne implementeres i VR spil. Vi beskriver derfor ikke ideerne her, da ikke alle er mulige og relevante at implementere i de nedenstående 3 koncepter. Vi tager dog Søren's ideer med i overvejelserne omkring udvikling af de tre ideer som vi præsenterer herunder.

### **Jagt spil**

Det første koncept er et VR multiplayer spil, hvori der er to hold af spillere. På det ene hold er en enkelt blind jæger, som skal jage de andre spillere. De andre spillere spiller 'byttedyr', som skal undslippe jægeren, imens de forsøger finde ud af spilbanen de befinder sig i. Dette gør de ved at bevæge sig rundt og løse opgaver på banen, der til sidst åbner for en flugtrute. Jægeren skal så forsøge at fange byttedyrene inden de slipper væk, ved at lytte sig frem til hvor de befinder sig. I spillet ville lydene være forstærkede i sådan en grad, at jægeren fik supernaturlig hørelse, og på den måde havde en fordel i at finde byttedyrene. Derudover kunne spilmekanikken udvides ved at 'byttedyrene' kun udgav lyd når de bevæger sig. Byttedyrene skulle i denne kontekst være bevidste om hvor og hvornår de skal bevæge sig eller løse opgaver, da begge disse aktiviteter udsender lyde som jægeren kunne bruge til at finde en. Dette koncept søger at skabe en oplevelse hvor den blinde får en slags 'superkræfter', som tillader dem at føle sig mægtigere end de seende byttedyr. Derudover indeholder den det sociale element, da man spiller enten mod eller med andre spillere. Der er dog en udfordring i at det er en blind jæger, hvis byttedyrene er seende. Dette pointerede Søren også i vores evaluering af konceptet med ham. Han påpegede, at de seende ville have en for stor fordel ved at kunne se jægeren, som ikke kunne se dem. Derudover så han en udfordring i at skulle navigere og jage i et ukendt virtuelt miljø, og at det derfor skulle være en meget åben bane uden for mange forhindringer. Vi diskuterede om disse ulemper kunne mitigeres ved for eksempel at blindgøre byttedyrene også, eller give dem handicap på anden måde for at udligne balancen mellem de to hold. Overordnet set var Søren dog positivt stemt overfor konceptet, og mente at den havde potentiale for at være en god spiloplevelse for ham, hvis designet rigtigt.

### **Sports simulator**

Den anden ide er et VR multiplayer spil som tager inspiration fra virkelige sportsgrene. Den indledende ide var at genskabe baseball i VR, hvor det var muligt at tilpasse sværhedsgraden for blinde ved at tilføje lyd til bolden, give dem et bat med en større overflade så bolden var nemmere at ramme etcetera. Denne oplevelse ville gøre det muligt at være stationær på samme måde som Bait!, hvorfor baseball var vores første ide til en tilgængeligt sportsgren. Vores tanke var, at hvis sportsgrene er sjove

at spille, kunne det på samme måde give blinde en god oplevelse at være inkluderet i denne aktivitet som ellers ikke er tilgængelige for dem. Dette kan dog kun ske hvis oplevelsen er lignende den som det originale spil giver, skulle det være tilfældet. Søren var også positivt stemt for denne oplevelse, og sagde at han ville elske at kunne deltage i sportsaktiviteter som han ellers kun har hørt om, men aldrig prøvet. Dette spil kunne desuden potentielt udvides til at inkludere yderligere sportsgrene. Her foreslog Søren fodbold, da han hører meget om det i daglig tale, men ikke har nogen konkret forståelse for spillet. Han sagde at det kunne være spændende at implementere et spil som lignede 'Fifa', hvilket er et videospil som simulerer en fodboldkamp, hvor spilleren kontrollerer én spiller ad gangen, imens en kunstig intelligens styrer resten [EA Sports, besøgt 07.05.23]. Vi ser dog dette koncept som værende meget svært og ikke nødvendigvis udførligt i VR til blinde, uden betydelige designtiltag. Derfor holdte vi os til det originale ide med baseball, skulle dette koncept være relevant at udvikle videre på.

### Hot Potato VR

Den tredje og sidste ide er et VR multiplayer spil for to blinde spillere, som står på hver deres bane. Her kan en seende spiller også deltage, men de ville blive blindgjort, hvilket sikrer at oplevelsen er tilsvarende for alle. Spillet drejer sig om et objekt, som kan kastes frem og tilbage mellem de to baner. Dette objekt tæller ned når den er i spil, og når timeren udløber, taber spilleren hvis bane den er på. Spillerne skal derfor hurtigst muligt at finde objektet, som udsender en konstant lyd, og kaste det tilbage til modstanderen. Ved valg af objektets form, tog vi udgangspunkt i at det skulle bevæge sig så regelmæssigt som muligt når det rammer andre objekter. Dette skal den for at give spilleren en mulighed for at forudsige hvor den er på vej hen når den er i bevægelse. Vi bestemte derfor at objektet skulle være boldformet, da udelukkelsen af skarpe kanter betyder at bevægelsen er så regelmæssig som muligt. En anden overvejelse var, at spillerne ved at have hver deres bane som grænse for deres bevægelse, undgår at avanceret navigation er et krav for at kunne spille spillet, hvilket vi ser som en styrke for konceptet. Vi så dog at det stadig kunne være et problem for spillerene at lokalisere retningen for modstanderens bane, hvorfor vi legede med ideen om at forbinde alle siderne af ens egen bane til modstanderens via portaler. Dette vil sige, at hvis man kaster bolden gennem bagsiden af ens egen bane, vil den også dukke op fra bagsiden af modstanderens. Dette er gældende for alle sider af en firkantet bane. Denne løsning gør ikke kun at spilleren ikke nødvendigvis behøves at vide lige præcis hvad der er front og bag, men giver også en ekstra udfordring, da spillerne aldrig kan forudse om bolden kommer foran, bagfra, eller fra en af siderne. De er her afhængige af deres evne til at lokalisere hvor bolden kommer fra baseret på deres høreelse, hvilken kan lokalisere i 360 grader, i modsætning til synet, som har en begrænset vinkel for orientering. Denne retningsbaserede lokalisering af objekter fandt vi også i afsnit 2.2, at BOS er bedre til end seende. På denne måde forsøger spillet også at udnytte blindes evner, imens det eliminerer deres største svagheder. Søren var ligesom os meget begejstret for denne her ide. Han så den både som den mest realistiske for ham at bruge, men han så også potentialet for

skalerbarhed af den. Han foreslog blandt andet, at nye spillere kunne få hjælp til at samle bolden op med en slags 'støvsuger' funktion, hvor man kan få bolden til at flyve til hånden inden for en hvis rækkevidde. På denne måde kunne man justere sværhedsgraden i mange varianter, hvilket tillader et så bredt spænd af niveau hos spillere. Dette fik os også til at tænke på de mange variationer man kunne lave i forhold til boldens form og størrelse, banens antal af sider, og sidernes funktioner når man kaster bolden ind i dem. Søren sagde desuden til dette koncept, at det var hans favorit både i forhold til anvendelsen af blinde og den mængde sjov han troede han ville kunne have med det.

#### 4.1.5 Udvalgelse af koncepter

Efter evaluering af hver af de tre koncepter, blev vi enige om at 'Hot Potato VR' var spilkonceptet med mest potentiale ud af de kriterier vi opstillede i problemdefinitionen i afsnit 3.5. Det var som nævnt også Søren's favorit af de tre da vi præsenterede dem. Derudover er vi meget positivt stemte med at spillet har et forholdsvis simpelt præmis, men har stor potentiale for variation og tilpasning. Dette ser vi som en stor styrke, da det i det tilfælde kunne tilpasses målgruppen endnu mere præcist efterhånden som vi tester og videreudvikler det. Derudover er dette ideelt til tilpasning af udfordrings- og kompleksitetsniveauet i spillet, hvilke begge er forudsætninger for oplevelsen af flow. Dette giver os også stor frihed i videreudvikling og prototyping af konceptet, da det bliver muligt at skalere mellem en forholdsvis low fidelity of high fidelity prototype, da minimumskravet for spillets funktionalitet er forholdsvis lavt, da de eneste nødvendige elementer er bolden med lyd, væggene og kast-funktionen. I denne næste sektion udvikler vi videre på konceptet med henblik på at udforske potentialerne samt definere hvilke elementer af spiloplevelsen er mest relevant at teste.

## 4.2 Spildesign af Hot Potato VR

Til videreudvikling af Hot Potato VR, anvendte vi det førnævnte 'Deck of lenses', fra Schell 2020. Her præsenterer vi de overvejelser vi har gjort og beslutninger vi har taget under design af spillet.

### 4.2.1 Oplevelsens Essens

Som nævnt, er ideen bag Hot Potato VR at designe til blindes styrker, og udenom deres svagheder. Dette er dog ikke nødvendigvis essensen af den oplevelse som spilleren får, men snarere vores bagvedliggende motivation med designet. Vi vil derfor her diskutere hvad essensen af spilkonceptets oplevelse er, og hvordan vi designer derefter. Her tager vi igen fat i linserne 'Lens of emotion' og 'Lens of essential Experience' i denne diskussion [Schell 2020]. Vi vil argumentere for at der er flere essentielle oplevelser i spillet. Den første af disse er oplevelsen af social konkurrence, hvor spillerne kan lege og konkurrere sammen. Med de mange muligheder der er for udvikling af spilkonceptet er det heller ikke urealistisk at tilføje flere end to spillere, hvis baner hænger sammen på kryds og tværs, måske med flere

bolde. Denne tilgang til spildesignets essens er også indikativt for kategoriseringen af det. Som nævnt tidligere kan spil kategoriseres i fire sektioner [Caillois 2001], hvor Hot Potato VR har overvejende mange elementer af agon, som er konkurrence spil, hvor formålet er at sejre over en modstander, som både kan være en anden spiller eller spillet selv [Caillois 2001]. Det betyder ikke nødvendigvis at spillet kun kan klassificeres som agon, men der er ingen tvivl om at denne vægter højest af de fire kategorier. Dette har selvfølgelig en betydning for hvilke spillertypologier der bliver tiltrukket af spillet, hvor spillere i den sociale ende af Bartles skala vil være mere tilbøjelige til at nyde spillet, hvor spillere som er mere interesseret i at udforske og interagere med en verden i stedet vil være uinteresserede [Bartle 1996, besøgt 08.05.23]. Vi vurderer dog, at selvom spillet er mere rettet mod spillertypen 'killers', at den også vil kunne modificeres til at være passende til 'socialisers', hvor spillet mere bliver baggrund for hygge, mere end spillerne fokuserer på at vinde spillet. I første omgang vil vi dog kun teste for funktionaliteten af spillet som et 'killer' spil, da det bliver svært for os at simulere socialisering i de indledende prototype tests.

De andre komponenter til den essentielle oplevelse af spillet hænger tæt sammen med den følelse vi gerne vil give spilleren, hvilken baserer sig på princippet om flow. Følelsen vi ønsker at opnå kan bedst beskrives som en følelse af lettelse som følge af at være blevet udfordret, og at have overkommet denne udfordring. Dertil vil vi gerne at spilleren føler sig kompetent i deres interaktion med spillet, ved at give dem kontrol over deres egne handlinger og strategi, og ikke være afhængige af for eksempel held eller hjælpemidler. Disse to følelser hænger sammen i en kontekst af flow, et begreb som også blev beskrevet tidligere i problemanalysen. Flow skaber nemlig en baggrund for forståelse af den optimale og motiverende udfordring, hvilket blandt andet gøres ved at give spilleren en følelse af at være i kontrol over sine handlinger [Csikszentmihalyi 1991]. Flow er en tilstand som en spiller kommer ind i når de er fuldkommen fokuserede på deres nuværende aktivitet, hvor både deres lyster og mål stemmer helt overens og spillerens fordybelse i aktiviteten er komplet. Flow beskrives også som den optimale oplevelse, forstået på den måde at den oplevende er motiveret for og optaget af aktiviteten i sådan en grad, at de mister fornemmelsen af tid og sted, samt føler komplet kontrol over og sammenhæng mellem deres handlinger [Csikszentmihalyi 1991]. Som nævnt er den følelse vi gerne vil give gennem Hot Potato VR tæt relateret til konceptet flow, hvorfor vi synes det er interessant at dykke længere ned i hvordan flow skabes, med henblik på at kunne implementere det i dette design. Opfinderen af konceptet flow, Mihalyi Csikszentmihalyi, præsenterer 8 elementer af flow, som enten er forudsætninger for at flow kan opstå, eller er indikationer på at et subjekt er i flow. I designet af denne spiloplevelse vil vi derfor fokusere på de 3 elementer som er forudsættende for flow. Disse er:

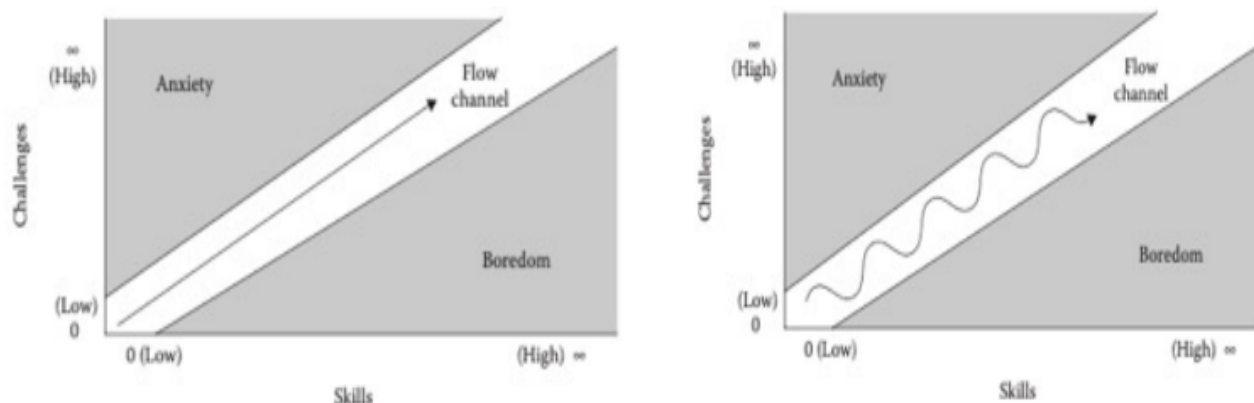
1. Klarhed af mål og øjeblikkelig feedback
2. Høj koncentration på et begrænset område
3. Balance mellem evne og udfordring

I det første element kan vi se en lighed til resultaterne af affinity diagrammet, hvor vi udledte at øjeblikkelig og klar feedback var vigtig for Søren's spiloplevelse. Dette gav ham mulighed for både at vide hvad hans handlingsmuligheder var, men også at vide hvorvidt han havde lykkedes med den valgte handling. Dette element af flow siger grundlæggende det samme, med tilføjelsen af klare mål. Med dette menes der, at spilleren aldrig må være i tvivl om hvordan de når deres mål. 'Reglerne' skal være klare nok til at spilleren aldrig føler at de har misforstået målet eller handlingsmulighederne for at nå dertil [Csikszentmihalyi 1991]. Dette element af flow vil vi forsøge at implementere i designet af Hot Potato VR, så spilleren har en klar forståelse af målet, samt får tydelig og øjeblikkelig feedback på de handlinger de gør. Dette gør vi ved at integrere auditiv og haptisk feedback på blandt andet spillerens handlinger og position, hvilket vi vil komme nærmere ind på senere i kontekst med udvikling af prototypen for Hot Potato VR.

Det andet element af flow handler i høj grad om spillets evne til at engagere spillerens opmærksomhed. Dette gøres til dels allerede i vores stræben efter immersion i oplevelsen, da fordybelse i et virtuelt miljø som nævnt i problemanalysen kan lede til øget fordybelse i aktiviteten, hvilket bidrager til flow [Csikszentmihalyi 1991]. VR har en unik evne til at udelukke omverdenen, og på den måde eliminere distraktioner. Som vi har undersøgt er det dog sværere for blinde at opleve immersion i traditionelle VR applikationer, da disse ikke understøtter illusionen af det virtuelle tilstrækkeligt via lyd- og haptisk design. Det er derfor et fokus for os at gøre spillet så immersivt som muligt, med henblik på at sætte gode forudsætninger for fordybelse i aktiviteten. Det er dog ikke altid nok at udelukke udefrakommende distraktioner, da nogle af distraktionerne kunne komme fra selve spillet. Dette relaterer sig også til et resultat af affinity diagrammet, hvor Søren i nogle tilfælde havde svært ved at differentiere mellem lyde som indikerede interaktionsmuligheder, og lyde som blot var der for at skabe en stemning. Søren blev altså distraheret af de forskellige lyde i selve spillet, og hvad de betød for hvordan han kunne spille spillet. Dette hænger sammen med balancen af kommunikation og æstetik, hvor de æstetiske virkemidler ikke må distrahere fra hvad der kommunikeres til spilleren. Dette vil vi tage højde for i blandt andet vores implementering af en tematisk sammenhæng i spillet, som gerne skal give en følelse af at være til stede i en virtuel verden, men som ikke må distrahere spilleren. Hvordan vi finder denne balance beskriver vi ligeledes mere i dybden under prototyping processen.

Det tredje element til forudsætning af flow omhandler ligeledes balance, men mellem evne og udfordring. Dette referer til, at enhver udfordring i spillet skal være tilpasset spillerens evne for at skabe den optimale oplevelse.





**Figur 4.3.** Flow channel graf med to akser. Y-aksen repræsenterer udfordringen ved en aktivitet, og x-aksen repræsenterer subjektets evner i den givne aktivitet [Csikszentmihalyi 1991].

For at skabe flow, skal udfordringsniveauet og subjektets evner altid stemme mere eller mindre overens. Denne balance er repræsenteret den hvide 'flow kanal' i figur 4.3, hvor forudsætningerne for flow er ideelle. Som kan ses i den højre figur, vil linjen ikke altid være lineær. Det kan være at sværhedsgraden stiger drastisk inden spillerens evner er finpudsede til at overkomme udfordringen, hvilket kan resultere i en stressende eller ængstelig følelse. Modsat kunne det være at spillerens evner udvikler sig for hurtigt i forhold til spillets progression af udfordring, hvilket leder til at spilleren keder sig [Csikszentmihalyi 1991]. Linjen vil næsten altid svinge imellem disse to, men målet her er at implementere systemer som sikrer at spilleren befinder sig i denne flow kanal. Dette vil ligeledes være noget vi tilstræber os i Hot Potato VR, hvor sværhedsgraden umiddelbart er bestemt af modstanderen som spilleren spiller imod. Hvis spillerne er omtrent lige øvede og dygtige til spillet, vil de meget naturligt befinde sig i flow kanalen. Det skal dog påpeges at spillet, på trods af balance mellem spillerne, alligevel kan blive for kedeligt eller stressende. Det kan nemlig være tilfældet, at spillet enten ikke er kompliceret nok, eller er for kompliceret i relation til spillerens evner [Schell 2020]. Se for eksempel det klassiske kortspil 'krig', hvori spillerne vender kort mod hinanden og håber at deres er det 'højeste', da dette betyder at de får et stik. Spilleren med flest stik i slutningen af spillet vinder. Dette er et eksempel på et spil med fuldstændig lighed mellem modstanderne, hvilket betyder at man har 50 procent chance for at vinde. Spillet bliver dog hurtigt kedeligt netop fordi udfordringen ikke er tilsvarende spillernes evner. Hvis spillet ikke faciliterer at spillerne kan anvende deres evner, vil der ikke være balance med udfordringsniveauet, og spillet vil derfor blive kedeligt. Det samme gør sig gældende hvis begge spillere er ligeligt dygtige, men at spillet er så avanceret at ingen af spillerne er i stand til at spille det, hvilket gør det stressende at spille. Det er derfor vigtigt at der foruden en balance mellem spillerniveauer også er en balance mellem spillernes evner og spillets systemer, således at spillerne kan anvende deres evner. Dette vil vi også søge at gøre i Hot Potato VR, ved at tilpasse sværhedsgraden og kompleksiteten på flere fronter. Det er her potentialet for variation af spillets simple præmis kommer spillet til gode, da der formentlig vil kunne findes en kombination af varierende elementer i spillet som passer til ethvert

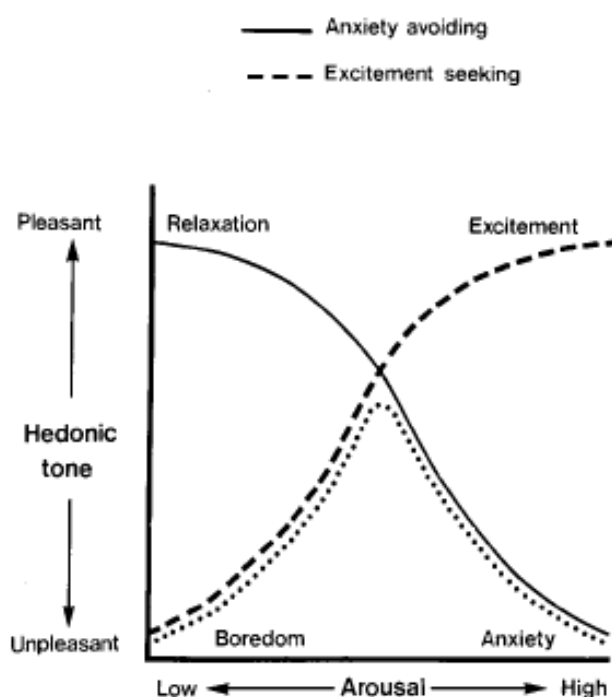
spillerniveau. Hvordan vi vil finde ud af denne balance i kompleksitet vil vi beskrive yderligere under vores udvikling af prototypen.

### 4.2.2 Tema

Temaet er den gennemgående røde tråd som eksisterer i spillet. Temaet er det som skaber sammenhæng imellem spillets elementer, og skaber en fornemmelse af helhed for spilleren. Det er med til at skabe en kontekst for alle de forskellige komponenter som spillet består af, og er på den måde også med til at hjælpe spilleren med at forstå konteksten for spillet [Schell 2020]. Derfor skal der være en kongruens imellem spillets elementer og spillets tema, da spillere naturligt vil bruge deres tidligere erfaringer til at lede efter sammenhænge med henblik på at finde ud af hvordan de skal forstå spillet. I udviklingen af Hot Potato VR, tog vi udgangspunkt i spillets elementer og mekanikker, hvorefter et tema formede sig baseret på elementerne. Som nævnt er grundideen for spillet at spilleren hurtigt skal kunne lokalisere en bold for at slippe af med den. Dette udviklede sig til mekanikken, at spillerne har en bold, som de skal kaste frem og tilbage til hinanden, fordi der er en timer i bolden som gør at man taber spillet hvis denne udløber mens bolden er på ens bane. Denne mekaniske præmis formede sig hurtigt til et tema i vores idegenerering, da vi automatisk relaterede mekanikkerne til virkelige bolde. Vi stillede her spørgsmål som: Hvilke objekter vil man gerne slippe af med? Hvilke objekter er forbundne med nedtælling? Dette ledte os forholdsvis naturligt til konklusionen, at bolden måtte være en tikkende bombe, som springer i luften, hvilket selvfølgelig ender i at spilleren taber spillet. På denne måde bliver temaet, som ligger bag mekanikken at skulle slippe af med et objekt, til at redde sig selv fra en farlig bombe. Denne tematisering af spillets elementer spiller også godt ind i en af de følelser vi som nævnt gerne vil give med spillet, nemlig den at have overkommet en udfordring. Her forventer vi at tematisering af den tikkende bombe og faren for at eksplodere vil bidrage til intensiteten af oplevelsen, da den associeres med de virkelige konsekvenser ved en bombe. Desuden skabes der en understøttelse af forståelse for spillets mekanikker, da den logiske respons til en bombe ville være at prøve at komme væk fra den eller få den væk fra en.

Tematiseringen spiller også ind på den grundlæggende motivation for at spille spillet, hvilket vi vil gå over her. Vi har med udgangspunkt i Michael Apters 'Reversal Theory' overvejet hvordan spillet bliver motiverende for spilleren, og hvordan spillets tema påvirker dette. Reversal Theory er en motivationsteori som baserer sig på subjektets arousal, hvilket er deres følelse af at være ophidset på enten positive eller negative parametre. Apter poserer, at arousal niveau er forbundet med den selvoplevede hedoniske tone, hvilket betyder, at menneskets niveau af arousal har en direkte korrelation til deres hedoniske tilstand, i.e. deres nydelse af øjeblikket [Apter 2007]. Hedonisk tilstand eller tone refererer i denne kontekst til subjektets egen evaluering af deres tilstand, på et spektrum mellem ubehagelig og behagelig. Relationen mellem disse to er, at jo længere tid subjektet tilbringer i det samme niveau af

arousal, jo mere ubehagelig bliver denne ophidselse. Subjektet har brug for veksling mellem forskellige niveauer af arousal for at bevare en behagelig hedonisk tilstand. Som eksempel ville teorien sige, at det er behageligt at lægge sig på sofaen efter en lang dag på arbejde, fordi man har haft et højt arousal niveau på arbejde, hvorfor vekslingen til lav arousal på sofaen bliver behageligt. Tilsvarende vil handlingen af slappe af på sofaen med tiden blive mindre behagelig, da subjektet vil begynde at kede sig over det lave arousal niveau. Dette vil så formentlig lede til at subjektet opsøger en aktivitet med højere arousal, hvilket kunne være at tage på arbejde igen næste dag. I starten af arbejdsdagen vil det høje arousal niveau derfor føles behagelig, hvorefter det bliver mindre behageligt jo længere den høje arousal fortsætter. Det er her motivationsaspektet af teorien spiller ind, da denne veksling, eller 'reversal' af subjektets arousal niveau er højt motiverende, da det resulterer i en mere behagelig hedonisk tilstand. Apter poserer her, at subjektet ved et ubehageligt arousal tilstand, vil søge den modsatte arousal ved enten 'anxiety-avoiding' eller 'excitement-seeking' adfærd. Disse to former for adfærd relaterer Apter også til formålet for handlingen. Anxiety avoiding adfærd er netop ofte forbundet med motivationen for at opnå et mål, hvilket Apter kalder 'telisk motivation'. I det tidligere eksempel kunne være at man skulle færdiggøre en præsentation inden man kunne tage hjem fra arbejde, hvor opnåelsen af dette mål er motiverende fordi du ved at du får lov at slappe af bagefter. Excitement seeking adfærd er modsat forbundet med motivationen for at gøre en handling i sig selv, uafhængigt af målet. Apter kalder dette 'para-telisk motivation'. I samme eksempel kunne det være at handlingen er den samme, at man skal lave en præsentation. Dog er motivationen her ikke forbundet med at færdiggøre præsentationen, men i stedet fordi man nyder handlingen af at lave præsentationen. Her er det motiverende fordi subjektet selv har valgt at udføre handlingen [Apter 2007].



**Figur 4.4.** Graf som repræsenterer Reversal Theory, med kurver som repræsenterer telisk (anxiety avoiding) og para-telisk (excitement seeking) motivation [Apter 2007].

Af disse to motivationsformer ses para-telisk som den optimale, da den i højere grad er baseret på subjektets egne lyster. Begge er dog krævede i et spildesign, da der skal være øjeblikke af både høj arousal og lav arousal for at balancere motivation over længere tid. Dette kan relateres til figur 4.3, som siger at man skal balancere spillerens evne med udfordringen i spillet for at undgå at oplevelsen bliver enten for stressende eller for kedelig. Til dette princip kan vi bruge reversal theory til at sige, at vi gerne vil indsætte strategiske øjeblikke af skift i arousal niveauet under spillets gang, da dette kunne undgå både stress og kedsomhed under spillet, og derved øge motivationen for at spille samt skabe de bedste forudsætninger for flow. Konkret vil dette sige, at vi vil forsøge at balancere oplevelsen sådan, at momenter af skift i arousal vil forekomme lige inden høj arousal bliver stressende, og lige inden lav arousal bliver kedeligt. I Hot Potato VR er der denne her indbyggede stress-faktor, som er den tikkende bombe, hvilken vil være vores primære fokus for denne balance. Konceptuelt skal det passe med, at arousal niveauet starter lavt, inden spillet påbegyndes. Det vil efter påbegyndelse af spillet rejse ligeså stille, eftersom timeren går i gang. Arousal niveauet vil formentlig stige progressivt i løbet af spillet, med små plateauer eller dyk i arousal når man har kastet bolden over til modstanderen, og er i venteposition. Det er så meningen, at spilleren skal begynde at føle sig presset af timeren til en grad, hvor vurderingen af den høje arousal skal grænse sig stress/angst, hvorefter spillet slutter, og spilleren kan slippe af igen. Ved denne progression af arousal niveauet og spillerens hedoniske vurdering af det, vil spilleren have gennemgået både excitement-seeking og anxiety avoidant adfærd, og derved blevet motiveret både telisk og para-telisk. Vi teoriserer derudover, at denne progression kan hjælpe til at skabe flow i spilleren gennem den motiverende effekt af denne. En anden fordel ved dette stress-inducerende design, er at stress faktorer kan have en positiv effekt på spillerens immersion. Dette kommer af teorien for flow som præsenteret tidligere, at hvis spilleren bliver presset til grænsen af deres evner, vil de opleve et højere engagement i oplevelsen, hvilket leder til øget immersion, tilstedeværelse og flow [Jennett et al. 2008].

I forlængelse af temaet for spillet, har vi nu etableret et grundlæggende tema, som skaber sammenhæng mellem elementerne og mekanikkerne på en meningsfuld og forståelig måde. Temaet kan dog også anvendes til at skabe dybere indlevelse i en spilverden, for eksempel en historie. Med historie mener vi en overordnet fortælling som giver kontekst og mening for handlingsforløbet i spillet. Denne fortælling fyldes typisk med karakterer og lokationer som alle bidrager til historien, og på den måde får spilleren til at investere sig i den virtuelle verden [Schell 2020]. Historien kan derfor også påvirke immersionen i et spil, da den virtuelle verden føles som en separat men 'virkelig' verden. Dette er specielt gældende hvis temaet/historien omhandler noget som spilleren er personligt investeret i. Det kan være at der bliver fortalt en historie som spilleren kan identificere sig med, eller at temaet omhandler noget som spilleren har stor viden om og interesse for. Hvad end årsager er, har temaet og historien potentiale for

at skabe personlig investering i spillet [Schell 2020]. Hot Potato VR fortæller ikke umiddelbart nogen gennemgående historie gennem sit gameplay, eller har et tema som er udbredt populært som interesse. Der er dog et potentiale for at fortælle en historie som giver mening for målgruppen af blinde. Som eksempel så vi Søren blive meget investeret i historiefortællingen i 'Notes on Blindness' under vores undersøgelse af eksisterende VR applikationer i afsnit 3.4.2. Han vurderede ikke historien positivt, da han var uenig i den måde fortælleren omtalte det at være blind. Vi så herved, at en oplevelse som omhandler blindhed ikke nødvendigvis gør den god, men den skabte en personlig involvering fra Søren, som har stor kendskab til og potentielt identificerer sig meget med blindhed. Hvis Hot Potato VR havde en historie som omhandlede blindhed i en eller anden kapacitet, ser vi potentialet for både højere personlig investering og immersion fra blinde spillere, men måske også en kontekst for hvorfor spillet spilles blindt. Inden for projektets rammer, forventer vi dog ikke at have kapaciteten til at udvikle eller kommunikere en historie i den første prototype, hvorfor vi har valgt ikke at gå længere i dybden med hvordan denne historie skulle udformes.

#### 4.2.3 Kontekst for spillet

Alle spil finder sted i en kontekst, hvilken er vigtig at tage højde for i designet af et spil. Nogen spil spilles alene inde på et værelse, andre spilles på en arena foran tusindvis af tilskuere. Hvad end konteksten er for et spil, vil dette påvirke hvordan spillet spilles og den oplevelse spilleren har. Designeren kan ikke nødvendigvis forudse alle kontekster for et spil, men de kan gøre sig overvejelser om de mest typiske, og inkorporere disse i designprocessen [Schell 2020]. Hot Potato VR er tiltænkt som et spil til VR headsettet Meta Quest 2, hvilket oftest anvendes til brug i private hjem, hvor det kan sættes op i mellemstore rum. Fordi det er en VR oplevelse, og fordi den er afhængig af spatialised lyd frem for visuelle indtryk, vil spillet formentlig spilles af en solo spiller uden tilskuere, da ingen andre vil kunne hverken se eller høre spillet. Med det i mente, betyder det at vi ikke umiddelbart skal tænke på andres oplevelse end spilleren selv, og at spillet skal være transportabelt, og skal kunne sættes op og spilles forskellige steder. Dette begrænser ikke selve spillet, da dette eksisterer som software på et eksisterende VR headset, som bliver forudsætning for hvor transportabelt det er. Det vi er begrænset af, er frihed til bevægelse på det sted hvor headsettet anvendes. Som nævnt i afsnit 3.4.2, var Søren usikker ved lokomotion imens han havde VR headset på, da han var i tvivl om hvor tæt han var på fysiske objekter i den rigtige verden. Derfor ser vi det som en nødvendighed for Hot Potato VR at implementere et vagtsystem, som på samme måde som det der er integreret i Meta Quest 2 VR headsettet kan fortælle spilleren når de er på vej uden for spilområdet. Til dette overvejede vi et haptisk vagtsystem, som kunne sætte controllerne til at vibrere hvis spilleren var på vej ud af spilområdet. Vi nåede dog den konklusion, at dette ikke var realistisk i kombination med Hot Potato VR, da vi allerede havde tænkt at skulle bruge haptisk feedback til at orientere om spillets tilstand. Derfor ville et haptisk vagtsystem bare forvirre spilleren, som ikke har en forudsætning for at vide om controlleren vibrerer

baseret på vagtsystemet eller selve spillet. Som alternativ tog vi derfor inspiration fra en læring vi gjorde under affinity diagrammet 3.4.2, nemlig at fysiske artefakter var en effektiv måde at assistere blinde i orientation og navigation i virtuelle miljøer. Vores løsning er her en måtte eller et tæppe, som er tilpasset det fysiske rum man spiller i. Spilleren får derved konstant takstil feedback i forhold til hvor langt de kan bevæge sig før de er i risiko for at ramme noget uden for vagtsystemet. Denne løsning forhindrer desuden at der er tvivl om hvorvidt input kommer fra vagtsystemet eller spillet, da vagtsystemet er fysisk og eksisterer på et plan som spillet ikke er i stand til.

#### 4.2.4 Immersion i det virtuelle rum

Det virtuelle rum, og oplevelsen af det, er også vigtigt for spillerens immersion, da dette repræsenterer den virtuelle verden som de skal indleve sig i. For at forudsætte immersion i Hot Potato VR, gør vi os derfor nogle design tanker i forhold til elementer som understøtter eller bryder immersionen i spillet. Til dette anvender vi Schell 2020, som præsenterer seks 'presence breakers' og seks 'presence builders' [Schell 2020]. Det er her spændende at diskutere det virtuelle 'rum' som spillet finder 'sted' i. I kontrast til fysiske 'sted' for spillet, er det virtuelle rum fokuseret på det 'rum' hvor selve spillet finder sted [Schell 2020]. I tilfældet af Hot Potato VR ville dette være spillerens bane. Selv om sted og rum normalvis er adskilte i traditionelle computerspil på 2D skærm, og derfor kan tages stilling til mere eller mindre individuelt, har VR teknologien den effekt, at sted og rum overlapper. Dette forekommer når et VR spil involverer lokomotion, hvor spilleren ved at bevæge sig på det fysiske sted bevæger sig tilsvarende i det virtuelle rum. Denne sammenhæng mellem sted og rum har både konsekvenser for hvilke steder spillet spilles, men også designet af det virtuelle rum spillet foregår i. Det fysiske sted i VR spil er ofte et begrænset spilareal på eksempelvis 2,5x2,5 m. I denne kontekst er det relevant at overveje presence breaker 5: 'Proprioceptive disconnect' og presence builder 5: 'Proprioceptive alignment', som siger at tilstedeværelsen i det virtuelle rum til dels afhænger af at den fysiske og virtuelle verden stemmer overens i dette overlap [Schell 2020]. Mange VR spil udnytter sig derfor af stationære oplevelser, hvor spilleren er tilknyttet en station eller et område som er tilpassende den fysiske begrænsning, for at undgå uoverensstemmelser mellem det fysiske sted og virtuelle rum. Dette kan man se et eksempel på i Cook-out, som er et madlavningsspil, hvor spilleren står ved en køkkenstation og laver mad [Resolution Games 2020, besøgt 13.05.23]. Et lignende princip er brugt i Superhot VR, hvilket er et actionspil, hvor spilleren i starte af hver bane bliver placeret i et begrænset rum med våben spredt indenfor denne 2,5x2,5 m. grænse. Her kan de bruge våbenene til at skyde fjender som er længere væk, eller undvige fjenders angreb og vente på at de kommer tættere på. Man kan dog ikke bevæge sig mod fjenden, men er begrænset til sin 'station' [Superhot Team 2019, besøgt 13.05.23]. Denne tilgang er dog ikke mulig i Hot Potato VR, da vi ser det som en nødvendighed at banen er større end 2,5 m. kvadratet, da det ellers ville være for nemt at lokalisere bolden. Derfor har vi brug for en alternativ metode til lokomotion i det virtuelle rum, som er uafhængig af det det

fysiske sted. Her overvejede vi flere metoder, hvor de to mest anvendte indenfor nuværende VR spil er glidende lokomotion med joysticket på controlleren, og teleportering ved pegning af controlleren. Den mest populære lokomotionsmetode i VR plejer i tilfælde af større virtuelle rum at være teleportering, hvor spilleren kan pege på jorden der hvor de gerne vil hen, og så teleporteres de ved tryk på en knap. Dette så vi dog ikke som realistisk i forhold til blinde spillere, som ikke har nogen forudsætning for at se hvor de peger. Alternativet, den glidende lokomotion, bliver som oftest kun fravalgt til fordel for teleporteringen grundet at den førnævnte instiger cybersickness. Cybersickness er en visiovestibulær konflikt, tilsvarende køresyge men fremtræden i VR, hvor kroppen er stillestående men hjernen oplever visuelt information om at være i bevægelse. Normalt er cybersickness noget som skal undgås for at vedligeholde immersion, ligesom det siges i presence breaker 1: 'motion sickness' [Schell 2020]. Dette er dog ikke en udfordring for blinde spillere, da det visuelle information ikke udgør et problem [Schell 2020]. Vi forventer derfor ikke at motion sickness bliver en udfordring for immersionen i Hot Potato VR. Derudover opdagede vi at den glidende lokomotion var langt bedre til at retningsbestemme lyd, da lyden glider forbi, hvilket tillader at spilleren skaber et mere nøjagtigt og nuanceret lydbillede. Det skal dog siges, at lokomotion via controlleren er et værktøj som adskiller den fysiske og virtuelle verden, hvorfor denne potentielt kan bryde immersionen. Vi vurderer dog at denne er en nødvendighed for spillet, hvorfor vi alligevel har valgt implementere den.

Det næste vi tager fat i er presence breaker 1: 'unrealistic audio', samt presence builder 3: 'realistic audio'. Disse siger, at det er vigtigt for immersionen at spillet indeholder et realistisk lyddesign [Schell 2020]. Det er derfor vigtigt for os at få det virtuelle rum til at føles så 'virkeligt' som muligt, ved simulation af hvordan lyd opfører sig i den fysiske virkelighed. Her fandt vi på flere tiltag til lyddesignet som skulle skabe en fornemmelse og lydbillede af det virtuelle rum. Som det første tiltænkte vi at spillet skulle indeholde rumklang, hvilket er den lyd man hører når lydbølger reflekteres på overflader og skaber en efterklang baseret på rummets form og materialerne på vægge og gulv. Som vi har set i undersøgelsen med Søren, var han god til at identificere selv de mindste detaljer af rumklang i 'forhøret', hvilket betyder at vi burde kunne skabe et lydbillede som nuancerer det virtuelle rum han befinder sig i. Hvordan vi gør dette rent teknisk vil vi komme nærmere ind på i beskrivelse af prototypen. Som næste tiltag til lydbilledet, vil vi gerne sikre os at han ikke bare har forudsætninger for at høre boldens position, men også at han så vidt som muligt kan identificere boldens kurs og hastighed. Dette vil vi gøre ved at tilføje en kollisionsslyd, når bolden rammer banens overflader. Både volumen og tonelejet for denne lyd skal ideelt set være højere, hvilket vil give et nøjagtigt lydbillede af både boldens bevægelse og rummets størrelse. Også her vil lyden fortælle noget om materialerne både bolden og rummets overflader består af. Vi har i denne sammenhæng tænkt os ved lyddesignet af bold og overflader ikke nødvendigvis har tænkt os at tage udgangspunkt i virkelige materialer. Vi vil selvfølgelig gerne give

rummet en fornemmelse af at være realistisk, men vi ser en ulempe ved at forsøge at replikere boldens og overfladens egenskaber gennem lyddesignet, nemlig at spilleren vil have en klar forforståelse for og derfor forventning til hvordan disse opfører sig. For eksempel vil bolden, hvis givet den samme lyd som en tennisbold, opfattes som en tennisbold, hvilket giver spilleren en ide om at bolden derfor må opfører sig som en tennisbold i størrelse, vindmodstand osv. Samme princip gør sig også gældende for overfladerne. Presence builder 3: 'familiarity', siger at det er vigtigt at spilleren kan trække på sine tidlige erfaringer med henblik på at kunne bruge sin forestilling til at styrke immersionen [Schell 2020]. Vi mener dog, at det er vigtigt at skabe en balance mellem at gøre lyddesignet forståeligt så spilleren forstår at det er en bold de kaster med, men ikke så specifikt at de tror at det er en bestemt bold de kaster med. Bolden i Hot Potato VR har nemlig ikke de samme egenskaber som nogen fysisk bold. Den er for det første vægtløs i den forstand, at spilleren ikke kan mærke dens vægt når de samler den op. Derudover kan man umiddelbart kaste bolden længere, da den ikke i samme grad er påvirket af vægt og vindmodstand, da dette kan kontrolleres i programmeringen af et VR program. Bolden i Hot Potato VR vil vi derfor give sin egen distinkte lyd, som kommunikerer at det er en bold de kaster med, men uden at skabe associerende tanker til fysiske boldtyper.

