



Sofia Amanda Kela

Pahoinvoinnin lievittäminen VR-sovelluksissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Medianomi AMK

Viestintä

Opinnäytetyö

09.12.2022

Tiivistelmä

Tekijä(t):	Sofia Amanda Kela
Otsikko:	Pahoinvoinnin lievittäminen VR-sovelluksissa
Sivumäärä:	21 sivua
Aika:	09.12.2022
Tutkinto:	Medianomi AMK
Tutkinto-ohjelma:	Viestintä
Suuntautumisvaihtoehto:	XR-Design
Ohjaaja(t):	Lehtori Markku Luotonen

Matkapahoinvoinnin sekä VR-pahoinvoinnin synnyn syytä ei tarkasti tiedetä. Tässä opinnäytetyössä sovelletaan matkapahoinvoinnin syntymisestä tuttua myrkytysteoriaa syyn ja ratkaisun löytämiseksi. Teorian mukaan, kun ihmisen aistit saavat ristiriitaista tietoa, aivot tulkitsevat epätasapainoisen tilan myrkytyksenä. Keho pyrkii pääsemään myrkyistä eroon oksentamalla.

Tämä opinnäytetyö käsittelee matkapahoinvointia ja sen tyypillisiä aiheuttajia sekä syventyy usein koettuun kyber- ja VR-pahoinvointiin. Opinnäytetyössä tutkitaan myös jo olemassa olevia keinoja matkapahoinvoinnin estämiseksi ja helpottamiseksi. Työ tuo esille menetelmiä ja ratkaisuja, joita voitaisiin soveltaa virtuaalitodellisuudessa pahoinvoinnin ehkäisemiseksi.

Nykyiset ratkaisut eivät ole tarpeeksi tehokkaita estämään pahoinvoinnin syntymistä yleisesti kaikilla koehenkilöillä. Jokainen matkapahoinvoinnista kärsivä joutuu kokeilemaan eri ratkaisuja, kunnes löytää itselleen sopivan. On olemassa pahoinvointia lievittäviä lääkkeitä sekä lääkkeettömiä ratkaisuja. Lääkkeet kuten antihistamiini ja skopolamiinilaastari aiheuttavat usein väsymystä, ja niiden käyttö tulee aloittaa ennen pahoinvointia aiheuttavaa aktiviteettia. Jotkin lääkkeettömät ratkaisut, kuten akupainantaranneke sekä inkiväärikarkkien imeskely perustuvat lumevaikutukseen.

Osa ratkaisuista vaatii vielä lisätutkimuksia niiden tehon varmistamiseksi. Keinotekoisien horisontin, kelluvan kompassin tai sinistä valoa suodattavan filterin lisäämistä virtuaalilaseihin voitaisiin kokeilla tulevaisuudessa.

Avainsanat: Matkapahoinvointi, VR-pahoinvointi, virtuaalitodellisuus

Abstract

Author(s): Sofia Amanda Kela
Title: Reducing motion sickness in VR application
Number of Pages: 21 pages
Date: 9 December 2022

Degree: Bachelor of Culture and Arts
Degree Program: Media
Specialisation option: XR Design
Instructor(s): Markku Luotonen, Senior Lecturer

The root cause of motion sickness is still not well understood. This thesis will apply the poisoning theory to the problem and finds solutions for VR-sickness. According to the theory, when the brain receives mixed signals from different senses of the body, it interprets these mixed signals as poisoning. The body responds to the perceived poisoning by inducing vomiting to hopefully expel the poison.

This thesis reviews the typical causes and symptoms of motion sickness as well as the different available methods for treating motion sickness. The causes leading to VR- and cybersickness are presented. The thesis also studies methods that are already used to treat motion sickness. The thesis then presents the methods and solutions that can easily be adapted to virtual reality.

Current solutions are not effective enough to prevent motion sickness in a major group of people. Each person must try different solutions until they find one that works for them. Some medications like antihistamines or scopolamine band-aids often cause fatigue. These medications should be used hours before being exposed to the activity causing the motion sickness. Some treatments are based on the placebo effect, such as eating ginger candy or acupuncture-based treatments.

Most of the solutions require further study to ensure their effectiveness. Methods such as a false horizon or fixed point, floating compass and a blue light filter add-on could be effective solutions for VR applications.

