



Kristian Wink

Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen pelkotiilojen siedätyksessä: Siedätystä tukeva peliympäristö

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tieto- ja viestintätekniikan tutkinto-ohjelma

Insinööriyö

20.1.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Kristian Wink
Otsikko:	Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen pelkotilojen siedätyksessä: Siedätystä tukeva peliympäristö
Sivumäärä:	48 sivua
Aika:	20.1.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Tieto- ja viestintätekniikka
Ammatillinen pääaine:	Pelisovellukset
Ohjaajat:	Operations Manager Joonas Häll Lehtori Antti Laiho

Insinööriyössä tutkittiin, miten luoda virtuaalitodellisuuslaitteistolle sovellus, joka toimisi pelkotilojen ja fobioiden altistusterapiana virtuaalitodellisuudessa. Työn tavoitteena oli luoda sovellukseen sykkeenseuranta, jonka avulla pystyttäisiin selvittämään, auttaako peloille altistaminen virtuaalitodellisuudessa lieventämään pelosta johtuvaa ahdistusta. Kehitystyössä huomioitiin sekä tavalliseen altistusterapiaan että virtuaalitodellisuuteen perustuvaan altistusterapiaan liittyvää tehtyä tutkimusta.

Insinööriyötä varten kehitettiin virtuaalitodellisuussovellus Unity-pelimoottorilla. Unity-projektiin asennettiin liitännäinen, jotta sovellus pystyttiin kehittämään toimimaan virtuaalitodellisuuslaitteiston kanssa. Tämän lisäksi projektin asetukset muutettiin ohjeiden mukaisesti, jotta sovellus saatiin toimimaan virtuaalitodellisuuslaitteiston kanssa.

Virtuaalitodellisuuden käyttöliittymästä pyrittiin kehittämään mahdollisimman yksinkertainen ja helposti käytettävä. Ympäristö luotiin mahdollisimman mieltä rauhoittavaksi ja turvallisen oloiseksi.

Sovellukseen implementoitiin sykkeen mittaus Arduino-ohjelmointikieltä käyttäen, mikä mahdollisti sykkeen mittauksen ulkoisen sensorin avulla. Sykkeen mittausta käytettiin arviomaan altistusterapian vaikutusta käyttäjän kokemaan ahdistukseen pelkotilanteessa.

Mittaustuloksista havaittiin, että kun pelon tunne oli lähtötilanteessa voimakas, altistusterapiasta oli hyötyä käyttäjälle. Ahdistuksen luoma sykkeen nouseminen oli alentunut virtuaalitodellisuudessa tapahtuvan altistusterapian avulla. Vastaavia tuloksia on saatu myös aikaisemmin tehdyissä tutkimuksissa.

Insinööriyön lopputuloksena saatiin kehitettyä sovelluksesta prototyyppi, jonka avulla pystyttiin mittaamaan käyttäjän sykkeen muutoksia, jotka aiheutuvat pelon luomasta ahdistuksen tunteesta sovellusta käytettäessä.

Avainsanat: virtuaalitodellisuus, fobia, Unity, altistusterapia

Abstract

Author: Kristian Wink
Title: Desensitization of phobias using virtual reality: A game world that supports desensitization
Number of Pages: 48 pages
Date: 20 January 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Information and Communication Technology
Professional Major: Game Applications
Supervisors: Joonas Häll, Operations Manager
Antti Laiho, Senior Lecturer

The final year project investigated how to create an application for the virtual reality device that would serve as exposure therapy for fears and phobias in virtual reality. The goal of the thesis was to create a virtual reality application with heart rate monitoring, which would be able to find out whether exposure to fear in virtual reality helps alleviate the anxiety caused by fear. In the development of project, research related to both standard exposure therapy and virtual reality-based exposure therapy was taken into account.

For the thesis, a virtual reality application was developed using the Unity game engine. A plugin was installed in the Unity project so that the application could be developed to work with virtual reality hardware. In addition to this, the project settings were changed according to the instructions, so that the application could work with the virtual reality equipment.

Efforts were made to develop the user interface of virtual reality as simple and easy to use as possible. The environment was created to be as calming and safe as possible.

Heart rate measurement was implemented in the application using the Arduino programming language, which made it possible to measure heart rate using an external sensor. Heart rate measurement was used to evaluate the effect of exposure therapy on the anxiety experienced by the user in a fear situation.

From the measurement results, it was found that when the feeling of fear was strong at the baseline, the exposure therapy was beneficial for the user. The increase in heart rate created by anxiety had decreased with help of virtual reality exposure therapy. Similar results have also been obtained in previous studies.

As a result of the thesis, a prototype of application was developed, which was able to measure the changes in the user's heart rate caused by the feeling of anxiety created by fear when using the application.

Keywords: virtual reality, phobia, Unity, exposure therapy

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Virtuaalitodellisuus	2
2.1	Virtuaalitodellisuuden historiaa	3
2.2	Liikkeenseuranta ja liikkuminen virtuaalitodellisuudessa	6
2.3	Vuorovaikutus virtuaalitodellisuudessa	8
2.4	Virtuaalitodellisuus huijaa aivoja	9
2.5	Virtuaalitodellisuuden terveysvaikutukset	9
3	Fobiat	11
3.1	Pelon historiaa	12
3.2	Määräkohteiset fobiat	13
3.3	Sosiaalinen fobia	14
3.4	Agorafobia	15
3.5	Fobian kehittyminen	16
3.6	Fobioiden hoitomenetelmät	17
3.7	Virtuaalitodellisuus hoitomenetelmänä	18
4	VRET-sovelluksen kehittäminen Unitylla	21
4.1	Projektin suunnittelu	21
4.2	Projektin turvallisuus ja eettisyys	23
4.3	VRET-sovelluksen suunnittelu	24
4.4	Virtuaalitodellisuuden implementointi	27
4.5	Sykkeenseurannan implementointi	30
4.6	VRET-sovellus Timorem Tolerantia	31
5	Prototyypin tulokset ja jatkokehitys	39
5.1	Prototyypin toimivuuden testaaminen altistusterapiana	39
5.2	VRET-sovelluksen jatkokehittäminen	42
6	Yhteenveto	43
	Lähteet	45

Lyhenteet

- DoF: *Degrees of freedom*. Vapausaste viittaa tiettyyn määrään akseleita, joita jäykkä kappale pystyy liikuttamaan vapaasti kolmiulotteisessa avaruudessa.
- HMD: *Head-mounted display*. Näyttölaite, joka asetetaan käyttäjän pään ympärille, esimerkiksi virtuaalitodellisuuslasit.
- ICD: *International Classification of Diseases*. Maailman terveysjärjestön ylläpitämä kansainvälinen tautiluokitusjärjestelmä.
- NASA: *National Aeronautics and Space Administration*. Yhdysvaltain ilmailu- ja avaruushallitus.
- VR: *Virtual reality*. Virtuaalitodellisuus on tietokoneella kokonaisuudessaan simuloitu kolmiulotteinen virtuaalinen maailma.
- VRET: *Virtual reality exposure therapy*. Virtuaalitodellisuudessa tapahtuva altistusterapia.

1 Johdanto

Virtuaalitodellisuuden kehitys on edennyt nopeasti viime vuosina, ja myös sen hyödyntäminen lääketieteessä on lisääntynyt. Insinööriyön tavoitteena oli luoda virtuaalitodellisuussovellus, jota käytettäisiin fobioiden altistusterapian hoitomenetelmänä, ja tutkia, auttaako se fobiasta kärsivää henkilöä altistusterapian hoitomuotona. Virtuaalitodellisuuden lähes täydellisen immersion eli mukaansa tempaavan vaikutuksen luoma reaalisuuden tunne sopii hyvin altistusterapian kaltaisiin tilanteisiin.

Kiinnostus insinööriyön aiheeseen heräsi, kun opintoryhmäni jäsen ehdotti, että tehtäisiin yhdessä edellä mainitun kaltainen sovellus. Aihe alkoi kiinnostamaan siksi, että olen kohdannut henkilöitä, jotka kärsivät suuresta pelosta tiettyä asiaa kohtaan. Sovelluksen kehittäminen antoi mahdollisuuden auttaa lieventämään fobiasta kärsivän henkilön pelon ahdistusta pelkoansa kohtaan.

Sovellus luotiin parityönä niin, että toinen opiskelija keskittyi sydämen sykkeen mittauksen implementointiin sovellukseen ja itse keskityin kehittämään mahdollisimman hyvin siedätystä tukevan virtuaalitodellisuusympäristön.

Sovellus päädyttiin kehittämään Unity-pelimootorilla Oculus Quest 2 -virtuaalitodellisuuslaitteistolle. Sykkeenmittaukseen käytettiin ulkoista ohjauskorttia ja sensoria, joiden toiminta implementointiin sovellukseen Arduino-ohjelmointikielellä. Sykkeen seurannalla pyrittiin tutkimaan sitä, auttaako sovelluksessa tapahtuva altistus henkilön ahdistukseen pelkotilanteessa.

Työn alussa syvennytään lyhyesti virtuaalitodellisuuden historiaan, toimintaperiaatteisiin ja sen aiheuttamiin terveysvaikutuksiin. Virtuaalitodellisuuden jälkeen kolmannessa luvussa perehdytään fobioiden historiaan, kuinka ne syntyvät ja miten niitä hoidetaan. Seuraavaksi käsitellään virtuaalitodellisuuden toimivuutta altistusterapiamuotona ja sen hyötyjä verrattuna tavalliseen altistusterapiaan. Neljännessä luvussa esitellään projektin suunnitelman ja prototyypin

kehitystyön vaiheet sekä luotu prototyyppi. Lopuksi käydään läpi projektista saadut tulokset.

2 Virtuaalitodellisuus

Virtuaalitodellisuus eli VR (virtual reality) tunnetaan suomen kielessä myös sanoilla keinotodellisuus ja lumetodellisuus, mutta yleisesti käytetään termiä virtuaalitodellisuus. Virtuaalitodellisuudella tarkoitetaan tietokoneella luotua kolmiulotteista ympäristöä, jossa käyttäjä voi olla passiivisesti katsojan roolissa tai suoraan vuorovaikutuksessa luodun ympäristön kanssa reaaliajassa [1]. Passiivisessa roolissa käyttäjä voi esimerkiksi seurata 360-asteisesti kuvattuja videoita tai olla vuoristoradan vaunun kyydissä. Virtuaalitodellisuuspelit ovat hyvä esimerkki: niissä käyttäjä voi olla suorassa vuorovaikutuksessa virtuaalisen ympäristön kanssa.

Virtuaalitodellisuusmaailmat voivat olla luotu joko muistuttamaan täysin reaali maailman olemassa olevaa kohdetta ja sen ympäristöä tai mielikuvituksen ideoimaa fantasiamaailmaa kuten esimerkiksi VR-peleissä [1]. Virtuaalitodellisuuslasit luovat erittäin immerstiivisen eli mukaansa tempaavan kokemuksen, jolloin todellisuuden ja virtuaalitodellisuuden raja hämärtyy. Tämän mahdollistaa muun muassa se, että virtuaalitodellisuuslasit on suunniteltu siten, että käyttäjän koko näkökenttä peittyi, kun käyttäjä on asettanut ne päähänsä. Todellisuudentuntoa voidaan lisätä muun muassa äänillä ja hajuilla. Virtuaalitodellisuussovelluksiin ja -peleihin on mahdollista tutustua virtuaalitodellisuuslasien avulla.

Virtuaalitodellisuutta hyödynnetään monin eri tavoin:

- Lentäjiä koulutetaan lentokonesimulaattoreilla.
- Sotilaita koulutetaan armeijassa taistelutilanteisiin.
- Urheilulajeissa käytetään harjoittelumetodina.
- Museoissa esitellään historiallisia kohteita.
- Terveystieteissä on useitakin kohteita, muun muassa fobioiden hoidot, kirurgien koulutus ja robottikirurgia.
- Arkkitehdit käyttävät apuna rakennusten suunnittelussa. [2; 3.]

Edellä mainitut ovat vain muutama esimerkki siitä, kuinka virtuaalitodellisuutta hyödynnetään eri aloilla.

2.1 Virtuaalitodellisuuden historiaa

Virtuaalitodellisuus voidaan katsoa alkaneeksi jo kauan sitten. Sitä, kun ihmisille kehittyi mielikuvitus ja kyky kommunikoida puhutun ja kirjoitetun kielen avulla, voidaan kutsua analogisen virtuaalitodellisuuden aluksi. [4, s. 14.]

Charles Wheatstonen tekemä tutkimus vuonna 1838 osoitti, että aivot prosessoivat molemmista silmistä tulevat kaksiulotteiset kuvat yhdeksi kolmiulotteiseksi kohteeksi [5].

Tämän tutkimuksen katsotaan luoneen perustan virtuaalitodellisuudelle.

Wheatstonen luoma stereoskooppi (kuva 1) näytti saman kuvan molemmille silmille, mutta eri kulmasta luoden kolmiulotteisen vaikutelman.



Kuva 1. Charles Wheatstonen luoma stereoskooppi [4, s. 17].

Vuonna 1851 David Brewster esitteli kuluttajille tarkoitetun käsissä pidettävän stereoskoopin ja arveli sen myyneen vuoteen 1856 mennessä noin puoli miljoona kappaletta. Brewsterin luoma stereoskooppi sisälsi linssit, joiden avulla oli myös mahdollista suurentaa kuvia. William Cruberin luoma View-Master vuodelta 1939 ja Google Card board perustuvat samaan konseptiin [4, s. 16].

Ensimmäinen kaupallinen lentokonesimulaattori oli Edward Linkin vuonna 1928 kehittämä Link Trainer, joka oli täysin sähkömekaaninen ja käytti moottoreita nousukulman ja sivuttaiskallistuman säätämiseen. Link Trainerilla pyrittiin simuloimaan turbulenssia ja mahdollisia ilmassa tapahtuvia häiriöitä. Toisen maailmansodan aikana Link myi yli 10 000 simulaattoria ja yli 500 000 lentäjää suoritti niillä peruskoulutuksensa ja paransivat taitojaan. [4, s. 19; 5.]

Tieteiskirjallisuudessa kuvaillaan nykyisten kaltaisia virtuaalitodellisuuslaseja ensimmäisen kerran vuonna 1935 Stanley G. Weinbaumin kirjoittamassa kirjassa Pygmalion's Spectacles [5].

Sensorama (kuva 2) oli ensimmäinen kaikkia aisteja simuloiva teatterikaappi, jonka kehitti vuonna 1956 kuvaaja Morton Heilig [6].