Når der spilles i VR, tager spilleren hele kroppen med ind i det virtuelle rum, hvorfor det også er vigtigt at design til immersionen af dette. Her er det specielt relevant at overveje hvordan spilleren interagerer med bolden, og hvordan dette påvirker immersionen. Dette detaljeres også i presence builder 1: 'Hand presence', som siger at der skal være en overensstemmelse mellem spillerens fysiske og virtuelle hænder, og presence builder 2: 'Counter-intuitive interactions', som siger at spilleren vil anvende deres krop som i virkeligheden, hvorfor spillet gerne skal efterleve denne naturlige tilgang til interaktion [Schell 2020]. Som nævnt har den virtuelle bold ingen vægt, og der findes på nuværende tidspunkt ikke nogen måde at simulere vægt fra et virtuelt objekt. Der er dog andre parametre ved interaktionen mellem hænder og bold som kan simuleres, og derved gøres mere naturlig og realistisk. Den første er måden hvorpå bolden samles op. Skulle denne handling fungere ligesom i virkeligheden, skulle spilleren bukke sig ned og famle frem til boldens lokation. Vi ser dog dette for en mulighed for at eliminere besværligheden som blinde har med at samle genstande op. Derfor vil vi gerne introducere en mekanik, som tillader spilleren at samle bolden op på afstand. Til dette har vi udviklet to koncepter. Det første er evnen til at pege på bolden og suge den til sig fra en afstand. Dette ville dog kræve at spilleren peger nøjagtigt på bolden for at kunne samle den op, hvilket betyder at det er nemmere jo tættere spilleren er på bolden. Dette gør det ikke umuligt at samle den op fra en afstand, men det opfordrer stadig spilleren i at bevæge sig rundt på banen i stedet for at være stillestående i midten, hvilket giver dem muligheden for at udforske lydbilledet med bolden og rummet. Det andet koncept er at bolden skal være inde for en bestemt radius af hånden, og at de indenfor denne kan suge bolden til sig. Baggrunden for dette, er



ligesom den forrige at det ville opfordre til bevægelse i det virtuelle rum, måske i højere grad da de ikke kan suge bolden til sig på afstand. Derudover vil dette i højere grad tillade dem at fange bolden mens den er i bevægelse i nærheden af spilleren, da de blot skal have hånden inde for den generelle område af bolden, i stedet for pegning mod bolden, som kræver højere nøjagtighed. Ved begge koncepter skal controlleren vibrere når det er muligt at gribe bolden, for at kommunikere at den er inde for rækkevidde. I forhold til hvordan disse koncepter er naturlige sammenlignet med den virkelige handling, er sidstnævnte formentlig mere naturlig, da det er en forlængelse af håndens følelse, frem for en ny funktion af hånden i form af pegning. Vi vil dog gerne teste begge koncepter, da vi på trods af immersionen også gerne vil finde ud af hvilken metode der ville fungere bedst i kontekst af Hot Potato VR.

Der er som nævnt et fokus på at gøre et spil så realistisk som muligt med henblik på at skabe immersion. Det skal dog nævnes, at immersion også kan være overvældende. Dette omtales i presence breaker 3: 'Intensity overload', som siger at VR og AR har egenskaben til at skabe immersion til en grad hvor spilleren oplever frygt for at der skal ske deres fysiske krop noget [Schell 2020]. Et eksempel på dette kan ses i Richie's plank experience, som er kendt for at inducere en ægte følelse af frygt for at falde ned fra planken i spillet og dermed dø. Som designere skal vi derfor være påpasselige med graden af immersion, hvis den også indeholder potentielt farlige elementer. I Hot Potato VR forventer vi at den største frygt faktor vil være den tikkende bombe, som eksploderer i tilfælde af at spillet tabes. Vi skal derfor overveje, om realismen af bombelyden er for overvældende, og resulterer i at spilleren bliver bange for sit fysiske velvære. Vi vurderer dog ikke, at denne tematisering af spillet vil bryde tilstedeværelsen i det virtuelle miljø, da der før er set VR spil med eksplosion som konsekvens, hvilke ikke har rapporteret nogle frygtanfald. Her referer vi til 'Keep talking and nobody explodes', et VR spil hvori spilleren med VR headsettet sidder foran en bombe, og skal have holdkammerater som sidder med en fysisk manual til at guide VR spilleren igennem desarmering af bomben [Steel Crate Games 2019, besøgt 13.05.23].

#### 4.2.5 Andre spillere og fællesskaber

Som nævnt er multiplayer aspekter af Hot Potato VR central til ideen, hvorfor vi også har gjort tanker til design af dette, selvom vi ikke nødvendigvis kan udvikle dette til test af prototypen. Det sociale hænger nemlig også sammen med immersionen i spillet. Presence builder 2: 'Social presence', siger at VR har en unik evne til at skabe samvær som kommunikation via 2D medier har. Som eksempel giver telefonsamtaler en social tilstedeværelse i kraft af at man kan tale sammen som var man fysisk i samme rum. VR udvider denne sociale tilstedeværelse ved at gøre den spatial, og tillade interaktion ud over samtale [Schell 2020]. Det samme så vi i undersøgelsen af VR applikationer, hvor Søren rapporterede at han følte sig mere tilstedeværende i det virtuelle rum ved en medspillers tilstedeværelse.

I Hot Potato vil det for eksempel være muligt at interagere med andre spillere ved at kaste bolden ind på deres bane. Denne interaktion er ikke verbal, hvorfor den potentielt ikke er ligeså effektiv i at skabe et socialt rum som samtale. Dette kunne dog udvides ved at tilføje en samtalefunktion, hvor spillerne kunne tale til hinanden. Det kunne være at spilleren kunne tale til sin modspiller gennem et sæt højttalere i midten af modspillerens bane, og på den måde forstyrre eller distrahere modspilleren for at gøre dem langsommere til at samle bolden op. Det kunne også være at man fik en holdkammerat, som man kunne snakke om i forhold til at samle flere bolde op. Her kunne man med spatialised audio fra hinandens avatars kommunikere om hvem der gik efter hvilken bold. Man kunne også skabe et social tilstedeværelse ved at gøre det muligt at høre modspilleren under deres tur. Så i stedet for at stå og vente på at bolden kommer tilbage, kan du høre modstanderen fumle rundt på banen ved siden af, og dermed følge med i hvornår og hvorfra bolden kommer igen. Hvad der er fælles for disse ting, er at følelsen af at være tilstedeværende med andre spillere i det virtuelle rum, bidrager til den generelle immersion i spillet, hvorfor vi ved udvikling af spillet efter prototypen vil udforske spillet som socialt rum.

Ikke al social interaktion omkring et spil sker i selve spillet. Hvis et spil er populært nok, vil der være spillere som engagerer sig nok til at samles og skabe fællesskaber omkring spillet. Derfor skal vi under spildesignet også tænke på hvordan et sådant fælleskab kunne forme sig om Hot Potato VR, og hvordan eksistensen af et fælleskab kunne påvirke oplevelsen [Schell 2020]. Som udgangspunkt er spillet designet til at være en multiplayer oplevelse for få spillere af gangen, hvorfor der ikke vil opstå fællesskaber i spillet, som der for eksempel gør i massive multiplayer online (MMO) spil. Dette betyder at et fælleskab omkring Hot Potato VR skulle starte uden for spillet, formentlig på online platforme. Dette understøttes også af vores læringer fra afsnit 2.6, hvor vi lærte at blinde opsøger online fællesskaber for både at udveksle erfaringer med spil, samt at finde andre at spille med. Hvis vi tager udgangspunkt i den førnævnte ide med at implementere forskellige baner, hvor for eksempel bolden eller overfladerne har anderledes egenskaber, og derfor ændrer elementer af spillet, kunne man forestille sig at der opstod et fælleskab af 'modders' (spillere som modificerer spillet for at lave nye spiloplevelser). Hvis vi inkorporerede muligheden for at spillere kunne lave deres egne baner med et brugervenligt værktøj ligesom det i for eksempel 'Super Mario Maker', hvor spillere kan bruge forskellige elementer af 'super mario' spillene til at designe deres egen bane [Nintendo 2015a, besøgt 13.05.23], kunne man potentielt engagerer spillere til at dele deres kreationer med hinanden, og på den måde skabe et kreativt fælleskab omkring variation af Hot Potato VRs grundpræmisser. Grundet at Hot Potato VR er et kompetitivt spil, kunne det også være muligt at skabe fællesskaber gennem online turneringer, hvor spillere deltager i en større begivenhed og spiller sammen eller mod hinanden i en kontekst af konkurrence. Vi ser i hvert fald at Hot Potato VR har nogle forudsætninger for at kunne skabe fællesskaber ud over den umiddelbare modstander spilleren står overfor i en given runde. Dette

betyder at der også er et potentiale for at skabe sociale oplevelser uden for spillet, men stadig i kontekst af det.

# Udvikling af Hot Potato VR 5

---

I foregående kapitel udviklede vi på konceptet VR spillet: Hot Potato VR. I forlængelse omhandler dette kapitel hvordan konceptet udvikles til en testbar prototype samt hvilke overvejelser der ligger til grund for de forskellige valg vi træffer under denne udvikling. Derudover vil der blive beskrevet, hvilke elementer der ønskes testet, og hvordan dette informerer vores fokus under udvikling af prototypen.

## 5.1 Prototyping

På baggrund af idegenereringen til udviklingen af Hot Potato VR er det valgt at udvikle en funktionel testbar prototype. Denne prototype skal gøre det muligt at teste udvalgte elementer af konceptet. Prototypen skal muliggøre at vi i en evalueringstest af Hot Potato VR kan teste oplevelsen af immersionen, tilstedeværelsen og flow. Derudover skal det være muligt at teste interaktion med controllerne, lyddesign (spatialiser), og fysisk bevægelse i det virtuelle miljø. Derfor fokuserer vi først og fremmest på at etablere grundmekanikkerne for spillets essentielle oplevelse, og derefter essentielle interaktionsmuligheder, hvorefter vi bygger elementer på som vi vurderer dem relevante i forhold til tidsinvestering og udbytte til testen. Dette betyder, at ikke alle elementer af konceptet som præsenteret i forstående afsnit vil blive implementeret i denne første prototype, hvilket vi kommer nærmere ind på under prototyping procesbeskrivelsen herunder.

Vi vil også nævne, at der under udviklingen af prototypen er visse indstillinger som vi ikke har forudsætninger for at indstille korrekt til blinde. Derfor anvender vi metoden med at blindgøre os selv for at teste og nå en appoksimation af den blinde oplevelse af spillets elementer. Dog er vi bevidste om at vores oplevelse og evner som blinde ikke er tilsvarende en blind persons oplevelse og evner. Derfor bliver denne selvtest metode kun anvendt til proksimering, hvor vi i evalueringstests vil søge at justere disse valg så de passer bedst muligt til blinde testpersoner.

Det er til udvikling af prototypen valgt at udarbejde prototypen i Unity 2021.3.24f1 [Unity Technologies 2023d, besøgt 23.05.23] til et Meta Quest 2 VR headset for at opnå en funktionel prototype. Dette er på baggrund af at Meta Quest 2 er et af de mest anvendte headsets på nuværende tidspunkt, hvilket betyder at de er nemmere at udvikle til, fordi der findes mere viden om hvordan der udvikles til disse. De er derudover en realistisk distributionsmulighed, skulle prototypen blive udviklet videre

til et færdigt produkt. Udarbejdelsen af prototypen vil nu blive beskrevet i dybden med de valg der er foretaget undervejs.

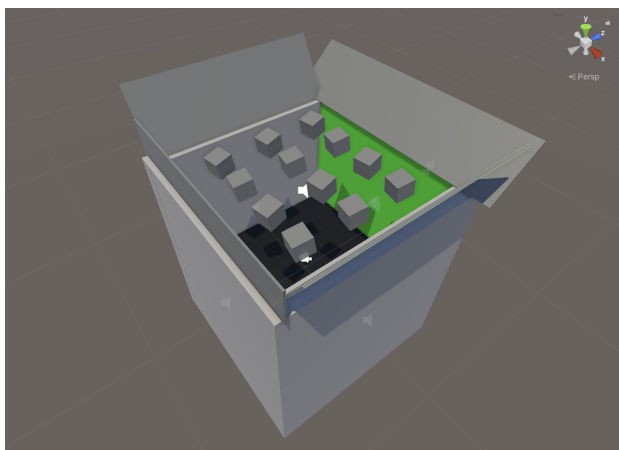
En demovideo af programmet samt de implementerede lydfiler kan findes i ekstern bilag under mappen Hot Potato VR. Demovideoen vil blive refereret til igennem dette afsnit med timestamps, der demonstrer det givne aspekt af programmet.

Først giver vi en kort beskrivelse af spillets forløb i prototypen, hvilket kommer til at skabe kontekst for de individuelle elementer af spillet, som vi præsenterer efterfølgende. Ved spillets start finder spilleren sig selv stående midt på sin bane. En stemme tæller ned fra 5, hvorefter musikstykket 'Opus' starter [Prydz 2016, besøgt 23.05.23]. En bold instantierer på et tilfældigt sted på banen. Bolden udsender en tikkende lyd, som simulerer en bombes tikken, hvilken gør at spilleren ved hjælp af spatialised audio kan høre, hvor den befinder sig. Spilleren kan bevæge sig rundt på banen for at komme hen til bolden. Spilleren kan med controlleren samle bolden op og kaste den gennem en portal ind til en modstander. Når bolden flyver gennem portalen pauser spillerens musik og et tilsvarende stykke musik starter inde på modstanderens banehalvdel. Efter nogle sekunder kommer bolden tilbage på spillerens egen banehalvdel og musikken starter igen. Spilleren skal sørge for at kaste bolden tilbage til modstanderen hurtigst muligt, for derved at bruge mindst mulig af sin egen tid. Når musikken når sit klimaks 'eksploderer' bomben, hvor spilleren hvis musik når klimaks først taber spillet.

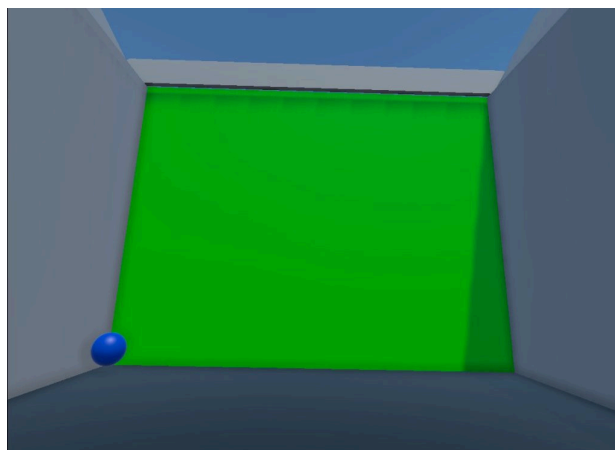
### 5.1.1 Banen og bolden

Banen som spilleren befinder sig på er en kvadrant på 10x10x10 meter, som ses på figur 5.1. Den nordlige væg, farvet grøn, er portalen ind til modstanderen, se figur 5.2. Den oprindelige idé var, at spilleren skal kunne kaste bolden gennem alle fire vægge. Under udviklingen af prototypen blev det dog valgt at lave én af væggene til portalen og resten af væggene til vægge hvorpå at bolden kan bounce. Når bolden bouncer i rummet vil det generere lyde, således at det er muligt at følge boldens forløb og spilleren får auditiv information til at finde bolden. Boldens lyd demonstreres i videoen ved timestamp 1:04, hvor spilleren holde bolden i hånden.

Ved yderligere udvikling af programmet vil det være muligt at udarbejde forskellige egenskaber til de forskellige vægge, således at flere eller alle vægge er portaler, eller at nogle vægge påvirker bolden ved for eksempel være mere bouncy. Potentielt ville denne funktion være smart at implementere således at bolden kunne bounce på væggene indtil den blev samlet op, hvorefter væggene ændrer sig til portaler.



**Figur 5.1.** Hot Potato VR prototype. Banen ses oppe- og udefra. Den grønne væg indikerer portalen. Skærbillede taget fra Unity.



**Figur 5.2.** Hot Potato VR prototype. Bolden kan ses i den blå farve liggende til venstre i billedet. Portalen kan ses med den grønne farve. Skærbillede er fra spillerperspektiv i Hot Potato VR.

Banens størrelse og udformning kan varieres hvis nødvendigt, hvilket vil ændre ufoeringsniveauet af spillet. Uden det visuelle aspekt kan typen og hastigheden af bevægelse også have en indvirkning på spillerens opfattelse af banens størrelse.

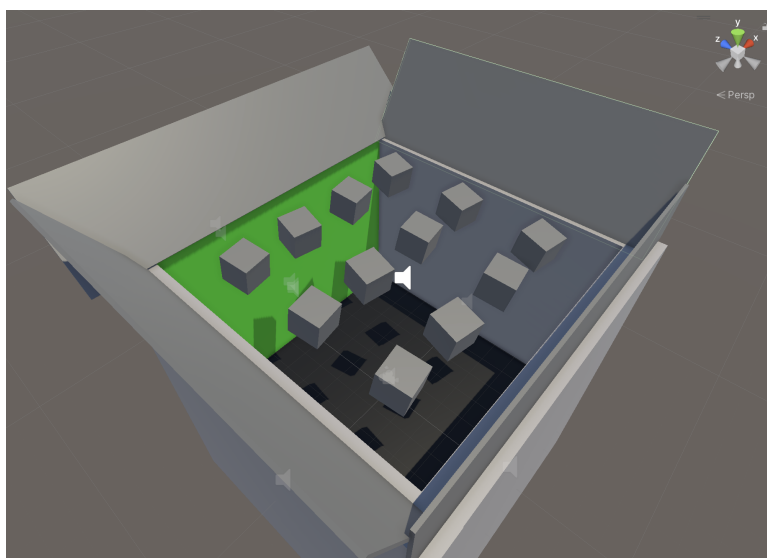
Det er muligt at variere flere af boldens karakterstikker, såsom størrelse, vægtløshed, spring, friktion, og acceleration ved kast. Det blev her valgt at lade bolden blive påvirket af tyngdekraften, med henblik på at gøre det mere forudsigeligt for spilleren hvor bolden kunne befinde sig, når den var faldet til ro. Dette blev blandt andet valgt ud fra egne tests af evnen til at lokalisere bolden ud fra lyden, se afsnit 5.1.3.2 for uddybning af valg omhandlende boldens lyddesign. Andre variable tilhørende boldens karakteristikker er blevet valgt med henblik på at give bolden en så naturlig opførsel og et så forudsigeligt projektilbane som muligt. Bolden i prototypen er 40 cm i diameter, hvilket er cirka den dobbelte diameter af en standard fodboldstørrelse. Denne fordobling af diameter betyder også, at den har det firdobbelte rumfang af en fodbold.

#### 5.1.1.1 Portal og modstander

Det er tiltænkt at spillet skal være et multiplayer-spil. Dette har dog ikke været muligt at udvikle i prototypen indenfor rammerne af dette projekt, hvorfor spilleren i prototypen i stedet spiller mod en computersimuleret modspiller. Dette gøres ved at spilleren kaster bolden gennem en portal ind til 'modstanderen' og bolden efter en predefineret tidsperiode bliver 'kastet' tilbage til spilleren. Portalen er placeret på banens nordlige væg og er farvet grøn, se figur 5.2. Den grønne farve er implementeret for at hjælpe med identificering af portalen under udvikling af spillet, selvom dette ikke vil have nogen effekt under spil af spillet, da spilleren er blind. Når spilleren kaster bolden gennem portalen, laver portalen en unik lyd, der giver spilleren feedback på at bolden succesfuldt er kastet gennem portalen og

ind til modstanderen. Denne lyd kan findes i demovideoen ved 2:10 minutter. Når bolden er passeret ind til modstanderen, stoppes spillerens egen musik og spilleren vil kunne høre modstanderens musik fra portalens retning i en dæmpet volumen, som efterligner at lyden kommer fra et andet rum, se afsnit 5.1.3.6 for yderligere beskrivelse af denne implementering. Demonstration af hvordan det lyder, når bolden er inde ved modstanderen kan høres ved 3:33 i demovideoen. Når bolden passerer gennem portalen bliver den i praksis slettet fra spillet, hvorefter en ny instantierer på spillerens bane efter en justerbar prædefineret tidsperiode, som i prototypen ligger på 13 sekunder.

Over banen, i 9 meters højde er der placeret 12 kuber og 3 ramper, se figur 5.3. Disse objekter har til formål at give den instantierede bold en tilfældig retning når den falder ned på banen, for at simulere at bolden kastes ind på banen af en modstander. Bolden instantieres med et randomiseret X- og Z-koordinat i 10 meters højde. Når bolden falder ned og rammer objekterne defineres hastigheden og retningen af bolden på ny. Hverken kuberne eller ramperne får bolden til at udsende lyde, for ikke at forvirre spilleren unødigt.



**Figur 5.3.** Kuber og ramper placeret over banen, tilfældiggør boldens retning og hastighed ved instantiering. Skærbillede taget fra Unity.

For at undgå at bolden ofte vil ramme portalen uden interaktion fra spilleren, er kuberne vinklede mod øst, vest og syd for at give bolden en retning væk portalen, således at den ikke bouncer igennem portalen med det samme når den kommer ned i spilområdet. Det kan dog stadig forekomme at bolden rammer portalen uden interaktion med spilleren. En alternativ metode havde været at instantiere bolden med en tilfældig retning og hastighed.

### 5.1.2 Spillerens bevægelse og navigation

I henhold til 'the seven stages of action' skal spilleren have information om spillets status, for at kunne beslutte den bedste fremgangsmåde og kunne handle i henhold til den plan [Norman 2013, s. 40-44]. Det samme gør sig gældende for forudsætningen af flow under oplevelsen, hvor spilleren skal have tilstrækkelig information om spillets forløb til at føle kontrol over spillets handlingsforløb [Csikszentmihalyi 1991]. En af de aspekter der udgør spillets status er spillerens egen position i det virtuelle rum. Kommunikationen af denne information er essentiel for blindes interaktion med spillet. Når spilleren har den passende mængde information og valgt sin fremgangsmåde, skal spilleren have mulighed for at udføre sin handlingsplan. For at udføre den valgte handlingsplan skal programmet have de implementerede funktionaliteter der muliggør dette. De næste sektioner omhandler derfor hvordan vi laver tiltag til at informere spilleren om spillets tilstand og forløb gennem auditive og haptiske signaler.

#### 5.1.2.1 Stemmelokation af den nordlige væg

Der er foretaget adskillige designvalg med hensyn til audio, se afsnit 5.1.3. Nogle af disse designvalg er foretaget med henblik på at informere og bidrage til navigation i spillet. Et af disse er at placere en lyd i den nordlige væg. Under det første besøg hos Søren, samt under idégenereringsmødet, se afsnit 4.1.4, nævnte Søren et kompas som et potentielt navigationssystem. Sørens idé var baseret på at spilleren ville blive fortalt kompasretningen i henhold til spillerens retning. Vi mente dog at et bedre alternativ er at udnytte den spatiale lyd, som VR understøtter. Løsningen i prototypen er dermed en kvindelig stemme der siger 'north', når spilleren trykker på venstre triggerknap, hvilket kan høres i demoviden ved timestamp 3:16. Lyden er placeret i midten af den nordlige væg og giver spilleren information om væggenes lokation og deraf også spillerens retning relativt til væggen. Andre lyde såsom bolden vil også være informerende for spilleren i forhold til retning og spillets status og kan bidrage til at spillerens navigation.

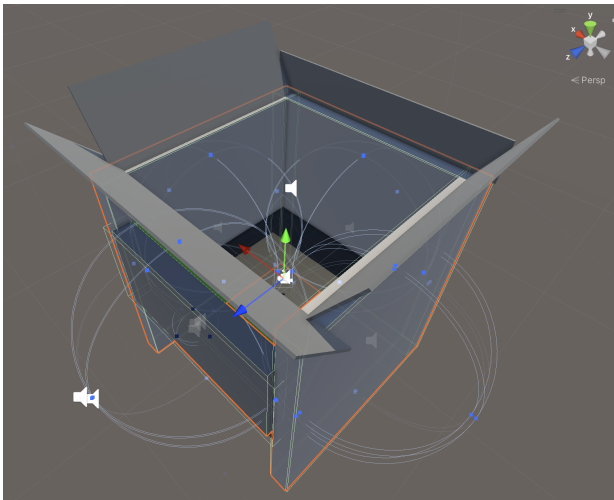
#### 5.1.2.2 Kollision med vægge

Et andet designvalg der skal bidrage til navigation i spillet, er lyde ved kollision med vægge. Ved første besøg hos Søren, som er beskrevet i afsnit 3.4.2, blev der observeret en situation da Søren spillede God of War, hvor Sørens spilkarakter ramte et objekt og stoppede Sørens karakter med at gå videre. Dette skete uden at Søren var klar over det. Det blev derfor valgt, at gøre spilleren opmærksom på når de kolliderer med en væg. I prototypen fungerer det således, at når spillerens virtuelle krop kolliderer med væggen afspilles en mandlig stemme der siger 'north', 'south', 'east' eller 'west' tilsvarende væggen som spilleren kolliderer med, se figur 5.4. I demovideoen demonstreres dette ved timestamp 2:19<sup>1</sup>.

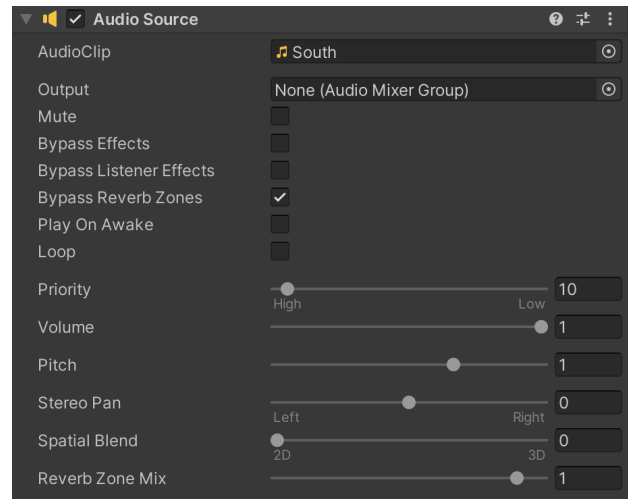
---

<sup>1</sup>Som det fremgår af videoen er lyden fra væggene fejlagtigt spatialised i demovideoen.





**Figur 5.4.** Placering af lydkilder ved kollision med vægge. Skærbillede taget fra Unity.



**Figur 5.5.** Indstillinger af audio source for lyde ved kollision med vægge. Skærbillede fra Unity.

Det blev valgt at bruge en mandlig stemme for at kunne differentiere information omkring orienteringen udløst ved kollision fra den information venstre triggerknap udløser, se afsnit 5.1.2.1. Dette tillader spillerne nemt at adskille disse ud fra om det er en mandlig- eller en kvindelig stemme. Derudover blev det valgt at gøre lyden ikke-diegetisk eller '2D' som det kaldes i Unity's Audio Source, se figur 5.5. Lyden afspilles derfor i stereo format uden påvirkning af HRFT'er, som i dette tilfælde er mikset til at være centraliseret. Det er valgt ikke at anvende spatialised lyd, da det ville bidrage med yderligere information, der potentielt kunne skabe forvirring spilleren i orienteringen af væggen.

Det blev fravalgt at lave kollisionen med væggen baseret på hænderne og med haptisk feedback, med henblik på at efterligne spilleren der rører ved væggen. Dette blev fravalgt fordi den haptiske information fra controllerne anvendes til andet formål, se afsnit 5.1.2.5.

### 5.1.2.3 Bevægelse ved translation

Der er flere metoder hvorved bevægelse i VR kan foregå. Fysisk bevægelse er én af dem, hvilket prototypen også tillader spilleren. Den virtuelle bane udgør dog 10x10 meter, hvilket ville kræve et tilsvarende størrelse spilleområde. Det er derfor valgt at give spilleren en alternativ bevægelsesmetode. Der er to hyppigt anvendte metoder til bevægelse: 'Translation', også kaldet 'avatar movement' som er kontinuerlig bevægelse i et plan, og 'teleportation' [Meta a, besøgt 17.05.23]. Translation styres ofte ved at bruge joysticket på én af de to controllere, se figur 5.6. Spillerens avatar vil dermed bevæge sig gennem det virtuelle miljø med kontinuerlig bevægelse.



**Figur 5.6.** Meta Quest 2 controllere [Meta g, besøgt 01.06.23].

Teleportation derimod foregår ofte ved at spilleren holder en knap nede eller joysticket i fremadrettet position, hvorved en visuel repræsentation af landingstedet vises og ved slib af knappen eller joysticket teleporteres spilleren til den ønskede lokation. Teleportation tilbydes ofte som et alternativ til kontinuerlig bevægelse, da kontinuerlig bevægelse kan fremprovokere cybersickness hos nogle spillere [Jerald 2016, s.163-172]. Udfordringer med cybersickness vil angiveligt ikke være et problem for blinde, da det er en visuel-vestibulær konflikt, og blinde ikke er i stand til visuel perception. Der er derudover en udfordring ved brug af teleportation hos blinde spillere, da de skulle sigte med controlleren for at bestemme den ønskede endelokation. En sidste udfordring ved teleportering, er at spilleren ikke ligeså nøjagtigt vil kunne anvende bevægelse til lokalisering af bolden, fordi retningen af lyden skifter pludseligt frem for gradvist. Af disse grunde vurderes det at kontinuerlig bevægelse er den bedste løsning til bevægelse translation i det virtuelle miljø. Det er derfor valgt at give spilleren mulighed for kontinuerlig bevægelse med joysticket på venstre controller.

#### 5.1.2.4 Bevægelse ved rotation

Prototypen giver spilleren mulighed for at rotere sig fysisk. Derudover er det også blevet besluttet at give spilleren mulighed for at rotere sig ved at bruge joysticket på højre controller, se figur 5.6. Standard rotation i Unity er 'snap turn' med 45 graders rotation hver gang spilleren skubber joysticket til enten højre eller venstre. Det er muligt at ændre antallet af grader hvormed 'snap' rotation foregår og rotations form til kontinuerlig. Dette er implementeret som en tilgængelighedsfunktion, så spilleren kan rotere i det virtuelle miljø på trods af eventuelle motoriske udfordringer. I fremtidige versioner vil det være oplagt at give spilleren mulighed for at vælge hvorvidt rotation med controlleren skal være mulig eller ej.

### 5.1.2.5 Ray cast

Under idégenereringen, se afsnit 4, blev det foreslået at bruge 'ray cast' i prototypen. Ray cast er en måde hvorved spilleren kan tiltrække objekter der er uden for spillerens peripersonal space. Når spilleren peger på bolden og trykker på gribknappen, flyver bolden op i hånden på spilleren, se figur 5.7. Idéen var at gøre det både nemmere for spilleren at samle bolden op, samt give spilleren følelsen af at have en 'superkraft'. Muligheden for at samle bolden op på tværs af banen, kan give spilleren incitament til at blive stående stationært og opsamle bolden uden at bevæge sig. Det vil dog qua banens størrelse være nemmere at lokalisere bolden og ramme den med ray cast ved at bevæge sig tættere på den.



*Figur 5.7.* Ray cast fra højre hånd, når controlleren peger på bolden. Skærbillede fra Hot Potato VR.

Ray cast er programmeret til at der projekteres en linje eller 'ray' ud fra controlleren, når den ray rammer bolden giver controlleren en vibration, der agerer signifier [Norman 2013, s. 13-20]. Denne funktion tager også inspiration fra Zhao et al. 2018, hvori det blev påvist at en haptisk blindestok var effektiv til VR navigation. Denne version er dog ikke motorstyret, men vibrationsstyret, men opererer ud fra samme princip om at detektere kollision mellem 'ray' og objekt. Funktionen er også baseret på erfaringen fra den første undersøgelse med Søren, da han spillede Bait!, se afsnit 3.3.3 og 3.4. Det blev både observeret og nævnt af Søren selv, at han var i stand til at bruge det taktile cue fra controlleren til at vide hvornår han skulle foretage en handling i spillet. I førnævnte eksempel fra spillet 'Bait!' er vibrationen et cue om at en fisk har bidt på krogen og at spilleren skal hive i sin fiskestang. I Bait! understøtter vibrationen i controlleren det visuelle cue til spilleren, men det viste sig at være nok for

Søren at mærke efter vibrationen alene. Dette bliver derfor udnyttet i Hot Potato VR prototypen til at informere spilleren, når bolden kan samles op. I prototypen gives vibrationen dog kun som et impuls på 0,25 sekunder. Det var tiltænkt at der skulle gives en vibration så længe at spilleren pegede på bolden og dermed var i stand til at samle den op. Det var dog ikke muligt at implementere denne funktion i tide.

Når spilleren peger på bolden og trykker på 'grib' knappen, afgives en lyd der tydeligt indikerer for spilleren at bolden er blevet samlet op. Derved er spilleren informeret om at bolden er i hånden.

Under idégenereringen var det tiltænkt at afprøve forskellige former for ray cast. Eksempelvis ved at ændre vinklen på ray'en, gøre den sfærisk eller kegleformet. Det lykkedes dog ikke at få implementeret succesfuldt inden prototypen skulle testes, se også afsnit 5.3.

### 5.1.3 Lyddesign

Ud fra affinity diagrammet, se afsnit 3.4, blev det klart at lyddesignet i Hot Potato VR skal designes meget omhyggeligt. Der skal være en klar balance mellem de æstetiske lyde som er med til at give information om det virtuelle miljø og kommunikative lyde der giver spilleren viden om spillet og dets status, se afsnit 3.4.2. Derfor skal der for hvert nyt objekt eller handling, implementeret i prototypen, overvejes om objektet har brug for en lyd og hvilken betydning og indvirkning den givne lyd vil have for resten af spillet. Derudover tilbyder Unity en række værktøjer der kan bruges til at bearbejde lyden efter det ønskede behov.

#### 5.1.3.1 Lyd i Unity

Unitys lyd fungerer overordnet set ved at der findes en 'listener' og 'audio sources' [Unity Technologies 2023a, besøgt 23.05.23]. Listeners fungerer som en slags mikrofoner og vil typisk være tilknyttede spillerens perspektiv kaldet 'main camera'. Audio sources er alle de lydkilder i spillet som afgiver lyd og vil typisk være tilknyttet som et komponent til et objekt i scenen. Når en audio source afgiver en lyd, kan Unity beregne afstanden og positionen mellem audio source og listener og gengive lyden relativt til dette. Ved at anvende forskellige plugins, såsom 'Audiospatializer SDK' kan der påføres forskellige effekter på lyden [Unity Technologies 2023a, besøgt 23.05.23].

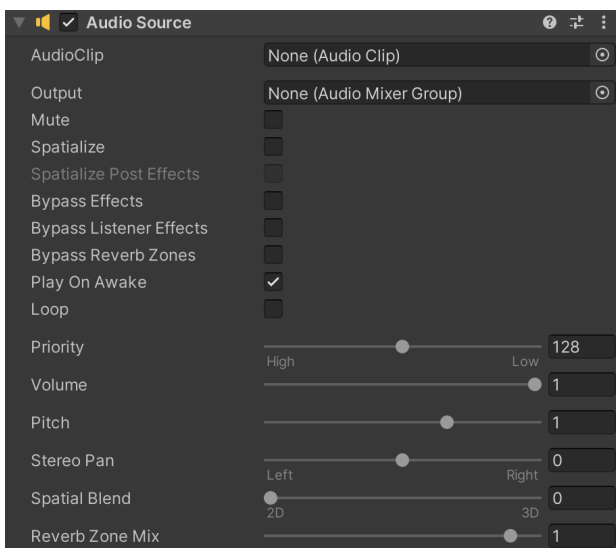
Unity kan som udgangspunkt ikke beregne ekko<sup>2</sup> ud fra rumgeometri, men der kan tildeles filtre til objekterne i scenen, der vil påvirke lyden fra en audio source inden den når til den givne listener [Unity Technologies 2023a, besøgt 23.05.23] [Unity Technologies 2023c, besøgt 23.05.23]. Dog er Unity i stand til at inkorporere bevægelse fra både en audio source og en listener og påføre passende Doppler effekt til lyden.

---

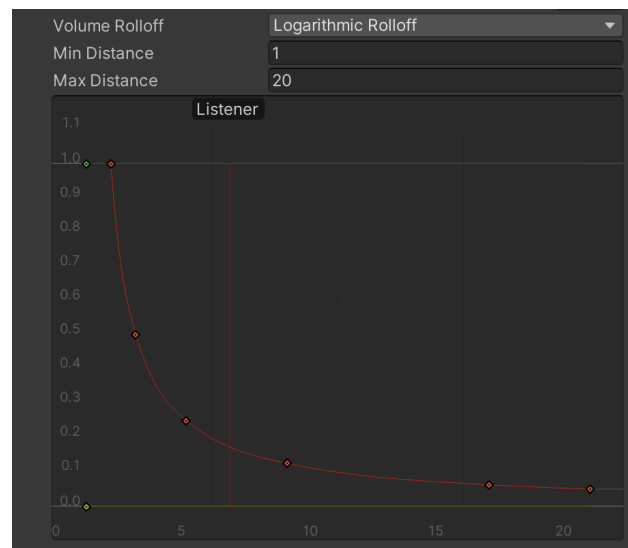
<sup>2</sup>Det er uklart i kildematerialet om der også menes reverberationer.

I Hot Potato VR prototypen anvendes Unitys 'Audio Spatializer SDK' til at manipulere lyden fra objekter i VR [Unity Technologies 2023b, besøgt 23.05.23]. SDK'en gør det muligt at designe hvordan lyden skal udsendes fra et objekt og derved give objektet særlige auditive egenskaber, se figur 5.8. Derudover gør SDK'en det muligt at spatialise lyden ved brug af HRFT'er. Spatializeren anvender en modificeret version af datatsættet 'KEMAR' fra MIT Media Lab [Gardner og Martin 2000, besøgt 17.05.23] [Unity Technologies 2023b, besøgt 23.05.23]. HRFT'erne anvendt er generaliserede HRFT'er, hvilket vil påvirke nøjagtigheden af auditiv lokalisering negativt, sammenlignet med individuelle HRFT'er. Teknisk set, vil individuelle HRFT'er kunne implementeres i et VR program, dette vil dog være højst upraktisk, idet det skal implementeres per spiller. Det skal bemærkes at unitys spatializer kun kan give spatiale cues til spilleren i det horisontale plan [Unity Technologies 2023b, besøgt 23.05.23].

Som en del af Unitys Audio Spatializer SDK kan man blandt andet variere 'spatial blend' fra '2D' til '3D', se figur 5.8. Derved kan man ændre på graden af hvor meget den givne audio source skal opføre sig som et 3D objekt. Det er også muligt justere lydens prioritet med variabelen 'priority', se figur 5.8. Derved kan kommunikative lyde blive prioriteret højere i tilfældet af at adskillige lyde afspilles samtidigt.



**Figur 5.8.** Indstillingsmuligheder i Audio source med Unity Spatializer SDK. Skærbillede taget fra Unity.



**Figur 5.9.** Graf over rolloffkurve med standard logaritmisk rolloff. Skærbillede fra Unity.

Med 'volume rolloff' kan volumen af den pågældende audio source afhænge af afstanden. Som standard i Unity følger rolloff en logaritmisk kurve, se figur 5.9. Udover logaritmisk rolloff kan man også vælge lineær eller custom rolloff. Der er også mulighed for at sætte en minimum og maksimum afstand.

Ud over de ovenstående variable, findes der flere variable tilknyttet audio source og Unity Spatializer SDK'en. Blandt andet er der mulighed for at lave zoner med forskellige reverbs, se afsnit 5.1.3.5.

### 5.1.3.2 Boldens lokaliseringslyd

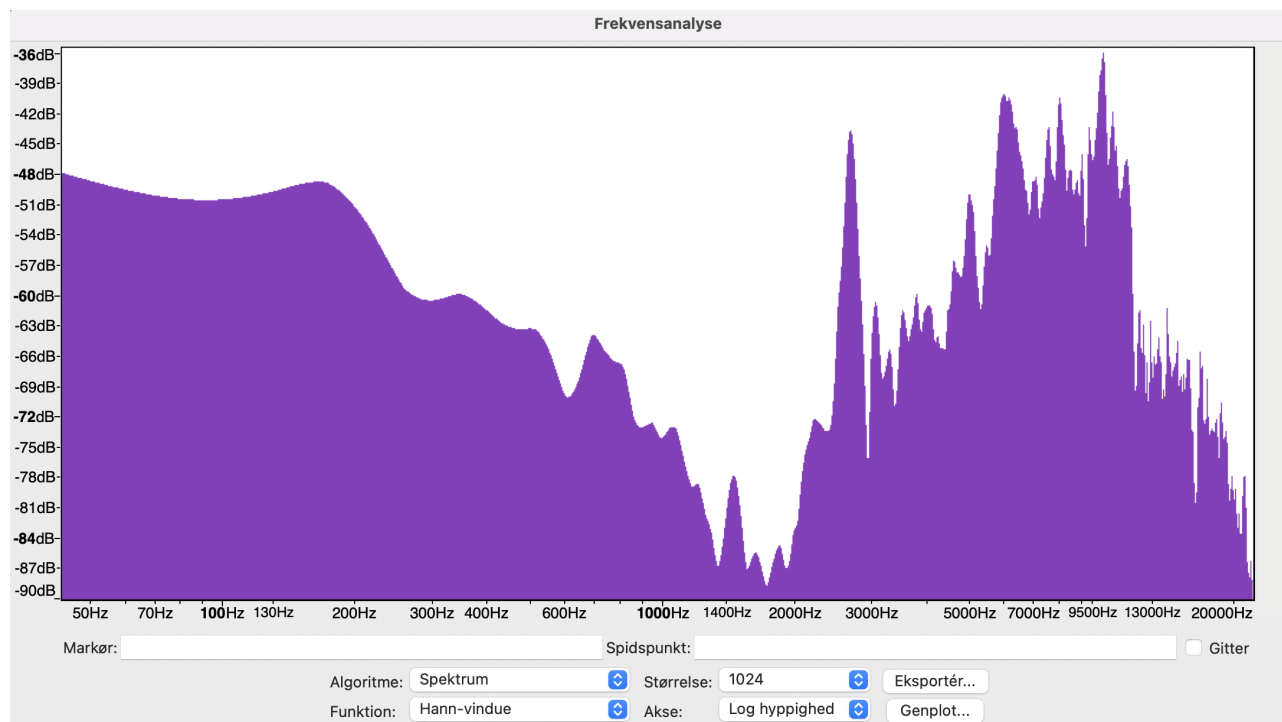
Bolden udgør en stor andel af lydende i prototypen og spiller en essentiel rolle i spillet. Derfor har dens lyddesign også en essentiel rolle. Der er flere lyde, der udgør bolden lyddesign. Bolden har en konstant lyd der skal hjælpe spilleren med at lokalisere bolden. Derudover har bolden en lyd når den kolliderer med vægge eller gulv og derved både give kommunikativ lyd samt æstetisk lyd. Begge disse lyde hører under samme audio source og vil derfor have samme egenskaber, som ses ud fra figur 5.11.