Keywords: Motion sickness, VR sickness, virtual reality

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Matkapahoinvointi	2
2.1	Silmä ja sisäkorva	2
2.2	Aistien kommunikaatio	3
2.3	Oireet	3
2.4	Virtuaalitodellisuus	4
3	Ratkaisuja pahoinvoinnin välttämiseksi	5
3.1	Modernit menetelmät matkapahoinvoinnin ehkäisemiseksi	5
3.2	VR-sovelluksissa hyödynnetyt ratkaisut	7
3.3	Testattuja menetelmiä	9
3.4	Potentiaaliset olemassa olevat menetelmät	12
4	Yhteenveto	13
	Lähteet	15

1 Johdanto

VR-pahoinvoinnin syntymekanismit ovat hyvin samankaltaiset matkapahoinvoinnin/liikepahoinvoinnin kanssa. Matkapahoinvointi syntyy usein kehon ollessa liikkeessä, kun taas VR-pahoinvoinnissa keho on paikallaan. Silmä kuitenkin aistii liikettä.

Matkapahoinvointia on tutkittu melko laajasti ja monia tapoja sen lievittämiseksi on testattu. Tutkimuksessa käydään läpi näitä syntymekanismia ja ratkaisuja. Onko olemassa tapoja, joilla VR-pahoinvointia voidaan lievittää tai estää kokonaan? On hyvä ymmärtää, mitkä seikat aiheuttavat VR-sovelluksissa usein koettua pahoinvointia, jotta tulevaisuudessa osaamme välttää siltä. Ratkaisun löytäminen voisi madaltaa kynnyksen VR-sovellusten käyttöön, ja laitteisto saataisiin käyttöön laajemmalle yleisölle.

Työssäni tutkin tieteellisiä tekstejä sekä tutkimuksia, joiden pohjalta koostan opinnäytetyön. Työ keskittyy löytämään toimivan keinon VR-pahoinvointiin olemassa olevista ratkaisuista sekä soveltamaan niitä tarvittaessa.

Ensimmäisessä teorialuvussa tutustutaan matkapahoinvoinnin syntymekanismiin, silmän ja tasapainoelimen yhteistyöhön, sekä aistien kommunikaatioon. Käydään myös läpi yleisimmät oireet sekä se, miten matkapahoinvointi esiintyy VR-pahoinvointina.

Seuraavaksi käydään läpi tutkimuksia ja löydettyjä ratkaisuja matkapahoinvoinnin estämiseksi ja lievittämiseksi. Tutkitaan olisiko ratkaisuja, joita on hyödynnetty VR-sovelluksissa. Sekä tutkitaan ratkaisuja, joita voitaisiin tulevaisuudessa hyödyntää VR-pahoinvoinnin estämiseksi.