Kuva 2. Sensorama [6].

Sensorama loi todellisuudentunteen 3D-näytöllä, stereoäänellä, tuulettimilla, haju- ja värilämpögeneraattoreilla ja tärisevällä tuolilla. Sensoramalle luotiin jopa kuusi lyhytelokuvaa [5]. Morton Heilig kehitti myös ensimmäisen virtuaalikipärän vuonna 1960, jossa oli 140 asteen vaaka- ja pystysuuntainen näkymä, kuulokkeet ja ilmanpoistosuuttimet, jotka oli tarkoitettu luomaan tuulen tunne. [4, s. 20; 6.]

Vuonna 1961 Philco Corporation -yrityksen insinöörit Comeau ja Bryan kehittivät ensimmäisen nykyisten HMD-laitteiden (head mounted display) eli nykyisten virtuaaliodellisuuslasien edeltäjän Headsightin, joka perustui pään liikkeen seurantaan. Pään liikkussa kamera liikkui toisessa huoneessa, minkä seurauksena ympäristön seuraaminen oli luonnollista. Sword of Damocles oli Ivan Sutherlandin vuonna 1968 kehittämä ensimmäinen tietokoneeseen liitetty HMD, mutta sitä oli epämukavaa käyttää ja tietokoneen sille luoma grafiikka alkeellista. [4, s. 21; 5.]

Vuonna 1975 ilmestynyt Videoplace oli ensimmäinen interaktiivinen virtuaaliodellisuusjärjestelmä. Videoplace koostui pimeistä huoneista, joissa virtuaaliodellisuus luotiin käyttämällä tietokonegrafiikkaa, projektoreita, videokameroita, suuria näyttöjä ja asennontunnistusteknologiaa. Kameran tallensivat käyttäjien liikkeet ja tietokone loi niistä silhuetit, jotka projisoitiin näytölle ja ne vastasivat käyttäjien liikkeitä. [7.]

Seuraavalla vuosikymmenellä vuonna 1987 Janor Lanier keksi alalle käsitteen virtuaaliodellisuus. Janor Lanierin ja Thomas Zimmermanin vuonna 1985 perustama VPL Research oli ensimmäinen yritys, joka myi virtuaalilaseja ja -hansikkaita. NASA aloitti 1980-luvun loppupuolella projektin VIEW:n (Virtual Interface Environment Workstation), joka oli tarkoitettu astronauttien koulutussimulaattoriksi. VIEW sisälsi HMD:n lisäksi käsineet, joilla pystyi olemaan vuorovaikutuksessa virtuaaliodellisuuden ympäristön kanssa. [4, s. 26; 5.]

Pelikonsolivalmistajat Sega ja Nintendo kehittivät omat versionsa virtuaaliodellisuuslaseista 1990-luvulla. Vuonna 1993 Sega ilmoitti uusista virtuaaliodellisuuslaseista Sega VR. Segan oli tarkoitus julkaista ne kuluttajille, mutta teknisten kehitysvaikeuksien takia sitä ei koskaan tapahtunut, vaikka laseille kehitettiin jopa neljä peliä. Vuotta myöhemmin Sega julkaisi Sega VR-1:n, joka oli liikesimulaattori, joka liikkui sen mukaan, mitä ruudulla tapahtui. Nintendo julkaisi Virtual Boy'n (kuva 3) vuonna 1995, mutta sitä oli vaikea käyttää ja pelien grafiikka oli huonolaatuista, minkä takia se sai huonot arvostelut käyttäjiltä, ja sen valmistus lopetettiin jo seuraavana vuonna. [5; 7.]



Kuva 3. Virtual Boy [8].

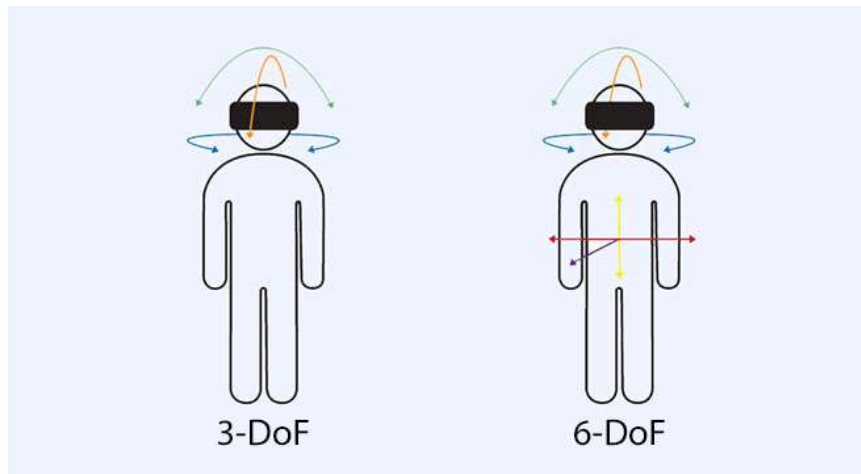
1990-luvulla suuret yritykset, kuten Sega, Disney ja General Motors, panostivat virtuaalitodellisuuden kehittämiseen, ja 1990-luvun alkupuoli olikin virtuaalitodellisuuden kulta-aikaa. Vuonna 1996 virtuaalitodellisuusala saavutti huippunsa ja alkoi sen jälkeen pikkuhiljaa taantumaan, kun teknologia ei pystynytkään vastaamaan odotuksia. 2000-luvun ensimmäinen vuosikymmen oli virtuaalitodellisuuden kannalta hiljaista aikaa. Tämänhetkisen VR-teknologian nopea kehittyminen ja yleistyminen katsotaankin alkaneeksi vuonna 2010, jolloin ilmestyi ensimmäinen Oculusin prototyyppi virtuaalitodellisuuslaseista. [4, s. 26–27.]

2.2 Liikkeenseuranta ja liikkuminen virtuaalitodellisuudessa

Virtuaalitodellisuuslaitteistot sisältävät erilaisia antureita, jotta liikkeenseuranta voidaan suorittaa mahdollisimman tarkasti. Toiset laitteistot sisältävät enemmän antureita kuin toiset, ja riippuukin laitteistosta, miten liikkeenseuranta on toteutettu. Jos virtuaalitodellisuuslaitteistoissa ei olisi liikkeenseurantaa, virtuaalitodellisuusmaailmassa ei olisi mahdollista tehdä periaatteessa yhtään mitään, vaan siellä oltaisiin jumissa. [9.]

Liikkeenseurantaan liittyy käsite DoF (degrees of freedom), vapausaste, jonka avulla pystytään luomaan virtuaalitodellisuusmaailmaan reaali maailman liikkeiden tunne. 3DoF:ää käytettäessä seurataan kiertoliikettä x-, y- ja z-akselin suhteen kolmiulotteisessa avaruudessa. Tästä hyvä esimerkki on 360-asteisesti

kuvatut videot. Jotta virtuaalitodellisuusmaailmassa pystyy liikkumaan, liikkeen-seurantajärjestelmä käyttää mittaukseen 6DoF:ää. Kiertoliikkeen seuraamisen lisäksi 6DoF (kuva 4) seuraa liikkumista x-, y- ja z-akselin suhteen kolmiulotteisessa avaruudessa. [9.]



Kuva 4. 3DoF:n ja 6DoF:n toiminnallisuuden ero [10].

Laadukkaasti toteutettu liikkeenseuranta on yksi immersiiivisyyteen vaikuttava avaintekijä. Liikkeenseuraamisen voi luokitella kahteen päätapaan: optiseen ja epäoptiseen seurantaan. Optisessa seurannassa liikettä seurataan visuaalisen tiedon avulla ja epäoptisessa seurannassa käytetään mikrosähkömekaanisia antureita, esimerkiksi kiihtyvyyssantureita, gyroskooppeja ja magnetometrejä. Kiihtyvyyssantureilla voidaan mitata liikettä x-, y- ja z-akselin suhteen, ja gyroskoopeilla voidaan mitata kiertoliikettä samojen akseleiden suhteen. [9.]

Virtuaalitodellisuudessa liikkuminen voidaan toteuttaa eri tavoilla. 360-asteisesti kuvattuja videoita voidaan katsella istuen tai seisten päätä liikuttamalla eri suuntiin. Samoin voi tehdä esimerkiksi, kun ollaan virtuaalitodellisuudessa vuoristoradan vaunun kyydissä, mutta vaunun liikkumista ohjaa sovelluksen kehittäjän luoma ohjelmointikoodi. Myös paikallaan pelattavia pelejä löytyy, joissa käytetään ohjaimia tavoitteiden saavuttamiseen. Käyttäjä voi itse liikkua virtuaalitodellisuudessa kahdella eri tavalla: joko suoraviivaisesti tai kaukosiirtymän avulla. Suoraviivainen liikkuminen tapahtuu joko ohjaimien avulla tai kävellen

ennalta määritellyn alueen rajojen sisäpuolella. Liikkuminen kaukosiirtymän avulla tapahtuu ohjaimen avulla ja onkin hieman suosittu liikkuutapa virtuaalitodellisuusmaailmoissa, koska se aiheuttaa vähemmän virtuaalitodellisuuden aikaansaamaa matkapahoinvointia.

2.3 Vuorovaikutus virtuaalitodellisuudessa

Todentuntuisen vuorovaikutuksen luominen virtuaalitodellisuussovellukseen on tärkeimpiä asioita sovellusta luodessa, mutta samalla myös yksi haastavimmista. Vuorovaikutuksen tulisi olla toteutettu siten, että se olisi mahdollisimman intuitiivista ja realistista verrattuna oikeaan maailmaan, jotta saavutetaan maksimaalinen immersivisyyden tunne. Huonosti toteutettu vuorovaikutus käyttäjän ja sovelluksen välillä voi johtaa nopeasti käyttäjän turhautumiseen. Hyvin toteutettu vuorovaikutus on mukaansa tempaavaa ja nautittavaa, sen käyttäminen on helppoa ja on helppo ymmärtää, kuinka se toimii. On suotavaa, että sovelluksen ensimmäisellä käyttökerralla käyttäjä perehdytetään kattavasti sovelluksen toiminnallisuuksiin. [4, s. 277–278.]

Visuaalisesti voidaan esimerkiksi opastaa käyttäjää virtuaaliympäristössä olevalla objektilla oikeaan suuntaan tai saada käyttäjä kiinnostumaan tutkimaan tiettyä kohdetta. Suorana vuorovaikutuksena voi toimia oven avaus tai valojen päälle laittaminen valokytkimestä. Käyttäjän saaman palautteen vuorovaikutustilanteista tulisi olla oikea-aikaista, mutta liikaakaan sitä ei saa olla. Vuorovaikutusta voidaan tehostaa muun muassa ääniefektein tai värisyttämällä kädessä pidettäviä ohjaimia. [4, s. 279–280.]

Käyttäjä voi käyttää ohjaimia virtuaalisina käsinään, joiden avulla pystyy olemaan vuorovaikutuksessa virtuaalitodellisuuden ympäristön kanssa. Käsillä voi ottaa kiinni ympäristön esineistä ja käyttää niitä: koskettamalla nappia voi esimerkiksi käynnistää laitteen tai avata oven. Jos virtuaalitodellisuuslasit tukevat käsien seurantaa, vuorovaikutus ympäristön kanssa voidaan tehdä myös käyttäjän omilla käsillä, jotka heijastetaan virtuaalitodellisuuspeliin tai -sovellukseen.

On olemassa virtuaalikäsineitä, joita käytettäessä voi esimerkiksi "tuntea" perhosen laskeutuvan kädelle käsineen antaessa käyttäjälle sähköisen ärsyksen.

2.4 Virtuaalitodellisuuden vaikutus aivoihin

Silmät näkevät saman kuvan hieman eri kulmasta ja aivot muodostavat niistä kolmiulotteisen kokonaisuuden, mitä kutsutaan stereoskooppiseksi näöksi. Virtuaalitodellisuuslasit luovat stereoskooppisen vaikutelman ympäristöstä edellä mainitulla tavalla, mikä luo illuusion syvyysvaikutelmasta. Liikuttaessa virtuaalissa maailmassa aivot saavat tämän informaation ja tämä muodostaa ongelman. [11.]

Ongelma muodostuu siitä, että käyttäjän silmät ja sisäkorvat rekisteröivät kaiken liikkeen ja äänen, mikä tapahtuu virtuaalitodellisuudessa. Samalla kehon lihakset ja nivelet tietävät, mitä reaali maailmassa oikeasti tapahtuu. Aivot saavat nämä keskenään ristiriidassa olevat viestit samanaikaisesti, jolloin aivot hämmentyvät. Tämä saattaa aiheuttaa käyttäjälle samanlaista pahanolon tunnetta kuin matkapahoinvointi. [12.]

2.5 Virtuaalitodellisuuden terveysvaikutukset

Virtuaalitodellisuuslasien käyttö voi aiheuttaa erilaisia haitallisia terveysvaikutuksia kuten pahoinvointia, silmien rasitusta, kohtauksia, pääkipua, huimausta, fyysisen vamman tai kulkutaudin saamisen. Niitä aiheuttavat tekijät voivat olla muun muassa liikkuminen virtuaalitodellisuudessa, virheellinen kalibrointi, latenssi, fyysiset törmäykset tai huono hygienia. Matkapahoinvointi on yleisin virtuaalitodellisuuden aiheuttama haitallinen terveysvaikutus. Haitallisiin terveysvaikutuksiin on monia tekijöitä, ja ne voidaan jakaa kolmeen ryhmään: järjestelmätekijät, yksilölliset tekijät ja sovelluksen suunnittelutekijät. [4, s. 163; 4, s. 197.]

Järjestelmätekijöistä mahdollisesti suurin pahoinvoinnin aiheuttaja on latenssi. Latenssilla tarkoitetaan sitä aikaa, joka järjestelmällä kestää vastata käyttäjän

tekemiin toimintoihin. Virtuaalitodellisuudessa tämä voi tapahtua, kun käyttäjä liikuttaa päätään ja järjestelmä ei ehdi reagoida siihen tarpeeksi nopeasti, jolloin päähän pysähdyttä kuva vielä liikkuukin. [4, s. 183; 4, s. 198.]

Muita järjestelmäteknologioita ovat muun muassa

- kalibrointi
- seurantatarkkuus
- sijainnin seurannan puute
- näkökenttä
- virkistystaajuus
- näytön vasteaika
- välkyntä
- virtuaalitodellisuusjärjestelmän sopivuus
- laitteiston paino ja massakeskipiste
- hygienia. [4, s. 198–200.]