Til at understøtte spilleren i lokalisering af bolden er det valgt at lave en konstant tilstedeværende lyd som angiver boldens lokation. Lyd med et bredt frekvensspektrum vil som udgangspunkt være lettere at lokalisere end rene toner [van Opstal 2016, 232]. Dette er fordi kroppen fungerer som et godt retningsbestemmende filter (HRTF'er), da den skaber et unikt spektralmønster ved trommehinden for alle unikke positioner. Dette kræver dog et bredt spektrum af frekvenser som kan filtreres. En lydkilde med et bredt frekvensbånd vil derfor give de bedste forudsætninger for filtrering og dermed også lokalisering [Moore 2013, s. 264].

HRTF'erne lader dog til at have størst betydning for vertikal lokalisering, eftersom ITD og ILD er informationsgivende i det horisontale plan [van Opstal 2016, s.231-232]. Eftersom Unitys Audio Spatializer SDK alligvel kun foretager spatialisering i det horisontale plan, kan det argumenteres at rene toner også vil kunne bruges til boldens lokaliseringslyd. Det er omdiskuteret hvorvidt pinna udelukkende har en påvirkning på vertikal lokalisering, diskrimination af anterior og posterior retning eller effekt på lokalisering i alle retninger [Moore 2013, s.263]. Uanset, har effekten som pinna bidrager med, den største effekt på lydbølger der er tilstrækkeligt korte, omkring 6 kHz og derover, dog er effekter af pinna påvist ned til 3 kHz [Moore 2013, s. 264]. En lydkilde med et bredt frekvensspektrum og især frekvenser over 6kHz, egner sig derfor som lokaliseringslyd til bolden.

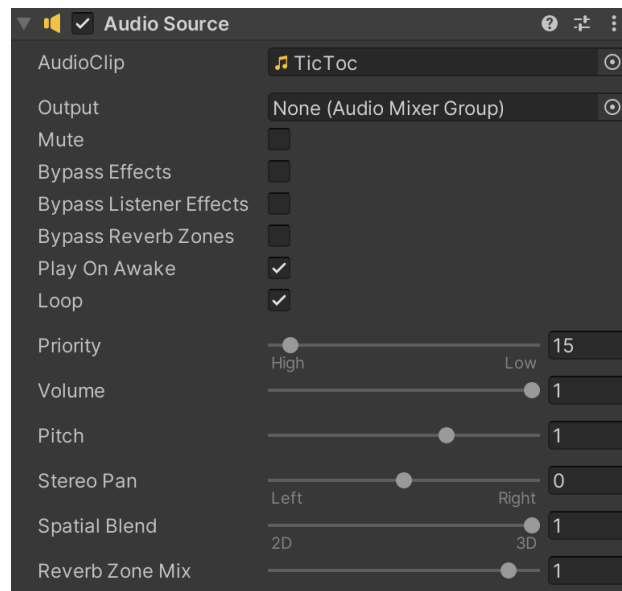
Udover at finde en lyd der egner sig til lokalisering, skal boldens lyd også tage højde for spillets æstetik og spillernes oplevelse. Det blev derfor forsøgt at finde en lyd der efterlever alle tre aspekter. Der blev fundet et lydclip med en tikkende lyd, navngivet 'TicToc' som passede godt ind i temaet med Hot Potato VR og det stressende aspekt af en tikkende bombe. Lyden er stressende men har ikke en ubehagelig lyd. Derudover blev der foretaget en frekvensanalyse i Audacity for at tjekke frekvensspektrummet af lydklippet [Audacity 2023, besøgt 23.05.23]. Lydklippet 'TicToc' afgiver et bredt spektrum

af frekvenser også over 6 kHz, se figur 5.10. Lydklippet 'TicToc' vil derfor som udgangspunkt være et godt bud på en lokaliseringslyd til bolden.



**Figur 5.10.** Frekvensanalyse (Plot Spectrum) af lyd 1 'TicToc'. Skærbillede fra Audacity.

Lydklippet er sat til at have en høj prioritet på 15, se figur 5.11. Prioriteten er dog ikke sat til at være maksimal da det ønskes at kortvarige lyde der bidrager med kommunikativ information til navigation, skal prioriteres over boldens lyd. Eksempelvis hvis spilleren står med bolden i hånden og skal kaste den mod portalen, kan det være essentielt for spilleren at der er højere prioritet af den kvindelige stemme som indikerer retningen af den nordlige væg, se afsnit 5.1.2.1.

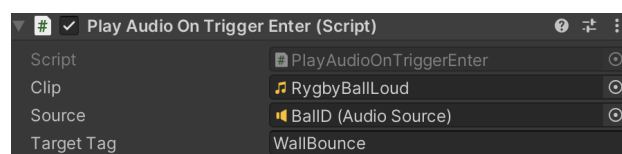


**Figur 5.11.** Indstillinger af boldens audio source. Skærbillede fra Unity.

Spatial blend af bolden er sat maksimalt til '3D' således, at lyden fra bolden opfører sig som et 3D objekt, se afsnit 5.1.3.1. Et aspekt af boldens lyd, der ikke er dækket i det nærværende afsnit er rolloff. Boldens rolloff er beskrevet separat, se afsnit 5.1.3.4.

### 5.1.3.3 Boldens kollisionlyd

Bolden laver en lyd ved kollision med vægge og gulvet. Lyden har både et kommunikativt og et æstetisk aspekt. Når bolden hopper rundt på banen, vil det give spilleren information om boldens lokation og lyden vil derfor bidrage til lokalisering af bolden. Dette er den kommunikative lyd. Det er blevet valgt at gøre brug af samme audio source som for boldens lokaliseringslyd, se afsnit 5.1.3.2 og figur 5.12. Derved vil boldens auditive egenskaber have samme karakterstik, i forhold til prioritet, spatial blend og rolloff.



**Figur 5.12.** Input til script for lyd ved kollision med vægge og gulv. Bolden gør brug af samme audio source som lokaliseringslyden. Skærbillede fra Unity.

Lydklippen valgt til boldens kollisionlyd, vil formentlig have en betydelig påvirkning på den blinde spillers opfattelse af bolden. Dette kan blandt være om bolden lyder stor og tung eller hvilket materiale den er lavet af. Dette vil bidrage til det æstetiske aspekt af lyddesignet. Spilleren får ikke noget visuel information om bolden og boldens klang (timbre) må derfor være den afgørende faktor for spilleren perception af bolden formodede egenskaber. Det er valgt at bruge et lydclip kaldet 'RugbyBallLoud'

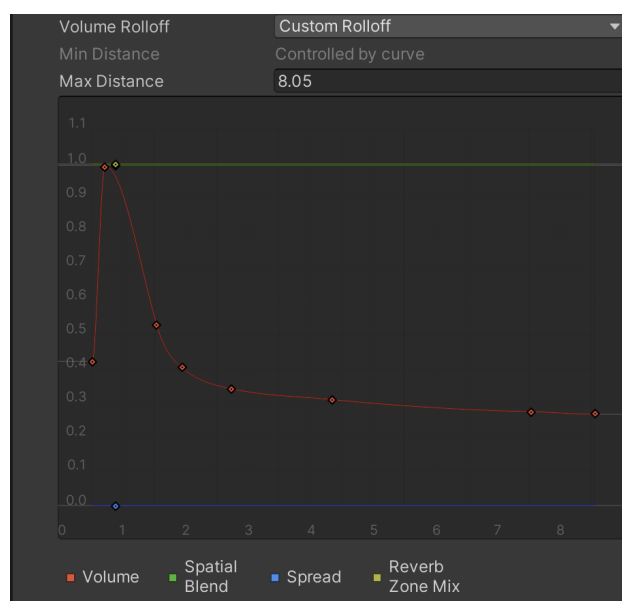


der er en optagelse af en rugbybold der rammer en mellemhård overflade. Dette lydclip afspillet når bolden rammer en flade inde i programmet.

Udover at give bolden en kollisionlyd, havde det også være passende at lave en lyd til vægge og gulv der kommunikerede dets materiale og auditive karakteristik. Dette er dog en eftertanke der ikke nåede at blive implementeret i prototypen.

#### 5.1.3.4 Boldens volume rolloff

Et væsentlig aspekt af boldens auditive karakterstik er dens volume rolloff. Beskrevet i afsnit 5.1.3.1, kan rolloff enten vælges som værende logaritmisk, lineær eller custom. Som standard i Unity sættes lyden som værende logaritmisk. Dette gøres angiveligt for at efterligne afstandskvadratloven og dermed gøre lyden så naturlig som mulig. Det vil måske virke oplagt altid at vælge logaritmisk rolloff til brug i VR. Men netop fordi at man ikke er begrænset af fysiske love, bør det overvejes om rolloff kan designe anderledes, for at gøre det nemmere for spilleren at finde bolden eller ændre spiloplevelsen.



**Figur 5.13.** Kurve for boldens volume rolloff. Skærmbillede fra Unity.

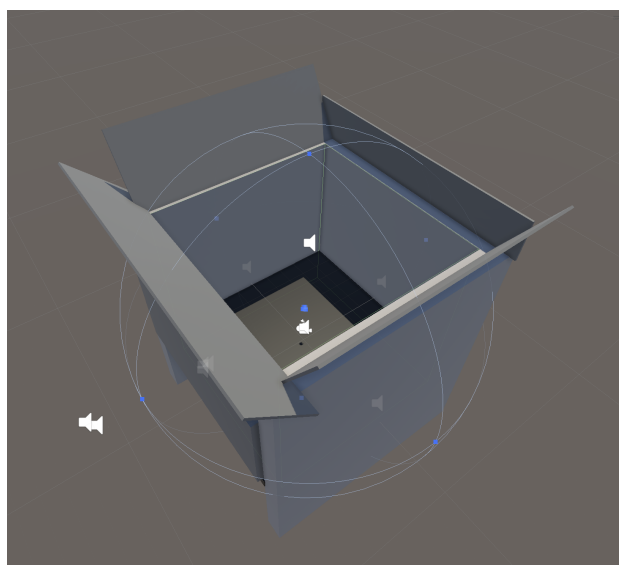
I prototypen blev valgt at lave en custom rolloff, der efterligner en logaritmisk rolloff, men forskudt således at volumen aldrig kom under 25% af den oprindelige volumen, se figur 5.13. Dette er under antagelsen at det vil være nemmere for spilleren at finde bolden, hvis boldens volumen aldrig bliver for lav. Derved vil spilleren altid kunne høre bolden i et moderat niveau, uanset afstand. Dette medfører imidlertid en risiko for at fjerne noget af den spatiale information givet til spilleren. Det vil være oplagt at afprøve forskellige volume rolloff for at teste hvad der vil virke bedst.

Ud over at forskyde kurven opad for at ændre minimumvolumen, er det valgt at lave reducere volumen når bolden er meget tæt på spilleren øre. Det blev under udviklingen observeret at hver gang bolden skulle kastes, passerede bolden meget tæt på spillere øre. Dette gav et ubehageligt højt niveau af bolden lyd. Derfor blev det valgt at reducere volumen når bolden var mellem nul og en halv meter, se figur 5.13.

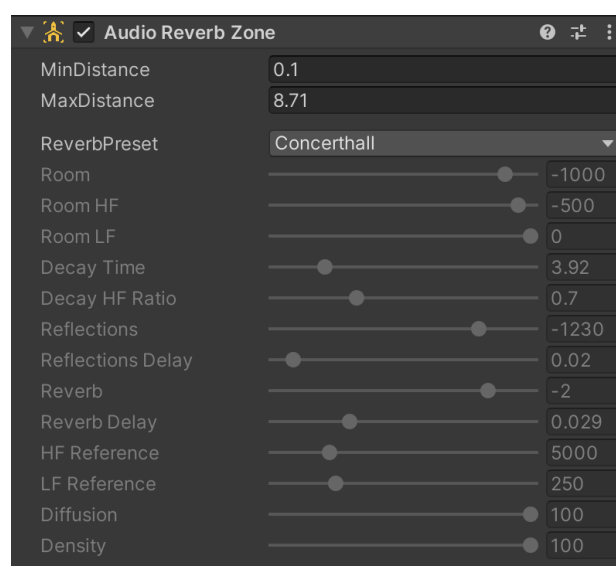
Det er muligt at høre boldens rolloff i demovideoen ved timestamp 0:20. I videoen er boldens rolloff ikke tilsvarende det beskrevet i det nærværende afsnit, men i stedet det beskrevet i afsnit 6.5.3 og på figur 6.3, som afspejler ændringerne foretaget ved test af prototypen.

### 5.1.3.5 Reverb zone

Et virkemiddel til skabe banens æstetik, er banens akustiske profil. For den blinde spiller, ligesom med bolden, vil spillerens perception af banen formentlig være betydeligt præget af de akustiske egenskaber. I Unity er der mulighed for at manipulere denne efter ønske. I prototypen er der blevet indsat en 'reverb zone' omkring banen, se figur 5.14. En reverb zone er et område hvori lyden forvrænges afhængig af spillerens (listener) position [Unity Technologies 2023e, besøgt 23.05.23].



**Figur 5.14.** Reverb zone implementeret på banen. Sfæren indikerer området hvori reverb zonen har sin effekt. Skærbillede fra Unity.

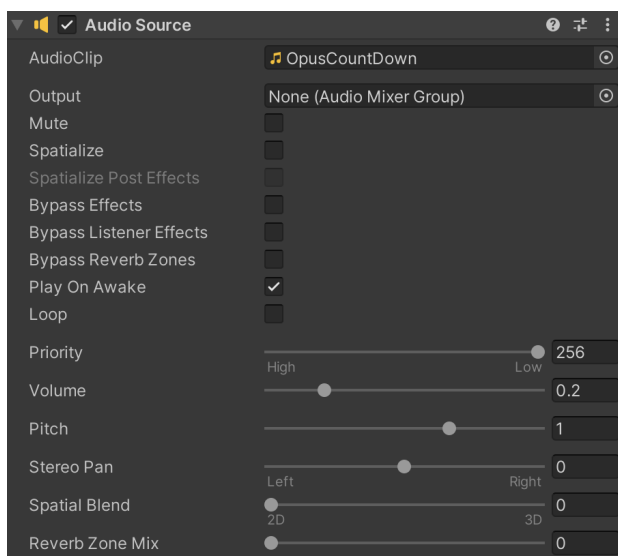


**Figur 5.15.** Indstillinger for reverb zone implementeret på banen. Presetet 'Concerthall' er valgt. Skærbillede fra Unity.

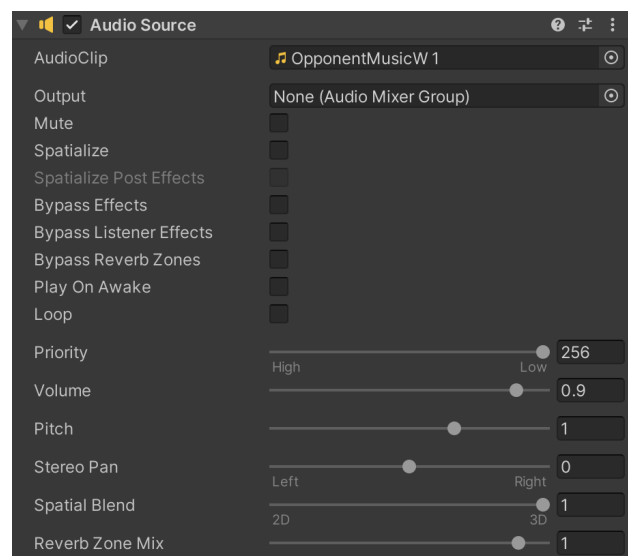
Ligesom med volume rolloff, se afsnit 5.1.3.4, er der mulighed for at vælge standardiserede presets. Det blev valgt at bruge presetet kaldet 'Concerthall', der antages at efterligne en koncertsal. De individuelle indstillinger for presetet kan ses på figur 5.15. Det blev valgt at bruge Concerthall presetet for at give spilleren en følelse af at stå på en stor tom bane med høje vægge på alle sider.

### 5.1.3.6 Baggrundsmusik

I prototypen gøres der brug af musikstykket 'Opus' [Prydz 2016, besøgt 23.05.23]. Musikstykket stiger progressivt i tempo, i takt med udviklingen af stykket. Musikken bygger op til et klimaks men bliver trukket i langdrag og lytteren bliver ofte snydt af hvornår forløsningen kommer. Musikken kan derved fungere som et stressende element. I prototypen bruges musikken som en del af spillets spillemekanik, i form af en nedtæller. Tilsvarende har modstanderen samme musikstykke som sin nedtæller. Det er muligt at høre musikstykket ved timestamp 0:00 og 0:20, hvor den spiller inde ved spilleren selv. Ud fra baggrundsmusikken er det altså muligt at høre om bolden befinder sig på ens egen bane eller om den er ved ens modstander. Dette differentieres med et lavpas filter, der tilføjes baggrundsmusikken når bolden er ved modstanderen, hvilket beskrives i det nedenstående.



**Figur 5.16.** Indstillinger for audio source for baggrundsmusik. Skærbillede fra Unity.

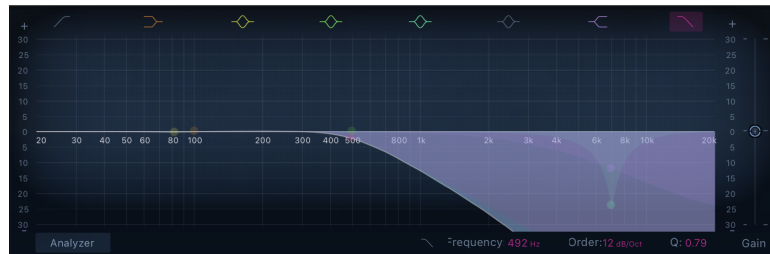


**Figur 5.17.** Indstillinger for audio source for modstanders baggrundsmusik. Skærbillede fra Unity.

I prototypen er spatial blend af baggrundsmusikkens sat til '2D', se figur 5.16. Dette blev valgt for ikke at forstyrre spillerens evne til at lokalisere bolden. Derudover er prioriteten sat til at være så lav som muligt. Til trods for at baggrundsmusikken er en essentiel del af spillemekanikken, er det ikke kritisk for spillerens direkte interaktion med spillet og andre lyde bør derfor prioriteres højere.

Modstanderens baggrundsmusik giver spilleren en status på om det går godt eller dårligt med spillet. Spilleren kan lytte sig til om tempoet af musikken er højere eller lavere hos modstanderen end hos sig selv. Det er valgt at gøre spatial blend af modstanderens musik '3D', se figur 5.17, samtidig med at den er placeret på den modsatte side af portalen for at give en illusion af at modstanderen befinder sig på en tilsvarende bane bag ved portalen. Så længe musikken spiller inde ved modstanderen skal

spilleren ikke lede efter bolden og det forventes derfor ikke at den spatiale lyd vil have en forstyrrende effekt på de øvrige lydcues. Til yderligere at understøtte dette, er der blevet pålagt et lavpasfilter, med en afskæringsfrekvens på 500 Hz, på musikken, se figur 5.18. Filteret giver en oplevelse af at musikken kommer fra et andet lokale eller er skærmet af.



**Figur 5.18.** Lavpas filter påført modstanderens baggrundsmusik. Afskæringsfrekvens på 500 Hz. Skærbillede fra GarageBand

## 5.2 Udspecificering af testparametre

Til den udviklede prototype og de designvalg der er blevet foretaget er der valgt at teste en række parametre. Disse er valgt ud fra en vurdering af hvilke parametre der vil have størst indflydelse på interaktionen med bolden samt bevægelse i det virtuelle rum.

Parametre vi ønsker at teste:

- Orientering i rummet
- Locomotion
- Lyde bolden udsender
- Opsamling af bolden
- Volume rolloff af lyden bolden udsender

Beskrivelsen af hvordan alle testparametre vil blive undersøgt vil blive beskrevet i det følgende. Det er valgt at inddele testparametrene i tre overordnede kategorier Navigation i rummet, lokalisering af bolden og affektiv vurdering af oplevelsen.

### 5.2.1 Navigation i rummet

#### Orientering i rummet

Ved idegenereringen med Søren nævnte han flere gange at han ønskede et kompas i VR således at han altid vidste hvor nord var og på den måde kunne orientere sig i rummet. Det ønskes derfor at undersøge hvordan spillet bedst muligt kan understøtte denne orientering. Derfor vil vi ved undersøge om det er muligt at orientere sig i rummet på baggrund af de to implementerede funktionaliteter til understøttelse af dette.

## Lokomotion

Ved undersøgelsen af VR applikationer skulle Søren lige vænne sig til at bevægelse i Richie's Plank Experience krævede fysisk bevægelse. Dette kommenterede han som værende lidt ubehageligt, fordi han var usikker på om han ramte ind i noget. Derudover savnede han bevægelse som han plejer med controlleren. Det opsatte vagtsystemet i VR hjælper en med at holde sig inden for dette område, hvor den straks afbryder det visuelle samt lyden, hvis man kommer uden for dette område med hovedet. Denne feedback understøttes visuelt og auditivt, hvis man kommer udenfor området, men også kun der. Det er derfor nødvendigt at kommunikere det på en anden måde så blinde er i stand til at få fornemmelsen af, at der er et system, der sikre at de ikke risikere at ramme noget i deres omgivelser. På nuværende tidspunkt er det valgt ikke at udarbejde en ny måde at opsætte vagtsystemet på, men i stedet er det valgt at undersøge, hvordan det er muligt at lave et afgrænset område, hvor det er muligt at mærke, når man bevæger sig uden for det. Dette vil blive gjort det ved have et bestemt underlag der afviger fra gulvet for at gøre det muligt at mærke hvor området vagtsystemet er sat op til går. Det valgte underlag måler 140x180 cm og passer et frit område i forsøges settingen.

Foruden forståelse af vagtsystemet er det også valgt at undersøge hvordan bevægelse i dette spil fungerer, da det som sagt foregår ved en kombination af fysisk bevægelse og bevægelse ved hjælp af controlleren.

### 5.2.2 Lokalisering af bold

For at lokalisere bolden er der en del elementer der ønskes at teste. Disse vil blive testet enkeltvis, hvor der vil være forskellige variationer af løsninger inden for hvert element. De forskellige elementer er lyden bolden udsender, boldens rolloff og boldens størrelse.

#### Lyde bolden udsender

Det ønskes at undersøge hvilken lyd, der er mest optimal at bolden udsender for at det er muligt at lokalisere bolden. Det ønskes at teste 2 forskellige lydindstillinger, hvor der vil være en bib lyd og den anden en konstant tone. Foruden lokaliseringen vil lyden også blive vurderet på om den bidrager til den rigtige stemning til spillet. Lyden fra bolden skulle nemlig gerne få spilleren op i tempo og give et indtryk af at skulle skynde sig. Lydene kan findes i ekstern bilag under mappen Hot Potato VR i mappen 'Lydfiler brugt i Hot Potato VR', som lyd 1: TicToc og lyd 2: ElectronicSound.

#### Opsamling af bolden

For at gøre det så optimalt som muligt at samle bolden op er det valgt at undersøge hvordan dette skal gøres. Denne parametre hænger unægteligt sammen med boldens størrelse. Af den grund er det valgt at bolden skal have en prædefineret størrelse, der er bestemt ud fra test på gruppens medlemmer

med bind for øjnene. Der undersøges altså på variationer af metoder til opsamling af bolden. Her er det valgt at test tre forskellige variationer af opsamling af bolden.

1. En cylinderformet pegepind ud fra controlleren
2. En kegleformet pegepind ud fra controlleren
3. En bestemt radius omkring controlleren skal gøre det muligt for spilleren at samle bolden op uanset orientering

Ved alle tre løsninger til opsamlingen af bolden ønskes det at afprøve forskellige størrelser af pegepind, kegleformen og radiussen. Løsninger vi også indeholde en vibration når bolden kan samles op for at indikere overfor spilleren at dette er muligt.

### **Volume rolloff af lyden bolden udsender**

Lyden bolden udsender vil have en bestemt volumen afhængigt af afstanden til bolden. På den måde vil der være muligt at vurdere hvor om bolden er langt væk eller tæt på en. Ved at lyden fra bolden er 3D er der endvidere muligt at retningsbedømme hvor lyden kommer fra. Dette gør det muligt, at detektere hvor bolden befinder sig i omgivelserne. Det ønskes at finde det rolloff, der muliggør detektering og lokalisering af bolden. Derfor ønskes det at teste et rolloff, hvor volumen aftager logaritmisk i forhold til afstanden til bolden men uden at komme under 25% af maksimal lyd. Derudover vil volumen aftage når bolden er i hånden og derfor er meget tæt på øret. Dette rolloff vil blive sammenlignet med et hvor lyden falder afhængigt af afstanden og kan komme ned til 0% af maksimal lydstyrke som resultat af at bolden er langt væk.

## **5.3 Begrænsninger ved prototypen**

Der var flere ideér som vi ønskede at udvikle og teste, men som ikke kunne lade sig gøre inden for projektet omfang eller i tide til planlagt test. Et af disse testparametre der var tiltænkt at teste forskellige versioner af, var ray cast, se afsnit 5.1.2.5. Det lykkedes desværre ikke at udvikle og implementere forskellige versioner af ray cast, på nær at øge diameteren af linjen der udgør den. Hvilket resultere i en ændring af denne testparameter.

Allerede under idégenereringen var planen at gøre spillet til et multiplayer-spil. Det kræver øget ekspertise at implementere funktionelt multiplayer i en VR applikation og det var derfor ikke muligt at gøre inden for projektet rammer. Alternativet blev at spilleren spillede imod programmet og at programmet var designet til at give en følelse af at have en modstander.

### 5.3.1 Ændringer af testparameter

På baggrund af den ovenstående beskrivelse af de programmerede løsninger til prototypen, for at gøre det muligt at teste de udvalgte parametre, blev det klart at det ikke var muligt at programmere de forskellige løsninger af måder hvorpå bolden kan samles op. I stedet var det kun muligt at justere størrelsen af den cylinderformede ray cast. Af den grund er det valgt at ændre denne testparameter. Som det tidligere er blevet beskrevet hænger måden hvorpå bolden samles op og boldens størrelse sammen i denne interaktion og det er derfor valgt at teste boldens størrelse i stedet. Dette vil blive udspecificeret nedenfor:

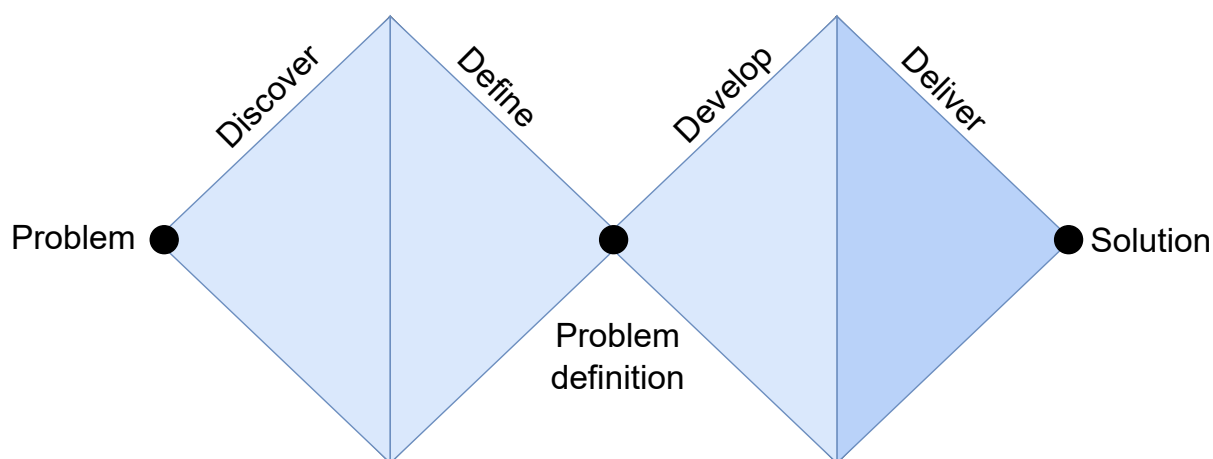
#### Boldens størrelse

Det er valgt at teste nogle forskellige størrelser af bolden. Som tidligere beskrevet vil boldens størrelse som startindstilling være 40 cm i diameter, hvorefter vi justere ind efter feedback fra Søren og de observationer vi gør os undervejs i undersøgelsen. Den valgte størrelse af bolden til første test er et resultat af test på gruppens medlemmer med bind for øjnene. Her skal der tages forbehold for at vi har øget kendskab til hvordan programmet virker, fordi vi har en forforståelse ud fra at vi har set programmet og samtidig med at vi har brugt en del timer i programmet.

# Undersøgelse af Hot Potato VR 6

---

Færdigudviklingen af en funktionel prototype markerer overgangen fra Develop fasen til Deliver fasen i Double Diamond designprocessen, som set ud fra figur 6.1. Her går fokus fra at være rettet mod udviklingen af designet til en evalueringsproces, hvor vi retter fokus mod kvaliteten af konceptet, og identificerer fejl og mangler som skal oprettes med henblik på at skabe et færdigt produkt som løsning på problemet. Vi ved endnu ikke om vi når at færdiggøre produktet, da det kan kræve flere iterationer for at nå til et færdigt produkt. Vi vil dog søge at etablere kriterier for hvordan vi kan bedømme designet som løsning på problemet.



**Figur 6.1.** Double Diamond Designprocesmodellen: Deliver.

Derfor vil vi indlede dette kapitel med at udspecificere proceduren for test af de førnævnte parametre. Derudover introducerer og diskuterer vi de konkrete metoder vi vil anvende til dette. Foruden de valgte testparametre, der er beskrevet i forgående kapitel er det som tidligere nævnt valgt at undersøge om prototypen kan forudsætte immersion, tilstedeværelse, og flow hos brugeren. Hvordan dette undersøges vil blive beskrevet i det nedenstående.



## 6.1 Test af Immersion og Flow

For at han kan danne sig et indtryk af spillet er det valgt at der helt i starten og helt til slut i undersøgelsen vil være en periode, hvor han bare skal prøve sig frem i programmet og have 'fri leg'. Formålet med den indledende frie spiltest, er at give ham mulighed for at reagere på spillet som det umiddelbart præsenterer sig for ham, inden vi tillægger forskellige avancerede mekanikker som han skal forholde sig til under co-creation. Den anden frie spiltest finder sted efter co-creation delen, og er tiltænkt at evaluere hvordan de ændringer vi foretager i spillets programmering ændrer Søren's oplevelse af immersion og flow. For at evaluere på dette observeres han under begge spilgange, hvor vi blandt andet holder øje med hans hedoniske vurdering af spillet, altså hvorvidt han udviser tegn på følelser af ubehag eller sjov. Efterfølgende vil vi afholde interviews som består af en kombination af spørgeskema spørgsmål og mere traditionelle interviewspørgsmål. Som nævnt er vi her interesserede i hvordan han oplever det virtuelle rum. Som beskrevet i afsnit 2.4.2 er der tre hovedaktører der kan bruges til at beskrive indlevelsen i det virtuelle miljø, hvilke er immersion, tilstedeværelse og flow. Til undersøgelse af disse har vi opsøgt og udvalgt eksisterende og validerede spørgeskemaer, som vi anvender i konteksts af Hot Potato VR. Her har vi valgt at anvende to standardiserede spørgeskemaer. Et som er designet til at undersøge subjektets egenvurdering af flow og et andet der som har til formål at undersøge subjektets egenvurdering af immersion i videospil. Den førstnævnte hedder 'Flow State Questionnaire of the Positive Psychology Lab' [Magyaródi et al. 2013]. Denne flow scale består af 20 items med to faktorer, den ene faktor forholder sig til balancen mellem 'challenges and skill' udgjort af de første 11 items, mens de resterende 9 items forholder sig til 'Absorption in the task', som er den anden faktor. Flow State Questionnaire er udviklet på baggrund af Csikszentmihalyi 1991, og er blevet anvendt til interview i kombination med observation til vurdering af flow tilstand i subjekter som udførte forskellige aktiviteter [Hefferon og Ollis 2006][Seifert og Hedderson 2010]. Fordelen ved anvendelse af dette spørgeskema er, at den inkluderer validerede spørgsmål som undersøger alle 8 elementer af flow i flere items, hvilket betyder at vi effektivt kan danne os en holistisk forståelse af Søren's oplevelse af flow under testen. Ulempen ved spørgeskemaundersøgelser i denne kontekst er dog, at Søren afgiver tal som repræsenterer hans oplevelse, og at vi derfor ikke nødvendigvis får indsigt i hvorfor han oplever dette. Derfor har vi valgt at supplere spørgeskemaet med uddybende spørgsmål, som kan nuancere svarene på spørgeskemaet. Under disse kvalitative spørgsmål forbeholder vi os også til at referere tilbage til spørgeskemaet for at bede Søren om at uddybe svar som eventuelt undrer os, og derfor kræver yderligere forklaring. Det sidstnævnte spørgeskema har til formål at evaluere immersion, og er fra studiet Jennett et al. 2008. Dette spørgeskema består af 31 items bestående af fem faktorer, 'cognitive involvement', 'real world dissociation' og 'emotional involvement', som forholder sig til personfaktorer, mens de resterende to 'challenge' og 'control' forholder sig til spil faktorer.

Spørgeskemaerne kan ses i appendix D afsnit D.2. Som nævnt tidligere kan immersion anskues som

en nemmere opnåelig version af flow, hvorfor det kan virke redundant at inkludere både et flow spørgeskema og et immersionsspørgeskema. Betegnelsen for spørgeskemaet i Jennett et al. 2008 som et immersion spørgeskema er dog en simplificering, da dette også er baseret på teori om både tilstedeværelse og flow. Derfor kan denne anskues som værende en samling af spørgsmål som inkapsulerer alle tre tilstande. Grundet vores fokus på flow har vi dog også valgt at inkludere spørgeskemaet fra Magyaródi et al. 2013, for som nævnt at sikre at alle 8 elementer af flow blev undersøgt. Immersion spørgeskemaet har desuden en unik relevans for evalueringen af Hot Potato VR, da denne er specifikt designet til test af videospil, modsat flow spørgeskemaet, som er et mere generelt spørgeskema som kan anvendes til den universelle oplevelse af flow. Der er dog også en udfordring ved Spørgsmål 28 i immersion spørgeskemaet som lyder: 'To what extent did you enjoy the graphics and the imagery?'. Dette forholder sig til de visuelle virkemidler i spillet, hvilket i ikke er relevant i kontekst af Hot Potato VR, da de visuelle elementer af spillet ikke opleves. Vi har derfor valgt at spørge ind til lyddesignet i stedet, da vi ser dette som værende det tættest tilsvarende element i Hot Potato VR. Vi har derved to spørgeskemaer, som evaluerer subjektets oplevelse af immersion, tilstedeværelse og flow.

Grundet Søren's blindhed, er han ikke i stand til at læse spørgeskemaet og udfylde det på egen hånd, hvorfor vi har valgt at præsentere spørgsmålene ved oplæsning og lade ham respondere verbalt. Det anses derfor som en fordel at besvarelsen for begge spørgeskemaer afgives på en 5 punkts likert-skala, da det er lettere at formidle og sikre overensstemmelse mellem besvarelsen på tværs af spørgeskemaerne, som lettere kan sammenlignes. Dette havde eksempelvis ikke gjort sig gældende ved en visual analogue scale. Der er dog en potentiel fejlkilde i oplæsning af spørgeskemaer som er designede til selvrapportering, da Søren muligvis påvirkes af at han ikke kan tage spørgsmålene i sit eget tempo, men er delvist afhængige af os. Vi vil derfor sikre at Søren til hver en tid har mulighed for at få spørgsmål gentaget hvis han behøver det. Derudover skal det nævnes, at begge spørgeskemaer er formulerede på engelsk, hvilket ikke er Søren's modersmål. Vi vurderer dog at han vil være i stand til at forstå og svare fyldestgørende på dem alligevel, da han er vant til at spille engelsk-sprogede videospil, og tilmed skrive blog-indlæg på engelsk i forbindelse med hans hjemmeside og youtube kanal.

Som nævnt bruger vi disse to spørgeskemaer i konteksten af en kvalitativ undersøgelse, hvor vi anvender disse som udgangspunkt for at have en nuanceret undersøgelse af immersion, tilstedeværelse og flow. Det er her relevant at nævne, at begge spørgeskemaer er designede til indsamling af kvantitative data til statistiske tests, hvilket betyder at vi ikke anvender dem til det hensigtede formål. Vi vurderer dog, at selvom formålet for deres oprindelse har været statistiske tests, er begge spørgeskemaer baserede på teorier som har høj relevans i forhold til formålet for vores undersøgelse. Ved at implementere dem i sammenspil med et kvalitativt interview vurderer vi derfor at vi kan anvende spørgeskema spørgsmålene til effektivt at skabe et overblik over Søren's oplevelse af immersion, tilstedeværelse og flow, og

derefter dykke ned i forskellige aspekter af disse som nødvendigt.

## 6.2 Rekruttering

For at undersøge hvordan den udviklede prototype fungerer ud fra formative research metode. Denne metode anvendes til at teste og evaluere prototyper af produkter der er under udvikling for at identificere og løse udfordringer med produktet på det tidlige stadie af udviklingen [Baxter et al. 2015, s. 104]. Til at teste denne prototype er det igen valgt at anvende Søren Jensen som forsøgsperson og ekspert, som beskrevet i afsnit 3.1, kapitel 3. Med hans unikke kendskab til det at være blind og game vil han kunne give et unik indblik i hvordan det er at anvende den udviklede prototype som blind. Derudover er det også valgt at inkludere ham i en co-creation workshop, for at justere nogle udvalgte testparametre med ham. Dette vil blive beskrevet nærmere i det følgende afsnit.

Det havde været fordelagtigt at kunne teste prototype med nogle flere blide, men det har ikke været muligt at få kontakt til andre blinde, der havde mulighed for at afsætte tiden til denne undersøgelse.

### 6.2.1 Co-creation

CO-creation er en metode der anvendes til at teste de udvalgte testparametre og videreudvikle prototypen i samarbejde med den direkte målgruppe af produktet [Prahalad og Ramaswamy 2004]. Dette gør vi i dette projekt gennem en åben dialog mellem Søren Jensen og os som udviklere for at evaluere og brainstorme på prototypen. Dette vil vi gøre ved at give ham en præsentation af programmet og de implementerede funktioner. Dernæst vil han prøve programmet for bedre at have en fornemmelse af hvad det kan hvorefter det vil blive en dialog ud fra hans tanker og oplevelser, hvor han kan præsentere sin ideer til programmet, hvilket vi derefter vil diskutere med ham. Dette betyder at Søren kan bidrage med en unik indsigt ved at have det blinde perspektiv at berette ud fra. Derudover kan han med sin viden indenfor gaming, tilgængelighedsværktøjer og undervisning af andre blinde i brugen af teknologiske hjælpemidler, trække på al den erfaring han har med både computerspil og brugervenlighed til blinde, hvilket vi ser som uvurderligt for brainstorming af design-alternativer og løsninger i prototypen. Derudover skal han agere som ambassadør for de blinde og hjælpe os med identificere tilgængeligheden af prototypen. Der skal også tages i mente at han selvfølgelig kommer med sin subjektive holdning, men på baggrund af hans erfaringer med blinde og teknologi anskuer vi ham i højere grad som ekspert inden for området, som kan varetage andre holdninger end hans egne.

## 6.3 Dataindsamlingsmetode

Det er valgt at dataindsamlingsmetoden skal være en kombination af spørgeskemaer, observationer og semistrukturerede interview. På den måde opnår vi en triangulering af dataindsamlingen.

Spørgeskemaerne vedrørende flow og immersion skal være med til at belyse hvilken oplevelse det er muligt at give med den udviklede applikation. Der skal dog tages forbehold for at det stadig er en prototype og det derfor ikke vil være en fuldstændig repræsentativ for hvordan den færdigudviklede applikation vil have indflydelse på brugeren, men det vil dog stadig give en indikation af om det er på rette spor. Derudover skal det tages i mente at dette kun vil blive vurderet ud fra en person og der er derfor ikke andre at sammenligne med. Han vil blive bedt om at besvare de to spørgeskemaer efter både den indledende og afsluttende del. På den måde er det også muligt at se om de justeringer der måtte være foretaget har haft en indflydelse på denne vurdering. I kombination med spørgeskemaerne er der mulighed for at han efterfølgende kan uddybe hans besvarelse.

Derudover er det valgt at observere ham under interaktionen med programmet for at undersøge hans interaktion med controllerne, fysisk bevægelse samt for at undersøge om der er nogle uoverensstemmelser mellem det der sker og det Søren oplever. Dette skyldes at det er yderst relevant at sikre korrekt og informerende feedback, så spilleren ikke er i tvivl om det pågældende stadige af spillet. Nødvendigheden af dette blev også understreget af Søren ved undersøgelsen af VR applikationer, hvor han påpegede at det var vigtigt for ham at have kontrol over spillet. Til at supplere observation og spørgeskemaerne er det valgt at forberede et semistruktureret interview til at belyse øvrige elementer samt uddybe allerede italesatte eller iagttaget pointer.