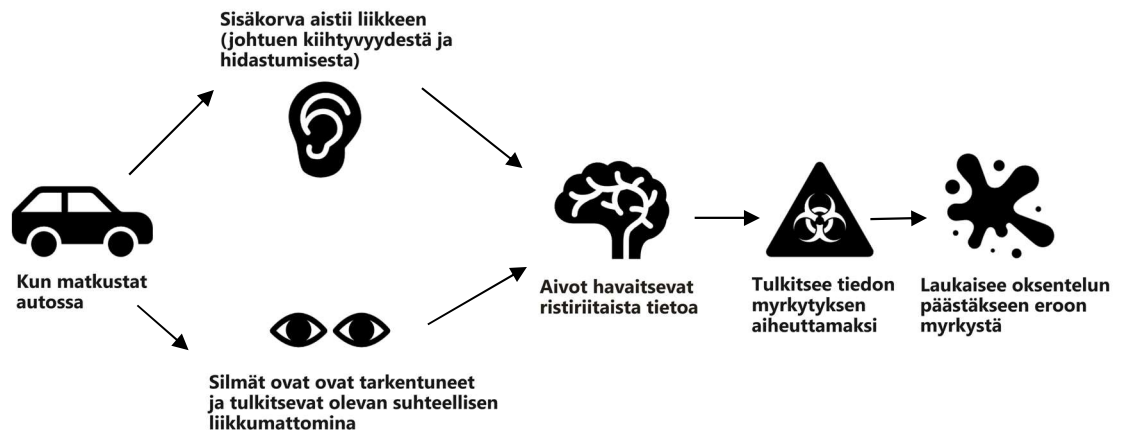
2 Matkapahoinvointi

Matkapahoinvointi on monien kokema ja ikävä vaiva. Tyypillisesti matkapahoinvointi liitetään autossa matkustamiseen, mutta oireita voi ilmentua esimerkiksi huvipuistossa, junassa, merellä ja lentokoneessa. Tällöin puhutaan merisairaudesta ja liikepahoinvoinnista, yleisimmin kuitenkin matkapahoinvoinnista. Oirekuvalla on monta nimeä, mutta sen aiheuttaja on usein sama. Oireet ilmaantuvat, kun keho on liikkeessä mutta silmä ei koe samaa liikettä (Koch ym. 2018). Esimerkiksi kun henkilö on huojuvan laivan sisätilassa mutta ei näe laivan heiluvan. Aivot saavat näkö- ja tasapaino- ja ristiriitaisia tietoja, joka aiheuttaa huonovointisuutta.

2.1 Silmä ja sisäkorva

Pyörivästä tai heiluvasta liikkeestä johtuva sisäkorvan ärsytys on yleisin syy matkapahoinvoinnille. Sisäkorvassa sijaitsee tasapainoelin, jonka tehtävä on pitää ihminen nimensä mukaisesti tasapainossa. Tasapainoelin voi kuitenkin häiriintyä epämääräisestä liikehdinnästä, kuten pyörivästä tai heiluvasta liikkeestä (Leung & Hon 2019). Sama vaikutus ilmenee myös päinvastaisessa tilanteessa. Silmä aistii liikkeen, kehon pysyessä paikallaan. Ristiriitainen informaatio aivoissa aiheuttaa saman pahoinvoinnin olotilan. Viimeksi mainittu tilanne on VR-lasien käyttäjän kannalta oleellinen, sillä virtuaalimaailmassa liikutaan yleensä ohjaimen avulla käyttäjän jalkojen sijasta.

2.2 Aistien kommunikaatio



Kuva 1 Havainnekuva myrkytysteoriasta

Matkapahoinvoinnin syntymissyitä ei tunneta tarkasti, mutta sen syntymiselle on kehitetty useita teorioita. Tunnetuin näistä teorioista on myrkytysteoria. Kun sisäkorva aistii kehon olevan liikkeessä mutta silmä sanoo kehon olevan paikallaan saavat aivot ristiriitaista informaatiota. Aivot tulkitsevat ristiriidan johtuvan jonkin myrkytys pääsystä kehoon. Aivot antavat keholle käskyn päästä myrkytystä eroon oksentamalla. Hetkellisesti se voikin helpottaa oloa, mutta oireet saattavat jatkua, jos aistiärsyke jatkuu. (Oman 2012)

2.3 Oireet

Matkapahoinvointi aiheuttaa laajan kirjon oireita. Oireet ovat alkuun maltilliset mutta voimistuvat, mikäli sisäkorvan ärsytys jatkuu. Kuitusen ym. mukaan yleisimpiä ensioireita ovat kalpeus, kylmähikisyys, haukottelu ja lisääntynyt syljen erityys (Kuitunen, Leino & Parkkola 2011). Mikäli aistiärsyke ei poistu alkuihminen ilmaantumisen jälkeen, oireet voivat voimistua seuraavalle tasolle.

Pahoinvointi voi päättyä oksentamiseen, joka hetkellisesti helpottaa oireita.

Harvinaisempia ja vakavampia oireita ovat ripuli, päänsärky, heikotus ja puristava tunne rinnassa. (Cha 2009).

2.4 Virtuaalitodellisuus

Virtuaalitodellisuus on simuloitu ympäristö, jonka tarkoituksena on luoda käyttäjälle haluttu kokemus. Esimerkiksi tunne siitä, että on eri paikassa kuin todellisuudessa. Käyttäjälle voidaan näyttää kuvaa jossa tämä kävelee vuoristossa, vaikka henkilö onkin oikeasti omassa olohuoneessaan. Virtuaalimaailmaan päästään laittamalla päähän tähän tarkoitukseen soveltuvat lasit. Virtuaalitodellisuus perustuu lähes kokonaan visuaaliseen havainnointiin.