Liian painavat virtuaalitodellisuuslasit voivat esimerkiksi aiheuttaa niskakipua ja päänsärkyä. Julkisessa käytössä olevat virtuaalitodellisuuslasit, kuten virtuaalitodellisuuspuistoissa, on syytä pitää puhtaina hygienian takia. Virtuaalitodellisuuslasien linssit on hyvä välillä puhdistaa, koska likaiset linssit voivat aiheuttaa silmien räsytystä. [4, s. 178; 4, s. 200.]

Kaikki käyttäjät ovat yksilöitä, joten virtuaalitodellisuus myös vaikuttaa kaikkiin eri tavalla. Erot voivat olla huomattavia eri käyttäjien kesken. Katsotaan olevan kolme yksilöllistä päätekijää: herkkyys provosoivalle liikkeelle, sopeutumisenopeus ja ilmentyneiden oireiden vaimenemisaika. Edellä mainitut vaikuttavat siihen, kuinka pahasti käyttäjälle saattaa ilmaantua virtuaalitodellisuudesta aiheutuvia terveysvaikutuksia. [4, s. 200–201.]

Suunnitteluteknologiat tulee ottaa huomioon virtuaalitodellisuussovellusta kehitettäessä. Tällaisia ovat esimerkiksi

- ruudunpäivitysnopeus

- virtuaalitodellisuudessa tapahtuva liikkeen kiihtyvyys
- virtuaalitodellisuudessa tapahtuva kiertoliike
- se, käytetäänkö sovellusta seisten, kävellen vai istuen
- luminanssi. [4, s. 203–205.]

8–12-vuotiaille lapsille tehdyn tutkimuksen mukaan osalla oli virtuaalitodellisuuslasien käytön jälkeen vaikeuksia arvioida etäisyyksiä ja yhdellä tasapainovaikeuksia, mutta ne olivat lyhytkestoisia. [13.]

3 Fobiat

Pelko, toisin kuin fobia, on ihmisen luonnollinen tunne, joka valtaa silloin, jos havaitaan uhka tai vaaratilanne. Voidaankin sanoa, että pelkoreaktio on järkevää pelkoa, josta voi olla aidosti hyötyä vaaratilanteissa. Henkilön kohdatessa pelkotiloja hän voi tavallisesti hallita niitä järjen ja logiikan avulla.

Fobia on voimakasta ja järjenvastaista pelkoa tiettyä esinettä, eläintä tai tilannetta kohtaan [14].

Pelko luetaan fobiaksi siinä vaiheessa, kun henkilöstä tuntuu siltä, ettei hän pysty selviytymään arkisista-asioista pelkonsa takia. [14.]

Tutkimuksen mukaan Suomessa ahdistuneisuushäiriöiden esiintyvyys on melko alhaista ja nuorilla aikuisilla esiintyvyys on noin kymmenellä prosentilla (kuva 5) [15].

**Ahdistuneisuushäiriöt:
Terveys 2000 -tutkimus**

Viimeisen vuoden aikainen esiintyvyys	Miehet	Naiset	Yhteensä
Ahdistuneisuushäiriöt yhteensä	3.7 %	4.8 %	4.2 %
· Sosiaalinen fobia	1.1 %	0.9 %	1.0 %
· Paniikkihäiriö	1.4 %	2.4 %	1.9 %

**Ahdistuneisuushäiriöt nuorilla aikuisilla:
Nuorten aikuisten terveys ja psyykinen hyvinvointi -tutkimus**

Elinaikainen esiintyvyys	Miehet	Naiset	Yhteensä
Ahdistuneisuushäiriöt yhteensä	8.4 %	16.9 %	12.6 %
· Sosiaalinen fobia	3.0 %	3.1 %	3.1 %
· Määritetyt fobiat	1.0 %	3.8 %	2.4 %

Kuva 5. Ahdistuneisuushäiriöt Suomessa (lähteen 15 pohjalta).

3.1 Pelon historiaa

Ensimmäinen maininta yksittäisestä pelkoa kokevasta henkilöstä on jo 400-luvulta ennen ajanlaskun alkua Hippokrateen kirjoittamana. Henkilö pelkäsi korkeita paikkoja, jyrkänteitä ja huilumusiikkia [16, s. xiii]. Sanaa fobia käytti ensimmäisen kerran roomalainen tietosanakirjailija Aulus Cornelius Celsus kuvaillessaan yksittäisen henkilön pelkoa vettä kohtaan sanalla hydrofobia [17]. Pelon kehittymisestä kirjoitti englantilainen John Locke 1600-luvulla [18, s. 123]. Tuntematon kirjoittaja määritteli vuonna 1786 fobian olevan pelkoa mielikuvitteellista pahaa kohtaan tai kohtuutonta pelkoa oikeaa pelonaihetta kohtaan [19]. Seuraavan kerran käsitettä fobia käytettiin sen nykymerkityksessä vuonna 1801, ja sen käyttäminen alkoi yleistymään 1800-luvulla, kun kiinnostus fobioita kohtaan yleistyi [17; 18, s. 123].

Reilu sata vuotta sitten psykologisille ongelmille ei ollut olemassa minkäänlaista selvää luokittelujärjestelmää eikä asiasta tiedetty paljoa, joten avunsaaminen niihin ei ollut helppoa. Psykoanalyysitieteen luoja Sigmund Freud erotti tekstissään *Obsessions and Phobias: Their Psychical Mechanism and Their Aetiology* vuonna 1895 pakkomielleet ja fobiat toisistaan. Freud ehdotti, että fobioiden tapauksessa potilaan tunnetila oli sairaalloista ahdistusta, kun pakkomielleinen tunnetila saattoi sisältää myös epäilystä ja vihaa. [16, s. xiv.]

Fobiat saivat vasta vuonna 1947 oman erillisen diagnostisen kategorian kansainvälisessä tautiluokituksessa ICD:ssä (International Classification of Diseases), ja vuonna 1951 American Psychiatric Association luokitteli ne. Nykyäänkin käytössä oleva fobioiden luokittelujärjestelmä luotiin 1960-luvulla, kun huomattiin, että ne voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin, jotka ovat määräkohteiset fobiat, sosiaalinen fobia ja agorafobia. [19.]

3.2 Määräkohteiset fobiat

Määräkohteiset fobiat ovat yksittäisiä fobioita. Määräkohteinen fobia kohdistuu johonkin tiettyyn kohteeseen tai tilanteeseen [18, s. 14]. Kun henkilö kärsii määräkohteisestä fobiasta, hän usein itse tietää, että pelon aiheuttama ahdistus on liiallista, mutta ei silti pysty estämään siitä aiheutuvaa pelkoreaktiota. Pelolle altistuessa reaktio on useasti välitön ja pahimmillaan saattaa aiheuttaa paniikki-kohtauksen. Määräkohteisiä fobioita on monia, joten ne jaetaan viiteen alaryhmään:

- eläinfobiat
- veri, injektiot, vammat
- luonnonilmiöt
- yksittäiset tilanteet
- muut fobiat, esimerkiksi panfobia eli kaiken pelko. [18, s. 14–16.]

Eläinfobioissa pelon voi periaatteessa aiheuttaa mikä tahansa eläin, jolloin henkilö saattaa alkaa välttelemään tiettyjä paikkoja liikkuessaan ulkona. Tällaisia ovat esimerkiksi ekvinofobia eli hevosten pelko ja ranidafobia eli sammakoiden pelko. Hemofobiasta eli veren pelosta tai trypanofobiasta eli neulojen ja injektioiden pelosta kärsivä voi jopa pyörtyä kohdatessaan pelon aiheuttajan. Fobioita aiheuttavia luonnonilmiöitä ovat muun muassa ukkosen ja salamoinnin pelko eli astrafofia ja veden pelko eli hydrofobia. Määräkohteisten tilanteiden fobioihin luetaan esimerkiksi hissit, sillat ja lentäminen. Nykyisten fobioiden lista on pitkä ja hyvinkin kirjava. [18, s. 14–16; 19.]

Määräkohteisesta fobiasta kärsivä yrittää kaikin mahdollisin tavoin välttää joutumasta tilanteeseen, jossa joutuisi kohtamaan pelkonsa. Tämä saattaa joissain tapauksissa johtaa siihen, että henkilö yrittää lieventää pelkoansa alkoholilla, mikä voi johtaa alkoholin ongelmakäyttöön. Lapsen kohdatessa määräkohteisen pelonaiheuttajan ja ahdistusreaktion syntyessä lapsi ei aikuisen tavoin välttämättä ymmärrä pelkonsa aiheuttamaa liiallisuutta, mikä voi ilmetä käyttäytymisessä itkuna, raivokohtauksina, jähmettymisenä tai tarrautumisena. [20.]

3.3 Sosiaalinen fobia

Sosiaalisessa fobiassa eli sosiaalisten tilanteiden pelossa pelko voi kohdistua yhteen tai useampaan sosiaaliseen tilanteeseen. Sosiaalisesta fobiasta kärsivän pelko voi syntyä muuan muassa esiintymistilanteessa tai puhuttaessa tuntemattoman ihmisen kanssa. Näissä tilanteissa henkilö luulee olevansa kaikkien muiden rankan arvostelun kohteena ja pelkää käyttäytyvänsä siten, että se antaisi muille aiheutta arvostella häntä. Tällaisen tilanteen jälkeenkin henkilö voi käydä kyseistä tilannetta läpi ja olla sitä mieltä, että oma käyttäytyminen ei ollut muidenkaan mielestä tarpeeksi hyvää. Hän voi kokea myös joutuvansa suljetuksi pois tietyistä ryhmästä. [18, s. 16; 20.]

Sosiaalisesta pelosta kärsivä saattaa luoda itsellensä pelon kierteen. Ennen sosiaalista tilannetta henkilö alkaa jo pelkäämään omaa käyttäytymistään tulevassa tilanteessa. Tilanteen aikana hän on ahdistunut ja jälkeensä vielä ahdistunut siitä, kuinka käyttäytyi aiemmin juuri koetussa sosiaalisessa tilanteessa [20]. Tämä voi johtaa siihen, että henkilö alkaa välttelemään ahdistukseen liittyviä tilanteita. Näissä tilanteissa hän voi pelätä esimerkiksi hikoilevansa, punastuvansa, sanovansa vääriä sanoja, käsiensä vapisevan tai tekevänsä jotain muuta, minkä kokee itse antavan muille syyn kritisoida häntä. [18, s. 16–17; 21.]

Sosiaalisia tilanteita on melkein mahdotonta välttää arkisessa elämässä, ja ihminen saattaakin keksiä keinoja selviytyäkseen niistä. Kun hän ei pysty enää suoriutumaan arkisista asioistaan, jotka liittyvät sosiaaliseen pelkoon, lasketaan se sosiaaliseksi fobiaksi. Näin voi esimerkiksi käydä silloin, jos henkilö kieltäytyy

hänelle tarjotuista työpaikoista sosiaalisen pelon vuoksi tai keskeyttää opin-
tonsa samasta syystä. Lääkkeiden tai päihteiden käyttö tai psyykinen tai fyysi-
nen sairaus voivat aiheuttaa myös vastaavanlaista käyttäytymistä. Määräkohtei-
sen fobian tapaan sosiaalinen fobia voi johtaa pahimmillaan paniikkikohtauk-
seen, minkä lisäksi ihminen saattaa menettää virtsanpidätyskykynsä, pyörtyä tai
oksentaa pelkotilanteessa, ja tämän seurauksena henkilölle voi kehittyä jälleen
yksi pelko lisää. [18, s. 17; 21.]

Luonteenpiirre, joka voidaan sekoittaa sosiaalisten tilanteiden pelkoon, on
ujous. Ujoutta voi kokea uusissa sosiaalisissa tilanteissa, kuten aloittaessaan
työn uudessa työpaikassaan. Ujous eroaa (kuva 6) sosiaalisten tilanteiden pe-
lostasta siinä, ettei se vaikuta kielteisesti normaaleihin arkisiin askareihin siten, että
henkilö ei pystyisi suoriutumaan niistä [18, s. 32].

UJOUS VS. SOSIAALISTEN TILANTEIDEN PELKO		
EROTTELEVA TEKIJÄ	UJOUS	SOSIAALISTEN TILANTEIDEN PELKO
KÄSITEKATEGORIA	TEMPERAMENTTIPIIRRE	MIELENTERVEYSDIAGNOOSI
YLEISYYS	YLEINEN	HARVINAINEN
OIREIDEN VOIMAKKUUS	MATALAMPI	KORKEAMPI
OIREIDEN KESTO TILANTEESSA	HETKELLISTÄ	JATKUVAA
VÄLTÄMINEN	HARVINAISTA	YLEISTÄ
KUORMITUS HYVINVOINNILLE	EI MERKITTÄVÄÄ KUORMITUSTA	MERKITTÄVÄ KUORMITUS
KUORMITUS IHMISSUHTEILLE	EI MERKITTÄVÄÄ KUORMITUSTA	MERKITTÄVÄ KUORMITUS

Kuva 6. Ujouden ja sosiaalisten tilanteiden pelon ero [22].

3.4 Agorafobia

Agorafobia tarkoittaa julkisten paikkojen pelkoa. Tällaisia paikkoja voivat olla
esimerkiksi ihmisjoukot, suljettu tila tai avara paikka. Henkilö, joka kärsii agora-
fobiasta, pelkää paikkoja, joista on vaikeaa päästä nopeasti pois, tai kokee, ettei

niissä voi saada tarpeeksi nopeasti apua mahdollisen pelkoreaktion aiheuttamaan ahdistukseen tai paniikkikohtaukseen. Näistä tilanteista henkilö voi kuitenkin selviytyä, jos mukana on turvallinen ja luotettava henkilö. Mikäli henkilö joutuu yksin edellä mainitun kaltaisiin tilanteisiin eikä hänellä ole turvallista henkilöä mukanaan, ahdistus voi kasvaa niin suureksi, että se aiheuttaa paniikkikohtauksen. [18, s. 18–19; 23.]

Agorafobia eroaa sosiaalisesta fobiasta siten, että pelko kohdistuu tiettyyn paikkaan, kun sosiaalisessa fobiassa pelko kohdistuu henkilön omaan käyttäytymiseen. Perheenjäsenet tai ystävät saattavat alkaa hoitamaan agorafobiasta kärsivän arkisia asioita, mikä johtaa siihen, että fobiasta kärsivä ei pääse parantumaan, vaikka tarkoitusperä onkin hyvä. Toisin sanoen agorafobiasta kärsivä tulee aina vain enemmän riippuvaisemmaksi läheistensä avusta ja pelko kasvaa vain suuremmaksi. [18, s. 18–20; 23.]