Derudover har vi valgt at gennemføre 'The Bartle Test of Gamer Psychology' sammen med Søren, for at give et indblik i hvilken spillertype han er, og derved hvilke typer af spil han er tilbøjelig til at opsøge [Bartle 1996, besøgt 08.05.23]. Som nævnt tidligere har vi efter første undersøgelse med Søren ræsonneret os frem til at Søren har den primære spiller 'Explorer'. Vi vil dog gerne teste denne hypotese for at sikre at vi ikke drager ukorrekte konklusioner på basis af vores egen vurdering. Derfor vælger vi at anvende den officielle test til kategorisering af spillertypologier, hvilken vi vil gennemgå med Søren under vores test af prototypen. I denne teste skal han ud fra to udsagn vurdere hvilket et der er mest passende på ham som spiller [Barr, besøgt 18.05.23]. Ved nærmere undersøgelse af hvilken spillertype han er kan vi med større sikkerhed bruge denne til at nuancere hvad der ligger til grund for hans holdninger og udtalelser omkring bestemte typer af spil. Dette er også et forsøg på at imødekomme det faktum at dataen kun baserer sig på en person, og derfor kunne give resultater som kun er gældende for hans specifikke spillertype.

Inden påbegyndelse af dataindsamling informerede vi Søren verbalt om vores dataindsamlingsmetoder og spurgte om hans accept til at indsamle data. Søren gav sin accept til dette verbalt.

## 6.4 Procedure for test af prototypen

Proceduren for undersøgelsen af Hot Potato VR er delt i tre dele; en indledende test, en co-creation workshop og en sidste afsluttende test. Ved udformning af undersøgelsen har der været fokus på at sikre at det hele blev forklaret således at Søren hele tiden var klar over hvad der foregik samtidig med at han til en hver tid havde mulighed for at trække sig, hvis han havde brug for en pause.

### Indledende test

Den indledende del består i en introduktion til programmet hvor Søren først får en mundtlig forklaring af programmet, dens funktionaliteter og den medbragte måtte, der skal fungere som illustration af det opsatte vagtsystem. Det udarbejdede manuskript kan ses i appendix D afsnit D.1. Efter denne introduktion er han klar til at prøve programmet, som bliver sat i gang for ham, hvorefter han får lov at prøve sig frem. En spilrunde tager omkring 7 minutter og han vil få lov til at prøve så mange gange han har lyst til. Lige efter denne test vil han blive præsenteret for et spørgeskema omhandlende flow og et omkring immersion vurderet, som han skal besvare ud fra den oplevelse han lige har fået ved at prøve spillet. Herefter har vi forberedt nogle øvrige spørgsmål samtidig med at han fik muligheden for at give nogle kommentarer til programmet samt uddybende detaljer til de to spørgeskemaer.

Spørgsmålene er præsenteret nedenfor:

| Forskningsspørgsmål                                   | Interviewspørgsmål                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kan Hot Potato VR forudsætte normbrud?                | <p>Var der et øjeblik som stod ud mens du spillede<br/>Hvis ja, hvilket?</p> <p>Har du prøvet noget lignende før? F.eks. sidste gang vi var her? - Hvad var specielt?</p>                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Kan Hot Potato VR forudsætte tilstedeværelse og flow? | <p>Følte du at du havde kontrol over spillet? Hvordan?</p> <p>Følte du at du var koncentreret omkring spillet?<br/>Hvorfor?</p> <p>Var udfordringen spillet gav dig passende? Var det for svært? Var det for nemt? Hvorfor?</p> <p>Har du lyst til at fortsætte med at spille? Hvorfor?</p> <p>Følte du at du mistede fornemmelse af tiden i spillet? Hvorfor?</p> <p>Glemte du at du var til stede i virkeligheden?<br/>Hvorfor?</p> |

### Co-creation workshop

Efter Søren har stiftet bekendtskab med spillet er det nu tid til at undersøge de udvalgte testparametre. Til at starte med undersøges der for navigation i rummet, hvor han vil blive bedt om at orientere sig i forskellige retninger i tilfældig rækkefølge. Derudover skulle han også bevæge sig hen og røre væggen for at undersøge måden hvorpå bevægelse i spillet foregår. Herefter blev han bedt om at sætte ord på sin oplevelse og kunne komme med ideer til ændringer. De forberedte spørgsmål er følgende:

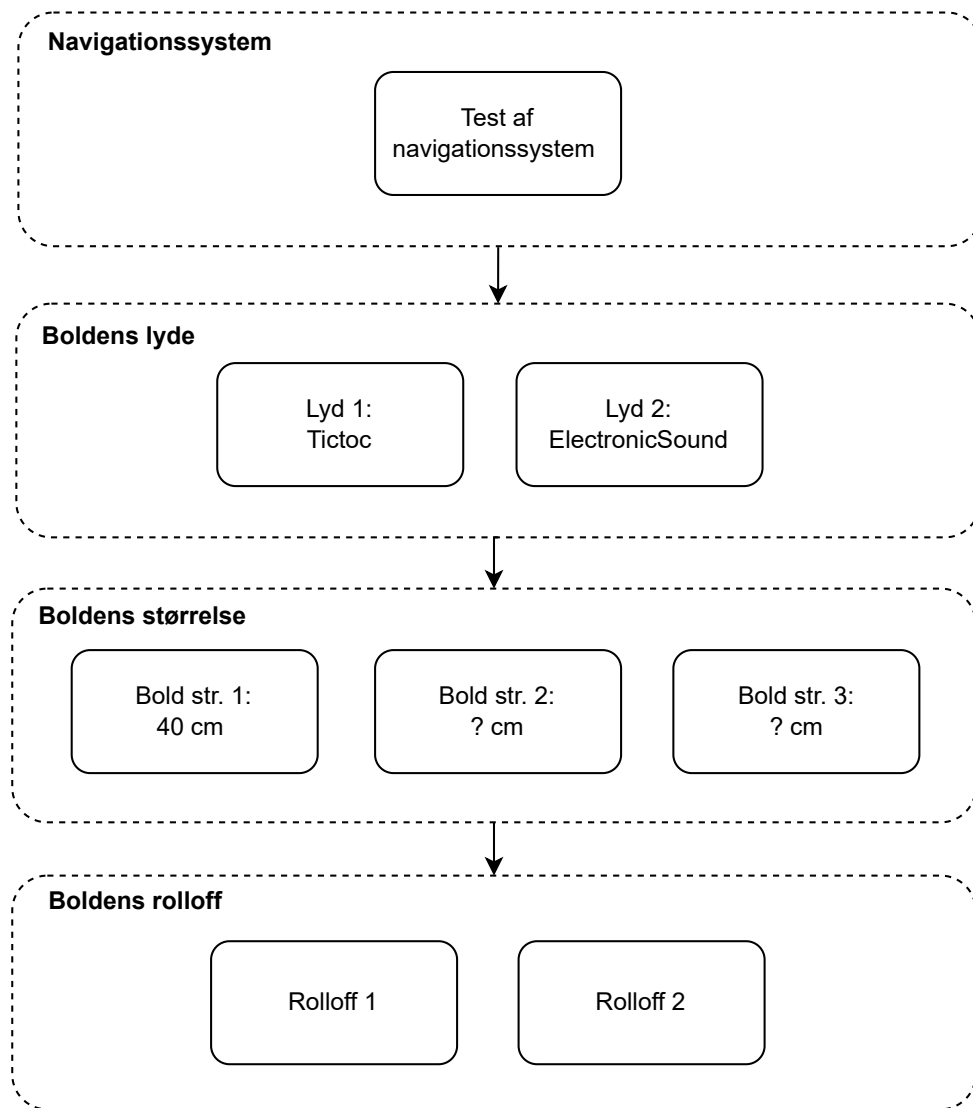
| Forskningsspørgsmål                                                                                                  | Interviewspørgsmål                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kan subjektet orientere sig i Hot Potato VR?                                                                         | Kunne du fornemme din orientering/retning ud fra programmets feedback? Hvordan?<br><br>Har du et forslag til en anden måde retninger ville blive tilkendegivet i VR? Hvis ja, hvilken?                     |
| Bidrog måtten til en mere sikker fysisk lokomotion i VR?                                                             | Hjalp underlaget dig til en sikker navigation? - gav det en fornemmelse af et sikkert område? Hvordan?<br><br>Havde du en følelse af, at du kunne bevæge dig sikkert rundt fysisk? Hvorfor / hvorfor ikke? |
| Hvordan virkede kombinationen af fysisk og virtuel lokomotion mod følelsen af tilstedeværelse i det virtuelle miljø? | Hvordan fungerede kombinationen af at anvende joystick og fysisk bevægelse?<br><br>Havde du en følelse af at bevæge dig, når du henholdsvis bevægede dig fysisk og med joystick? Hvorfor / hvorfor ikke?   |

Dernæst er det boldens specifikationer der skal testes. Til at starte med skal Søren vurdere hvilken lyd der gjorde det nemmest at lokalisere bolden. Her vil han blive præsenteret for en lyd af gange og blive bedt om at finde bolden og kaste den fem gange. Efter en præsentation af to forskellige lyde, vil der ud fra Sørens vurdering og vores observationer blive vurderet hvilken lyd, der er mest fordelagtig og denne lyd vil blive anvendt fremadrettet. Efter dette vil boldens størrelse blive undersøgt. Til at starte med vil bolden være 40 cm i diameter, hvorefter den vil blive justeret enten op eller ned baseret på Sørens udtalelser og observationer. Dette er en løbende finjustering der nok vil kræve et par forsøg før en passende boldstørrelse er fundet. Til sidst vil boldens rolloff testes og der vil på samme måde som boldens størrelse blive foretaget justeringer så Søren føler det er passende til at understøtte ham i at lokalisere bolden. Når disse parametre er teste vil programmet blive justeret, så de parametre der fungerer bedst bliver implementeret i programmet. Efter test af alle parametre vil Søren blive spurgt ind til parametre overordnet for at finde ud af hvordan de hver i sær bidrager til at lokalisere og opsamle bolden. Spørgsmålene vil blive præsenteret nedenfor:

| Forskningsspørgsmål                                           | Interviewspørgsmål                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kan bolden lokaliseres baseret på auditiv og haptisk stimuli? | <p>Hvordan understøttede lyden din navigation hen til bolden?</p> <p>Hvordan understøttede lydstyrken dig i at finde bolden?</p> <p>Var det nogle tidspunkter du havde svært ved at lokalisere hvor lyden kom fra? Hvad gjorde du i disse tilfælde for at finde bolden?</p> |
| Kan bolden samles op efter lokalisering?                      | <p>Hvordan fungerede det at pege hen mod bolden?<br/>Hvorfor fungerede det godt/skidt?</p> <p>Hvordan ville det være naturligt for dig at samle bolden op?</p>                                                                                                              |
| Forudsætter lyddesignet bestemte følelser hos spilleren?      | <p>Hvilken stemning gav musikken i baggrunden?</p> <p>Hvilken stemning gav lyden bolden udsendte?</p>                                                                                                                                                                       |

På nedenstående figur 6.2 er proceduren for hvordan co-creation workshoppen kommer til at forløbe illustreret.





**Figur 6.2.** Figuren illustrerer proceduren for undersøgelser af testparametrene i co-creation workshoppen.

### Afsluttende test

I den afsluttende test vil programmet være justeret ud fra de forgående tests og Søren bliver bedt om at spille spillet igennem en enkelt gang. Herefter vil han endnu en gang blive bedt om at vurdere oplevelsen ud fra spørgeskemaerne vedrørende flow og immersion. Hvorefter der vil være nogle afsluttende spørgsmål til det overordnede indtryk det giver at spille 'Hot Potato'. Spørgsmålende er følgende:

| Forskningsspørgsmål                                                                    | Interviewspørgsmål                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hvordan ville implementeringen fa multiplayer bidrage til oplevelsen med Hot Potato VR | Hvordan tror du at det vil påvirke oplevelsen hvis du spillede spillet mod en anden spiller? Hvorfor?<br><br>Kunne du forestille dig at spille dette spil mod nogle af dine venner? Hvilken følelse tror du at dette ville give dig? |
| Til hvilken grad er Hot Potato VR tilgængelig for selvstændig anvendelse af blinde?    | Har du en oplevelse af autonomi? Hvad var med til at gøre at du oplevede dette?<br><br>Er der nogle implementeringer du savner for at spillet er tilgængeligt? Noget i forhold til banen eller bolden?                               |

## 6.5 Resultater af prototype test

I dette kapitel præsenterer vi resultaterne for vores evalueringstest session med Søren Jensen. Testen bestod af tre faser: En indledende test, en co-creation workshop, og en afsluttende test. Resultaterne vil blive præsenteret i denne rækkefølge, hvorefter vi diskuterer implikationerne af disse for den valgte metode og besvarelse af problemformuleringen. Lydfiler og skærmoptagelser fra testen kan findes i eksternt bilag i mappen 'Test af prototype'. Under undersøgelsen af prototypen havde vi teknologiske udfordringer og der er derfor gået nogle af skærmoptagelserne tabt samtidig med at der mangler lyd på optagelserne. Det er dog stadig valgt at inkludere dem i kombination med de noterede observationer, der blev taget undervejs. Resultaterne fra besvarelsen på flow og immersion spørgeskemaerne kan ses i appendix D.3.

### 6.5.1 Spillertype test

Inden vi præsenterer resultaterne for tests af prototypen, vil vi kort præsenterer resultaterne af 'The Bartle Test of Gamer Psychology'. Som nævnt var vi interesserede i at kende Søren's spillertype, så vi bedre kan forstå de svar han afgiver i relation til testen af Hot Potato VR. Resultaterne af dette var følgende:

- 93% Explorer
- 53% Socialiser
- 47% Achiever
- 7% Killer

Procenterne indikerer hvor meget lighed udviste med definitionerne af de enkelte spillertypologier. Dette betyder for eksempel, at hans svar i testen stemmer 93% overens med de svar en Explorer ville afgive. Det er derfor heller ikke meningen at de fire tal til sammen skal give 100%. Som vi kan se ved disse resultater, har vi misvurderet Søren som 'Achiever', da det her viser sig at han er mere tilbøjelig til at være både 'Explorer og 'Socialiser'. Derudover er han kun 7% 'killer', hvilket kan have en konsekvens for testen af prototypen af Hot Potato VR. Som nævnt under idegenereringen, er indholde Hot Potato VR hovedsageligt elementer af 'killer' typologien, da der primært er fokus på andre spillere fremfor verdenen, og på præstation frem for udforskning. Det er derfor en udfordring at konceptet testes på en spillertype som ikke umiddelbart er interesseret i spillets hovedelement. Vi bliver derfor nødt til at indlede resultaterne med at sige, at Søren potentielt vil fokusere primært på de elementer af spillet der interesserer ham. Dette kunne for eksempel være, at han vil være mere interesseret i at udforske det virtuelle rum og dets egenskaber, frem for at fokusere på konkurrence elementet og at vinde. Dette betyder også, at hvis Søren ikke umiddelbart motiveres af konkurrence elementet, kan dette skyldes hans spillertype, og ikke nødvendigvis spillets design. Vi ser ikke at hans typologi-resultater betyder at hans input ikke kan bruges mod input af spillet, da Søren stadig har et bredt kendskab til mange forskellige spil, og derfor godt vil kunne genkende og kommentere på Hot Potato VR som 'killer' spil. Dog er vi bevidste om at hans udsagn kan udtrykke tilbøjeligheder til at vurdere elementer af spillet bedre baseret på hans interesser i dette.

### 6.5.2 Resultater af indledende test

I den indledende test gav vi som nævnt i tidlige kapitel Søren lov til at tilgå Hot Potato VR uden andet end en grundlæggende forklaring af spillets mekanikker. Vi gav ham lov til at stille spørgsmål vedrørende spillet, men var ellers blot stille observatører.

#### Kommunikation af spillets regler

Til den indledende test spillede Søren to runder af spillet, hvilket havde en varighed på ca. 11 minutter. Efter to runder i programmet havde Søren ikke lyst til at spillere længere, og vi påbegyndte derfor den forberedte evaluering af hans førstehåndsindtryk af spillet. Inden testen læste vi manuskriptet fra appendix D afsnit D.1, men selv efter dette var han i tvivl om flere aspekter af spillet. Han var blandt andet usikker på at det var lyden han skulle bruge til at finde bolden, da den var statisk, fordi han ikke bevægede sig rundt i det virtuelle miljø. Dette indikerede for os, at en færdig version af Hot Potato VR skulle have en integreret tutorial som både informerer om spillets koncept, på samme måde som manuskriptet, men også tillader spilleren at afprøve interaktioner gennem trinvis instruktioner. En anden ting som demonstrerede udfordringen ved at kommunikere spillet og dets forløb, er at Søren rapporterede at når han mærkede vibration fra controlleren, og trykkede 'grib' knappen, skete der ikke

noget. Vi formodede at det var grundet måden vibrationen er implementeret på, da den afspiller en vibration i 0,25 sekunder når bolden kan samles op samles op, i stedet for konstant at vibrere når bolden er inde for rækkevidde. Vi fandt dog ud af senere, under co-creation workshoppene, at Søren havde troet, at man kunne holde knappen inde, og at bolden så ville blive samlet op hvis den kom inde for rækkevidde. Dette er ikke muligt, da spillet kræver at der trykkes på 'grib' knappen imens bolden er inde for rækkevidde. Derfor var det sværere for Søren at få opsamling af bolden til at virke, grundet at han ikke forstod hvordan sekvensen af input på controlleren påvirkede hans interaktioner i spillet. Dette understreger vigtigheden af en omfattende tutorial som også gennemgår de interaktioner og mekanikker som er essentielle for at forstå hvordan spillet spilles og hvad der sker i løbet af spillets forløb. Hvis ikke dette kommunikeres tilstrækkeligt, kan det nemlig lede til en følelse af ringe kontrol over spillet, hvilket er u hensigtsmæssigt for oplevelsen af immersion og flow.

### **Kommunikation af spillets forløb**

En anden problematik der blev observeret var, at Søren i nogle tilfælde havde udfordringer med forståelse af, hvorfor spillet reagerede som det gjorde. For eksempel trillede bolden igennem portalen af sig selv efter at have ramt en af siderne, hvor Søren ikke havde rørt bolden endnu. Selvom bolden kom over til modstanderen hurtigt, hvilket er en positiv ting taget i betragtning af spillets mål, var det ikke en intentionel handling fra Søren, hvilket viste sig at have en konsekvens for hans følelse af kontrol over spillet, som han gav udtryk for i det opfølgende interview. Vi vurderer derfor at det ikke burde være muligt for bolden at 'forsvinde' på den måde, og at spilleren skal interagere med den inden den kan sendes tilbage til modstanderen. Dette demonstrerer hvor vigtigt det er at der er overensstemmelse mellem spillerens handlinger og spillet udvikling, men det understreger også vigtigheden af kommunikation af spillets forløb. Et andet eksempel på dette er at Søren har en fornemmelse af at bolden bliver ved med at hoppe, på trods af at den ligger sig på gulvet. Dette beskriver han ud fra, at han har en oplevelse af at bolden spontant hoppede fra den ene side af ham til den anden. Vi har ikke oplevet noget lignende det Søren beskriver i hverken vores egne spiltests eller i skærmoptagelser af testen med Søren. Vi formoder derfor, at tvivlen må være opstået af en miskommunikation af spillets systemer. En potentiel årsag til fænomenet kan være at rotation med controlleren drejer den virtuelle avatar 45 grader af gangen, hvilket betyder at Søren ved at bruge den blot fire gange kan være roteret 180 grader, og derfor oplever at bolden nu lyder som om den kommer fra den anden side. Vi fandt nemlig ud af i det opfølgende interview, at Søren ikke var bevidst om at den drejede ham 45 grader af gangen, men i stedet troede at det var en langsom og glidende rotation, da det er sådan controlleren fungerer i de andre spil han spiller. Denne funktion med at kunne rotere uden fysisk at skulle bevæge sig har vi inkluderet, da det er en standard funktion i næsten alle VR applikationer, som tillader at de er tilgængelige for personer med nedsat bevægelighed. Som vi ser her, kan det dog være at systemet

bidrager til mere forvirring end den hjælper spilleren. Vi prøvede derfor at tweeke funktionen i co-creation workshoppen for at undersøge nærmere, hvilket vi beskriver i tilsvarende sektion herunder. Tvivlen vedrørende Sørenns egen position bidragede negativt til hans oplevelse, hvilket forstyrrede hans immersion og dermed muligheden for flow i den virtuelle oplevelse.

Vi så under den indledende test et tredje eksempel på dette, da Søren under interviewet gav udtryk for at han under spillet var i tvivl om hvordan han klarede sig sammenlignet med modstanderen. Han kunne ikke bedømme hvor tæt på eller langt fra han var fra at vinde, og det samme med modstanderen. Dette kom af, at han ikke synes at modstanderens timer ændrede sig, hvilket ledte til tvivl om den genstartede hver gang han kastede den ind på modstanderens bane. Dertil var han i tvivl om hvornår spillet var ovre, da der ikke er nogen eksplosionslyd implementeret i prototypen. Alt dette bidrog til, at Søren ikke fik den korrekte feedback til at forstå hans præstation i spillet, hvilket er en faktor som bidrager negativt til oplevelsen af flow. Søren fortalte dog også, at han godt forstod præmissen for nedtællingen, og at den bidrog positivt til en følelse af at skulle skynde sig. Derudover var han ikke i tvivl om hvornår bolden var på modstanderens bane og derfor hvornår han skulle handle. Så på trods af de førnævnte problemer med at bolden forsvandt ind på modstanderens bane uden hans intention, var han ikke i tvivl om hvad der var sket, men snarere hvorfor. Han vurderede det også positivt at han kunne høre hvor modstanderens bane var når musikken spillede hos dem, hvilket havde en positiv indvirkning på immersion.

Som et ekstra eksempel på vigtigheden af kommunikation af spillets forløb oplevede Søren, at han var i tvivl om hvor han var i relation til de virtuelle vægge han stødte ind i. Som nævnt får spilleren feedback når de støder ind i en væg i form af en mandestemme som siger hvilken væg det er. Denne lyd afspilles i mono, hvilket betyder at den ikke er retningsbestemt. Dette betød, at Søren i visse tilfælde var i tvivl om hvor han var i relation til den væg han ramte, i forhold til om han stod med ryggen, siden eller fronten mod væggen. Han foreslog dog at hvis han havde en konstant retningsbestemt lyd som kunne fungere som et kompas, at lydene fra væggene ville give god mening i forhold til hans orientering. I forlængelse af dette var han i tvivl om hvor langt han var fra væggene, når han ikke var lige ved siden af. Han sagde at dette dog ikke nødvendigvis var en dårlig ting, da hans fokus var på bolden og portalen, og at det derfor faktisk var irrelevant hvor langt han var fra væggene. Dette kunne dog være et relevant problem for udvikling af spillet, hvis vi som nævnt har planer om at skulle udnytte alle fire vægge og give dem specielle funktionaliteter. Her kunne det nemlig være nødvendigt for spilleren at kunne identificere afstand fra vægge i forhold til at udnytte deres egenskaber mod at vinde spillet. I kontekst af prototypen virkede denne måde at identificere vægge udemærket, da de ikke havde nogen direkte påvirkning på hans præstation, men mere var forvirrende i forhold til hans perception af hans

egen position i rummet. Derfor kan det stadig påvirke hans tilstedeværelse i det virtuelle rum, da han ikke kan forestille sig være et bestemt sted i det virtuelle.

I relation til Søren's forståelse af spillets forløb, svarede han nogenlunde tilsvarende i flow spørgeskemaet, hvor han til item 3<sup>1</sup> svarede '5', hvilket ville indikere at han følte at han forstod de forskellige hændelser når de forekom i spillet. Dog svarede han '3' til item 6<sup>2</sup>, hvorfor kan det siges, at han havde en umiddelbart god forståelse for hvad der foregik i spillet, men at han ikke altid var bevidst om hvordan han skulle handle på denne information.

### Bevægelse

I forhold til lokomotion i det virtuelle miljø lærte vi, at fysisk bevægelse i kombination med controller lokomotion virkede meget effektivt. Søren sagde at han efter den indledende test allerede havde mere eller mindre vænnet sig til bevægelse i det virtuelle miljø. Her sagde han at han benyttede en kombination af fysisk bevægelse og bevægelse med joysticket ved anvendelse af af sidstnævnte til at bevæge sig i nærheden af hans mål, hvorefter han brugte den førstnævnte til at finjustere hans position. I denne kontekst rapporterede han også, at det 'haptiske vagtsystem', som bestod af to yogamåtter tapet sammen, var virkelig godt til at tillade mere lokomotion i den fysiske verden. Han turde at bevæge sig mere, fordi han ikke behøvedes at være bange for at kolliderede med noget i den fysiske virkelighed. Da der blev spurgt ind til hans oplevelse af controlleren fortalte han, at han havde en følelse af, at de var en forlængelse af ham selv inde i spillet. Dette er en spændende respons, da vi i designfasen var bevidste om at adskillelse af den virkelige og virtuelle verden kunne bryde tilstedeværelsen i det virtuelle. Denne udtalelse står også i kontrast til Søren's besvarelse af item 15<sup>3</sup>. på 'The immersion Scale' fra Jennett et al. 2008, hvor han svarede '1', hvilket betyder at han hele tiden var bevidst om hans brug af controllerne. Dette indikerer at bevægelsen og interaktionen mellem controllerne og fysisk bevægelse ikke er helt naturlig, da han ellers ville være mere tilbøjelig til at glemme hvordan han bevægede sig i det virtuelle. Baseret på Søren's respons under interviewet virker det dog til, at lokomotion med fysisk bevægelse og controller virkede naturligt nok til at kunne bruge det til at bevæge sig i det virtuelle miljø uden at det bidrog negativt til hans immersion.

Noget lignende sagde Søren om at kaste med bomben. Han sagde her, at han oplevede det som forholdsvis naturligt at kaste bomben ved hjælp af at holde gribeknappen nede og slippe den i det rigtige moment i kastebevægelsen. Han sagde at han havde interageret med forskellige bolde før, hvorfor han kunne overføre sin erfaring med disse til kast i VR. Han sagde tilmed, at han følte at have en god forståelse for

---

<sup>1</sup>I had a grip on the events

<sup>2</sup>I knew exactly what I had to do, and I acted accordingly

<sup>3</sup>At any point did you find yourself become so involved that you were unaware you were even using controls?

hvordan bolden bouncede i det virtuelle miljø, da han kunne høre når den ramte forskellige overflader. Hans forforståelse af fysiske boldes måde at bounce på påvirkede også hvordan han forstod boldens bounce i spillet, men han forstod også at bolden i spillet var mere 'bouncy' end de fysiske bolde han havde prøvet. Dette indikerer en forståelse for både rummet og boldens bevægelsesmønster til en grad, hvor han forholdsvis nøjagtigt kunne placere bolden som han ønskede. Dette var i de fleste tilfælde midten af portalen, hvilken grundet dens størrelse besidder en vis fejlmargen. På trods af dette så vi dog også i observationer at hans kast var umiddelbart rettede mod midten af portalen, hvilket også er hvor 'north' stemmen kom fra. I modsætning til lokomotion, kunne han vurdere boldens egenskaber og anvende dem succesfuldt til at kaste den hen i den generelle omegn af hans mål, på trods af den manglende haptiske perception af bolden. Det kunne derfor være interessant at finde ud af, hvor nøjagtigt han kunne placere bolden, i forhold til at vurdere hvor svær dette aspekt af spillet kunne gøres for at udfordre ham i et niveau som er forudsættende for flow. Som mekanikken virker nu, er det dog ingen udfordring for Søren at hverken kaste eller ramme indenfor portalens rammer.

### Lyddesign

Som en anden positiv feedback, synes Søren at lydbilledet i spillet var rigtig godt. Med dette refererede han til spatialised lyd, som gav ham oplevelsen af at skabe en mere eller mindre nøjagtig forståelse og forestilling af spillets elementer. Dette baseres på at Søren meget nøjagtigt kunne vurdere boldens retning, og derfor kunne finde dens umiddelbare position. Desuden sagde han at den måde bolden bevægede sig rundt i rummet gav god mening for ham. For eksempel kunne han når han kastede den uden problem høre om bolden ramte gulvet inden den røg ind i portalen. Han brugte også knappen som udsendte en lyd fra portalen rigeligt. Han sagde at denne gjorde det muligt for ham altid at være orienteret om hans retning i det virtuelle rum, hvorfor han brugte den meget, også når han ikke havde bolden i hånden. Dette ville indikere, at det er behageligt for Søren at have et mere eller mindre konstant pejlemærke at kunne rette sig efter. Han sagde desuden om denne funktion, at han synes at selve lyden, altså kvindestemmen, var forstyrrende i den forstand at den ikke passede ind i spillets rum. Dette kan være et tilfælde af, at stemmen ikke stemmer overens med spillets tema, og derfor bryder med troværdigheden af det virtuelle miljø. Vi nåede derfor til konklusionen, at det kunne være spændende at afprøve at sætte en konstant lyd fra nord, for at give ham et konstant mulighed for orientering, og samtidig undgå lyden af stemmen. Dette gjorde vi under co-creation workshoppen af testen, hvilket vil blive beskrevet i den følgende sektion. Som nævnt tidligere, brugte Søren forskellige bevægelsesmetoder under spillet. Til lokalisering af bolden og portalen brugte Søren primært rotation af hovedet til at få et nuanceret lydbillede, som tillod ham at orientere sig. Han sagde at dette fungerede virkelig godt, og at det ledte ham til at føle kontrol over sin bevægelse i spillet.

Et element af lyddesignet som Søren dog ikke var tilhænger af, var forholdet mellem boldens afstand til spilleren og volumen på boldens lyd. Her sagde han, at der ikke var nok forskel på om bolden var tæt på ham eller langt væk fra ham, hvilket gjorde at han i mange tilfælde var i tvivl om boldens afstand fra ham. Han kunne sagtens definere retningen, men havde problemer med afstanden, hvilket også havde en konsekvens på hans succes i at samle bolden op. Han foreslog derfor at ændre boldens lyd, så den lød længere væk når den nærmede sig kanterne af banen, da han havde brug for større forskel i volumen for nøjagtigt at kunne vurdere distance. Dette var en spændende kommentar for os, da vi som nævnt tidligere i afsnit 5.2 havde planlagt at teste boldens 'roll-off', hvilken er formularen for boldens volumen baseret på afstand til spilleren. Vi vil forklare resultaterne af denne test herunder i den relevante sektion under co-creation workshoppen af testen. Vanskeligheden med at bedømme afstanden af bolden bidrog som nævnt til at bolden var sværere for Søren at samle op. Denne opsamling beskrev Søren som det største frustrerende element af oplevelsen, da han blandt andet sagde at han på et tidspunkt havde lyst til at give op, da det ikke virkede.

### Interaktion med bolden

Fejlbedømmelse af afstand er dog ikke den eneste faktor som påvirkede vanskeligheden ved opsamling. Her spillede andre faktorer ind, som for eksempel den tidligere nævnte udfordring med 'grib' knappen, da Søren ikke forstod at man ikke kunne holde den inde, men skulle trykke på den på det rette tidspunkt. Derudover havde Søren problemer med at pege det rigtige sted hen for at finde bolden. Selvom han sagde, at han havde en meget præcis forståelse af boldens lokation, havde han svært ved at pege på bolden sådan at han kunne samle den op. Han kommenterede, at det var svært for ham at bedømme hvor højt eller lavt han skulle pege, da han ikke kunne høre i hvilken højde bolden var. Dette gjorde sig også gældende når bolden lå på jorden, da spilleren skal pege i forskellige højder alt afhængig af afstanden til bolden. Er den ved deres fødder, skal de pege mere nedad, og er den længere væk, skal de pege mere opad. Dette, i kombination med at Søren ikke nøjagtigt kunne bedømme hans afstand til bolden, gjorde det svært at samle bolden op. Dette ledte til en del frustration hos Søren, da han oplevede det som urimeligt svært at samle bolden op selvom han godt vidste hvor den var. Observationer viste, at Søren var god til at finde retningen af bolden, men at det var mikrojusteringerne med pegepinden som gjorde det vanskeligt. Det var altså ikke fordi Søren troede at han kunne retningsbestemme bolden, det kunne han forholdsvis hurtigt og nøjagtigt. Men disse frustrationer var faktisk så strenge, at Søren i det efterfølgende interview sagde, at der var et moment hvor han kraftigt overvejede bare at give op med spillet. Dette er en indikation på at udfordringsniveauet har været for stort til at gøre oplevelsen balanceret, og at den i sin sværhedsgrad er blevet for stressende i forhold til at vedligeholde spilleren i en flow kanal. Vi ser også dette som tegn på at udfordringen han oplever i opsamling af bolden ikke er overensstemmende med hensigten med spillets design. Udfordringen var



tiltænkt at ligge mere i hurtig lokalisering af bolden, hvorfor det ikke var tiltænkt at opsamling skulle være det mest udfordrende aspekt af spillet. Dette blev også støttet af hans svar på Flow spørgeskemaet Magyaródi et al. 2013, hvor han regelmæssigt vurderede udfordringsniveauet til at ligge på '3' (item 5, 6 og 8<sup>4</sup>), i et par tilfælde '2' (item 1 og 9<sup>5</sup>), og en enkelt gang '4' (item 2<sup>6</sup>). Disse gennemsnitlige besvarelser indikerer for os, at sværhedsgraden ikke var fuldstændig umulig, men at der som Søren sagde i interviewet er plads til forbedringer. Vi havde også forventet at opsamling af bolden var en af de parametre vi blev nødt til at justere i samarbejde med Søren, hvor vi som nævnt i afsnit 5.3.1 har tænkt at afprøve forskellige størrelser af bolden for at justere sværhedsgraden på denne mekanik. Hvordan denne justering påvirkede balancen i spillets udfordring vil vi komme nærmere ind på i den pågældende sektion om co-creation workshoppen herunder. Søren påpegede dog også en positiv ting ved opsamlingen af bomben, hvilket var lyddesignet når den blev suget til hans hånd og han greb den. Her sagde han, at han slet ikke var i tvivl om hvorvidt det var lykkedes at opsamle bolden, og konsekvent vidste om han havde den i hånden eller ej. På trods af udfordringerne med opsamling, var der klar feedback omkring successen af handlingen, hvilket betød at han aldrig var i tvivl om han havde opsamlet bomben, men at han kun havde svært ved at finde den ved pegning.

### Oplevelsen af Immersion, Tilstedeværelse og Flow

Sørens overordnede respons på Hot Potato VR var overordnet positivt. Vi så som sagt frustrationselementer som brød Sørens nydelse af spillet i øjeblikke hvor han sad fast. Dette er selvfølgelig en markant fejl i designet, hvilken skal udrettes med henblik på at kunne forudsætte immersion i oplevelsen og den virtuelle verden.

Søren beskrev i interviewet efterfølgende den indledende test at det var 'Vildt at prøve'. Hertil beskrev han, at han så potentialet for VR til blinde i et omfang som han hidtil ikke havde gjort. Han fortalte hvordan han kunne forestille sig teknologien som en helt ny måde for ham at opleve det virtuelle, hvilket han var meget begejstret for. Disse udtalelser indikerer at Søren i mødet med Hot Potato VR har haft en ekstraordinær oplevelse, som overskred hans forventninger til teknologien som oplevelsesmedie for blinde. Dertil viser det potentialet for at designe XR oplevelser specifikt til blinde, da vi kunne se at han var mere begejstret for Hot Potato VR end han var for nogen af de applikationer han prøvede første gang vi var ude at undersøge eksisterende VR applikationer. Dette baseres på at vi spurgte ham om Hot Potato VR kunne sammenlignes med noget han havde prøvet før, eksempelvis applikationerne fra første test. Her sagde han, at han ikke havde oplevet noget lignende før, og at den tætteste

---

<sup>4</sup>I knew I was able to solve the task; This task was not too difficult; I felt that what I had to do matched my skills well

<sup>5</sup>I was able to keep up with the challenges; I could effortlessly perform well

<sup>6</sup>I felt I can meet the requirements of the situation

sammenligning han havde var til 'Wii Sports', et spil hvor man ligeledes bruge fysisk bevægelse til at interagere med spillet. Dette inkluderer dog hverken 3D lyd eller lokomotion [Nintendo 2015b, besøgt 13.05.23], hvorfor Søren mente at Hot Potato VR var en unik oplevelse for ham. Det skal dog også nævnes, at Søren i besvarelsen af 'The immersion scale' fra Jennett et al. 2008 svarede '2' til item 13<sup>7</sup>. Dette ville indikere, at Søren vurderede spillet mere som et handlingsforløb som ledte til et mål, snarere end en oplevelse. Her kan det selvfølgelig være tilfældet at Søren ikke har samme forståelse af begrebet 'oplevelse', eller at han forstod formuleringen 'experiencing' som passiv, og 'doing' som aktiv. Dog må vi tage højde for at Søren ikke nødvendigvis vil beskrive Hot Potato VR med en ligeså stor oplevelsesmæssig værdi som vores observationer og fortolkninger indikerer. Her tager vi selvfølgelig højde for at der kunne være et bias i at vi gerne vil se spillet som et oplevelsesdesign, hvorfor vi måske har lagt mere vægt på observation af det som støtter denne konklusion, og potentielt overset faktorer som modstrider den. En anden indikator for at Hot Potato VR har en oplevelsesmæssig værdi kan ses i immersion spørgeskema item 23<sup>8</sup>. Her svarede Søren '4', hvilket vi ser som en indikation for at han er tæt på fuldt emotionelt investeret i spillet, hvilket er et tegn på ekstraordinær oplevelse. Vi tror derfor samlet set på, at Søren havde en norm-brydende oplevelse som han ikke før har haft med Hot Potato VR, baseret på alle tidligere argumenter.

Noget som Søren vurderede positivt ved hans oplevelse var hans følelse af kontrol over spillet. Han sagde her, at han var overrasket over hvor meget kontrol han følte at han havde. Dette nævnte han også da vi spurgte hvad han havde lagt mest mærke til under den indledende test, hvorfor det for os lyder som om at Søren har haft en ligeså stor følelse af kontrol som vi så ham have under observation. Da vi optrådte som observatører, og ikke hjælpere i denne del af testen, så vi ligeledes at Søren var i stand til at spille spillet uafhængigt af input fra os, bortset fra et par opklarende spørgsmål omkring spillets mekanikker som vi ikke havde fået nævnt i forklaringen af spillet. Han kunne helt selv lokalisere bolden og kaste den til modstanderen, med undtagelse af de gange hvor han var udfordret af opsamlingen. Som nævnt var der også øjeblikke hvor Søren blev i tvivl om hvordan noget skete, men han var generelt bevidst om hvad der foregik i spillet. Vi ser at dette har bidraget til en følelse af kontrol i spillet, hvilket er en positiv indikation på oplevelsen af flow. Det skal dog også nævnes, at han til item 4<sup>9</sup> i flow spørgeskemaet svarede '2', hvilket ville indikere at Søren ikke følte særlig stor følelse af kontrol. Dertil svarede han lignende til immersion spørgeskema item 16<sup>10</sup>. Her svarede han '2', hvilket ligesom førnævnte indikerer at hans egne intentionalitet ikke styrede handlingsforløbet i spillet. Dette er interessant, da det står i konflikt til vores fortolkning af hans svar under interviewet

<sup>7</sup>To what extent did you feel that the game was something you were experiencing, rather than something you were just doing?

<sup>8</sup>To what extent were you interested in seeing how the game's events would progress?

<sup>9</sup>I felt I was in control over the situation

<sup>10</sup>To what extent did you feel as though you were moving through the game according to you own will?

og af observationerne. Der kunne her være en sammenhæng i at Søren som tidligere nævnt havde forholdvis store udfordringer med opsamling af bolden. Det kunne også tolkes som om, at Søren ikke har følt en mærkværdig fornemmelse af kontrol over situationen i spillet, men at den kontrol han havde var tilstrækkelig til at overraske ham, da han potentielt havde forventet ikke at opleve kontrol overhovedet. Det kan alternativt være at formuleringen af spørgsmålene har været sådan at han har tolket spørgeskema spørgsmålet som omhandlende spillets forløb (i forhold til hvorvidt han vandt eller tabte), og interviewspørgsmålene som hans overblik over spillets forløb. Vi vil derfor hverken sige at han oplevede ekstraordinær kontrol i oplevelsen, eller at han ingen kontrol oplevede, da vores resultater indikerer et mellempunkt.

Søren var også overvejende fokuseret på og investeret i spillet. Han sagde under interviewet at han følte sig meget fokuseret på opgaven, men at han også her fik brudt sin koncentration af frustrationerne med opsamling af bolden. Dette gjorde at han mistede sin koncentration på spillet, hvilket er en negativ indikation på oplevelsen af flow. Denne oplevelse af fokus på spillet kommer også til udtryk i flow spørgeskemaet, hvor han til både item 12<sup>11</sup> og 14<sup>12</sup>, svarede '3'. I kontrast svarede han til immersion spørgeskema item 1<sup>13</sup> og 2<sup>14</sup> henholdsvis '5' og '4'. Denne besvarelse ser vi som en konsekvens af forskellige formuleringer, hvor Søren under flow spørgeskemaet var i tvivl om betydningen af orden 'engrossed', hvilket bruges i både item 12 og 14. Baseret på disse besvarelser vurderer vi dog at spillet lykkedes i at holde hans opmærksomhed, men at han ikke var komplet fordybet og engageret i alle momenter af spillet, som for eksempel da han oplevede frustration ved opsamling af bolden. I forlængelse af dette lader det ikke til at Søren oplevede ekstraordinær tilstedeværelse i det virtuelle miljø. Han fortalte under interviewet at han ikke umiddelbart mistede fornemmelse af tidens forløb. Dertil så vi i resultaterne af flow spørgeskemaet på item 15<sup>15</sup>, 17<sup>16</sup> og 18<sup>17</sup>, at Søren havde svaret henholdsvis '2', '2' og '3'. På immersion spørgeskemaet svarede han også '2' på item 2<sup>18</sup>, som omhandler samme emne. Disse resultater ligger i en middel til lav ende, og indikerer derfor, at han i nogen grad har oplevet en forglemmelse af tid, men at denne ikke har været signifikant til at øge hans immersion eller flow. I forhold til følelsen af tilstedeværelse i det virtuelle miljø, sagde Søren under interviewet at han var meget bevidst omkring den virkelige verdens tilstedeværelse. Han vurderede at dette til dels var en konsekvens af det fysiske vagtsystem i form af måtten, hvilken han var nødt til at forholde sig til under spillet for at vide hvor hans fysiske grænse lå. Dette kan være en konsekvens af at presence breaker 5: 'Proprioceptive disconnect' ikke overholdes. Som vi diskuteret under udvikling af spilkonceptet i

<sup>11</sup>My attention was not engrossed at all by the activity

<sup>12</sup>The activity totally engrossed my attention

<sup>13</sup>To what extent did the game hold your attention?