3.5 Fobian kehittyminen

Fobian syntyyn voivat tutkimusten mukaan vaikuttaa sekä geneettiset tekijät että ympäristötekijät. Mikäli suvussa esiintyy ahdistuneisuushäiriöitä, henkilöllä on suurempi riski jonkin fobian kehittymiseen. Pelkkä pelkoärsykkeen ajattelemisen voi aiheuttaa fobiasta kärsivälle suurta ahdistuksen tunnetta. Pelkoärsykkeen aiheuttama ahdistusreaktio aiheuttaa sydämen sykkeen kiihtymistä, hikoi-lua, vapinaa, verenpaineen nousua ja hengenahdistusta ja pahimmassa tapauksessa voi johtaa paniikkikohtaukseen. Ahdistuksen aiheuttama pelko suhteessa tilanteen aiheuttamaan vaaraan on useasti hyvin epärealistista. [14; 18, s. 13; 24.]

Alun fobian kehittymiselle voi aiheuttaa esimerkiksi traumaattinen kokemus, väkivaltainen tilanne tai onnettomuus. Henkilölle voi tapahtua myös ehdollistuminen, jolloin toistuva altistuminen tietylle asialle tai tilanteelle aiheuttaa siihen liittyvän ärsykkeen yhdistämisen pelkoon tai ahdistukseen. Lapsilla saattaa kehittyä pelko jotain tiettyä asiaa kohtaan joko heidän vanhempiansa vuoksi tai heidän kauttansa. Pimeyden pelko voi esimerkiksi kehittyä lapselle, kun

vanhemmat pelottelevat sillä lapsuudessa. Vanhemman pelokas reagointi esimerkiksi hämähäkkejä kohtaan saattaa aiheuttaa sen, että myös lapsi oppii pelkäämään niitä. [14; 20.]

Fobia asettaa rajoja sitä potevalle, jolloin hänen läheisensä saattavat mukauttaa elämänsä sen mukaan. Toisin sanoen aletaan välttämään tilanteita, joissa saattaa altistua pelkoärsykkeelle. Tämä saattaa johtaa esimerkiksi siihen, että henkilön lapset eivät pääse kokemaan luonnon kauneutta tai rentoa keskustelua muiden kanssa. [18, s. 18–20.]

3.6 Fobioiden hoitomenetelmät

Fobioita hoidetaan kolmella eri hoitomenetelmällä, jotka ovat kognitiivinen käyttäytymisterapia (cognitive behavioral therapy, CBT), psykoedukaatio ja altistus-terapia. Hoitomenetelmä valitaan sen perusteella, minkälainen pelko on ja kuinka voimakkaasti pelko koetaan. Hoidon lisäksi apuna voidaan käyttää oikeita lieventäviä tai hoitavia lääkkeitä. Suurimmalta osin fobiat voidaan parantaa, jolloin saadaan parannettua henkilön elämänlaatua. [14.]

Kognitiivisessa käyttäytymisterapiassa on oletuksena, että ihmisen ajatusten, tunteiden, toiminnan ja fysiologisten reaktioiden katsotaan kuuluvan perimän ja ympäristön vuorovaikutukseen perustuvaan suhteeseen. Pelkojen katsotaan syntyvän siitä, miten henkilö ajattelee, tuntee ja käyttäytyy altistuessaan pelko-reaktiolle, joten kognitiivisella käyttäytymisterapialla pyritään saamaan henkilö muuttamaan ajattelu-, tunne- ja toimintatapojaan. [18, s. 47; 25.]

Kognitiivinen käyttäytymisterapia on tutkimuspohjainen toimintapa [26, s. 86].

Aluksi CBT:ssä tehdään käyttäytymisanalyysi, jotta saadaan kartoitettua henkilön nykytilannetta ja taustoja. Käyttäytymisanalyysillä on tarkoitus saada selville, mitkä tilanteet ovat muodostuneet ongelmakohdiksi. Terapiaa jatketaan viikoittaisilla käynneillä kestoaltaan 45–60 minuuttia. Fobioiden ja pelkojen

tapauksessa saattaa riittää yksi intensiivinen hoitokerta, minkä jälkeen henkilö pystyy viemään hoidon loppuun omatoimisesti. [26, s. 88–94.]

Psykoedukaatio on kognitiivisen käyttäytymisterapian muoto, jonka tavoitteena on antaa henkilölle ja hänen omaisilleen tietoa sairaudesta, hoidosta ja vaikutuksista hoidettavan elämään. Tarkoituksena on saada henkilö ymmärtämään paremmin sairauttaan, parantaa hoitomyönteisyyttä ja antaa sekä henkilölle että omaisille emotionaalista apua. [14; 27.]

Altistusterapia on myös kognitiivisen käyttäytymisterapian muoto, jossa henkilö altistetaan pelolle asteittain turvallisessa ja valvotussa ympäristössä. Tarkoituksena on, että henkilö huomaa, ettei tilanne olekaan niin vaarallinen, kuin hän on kokenut aikaisemmin, ja saa uuden kokemuksen pelkotilasta selviytymiseen. Altistus voidaan toteuttaa eri tavoin. Pelon voi kohdata oikeassa elämässä, mitä kutsutaan in vivo -altistukseksi. Henkilö voi kohdata pelkonsa myös in virtuo eli virtuaalitodellisuudessa. Araknofobiasta kärsivä voidaan altistaa esimerkiksi olemaan vuorovaikutuksessa hämähäkin kanssa. Nyktofobiasta eli pimeyden pelosta kärsivää pyydetään esimerkiksi kuvittelemaan olevansa pimeässä huoneessa. Altistus voidaan suorittaa myös kuvitteellisena mielikuvaharjoituksena. [26, s. 94; 28.]

3.7 Virtuaalitodellisuus hoitomenetelmänä

Virtuaalitodellisuusaltistusterapia eli lyhemmin VRET (virtual reality exposure therapy) ei eroa tavallisesta altistusterapiasta muulla tavalla kuin siten, että se tapahtuu virtuaalitodellisuudessa [29].

Virtuaalitodellisuus tarjoaa hyvin mukaansa tempaavan kokemuksen tämänhetkisellä teknologialla, jolloin todellisuuden ja virtuaalitodellisuuden raja hämärtyy. Tämä onkin hyvin tärkeää, kun virtuaalitodellisuutta käytetään altistusterapiana, jolloin henkilön tulee kokea olevansa osa ympäristöä. VRET sopii lähes kaikikäisille, kunhan henkilö on kiinnostunut hyödyntämään kyseistä teknologiaa ongelmansa hoitamiseen [29]. Virtuaalitodellisuusaltistusterapiaa käytetään

pelkojen ja fobioiden lisäksi muun muassa trauman jälkeisen stressihäiriön, pakko-oireisuushäiriön ja autismin hoitomenetelmänä [30]. VRET:n aikana voidaan seurata henkilön käyttäytymistä esimerkiksi sykkeenseurannalla [31].

VRET:a käytettäessä on otettava huomioon, että ihmiset reagoivat eri tavoin virtuaalitodellisuuteen [29]. Toisilta saattavat lentää ohjaimet ja virtuaalitodellisuuslasit äkkipikaisesti pois päältä, kun toiset saattavat vain hieman väistää. On myös ihmisiä, joille ei synny lainkaan pelon tunnetta VRET:ssä [32]. Pelko kohdataan asteittain ja sopivasti kerrallaan, minkä jälkeen käsitellään keskustellen heränneitä tunteita [32].

VRET-sovelluksen suunnittelussa huomioitavaa

VRET-sovellus täytyy kehittää siten, että henkilölle syntyy ahdistusvaste sitä käytettäessä, kuten reaali maailmassa. Virtuaalitodellisuusympäristön tulee olla hyvin realistinen, jotta virtuaalitodellisuusaltistuksesta saadaan mahdollisimman todentuntuinen. Altistuksen määrän tulee olla sopiva, jottei käyttäjä välittömästi turhaudu, jos altistus on aluksi liian voimakas. Eri peloille ahdistusvastikkeen syntyminen vaatii eri asioita, joten se kannattaa ottaa huomioon sovelluksen tasosuunnittelussa. [29.]

Ympäristöä luodessa on hyvä keskittyä valaistukseen, yksityiskohtiin ja käyttämään laadukasta sisältöä. Erityisesti tasosuunnittelussa kannattaa huomioida, ettei käytä sellaisia ratkaisuja, jotka aiheuttaisivat sovellusta käytettäessä tekstuuri- ja välikymistä tai muita häiriötiloja. Sovellusta kehittäessä on syytä pitää mielessä, minkälaiselle virtuaalitodellisuuslaitteistolle se on tarkoitus kehittää, koska virtuaalitodellisuussovellukset ja -pelit vaativat yleensä melko paljon laskentatehoa ja mikäli laitteistolta ei löydy tarpeeksi suorituskykyä se saattaa joutaa kuvan nykimiseen ja huonoon ruudunpäivitykseen, mikä huonontaa huomattavasti immersiota ja läsnäolon tunnetta. [29.]

Immersion tunnetta sovelluksessa voidaan parantaa kuulo- ja tuntoaistimusten avulla. Realistisuuden tunnetta voidaan lisätä sovelluksen korkean paikan tasoon esimerkiksi lisäämällä äänimaailmaan tuulen huminaa ja liikenteen ääniä.

Tuntoaistimuksien lisäämiseksi voidaan käyttää oikeita esineitä tuntemuksen luomiseen tai esimerkiksi virtuaalitodellisuuden tarkoitettuja hansikkaita, jotka antavat sähköisen ärsyksen. Mahdollistamalla henkilön vapaan liikkumisen sovelluksen altistustilanteessa voidaan lisätä käyttäjän läsnäolon tunnetta, mikä mahdollistaa esimerkiksi sen, että käyttäjä voi kävellä lähemmäksi itsellensä pelottavaa kohdetta. [29.]

Peliteollisuuden puolella virtuaalitodellisuuspelien kehityksessä on jonkin aikaa etsitty hyviä keinoja vähentää samoja ongelmia, jotka täytyy ottaa huomioon VRET-sovelluksen kehityksessä. Hyvä esimerkki tästä on virtuaalitodellisuuspelejä Richie's Plank Experience, jossa pelaaja pääsee muun muassa kävelemään lankun päällä, joka on 80 kerroksen korkeudessa. Pelissä on mahdollista kloonata mikä tahansa reaali maailman lankku virtuaalitodellisuusympäristöön, millä saadaan lisättyä läsnäolon tunnetta. Pelin immersion tunnetta on saatu parannettua visuaalisin keinoin: muun muassa muuttamalla auringonlaskunvalaistus päivävalaistukseen varjojen samalla muuttuessa saatiin parannettua näkymän syvyyttä [33].

VRET:n hyödyt altistusterapiana

Virtuaalitodellisuusaltistusterapialla on etuja verrattuna tavalliseen altistusterapiaan. Altistuksen tapahtuessa virtuaalitodellisuudessa se on helposti toistettavissa. Virtuaalitodellisuusympäristöt voidaan kehittää tietyille yksittäiselle pelolle vastaamaan mahdollisimman realistista tilannetta, mikä mahdollistaa sen, että voidaan kehittää myös ympäristöjä, joissa pelon kohtaaminen oikeassa elämässä olisi vaikea järjestää. Altistettavan ollessa täysin hallitussa ympäristössä henkilö pystyy paremmin kontrolloimaan altistustaan omalle pelolleen. [32; 34.]

Kun altistusterapia voidaan suorittaa VRET:nä terapeutin vastaanotolla, saadaan muutamia hyötyjä. Altistettava saattaa olla halukkaampi kohtaamaan pelkonsa vastaanotolla kuin oikeassa ympäristössä kokiessaan olonsa turvallisemmaksi tietäessään, ettei oikeasti voi tapahtua mitään ja virtuaalitodellisuuslasit voi vain nostaa pois päästään. Terapeutin ja altistettavan turvallisuus on

parempi vastaanotolla, kun ei tarvitse lähteä esimerkiksi etsimään korkeata paikkaa pelon kohtaamiseksi. Näistä syistä säästetään myös kustannuksissa: esimerkiksi pelon kohtaaminen lentopelkoiselle voi olla hankala ja kallis järjestää. Vastaanotolla tapahtuvalla VRET:llä säästetään sekä terapeutin että altistettavan aikaa ja samalla rahaa, kun ei ole tarvetta lähteä kohtaamaan pelkoa oikeaan maailmaan. [32; 34.]

4 VRET-sovelluksen kehittäminen Unitylla

Unity on toinen maailman suosituimmista pelimoottoreista Unreal Enginen lisäksi. Molempien pelimoottoreiden käyttäminen on ilmaista, ja molempien ohjelmien kaupoista löytyy useita ilmaisia valmiiksi tehtyjä 3D-malleja, pintojen materiaaleja ja liitännäisiä, mikä antaa hyvät lähtökohdat prototyyppien kehittämiseksi. Molemmat pelimoottorit tukevat virtuaalitodellisuuspelien ja -sovellusten kehittämistä, mutta insinööriyöhön liittyvä VRET-sovellus päädyttiin kehittämään Unitylla parityönä. Idea VRET-sovelluksen kehittämiseen, joka keskittyy pelkojen ja fobioiden siedätykseen, syntyi kehitystiimin toisen tekijän aloitteesta. Insinööriyön tarkoituksena oli saada kehitettyä VRET-sovellus, jossa on sykkeenseuranta ja jota voisi käyttää joko terapeuttien vastaanotoilla tai kotikäytössä hoitomenetelmänä tavallisen altistusterapian asemesta.

4.1 Projektin suunnittelu

Suunnittelun ensimmäisessä vaiheessa päätettiin kummankin kehittäjän aikaisempien tehtyjen projektien tuoman kokemuksen mukaan pitää sovelluksen tavoite mahdollisimman selkeänä ja yksinkertaisena. Ensimmäiseksi listattiin projektiin tarvittavat ohjelmistot ja laitteistot, jotka tarvittaisiin projektin kehitystyön aloittamiseksi. Ohjelmistoiksi valikoituivat

- Arduino IDE
- Discord
- Excel
- Oculus

- Unity
- Visual Studio

ja muiksi työkaluiksi

- 3D-mallit
- kyselylomake
- sykesensori
- virtuaalitodellisuuslaitteisto.