<sup>14</sup>To what extent did you feel you were focused on the game?

<sup>15</sup>I forgot about the progress of time all along

<sup>16</sup>I forgot about the progress of time

<sup>17</sup>Time passed faster than I thought it did

<sup>18</sup>To what extent did you feel you were focused on the game?

afsnit 4, kunne en uoverenstemmelse mellem det fysiske og virtuelle miljø lede til et brud i følelsen af tilstedeværelse. Søren udsagn under interviewet bekræfter at dette har været tilfældet i denne situation. Det kan derfor overvejes om det ville være fordelagtigt at undersøge et alternativt vagtsystem, eller på anden måde tweake spillets lokomotion til at være mere stationær for at imødekomme denne presence breaker. Søren rapporterede dog på trods af at være bevidst om den fysiske verden, at han også følte sig delvist tilstedeværende i det virtuelle miljø. Han beskrev det som om at han havde en fornemmelse af at befinde sig et sted imellem de to verdener. Her ser vi klare paralleller til vores tidligere konceptualisering af forholdet mellem det virkelige og det virtuelle i kraft af multivers modellen. Det Søren beskriver her, kunne indikere at oplevelsen af Hot Potato VR befinder sig i spændet omkring augmented virtuality, hvor rummet for oplevelsen finder sted i det virtuelle, men at elementer af de værktøjer du bruger under oplevelsen er fysiske. Dette har ikke nødvendigvis en negativ konsekvens for immersionen, hvis disse fysiske elementer bidrager til den virtuelle verden. I dette tilfælde virker det dog til at den fysiske måtte trækker Søren ud af det virtuelle, hvilket ikke er hensigtsmæssigt for hans følelse af tilstedeværelse. Vi så også i flow spørgeskemaet item 20<sup>19</sup> og immersion spørgeskemaet item 6<sup>20</sup>, 8<sup>21</sup>, 9<sup>22</sup> og 12<sup>23</sup>, at han i de fleste tilfælde svarede at han var meget bevidst om den virkelige verden, og i nogle at han var delvist bevidst om den. Der er dog også en interessant besvarelse i immersion spørgeskema item 14<sup>24</sup>, hvortil han svarede '3', hvilket bekræfter at han på trods af hans bevidsthed om den virkelige verden havde en fornemmelse af også at være i den virtuelle. Vi ser hans besvarelser i forhold til dette under både spørgeskemaer og interview som indikation på, at han ikke oplever en fuldstændig tilstedeværelse i det virtuelle miljø, men at det eksisterer i nogen grad. Dette kan derfor siges at være moderat forudsættende for flow, men kunne forbedres for at skabe bedre forudsætning for oplevelsen af flow.

Slutteligt vil vi omtale Søren's motivation for at spille spillet. Søren virkede nemlig til at være meget motiveret for Hot Potato VR, hvilket vi så forskellige eksempler på. Som det første, svarede han '4' på immersion spørgeskema item 19<sup>25</sup>. Derudover virkede han til at have en indefrakommende interesse i Hot Potato VR, hvilket kan ses ud fra hans besvarelse af immersion spørgeskema item 24<sup>26</sup> og 25<sup>27</sup>. Her svarede han '5' til begge, hvilket indikerer en interesse i spillets konklusion. Derudover sagde han under interviewet, at han generelt synes det var sjovt at spille Hot Potato VR, og at han glædede sig til at prøve igen efter vi havde justeret elementerne under co-creation workshoppen af testen. Han havde her

---

<sup>19</sup>I forgot about my close environment

<sup>20</sup>To what extent did you feel consciously aware of being in the real world whilst playing?

<sup>21</sup>To what extent were you aware of yourself in your surroundings?

<sup>22</sup>To what extent did you notice events taking place around you?

<sup>23</sup>To what extent did you feel as though you were separated from your real-world environment?

<sup>24</sup>To what extent was your sense of being in the game environment stronger than your sense of being in the real world?

<sup>25</sup>To what extent did you feel motivated while playing?

<sup>26</sup>To what extent were you interested in seeing how the game's events would progress?

<sup>27</sup>How much did you want to "win" the game?

en forudantagelse om at han ville kunne vinde over modstanderen i spillet efter justeringerne, hvilket virkede til at være en stor motivationskilde for Søren<sup>28</sup>. Disse udsagn støttes også af Søren's svar på immersion spørgeskemaets item 29<sup>29</sup>, 30<sup>30</sup> og 31<sup>31</sup>, som han alle gav en '4'. Vi ser baseret på disse resultater, at Søren har en stor motivation og interesse for konceptet bag Hot Potato VR. Selvom han havde frustationsmomenter med denne indledende test, virkede han optimistisk for at nogle ændringer og eller alternative designvalg kunne resultere i et spil med stort potentiale for oplevelse hos blinde.

### 6.5.3 Resultater af co-creation workshop

Co-creation workshoppen bestod som beskrevet i afsnit 6.4 af undersøgelse af hvordan det er at navigere i det virtuelle miljø og boldens specifikationer.

#### Navigation i rummet

Ved denne undersøgelse skulle Søren ud fra instruktioner orientere sig i den retning han blev bedt om. Dette gjorde han ved at dreje sig fysisk samtidig med at han anvendte den venstre trigger knap til at afspille 'north' lyden. Dette løste han uden problemer. Da han efterfølgende blev bedt om at røre forskellige vægge med en bestemt orientering anvendte han ofte controllerne til rotering og bevægelse medmindre der var tale om mikronavigation. Foruden den nylige viden om orienteringen af den væg han lige havde rørt ved anvendte han også triggeren på venstre controller indimellem for vurdere, hvor han nu befandt sig. Endnu en gang formåede han at finde væggene hurtigt og nøjagtigt.

Derudover har han selv en følelse af at han kan orientere sig ud fra programmets feedback, men påpeger alligevel at han på et tidspunkt kommer til at stille sig i i den nordøstlige eller sydøstlige del af banen. Dog oplever han ikke dette som et særlig stort problem for ham, da han kan høre at det er sådan det fungerer. Han antager samtidig at det er noget der kunne forvirre andre spillere. En løsning på dette kunne være at programmere lyden til altid at komme fra nordlig retning, og derfor gøres uafhængig af et punkt på den nordlige væg. Denne version tester vi herunder. Dette forestiller Søren vil hjælpe til orienteringen som en tilføjelse til det nuværende koncept. Da der bliver spurgt ind til om han har andre måder hvorpå navigationen kunne foregå foreslog han at den venstre trigger fortsat giver portal lyden mens den højre trigger skal kunne give information omkring hvilken retning spiller vender. Dette ville potentielt kunne løse det problem han stod i tidligere, hvor han havde svært ved at vurdere sin orientering. På den måde er det ikke nødvendigt at væggene informerer om orienteringen, men i stedet er den samme lyd, der indikere at man er gået ind i en væg og man derfor ikke kan gå videre.

---

<sup>28</sup>En sidenote til dette er, at disse resultater indikerer at Søren er højt motiveret for konkurrencen i spillet, da han udviser stor lyst til at vinde spillet. Dette taler imod vores tidligere bekymring om at Søren ikke ville være interesseret i Hot Potato VR, grundet hans dispensation for 'killer' spil. Vi ser derfor at dette ikke er et problem for resultaterne, selv om vi stadig agter at have hans spillertypologi i mente i videre diskussion af spillet.

<sup>29</sup>How much would you say you enjoyed playing the game?

<sup>30</sup>When interrupted, were you disappointed that the game was over?

<sup>31</sup>Would you like to play the game again?

Da vi spørger ind til det medbragte underlag forklare han at det gjorde en kæmpe forskel at vide at dette var det fysiske spillerum, der var til rådighed. Så selvom han roterede rundt og blev lidt forvirret om hvor han var, var han stadig sikker i at kunne bevæge sig på måtten. Dog ville han i fremtiden anvende et headset, der ikke lukker så meget af for stadig at have en fornemmelse af sine fysiske omgivelser. Dette kunne indikere, at Søren faktisk ønsker at være bevidst om sine fysiske omgivelser i nogen grad, hvilket er interessant i kontekst af at ville skabe tilstedeværelse til blinde. Hvis ikke Søren er villig til fuldstændigt at glemme den virkelige verden, vil dette formentlig også påvirke hans oplevelse af tilstedeværelse i det virtuelle rum. Som vi observerede ved undersøgelsen af VR applikationer i afsnit 3.4.2, var Søren i nogle tilfælde utryk ved fysisk bevægelse, fordi han ikke var helt bevidst om hvor langt han kunne bevæge sig. Dette kunne derfor være en årsag til at han gerne vil bevare bevidsthed om det fysiske sted. Derudover tænker han at en måtte ville være gavnlig til alle der anvender VR for at give en indikation af det fysiske spilleområde. Han kom yderligere med et forslag om at implementere en knap, der kan berette om ens orientering i det fysiske rum samtidig med at en anden knap skal give information om ens orientering i det virtuelle rum. Dette forestiller han sig vil give en tryghedsfornemmelse i spil, hvor der er en del bevægelse. Han bruger joystick til at gå efter bolden fordi han ikke ved hvor langt han er fra væggen og det dermed ikke er til at vide om der er fysisk nok plads til at gå nok. Hvorimod han roterer sig fysisk når bolden skal kastes fordi der er nemmere, dette er fordi han føler sig sikrere i fysisk rotation end lokomotion. Hans anvendelse af både fysisk bevægelse og bevægelse ved brug af controllerne understreger han også ved at sige at det er rart at have friheden til selv at vælge, da der bliver spurgt ind til om det er til gavn. Dog påpeger han også at nogen måske vil blive forvirret af at have begge dele til rådighed, hvoraf alternativet er det eventuelt kan implementeres i menuen således at man kan selv kan vælge den bevægelsesform man foretrækker. Søren foreslår at det eventuelt kan slås til og fra ved at trykke ned på joysticket. Han påpeger dog at en ulempe ved at kunne bevæge sig på begge måder er at han nogle gange mistede fornemmelsen af hvor han var på måtten (det fysiske spilleområde), men samtidig var han også ligeglad. I tilfælde hvor han skulle gå meget og derfor ville komme uden for måtten, så brugte han controllerne i stedet. Her oplevede han det som en ret vildt at mærke grænsen fysisk, men at han så bare kunne fortsætte i det virtuelle miljø ved at bruge controlleren. Det kan også have en negativ effekt på følelsen af tilstedeværelse at det er muligt at rotere med joysticket hvilket vil være et argument for ikke at have det som en mulighed. På nuværende tidspunkt er rotationen implementeret således at den flytter sig i hak af 45 grader, hvilket er unaturligt i forhold til hvordan man ville bevæge sig i den fysiske verden. Det ses derfor som en fejlkilde for resultaterne at dette er inkluderet i prototypen under testningen af denne.

Da vi spørger ind til hans fornemmelse af at bevæge sig, på trods af at han blot gør det ved hjælp af controlleren, kommentere han at lydbilledet understøtter følelsen af at bevæge sig hen mod bolden og at der derudover er det en tydelig feedback hvis man går ind i væggen. Endvidere er han bevidst om at hvis han bevæger joysticket eller går fysisk så bevæger hans avatar sig i spillet. Søren har der-

for en oplevelse af at han har den information han har behov for at få forståelsen af bevægelse i det virtuelle rum, men synes samtidig at det kunne være rart med fodtrin. Dette kommer formentlig af at der i de fleste spil er denne information til rådighed, samt at han naturligt ville associere lyden af fodtrin til en person som går eller løber. Ved spil af computerspil på 2D skærm har han ikke feedback i form af spatialised lyd fra omgivelserne, derfor anvender han fodtrinnene som indikation af, at hans spilkarakter bevæger sig. Derudover kan fodtrin give brugbar information omkring underlaget og skift i bevægelsesform fra eksempelvis klatring til at gå på en hængebro. Der er dog nogle spil hvor fodtrinnene fortsætter på trods af en væg og i et sådan tilfælde mister han fuldstændig orienteringen. Ud fra Sørenns kommentarer og de observationer vi gjorde os er det valgt at bibeholde det implementerede navigationssystem til de øvrige tests. Men samtidig gav det inspiration til hvordan yderligere funktionaliteter, som for eksempel implementationen af fodtrin kan undersøges.

### Lokalisering af bolden

Ved test af de to forskellige lyde blev det hurtigt klart at den tikkende lyd fungerede bedre både i forhold til at supplere spillets tema og lokalisering af bolden. Derudover oplevede Søren bolden med lyd 2 'ElectronicSound' som forstyrrende under spillet. Han kommenterede dog også at han oplever at når han er langt væk fra bolden bliver lyden ikke lav nok, så det er svært at bedømme forskelle i afstand på baggrund af volumen. Dette skyldes den rolloff der er implementeret, hvilket også er en af parametrene vi ønskede at teste. Derudover oplever han at baggrundsmusikken er lidt for høj i forhold til at høre bolden, når den er langt væk.

Han spørger ind til om det er muligt at lave en begrænsning for hvor langt ned man kan pege controllerne. Dette efterspørger han fordi han nogle gange føler at han peger for langt ned. Dette udvikler sig til en lille brainstorm omkring hvorvidt gulvet skal hæves, bolden skal gøres vægtløs eller om bolden kan gøre større til det formål at være nemmere at samle op. Dette indikerer, at der er udfordringer med opsamling med ray cast, da han godt kan retningsbestemme, men ikke er sikker på hvor han skal pege vertikalt.

Til at starte med er bolden 40 cm i diameter, hvilket som nævnt forårsagede en del problemer med at fange den og skabte frustration. Derfor vælger vi at justere bolden, så den har en diameter på 100 cm. Dette bliver Søren informeret omkring og bliver givet et pejlemærke relativt til hans egen højde, for at give ham en fornemmelse af hvor høj den er nu. Det er også her at Søren bliver klar over at han ikke kan holde grip knappen nede og bevæge controlleren rundt for at samle bolden op. Af den grund var det også langt sværere for ham at fange bolden. Efter han fandt ud af dette blev han dog bedre til at samle bolden op. I forhold til boldens størrelse, var han da den var 40 cm i diameter i tvivl om,

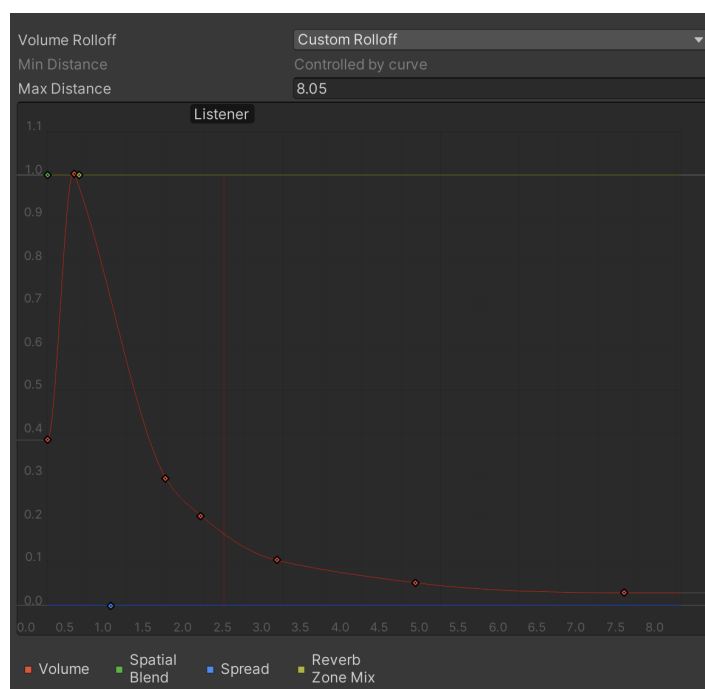
hvorvidt han kunne finde bolden eller ej. Ved 100 cm i diameter blev det observeret, at han havde særdeles let ved at fange bolden og efter afprøvning foreslår Søren at bolden bliver gjort mindre igen, hvortil det vælges at justere bolden til 70 cm i diameter. Derudover blev det observeret, at bolden kunne sidde fast i de kuberne, som er placeret over spille området, hvilket resulterede i at den til sidst i afprøvningen sad fast. Denne problematik vil dog ikke være relevant ved det endelige produkt, hvor der ikke vil være behov for disse kuber.

Derudover bliver Søren præsenteret for en anden måde at samle bolden op på som det dog ikke har været muligt at programmere i tide. Vi præsenterer den alligevel for at høre han tanker om ideen. Ideen er at bolden i stedet for at samles op ved raycast, kan samles op når den er inden for en defineret radius af hånden. Dette kræver at man er tæt på bolden, men til det svarer Søren at han egentlig allerede føler at han skal tæt på bolden for at samle den op. Han forestiller sig at det vil blive nemmere at fange bolden med denne metode, fordi han ikke har nogen fornemmelse af højden og den præcise afstand til bolden, han har kun retning sådan helt præcist at gå efter. Han oplever ikke at vibration virker på afstand til opsamling af bolden (ved ikke lige hvor vi vil have det). Derudover tænker han at det vil være mere realistisk, hvis man skal gå hen til bolden for at kunne samle den op i stedet for at kunne gøre det på afstand. Han oplever dog ikke dette som frustrerende at han bruger lidt længere tid på at samle bolden op idet han kan høre at modstanderen også bruger lang tid. Denne løsning kunne også potentielt være bedre egnet til blinde, da raycast i højere grad er afhængig af præcision på længere distancer, hvilket oftest bruges i relation til synet.

## Rolloff

Som nævnt tidligere bemærker han at den valgte volume rolloff ikke understøtter ham i hans navigation hen til bolden da han nogle gange har svært ved at afstandsbedømme bolden. Dette kan skyldes at boldens volume rolloff i prototypen er designet således at volumen aldrig falder til under 25% af lydkildens maksimale volumen, se afsnit 5.1.3.4. Det viste sig at dette designvalg ikke var fordelagtig i forhold til at kommunikere afstanden af bolden. Dette blev således justeret ved at korrigere således at volumen bliver lavere selv efter de 8 m. Volumen bliver derved mere naturlig idet den fortsætter med at aftage over afstand. Dette rolloff kan ses i figur 6.3. Det viste sig ved en efterfølgende test af dette gjorde det nemmere for ham at vurdere afstanden til bolden.



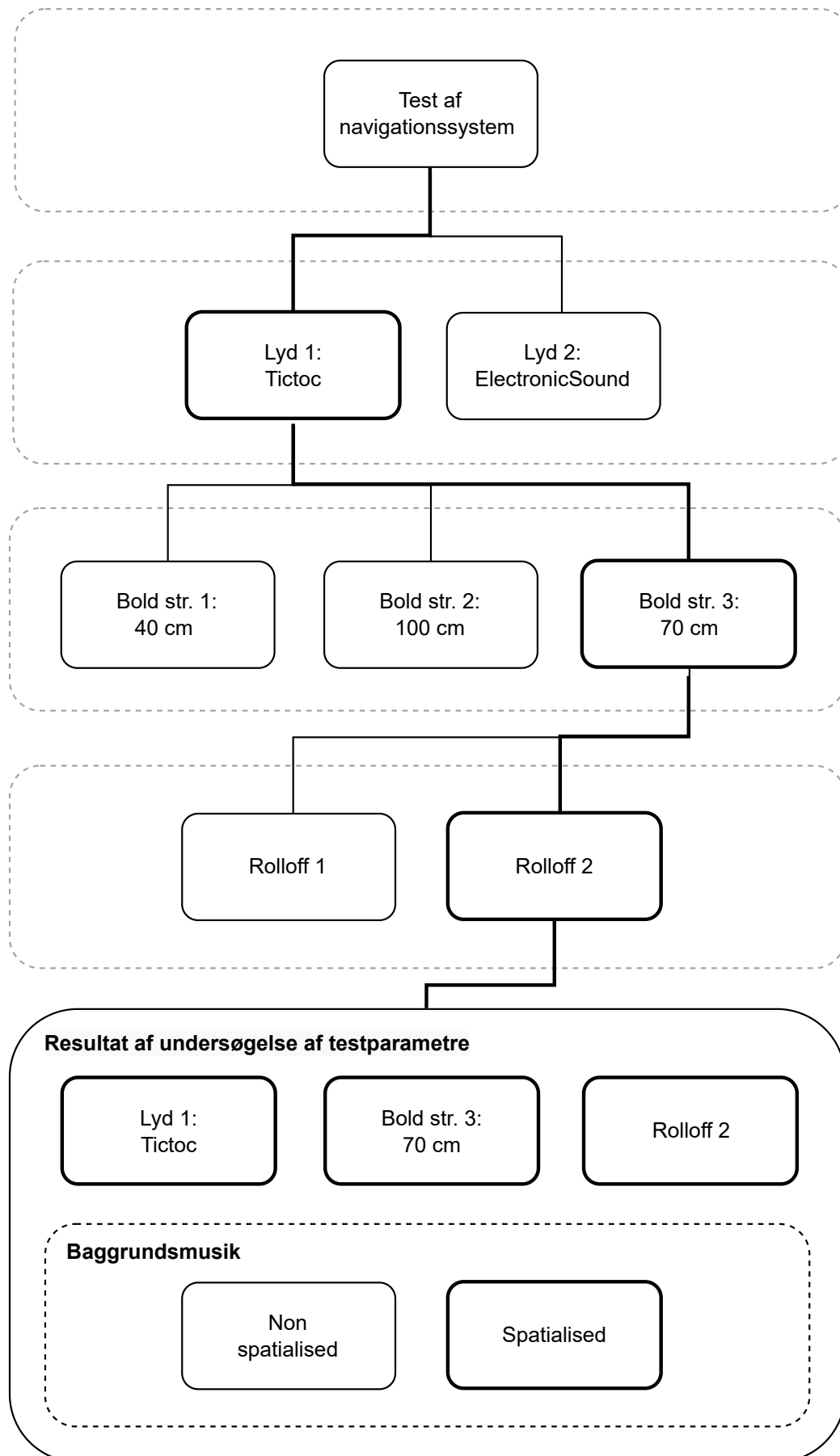


**Figur 6.3.** Kurve for boldens volume rolloff efter co-creation workshop. Skærbillede fra Unity.

Søren efterspurgt en konstant lyd fra portalen, hvorfor vi også valgte at afprøve denne. Ved en hurtig demo og brainstorm omkring dette og ved lytning af en susende lyd, bliver det klart at det formentlig vil være distraherende med musikken, boldens lyd og en portal lyd på samme tid. Derfor vælges det at musikken der på nuværende tidspunkt har været i baggrunden i stedet flyttes over til at komme ud fra portalen som også afspiller kvindestemmen 'north'. Derudover flyttes 'north' lydklippet en smule længere tilbage for at undersøge om det kan være med til at sænke forvirring i forhold til retning af protalen når han eksempelvis står i sydøstlig retning. Undersøgelsen viste at baggrundsmusikken fra nordlig retning understøttede han orientering, men også at tiltaget om at flytte lydklippet tilbage ikke gav den ønskede effekt. Dette vil derfor kræve yderligere undersøgelser for at finde ud af hvordan man bedst mulig kan implementere det således at han aldrig er i tvivl om hvor lyden kommer fra når der siges 'north'.

### 6.5.3.1 Opsummering af co-creation workshoppen

På figur 6.4 illustreres de forskellige testparametre der er undersøgt i workshoppen. Diagrammet illustrer ved den fede linje hvilke parametre der fungerede bedst og dermed bliver valgt til den videre undersøgelse. Det ender dermed ud med at de valgt parametre til systemet er Lyd 1 'Tictoc' med en bold størrelse på 70 cm og rolloff 2. Derudover undersøges der hvordan baggrundsmusikken bedst muligt understøtter retningsbestemmelse af portalen ved at undersøge non spatialised og spatialised baggrundsmusik. Dette resultere i en implementering af spatilised baggrundsmusik, hvilket er illustreret nederst i figuren i den stiplede boks 'Baggrundsmusik'. På den måde er de endelig parametre markeret med fed under den samlede boks 'Resultat af undersøgelse af testparametre'.



**Figur 6.4.** Figuren illustrerer forløbet af co-creation workshoppen og hvilket parametre, der gennem undersøgelsen er blevet valgt. Disse er markeret med fed i diagrammet.

Den endelig version af Hot Potato VR, med de foretagede ændringer under co-creation workshop kan findes som en .apk fil i ekstern bilag under mappen 'Hot Potato VR'.

#### 6.5.4 Resultater af afsluttende test

Efter justering af de forskellige parametre under co-creation workshoppen, fik vi igen Søren til at spille Hot Potato VR igennem. Dette gjorde han to gange, hvorefter vi gennemførte både immersion og flow spørgeskemaerne. Som afslutning interviewede vi ham omkring hans oplevelse med spillet efter justeringerne, og hvordan denne havde ændret sig siden han først spillede det i den indledende test. Det skal også nævnes, at ud over at der er blevet lavet ændringer til spillet siden den indledende test, har Søren også øvet sig på og fået en bedre forståelse for spillet, hvorfor dette også vil påvirke hans oplevelse i denne afsluttende test.

##### Kontrol

Efter den afsluttende test blev Søren bedt om at beskrive den følelse som dominerede hans oplevelse af Hot Potato VR efter ændringerne. Til dette svarede han, at den mest intense følelse han fik var en følelse af fuld kontrol. Her beskrev han, at han følte sig så øvet i spillet, og så vidende om dets systemer, at han følte at han var i fuld kontrol over hans egne handlinger i spillet. Hans svar på item 4<sup>32</sup> i flow spørgeskemaet reflekterede også dette, da han ved dette item gik fra at svare '2' i den indledende test til at svare '5' i den afsluttende test. Som eksempel sagde han, at fordi han nu akkurat kunne bedømme afstanden på bolden, at han vidste mere eller mindre præcist hvor langt han skulle bevæge sig og hvor han skulle sigte med kontrollerne for at samle bolden op. Han vidste dertil, at hvis han stillede sig i en bestemt afstand, at han så bedre kunne finde bomben med 'pegepinden'. Desuden gjorde den konstante lyd fra nord at han hele tiden vidste hvilken retning han havde i det virtuelle miljø. Derved sagde han at han hele tiden kendte sin orientering i det virtuelle, hvilket også bidrog til hans følelse af fuld kontrol. Til denne følelse sagde han tilmed, at han følte at have så godt styr på mekanikkerne og det virtuelle rum, at han kunne implementere strategier som for eksempel at bounce bomben på den østlige eller vestlige væg før den røg gennem portalen for at give den en skæv indgangsvinkel på modstanderens bane, som potentielt kunne gøre bomben sværere at finde. Hvis han faktisk kunne implementere disse strategier i spillet, åbner det op for nogle spændende muligheder i forhold til spillets kompleksitet. Hvis begge spillere netop anvender denne slags strategier, kommer spillet til at handle om mere end blot at være hurtig, men også at implementere strategier som gør modstanderen langsom. Denne nuance til spillet kunne øge lysten til gentagelse af spillet, da spilleren har mulighed for at blive bedre, samt at blive udfordret af modstandere med en tilsvarende evne i spillet.

---

<sup>32</sup>I felt I was in control over the situation

Det skal dog nævnes at spillet, selvom vi fik løst enkelt problemstillinger ved justeringer, stadig besidder visse elementer som ikke er optimale for denne kontrol. Som nævnt efter den indledende test ved han for eksempel ikke hvordan han klarer sig sammenlignet med sin modstander, hvilket ikke har ændret sig i denne afsluttende test. Der er derfor stadig problemer i designet som er forhindrende for indlevelsen i spillet, hvilket vi vil diskutere nærmere i diskussionen af resultaterne herunder.

### Motivation

Her præsenterer vi faktorer for motivation og flow i Hot Potato VR. Til at starte med vil vi komme ind på hvordan lyddesignet skabte en følelse af arousal omkring at skulle skynde sig at få bomben væk. Som nævnt under idegeneringen, var hensigten at spillet skal kunne balancere arousal niveauet sådan, at spillerens oplevelse af dette grænser til ubehag, men aldrig bliver det. I denne kontekst sagde Søren, at lyddesignet giver ham en følelse af både afslapning og spænding. Lydende er behagelige i starten af spillet, og når de er dæmpede hos modstanderen. Han oplever dem dog som mere og mere stressende som timer-musikken intensiverer, hvilket giver ham en følelse af pres til at finde bomben og kaste den tilbage hurtigere. Dette stemmer godt overens med vores hensigt i forhold til arousal niveauet igennem spillet, hvor det gradvist stiger indtil det til sidst når et højdepunkt, og derefter falder. Dette indikerer for os at lyddesignet i form af den tikkende bombe og den nedtællende musik bidrager til denne kurve. Vi støder dog ind i en udfordring ved ændringen af timer musikken fra non-spatialised- til spatialised audio. Vi gjorde dette med henblik på at give Søren et alternativ til 'north' knappen, som han brugte meget aktivt i den indledende test. Som nævnt vurderede han at denne ændring gav ham god mulighed for at orientere sig i det virtuelle rum, men det har desværre en konsekvens i, at volumen på timer-musikken nu er afhængig af spillerens afstand til den nordlige væg. Dette gør nemlig, som Søren selv sagde i interviewet, at spændingen falder, og at følelsen af pres på at skulle skynde sig også derfor bliver svækket. Det kan derfor siges, at vi ved implementering af retningsbaseret lyd med timer-musikken har givet Søren bedre forudsætning for at opleve tilstedeværelse i det virtuelle rum, men til gengæld har svækket en motiverende faktor for spillet. Til at løse dette kunne vi genindsætte timer-musikken som non-spatialised audio, og i stedet sætte en anden lyd fra nordvæggen, således at spilleren både får den spændingsinducerende lyd og en lyd til navigation. Vi ser dog en udfordring i at have så mange forskellige konstante lyde, og at de ville overbelaste spilleren, hvilket kunne resultere i forvirring. Vi så ved den afsluttende test for eksempel, at Søren havde sværere ved at finde bomben når den var tættere ved nordvæggen, da volumen for timer-musikken var højere her, og derfor forstyrrede hans lokalisering af bomben. Derfor ser vi at implementeringen af en tredje lyd til yderligere at interferere lydbilledet vil have en negativ indvirkning på spillerens evne til at interagere effektivt med spillet. Et alternativ kunne derfor være, at timer-musikken bevares som spatialised audio fra nord, men at denne lyd har en statisk rolloff, hvilket betyder at volumen vil være den samme uafhængig af afstand. Dette ville

selvfølgelig betyde at spilleren ikke kan bruge denne til at vurdere afstand til den nordlige væg, men det eliminerer problemerne med sænket arousal faktor og overstimulering af for mange forskellige lyde. Dette skulle dog testes i en videreudvikling af prototypen for at sikre at disse virker efter hensigten.

En anden faktor for Søren's niveau af arousal var hvor udfordret han blev af spillet. Dette binder direkte ind i princippet omkring optimal udfordring fra flow. Det vi så efter den indledende test var som nævnt at udfordringsniveauet var umiddelbart lidt for højt, hvilket kom som et resultat af interaktioner som ikke virkede efter hensigten samt Søren's manglende erfaring af spillets mekanikker. I denne del af testen virkede det derfor at spillets udfordringsniveau var passende til Søren hvis frustrationselementerne blev eliminerede. Vi så dog i denne afsluttende test, at Søren var blevet meget dygtigere til spillet, både grundet hans øvelse, men også de justeringer vi lavede til for eksempel opsamling af bolden. I flow spørgeskemaet item 8<sup>33</sup> og 9<sup>34</sup>, svarede han '5' i begge. I den tidligere besvarelse svarede han '3' og '2' til disse items, hvilket ville indikere at han er mere selvsikker i sine egne evner i forhold til hans præstation i spillet. Det samme gør sig gældende for item 21<sup>35</sup> og 22<sup>36</sup> i immersion spørgeskemaet, hvor han gik fra at svare '2' til begge til at svare '5' til begge. Dog er der nogle interessante besvarelser af flow spørgeskemaet item 10<sup>37</sup> og immersion spørgeskemaet item 20<sup>38</sup>. Her indikerer svarene på begge disse spørgsmål, at han vurderer spillet til at være mere udfordrende i den afsluttende test end den indledende. Dette er interessant, da det umiddelbart modsiger hans tidligere ytringer om at han føler sig mere selvsikker og at han har mere kontrol i spillet. Det kan dog også være, at han er blevet bevidst om at spillet har nogle nuancer som betyder at loftet for spillets sværhedsgrad kan udvides ved dygtigere modstandere eller potentielt mere komplekse baner. Dette kan vi nuancere med, at Søren sagde at han ikke i ligeså høj grad blev stresset af i den afsluttende test, sammenlignet med den indledende. Dette kom blandt andet af ændringen i timer-musikken som beskrevet tidligere, men han begrundede det også med, at fordi han havde bedre kendskab til spillet og dets mekanikker, var han selvsikker i at han kunne udføre de handlinger der var krævede af ham. Han supplerede dog dette med, at fordi han var bevidst om at hvis han tabte, var det hans egen skyld, og ikke noget udefrakommende, hvilket gav ham ro til at spille spillets. Disse udtalelser kunne godt være selvmodsigende, men vi tolker dem som om at Søren mener at stress faktorerne han oplevede i den indledende test var forårsaget af hans usikkerhed på spillet, men at han fordi han nu har et dybere kendskab til spillets mekanikker ikke bliver stresset af det ukendte. Derfor betyder disse udtalelser ikke nødvendigvis at han ikke oplevede spænding under spillet. Dette understøttes af at Søren under interviewet sagde, at spillet stadig pressede ham til at være hurtig, men at det ikke nødvendigvis stressede ham. Dette er umiddelbart positivt, da

---

<sup>33</sup>I felt that what I had to do matched my skills well

<sup>34</sup>I could effortlessly perform well

<sup>35</sup>To what extent did you feel like you were making progress towards the end of the game?

<sup>36</sup>22. How well do you think you performed in the game?

<sup>37</sup>My skills were in balance with the challenges of the activity

<sup>38</sup>To what extent did you find the game easy?

det indikerer at spillet er lykkedes i at øge Søren's arousal niveau, men ikke til et punkt hvor det blev ubehageligt som i den indledende test. Det kan dog også tolkes som om at spillet efter justeringerne er blevet for nemt, og at Søren nu ikke længere er tilstrækkeligt udfordret, og derfor keder sig. Dog kan det ses i flow spørgeskemaet item 13<sup>39</sup>. Her svarede han '1', hvilket ville indikere at udfordringen aldrig var lav nok til at kede ham. Desuden svarede han til item 19<sup>40</sup> i immersion spørgeskemaet, at han lå på en '5'. Derfor kan det siges at arousal niveauet ikke nødvendigvis har påvirket hans motivation negativt på trods af faktorerne diskuteret her. Vi vurderer derfor at udfordringsniveauet har været passende til Søren's nuværende evner, men at udfordringen og kompleksiteten ved to spillere som spiller mod hinanden er vigtig at teste, da dette kunne ændre balancen af spillets udfordring betydeligt.

### Bevægelse i det virtuelle

Efter tilvænning med spillet var Søren mere komfortabel i bevægelse i det virtuelle miljø. Dette foregik dog primært ved brug af kontrolleren frem for fysisk lokomotion. Ved den afsluttende test havde Søren som nævnt lært en optimal afstand til bolden for opsamling. Dette betød konsekvent, at han mere aktivt brugte lokomotion til at komme i den rigtige position, frem for at bruge raycasting til at fange bolden fra længere afstande. Dette betød, at Søren ikke i lige så høj grad brugte fysisk bevægelse, da han vidste at han alligevel ikke kunne nå derhen hvor han ville indenfor sine fysiske begrænsninger i form af måtten. Som vi kunne observere og som han fortalte os under interviewet, betød dette at han næsten udelukkende brugte kontrollerne til lokomotion i det virtuelle miljø. Derudover var denne metode mere sikker for ham end den fysiske bevægelse, da den ikke indebar nogen kropslig fare. Fordi han ikke behøver at være forsigtig bliver han også hurtigere, hvilket er målet for spillet. Alle disse faktorer betyder at spilleren har meget lidt motivation for at anvende fysisk frem for lokomotion med controller. Dette er et problem i kontekst af spillerens oplevelse af tilstedeværelse i det virtuelle miljø, da denne som nævnt blandt andet afhænger af en overensstemmelse mellem det fysiske og virtuelle. Controlleren er en måde hvorpå denne uoverensstemmelse kan forekomme, da det bliver muligt at bevæge sig virtuelt uden at gøre det fysisk. Brugen af denne skal derfor minimeres, hvorfor det også er et problem at denne foretrækkes af Søren til lokomotion. Til dette kan vi se, at Søren på trods af at anvende kontrolleren i højere grad under den afsluttende test, sagde i det efterfølgende interviewet at han næsten glemte den virkelige verden under spillet. Dette understøttes af hans besvarelse af item 20<sup>41</sup> i flow spørgeskemaet. Her svarede han '5', hvilket kontraster til at han under den indledende test svarede '1', hvilket indikerer at han i den afsluttende test følte sig markant mere tilstedeværende i det virtuelle miljø. Dette kan nuanceres af hans besvarelse af item 15<sup>42</sup>, 17<sup>43</sup> og 18<sup>44</sup> i flow spørgeskemaet

---

<sup>39</sup>It was boring for me

<sup>40</sup>To what extent did you feel motivated while playing?

<sup>41</sup>I forgot about my close environment

<sup>42</sup>I forgot about the progress of time all along

<sup>43</sup>I forgot about the progress of time

<sup>44</sup>Time passed faster than I thought it did

og item 5<sup>45</sup> i immersion spørgeskemaet. Her gik hans besvarelser fra henholdsvis '2', '2', '3', og '2' til '4', '4', '5' og '4'. Dette er en markant stigning i Sørenns egen vurdering af hans tidsfornemmelse, hvilket ville indikere at han under den afsluttende test også var markant mere immerseret i oplevelsen. Dette kan dog kontrasteres med besvarelsen af item 6<sup>46</sup> i immersion spørgeskemaet. Her svarede han nemlig '4', hvilket er en forbedring fra den indledende test, hvor han svarede '5'. Dog indikerer dette at han stadig er bevidst om hans tilstedeværelse i den virkelige verden, selvom det er i en mindre grad. På baggrund af dette tolker vi at Søren efter den afsluttende test har oplevet en større grad af immersion og flow i selve aktiviteten, hvilket også har påvirket hans følelse af tilstedeværelse i det virtuelle miljø. Det lader derfor også til at han på samme måde som i den indledende test oplever at befinde sig både i det virtuelle og fysiske miljø samtidig. Baseret på forudsætningerne for immersion, er det dog relevant at forsøge så vidt som muligt at eliminere fornemmelsen af den virkelige verden. Til dette ville den mest indlysende løsning her ville være at tilpasse størrelsen af banen til vagtsystemets størrelse, eller omvendt. Dette ville eliminere behovet for kontroller lokomotion, hvorfor den ville kunne fjernes fra spillet. Der er dog her en konsekvens i, at spilleren enten skal have et stort areal de kan spille på og en tilsvarende måtte, eller at banen skal skrumpes til for eksempel 2x2 meter som er mere realistisk i et hjem. Den førstnævnte har den konsekvens, at spilområdet er svært at flytte på, og er upraktisk at have i hjemmet grundet dets størrelse. Den sidstnævnte har udfordringen, at det formentlig vil blive for nemt at finde bomben, hvis den befinder sig indenfor et for småt område. Vi ser derfor ingen af disse løsninger som realistiske hvis vi skal bibeholde den intenderede oplevelse af Hot Potato VR. Et alternativ kunne være at lave en station i midten af banen som er grænsen for spilområdet, hvilket ville være lignende spil som 'Superhot VR' og 'Cookout' [Superhot Team 2019; Resolution Games 2020, besøgt 13.05.23]. Herfra kunne spilleren pege på bomben via ray casting for at opsamle den. Dette betyder dog at spillet bliver udelukkende afhængigt af retningsbestemmelse, og tilmed mister spilleren oplevelsen af at kunne gå rundt og høre bolden fra forskellige vinkler med henblik på at lokalisere den. Denne løsning ser vi derfor heller ikke som holdbar. En sidste løsning vi tænkte på var at forsøge at integrere en tematisk forklaring af controllerens funktion til lokomotion. Dette kunne eksempelvis være, at vi sagde at han i spillet stod på en flyvende platform som han skulle styre gennem controlleren, og at platformens grænser er tilsvarende måttens grænser. En flyvende platform har dog implikationen, at der ikke er noget gulv at stå på, hvorfor det ikke giver mening at bomben ligger på gulvet. Der kunne derfor være en dissonans grundet uoverensstemmelse mellem tema og mekanikker, hvilken også kunne bryde immersionen. Her kunne bolden selvfølgelig være svævende, hvorfor den ikke ville behøves noget gulv at ligge på. Dette kunne dog også være en årsag til forvirring i forhold til sammenhæng mellem tema og mekanik, da der også skulle findes en tematisk forklaring på dette. Vi står her i konflikt mellem den intenderede oplevelse af at kunne bevæge sig i det virtuelle miljø for

---

<sup>45</sup>To what extent did you lose track of time?

<sup>46</sup>To what extent did you feel consciously aware of being in the real world whilst playing?

at skabe en rummelig fornemmelse, men som potentielt bryder tilstedeværelsen i det virtuelle. Vi har på nuværende tidspunkt ikke nogen ideel løsning til denne problemstilling, men vi vurderer det som yderst relevant at undersøge i den videre udvikling af spillet.

### **Tilgængelighed**

I forhold til tilgængeligheden af Hot Potato VR, sagde Søren at det havde været yderst nødvendigt at have os til at forklare spillet for ham. Ikke bare den indledende forklaring af konceptet og de forskellige mekanikker, men også de mere subtile mekanikker som stadig påvirkede hvor godt Søren forstod spillet. Som vi så i den afsluttende test, var Søren i stand til at opleve fuld kontrol over spillet og dets elementer, hvilket gav ham en selvsikkerhed i hvad der foregik i spillet og hvordan han skulle handle på det. Dog krævede det at vi guidede ham igennem detaljerne af mekanik under co-creation workshoppen, før han fik denne forståelse for spillet. Vi ser det derfor, som vi også nævnte under analysen af resultaterne af den indledende test, at en omfattende tutorial er højt nødvendig for tilgængeligheden af Hot Potato VR. Der er mange faktorer som vi ikke kan kommunikere visuelt, hvilket stiller helt unikke krav til hvordan en sådan tutorial formidles. Dette er en spændende udfordring som unægteligt også ville skulle tackles i den videre udvikling af spillet, men vi er på nuværende ikke i stand til at identificere hvad en sådan tutorial skulle indhold eller hvordan den skulle struktureres for mest effektivt at kommunikere spillet til en ny blind spiller.

Da han først havde lært at spille spillet, kunne han helt selv spille det uden nogen input fra os. Dette sagde han også selv under det efterfølgende interview, at hvis menuerne og opsætning af VR var tilgængeligt, kunne han selvstændigt anvende alle funktionaliteter i Hot Potato VR. Vi kan derfor sige at have lykkedes i at skabe et VR oplevelsesdesign som er fuldt tilgængeligt for blinde individer. Dog kræver spillet som nævnt at det kan findes på headsettet og startes af blinde, hvilket på nuværende tidspunkt ikke er realistisk. Konceptet omkring en VR oplevelse til blinde kan dog bekræftes som værende mulig. Dette er dog adskilt fra hvorvidt designet så er lykkedes i at skabe immersion, tilstedeværelse og flow, hvilket vi diskuterer herunder.

### **Udviklingsmuligheder**

Som nævnt er det ikke alle elementer af den intenderede spiloplevelse vi har kunnet inkludere i prototypen for denne test. Derfor har vi som afslutning af interviewet stillet spørgsmål til hvordan Søren vurderer at implementeringen af visse elementer ville påvirke spiloplevelsen, nu da han har prøvet spillet med dets grundmekanikker.



Den første af disse er hvad han tænker om implementeringen af en modstander som var kontrolleret af en anden spiller. Til dette sagde Søren, at han mente at en multiplayer funktion kunne gøre oplevelsen 'ultimativt fantastisk'. Han beskriver det som havende potentiale for at være noget af det vildeste han nogensinde har oplevet, og at det ville være spændende at opleve samvær på den måde. Dette indikerer at Søren har et klart ønske om at realisere konceptet af et VR spil til blinde som også tillader multiplayer kontakt. Her var han både interesseret i at prøve at have med- og modspillere, da han så potentiale for inklusion af begge. I denne kontekst ville det være vigtigt for os at designe implementeringen af sociale elementer på en måde som tillader spillerne at interagere med hinanden. Spillets design forudsætter nemlig ikke umiddelbart interaktion mellem spillere, selvom det er et multiplayer spil. Dette kommer af, at spillerne egentlig befinder sig på hver sin bane, og at der egentlig ikke behøves at være anden interaktion end bomben som kastes frem og tilbage. For at instigere det sociale element, ser vi det dog som vigtigt at der implementeres mekanikker til dette. For eksempel kunne hver spiller have en række evner til at forstyrre den anden spiller når det ikke er deres egen tur. Dette kunne være ved at kunne tale til den anden spiller med henblik på at gøre det sværere at finde bomben. Det kunne også være en anden slags handicap, men det centrale ville her være at tillade spillerne at interagere på en måde som er meningsfuld for spillet, og også opfordre dem til at anvende denne interaktion. Dette kan gøres ved som i dette eksempel at gøre det til en fordel at interagere med modspilleren. Noget som man burde være opmærksom på ved implementeringen af dette er dog, at den anden spiller ikke bliver så irriterende at det skaber en negativ stemning mellem spillerne. Her ville vi designe det til i stedet at være tættere på sjov drilleri, som kun mildt påvirker modstanderen, men stadig giver en fordel til spilleren som opsøger interaktionen. Der skulle ligeledes designs et system for samarbejde hvis dette skulle realiseres i Hot Potato VR. Her skulle fokus så i stedet ligge på samarbejdet, hvor holdet i samspil skulle blive hurtigere til at kaste bomben tilbage. En løsning kunne her være, at der er to eller flere bomber i spil, og at man derfor kan fordele hvem der går efter hvilken bombe. Hvad vi ser som vigtigt her, er dog at samarbejde skal opfordres ved at implementere mekanikker som sikrer at de hold som arbejder godt sammen og kommunikerer godt bliver belønnede for dette.

En anden udviklingsmulighed som Søren forespurgt var implementeringen af et scoringssystem. Dette hænger løst sammen med det sociale aspekt af oplevelsen, da et sådant system ville have det formål at kunne sammenligne sig med andre spillere. Det kunne også tænkes at have en score optælling imellem runder, så man kunne holde overblik over hvor mange gange hver spiller har vundet. Dette bidrager også til den sociale interaktion mellem spillerne, da deres kommunikation umiddelbart vil bære præg af at der måske er en spiller der er foran, og derfor kunne udvise arrogance eller lignende. Disse score-systemer skulle derfor implementeres velovervejet for også at guide opførslen i den sociale interaktion, sådan at denne forbliver positiv for alle spillere.

Et sidste aspekt af spillet som vi spurgte ind til i forhold til udvikling var hvordan han så mulighederne for udvidelse af kompleksitetsniveauet. Her sagde Søren, at han sagtens kunne se det som en mulighed at inkorporerer mere kompleksitet i spillet. Som nævnt var Søren allerede i den afsluttende test begyndt at afprøve mere avancerede strategier, som at bounce bolden før den ryger gennem portalen for at gøre det vanskeligere for modspilleren at finde den. Dette indikere, at Søren altså efter blot en dags spilletid er komfortabel i og endda er interesseret i hvordan han kan optimere sit spil. Dette åbner op for en masse spændende muligheder i forhold til at implementere avancerede mekanikker som spillerne kan udnytte i deres tilgang til spillet. For eksempel ville den førnævnte mekanik med at kunne forstyrre modstanderen mens de har bomben være en af disse avancerede tiltag som skaber dybde i strategien bag spillet. En anden ide kunne være at give forskellige vægge forskellige egenskaber, som gør at de opfører sig på en bestemt måde. For eksempel kunne sydvæggen gøres ekstra bouncy, hvilket ville muliggøre nye strategier for spillerne. Eksempelvis kunne de hvis de stod tættere på sydvæggen end nordvæggen kasten den ind i sydvæggen fordi denne skaber hurtigere fremdrift af bolden grundet det ekstra bounce. Alternativt kunne man prøve at ramme modstanderens sydvæg på en skæv vinkel for at få bolden til at hoppe rundt på modstanderens bane så længe som muligt, for at besværliggøre lokaliseringen af bomben. Søren så her også muligheden for at implementere både interessant, dybe og udfordrende strategier som ikke blot ville gøre spillet tilgængeligt for spillere i mange niveauer. Dette kunne også øge repeterbarheden af spillet, og kontinuerligt bryde spillerens normer for hvordan spillet spilles, hvorfor det kunne blive ved med at forudsætte oplevelser selv ved gentagne spil.

### 6.5.5 Opsummering af indlende og afsluttende test

Nu da vi har præsenteret de individuelle resultater af prototype testen med Søren, vil vi opsummere disse for at skabe et overblik over hvilken viden vi har tilegnet.

Som vi har udforsket i resultaterne, har Søren varierende oplevelser af immersion, tilstedeværelse og flow. I forhold til immersion og dens komponenter, kan vi se at Søren efter den afsluttende test oplevede at han mistede fornemmelse for tiden i en middel til høj grad, hvilket var en ændring fra en vurdering af samme som middel til lav grad i den indledende test. Dertil så vi, at han oplevede en mellem til høj grad af tilstedeværelse i det virtuelle rum som resultat af lyddesinget og bevægelsen i rummet. Dog udviste han samtidig at han havde en middel til høj bevidsthed omkring hans tilstedeværelse på det fysiske sted. Der er derfor indikationer for at immersion og tilstedeværelse i det virtuelle rum er lykkedes, men også at der er faktorer som fastholder en del af Søren's bevidsthed i den fysiske verden. I forhold til Søren's oplevelse af flow tilstanden, kan vi sige at der også her var resultater som indikerede opnåelsen af denne, men også resultater som indikerede modsat. Her vil vi gennemgå hvordan Søren oplevede alle 8 elementer af flow med henblik på at kunne vurdere om han oplevede flow.

Først kunne vi se at der i den indledende test var udfordringer med klarheden af målet for spillet, samt manglende feedback. Dette kommer til udtryk i Søren's tvivl om hvordan han præsterede relativt til modstanderen og udfordringer med at vide hvordan og hvornår han kunne opsamle bolden. Dog blev udfordringerne med det sidstnævnte løst under co-creation workshoppen, hvorefter Søren vurderede at han fik tilstrækkelig og klar feedback til at vide hvordan han skulle interagere med spillet. Dernæst udviste Søren i den indledende test et højt niveau af koncentration, men med afbrydelser grundet førnævnte udfordringer med opsamling. Løsningen af disse under co-creation betød at han i den afsluttende test vurderede sin egen koncentration på spillet til at være høj.

I forhold til spillets udfordringsniveau, kunne vi se at Søren var udfordret i at opsamle bolden til en grad hvor oplevelsen blev ubehagelig, og han overvejede at afslutte den. Efter justeringer virkede udfordringsniveauet dog passende til Søren's evner, da han hverken vurderede den til at være for svær eller for kedelig. Følelsen af kontrol er umiddelbart det element af flow som vi fik bedst respons på. Her var Søren efter den indledende test imponeret over hvor meget kontrol han følte, hvilken kun steg efterhånden som spillet blev tilpasset og han fik en bedre forståelse for spillet.

Under den indledende test følte Søren sig ikke ubesværet i at spille spillet, igen på grund af opsamlingen af bomben, hvilket ledte til den modsatte følelse, nemlig at spillets forløb var besværligt. Efter justeringerne vurderede han dog sin spilgang til at være ubesværet.

Som nævnt tidligere, forudsatte Hot Potato VR efter justeringerne en anden oplevelse af tidens forløb, hvilket ud over at indikere immersion også er et tegn på flow.

I forhold til om der var en sammensmeltning af Søren's handlinger og bevidsthed, kan det siges at han baseret på flow spørgeskemaet i en hvis kapacitet glemte hans dagligdagsproblemer, hvilket indikerer at hans bevidsthed var fuldt fokuseret på de handlinger han foretog sig i spillet, og at han derfor var opslugt af spillet.

Slutteligt kunne vi se, at Søren var yderst motiveret for at spille spillet. Dette kan ses ved både hans besvarelse af spørgsmål i interviews og spørgeskemaer, men også på hans lyst til at genoptage spillet selv efter vi var færdige med de forskellige tests.

Samlet set ser vi stærke tegn på at Søren har befundet sig i et flow stadie under oplevelsen med Hot Potato VR. Dette er specielt gældende efter justeringer af diverse frustrations- og forstyrrelses-elementer i co-creation workshoppen. Vi vurderer derfor, at vi efter testen var nået frem til en version af prototypen som indikerede lovende resultater for at kunne skabe immersion og flow for blinde. Dog ser

vi også, at der er udfordringer ved Søren's bevidsthed om den virkelige verden, hvilket er et problem som burde løses med henblik på at skabe endnu bedre forudsætninger for oplevelsen af immersion, tilstedeværelse og flow.

I forhold til om Hot Potato VR er forudsættende for normbrud, og derved oplevelser, kan vi sige at den største oplevelse som Søren havde med spillet var at han følte sig fuldstændig i kontrol over spillet efter justeringer og tilvænning af spillets mekanikker. Dette indikerer at normbrudene som skete på baggrund af spillet primært var funderede i overraskelsen over at et VR spil til blinde kunne lade sig gøre. Ligesom i testen af eksisterende VR applikation i afsnit 3.4.2, lader det til at Søren's entusiasme omkring spillet primært omhandler potentialet for teknologien, og ikke i så høj grad spillet selv. Vi vil dog her argumentere for, at Hot Potato VR eksistere som et eksempel og bevis på mulighederne, og at designet ikke er opstået udelukkende ud fra en teknologi, men også en dybdegående forståelse af målgruppens evner og lyster. Derfor konkluderer vi at Hot Potato VR har været medvirkende i at skabe normbrud hos Søren, og at oplevelsen i konteksten af dette normbrud har fået en positiv affektiv vurdering, som set i den positive attitude han har vist for de fleste aspekter af spillet under prototype testen.

## 6.6 Diskussion af resultater fra undersøgelsen af Hot Potato VR

Følgende sektion vil indeholde en diskussion af de præsenterede resultater samt de omkringliggende faktorer der har stået til grund for indsamlingen af resultaterne.

### Oversættelse af spørgeskema

Det er som nævnt tidligere valgt at præsentere spørgeskemaerne mundtligt for Søren på engelsk som det oprindelige sprog for spørgeskemaerne. Som beskrevet i afsnit 6.1 blev det vurderet at det ikke ville være noget problem at bibeholde original sproget. Gennem besvarelsen blev vi dog opmærksom på at dette ikke gjorde sig gældende i en sådan grad som vi forventede, da han var i tvivl om hvad der menes med 'I had a grip on the event' fra spørgsmål 3, ordet 'engrossed' i items 12 og 14 og 'fused' i item 19 i flow spørgeskemaet, hvortil det blev besluttet at forklare ham, hvordan vi forstår begreberne. Det er dog en ulempe, da det så kommer til at være en fortolkning fra vores side af begreberne. Misforståelserne af ordene kommer også til udtryk ved modstridende besvarelser på item 12 og 14 i flow spørgeskemaet sammenlignet med item 1 og 2 i immersion spørgeskemaet omhandlende opmærksomhed og fokus som også er nævnt tidligere i resultaterne. Derudover er han i tvivl om hvad der i item 8 og 9 menes med henholdsvis 'surroundings' og 'around you' i immersion spørgeskemaet. I dette tilfælde var det uklart for ham om det var omgivelserne i det virkelige eller virtuelle miljø. Disse misforståelser vil have haft indflydelse på hans besvarelse af spørgeskemaerne og derfor er dette taget

i betragtning ved analyse af resultaterne.

### **Overensstemmelse mellem spillet og Søren's oplevelse af spillet**

Under testen blev det tydeligt at Søren havde en god fornemmelse af rummet og hvordan navigationen fungerede inden i programmet. Dette kom til udtryk ved observationer og Søren's egne beretninger. Dog var der nogle uoverensstemmelser ved interaktion med bolden, hvor han havde en opfattelse af at bolden blev ved med at bounce som gjorde at han havde en følelse af at bolden var oppe i luften. Ved undersøgelsen blev det klart at Søren kendte til interaktion med bolde og hvordan de opfører sig. Det er dog usikkert hvordan Søren's forståelse af bolde er i forhold til det vi hver i sær forstå ved en bold. Dette er nemlig individuelt og indlært i os som individ som vores mentale model for hvordan en bold reagerer ved et kast. Derfor kunne det have været interessant at undersøge Søren's mentale model nærmere, for at få en forståelse for hans forforståelse for en bolds opførsel, da dette vil kunne forklare hvorfor han har en fornemmelse af at bolden bliver ved med at bounce. Derudover kan det også være en manglende forståelse for rummet han befinder sig i, da boldens forløb vil være et resultat af det rum man befinder sig i. Af den grund kunne det være interessant at undersøge hvordan det er muligt at skabe en fornemmelse af at være i et 10x10 m rum, hvor boldens fysiske minder om den fra den fysiske verden. Det er valgt at forløbet et boldens skal være i overensstemmelse med den fysiske verden for at kunne relatere det til en eventuel forforståelse for hvordan bolde opfører sig.

### **Stringens af testprocedure**

Undersøgelsen af de udvalgte testparametre er udført som en workshop, hvor de blev testet enkeltvis og justeret i takt med workshoppens. Dette har medført at ikke alle mulige kombinationer er testet og dermed heller ikke undersøgt hvilken indflydelse de forskellige justeringer ville have på de forskellige testparametre. Gennem testen er det dog alligevel valgt at fokusere på hvordan den pågældende parametre har indflydelse på den opgave den supporterer mest mulig for at isolere parametren fra de øvrige i det omfang det har været muligt. Men det er ikke muligt at adskille parametrene helt fra hinanden, da de har indflydelse på hinanden. For at finde den mest optimale justering af testparametrene i sammenspil vil det være nødvendigt at udarbejde en mere stringent testprocedure, hvor det sikres at alle justeringerne testes op mod hinanden for at undersøge hvordan den bedste kombination vil være. På den anden side vil eksempelvis boldstørrelse også være en parametre der vil være mulig at kunne justere inde i programmet for at kunne justere sværhedsgraden af spillet. På nuværende tidspunkt har et af formålene med testen været at undersøge om det var muligt at interagere med de implementerede funktionaliteter og hvordan de i et sammenspil kan være med til at støtte brugeren i at spille spillet, hvilket testen har været med til at bekræfte.

### **Årsag til succes i den afsluttende test**

Ved den afsluttende test blev det tydeligt ud fra gennemspilning og den efterfølgende evaluering ud fra spørgeskemaerne og interview at han har forbedret sig i spillet og har fået bedre kontrol over det. Denne forbedring kan skyldes det udvidet kendskab til programmet samtidig med at det kan være et resultat af de foretagne justeringer. Hvad årsagen er kan være en essentiel parameter at have kendskab til ved udviklingen af den endelige version af spillet, da dette vil have indflydelse på brugeren. Det kan nemlig ikke forventes at en bruger er villig til at bruge uanede mængder af tid på at tilegne sig viden indenfor programmet før dette kan spilles. Dette kunne i fremtiden undersøges ved at præsentere spillet for nogle nye brugere og undersøge hvor lang tid det tager dem at tilegne sig tilstrækkelig viden til at nå en grad af selvsikkerhed, der gør at de føler de har kontrol over spillet, som Søren føler ved den afsluttende test. På trods af at det ikke er muligt at sige hvad årsagen til forbedringen var, vurderer vi at justeringerne under co-creation workshopen i hvert fald ikke har påvirket oplevelsen negativt, hvorfor vi betragter disse som havende en positiv indvirkning på spillet.

### **Sørens Bias**

Vi finder det i forhold til resultaterne også relevant at diskutere muligheden for et bias fra Sørens side i de besvarelser han har afgivet til både spørgeskema- og interviewspørgsmål. Vi har nemlig efter de tests vi har lavet med Søren fået et forståelse af ham som et meget entusiastisk og positivt menneske. Det kan derfor være, at Søren har overvurderet Hot Potato VR relativt til den oplevelse den ville give en mindre entusiastisk spiller. Dertil kan der være et bias i, at vi var til stede under hele afprøvningen af spillet, og at Søren måske derfor har haft sværere ved at give negativ feedback. Til sidst kan det også være, at fordi hele konteksten for spillet er, at vi har designet det baseret på tests og samarbejde med Søren, at han selv er investeret i dets succes, hvorfor han potentielt overvurderer oplevelsen på grund af hans personlige involvering i den. Dette er ikke nødvendigvis indikativt af at resultaterne af testen ikke er gyldige, men blot at vi skal behandle dem med den mulighed, at Søren i nogen omfang kan have vurderet oplevelsen bedre end andre i målgruppen ville.

Fokus igennem projektet har været at udarbejde en immersiv oplevelse i VR til blinde. Dette har krævet at vi har forstået hvordan blindes behov og ønsker, hvilke eksisterende spil og andre underholdningsformer de anvende og hvordan VR er brugt i sammenhæng med blinde. Dette resulterede i en grundig undersøgelse af dette, hvilket resulterede i en udarbejdelse af Hot Potato VR. Gennem kapitlet vil forskningsmæssige overvejelser, fordele og ulemper ved metodevalg og projektets potentiale blive beskrevet.

## 7.1 Valg af informanter

Gennem projektet er det valgt at anvende Søren Jensen til at teste VR applikationer, idegenere og justere parametre i programmet Hot Potato VR. Som beskrevet ned gennem rapporten er det valgt at inkludere Søren igennem de forskellige processer, fordi han har en unik viden omkring emnet, da han selv er blind og derfor både har erfaringer personligt og fra sit arbejde som konsulent for blinde. Resultaterne fra testen af prototypen på Søren vil derfor også være påvirket af det tætte samarbejde med Søren. Ved at medbringe en prototype der endnu ikke er færdig giver det dog også anledning til at han vil få en oplevelse af at der er plads til at komme med ideer og input samtidig med at han er investeret i det grundet sin store indflydelse.

Derudover har det været en ulempe kun at have Sørens perspektiv på Hot Potato VR foruden projektgruppens egen. Der er derfor heller ikke noget at holde Sørens resultater op i mod for at kunne sammenligne forskellige synsvinkler. Det er vigtigt at have i mente at alle individer er forskellige og at Sørens holdning dermed ikke kan betragtes som en der gør sig gældende for alle blinde. Spillet er udviklet i tæt samarbejde med Søren og dermed udarbejdet til at efterkomme hans ønsker og drømme til et VR spil, hvilket også vil have indflydelse på hans holdninger til spillet. Derfor kunne det have været interessant at have teste prototypen på andre blinde og høre deres input til spillet. Det er dog forsøgt at imødekomme denne skævvridning ved at undersøge hvilken spillertype han er for at kunne holde dette op med resultaterne, da det vil have indflydelse på hans perspektiver på spillet. Ideelt havde været at flere personer at teste med og undersøge de forskellige funktionaliteter. Det kunne have været interessant at undersøge på en blind person der ikke har nær så meget kendskab til gaming og forskellige spil som Søren. Da Søren er lidt af en super bruger. Derfor kan han også demonstrere en brugergruppe der kun er ganske få af og da det er målet med spillet at det kan spilles af en bred

vifte af brugere er det derfor også vigtigt at det testes på dem under udviklingen. Men på nuværende tidspunkt er det dog vurderet at Søren er kommet med værdifulde indsigter til udviklingen af Hot Potato VR.

## 7.2 Projektforløb og udformning

Den første del af projektet blev brugt på at undersøge blinde og svagsynede (BOS) samt mere eller mindre relevante emner. Intentionen var at sikre et godt fundament af forståelse for målgruppen, problemstillingen og potentielle mulighedsområder. Dette skulle bidrage til at inspirere og træffe informerede beslutninger gennem resten af projektet. Tiden brugt på at undersøge problemområdet og brugergruppen medførte at der i udviklingsfasen af prototypen var begrænset tid til at implementere og teste alle de ønskede funktioner. Eksempelvis blev Unitys 'Audio Spatializer SDK' anvendt fordi den kommer som standard valgmulighed i Unity. Havde arbejdstiden været prioriteret anderledes kunne andre, mere avancerede spatialisere, muligvis være blevet anvendt. Dette leder tankerne over på hvordan projektet kunne have udformet sig, havde man tidligere i projektet givet afkald på nogle af de indledende undersøgelser og i stedet brugt mere tid på løbende udvikling og test af prototyper. En mere eksperimentel tilgang havde muligvis resulteret i et bedre lyddesign eller bedre interaktioner med objekter. På den anden side af sagen, skal det ikke overses at kernekonceptet af Hot Potato VR, udsprang af den viden der blev indsamlet i de indledende faser af projektet. Det var under besøg på Bredegård Blindecener at vi blev opmærksomme på betydningen af autonomi, socialisering og bevægelse for BOS.

## 7.3 Hot Potato VR's potentiale for forvandling af subjektet

Vi har i løbet af projektets forløb som nævnt været interesseret i at undersøge potentialet for at designe en immersiv oplevelse til blinde, da vi havde en forventning om at denne målgruppe, fordi de ikke kunne anvende synssansen, havde andre forudsætninger for at opleve illusionen af at befinde sig i et virtuelt rum. Vi ser dog, at vi i projektets udvikling har forholdt os relativt åbne i forhold til formålet for denne immersive oplevelse. Vi har ikke på noget tidspunkt identificeret en konkret problemstilling som skulle kunne løses af et immersivt oplevelsesdesign, men snarere udforsket hvorvidt det var muligt at skabe den immersive oplevelse, og dernæste hvilke problemstillinger et sådant design kunne løse. Vi har hele tiden haft et fokus på inklusion og demokratisering af teknologien, da vi ser det som et problem at en hel befolkningsgruppe udelukkes fra XR grundet deres sansegrundlag. Derfor kan vi sige, at der har været et formål i at sikre tilgængelighed af immersive oplevelser til blinde. Her kunne vi også i vores indledende undersøgelser se en interesse fra blinde for at deltage i den teknologiske udvikling, ud fra hvilket vi formodede at en motivation for tilgængelighed skabte et solidt nok grundlag for undersøgelsen af designet af et immersivt oplevelses design. Dette er dog stadig en meget bred pro-



blemstilling, hvor den konkrete hensigt er svær af udlede. Dette har resulteret i at vi efter udviklingen af prototypen har påvist at en VR oplevelse til blinde er mulig og effektiv til at skabe immersion og flow, og til en hvis grad tilstedeværelse. Vi har dog ikke påvist hvorvidt denne type oplevelse har et potentiale for at løse en af de mange problemstillinger som vi identificerede under vores indledende analyse af målgruppen. Derfor kan det siges, at vi har testet konceptet for en teknologi af interessen for om det kan lade sig gøre, hvorefter vi skal forsøge at finde anvendelsesmuligheder for teknologien.

Derfor vil vi her anvende diskussionen til at udforske hvordan den viden vi har tilegnet som resultat af dette projekt kan anvendes til at løse målgruppens problemstillinger. Vi vil også gerne sikre at de problemstillinger vi belyser er et faktisk problem baseret på vores fund i projektet, og derfor ikke er en arbitrær forestilling om et problem designet kunne løse. Som eksempel er en indlysende anvendelse af Hot Potato VR underholdning, hvor det blot giver blinde en ny mulighed for at deltage i spil og sjov. Dette er i sig selv ikke nogen dårlig anvendelse, men som vi så på Bredegaard er mængden af underholdning som de har til rådighed ikke et problem. De keder sig ikke, og har derfor ikke nødvendigvis et behov for en ny underholdningsmulighed. Anvendelsen af Hot Potato til dette løser derfor ikke nogen konkret problemstilling.

Til diskussion af designets potentiale for anvendelse indenfor de forskellige problemstillinger, baserer vi os primært på en af styrkerne ved oplevelsesdesign, nemlig at de som nævnt har potentiale for at skabe forandring, forundring og forvandling hos den oplevende. Vi ser at dette har flere anvendelsesmuligheder i forskellige af målgruppens problemstillinger, hvilket vi vil diskutere nærmere herunder.

Som nævnt har vi siden tidligt i projektet haft et ønske om at påvise at øget tilgængelighed af immersive oplevelsesteknologier ikke blot er mulige, men også effektive til at skabe immersion, tilstedeværelse og flow hos blinde. Dette har som nævnt den fordel, at blinde kan deltage i den teknologiske udvikling, og derfor ikke bliver efterladt i denne. Som vi har set ved eksempler som Søren Jensen og Brandon Cole, er nogle blinde ærgerlige over at de hører om denne nye teknologi, men at den ikke er tilgængelig til at de kan anvende og forstå den. Vi ser derfor at inklusion i den teknologiske udvikling af immersive oplevelsesteknologier som VR er gavnlig til at skabe en følelse af deltagelse i den teknologiske udvikling, hvor blinde på lige fod med seende kan diskutere effekten af og potentialet for fremtidig udvikling af disse teknologier. Dette kunne også bidrage til at mindske blindes følelse af udelukkelse på basis af deres handicap, hvilket vi også så var et problem i vores undersøgelse af blinde og svagsynedes erfaring. Som vi så med testen af Hot Potato VR hos Søren, var han meget positivt overrasket over at han faktisk kunne deltage i en VR oplevelse på trods af hans synshandicap. Han sagde hertil, at dette åbnede op for en hel anden forståelse af teknologien, og et håb om at teknologien faktisk kunne gøres fuldt tilgængeligt for blinde. Her har oplevelsen altså skabt en forundring og potentielt en for-

vandling hos Søren, da den har ændret hans konception af hvad der er teknologisk muligt. I kraft af at dette give Søren et håb for inklusionen af mennesker som ham selv, indikerer for os at der er meget værdi at hente i forhold til at videregive denne følelse af inklusion af en ellers nedprioriteret målgruppe.

En anden identificeret problemstilling, som vi ser stort potentiale for anvendelse af Hot Potato VR i sammenhæng med, er blindes følelse af autonomi og kontrol. Som set i problemanalysen er det et problem for mange blinde, at de er afhængige af seende for at få deres hverdag til at fungere. Dette resulterer i en følelse af nedsat autonomi over eget liv, hvorfor mange blinde opsøger hjælpemidler som tillader dem at agere selvstændigt. Hot Potato VR er som nævnt ikke tænkt som et hjælpemiddel, men vi ser alligevel her et potentiale for at bidrage til en løsning af problemet. Som vi så i resultaterne af vores prototype test, oplevede Søren en ekstraordinær følelse af kontrol i det virtuelle miljø. Han beskrev endda denne følelse som værende central for hans oplevelse med spillet, hvilket indikerer en tro på sine egne evner i konteksten af Hot Potato VR. Dette indikerer at Søren faktisk har oplevet en forvandling som resultat af oplevelsen, da den har ændret hans selvidentitet gennem hans opfattelse af egne evner. Vi tror her på, at fordi spillet er tilpasset blinde spillere, og tager udgangspunkt i deres unikke evner, at det skaber en unik oplevelse af autonomi for blinde, som mange af dem ellers savner. Vi poserer derfor, at selvom Hot Potato VR ikke kan kaldes et hjælpemiddel, har det stadig potentiale for at bidrage med en øget følelse af autonomi i hverdagen gennem en bevidsthed om og selvsikkerhed i egne evner, fordi deres styrker fremhæves samtidig med at deres svagheder elimineres.

En tredje problemstilling vi ser eminent potentiale indenfor i forhold til anvendelse af Hot Potato VR, er blindes behov for socialt samvær. Som nævnt har blinde et ligeså stort hvis ikke større behov for social interaktion, hvilket vi også så på Blindecenter Bredegaard samt diverse artikler. Her tilbyder Hot Potato VR en helt unik fornemmelse af samvær i en virtuel verden, hvor de potentielt kunne mødes på tværs af lange afstande, og stadig opleve rummelig tilstedeværelse. Her så vi blandt andet i vores test af Bait! med Søren, at han var utrolig begejstret for multiplayer voicechat, hvor stemmen fra den anden spiller var retningsbaseret. Han sagde at dette gav ham en helt unik følelse af samvær, som han ikke fik ved for eksempel online telefonopkald. Vi ser derfor, at vi ved faktisk implementering af sociale funktioner i Hot Potato VR kunne skabe en arena for social interaktion for blinde, som potentielt kunne anvendes til at muliggøre at blinde kan opsøge social interaktion på en helt ny måde.

## 7.4 Immersion, tilstedeværelse og flow

Efterfølgende testen af prototypen for Hot Potato VR, fik vi god indsigt i oplevelsens potentiale for at skabe immersion, tilstedeværelse og flow. Dette vil vi her trække ud i et bredere perspektiv for at diskutere hvordan blinde oplever disse, og om oplevelsen kan sammenlignes med den måde seende oplever det.

Som vi vidste allerede inden påbegyndelse af dette projekt, har XR oplevelser en unik evne til at snyde hjernen til at tro at man befinder sig et andet sted end man faktisk gør. Ud fra de forskellige resultater kan vi sige, at det er svært at kommunikere den virtuelle verden til blinde. På samme måde som når de sanser den fysiske verden, gør deres synshandicap at der er huller i deres erkendelsesgrundlag, hvor sanserne ikke når. Det samme gør sig gældende i virtuelle rum, hvorfor der som vi så i de forskellige forsøg, ikke var en ligeså kraftig følelse af tilstedeværelse i det virtuelle rum, hvis ikke det blev effektivt kommunikeret. For eksempel oplevede Søren ingen frygt ved vores undersøgelse af Richie's Plank Experience, og beskrev at han havde svært ved at forestille sig det omkringliggende virtuelle miljø. Det samme gjorde sig gældende i testen af Hot Potato VR prototypen, hvor han selv om han her i højere grad forstod og derfor havde en følelse af tilstedeværelse i det virtuelle rum, også havde en tilsvarende følelse af tilstedeværelse i den fysiske verden. Vi så også, at oplevelsen i høj grad virkede til at være forudsættende for en oplevelse af flow, hvilket baseres på testen af Hot Potato VR. Flow er dog som nævnt tidligere anderledes fra tilstedeværelse på den måde, at flow er indlevelse i aktiviteten, og tilstedeværelse er følelsen af kroppens og sindets væren på et bestemt sted. Oplevelsen af flow er dog ikke begrænset til at finde sted i et virtuelt rum, hvorfor Søren's oplevelse af dette ikke nødvendigvis indikerer at han føler sig tilstedeværende i det virtuelle miljø.

Det vi dog så ved Søren's oplevelse af flow, var at resultaterne fra den indledende test indikerede at han rapporterede at han oplevede flow i enkelte øjeblikke, men at han blev forstyrret af forskellige frustrerende elementer af prototypen. Her vurderede han tilsvarende, at han havde en ringe fornemmelse af tilstedeværelse i det virtuelle rum, og en højere tilstedeværelse i den fysiske verden. Dog så vi i resultaterne af den afsluttende test, hvor Søren var blevet bedre til at spille spillet, samt havde fået lavet justeringer til prototypen, at Søren rapporterede et højt niveau af flow igennem hele oplevelsens varighed. Samtidig, steg hans vurdering af hans tilstedeværelse i det virtuelle rum, og at han i højere grad glemte tilstedeværelsen af både tid og den fysiske verden sammenlignet med den indledende test. Her glemte han ikke fuldstændig hverken tid eller fysisk verden, men fordi han i højere grad end før oplevede tilstedeværelse i spillets rum, kunne der være en sammenhæng mellem hans oplevelse af flow og hans følelse af tilstedeværelse. Vi ser derfor, at det er sværere at skabe en oplevelse af tilstedeværelse

i et virtuelt rum for blinde hvis oplevelsen er begrænset til lyd og haptiske vibrationer. Dog ser vi en mulighed for at øge denne følelse af tilstedeværelse såfremt at oplevelsen kan inducere flow i subjektet, da Søren selv udviste højere grad af tilstedeværelse da følelse af flow var stærkest.

Et andet virkemiddel til potentielt at øge blindes oplevelse af tilstedeværelse i et virtuelt rum, er implementeringen af socialt samvær i disse oplevelser. Som vi så i undersøgelsen af Bait!, var Søren meget overrasket over hvor virkeligt det føltes at spille multiplayer. Søren sagde her, at denne oplevelse kom blandt andet af retningsbaseret lyd, som kom fra den anden spillers position i spillet relativt til Søren. Derfor kunne Søren hører når den anden spiller bevægede sig rundt omkring, og når de udførte handlinger omkring ham. Han sagde at denne multiplayer faktor af oplevelsen øgede hans tilstedeværelse betydeligt. Dertil sagde han, da vi bad ham om at forestille sig Hot Potato VR med disse samme sociale funktioner, at hvis multiplayer blev implementeret, havde spillet potentiale for at give ham en livagtigt oplevelse af social samvær. Dette kunne indikere, at Søren i højere grad oplever tilstedeværelse i det virtuelle rum, hvis dette rum opleves sammen med andre spillere, som er til stede med ham i rummet.

I dette kapitel vil der ud fra undersøgelsen af blindes oplevelse af immersion, tilstedeværelse, og flow i kontekst af forskellige Virtual Reality oplevelser blive konkluderet på følgende problemformulering:

*Hvordan kan vi designe en Virtual Reality oplevelse, som er anvendelig af blinde uafhængig af ekstern assistance, og giver dem en oplevelse af immersion, tilstedeværelse, og flow?*

For at besvare ovenstående startede vi med at udføre en undersøgelse af eksisterende VR applikationer hos en blind gamer med henblik på at finde ud af hvor tilgængelige disse er, samt hvordan blinde oplever interaktion med teknologien og oplevelse af immersion virtuelle miljøer. Dette resulterede i en række resultater som vi analyserede gennem et affinity diagram, hvilket hjalp til kondensering af den adspredte viden ned til et sæt designkriterier mod designet af en VR oplevelse som opfyldte kravene fra problemformuleringen. Disse omhandlede: Vigtigheden af klar feedback, balance mellem æstetiske og kommunikative lyde, fordelene ved kombination af fysiske artefakter og den virtuelle verden, social immersion, VR som oplevelsespotentiale for blinde, og problematikker ved menuer og vagtsystem i VR. Disse informerede en klarere definition af problemet, som ledte ind i en designfase.

Denne startede med en idegenerering, hvor vi gennem en variation af brainstorming metoder, samt inddragelse af den blinde testperson fra første undersøgelse, nåede frem til et koncept som vi vurderede havde potentiale for at laves fuldt tilgængeligt for blinde, samt at kunne forudsætte immersion, tilstedeværelse, og flow. Med henblik på at teste hvorvidt konceptet levede op til disse krav udviklede vi en funktionel prototype af Hot Potato VR, et VR spil som involverer lokalisering og opsamling af en bombe, som skal kastes over til en modstander for at undgå at eksplodere. Spillet blev udviklet i programmet Unity, hvorefter vi testede denne på samme testperson som havde deltaget i forgående undersøgelse. Her testede og udviklede vi prototypen i samarbejde med testpersonen med henblik på at optimere og teste den i forhold til tilgængelighed samt potentiale for at skabe immersion, tilstedeværelse, og flow. Her fandt vi, at prototypen efter en række justeringer på basis af feedback fra testpersonen var fuldt tilgængelig for ham, og at han kunne spille spillet uden assistance fra os, såfremt at spillet blev igangsat. Der er nemlig, på trods af at selve spillet er tilgængeligt, stadig udfordringer på systemniveau i forhold til at sætte VR udstyr op, navigere i menuer, og opstarte spillet, hvilket gør det utilgængeligt for blinde. Vi vurderer dog her, at selve konceptet er bevist som fuldt tilgængeligt for blinde.

I forhold til oplevelsesdesignets evne til at skabe immersion, tilstedeværelse, og flow så vi at testpersonen udviste tilstrækkeligt mange tegn på immersion og flow til at vi vil konkludere at testpersonen oplevede begge under oplevelsen med Hot Potato VR. Disse kom til udtryk ved oplevelse af klarhed af mål og feedback, kontrol over handlemuligheder, overensstemmelse mellem lyst og mål, motivation for opgaven, begrænset fornemmelse af tidens passage, og opmærksomhed på opgaven og det virtuelle rum. Vi kunne dog ikke påvise at oplevelsen skabte fuld tilstedeværelse i det virtuelle rum, da testpersonen på trods af sin involvering i spillet stadig var meget bevidst om sin tilstedeværelse på det fysiske sted. Vi kan derfor sige, at oplevelsesdesignet er lykkedes i at forudsætte immersion og flow, men at det er uvist, hvorvidt testpersonen har oplevet tilstedeværelse til en grad, hvor det kan siges, at de har haft en sensation af kropslig 'væren' i det virtuelle rum. Vi diskuterer herefter potentielle løsninger til denne manglende tilstedeværelse, hvilket vi poserer for eksempel kunne skabes via en større overensstemmelse mellem det fysiske sted og virtuelle rum, forbedret auditiv og haptisk realisme, eller social tilstedeværelse i det virtuelle rum.

Slutteligt ser vi et potentiale for udviklingen af immersive oplevelser til blinde som skaber både tilstedeværelse og flow til en grad, hvor det er muligt at skabe en følelse af at være et virtuel sted. Vi præsenterer derfor herefter nogle bud på, hvordan dette kunne realiseres baseret på erfaringerne fra besvarelsen af ovenstående problemformulering.

I dette kapitel præsenteres de overvejelser vi har gjort i forhold til dette projekts bidrag til den akademiske litteratur på området, samt hvordan Hot Potato VR potentielt kunne udvikles til et fuldt funktionelt program. I denne kontekst diskuterer vi kriterier for en færdigudvikling af produktet, samt hvordan disse kriterier kunne nås.

## 9.1 Tilgængelighed af VR Headset

For at VR er muligt at tilgå selvstændigt for blinde er der som nævnt et behov for implementering af tilgængelighedsfunktioner, som tillader blinde at tilgå forskellige programmer i et headset. Dette involverer blandt andet opsætning af vagtsystem, samt navigation af menuer, hvilke ikke er tilgængelige på nuværende tidspunkt. Derfor vil vi gerne diskutere og foreslå forskellige tiltag som kunne implementeres af VR headset producenter med henblik på at skabe øget tilgængelighed for blinde og svagsynede (BOS).

Et alternativ til det nuværende vagtsystem implementerede vi som del af vores prototype test, da vi så et potentiale for at lægge et underlag som skulle kunne guide den blinde spiller. Her så vi, at spilleren oplevede større sikkerhed i forhold til lokomotion på det fysiske sted. Dette løser dog ikke problematikken med at den blinde spiller ikke er i stand til opsætning af vagtsystemet, hvilket er et krav for igangsættelsen af applikationer på VR headsettet. Vi havde her ideen om at lave et bestemt mønster på denne måtte, som kunne genkendes gennem geometrisk mapping med hjælp fra kameraern som sidder på fronten af transportable VR headset. Derved kunne kameraet agere som 'øjne', og se hvor grænserne går baseret på hvor måtten er placeret. Måtte kunne yderligere modificeres til at have forskellige zoner med forskelligartede overflader til indikering af hvor på måtten spilleren befinder sig.

Som nævnt tidligere ser vi også potentiale for at tilgængeliggøre menunavigation og derved opstart af spil for blinde, ved at implementere en simpel menunavigation, hvor brugeren i stedet for at pege på knapper kan scrolle igennem dem ved hjælp af joysticket på controlleren, og få oplæst den markerede knap. Vi ser derfor potentiale for at systemet kan tilgængeliggøres, sådan at Hot Potato VR kan spilles helt uafhængigt af seende assistance.