Seuraavaksi sovittiin kehitystiimin jäsenten vastualueet sovelluksen kehitystyössä. Yhteyttä sovittiin pidettävän Discordin välityksellä kaksi kertaa viikossa noin tunnin pituisina palaverina, jolloin käydään läpi kehityksen tilannetta.

Molemmat kehitystiimin jäsenet saivat oppilaitoksesta lainaksi sovelluksen kehityksen ajaksi Oculus Quest 2 -virtuaalitodellisuuslaitteiston. Toiselta tiimin jäseneltä löytyi myös omassa omistuksessa oleva Oculus Rift S -virtuaalitodellisuuslaitteisto. Sovelluksen kehitysympäristöksi valittiin Unity-pelimoottori, koska sen tiedettiin tukevan kehittämistä Oculusin laitteiston kanssa. Kehitystiimin aikaisempien Unity-projektien kokemusten pohjalta oli tarve sopia tietty Unityn versio, jota käytettäisiin kehitystyössä, koska Unityn eri versioiden käyttäminen samassa projektissa oli luonut aikaisemmissa projekteissa ongelmia kehitystyön aikana.

Sykkeenseurantaan päätettiin käyttää kehitystiimin toisen jäsenen älykelloa. Sovellus tuli tarvitsemaan tietyn määrän 3D-malleja, joten ne päätettiin hankkia Unityn omasta verkkokaupasta Unity Asset Storesta, ja sieltä löytyikin ilmaisia tarkoitukseen sopivia valmiita mallikokonaisuuksia. Versionhallintajärjestelmänä päädyttiin käyttämään Unityn Plastic SCM:ää.

Seuraavaksi alettiin pohtimaan, mille fobioille sovellus kehitettäisiin. Fobioita on erittäin monia erilaisia, ja pienen tutkimuksen jälkeen päädyttiin kymmenen fobian listaan, joista valittaisiin sovelluksen pelonkohteet. Projekti haluttiin pitää

tarpeeksi suppeana, joten lopulta listalta valittiin kolme yleisesti tunnettua ja oletettavasti helposti toteutettavaa fobiaa:

- korkeiden paikkojen pelko eli akrofobia
- hämähäkkien pelko eli araknofobia
- ahtaiden paikkojen pelko eli klaustrofobia.

Ohjelmistojen ja työkalujen lisäksi suunnitelman ensimmäisen vaiheen loppupuolella listattiin asiat, joista tarvittaisiin lisätietoa kehitystyötä varten. Lisätietojen hankinta painottui siedätyksen puolelle, ja kirjattiin seuraavat asiat:

- Kuinka siedätys toteutetaan tavallisessa altistusterapiassa?
- Onko tiettyä sykkeen tasoa siedätystilanteessa?
- Mikä on eriasteisten siedätystasojen määrä sovelluksessa yhtä pelkoa kohti?
- Mikä olisi sopiva siedätyskertojen määrä käyttäjälle?
- Mitä asioita tulisi ottaa huomioon, kun henkilö kohtaa pelkonsa?
- Mitä ihminen aistii ollessaan pelkotilanteessa?

Lopuksi suunnitelman ensimmäisessä vaiheessa käytiin läpi, mitä oli opittu edellä mainituista asioista ja kuinka sitä tietoa voitiin hyödyntää suunnitelman toisessa vaiheessa eli itse sovelluksen suunnittelussa. Tiedonhaussa ilmeni asioita, jotka olisi syytä ottaa huomioon kehitystyössä. Kehitystiimin toinen jäsen sai selville, että sopiva määrä siedätyksen tasoja olisi kymmenen, mutta koska kehitystiimissä oli vain kaksi henkilöä, työmäärä olisi ollut valtava ja päädyttiin kolmeen tasoon yhtä pelkoa kohden. Ihmiset ovat yksilöitä, ja pelot koetaan yksilöllisesti, joten oikeaa siedätyskertojen määrää ei ole. Tiedonhaussa ei ilmenyt, minkälaiset sykearvojen tulisi olla siedätystilanteessa.

4.2 Projektin turvallisuus ja eettisyys

Tiedonhaussa selvisi myös, että potilaan turvallisuuden ja hyvinvoinnin kannalta olisi tärkeää siedätystä suoritettaessa, että paikalla olisi joko terapeutti tai

psykologi [35]. Mahdollisen paniikkikohtauksen aiheutuessa sovellusta käytettäessä olisi syytä olla suunniteltuna varotoimenpide.

Tärkein asia, joka opittiin tietoa hakiessa, oli se, että henkilön tulkitaan olevan haavoittuvassa tilassa pelon kohdatessaan. Tämä tarkoitti sitä, että tarvittaisiin eettinen ennakoarviointi tutkimusluvalle, mikäli haluttaisiin käyttää suurempaa tutkittavien testiryhmää käytettäessä sovellusta altistusterapiana. Tämä johti siihen, että kehityksessä lähdettiin keskittymään enemmän sovelluksen teknisen puolen kehittämiseen. Asiaa tutkittiin vielä hieman tarkemmin ja selvisi, että kehitystiimin jäseniä ja heidän lähipiiriinsä kuuluvia henkilöitä voitaisiin käyttää sovelluksen testaamiseen tietyin rajoituksin.

4.3 VRET-sovelluksen suunnittelu

Sovelluksen toiminnallisuutta lähdettiin suunnittelemaan käyttäjäystävällisyyden kannalta, minkä lisäksi sovelluksesta pyrittäisiin suunnittelemaan helposti käytettävä ja omaksuttava. Sovelluksen päärakennetta suunnitellessa päädyttiin huonekohtaiseen lähestymistapaan. Jokainen erillinen toiminta tehtäisiin niille luoduissa omissa erillisissä huoneissaan.

Suunniteltiin, että käyttäjä saapuu kirjautumisen jälkeen virtuaalisen vastaanoton aulaan, josta pääsisi helposti sekä kohtaamaan pelkonsa että mittauttamaan leposykkeensä lepohuoneeseen. Sovelluskehitykseen valikoituivat projektin suunnittelussa mainitut kolme pelkoa eli akrofobia, araknofobia ja klaustrofobia, joille jokaiselle tehtäisiin kolme altistustasoa, jolloin altistuksen taso nousisi portaittain suuremmaksi. Luotaisiin myös toiminnallisuus, että seuraavalle pelon tasolle ei tulisi pääsemään, ennen kuin on suorittanut aiemman tason hyväksytysti.

Tason pystyisi läpäisemään suorittamalla siedätykseen liittyvän tehtävän, minkä jälkeen käyttäjä pääsisi siirtymään takaisin aulaan. Tilanteessa, jossa pelon kohtaamiseen liittyvä ahdistus nousi sietämättömäksi sovellusta käytettäessä, tarvittaisiin jonkinlainen nopea poistumistapa kyseisestä tilanteesta. Pienen

pohdinnan jälkeen päädyttiin ratkaisuun, joka toimisi kahdella eri tavalla: käyttäjä voisi painaa tiettyä näppäintä ohjaimesta, jolloin hän siirtyisi suoraan lepo-huoneeseen, ja sama tapahtuisi automaattisesti, jos käyttäjän syketaso nousisi liian korkeaksi. Tämä näppäin kirjattiin suunnitelmaan paniikinappulaksi.

Yksittäiset huoneet pelialueina

Ensimmäiseksi huoneeksi suunniteltiin kirjautumishuone, jossa käyttäjä voisi joko luoda itsellensä käyttäjätilin tai kirjautua sisään jo olemassa olevalla käyttäjätilillä.

Sovelluksen päähuoneeksi suunniteltiin aula, joka toimisi virtuaalisena terapeutin vastaanottona ja samalla sovelluksen päävalikkona. Aula sisältäisi pääsyn lepo-huoneeseen ja pelkojen siedätystasoihin, minkä lisäksi aulasta pystyisi poistumaan sovelluksesta. Aluksi käyttäjä ohjattaisiin mittaamaan leposyke lepo-huoneeseen. Sovelluksen ensimmäisellä käyttökerralla ainoastaan pelkojen ensimmäiset siedätystasot tulisivat olemaan käyttäjän käytettävissä. Aulasta päätettiin jättää tarkoituksella vapaa liikkuminen kokonaan pois hyvän käytettävyyden varmistamiseksi.

Lepo-huoneesta luotaisiin rauhallinen ympäristö, jossa käyttäjä pystyisi rauhoittumaan ennen pelon siedätystason suorittamista ja mahdollisesti tottumaan hie-man virtuaaliodellisuusympäristöön, mikäli käyttäjä käyttäisi virtuaaliodellisuusteknologiaa ensimmäisen kerran. Käyttäjän leposykkeen mittaus tehtäisiin lepo-huoneessa.

Akrofobian ensimmäisessä siedätystasossa käyttäjän tulisi ensin nousta keittiö-jakkaralle, saada esine kädellä korkealta tasolta seisoessaan jakkaran päällä ja laskeutua jakkarylta takaisin alas. Toisessa siedätystasossa käyttäjän tulisi kävellä huoneen parvekkeelle, ottaa parvekkeen kaiteesta kiinni ja pitää siitä kiinni 20 sekuntia. Akrofobian kolmannessa eli viimeisessä siedätystasossa käyttäjän tulisi liikkua lankun päällä, joka on kahden korkean talon välissä kattojen päällä tavoitteena päästä siirtymään ensimmäisen talon katolta toisen talon katolle.

Araknofobian ensimmäisessä siedätystasossa käyttäjän tulisi olla samassa huoneessa, jossa hämähäkki oli huoneen pöydällä liikkumattomana. Toisessa siedätystasossa käyttäjän tulisi liikkua huoneessa kohti hämähäkkiä, joka liikkuu huoneen pöydällä. Araknofobian kolmannessa eli viimeisessä siedätystasossa käyttäjän tulisi nostaa huoneen pöydällä oleva liikkuva hämähäkki virtuaaliselle kädelleen.

Klaustrofobian ensimmäisessä siedätystasossa käyttäjän tulisi liikkua käytävää pitkin, joka muuttuisi sitä ahtaammaksi, mitä pidemmälle käyttäjä on kulkenut. Toisessa siedätystasossa käyttäjän tulisi painaa huoneessa olevaa painiketta, jota painettaessa huone alkaisi pienenemään 30 sekunnin ajaksi, mikä tulisi suorittaa kolme kertaa yhden suorituksen aikana. Klaustrofobian kolmannessa eli viimeisessä siedätystasossa huone alkaisi pienenemään automaattisesti, mikä tapahtuisi kolme kertaa samalla tavalla kuin klaustrofobian aiemmassa siedätystasossa.

Käyttäjähahmon liikkumisen toteuttaminen ja sykkeenseuranta

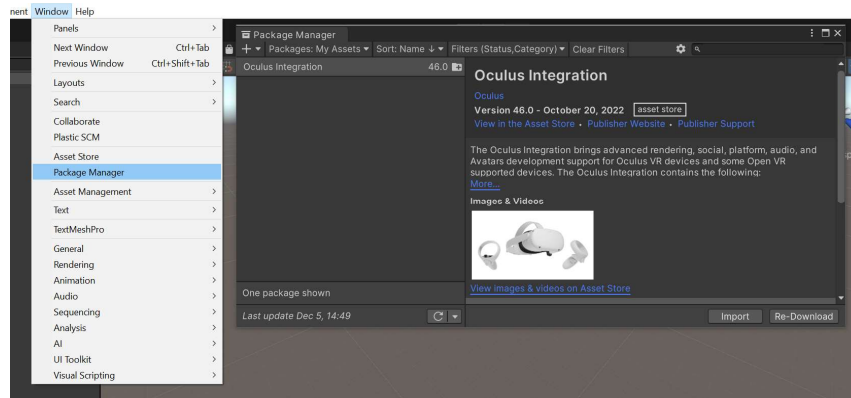
Kehitystiimin käytettävissä oli Unity-liitännäinen Final IK (Inverse Kinematics eli käänteiskinematikka), jota päätettiin käyttää käyttäjän liikkumisen kehittämiseen projektissa. Final IK:lla saataisiin pelaajahahmon liikkeet mahdollisimman realistisen oloiseksi, ja oletettiin, että se parantaisi immersion tunnetta. Käyttäjän liikkumisen päätettiin olevan lineaarista.

Sykkeenmittauksen ominaisuuksien osalta päädyttiin siihen, että tärkeintä olisi saada luotettavasti siirrettyä dataa reaaliajassa mittauslaitteesta tietokoneelle ja että data olisi mahdollisimman tarkkaa. Sykkeenmittaus päätettiin suorittaa kehitystiimin jäsenen älykelloa hyväksi käyttäen. Älykellolla mitattaisiin sykettä, minkä jälkeen data siirrettäisiin Unity-projektiin hyödynnettäväksi.

4.4 Virtuaalitodellisuuden implementointi

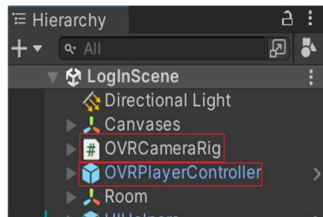
Ensimmäiseksi täytyi varmistaa, että Unity-versioon oli asennettuna tuki Android-kehitykselle, jotta projekti oli mahdollista kehittää Android-käyttöjärjestelmää käyttävälle laitteelle. Android-tuki tarvitaan kehitettäessä sovellusta Oculus-virtuaalitodellisuuslaitteistolle, koska sen käyttöjärjestelmänä on Android.

Kehitystiimillä ei ollut aikaisempaa kokemusta virtuaalitodellisuussovelluksen tai -pelin kehittamisestä Unitylla, joten projektiin asennettiin Unity-liitännäinen Oculus Integration, joka tuo kehitystuen Metan virtuaalitodellisuuslaitteistoille. Liitännäinen täytyy ensin hankkia Unity Asset Storesta, minkä jälkeen se täytyy ladata ja asentaa projektiin Unityn Package Managerin (kuva 7) avulla.



Kuva 7. Unityn Package Managerin avaaminen [36].

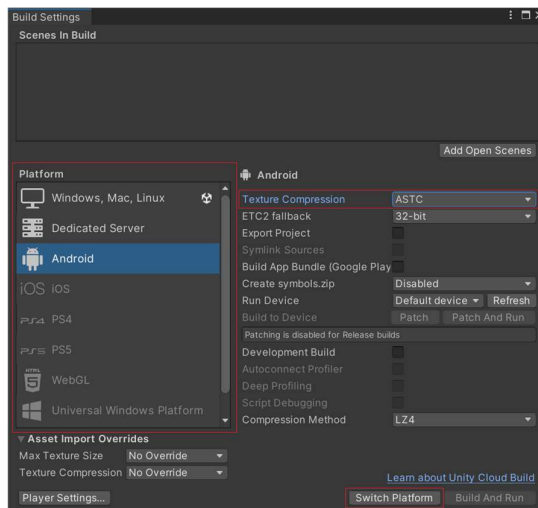
Oculus Integration -liitännäinen tarjoaa valmiin kokonaisuuden, OVRCameraRigin (kuva 8), joka on virtuaalinen kamera, jonka toiminnallisuudet on mukautettu toimimaan optimaalisesti Oculuksen virtuaalitodellisuuslaitteiston kanssa, ja se sisältää myös käyttöliittymän virtuaalitodellisuuslaitteistolle. Tämän lisäksi liitännäinen tarjoaa muun muassa valmiin kokonaisuuden OVRPlayerControllerin (kuva 8), joka mahdollistaa pelaajan liikkumisen virtuaalitodellisuudessa. [37.]



Kuva 8. OVRCameraRig & OVRPlayerController Unity-projektin hierarkiassa [36].

Unity-projektin oletuskamera täytyy muistaa poistaa projektin hierarkiasta, jotta projekti voi käyttää OVRCameraRigiä.

Tämän lisäksi Unityssa pitää muuttaa projekti- ja luomisasetuksia Oculukselle sopiviksi. Luomisasetuksista tekstuurienpakkaustavaksi (kuva 9) tuli valita ASTC ja kehitysalustaksi Android, ja mikäli se ei olisi ollut valittuna, olisi painettu Switch Platform -painiketta (kuva 9) [39; 40].



Kuva 9. Kehitysalustan ja tekstuurienpakkaustavan vaihtaminen Unityn luomisasetuksista [36].

Unityssa projektiasetuksissa Player-valikossa Other Settings -osiossa muutettiin seuraavat asiat:

- Minimum API Leveliksi valittiin Android 10.0 (API level 29).

- Scripting Backendiksi valittiin IL2CPP.
- Target Architectures -kohdasta varmistettiin, että ainoastaan ARM64 on ruksattuna.
- Install Locationiksi valittiin Automatic.
- Color Spaceksi valittiin Linear.
- Varmistettiin, ettei Auto Graphics API ollut ruksattuna.
- Graphics API:ksi valittiin OpenGL ES 3.0.
- Varmistettiin, että Multithreaded Rendering oli ruksattuna. [39.]

Projektiasetuksissa Quality-valikossa muutettiin seuraavat asiat:

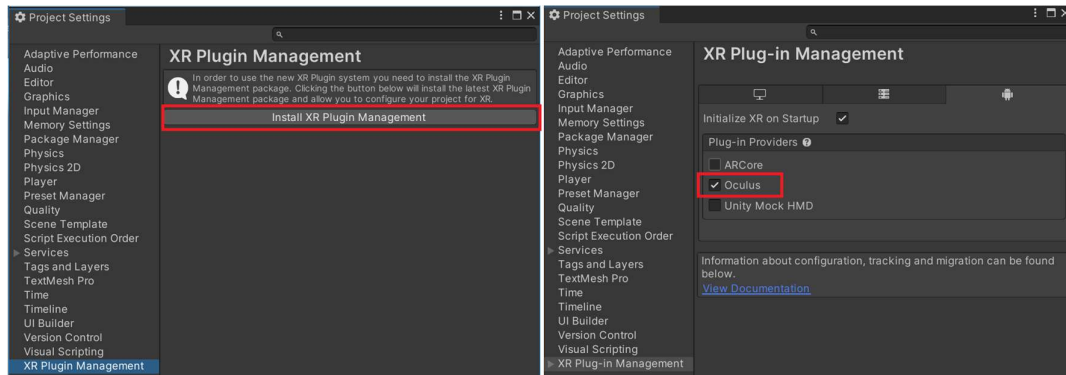
- Pixel Light Countiksi valittiin 1.
- Texture Qualityksi valittiin Full Res.
- Anisotropic Texturesiksi valittiin Per Texture.
- Anti Aliasingiksi valittiin 4x.
- Varmistettiin, ettei Soft Particles ollut ruksattuna.
- Varmistettiin, että Realtime Reflection Probes ja Billboards Face Camera Position olivat ruksattuna. [39.]

Jotta Oculus tulisi käyttämään edellä mainittuja asetuksia, luotiin projektiasetukseen oma laatutaso (kuva 10) ja asetettiin Android-kehitys käyttämään vain sitä.



Kuva 10. Laatutasojen valinta eri kehitysympäristöille Unityssa [36].

Seuraavaksi asennettiin Unity-liitännäiset XR Plugin Management ja Oculus XR Plugin suoraan projektiasetuksista (kuva 11).



Kuva 11. XR Plugin Management- ja Oculus XR Plugin -liitännäisten asennus Unity-projektiin projektiasetusten kautta.

Oculus XR Plugin asentui automaattisesti, kun ensimmäisen kerran ruksasi Oculus-kohdan XR Plugin Managementistä. XR Plugin Management tarjoaa yksinkertaisen hallinnan XR-liitännäisille (extended reality, XR). Oculus XR Plugin tarvitaan, jotta voidaan kehittää Unity-sovelluksia Metan virtuaalitodellisuuslaitteistoille. [36; 39.]

4.5 Sykkeenseurannan implementointi

Suunnitelman mukaan sykkeenseurantaa lähdettiin toteuttamaan älykellon ympärille, jolla pystyttäisiin mittaamaan sykettä. Alkuperäisestä suunnitelmasta jouduttiin kuitenkin luopumaan sen takia, että dataa ei saatu siirrettyä älykellosta tietokoneelle useista yrityksistä huolimatta, ja lopulta löydettiin tieto, ettei se ollut edes mahdollista. Tämän tiedon pohjalta lähdettiin etsimään uutta ratkaisua sykkeenmittaukselle.

Tiedonhaun jälkeen päädyttiin ratkaisuun oman sykkeenseurantalaitteiston toteuttamisesta. Päätettiin hankkia Arduino Uno -ohjauskortti (kuva 12) ja PulseSensor-sensori (kuva 12), joista yhdessä saataisiin rakennettua sykkeenseurantalaitteisto.



Kuva 12. Projektin lopullisen sykkeenseurantalaitteiston osat: Arduino Uno -ohjaukortti oikealla kuvassa ja PulseSensor-sensori keskellä.

PulseSensorista päätettiin tilata halvempi versio kustannuksien säästämiseksi, mutta se osoittautui virheeksi. Sensoria testattaessa huomattiin, ettei sillä saatu mitattua sykkeen todellisia arvoja. Seuraavaksi päädyttiin hankkimaan PulseSensor suoraan valmistajalta. Uusi sensori osoittautui testeissä toimivaksi, minkä jälkeen kirjoitettiin koodi, jonka avulla saatiin siirrettyä onnistuneesti pulssitietoa Unityn puolelle.

4.6 VRET-sovellus Timorem Tolerantia

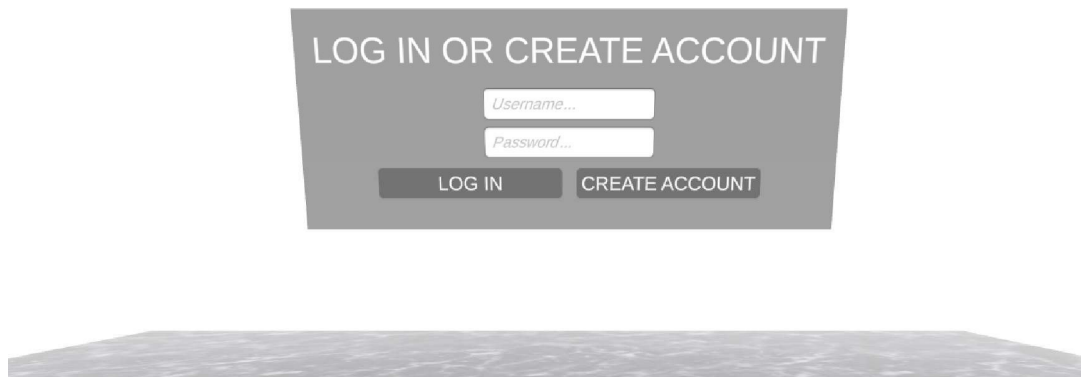
Projektin aikataulu oli tiukka, ja vastoinkäymisten sekä muiden kiireiden ohella jouduttiin aikarajan täytyttyä toteamaan, ettei alkuperäisen suunnitelman tavoitteisiin päästy. Lopputulokseksi saatiin kuitenkin kehitettyä hyvä prototyyppi, jonka kehitystä on mahdollista jatkaa tulevaisuudessa.

Joistakin ominaisuuksista jouduttiin kehityksen aikana luopumaan, jotta päästiin mahdollisimman pitkälle kehitystyön puolella. Valmis prototyyppi sisälsi lopulta liikkumisen kaukosiirtymällä, sykkeenseurannan, kolme siedätystasoa korkean paikan pelolle, lepohuoneen ja sovelluksen päähuoneen eli aulan. Lisäksi saatiin luotua paniikinappula, jota painamalla voi siirtyä liian ahdistavasta

siedätystilanteesta suoraan lepohuoneeseen. Lopulliseen prototyyppiin ei saatu otettua käyttöön kaikkia kehitettyjä ominaisuuksia.

Kirjautumishuone

Kirjautumishuoneen (kuva 13) toiminnallisuuksissa ei päästy siihen pisteeseen, että ne olisi saatu lopulliseen prototyyppiin, minkä takia kirjautumishuone jätettiin pois lopullisesta kokonaisuudesta. Ongelmaksi muodostui se, että sovelluksen kerätessä henkilökohtaista dataa, joka olisi kohdistettu tietylle käyttäjälle, mikäli käyttäjätilin pystyisi luomaan, täytyisi tietoturvanäkökulmasta pystyä takaamaan, ettei tuloksia voitaisi kohdistaa tiettyyn henkilöön.



Kuva 13. Sovelluksen kirjautumishuone, jota ei otettu käyttöön lopullisessa prototyypissä.

Aula

Sovelluksen päähuone eli aulatila (kuva 14) saatiin kehitettyä suunnitelman mukaan. Aulan teemaksi valittiin vastaanottohuone tavallisen odotusaulan asemesta.

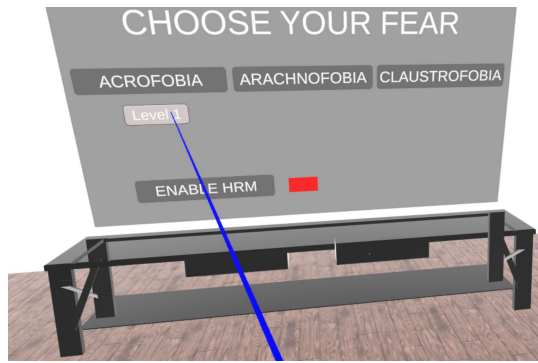


Kuva 14. Aula: Sovelluksen päähuone.

Onnistuneesta toteutuksesta jouduttiin kuitenkin karsimaan toimivuutta muiden osien takia. Pääsy hämähäkkikammon ja ahtaan paikan kammon siedätystasoihin jouduttiin estämään sen takia, että ainoastaan korkean paikan kammon siedätystasot valmistuivat lopulliseen prototyyppiin. Aulasta haluttiin tehdä erittäin pelkistetty, jotta se olisi helposti ymmärrettävissä ja omaksuttavissa ja samalla toimisi sovelluksen päävalikkona.

Vapaa liikkuminen jätettiin aulatilasta tarkoituksella kokonaan pois, ja sen asemesta käyttäjä voi katsella ympärilleen seisten huoneen keskellä. Käyttäjä voi edetä aulasta lepohuoneeseen tai korkean paikan pelon ensimmäiseen siedätystasoon, minkä lisäksi aulasta voi poistua sovelluksesta. Korkean paikan pelon toinen ja kolmas siedätystaso aukeavat, kun käyttäjä on ensin suorittanut edellisen tason tehtävän onnistuneesti.

Ohjaimen seurantajärjestelmän ja säteenseurannan avulla käyttäjä voi olla vuorovaikutuksessa huoneen painikkeiden kanssa. Säde (kuva 15) muuttuu näkyväksi säteen osuessa kohteeseen, mikä mahdollistaa sen, että käyttäjä voi olla vuorovaikutuksessa painikkeiden kanssa. Kun käyttäjä on valinnut pelon, prototyyppin tapauksessa korkean paikan pelon, avautuvat suoritettavissa olevat siedätystasot (kuva 15).



Kuva 15. Siedätystason valinta ja sykkeenseurannan päälle kytkeminen sovelluksessa.

Aulaan luotiin toiminnallisuus, jolla sykkeenseurannan saa asetettua joko päälle tai pois päältä, mikäli sellaista on mahdollista käyttää. Sovellusta voi käyttää myös ilman sykkeenseurantaa.

Lepuhuone

Lepuhuoneesta (kuva 16) pyrittiin luomaan rauhallinen oleskelutila. Suunnitteluvaiheessa mietittiin useammankin lepuhuoneen luomista siksi, että ihmisillä on yksilölliset rentoutumistapansa. Lopulta huoneeksi luotiin lämminhenkinen takkahuonetyyppinen ratkaisu, jossa käyttäjä voi liikkua, rauhoittua ja rentoutua takkatulen äärellä ennen varsinaista siedätystason suorittamista.



Kuva 7. Sovelluksen lepuhuone.

Ennen prototyypin ensimmäistä käyttökertaa käyttäjä neuvotaan menemään ennen siedätystason suorittamista lepohuoneeseen mittaamaan leposyke. Huoneen pöydältä (kuva 17) löytyy painike, jota painettaessa käyttäjä voi aloittaa leposykkeen mittaamisen, joka ilmoitetaan mitattujen arvojen keskiarvona.



Kuva 17. Leposykkeen mittaus sovelluksen lepohuoneessa.

Korkean paikan pelon siedätystaso 1

Korkean paikan pelon ensimmäisen siedätystason (kuva 18) kehityksessä ei täysin saatu toteutettua alkuperäistä suunnitelmaa. Esineeseen tarttuminen saatiin toimimaan prototyypissä, muttei sellaisella tavalla kuin haluttiin, joten se jätettiin kokonaan pois tason tehtävästä ja tasolle tehtiin uusi suunnitelma.