## 9.2 Videreudvikling af Hot Potato VR

Som nævnt vurderer vi at spillet Hot Potato VR ville kræve nogle yderligere justeringer og nye implementeringer før det blev et fuldt funktionelt program. I kontekst af Double Diamond Designprocessmodellen ville vi vurdere, at produktet stadig befinder sig i Deliver fasen, da der er et produkt, men at dette på nuværende tidspunkt i reflekterer helheden af designets koncept.

For at realisere færdiggørelsen af Hot Potato VR, identificerer vi her nogle kernefunktionaliteter og -principper, som spillet som minimum skal opfylde for at vi ville vurdere det som have gennemgået Deliver fasen til ende. En af disse er en menu til at tilgå programmet således at der er muligt at starte, genstarte og stoppe programmet uden at skulle lukke det og starte det op igen. Menuen skulle desuden gøre det muligt for spilleren at vælge modstander, enten venner eller en tilfældig fremmed på samme evnemæssige niveau. Til at lave denne matchmaking, ville vi også skulle implementere et point system som giver et overblik over en spillers niveau relativt til andre spillere, og sætter disse til at spille mod hinanden baseret på dette. Derudover ville spillet selvfølgelig skulle indeholde multiplayer funktioner, samt mekanikker til social interaktion, potentielt lignende dem vi diskuterede i diskussionen herover.

Som nævnt i prototyping fasen, er har vi desuden heller ikke været i stand til at implementere alle de ønskede funktioner til Hot Potato VR. Her har vi været nødt til at gå på kompromis i forhold til sofistikationen af HRTF systemet, og hvordan dette påvirker oplevelsen af tilstedeværelse i det virtuelle rum. Vi har derfor ikke realiseret det vi ser som det fulde potentiale af spillet, men snarere den tætteste tilnærmelse der har været mulig indenfor projektets rammer. Derfor kunne det være spændende, hvis Hot Potato VR skulle videreudvikles til et endeligt produkt, at udforske effekten af at implementere lyddesign af højere kvalitet, samt de andre forbedringsforslag vi har nævnt efter prototype testen med Søren Jensen.

Derudover vil prototypen skulle testes på flere blinde for at evaluere hvorvidt det er tilgængeligt og motiverende for flere end Søren Jensen i målgruppen. Det kunne endvidere være spændende at implementere og teste nogle af funktionaliteterne til augmentering af udfordringsniveauet som vi diskuterede i resultaterne for prototype testen. Med dette kunne vi potentielt justere udfordringsniveauet til et bredt spænd af spillere, samt hæve udfordringsniveauet i takt med at spillernes evner udvikler sig. På denne måde forventer vi at kunne holde spillere engagerede i spille gentagne gange, da spillet ikke når at blive kedeligt før noget nyt introduceres.



## 9.3 Projektets akademiske bidrag og horisont

Som afslutning på perspektiveringen, diskuterer vi her hvordan projektet bidrager til den eksisterende forskning, samt hvordan vi ser potentiale for videre forskning på basis af resultaterne fra dette projekt.

Som vi så i litteratur reviewet, er der i litteraturen et overvejende stort fokus på tilgængelighed via designet af hjælpemidler til BOS dagligdag. Herimellem fandtes der undersøgelser af hvordan blinde kunne anvende virtual reality til navigation, men disse var stadig fokuserede på anvendelse af teknologien som et hjælpemiddel til træning af navigation, eller som en augmented reality applikation som anvender kunstig intelligens til genkendelse af deres fysiske omverden, hvilken skal kunne agere som deres 'øjne'. Vi ser altså her at der ikke umiddelbart er nogle studier som fokuseret på hvordan en VR applikation designes med henblik på selve oplevelsen. Til gengæld fandt vi en række studier som undersøgte hvordan klassiske spil typer kunne tilpasses gennem design til at gøre spil ikke blot tilgængelige, men også tilsvarende for blinde. Med dette menes der, at designerne i disse studier identificerede den oplevelse som spilleren fik af et givent spil, og prøvede at tilpasse mekanikkerne på en måde hvor en blind person kunne få samme oplevelse. Dette lykkedes de med ved for eksempel et navigationssystem i 3D miljøer, og en racer-spilsmekanik som tillod en blind at høre kørebanens forløb gennem volumen, pitch og spatialised audio. Denne tanke om at gøre en oplevelse tilsvarende til blinde var dog endnu ikke overført til VR, hvor det er muligt at 3D tracke spillerens hoved og armbevægelser. Vi identificerede her at der var potentiale for at undersøge hvordan oplevelsen af immersion, tilstedeværelse, og flow i virtuelle miljøer kunne overføres til blinde.

Dette projekt bidrager derved til en undersøgelse af et helt nyt koncept for målgruppen, nemlig kropslig tilstedeværelse i det virtuelle. Her fandt vi som resultaterne af to undersøgelser med en blind gamer, at blinde ikke har samme forudsætning for oplevelsen af immersion, tilstedeværelse og flow i et virtuel miljø, hvorfor vi var nødt til at gå eksplorativt til værks. I denne proces har vi identificeret en række faktorer som har unik relevans i relation til blindes oplevelse af immersion tilstedeværelse, og flow. For eksempel kan fysiske artefakter bidrage til tilstedeværelse i oplevelsen, men kan også være en påmindelse om den virkelige verdens eksistens, hvis artefakterne ikke stemmer overens i begge verdener. Et andet eksempel er at social tilstedeværelse potentielt bidrager til følelsen af kropslig tilstedeværelse i det virtuelle. Vi ser her potentiale for at udforske dette område nærmere baseret på resultaterne fra dette projekt for mere nøjagtigt at kunne undersøge hvad der skal til for at blinde kan få en tilsvarende oplevelse af immersion og tilstedeværelse.

Dette leder også til at det kunne være interessant at undersøge hvad det ville gøre for oplevelsen af tilstedeværelse at implementere nye teknologiske tiltag til VR oplevelsen. Dette kunne indebære forskellige højteknologiske muligheder som vi ikke selv prøvede af, men som vi tror kunne have en effekt. For eksempel kunne haptiske handsker i stedet for controllerne undersøges. Disse er et par handsker med trackere, samt motorer som kan begrænse fingrenes bevægelighed for at simulere at de griber om en genstand. Med disse forventes det at spilleren vil have en bedre fornemmelse af bolden og dens egenskaber, hvilket formentlig vil gøre interaktionen med bolden mere realistisk. Dette kunne potentielt bidrage med en større sammenhæng mellem det fysiske og virtuelle miljø og dermed øge immersion og tilstedeværelse i det virtuelle rum. Et andet eksempel er 'smell-o-vision', hvilket er konceptet om at vedhæfte en enhed på VR headsettet, som gennem kombination af forskellige stoffer kan simulere en bred række dufte, som bliver givet til spilleren på strategiske tidspunkter. I konteksten af Hot Potato VR kunne der implementeres en duft af krudt eller brand når bolden var på spillerens bane, for yderligere at skabe et 'billede' af tilstedeværelsen af en bombe. En sidste ide vi fik, men som ikke havde mulighed for at udvikle grundet teknologiske begrænsninger, er at anvende XR til at scanne sine omgivelser for herefter at konstruere et virtuelt rum der matcher det fysiske. Dette ville fungerer i kontekst af Hot Potato VR ved at anvende kameraet på VR headsettet til at scanne og identificerer rummets overflader, hvilke så kunne rekonstrueres digitalt, og anvendes i spillet. Dette betyder selvfølgelig, at hver spiller har deres egen unikke bane, hvilket kan medbringe udfordringer til balancen i spillet, da nogle baner kan medføre fordele eller ulemper. Derudover ville det formentlig kræve et tomt rum, da spilleren er blind under spillet, og derfor kan risikere at støde ind i objekter i rummet. Det ville desuden kræve at personen havde et godt kendskab til rummet, enten ved at anvende en måtte som den vi anvendte til test af prototypen, eller en anden måde at mærke hvor tæt man er på væggen. Der er altså en del udfordringer med dette navigationssystem, men hvis disse kunne overkommes ser vi et potentiale for at udvaske grænsen mellem det fysiske og virtuelle i endnu højere grad. Vi ser i hvert fald i kontekst af disse nye teknologier, at hvis flere sanser blev indraget i oplevelsen, kunne det bidrage markant til blindes følelse af tilstedeværelse i det virtuelle rum.

I kontekst af videre undersøgelser af blinde i VR, ser vi en mulighed for at udforske navigationssystemer baserede på retningsbestemte lyde. Med testen af Hot Potato VR så vi at Søren med stor selvsikkerhed og forholdsvis hurtighed fandt både bomben og nordvæggen med nøjagtighed. Dette indikerer for os, at der er et potentiale for navigation i VR på basis af 3D lyde fra bestemte objekter i det virtuelle miljø. Vi så at dette fungerede godt, da Søren altid kun fik auditiv input i forhold til de objekter han skulle interagere med, og altså vidste at hvis han hørte en lyd, var det fordi han kunne interagere med den. Vi har i litteratur reviewet set mange eksempler på navigationssystemer til blinde i VR. Der var dog ikke nogen af dem som anvendte retningsbaserede lyde til at guide dem, måske med undtagelse af

ekkolokation systemet fra Massiceti et al. 2018. Dette var dog afhængigt af at den blinde selv skulle scanne miljøet for at kortlægge det, frem for at have en retningsbestemmende lyd som ledte dem til det objekt de var interesserede i. Vi ser her et potentiale for videre undersøgelse af et navigationssystem baseret på spatialised audio, både i konteksten af virtual- og augmented reality. For eksempel er det interessant at undersøge om et sådant system overhovedet ville fungere hvis der var objekter mellem den blinde og det retningsgivende objekt, eller om dette ville forstyrre lydbilledet, og muligvis lede til kollisioner. Da Hot Potato VR er et forholdsvis simpelt layout med et begrænset areal, kunne det være interessant om denne metode til navigation kunne anvendes i større og mere komplekse miljøer, eller om det kun virker fordi området er begrænset.

Et andet område hvor læringerne fra dette projekt potentielt kunne anvendes, er i lærings- eller træningssammenhænge. Som vi har fundet i dette projekt, lader det til at VR kan være en effektiv måde at forudsætte oplevelse af flow hos blinde individer. Flow siges at være en af de mest ideelle stadier til udviklingen af nye evner eller læring omkring et bestemt evne, da subjektet er højt motiveret for og investeret i den givne aktivitet [Csikszentmihalyi 1991]. Derfor er en af de mest anvendte applikationer af flow til læring og træning, da mange er interesserede i at udnytte denne ekstraordinære tilstand af hurtig og effektiv indlæring. Vi ser derfor ligeledes, at VR oplevelser har potentiale for at være effektive til at lære blinde forskellige evner som de ellers har svært ved. Vi så noget lignende denne ide i Zhao et al. 2018, hvor blinde kunne øve sig med blindestok i et sikkert virtuelt miljø. I denne oplevelse er der dog ikke fokus på at skabe en motivation for læringen, hvorfor den måske kommer til at minde om sædvanlig træning. Vi ser her, at hvis man kunne kombinere trygheden i at træne i VR, med et spildesign som gjorde oplevelsen højt motiverende og optagende, kunne man skabe effektiv træning af hverdagsfærdigheder, som kunne øge for eksempel sikkerhed under navigation. Det skal dog siges, at vi på basis af de undersøgelser vi har udført i dette projekt, ikke har noget udgangspunkt for at vurdere at blinde har behov for motiverende træning. Her tager vi udelukkende udgangspunkt i flow teorien potentiale for dette, hvorfra det kunne undersøges om der er et problem indenfor dette som er relevant at undersøge nærmere.

Til sidst vil vi slå et slag for nærmere at undersøge potentialet for Hot Potato VRs anvendelse indenfor en af de førnævnte anvendelsesmuligheder under 7. Her kunne det være relevant at opstille forskellige hypoteser omkring spillets effektivitet til for eksempel at forudsætte social interaktion mellem blinde, og undersøge om spillet har en effekt på den givne problemstilling, eller om det skulle tilpasses nærmere til de enkelte problemstillinger. Med sådanne undersøgelser kunne vi fastslå hvorvidt Hot Potato VR, eller måske en alternativ VR oplevelse har potentiale for at forbedre livskvaliteten hos blinde individer.

# Besøg på Blindecenter Bredegaard d.

09.02.23

A

---

På Bredegaard Blindecenter er der forskellige aktiveringstilbud til beboerne. De har et musiklokale med forskellige instrumenter, et rum til indspilning og et til at lave radio. Derudover var der et krearum, hvor de kunne væve, tegne og andet håndarbejde mens de lyttede til musik. Nede i kælderen havde de et værksted, hvor beboerne var i gang med forskellige arbejdsopgaver en var i gang med at reparere en computer, en anden ved at pudse et stykke julepynt og en i gang med at samle et beslag til en maskine. Bredegaard var indrette med ledelister, låger ved trappenedgange, taktik feedback på magneter på en planlægningstavle.

Efter en rundvisning af stedets faciliteter havde vi en snak med en af stedets beboere, der kunne fortælle om hvordan det var at være uden syn. Han påpegede at han havde det svært med høje lyde og at han generelt gerne ville vide hvad der var omkring ham. Derudover viste han hvordan han navigerede på hans telefon ved at den læste det op der var på den pågældende side. Han nævnte at det samme gjorde sig gældende for hans computer. Han hørte en del musik af varierende genre alt efter hans humør. Når han hørte musik lavede han forskellige bevægelser med hånden til musikken.

Ud over Peter var Søren Jensen med online til møde. Søren er selv blind og hjælper andre blinde med at begå sig i de tekniske hjælpemidler samt med at spille forskellige computerspil. Dette er han særlig begejstret for og udtaler at der findes flere forskellige løsninger på hvordan spillende gøres tilgængelige til personer med synshandicap eller helt blinde. Eksempler på dette kunne være oplæsning af menuerne, lyde til at detektere forskellige objekter og forskellige advarsler. han præsenterede os for Tekken og Mortal combat, som begge er audiobaseret spil, der er på markedet allerede. Derudover henviste han os til Audiogame.net, som er en hjemmeside der samler et fællesskab omkring audiobaseret spil.

# Besøg på Blindecenter Bredegaard d.

09.03.23 B

---

Den 9. Marts besøgte vi Bredegaard Blindecenter i Fredensborg med henblik på at få bedre indsigt i beboernes hverdag og interesser.

Vi opholdte os på centeret fra kl. 09.00 om formiddagen til kl. 15.00 om eftermiddagen, hvor vi både observerede beboernes hverdag samt interviewede dem omkring deres hobbyer og interesser. Følgende er en beskrivelse af de enkelte observationer og interview resultater fra besøget.

## Morgenmøde med Peter Petersen

Til start på dagen snakkede vi kort med Peter Petersen, som er udviklingspædagog på Bredegaard Blindecenter. Her spurgte vi hvordan det gik med Bredegaard som institution, og hvad han så som deres største styrke. Hertil svarede han, at Bredegaard var blandt de mest succesfulde bosteder for blinde i Danmark, og at deres succes primært er forårsaget af den måde de ansatte på Bredegaard er nærværende med beboerne. Petersen mente, at blinde og svagsynede ofte ikke bliver tilstrækkeligt socialt stimulerede under deres opvækst, som resultat af stigmatisering fra både familie og jævnaldrende. Han mener at omsorg og nærvær er essentielt for udviklingen af et mentalt sundt voksent menneske, og at det derfor er vigtigt for beboerne på Bredegaard at opleve den nærvær nogen af dem måske har manglet. Han mener at dette bidrager positivt til deres hverdag, men også deres fortsatte udvikling som mennesker.

## Væveriet

Efter mødet med Petersen havde vi en periode inden beboerne dukkede op på fællesområderne. Der anvendte vi lejligheden til at gå på opdagelse i Væveriet, som er et rum på Bredegaard, som er dedikeret til vævning, strikning, hækling, historieoplæsning og brætspil.



**Figur B.1.** Arbejdsstationer i væveriet.



**Figur B.2.** Navigationslister i væveriet.

Ovenstående billeder er taget i Bredegaards Væveri. Som det kan ses på billederne er det et åbent rum med forskellige redskaber til stofbearbejdning. Læg også mærke til listerne i gulvet, som hjælper beboerne med at navigere i rummet uden at støde ind i objekter. De små listestykker på siden af den gennemgående liste indikerer afstande, så beboeren kan vurdere hvor langt de er nået på listen, og på den måde identificere hvornår de skal dreje eller stoppe.



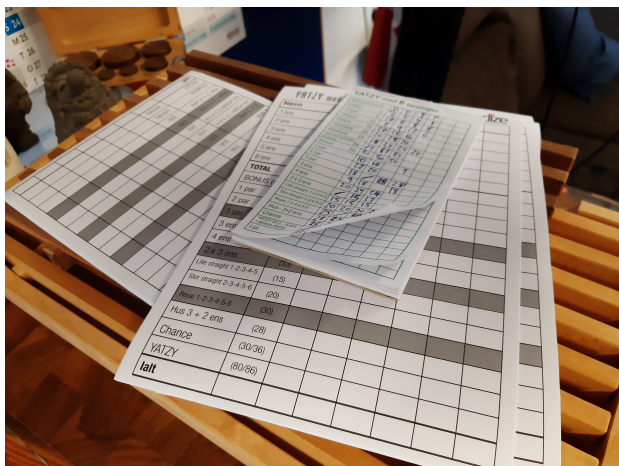
**Figur B.3.** Haptisk skaksæt.



**Figur B.4.** Fastlåsning af brikker.

I Væveriet er der ud over udstyr til beboernes arbejde også hylder med underholdningsaktiviteter. For eksempel har de dette haptiske skakbræt, hvor hvide og sorte felter kan identificeres ved fordybninger i pladen. Skakbrikkerne har traditionelt særprægede former, hvilket fungerer til at kommunikere typen af brik. Der kan dog ikke skelnes mellem hvide og sorte brikker, hvorfor der søm på toppen af alle sorte brikker, således at de kan identificeres. Som det sidste tiltag er der lavet huller i midten af hvert felt, som passer til pinde som er fastgjorte i bunden af alle brikker, således at brikkerne står fast på felterne, og ikke kan flyttes eller væltes mens en spiller føler sig frem på pladen.



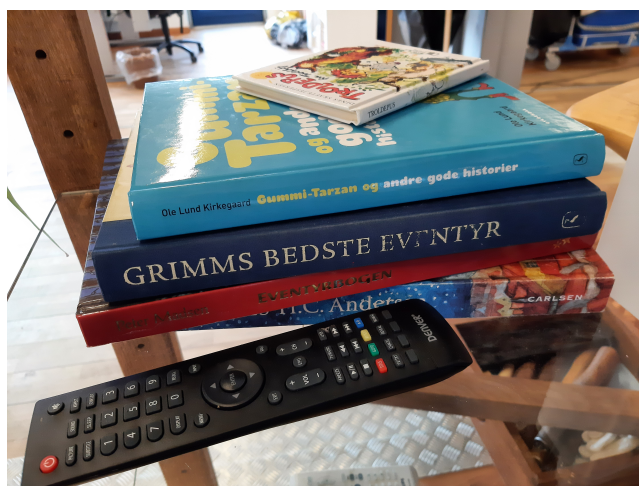


**Figur B.5.** Yahtzee blok.



**Figur B.6.** Kryds og bolle.

To andre brætspil som lå på hylden var Yahtzee og Kryds og Bolle. Yahtzee spillet var den samme som den almindelige version, så der var ikke lavet nogen specielle tiltag til blinde og svagsynede. Vi forestiller os at dette kan være et problem ift. notering af scorer, og at der derfor bliver nødt til at være en seende spiller, som kan holde overblik over dette. Kryds og Bolle spillet var dog gjort tilgængeligt for blinde og svagsynede ved at have brikkerne i form af enten et kryds eller en bolle. Det er derved muligt at hurtigt føle sig frem til brikkens funktion, og er ikke afhængigt af synet.



**Figur B.7.** Bøger til højtlesning.

Den sidste aktivitet vi fandt var at der lå en del bøger, som bliver brugt til oplæsning for beboerne. Nogle gange bliver der afholdt fælleslæsninger, hvor beboerne kan sætte sig med en seende og få bøger læst højt.

## Gåtur

Hver torsdag kl. 11 er der planlagt en gåtur for beboerne på Bredegaard. Det er valgfrit at deltage, men

alle har muligheden. Beboerne går med en ansat hver, som de holder i armen for at kunne navigere. Vi gik med på denne gåtur for at snakke med nogle af beboerne, hvor vi fik snakket med to beboere. Den første, som vi her vil referere til som beboer 1, er født blind. Vedkommende gav straks udtryk for at de var utroligt glade for at bo på Bredegaard, og var meget entusiastisk for at snakke med os. Da vi spurgte hvorfor de var glad for Bredegaard, sagde de at bostedet gav dem mulighed for at forfølge deres interesser, og gav dem en stabil hverdag med blandt andet arbejde og socialt nærvær. Beboer 1 arbejder primært med vævning af viskestykker, klude, tæpper etc. til salg via Bredegaards butik, hvilket de udtrykkede stor stolthed over da en ansat kommenterede på kvaliteten af beboer 1's væveri. Beboer 1 sagde at de i deres fritid var en del af et band på Bredegaard, hvor vedkommende sang. Desuden gik de i kirke så ofte som de kunne, både af religiøse årsager, men også på grund af fællessang, fælleskab og historier til forskellige begivenheder i kirken. Ligeledes sagde de at de var glade for at tage til teater, hvor de blot lyttede til stykkerne, og derved fik fortalt en levende historie. Beboer 1 var også unik da de var i stand til at tage på gåture selv, kun bevæbnet med en blindestok og deres hukommelse. De havde altså en bevægelsesfrihed i lokalområdet, hvor de genkender ruter ved lyde og eller haptisk feedback fra stokken. En note til beboer 1, var at de flere gange under turen spurgte deres tilknyttede ansatte om det var okay at de holdte fast om armen, og at det ikke gjorde ondt. De var meget bevidst om ikke at være til besvær.

Den anden beboer vi snakkede med på gåturen, som vi her kalder Beboer 2, var mere tilbageholdende i forhold til at snakke, så vedkommende delte ikke ligeså frit ud af information som beboer 1. Vi lærte dog, at beboer 2 står for den daglige afskaffelse af affald på Bredegaard, hvilket de stod op kl. 06.00 de fleste morgener for at gøre. De virkede ligesom beboer 1 stolte over deres ansvar og arbejde på blindecenteret, og smilte meget da en ansat sagde at de ikke kunne stå op så tidligt, og at det var imponerende at beboer 2 kunne.

Under gåturen lagde vi mærke til at der var lidt af en ubalance i kommunikationen mellem beboerne og de ansatte. For eksempel kunne en af de ansatte godt finde på at svare på et spørgsmål som var henvendt beboeren, selv om beboeren selv var i stand til at svare. Dette betyder at beboeren i nogle tilfælde blev skåret ud af samtalen, selv om dette nok ikke var hensigten. Vi fortolkede at de ansatte blot ville være behjælpelige og svare, men samtidig kommunikerer de at beboeren ikke kan give et tilfredsstillende svar, måske på grund af deres handicap.

En anden observation på gåturen, var at da vi snakkede med beboer 1 omkring sang og musik, begyndte en af de ansatte at synge en af de sange de øvede til band øvelse. Her gik der ikke længe før beboer 1 kimedede ind med sin egen stemme, og de endte med at synge sangen til ende. Det var åbenlyst at se hvordan beboer 1 lyste op da de begyndte at synge. Der var en rent glædelig stemning ved bare



at bryde ud i sang midt på gåturen.

Da vi kom tilbage fra gåturen og ind på Bredegaards grund, var beboerne straks klar på at slippe den tilknyttede ansatte, og navigere på egen hånd. Her lagde vi mærke til at de i høj grad brugte gelændere som var placerede hele vejen langs mange af bygningernes sider. Beboerne lagde en hånd på gelænderet, og kunne derved mærke retningen de skulle gå i for ikke at kollidere med bygningen. Der var desuden spærringer for trappenedgange, som forhindrer beboerne fra at falde ned af trapper uden at kunne mærke dem først. Begge disse navigationsforanstaltninger kan ses i billedet herunder.



*Figur B.8.* Gelænder og spærring ved trappe udenfor.



*Figur B.9.* Spærring ved trappe.

## Frokost

Til frokost ved 12-tiden mødes alle beboere og ansatte i et spisehus, hvor der er forberedt mad. Beboerne kom i adspredt orden, og der lod ikke til at være nogen faste pladser, da de blot opsøgte vilkårlige ledige stole. Som beboerne fik sat sig, gik de ansatte rundt og tog imod bestillinger, som de så hentede til de enkelte beboere i en tag selv buffet som stod i den ene ende af rummet. Der var god stemning under frokosten, med rigelig snak mellem både beboere imellem og med de ansatte.

Vi satte os sammen med to ansatte og to beboere, som vi sad og snakkede med under frokosten. Den ene, Beboer 3, sad i kørestol og var motorisk udfordret. Vedkommende nævnte at de ikke havde noget arbejde på Bredegaard, og at de nød at bruge deres dag på at lytte til rock musik. De var for eksempel meget passioneret omkring det britiske rock band 'Queen'. Vi spurgte om beboer 3 så også kunne lide at lave musik på samme måde som beboer 1, til hvilket de svarede at de synes at det var noget kedeligt klassisk dansk musik som blev spillet i Bredegaards band, og at vedkommende var træt af at høre de samme numre igen og igen. De sagde at de foretrak blot at lytte til musikken.

Den anden beboer vi spiste frokost med, beboer 4, havde vi mødt før til vores første besøg på Brede-

gaard (se appendix A). Vedkommende fortalte os igen om deres tryghedsvenner, som er objekter på Bredegaard som beboer 4 snakker med for at få støtte. De beskriver tryghedsvennerne, som personer vedkommende kan gå til, når de bliver for overvældet. Dette kunne indikere et behov for tryghed og støtte, som så op søges i bestemte personificerede objekter.

## Værkstedet

Efter frokost satte vi os ned på Værkstedet, hvilket er mange af beboernes arbejdsplads. Her producerer beboerne forskellige produkter. For eksempel samles der dele til vindmøller, slibes juledekorationer af træ og samles blindestokke, som alle sammen sælges videre af Bredegaard. Følgende er billeder fra Værkstedet:



*Figur B.10.* Slibestation.



*Figur B.11.* Samlestation.

Dette er to af de stationer som beboerne arbejder ved. Det første billede er en slibestation, hvor maskinerne anvendes til at glatslibe trædekorationer. Det andet billede er forskellige beholdere med dele som skal samles. Figur B.10 er et billede af en slibestation, hvor maskinerne anvendes til at glatslibe trædekorationer, mens figur B.11 er et billede af forskellige beholdere med dele som skal samles.

På værkstedet snakkede vi med to beboere, som vi her referer til som beboer 5 og 6. Beboer 5 er som sådan ikke beboer på Bredegaard, da vedkommende anvender centerets dagtilbud, og ellers bor hjemme hos deres forældre. Det betyder at de arbejder på Bredegaard i alle ugens hverdage og selv står for transport frem og tilbage via bus og tog. Dette er til dels muligt da vedkommende er svagsynet og ikke fuldkommen blind. Beboer 5 kan for eksempel godt genkende symboler på en smartphone hvis den holdes helt op til ansigtet (2-3 cm fra øjnene). Beboer 5 sagde at de rigtig godt kan lide at arbejde på Bredegaard, da det giver en mening med at komme op om morgenen, og at de sætte pris på det sociale aspekt af værkstedet. Da spurgt hvad beboer 5 godt kunne lide at lave i sin fritid, havde de mange eksempler. Først nævnte de at de godt kunne lide at rejse med sin familie. Her beskrev de en nylig tur til Grækenland, hvilket havde været et stor og god oplevelse. Beboer 5 sagde at det bedste

ved at rejse var at kunne få nye oplevelser, men var ikke mere specifik selv da vi prøvede at spørge ind. En anden af beboer 5's interesser er videospil, til hvilket de har to spillekonsoller: en Playstation 4 og en Nintendo Wii. Vedkommende sagde at de spil de spillede på Playstation 4 primært er racer spil, som involverer at kører en racerbil gennem en bane. De sagde at nydelsen ved spillet kom af at føle farten. På Nintendo Wii spillede de oftest sportspil, hvor man skal bevæge sig i virkeligheden for at få en avatar i spillet til at bevæge sig på samme måde. Her var det essentielt for beboer 5 at have det fysiske element med, da det var bevægelsen som de synes var sjovt. Vi spurgte desuden ind til om de gik op i at vinde spillene, eller om det bare var sjovt at spille. Hertil svarede de, at de faktisk ikke rigtig gik op i hverken at vinde spillet, eller at optimere spillet. Det var i stedet fornøjelsen ved blot at spille som motiverede beboer 5 til at spille. Vi spurgte også ind til om der var noget bestemt som vedkommende lyttede til, da vores oplevelse er at lyd fylder meget for blinde og svagsynede. Beboer 5 sagde at de ikke lyttede særlig meget til ting ift. de andre beboere. De synes at lydbøger og podcasts var langtrukne og kedelige, og derfor ikke kunne holde deres koncentration. De beskrev dog at de godt kunne lide at have radio og musik på i baggrunden, men at det ofte ikke var en primær aktivitet. Vedkommende nævnte her, at radio var specielt godt, da man kommer til at høre mere forskellig musik. Den sidste interesse beboer 5 nævnte for os var at de fulgte meget tæt med i Tour De France når det blev sendt. De fortalte desuden begejstret om at de havde været ude og se etaperne i Danmark fysisk ved Tour De France i 2022. Vedkommende havde også et ønske om at rejse til Frankrig i et år og deltage i begivenheden dernede.

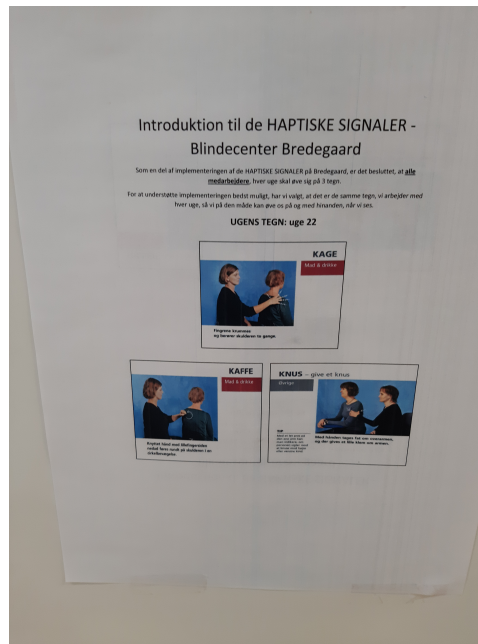
Den anden beboer vi snakkede med på værkstedet, beboer 6, havde en ringere grad af syn end beboer 5, og arbejdede derfor kun med at samle dele i værkstedet. De virkede ikke desto mindre glad for deres bidrag til værkstedet. Beboer 6 snakkede meget om sine fritidsinteresser, af hvilke der var en del. Vedkommende er del af en fritidsklub som mødes en gang imellem og laver aktiviteter sammen. Nogle af de aktiviteter de laver er at tage ud og danse, gå til ridning og tage på skiferie på kælke. Fælles for disse aktiviteter er at de alle indeholder en eller anden grad af fysisk bevægelse, om det er bevægelse i kroppen selv eller farten i en kælketur. Beboer 6 nævnte desuden at de var glad for at tage til koncerter. De havde været til Metallica Koncert og til Copenhell ved hjælp af en ledsager. Vedkommende beskrev at de godt kunne lide stemningen til koncerter, og at de selvfølgelig også elskede musikken. Beboer 6 hørte desuden da vi snakkede videospil med beboer 5, hvortil de sagde at deres søskende plejede at spille videospil, og at beboer 6 godt kunne lide at være med ved at sidde og lytte til spillet.

Efter samtalerne i værkstedet endte vi med at sidde i en times tid og observere beboerne mens de arbejdede. Her så vi at værkstedet er et sted hvor der sker meget samtale under arbejdet. Der var livlig snak på tværs af alle beboerne, som alle virkede til at nyde samtalen og samværet på værkstedet. Der var en del 'håndværker humor', hvor de gik lidt til hinanden og lavede sjov på hinandens bekostninger,

men altid i en venlig ånd. De snakkede om alt og intet for det meste, men en ting der stod ud var at en af beboerne havde været på date, og at de spurgte meget interesseret ind til dette. Vi havde på forhånd tænkt om det kunne være en udfordring at date som blind eller svagsynet, hvorfor vi lagde specielt mærke til at de også snakkede om dette på værkstedet.

### Øvrige observationer

I løbet af dagen på Bredegaard gjorde vi os også nogle mere øjeblikkelige og adskilte observationer, som vi præsenterer herunder.



**Figur B.12.** Haptiske signaler.

I en af fællesområderne lagde vi mærke til en plakat med forskellige haptiske signaler, som bruges til at kommunikere med blinde og svagsynede. Da vi spurgte Petersen om dette, sagde han at det var et tiltag for at introducere mere alsidige måder at kommunikere med beboerne på. Desuden nævnte han, at blinde og svagsynede i høj grad har behov for og lyst til berøring, da det er en behagelig social stimulans som fortæller dem at et andet menneske er komfortabel med dem. De er altså generelt meget glade for kropslig nærvær. Han sagde dog også, at disse haptiske signaler ikke blev brugt så ofte som de burde.



*Figur B.13.* Lyd-vendespil.

I samme lokale viste Petersen os et spil til blinde og svagsynede, som fungerer lidt på samme måde som et vendespil. Her skal man ryste de forskellige dåser, som kan ses på billedet, og lytte til lyden de laver. Der er to af hver særskilte lyd, og målet er at parre de rigtige dåser op med hinanden. Vi prøvede spillet, hvilket viste sig at være meget udfordrende, da mange af lydende ikke har de store forskelle, og at de derfor er svære at differentiere. Petersen sagde hertil, at beboerne generelt klarede sig godt i lejen, hvilket kunne tyde på en mere sofistikeret høreevne. En ulempe ved spillets tilgængelighed er dog, at man ikke kan identificere de rigtige par uden hjælp fra en seende. Parrene identificeres nemlig baseret på farver under bunden, for at kunne kontrollere om to dåser faktisk er et par.





Figur B.14. Skematavle.

Et element på Bredegaard som til gengæld havde haptisk information, er deres skematavle i Væveriet. På tavlen hænger der nemlig magneter med ordet 'FYS' indgraveret i træet, således at man kan mærke ordet ud over at se det. Dette var noget som de havde afprøvet, men da det ikke blev gjort regelmæssigt med alle punkterne på skemaet, blev det ikke brugt af beboerne.

Som nævnt tidligere er mange af beboerne på Bredegaard glade for radio, hvilket nogle af dem også er med til at producere. Bredegaard sender nemlig 'Bredegaard Radio' to gange om ugen for lokalområdet, hvor blandt andet de andre beboere sidder og lytter med. I samtale med de forskellige beboere lyder det som om at radioen er et vigtigt fællespunkt for centeret. Vi fik tilmed fortalt at nogle tidligere beboere nu arbejder på radiostationer rundt i Danmark.

Ude foran en af kontorbygningerne på Bredegaard lagde vi mærke til et udendørs træningsområde med forskellige træningsapparaturer. Vi spurgte Petersen om de blev brugt, til hvilket han sagde at selv om sommeren blev udstyret næsten aldrig brugt. Han beskrev det som et tiltag der var gjort for beboernes sundhed og oplevelse, men at det ikke var blevet overvejet om det var noget beboerne faktisk ville bruge. Han beskrev dette som en almen ting indenfor deres branche, at tiltag blev gjort uden at

bruge ordentlig tid på at finde den rigtige løsning, men i stedet kaste penge efter en hvilken som helst løsning.

## C.1 Udarbejdede spørgsmål til Søren Jensen

### Din erfaring med spil og underholdning til blinde el. svagsynede

- Hvilke andre former for underholdning kan du lide? (film, musik, podcast, teater, sport osv.)
- Hvornår begyndte du at spille?
- Hvordan kom du i gang?
- Hvilke spil spiller du?
- Hvilke forskellige konsoller spiller du på? (Computer, Playstation, Xbox osv.)
- Hvad er værdien for dig i at kunne spille spil?

### Tilgængelighed af spil og underholdning

- Hvad er mest essentielt for at du får en god spiloplevelse?
- Hvad kan være med til at give dig en dårlig spiloplevelse?
- Kan du give nogle eksempler på hvordan du navigerer i spil? og hvilke navigationssystemer synes du er gode og dårlige? Hvorfor?
- Benytter du nogle former for redskaber/hjælpemidler i kombinationer med spil eller kun dem der er tilgængelige inde i spillet?
- Hvilke tilgængelighedstiltag sætter du pris på i spil, og er der nogle som du kunne ønske var i flere spil?
- Hvilke tiltag oplever du som nødvendige for at flere blinde og svagsynede kan spille?

### VR/XR

- Har du prøvet at have et VR headset på? hvis ja hvilken oplevelse havde du? Hvis nej hvordan kunne du så forestille dig at det ville være?
- Oplever du nogle udfordringer i at anvende VR som blind eller svagsynet?
- Hvilken værdi tror du det kunne have for blinde eller svagsynede at anvende VR til spil og oplevelser?

### Interesse i spil, underholdning og nye oplevelsesteknologier

- Hvilke udfordringer oplever du blinde eller svagsynede have i forhold til anvendelse af nye teknologier og spil?



- Hvad er de største barrierer for blinde eller svagsynede i ny teknologi?
- Hvordan oplever du den generelle interesse for at spille blandt blinde og svagsynede?

## C.2 Interview med Søren Jensen

Det følgende afsnit vil indeholde en præsentation af Søren Jensen samt et referat af et indledende interview med ham. Dette interview vil være med til at belyse perspektiver af, hvordan det er at være blind og anvende den teknologi, der er til rådighed i dag til at spille diverse spil.

Interviewet kan findes som lydfil i eksterne bilag under mappe 'Første online Interview Søren Jensen'. Søren Jensen er 34 år gammel og født blind. Han har en lille smule lyssans, som kan bruges til at se meget kraftigt lys. Søren arbejder som selvstændig it konsulent, hvor han varetager en bred vifte af opgaver: Undervisning af voksne blinde og døvblinde i brugen af it og tekniske hjælpemidler, rådgiver kommuner og virksomheder omkring hjælpemidler, sælger hjælpemidler og hjælpe organisationer og firmaer med at designe hjemmesider med fokus på tilgængelige for blinde og svagsynede. Derudover arbejder han som blindekonsulent ved Region Hovedstanden, hvor han underviser blinde børn i forhold til tekniske hjælpemidler og underviser lærer i forhold til formidling indenfor undervisning til blinde. Foruden Søren's jobsmæssige baggrund er han meget interesseret i at udnytte teknologiens potentiale og bruger også en del tid på at spille på computer og diverse andre spillekonsoller. Dette gør ham til at yderst relevant person at involvere i forbindelse med dette projekt, fordi det giver et unik indblik i hvilke redskaber og metoder han gør brug af for at kunne spille.

### Referat af interviewet

Søren har spillet siden han var 8-9 år gammel og startede på computer med et specielt tastatur. Omkring år 2000 udkom de første spil til blinde og svagsynede som fangede hans interesse. De efterfølgende år anskaffede han en playstation og begyndte at eksperimentere med at spille almindelige spil.

Under interviewet fortæller han at spillene kan opdeles i to kategorier af tilgængelige ud fra hans perspektiv. Der er de spil der er designet til blinde eller svagsynede, som ofte er meget lydbaseret og så er der de 'almindelige' spil. De 'almindelige' spil forudsætter at man kender opbygningen af spillet og menuerne, hvilket kræver en del tålmodighed for en blind eller svagseende person at opnå. Søren påpeger dog at disse spil giver han en endnu bedre følelse ved gennemførsel end de spil der er designet til blinde, da han bruger 8-10 gange så lang tid på det sammenlignet med en seende. Men dette er dog en hård fin balance, idet han fortæller at det er essentielt for ham at have en følelse af kontrol over spillet og forståelse for, hvorfor han er kommet dertil, hvor han er. Han ønsker ikke at gennemfører et spil ved held. Dette kan altså være et benspænd i de spil, der ikke er udpræget audiotive, hvis man når til et plateau i spillet hvor man ikke kan komme videre. En dårlig spille oplevelse for ham ville være hvis han havde brugt 200-300 timer på et spil, hvorefter han finder ud af at der er en detalje, der

gør at han ikke er i stand til at komme videre uden hjælp. Ved spillende der er tilpassede blinde med eksempelvis synstolkning er det tydeligt, hvad der foregår og det giver dermed en oplevelse af kontrol over spillet.

Det er lykket ham at gennemfører 'God of War Ragnarok' ved kun at få hjælp 3 gange fra en seende. Han oplever dog dette som 3 gange for meget, fordi han ønsker at være i stand til at gøre det selv. Dette har derfor motiveret ham til at lave udførlige manualer til andre blinde og svagsynede, der ønsker at spille dette spil, så de ikke skal være afhængige af hjælp for at være i stand til at gennemfører. Dette formidler han gennem sin youtube kanal - Dansk blind gamer. Foruden 'God of War Ragnarok' spiller han også 'The last of us part 1 og 2', som er fuldt tilgængeligt til blinde, 30 sentinel og hearthstone. Den gang han startede med at game var der slet ikke så udbredt et fællesskab til det og han måtte selv opsøge forskellige blinde verden over for at lave sit eget fællesskab ud fra maillister og msn.

Han påpeger at korrekt navigation, hvor han bliver peget i den rigtige retning, er en altafgørende parametre for at kunne spille et spil, fordi det ikke er nok bare at gå lige ud i en bestemt retning. Det kunne eksempelvis være lyde til at understøtte hvornår der skal hoppes, klatre eller skift af våben/redskab. Derudover understreger han at de specialdesignet spil giver muligheden for at han kan gå tilbage og udforske et område i spillet, hvilket de almene spil ikke gør. Dette skaber en enorm frihed og ville bidrage til bedre inklusion af blinde og svagsynede i de øvrige spil, hvis dette var mere udbredt.