Kuva 18. Korkean paikan pelon ensimmäinen siedätystaso.

Tasoksi luotiin keittiö, jossa käyttäjän tehtävänä on nousta keittiöjakkaralle ja pysyä siinä 20 sekuntia. Kun käyttäjä nousee jakkaralle, tulee näkyviin käyttöliittymä (kuva 19), jossa laskuri aloittaa sekuntien laskemisen. Mikäli käyttäjä onnistuu olemaan 20 sekuntia jakkaralla, tehtävä katsotaan suoritetuksi ja käyttäjä voi siirtyä takaisin aulatilaa. Hyväksytysti suoritettu taso avaa pääsyn seuraavaan siedätystasoon aulatilassa.



Kuva 19. Korkean paikan pelon ensimmäisen siedätystason käyttöliittymä.

Korkean paikan pelon siedätystaso 2

Toisen tason huoneeksi valittiin olohuone, jossa on parveke (kuva 20), koska tasoon kuuluva tehtävä sijoittuu parvekkeelle. Tämänkin tason suunnitelmaa jouduttiin hieman muuttamaan. Alkuperäisen suunnitelman mukaan tehtäväksi suunniteltiin, että käyttäjä menisi parvekkeelle ja ottaisi siellä kaiteesta kiinni ja pitäisi otettaan 20 sekunnin ajan suorittaakseen siedätystason tehtävän. Tästä jouduttiin luopumaan, koska kiinteän objektin kiinnipitämistä ei saatu toimimaan kehitystyön aikana.



Kuva 20. Korkean paikan pelon siedätystaso 2.

Ennen siedätystason alkua käyttäjä täytyy ohjeistaa menemään parvekkeelle. Korkean paikan tuntua luotiin sijoittamalla huone korkealle vuoristoon. Tason siedätystehtävä on olla parvekkeen kaiteen läheisyydessä 20 sekuntia. Käyttäjän liikutu parvekkeelle tulee näkyviin käyttöliittymä (kuva 21) samalla tavalla kuin ensimmäisessä siedätystasossa.

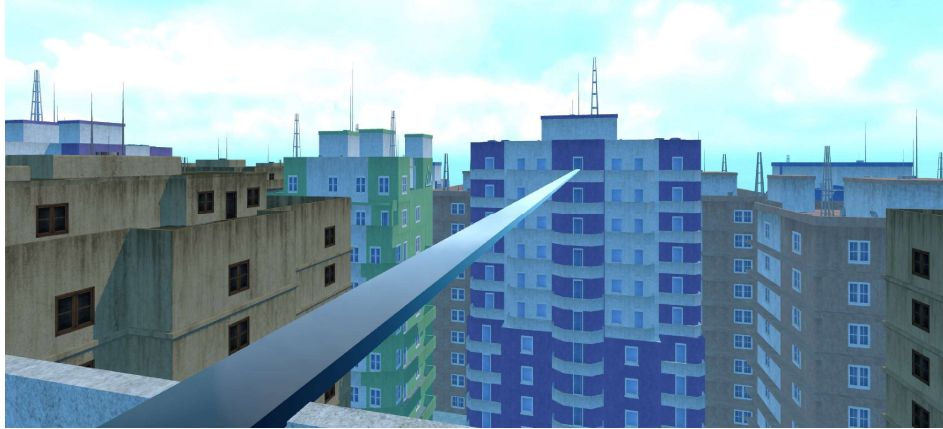


Kuva 21. Korkean paikan pelon siedätystason 2 parveke.

Käyttäjän suoritettua tehtävän avautuu aulatilassa pääsy korkean paikan pelon siedätystasoon 3.

Korkean paikan pelon siedätystaso 3

Viimeisestä siedätystasosta (kuva 22) saatiin kehitettyä suunnitelman mukainen. Käyttäjä aloittaa pilvenpiirtäjän parvekkeelta ja hänen tulee päästä toisen pilvenpiirtäjän parvekkeelle. Kun käyttäjä pääsee tarpeeksi lähelle toista parvekettä, ilmestyy käyttöliittymä kertoo tason suoritetuksi.



Kuva 22. Sovelluksen siedätystaso 3.

Kolmannessa luvussa mainittu Ritchie's Plank Experience on ollut suosittu ja erittäin aidon tuntuisen kokemuksen luova virtuaalitodellisuuspele, jossa seis-tään lankun päällä korkeassa pilvenpiirtäjässä, ja se on saattanutkin omalta osaltaan vaikuttaa myönteisesti VRET-sovellusten kehitykseen.

Pelaajahahmo ja liikkuminen

Pelaajahahmon liikkumista ei saatu toteutettua suunnitelmassa mainitun Unity-liitännäisen Final IK:n avulla. Paljosta ei jäänyt kiinni mutta sen käyttämisestä jouduttiin luopumaan, mikä jäi harmittamaan kehitystiimiä. Pelaajahahmo saatiin liikkumaan luontevasti käyttäjän kävellessä, mutta käsien kanssa tuli ongelmia. Käsiä ei saatu toimimaan virtuaalitodellisuuslaitteiston ohjaimina, vaikka kumpi-kin kehitystiimin jäsen käytti useita työtunteja yrittäessään saada asia toimi-maan. Lopulliseksi ratkaisuksi valittiin pelkät kädet (kuva 23), joilla käyttäjä voi olla vuorovaikutuksessa virtuaalitodellisuuden ympäristön kanssa.



Kuva 23. Pelaajahahmon kädet.

Pelkkien käsien käyttäminen loi toisen ongelman. Käytettäessä ainoastaan käsiä prototyyppiä testatessa lineaarinen liikkuminen alkoi heti aiheuttamaan huonovointisuutta käyttäjässä. Ratkaisua ei löydetty, ja päätettiin vaihtaa pelaajahahmo käyttämään kaikissa muissa huoneissa aulatilaa lukuun ottamatta lineaarisen liikkumisen sijasta kaukosiirtymistä.

Sykkeen seuranta

Sovelluksessa sykkeen seurantaä käytetään kahteen tarkoitukseen: leposykkeen mittaamiseen lepohuoneessa ja sykkeen mittaukseen siedätystilanteissa siedätystasoissa. Tämän lisäksi liian korkea mitattu syke siedätystilanteessa käynnistää automaattisesti paniikinappulan siirtäen käyttäjän lepohuoneeseen.

5 Prototyypin tulokset ja jatkokehitys

5.1 Prototyypin toimivuuden testaaminen altistusterapiana

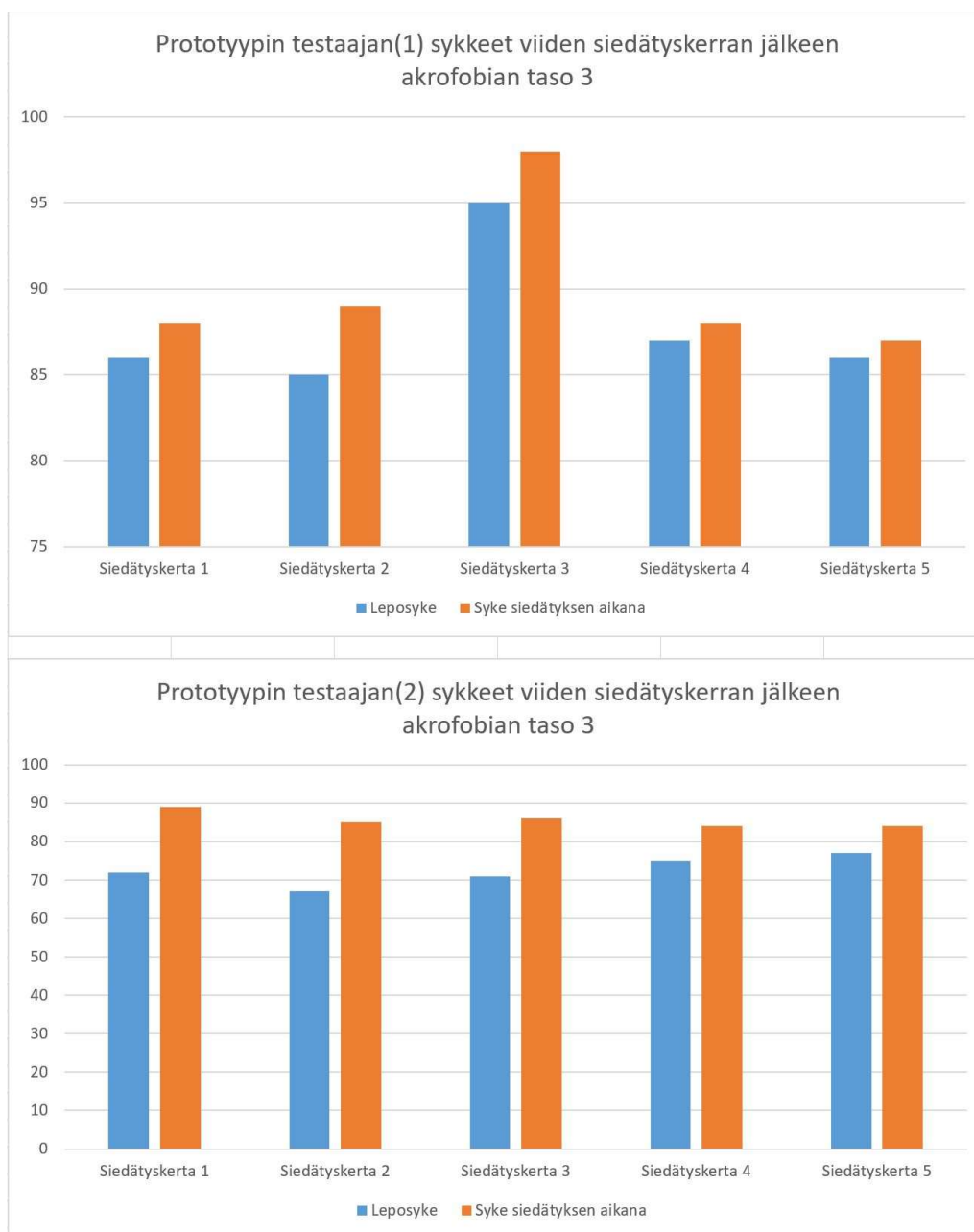
Siedätystä tukevan peliympäristön prototyyppi valmistui, mutta sen tiettyjen ominaisuuksien keskeneräisyyden sekä mielenterveysalan yhteistyökumppanin ja tutkimusluvan puuttumisen takia sovelluksen testaamista altistusterapiana ei voitu tehdä. Siedätyksen toimivuutta testattiin kuitenkin kolmen henkilön toimesta. Kuten neljännessä luvussa mainittiin, testaamista voitaisiin suorittaa kehitystiimin ja lähipiirin toimesta. Seuraavaksi tarkastellaan tarkemmin kahden koehenkilön lähtötilanteita ja tuloksia.

Aluksi selvitettiin, oliko koehenkilöillä aikaisempaa kokemusta virtuaalitodellisuusteknologiasta ja, mikä oli heidän oma arvionsa korkean paikan pelosta. Selvisi, että ensimmäinen koehenkilö oli käyttänyt useasti virtuaalitodellisuusteknologiaa eikä pelko korkeita paikkoja kohtaan ollut suuri. Toisella koehenkilöllä ei ollut aikaisempaa kokemusta virtuaalitodellisuudesta ja pelko korkeita paikkoja kohtaan oli suuri. Molemmat koehenkilöt perehdytettiin sovelluksen toimintaperiaatteisiin ja sen tarkoitukseen ennen sovelluksen käyttämistä.

Kehitystiimin jäsen oli aina läsnä koehenkilön testatessa sovellusta, ja hän kirjasi sykkeen arvot ja samalla varmisti avun saamisen mahdollisissa ongelmalanteissa testauksen aikana.

Aluksi koehenkilöt mittauttivat leposykkeensä sovelluksen lepohuoneessa, minkä jälkeen he testasivat korkean paikan pelon ensimmäistä siedätystasoa. Molemmat koehenkilöt kertoivat ensimmäisen siedätystason suorittamisen jälkeen, että taso tuntui helpolta. Ensimmäisen tason jälkeen koehenkilöt testasivat korkean paikan pelon siedätystasoa 2.

Viiden päivän siedätysjakson ajaksi molemmat koehenkilöt valitsivat siedätystasoksi korkean paikan pelon siedätystason 3. Siedätysjakson aikana jokaisella siedätyskerralla koehenkilöltä mitattiin (kuva 24) leposyke ja sykkeen keskiarvo siedätystason suorituksen aikana.



Kuva 24. Kahden prototyypin testaajan leposyke ja siedätyksen aikainen keskiarvosyke viideltä siedätyskerralta.

Siedätysjakson jälkeen ensimmäisen koehenkilön syketasot eivät juurikaan muuttuneet mahdollisesti siksi, että virtuaaliodellisuusteknologia oli entuudestaan tuttua ja korkean paikan pelko oli melko vähäinen. Toisella koehenkilöllä siedätystason keskiarvosyke laski siedätysjakson aikana ja koehenkilö koki

myös pelon tuottaman ahdistuksen hieman vähentyneen. Näin pienellä koehenkilöiden määrällä ei kuitenkaan saada luotettavaa tietoa sovelluksen siedätyksen toimivuudesta.

Koehenkilöiltä saadussa palautteessa nousi esille kolme asiaa, jotka olisivat koehenkilöiden mukaan lisänneet immersion tunnetta: lineaarinen liikkuminen, äänimaailma ja keho käyttäjälle.

5.2 VRET-sovelluksen jatkokehittäminen

Prototyypin toimivuuden pohjalta voisi helposti lähteä jatkokehittämään sitä täysin toimivaksi sovellukseksi. Kehitystiimille jäi paljon intoa jatkokehitykseen varsinkin, kun on jo valmiina toiminnallisuuksia, joita ei voitu prototyypissä käyttää. Ensimmäiseksi täytyisi lähteä etsimään projektiin mukaan mielenterveysalan puolelta joko yksityisen tai kunnallisen puolen toimijaa, jotta projektissa voitaisiin huomioida mielenterveyteen liittyvät seikat ammattilaisten toimesta.