For at være i stand til at spille nogle af spillet anvender han et capture card og en spillekonsol koblet til sin computer, som ved hjælp af optical character recognition (OCR) gør det muligt at få læst teksten på skærmen op. Dette kan den ikke gøre 100% , men det er meget bedre end ingenting. Foruden oplæsningen fortæller han, at han har svært ved at vide, hvilket menupunkt de forskellige indstillinger har og at det ofte ender med et gæt. Foruden dette hjælpemiddel har han en meget systematisk tilgang til spillende som gør at han ved at gennemgå de forskellige elementer opnår kendskab til spillet, der gør ham bedre rustet til at gennemfører det. Dette gjorde sig eksempelvis gældende i telletale spillet/-spillene, hvor han gennemsøgte spillet koordinat for koordinat og gennemskuede de to forskellige typer af opgaver der kom undervejs. Dette kræver dog en ekstra indsats, hvilket gjorde at han sammen med andre blinde tog kontakt til organisationen, der udvikler spillet med råd til hvilke tiltag, der skulle til for at gøre det mere tilgængeligt for blinde.

Sørens kendskab til VR er meget begrænset og han har kun lige haft et VR headset på, hvilket ikke var en så stor succes, idet der var problemer med kalibreringen, fordi det krævede øjenkontakt. Han udtaler også at den tid han ville skulle bruge på at sætte sig ind i hvordan et VR headset skal anvendes på nuværende tidspunkt ikke er det værd i forhold til hvad han ville få ud af det. Dermed ikke sagt at han ikke ville være klar til at eksperimentere med det, da han synes det er utrolig spændende at lydene følger med de steder man kigger hen og har også læst en del om det nye headset fra Sony.

Derudover mener han at der skal laves en udførlig instruktion til at introducere blinde og svagsynede til denne teknologi for at fange deres interesse og lyst til at eksperimentere med VR. Endvidere forslår han at det kunne være interessant med et multiplayer spil, der muliggjorde det at spille på tværs af sansemæssige udfordringer. Ideen med dette var, at der skulle være et virtuelt rum hvor det var muligt at mødes med andre og interagere med dem. Ved hjælp af audiotiv og haptisk feedback skulle det være muligt at navigere rundt samtidig med at de forskellige brugere skulle have bestemte avatar alt efter deres udfordring. Dette kunne eksempelvis være en blindestok eller en førerhund til blinde eller svagsynede.

# Undersøgelse af Hot Potato VR D

---

## D.1 Manus til forklaring af programmet

For at sikre at han får alt den nødvendige indformation inden spillet går i gang er det valgt at udarbejde et manus. Dette vil give han en forklaring af spille og hvordan der interageres med det.

Spillet hedder 'Hot Potato' og går ud på at kaste en bold, som er en tikkende bombe, over på modstanderens banehalvdel hurtigst muligt og før tiden går ud. Spilleren på den anden bane vil også kaste bolden tilbage. I har hver jeres timer, indikeret af musikken. Spilleren hvis timer først udløber, taber spillet. Det gælder altså om at have bolden på sin banehalvdel kortest tid.

Banen er et stort kvadrat, der måler 10x10 meter med høje vægge. En af væggene er en portal ind til modstanderen. Det er den nordlige væg, der er portal-væggen. Ligesom en Jedi kan du samle bolden op/trække den til dig ved at pege på den og trykke på gribknappen, du kan altså samle bolden op uanset hvor langt væk du står fra den. Controlleren indikerer at du peger rigtig på bolden ved at den vibrerer. Når du har samlet bolden op kan du kaste den ind til modstanderen ved at lave en kaste bevægelse og slippe gribknappen. Hvis du trykker på venstre controllers' triggerknap, vil du kunne høre en kvindestemme der kommer fra portalen. Denne stemme siger 'north', som indikere retningen for portalvæggen. Det er muligt at bevæge sig på to forskellige måder endten ved brug af joysticket på venstre controller eller ved fysisk bevægelse. Det samme gælder for rotation der foregår ved joysticket på højre controller eller ved fysisk rotation. Hvis du går ind i en væg, vil der være en mandlig stemme, der fortæller dig hvilken orientering væggen har, altså om du er gået ind i den nord-, syd-, øst- eller vestvendte væg. Dette vil blive gjort ved at den siger north, south, east eller west.

Spilområdet er illustreret med den medbragte måtte og giver en indikation af hvor vagtsystemet er sat op. Det er derfor muligt at bevæge sig frit inden for måtten uden at risikere at ramme ind i noget.

## D.2 Spørgeskemaer til flow og immersion

### Flow scale

Svarene afgives på en 5 punkts likert scale, som går fra 1 'strongly disagree' til 5 'strongly agree' [Magyaródi et al. 2013].

| Item                                                               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| 1. I was able to keep up with the challenges.                      |   |   |   |   |   |
| 2. I felt I can meet the requirements of the situation.            |   |   |   |   |   |
| 3. I had a grip on the events.                                     |   |   |   |   |   |
| 4. I felt I was in control over the situation.                     |   |   |   |   |   |
| 5. I knew I was able to solve the task.                            |   |   |   |   |   |
| 6. I knew exactly what I had to do, and I acted accordingly.       |   |   |   |   |   |
| 7. This task was not too difficult.                                |   |   |   |   |   |
| 8. I felt that what I had to do matched my skills well.            |   |   |   |   |   |
| 9. I could effortlessly perform well.                              |   |   |   |   |   |
| 10. My skills were in balance with the challenges of the activity. |   |   |   |   |   |
| 11. My mind worked in total harmony with my body.                  |   |   |   |   |   |
| 12. My attention was not engrossed at all by the activity.         |   |   |   |   |   |
| 13. It was boring for me.                                          |   |   |   |   |   |
| 14. The activity totally engrossed my attention.                   |   |   |   |   |   |
| 15. I forgot about the progress of time all along.                 |   |   |   |   |   |
| 16. I found the task interesting.                                  |   |   |   |   |   |
| 17. I forgot about the progress of time.                           |   |   |   |   |   |
| 18. Time passed faster than I thought it did.                      |   |   |   |   |   |
| 19. I fused with the task.                                         |   |   |   |   |   |
| 20. I forgot about my close environment.                           |   |   |   |   |   |

### Immersion scale

Svarene afgives på en 5 punkts likert scale, der har varierende endepunkter, som fremgår af tabellen nedenfor [Jennett et al. 2008].

| Item                                                                                                                          |             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---|---|---|---|---|--------------|
| 1. To what extent did the game hold your attention?                                                                           | Not at all  |   |   |   |   |   | A lot        |
| 2. To what extent did you feel you were focused on the game?                                                                  | Not at all  |   |   |   |   |   | A lot        |
| 3. How much effort did you put into playing the game?                                                                         | Very little |   |   |   |   |   | A lot        |
| 4. Did you feel that you were trying you best?                                                                                | Not at all  |   |   |   |   |   | Very much so |
| 5. To what extent did you lose track of time?                                                                                 | Not at all  |   |   |   |   |   | A lot        |
| 6. To what extent did you feel consciously aware of being in the real world whilst playing?                                   | Not at all  |   |   |   |   |   | Very much so |
| 7. To what extent did you forget about your everyday concerns?                                                                | Not at all  |   |   |   |   |   | A lot        |
| 8. To what extent were you aware of yourself in your surroundings?                                                            | Not at all  |   |   |   |   |   | very aware   |
| 9. To what extent did you notice events taking place around you?                                                              | Not at all  |   |   |   |   |   | A lot        |
| 10. Did you feel the urge at any point to stop playing and see what was happening around you?                                 | Not at all  |   |   |   |   |   | Very much so |
| 11. To what extent did you feel that you were interacting with the game environment?                                          | Not at all  |   |   |   |   |   | Very much so |
| 12. To what extent did you feel as though you were separated from your real-world environment?                                | Not at all  |   |   |   |   |   | Very much so |
| 13. To what extent did you feel that the game was something you were experiencing, rather than something you were just doing? | Not at all  |   |   |   |   |   | Very much so |

| Item                                                                                                                    |            | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---|---|---|---|---|----------------|
| 14. To what extent was your sense of being in the game environment stronger than your sense of being in the real world? | Not at all |   |   |   |   |   | Very much so   |
| 15. At any point did you find yourself become so involved that you were unaware you were even using controls?           | Not at all |   |   |   |   |   | Very much so   |
| 16. To what extent did you feel as though you were moving through the game according to you own will?                   | Not at all |   |   |   |   |   | Very much so   |
| 17. To what extent did you find the game challenging?                                                                   | Not at all |   |   |   |   |   | Very difficult |
| 18. Were there any times during the game in which you just wanted to give up?                                           | Not at all |   |   |   |   |   | A lot          |
| 19. To what extent did you feel motivated while playing?                                                                | Not at all |   |   |   |   |   | A lot          |
| 20. To what extent did you find the game easy?                                                                          | Not at all |   |   |   |   |   | Very much so   |
| 21. To what extent did you feel like you were making progress towards the end of the game?                              | Not at all |   |   |   |   |   | A lot          |
| 22. How well do you think you performed in the game?                                                                    | Very poor  |   |   |   |   |   | Very well      |
| 23. To what extent did you feel emotionally attached to the game?                                                       | Not at all |   |   |   |   |   | Very much so   |
| 24. To what extent were you interested in seeing how the game's events would progress?                                  | Not at all |   |   |   |   |   | A lot          |
| 25. How much did you want to 'win' the game?                                                                            | Not at all |   |   |   |   |   | A lot          |

| Item                                                                                                     |                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---|---|---|---|---|----------------|
| 26. Were you in suspense about whether or not you would win or lose the game?                            | Not at all     |   |   |   |   |   | Very much so   |
| 27. At any point did you find yourself become so involved that you wanted to speak to the game directly? | Not at all     |   |   |   |   |   | Very much so   |
| 28. To what extent did you enjoy the graphics and the imagery?                                           | Not at all     |   |   |   |   |   | A lot          |
| 29. How much would you say you enjoyed playing the game?                                                 | Not at all     |   |   |   |   |   | Very much so   |
| 30. When interrupted, were you disappointed that the game was over?                                      | Not at all     |   |   |   |   |   | Very much so   |
| 31. Would you like to play the game again?                                                               | Definitely not |   |   |   |   |   | Definitely yes |

## D.3 Besvarelse af spørgeskemaerne

### Flow scale

Svarene afgives på en 5 punkts likert scale, som går fra 1 'strongly disagree' til 5 'strongly agree'. Derudover angiver 'A' den første besvarelse af flow spørgeskemaet efter det første møde med 'Hot Potato', mens 'B' angiver den afsluttende gennemspilning af spillet, hvor det testet parametre er finjusteret.



| Item                                                               | 1   | 2 | 3 | 4 | 5   |
|--------------------------------------------------------------------|-----|---|---|---|-----|
| 1. I was able to keep up with the challenges.                      |     | A |   |   | B   |
| 2. I felt I can meet the requirements of the situation.            |     |   |   | A | B   |
| 3. I had a grip on the events.                                     |     |   |   |   | A B |
| 4. I felt I was in control over the situation.                     |     | A |   |   | B   |
| 5. I knew I was able to solve the task.                            |     |   | A |   | B   |
| 6. I knew exactly what I had to do, and I acted accordingly.       |     |   | A |   | B   |
| 7. This task was not too difficult.                                |     |   |   | A | B   |
| 8. I felt that what I had to do matched my skills well.            |     |   | A |   | B   |
| 9. I could effortlessly perform well.                              |     | A |   |   | B   |
| 10. My skills were in balance with the challenges of the activity. |     |   |   | B | A   |
| 11. My mind worked in total harmony with my body.                  |     |   |   |   | A B |
| 12. My attention was not engrossed at all by the activity.         | B   |   | A |   |     |
| 13. It was boring for me.                                          | A B |   |   |   |     |
| 14. The activity totally engrossed my attention.                   |     |   | A |   | B   |
| 15. I forgot about the progress of time all along.                 |     | A |   | B |     |
| 16. I found the task interesting.                                  |     |   |   |   | A B |
| 17. I forgot about the progress of time.                           |     | A |   | B |     |
| 18. Time passed faster than I thought it did.                      |     |   | A |   | B   |
| 19. I fused with the task.                                         |     |   |   |   | A B |
| 20. I forgot about my close environment.                           | A   |   |   |   | B   |

### Immersion scale

Svarene afgives på en 5 punkts likert scale, der har varierende endepunkter, som fremgår af tabellen nedenfor. Derudover angiver 'A' den første besvarelse af immersion spørgeskemaet efter det første møde med 'Hot Potato', mens 'B' angiver den afsluttende gennemspilning af spillet, hvor det testet parametre er finjusteret.

| Item                                                                                                                          |             | 1   | 2   | 3 | 4   | 5   |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----|-----|---|-----|-----|--------------|
| 1. To what extent did the game hold your attention?                                                                           | Not at all  |     |     |   |     | A B | A lot        |
| 2. To what extent did you feel you were focused on the game?                                                                  | Not at all  |     |     |   | A   | B   | A lot        |
| 3. How much effort did you put into playing the game?                                                                         | Very little |     |     |   | A   | B   | A lot        |
| 4. Did you feel that you were trying you best?                                                                                | Not at all  |     |     |   |     | A B | Very much so |
| 5. To what extent did you lose track of time?                                                                                 | Not at all  |     | A   |   | B   |     | A lot        |
| 6. To what extent did you feel consciously aware of being in the real world whilst playing?                                   | Not at all  |     |     |   | B   | A   | Very much so |
| 7. To what extent did you forget about your everyday concerns?                                                                | Not at all  | A   |     |   | B   |     | A lot        |
| 8. To what extent were you aware of yourself in your surroundings?                                                            | Not at all  |     |     |   | A B |     | very aware   |
| 9. To what extent did you notice events taking place around you?                                                              | Not at all  |     |     |   |     | A B | A lot        |
| 10. Did you feel the urge at any point to stop playing and see what was happening around you?                                 | Not at all  | A B |     |   |     |     | Very much so |
| 11. To what extent did you feel that you were interacting with the game environment?                                          | Not at all  |     |     |   | A   | B   | Very much so |
| 12. To what extent did you feel as though you were separated from your real-world environment?                                | Not at all  |     | A   |   | B   |     | Very much so |
| 13. To what extent did you feel that the game was something you were experiencing, rather than something you were just doing? | Not at all  |     | A B |   |     |     | Very much so |

| Item                                                                                                                    |            | 1 | 2 | 3 | 4   | 5   |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---|---|---|-----|-----|----------------|
| 14. To what extent was your sense of being in the game environment stronger than your sense of being in the real world? | Not at all |   |   | A | B   |     | Very much so   |
| 15. At any point did you find yourself become so involved that you were unaware you were even using controls?           | Not at all | A | B |   |     |     | Very much so   |
| 16. To what extent did you feel as though you were moving through the game according to your own will?                  | Not at all |   | A |   |     | B   | Very much so   |
| 17. To what extent did you find the game challenging?                                                                   | Not at all |   |   |   | A B |     | Very difficult |
| 18. Were there any times during the game in which you just wanted to give up?                                           | Not at all | B |   |   |     | A   | A lot          |
| 19. To what extent did you feel motivated while playing?                                                                | Not at all |   |   |   | A   | B   | A lot          |
| 20. To what extent did you find the game easy?                                                                          | Not at all |   |   |   | B   | A   | Very much so   |
| 21. To what extent did you feel like you were making progress towards the end of the game?                              | Not at all |   | A |   |     | B   | A lot          |
| 22. How well do you think you performed in the game?                                                                    | Very poor  |   | A |   |     | B   | Very well      |
| 23. To what extent did you feel emotionally attached to the game?                                                       | Not at all |   |   |   | A   | B   | Very much so   |
| 24. To what extent were you interested in seeing how the game's events would progress?                                  | Not at all |   |   |   |     | A B | A lot          |
| 25. How much did you want to 'win' the game?                                                                            | Not at all |   |   |   |     | A B | A lot          |

| Item                                                                                                     |                | 1 | 2   | 3 | 4   | 5           |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---|-----|---|-----|-------------|----------------|
| 26. Were you in suspense about whether or not you would win or lose the game?                            | Not at all     |   |     | B |     | A           | Very much so   |
| 27. At any point did you find yourself become so involved that you wanted to speak to the game directly? | Not at all     |   | A B |   |     |             | Very much so   |
| 28. To what extent did you enjoy the graphics and the imagery?                                           | Not at all     |   |     |   |     | A B (sound) | A lot          |
| 29. How much would you say you enjoyed playing the game?                                                 | Not at all     |   |     |   | A B |             | Very much so   |
| 30. When interrupted, were you disappointed that the game was over?                                      | Not at all     |   |     |   | A B |             | Very much so   |
| 31. Would you like to play the game again?                                                               | Definitely not |   |     |   | A   | B           | Definitely yes |

**Abboud et al., 2014.** Sami Abboud, Shlomi Hanassy, Shelly Levy-Tzedek, Shachar Maidenbaum og Amir Amedi. *EyeMusic: Introducing a 'visual' colorful experience for the blind using auditory sensory substitution*. Restorative neurology and neuroscience, 32(2), 247–257, 2014. ISSN 0922-6028.

**Anderson.** Jesse Anderson. IllegallySighted. URL:  
<https://www.youtube.com/@IllegallySighted/about>.

**Andrade et al., 2019.** Ronny Andrade, Melissa Rogerson, Jenny Waycott, Steven Baker og Frank Vetere. Playing Blind: Revealing the World of Gamers with Visual Impairment. In *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings, CHI '19*, pages 1–14. ACM, 2019. ISBN 1450359701.

**Apter, 2007.** Michael Apter. *Reversal theory: The dynamics of motivation, emotion, and personality*. Oneworld, Oxford, 2007. ISBN 9781851684809.

**Audacity, 2023.** Audacity. *Plot Spectrum*, 2023. URL:  
[https://manual.audacityteam.org/man/plot\\_spectrum.html](https://manual.audacityteam.org/man/plot_spectrum.html).

**AudioGames.net.** AudioGames.net. Welcome at AudioGames.net! URL:  
<https://audiogames.net/>.

**Barr.** Matthew Barr. The Bartle Test of Gamer Psychology. URL: [http://matthewbarr.co.uk/bartle/?fbclid=IwAR16wGV-Wva0mn3\\_n3XeC6xu-p4LvXvXiusle1A3bkDd5wVZX9KRTEY8qQQ](http://matthewbarr.co.uk/bartle/?fbclid=IwAR16wGV-Wva0mn3_n3XeC6xu-p4LvXvXiusle1A3bkDd5wVZX9KRTEY8qQQ).

**Bartle, 1996.** Richard Bartle. *Hearts, clubs, diamonds, spades: players who suit MUDs*, 1996. URL:  
<https://mud.co.uk/richard/hcds.htm>.

**Basyazici-Kulac og Ito-Alpturer, 2013.** Burcin Basyazici-Kulac og Mari Ito-Alpturer. *A phenomenological study of spatial experiences without sight and critique of visual dominance in architecture*. 2013.

**Baxter et al., 2015.** Kathy Baxter, Catherine Courage og Kelly Caine. *Understanding your users : a practical guide to user research methods*. Interactive Technologies. Morgan Kaufmann, Amsterdam, Netherlands, second edition. edition, 2015. ISBN 0-12-800609-9.

- Blomberg et al., 1993.** Jeanette Blomberg, Jean Giacomi, Andrea Mosher og Pat Swenton-Wall. Ethnographic Field Methods and Their Relation to Design. In *Participatory Design*, pages 123–156. CRC Press, 1993. ISBN 9780203744338.
- Blum et al., 2013.** Jeffrey R. Blum, Mathieu Bouchard og Jeremy R. Cooperstock. *Spatialized Audio Environmental Awareness for Blind Users with a Smartphone*. Journal on special topics in mobile networks and applications, 18(3), 295–309, 2013. ISSN 1383-469X.
- Branco, 2020.** Victor Branco. *Blind/Low Vision Game Review – The Last of Us Part II*, 2020. URL: <https://www.gameaccessibilitynexus.com/blog/2020/06/12/blind-low-vision-game-review-the-last-of-us-part-ii/>.
- Brinkmann og Tanggaard, 2022.** Svend Brinkmann og Lene Tanggaard. *Kvalitative metoder : en grundbog*. Hans Reitzels Forlag, Kbh, 3. udgave. edition, 2022. ISBN 9788741277264.
- Bryman et al., 2021.** Alan Bryman, Tom Clark, Liam Foster og Luke Sloan. *Bryman's social research methods*. Oxford University Press, Oxford, sixth edition. edition, 2021. ISBN 0198796056.
- Caillois, 2001.** Roger Caillois. *Man, play, and games*. University of Illinois Press, Urbana, 1. illinois paperback. edition, 2001. ISBN 025207033X.
- Chiasson et al., 2021.** Ameliane Chiasson, Cherry Thompson, Barrie Ellis, Fran Court, Ian Hamilton, James Berg og Tara Voelker. *SIG Top Ten*, 2021. URL: <http://igda-gasig.org/how/sig-top-ten/>.
- Christensen et al., 2000.** Flemming Christensen, Clemen Boje Jensen og Henrik Møller. *The design of valdemar - an artificial head for binaural recording purposes*. journal of the audio engineering society, 2000.
- Coie, 2022.** Perkins Coie. *2022 / Sixth Edition XR Report*, 2022. URL: <https://www.perkinscoie.com/en/news-insights/xr-industry-insider-2022-arvrxr-report.html>. Downloadet: 16-02-2023.
- Cole, a.** Brandon Cole. *Consultancy*, a. URL: [https://www.brandoncole.net/?page\\_id=379](https://www.brandoncole.net/?page_id=379).
- Cole, b.** Brandon Cole. *Gaming Blind in Virtual Reality*, b. URL: <http://www.brandoncole.net/?p=259>.
- Cole, c.** Brandon Cole. *Virtually Superior: A Playstation VR 2 review*, c. URL: <http://www.brandoncole.net/?p=552>.
- Creutzfeldt et al., 2016.** Johan Creutzfeldt, Leif Hedman og Li Felländer-Tsai. *Cardiopulmonary Resuscitation Training by Avatars: A Qualitative Study of Medical Students' Experiences Using a Multiplayer Virtual World*. JMIR serious games, 4(2), 1–11, 2016. ISSN 2291-9279.

- Csikszentmihalyi, 1991.** Mihaly. Csikszentmihalyi. *Flow: The psychology of optimal experience*. Harper Perennial, New York, 1991. ISBN 0060920432.
- EA Sports.** EA Sports. Fifa. URL: <https://www.ea.com/games/fifa/fifa-23>.
- Ellis et al.** Barrie Ellis, Gareth Ford-Williams, Lynsey Graham, Dimitris Grammenos, Ian Hamilton, Ed Lee, Jake Manion og Thomas Westin. Game accessibility guidelines. URL: <https://gameaccessibilityguidelines.com/>.
- Gallace og Girondini, 2022.** Alberto Gallace og Matteo Girondini. *Social touch in virtual reality*. Current opinion in behavioral sciences, 43, 249–254, 2022. ISSN 2352-1546.
- Gardner og Martin, 2000.** Bill Gardner og Keith Martin. *HRTF Measurements of a KEMAR Dummy-Head Microphone*, 2000. URL: <https://sound.media.mit.edu/resources/KEMAR.html>.
- Haegele et al., 2017.** Justin A. Haegele, Takahiro Sato, Xihe Zhu og Timothy Avery. *Physical Education Experiences at Residential Schools for Students who Are Blind: A Phenomenological Inquiry*. Journal of visual impairment & blindness, 111(2), 135–147, 2017. ISSN 0145-482X.
- Hamilton, 2018.** Ian Hamilton. *A Practitioner Reflection on Accessibility in Virtual Reality Environments*. The computer games journal., 7(2), 63–74, 2018. ISSN 2052-773X.
- Hampshire et al., 2022.** Natasha Hampshire, Glaudia Califano og David Spinks. Empathy Mapping. In *Mastering Collaboration in a Product Team*. Apress L. P, United States, 2022. ISBN 1484282531.
- Hefferon og Ollis, 2006.** Kate M. Hefferon og Stewart Ollis. *'Just clicks': an interpretive phenomenological analysis of professional dancers' experience of flow*. Research in dance education, 7(2), 141–159, 2006. ISSN 1464-7893.
- Heilemann et al., 2021.** Fiona Heilemann, Gottfried Zimmermann og Patrick Münster. *Accessibility Guidelines for VR Games - A Comparison and Synthesis of a Comprehensive Set*. Frontiers in virtual reality, 2, 2021. ISSN 2673-4192.
- Holtzblatt og Beyer.** Karen Holtzblatt og Hugh R. Beyer. 8. Contextual Design. URL: <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/contextual-design>.
- Holtzblatt et al., 2005.** Karen Holtzblatt, Jessamyn Burns Wendell og Shelley Wood. *Rapid contextual design : a how-to guide to key techniques for user-centered design*, chapter 8. Building an Affinity Diagram. The Morgan Kaufmann series in interactive technologies. Elsevier/Morgan Kaufmann, San Francisco, elektronisk udgave. edition, 2005. ISBN 9780080515717.

- Hook, 2015.** Brian Hook. *Oculus Connect: Introduction to Audio in VR*, 2015. URL:  
[https://www.youtube.com/watch?v=kBBuuvEP5Z4&ab\\_channel=MetaQuest](https://www.youtube.com/watch?v=kBBuuvEP5Z4&ab_channel=MetaQuest).
- Jantzen, 2013.** Christian Jantzen. Experiencing and Experiences: A Psychological Framework. In *Handbook on the Experience Economy*, pages 149–170. Edward Elgar Publishing, 2013. ISBN 9781781004210.
- Jantzen et al., 2011.** Christian Jantzen, Mikael Vetner og Julie Bouchet. *Oplevelsesdesign: tilrettelæggelse af unikke oplevelseskoncepter*. Samfundslitteratur, Frederiksberg, 1. udgave. edition, 2011. ISBN 9788759315774.
- Jennett et al., 2008.** Charlene Jennett, Anna L. Cox, Paul Cairns, Samira Dhoparee, Andrew Epps, Tim Tijs og Alison Walton. *Measuring and defining the experience of immersion in games*. International journal of human-computer studies, 66(9), 641–661, 2008. ISSN 1071-5819.
- Jensen.** Søren Jensen. Dansk Blind Gamer. URL: [youtube.com/@danskblindgamer/about](https://www.youtube.com/@danskblindgamer/about).
- Jerald, 2016.** Jason. Jerald. *The VR book : human-centered design for virtual reality*. Morgan & Claypool Publishers, S.l, 2016. ISBN 9781970001129.
- Joseph, 2010.** Mary-Anne M. Joseph. *A Phenomenological Study Exploring the Educational, Vocational and Social Experiences of College Educated Individuals Who are Visually Impaired*, 2010.
- Kahneman, 1999.** Daniel Kahneman. Objective happiness. In *Well-being: the foundations of hedonic psychology*. Russell Sage Foundation, New York, 1999. ISBN 0871544245.
- Kahneman og Miller, 1986.** Daniel Kahneman og Dale T. Miller. *Norm Theory: Comparing Reality to Its Alternatives*. Psychological review, 93(2), 136–153, 1986. ISSN 0033-295X.
- Kolko og Connors, 2011.** Jon Kolko og Chris Connors. *Thoughts on Interaction Design*, chapter Chapter Two - Managing Complexity, page 67. Elsevier Science & Technology, San Francisco, 2011. ISBN 9780123809308.
- Københavns Universitet.** Københavns Universitet. Double Diamond. URL:  
<https://innovation.sites.ku.dk/model/double-diamond/>.
- Laverty, 2003.** Susann M. Laverty. *Hermeneutic Phenomenology and Phenomenology: A Comparison of Historical and Methodological Considerations*. International journal of qualitative methods, 2(3), 21–35, 2003. ISSN 1609-4069.
- Lecuyer et al., 2003.** A. Lecuyer, P. Mobuchon, C. Megard, J. Perret, C. Andriot og J.-P. Colinot. *HOMERE: a multimodal system for visually impaired people to explore virtual environments*. 2003-, 251–258, 2003. ISSN 1087-8270.



- Lupetti.** Matteo Lupetti. Seen and heard: making games for the visually impaired. URL: <https://wireframe.raspberrypi.com/articles/seen-and-heard-making-games-for-the-visually-impaired>.
- Magyaródi et al., 2013.** Tímea Magyaródi, Henriett Nagy, Péter Soltész, Tamás Mózes og Attila Oláh. *Psychometric properties of a newly established flow state questionnaire*. The Journal of Happiness & Well-Being, 1, 85–96, 2013. doi: [https://www.researchgate.net/publication/265785921\\_Psychometric\\_properties\\_of\\_a\\_newly\\_established\\_flow\\_state\\_questionnaire](https://www.researchgate.net/publication/265785921_Psychometric_properties_of_a_newly_established_flow_state_questionnaire).
- Maidenbaum et al., 2013.** Shachar Maidenbaum, Shelly Levy-Tzedek, Daniel-Robert Chebat og Amir Amedi. *Increasing accessibility to the blind of virtual environments, using a virtual mobility aid based on the "EyeCane": feasibility study*. PloS one, 8(8), 1–8, 2013. ISSN 1932-6203.
- Massiceti et al., 2018.** Daniela Massiceti, Stephen Lloyd Hicks og Joram Jacob van Rheede. *Stereosonic vision: Exploring visual-to-auditory sensory substitution mappings in an immersive virtual reality navigation paradigm*. PloS one, 13(7), 1–33, 2018. ISSN 1932-6203.
- Meta, a.** Meta. *Artificial Locomotion Types*, a. URL: <https://developer.oculus.com/resources/artificial-locomotion/>.
- Meta, b.** Meta. *Meta Quest*, b. URL: <https://www.meta.com/dk/da/quest/>.
- Meta, c.** Meta. *Oculus Spatializer Features*, c. URL: <https://developer.oculus.com/documentation/native/audio-spatializer-features/>.
- Meta, d.** Meta. *Meta Quest Apps og Spil*, d. URL: [https://www.oculus.com/experiences/quest/?utm\\_source=www.google.com&utm\\_medium=oculusredirect](https://www.oculus.com/experiences/quest/?utm_source=www.google.com&utm_medium=oculusredirect).
- Meta, e.** Meta. *Meta Quest Virtual Reality Check (VRC) Guidelines*, e. URL: <https://developer.oculus.com/resources/publish-quest-req/>.
- Meta, f.** Meta. *Designing Accessible VR*, f. URL: <https://developer.oculus.com/resources/design-accessible-vr/>.
- Meta, g.** Meta. *Quest 2 controller*, g. URL: [https://www.meta.com/dk/en/quest/products/quest-2/?fbclid=IwAR1e3EJ\\_F0SUqWn-9xep03LX8w9hcCbnCIUEgFTLyXVDjCPWfKJTW-\\_rZPs](https://www.meta.com/dk/en/quest/products/quest-2/?fbclid=IwAR1e3EJ_F0SUqWn-9xep03LX8w9hcCbnCIUEgFTLyXVDjCPWfKJTW-_rZPs).
- Miyakawa et al., 2021.** Haruna Miyakawa, Noko Kuratomo, Hisham E. Bilal Salih og Keiichi Zempo. *Auditory Uta-Karuta: Development and Evaluation of an Accessible Card Game System Using Audible Cards for the Visually Impaired*. Electronics (Basel), 10(750), 2021. ISSN 2079-9292.
- Moore, 2013.** Brian Moore. *An introduction to the psychology of hearing*, chapter 7. Space Perception. Brill, Leiden, 6. ed. edition, 2013. ISBN 9789004252424.

- Møller et al., 1996.** Henrik Møller, Michael Friis Sørensen, Clemen Boje Jensen og Dorte Hammershøi. *Binaural technique: Do we need individual recordings?* 1996. ISSN 15494950.
- Nair et al., 2021a.** Vishnu Nair, Jay L Karp, Samuel Silverman, Mohar Kalra, Hollis Lehv, Faizan Jamil og Brian A Smith. *NavStick: Making Video Games Blind-Accessible via the Ability to Look Around.* 2021. ISSN 2331-8422.
- Nair et al., 2021b.** Vishnu Nair, Shao-En Ma, Hannah Huddleston, Karen Lin, Mason Hayes, Matthew Donnelly, Ricardo E Gonzalez, Yicheng He og Brian A. Smith. *Towards a Generalized Acoustic Minimap for Visually Impaired Gamers.* pages 89–91, 2021.
- Niedenthal et al., 2023.** Simon Niedenthal, William Fredborg, Peter Lundén, Marie Ehrndal og Jonas K. Olofsson. *A graspable olfactory display for virtual reality.* International journal of human-computer studies, 169, 102928–, 2023. ISSN 1071-5819.
- Nintendo, 2015a.** Nintendo. *Super Mario Maker*, 2015a. URL: <https://supermariomaker.nintendo.com/>.
- Nintendo, 2015b.** Nintendo. *Super Mario Maker*, 2015b. URL: <https://supermariomaker.nintendo.com/>.
- Norman, 2013.** Don Norman. *The Design of Everyday Things.* Basic Books, Boulder, rev. and expanded ed. edition, 2013. ISBN 9780465050659.
- Omdia, 2022.** Omdia. *Omdia: 12.5m consumer VR headsets will be sold in 2022, with 1.6bn USD being spent on VR content*, 2022.
- Owlchemy Labs.** Owlchemy Labs. *Job Simulator*. URL: <https://jobsimulatorgame.com/>.
- Pare et al., 2021.** Samuel Pare, Maxime Bleau, Ismael Djerourou, Vincent Malotaux, Ron Kupers og Maurice Ptito. *Spatial navigation with horizontally spatialized sounds in early and late blind individuals.* PloS one, 16(2), e0247448–e0247448, 2021. ISSN 1932-6203.
- Pine og Korn, 2011.** Joseph B. Pine og Kim C. Korn. *Infinite possibility: creating customer value on the digital frontier.* Berrett-Koehler Publishers, 2011.
- Postma et al., 2007.** Albert Postma, Sander Zuidhoek, Matthijs L Noordzij og Astrid M L Kappers. *Differences between early-blind, late-blind, and blindfolded-sighted people in haptic spatial-configuration learning and resulting memory traces.* Perception (London), 36(8), 1253–1265, 2007. ISSN 0301-0066.
- Prahalad og Ramaswamy, 2004.** C.K. Prahalad og Venkat Ramaswamy. *Co-creation experiences: The next practice in value creation.* Journal of interactive marketing, 18(3), 5–14, 2004. ISSN 1094-9968.

- Prydz, 2016.** Eric Prydz. *Eric Prydz - Opus*, 2016. URL:  
[https://www.youtube.com/watch?v=iRA82xLsb\\_w&t=227s&ab\\_channel=EricPrydz](https://www.youtube.com/watch?v=iRA82xLsb_w&t=227s&ab_channel=EricPrydz).
- Region H.** Region H. Blindecenter Bredegaard. URL:  
<https://www.densocialevirksomhed.dk/blindecenterbredegaard/Sider/default.aspx>.
- Rene.** Gabriel Rene. An Introduction to The Spatial Web. URL:  
<https://medium.com/swlh/an-introduction-to-the-spatial-web-bb8127f9ac45>.
- Resolution Games, 2020.** Resolution Games. *Cook-Out*, 2020. URL:  
<https://www.oculus.com/experiences/quest/2004774962957063/>.
- Rizzolatti et al., 1997.** Giacomo Rizzolatti, Luciano Fadiga, Leonardo Fogassi og Vittorio Gallese. *The Space Around Us*. Science (American Association for the Advancement of Science), 277(5323), 190–191, 1997. ISSN 0036-8075.
- Salazar.** Kim Salazar. Contextual Inquiry: Inspire Design by Observing and Interviewing Users in Their Context. URL: <https://www.nngroup.com/articles/contextual-inquiry/>.
- Saunders et al., 2019.** Mark Saunders, Philip Lewis og Adrian Thornhill. *Research Methods for Business Students*, chapter The Critical Review, pages 72–90. Pearson Education, Limited, 2019.
- Saylor, a.** Steve Saylor. *The Last Of Us Part II - MOST ACCESSIBLE GAME EVER! - Accessibility Impressions*, a. URL:  
[https://www.youtube.com/watch?v=PWJhxsZb81U&t=147s&ab\\_channel=SteveSaylor](https://www.youtube.com/watch?v=PWJhxsZb81U&t=147s&ab_channel=SteveSaylor).
- Saylor, b.** Steve Saylor. *Steve Saylor*, b. URL: <https://www.youtube.com/@SteveSaylor/about>.
- Schell, 2020.** Jesse Schell. *The art of game design : a book of lenses*. CRC Press, Boca Raton, Florida ;, 3rd edition edition, 2020. ISBN 1-351-80364-6.
- Seifert og Hedderson, 2010.** T. Seifert og C. Hedderson. *Intrinsic Motivation and Flow in Skateboarding: An Ethnographic Study*. Journal of happiness studies, 11(3), 277–292, 2010. ISSN 1389-4978.
- Shin, 2018.** Donghee Shin. *Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience?* Computers in human behavior, 78, 64–73, 2018. ISSN 0747-5632.
- Siu et al., 2020.** Alexa Siu, Mike Sinclair, Robert Kovacs, Eyal Ofek, Christian Holz og Edward Cutrell. *Virtual Reality Without Vision: A Haptic and Auditory White Cane to Navigate Complex Virtual Worlds*. pages 1–13, 2020.

- Smith og Nayar, 2018.** Brian Smith og Shree Nayar. *The RAD: Making Racing Games Equivalently Accessible to People Who Are Blind*. 2018-, 1–12, 2018.
- Source Developer Community.** Source Developer Community. Valve developer Community - Source. URL: <https://developer.valvesoftware.com/wiki/Source>.
- Steel Crate Games, 2019.** Steel Crate Games. *Cook-Out*, 2019. URL: <https://keeptalkinggame.com/>.
- Stochholm, 2005.** Keld Stochholm. *Vejen til Blind Forståelse*. 1. Videncenter for Synshandicap, Synscenter Refsnæs, 2005. ISBN 87-990985-0-4.
- Subramanian, 2022.** Ramakrishnan Subramanian. *Web 3.0: The Evolution*. ITNOW, 64(2), 44–45, 2022. ISSN 1746-5702. doi: 10.1093/itnow/bwac054. URL: <https://doi.org/10.1093/itnow/bwac054>.
- Superhot Team, 2019.** Superhot Team. *Cook-Out*, 2019. URL: <https://superhotgame.com/superhot-vr>.
- Thiel og Steed, 2021.** Felix J Thiel og Anthony Steed. *A Way to a Universal VR Accessibility Toolkit*. 2021.
- Toast VR, 2019.** Toast VR. *Richie's Plank Experience*, 2019. URL: <https://www.oculus.com/experiences/quest/1642239225880682/>.
- Unity Technologies, 2023a.** Unity Technologies. *Audio Overview*, 2023a. URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/AudioOverview.html>.
- Unity Technologies, 2023b.** Unity Technologies. *Audio Spatializer SDK*, 2023b. URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/AudioSpatializerSDK.html>.
- Unity Technologies, 2023c.** Unity Technologies. *Audio Filters*, 2023c. URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/class-AudioEffect.html>.
- Unity Technologies, 2023d.** Unity Technologies. *Unity User Manual 2021.3 (LTS)*, 2023d. URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/UnityManual.html>.
- Unity Technologies, 2023e.** Unity Technologies. *Reverb Zones*, 2023e. URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/class-AudioReverbZone.html>.
- Valve Corporation.** Valve Corporation. Half-Life Alyx. URL: <https://www.half-life.com/da/alyx>.

- Valvo et al., 2021.** Alice Lo Valvo, Daniele Croce, Domenico Garlisi, Fabrizio Giuliano, Laura Giarré og Ilenia Tinnirello. *A navigation and augmented reality system for visually impaired people*. Sensors (Basel, Switzerland), 21(9), 3061–, 2021. ISSN 1424-8220.
- van Opstal, 2016.** John van Opstal. *The Auditory System and Human Sound-Localization Behavior*. Elsevier Science Technology, 2016. ISBN 9780128015292.
- Vashist et al., 2017.** Praveen Vashist, Suraj Singh Senjam, Vivek Gupta, Noopur Gupta og Atul Kumar. *Definition of blindness under National Programme for Control of Blindness: Do we need to revise it?* Indian journal of ophthalmology, 65(2), 92–96, 2017. ISSN 0301-4738. doi: 10.4103/ijo.IJO\_869\_16.
- Wilson, 2013.** Chauncey Wilson. *Brainstorming and Beyond: A User-Centered Design Method*. Elsevier Science, Saint Louis, 2013. ISBN 9780124071667.
- Witmer og Singer, 1998.** Bob G Witmer og Michael J Singer. *Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire*. Presence : teleoperators and virtual environment, 7(3), 225–240, 1998. ISSN 1054-7460.
- Wong et al.** Alice Wong, Hannah Gillis og Ben Peck. VR Accessibility Survey for People with Disabilities. URL: [https://www.ben-peck.com/papers/VR\\_Accessibility\\_Survey.pdf](https://www.ben-peck.com/papers/VR_Accessibility_Survey.pdf).
- XRAccess.** XRAccess. About XR Access. URL: <https://xraccess.org/about/>.
- Ylirisku og Buur, 2007.** Salu Ylirisku og Jacob Buur. *Designing with video: Focusing the user-centred design process*. Springer-Verlag London Limited, London, elektronisk udgave. edition, 2007. ISBN 9781846289613.
- Zaira, 2011.** Cattaneo Zaira. *Blind vision the neuroscience of visual impairment*. MIT Press, Cambridge, Mass, 2011. ISBN 1-283-25857-9.
- Zhao et al., 2018.** Yuhang Zhao, Cynthia Bennett, Hrvoje Benko, Edward Cutrell, Christian Holz, Meredith Morris og Mike Sinclair. *Enabling People with Visual Impairments to Navigate Virtual Reality with a Haptic and Auditory Cane Simulation*. 2018-, 1–14, 2018.
- Zhao et al., 2019.** Yuhang Zhao, Edward Cutrell, Christian Holz, Meredith Morris, Eyal Ofek og Andrew Wilson. SeeingVR: A Set of Tools to Make Virtual Reality More Accessible to People with Low Vision. In *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings, CHI '19*, pages 1–14. ACM, 2019. ISBN 1450359701.