Erityisesti siedätykseen liittyvä toiminta olisi saatava oikeanlaiseksi, koska huonosti tai väärin kehitetystä siedätyksestä voisi olla käyttäjälle enemmän haittaa kuin hyötyä. Tästä hyvä esimerkki saatiin kehityksen aikaisessa testauksessa korkean paikan pelon kolmannessa siedätystasossa, jossa liikutaan palkkia pitkin talosta toiseen. Kehitystiimin jäsenen testatessa tasoa hän putosi palkilta maahan, mitä siedätystilanteessa ei koskaan saisi tapahtua. Tämä korostaa kehityksen aikaisen testauksen tärkeyttä yleisesti sovelluksen kehityksen aikana ja erityisesti tällaisen sovelluksen tapauksessa.

Kehitystiimin keskustellessa jatkokehityksestä nousi erityisesti esille sykkeen mittauksen saaminen langattomaksi. Kehityksen aikaisessa siedätystasojen testauksessa huomattiin, että optisen sensorin lyhyiden johtojen takia niitä joutui hieman varomaan, mikä vähensi immersion tunnetta. Varominen unohtui, jos toinen henkilö huolehti siitä, että johdoille ei tapahdu mitään tasoa suorittaessa.

Valmiin sovelluksen saaminen markkinoille vaatisi paljon testaamista ja myös tutkimusta sovelluksen siedätyksen hyödystä. Kahden koehenkilön tulosten perusteella ollaan oikeilla jäljillä kehityksen suhteen myönteisten tulosten myötä.

6 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli kehittää Unity-pelimoottorilla virtuaalitodellisuussovellus, jota voisi käyttää fobioiden ja pelkojen altistusterapiana. Projektin aikana ilmenneiden ongelmien ja lyhyen kehitysajan puitteissa ei päästy alkupe- räisen suunnitelman tavoitteisiin, mutta saatiin kehitettyä sovelluksen proto- tyyppi suunnitelman pohjalta. Kehitysongelmien takia prototyypistä jouduttiin jät- tämään suunniteltuja ominaisuuksia pois, mutta niiden valmiudet jätettiin projek- tiin mahdollisen jatkokehityksen vuoksi.

Kehitystiimi oli erittäin tyytyväinen, että sykkeenseurantalaitteisto saatiin toimi- maan Unity-projektin kanssa siten, kuin oli suunniteltu, ja se olikin prototyypin valmistumisen kannalta välttämätöntä. Prototyypin lopulliseen versioon saatiin kolme suoritettavaa siedätystasoa akrofobialle. Ominaisuuksien karsiminen vä- hensi immersion tunnetta, mutta siitä huolimatta sovellusta päästiin testaamaan.

Testaus tehtiin hyvin pienellä testiryhmällä, joten tuloksista ei voida päätellä so- velluksen toimivuutta eikä myöskään sen takia, että kehitystiimi ei ole ammatilli- sesti pätevä arvioimaan siedätyksen tehoa. Saadut tulokset osoittavat kuitenkin siihen suuntaan, että valmis sovellus saattaisi toimia siedätyshoitona fobioiden ja pelkojen altistusterapiana. Aikaisemmin tehdyissä aiheeseen liittyvissä tutki- muksissa on myös saatu tuloksia, että virtuaalitodellisuudessa tapahtuvasta al- tistusterapiasta on ollut hyötyä fobioiden ja pelkojen hoidossa.

Virtuaalitodellisuussovelluksen tekeminen Unity-pelimoottorilla oli molemmille kehitystiimin jäsenelle uusi kokemus ja uusia asioita opittiin projektin aikana. Tiettyjä ominaisuuksia kehitettäessä kohdattiin ongelmia, mutta ongelmia ai- heuttaneita ominaisuuksia ei olisi haluttu jättää pois sovelluksesta. Opittiin

kuitenkin, että aina ei voi kaikesta pitää kiinni, jotta projektissa päästään eteenpäin.

Projektissa saadun virtuaaliodellisuuskehityksen osaamisesta on hyötyä tulevaisuudessa, koska alan kehitys on nopeaa. Ulkoisen sykkeenseurantalaitteiston onnistunut kokoaminen ja implementointi Unity-projektiin oli erittäin opettavainen kokonaisuus. Sykkeenseurantaa voisi käyttää hyväksi joissakin peliprojekteissa: voisi esimerkiksi käyttää reaaliaikaista sykkeen mittausta muuan muassa äänimaailman käyttäytymiseen.

Vaikka täysin toimivaa sovellusta ei saatu kehitettyä, kehitystiimi oli tyytyväinen valmistuneeseen prototyyppiin ja innostusta löytyisi jatkaa sovelluksen kehitystä, mutta se vaatisi sen, että projektiin saataisiin yhteistyökumppani mielen-terveysalalta.

Lähteet

- 1 Nieminen, Kari. 2022. Mikä on virtuaalitodellisuus? Verkkoaineisto. Markkinoinnin trendit. <<https://markkinointitrendit.fi/mika-on-virtuaalitodellisuus/>>. Päivitetty 24.6.2022. Luettu 4.10.2022.
- 2 How is Virtual Reality Used? Verkkoaineisto. Virtual Reality Society. <<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/how-is-it-used.html>>. Luettu 4.10.2022.
- 3 Niljand, Tim. The 22 best examples of how companies use virtual reality for training. Verkkoaineisto. VR Owl | VR & AR Agency. <<https://www.vrowl.io/the-22-best-examples-of-how-companies-use-virtual-reality-for-training/>>. Luettu 4.10.2022.
- 4 Jerald, Jason. 2016. The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality. Morgan & Claypool.
- 5 History of Virtual Reality. Verkkoaineisto. Virtual Reality Society. <<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>>. Luettu 4.10.2022.
- 6 Tuominen, Arttu. 2021. Virtuaalitodellisuuden historiaa. Verkkoaineisto. Osaava Tredu. <<https://osaava.tredu.fi/2021/06/21/virtuaalitodellisuuden-historiaa/>>. 21.6.2021. Luettu 4.10.2022.
- 7 Barnard, Dom. 2022. History of VR – Timeline of Event and Tech Development. Verkkoaineisto. VirtualSpeech. <<https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr>>. Päivitetty 6.10.2022. Luettu 4.10.2022.
- 8 Nintendo Virtual Boy. Verkkoaineisto. The Centre for Computing History. <<https://www.computinghistory.org.uk/det/4595/Nintendo-Virtual-Boy>>. Luettu 5.10.2022.
- 9 How Virtual Reality Motion Tracking Works. 2021. Verkkoaineisto. The Tech Influencer. <<https://thetechinfluencer.com/how-vr-motion-tracking-works/>>. 29.11.2021. Luettu 27.10.2022.
- 10 Barnard, Dom. 2019. Degrees of Freedom (DoF): 3-DoF vs 6-DoF for VR Headset Selection. Verkkoaineisto. VirtualSpeech. <<https://virtualspeech.com/blog/degrees-of-freedom-vr?ref=footer>>. 5.5.2019. Luettu 6.10.2022.
- 11 Arvanahgi, Babak & Skytt, Lasse. 2016. Virtuaalitodellisuus – tulevaisuus on täällä tänään. Verkkoaineisto. Tieteen kuvalehti. <<https://tieku.fi/tekno-logia/vempaimet/virtuaalitodellisuus>>. 17.5.2016. Luettu 6.10.2022.

- 12 Isometsä, Kaarlo. 2022. Mikä aiheuttaa virtuaalitodellisuuden (VR) liikepahoinvoinnin? Verkkoaineisto. Terveystalo. <<https://terveytta.net/mika-aiheuttaa-virtuaalitodellisuuden-vr-liikepahoinvoinnin>>. 15.2.2022. Luettu 6.10.2022.
- 13 Korhonen, Suvi. 2017. Virtuaalilasit voivat aiheuttaa lapsille terveysongelmia. Verkkoaineisto. Tivi. <<https://www-tivi-fi.ezproxy.metropolia.fi/uutiset/virtuaalilasit-voivat-aiheuttaa-lapsille-terveysongelmia/988ebe3e-7971-36bf-8a70-c98049f8e62d>>. 30.10.2017. Luettu 2.1.2023.
- 14 Fobia on liiallista tai epärealistia pelkoa tiettyä esinettä tai tilannetta kohtaan. Verkkoaineisto. Terveystalo. <<https://www.terveystalo.com/fi/tietopaketti/fobia/>>. Luettu 6.10.2022.
- 15 Miettunen, Jouko. Psykiatristen sairauksien esiintyvyys Suomessa: Sairastetaanko täällä enemmän? Verkkoaineisto. DocPlayer.fi. <<https://docplayer.fi/794820-Psykiatristen-sairauksien-esiintyvyys-suomessa-sairastetaanko-taalla-enemman.html>>. Luettu 23.11.2022.
- 16 Manual, Ronald; Kahn, Ada P. & Adamec, Christine A. 2010. The Encyclopedia of Phobias, Fears & Anxieties. Third Edition. Verkkoaineisto. <https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=E2imSyZZDh0C&oi=fnd&pg=PR3&dq=the+encyclopedia+of+phobias&ots=6xcacDw598&sig=fqlvD0je-SiMdkTvcuLOkudmZjdg&redir_esc=y#v=onepage&q=the%20encyclopedia%20of%20phobias&f=false>. Luettu 3.11.2022.
- 17 Sanchez, Pho. History of Phobias. Verkkoaineisto. Timetoast. <<https://www.timetoast.com/timelines/phobias>>. Luettu 3.11.2022.
- 18 Hellström, Kerstin; Hanell, Åsa & Bergroth, Riitta. 2003. Fobiat. Helsinki: Edita.
- 19 Korgeski, Greg. 2012. The History of Phobias. Verkkoaineisto. WordPress. <<https://hiperfdiy.wordpress.com/2012/05/28/the-history-of-phobias/>>. 28.3.2012. Luettu 3.11.2022.
- 20 Huttunen, Matti. 2018. Määräkohteinen pelko (fobia). Verkkoaineisto. kustannus Oy Duodecim. <<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00394>>. 30.11.2018. Luettu 7.11.2022.
- 21 Rovasalo, Aki. 2022. Sosiaalisten tilanteiden pelko. Verkkoaineisto. kustannus Oy Duodecim. <<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00492/sosiaalisten-tilanteiden-pelko>>. 25.5.2022. Luettu 7.11.2022.
- 22 Sosiaalisten tilanteiden pelko – Menetettyjen mahdollisuuksien häiriö. 2019. Verkkoaineisto. <<https://psykologiaa.wordpress.com/2019/12/16/sosiaalisten-tilanteiden-pelko/>>. 16.12.2019. Luettu 7.11.2022.

- 23 Socada, Lumikukka & Huttunen, Matti. 2020. Julkisten paikkojen pelko (agorafobia). Verkkoaineisto. Kustannus Oy Duodecim. <<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00375/julkisten-paikkojen-pelko-agorafobia>>. 22.10.2020. Luettu 7.11.2022.
- 24 Isometsä, Kaarlo. 2021. Fobiat. Verkkoaineisto. Terveyttä.net. <<https://terveytta.net/fobiat>>. 22.10.2021. Luettu 8.11.2022.
- 25 Kognitiivinen käyttäytymisterapia on tutkitusti tehokasta psykoterapiaa. Verkkoaineisto. Kognitiivinen käyttäytymisterapiakeskus Arvo Oy. <<https://www.ktkkeskusarvo.fi/terapiasuuntaukset/kkt/>>. Luettu 14.11.2022.
- 26 Huttunen, Matti O. & Kalska, Hely. 2020. Psykoterapiat. 4., uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- 27 Kiesepä, Tuula & Oksanen, Jorma. 2013. Psykoedukaatio psykoosien hoidossa ja kuntoutuksessa. Verkkoaineisto. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. <<https://www.duodecimlehti.fi/duo11273>>. Luettu 15.11.2022.
- 28 Isometsä, Kaarlo. 2022. Altistusterapia. Verkkoaineisto. Terveyttä.net. <<https://terveytta.net/altistusterapia>>. 15.2.2022. Luettu 15.11.2022.
- 29 Apostol, Antti. 2018. Digipsykiatria osa 1 – Virtuaalitodellisuus ja lisätty todellisuus. Verkkoaineisto. <<https://apostol.fi/terapiapalvelut/wp-content/uploads/2018/02/Digipsykiatria-Vol-1-Virtuaalitodellisuus-ja-AR.pdf>>. Luettu 9.10.2022.
- 30 Techle, Phil. 2019. What is VRET? Verkkoaineisto. Vmedkit. <<https://medium.com/vmedkit/what-is-vret-1a3d8d4de9af>>. 17.2.2019. Luettu 21.11.2022.
- 31 John, Prescilla. 2022. Virtual Reality Exposure Therapy: How It Works & Who It's Right For. Verkkoaineisto. <<https://www.choosingtherapy.com/virtual-reality-exposure-therapy/>>. 12.3.2022. Luettu 21.11.2022.
- 32 Apostol, Antti. 2019. VR altistusterapiassa. Verkkoaineisto. <<https://open.spotify.com/show/4OXfsRmQQR6MtWg4LVi3sX>>. 12/2019. Luettu 21.11.2022.
- 33 Eastes, Toni. 2018. Richie's plank before and after improvements. Verkkoaineisto. <<https://toast.games/richies-plank-before-and-after-improvements/>>. 11.12.2018. Luettu 7.12.2022.
- 34 Benefits of virtual reality therapy. 2020. Verkkoaineisto. Holland & Barret Retail Limited. <<https://www.hollandandbarrett.com/the-health->

hub/conditions/benefits-of-virtual-reality-therapy/>. Päivitetty 21.4.2020.
Luettu 21.11.2022.

- 35 McLeod, S. A. 2015. Systematic desensitization as a counter conditioning process. Verkkoaineisto. Simply Psychology. <<https://www.simplypsychology.org/Systematic-Desensitisation.html>>. Luettu 28.8.2022.
- 36 Unity 2021.3.3f1. 2021. California: Unity Technologies.
- 37 Understand Package Components. Verkkoaineisto. Meta. <<https://developer.oculus.com/documentation/unity/unity-utilities-overview>>. Luettu 29.8.2022.
- 38 Enable Device for Development and Testing. Verkkoaineisto. Meta. <<https://developer.oculus.com/documentation/unity/unity-enable-device/>>. Luettu 29.8.2022.
- 39 Configure Unity Settings. Verkkoaineisto. Meta. <<https://developer.oculus.com/documentation/unity/unity-conf-settings>>. Luettu 29.8.2022.
- 40 Build and Run Your App. Verkkoaineisto. Meta. <<https://developer.oculus.com/documentation/unity/unity-build/>>. Luettu 29.8.2022.