VR-pahoinvoinnin aiheuttavat mekanismit ovat samat kuin matkapahoinvoinnissa, mutta käänteiset. Virtuaalitodellisuudessa liikuttaessa keho ei liiku, mutta silmä aistii liikkeen. Yleisten oireiden ohella voi ilmaantua silmien räsitystä sekä huimausta, pahimmissa tapauksissa pahoinvointia ja oksentelua.

VR-tilassa on tärkeää, että laitteisto seuraa ja mukaillee tarkasti pään ja kehon liikkeitä. Jos Liikkeet ovat liian suuria pään liikkeisiin nähden aivot saavat ristiriitaista tietoa ja syntyy herkästi pahoinvointia. Myös, jos henkilö esimerkiksi kävelee kiinteän objektin läpi tai liikkuu virtuaalimaailmassa epäluonnollisesti ohjaimen avulla liikuttamatta jalkojaan.

VR-tilassa liikkuminen on ihmiselle hyvin epäluonnollista. Aivot tarvitsevat tiedon siitä, missä asennossa kehon tulee olla milläkin hetkellä. Jos tämä tieto on väärin tai puuttuu kokonaan, syntyy tunne siitä, että keho on epätasapainossa (Janeh, Steinicke 2021). Tämä aistiristiriita johtaa jälleen pahoinvointiin.

3 Ratkaisuja pahoinvoinnin välttämiseksi

VR-pahoinvointi ja matkapahoinvointi ovat ikävä vaiva. Tässä luvussa perehdytään ratkaisuihin, joilla voidaan lievittää matkapahoinvointia. Keskitytään myös ratkaisuihin, joita on testattu VR-pahoinvoinnin estämisessä, sekä menetelmiä, jotka voisivat olla tehokkaita.

3.1 Modernit menetelmät matkapahoinvoinnin ehkäisemiseksi

Alkoholia ja rasvaisten ruokien syömistä tulisi välttää ennen matkaa ja sen aikana. Näiden on havaittu pahentavan oireita. Kun taas kylmällä säällä lämpimien vaatteiden ja raikkaan ilman on todettu lievittävän oireita. (Saarela 2022)

Matkapahoinvointia hoidetaan nykyisin myös lääkkeillä. Antihistamiinivalmisteista syklitsiini on yleisimmin käytetty, sillä sitä saa apteekista ilman reseptiä. Antihistamiinivalmisteilla on usein väsyttävä vaikutus, eikä niitä tällöin voi käyttää ajaessa. (Shupak & Gordon 2006) Matkapahoinvoinnin yhteydessä oksentaville henkilöille suositellaan lääkevalmistetta peräpuikon muodossa, jotta lääke ei tulisi oksennuksen mukana ulos.

Lääkäri voi määrätä pitkävaikutteisen skopolamiinilaastarin, jos henkilö kärsii vakavista oireista. Laastarin käyttö aloitetaan 5–8 tuntia ennen matkaa. (Spinks 2007.)

Lääkkeettömiä ratkaisuja ovat esimerkiksi akupainantaranneke ja horisonttilasit. Kuvassa 2 esitelty ranneke sijoitetaan ranteeseen ja rannekkeen ”helmi” stimuloi akupistettä lievittäen pahoinvointia. Rannekkeen käytöllä ei ole sivuvaikutuksia. Tuotteen todellisesta toimivuudesta ei ole laajempia tutkimuksia, joten sen tehokkuudesta ei ole näyttöä. Tuote voi kuitenkin aiheuttaa lumevaikutuksen ja siten helpottaa matkapahoinvoinnin oireita.



Kuva 2 Akupainantaranneke

Kuva 3 esittelee äskettäin markkinoille tulleet horisonttilasit. Lasit lupaavat lievittää matkapahoinvointia jo muutamissa minuuteissa. Laseissa on edessä ja sivuilla linssit, joiden ympärillä on nestettä. Lasit on täytetty vain puoliväliin, mikä luo keinotekoisen horisontin. Horisontin avulla silmä saadaan synkronoitua kehon liikkeen kanssa, mikä voi lievittää pahoinvointia tai jopa estää sen syntymisen kokonaan. Valmistajan mukaan lasit helpottavat matkapahoinvointia noin



Kuva 3 Horisonttilasit

10 minuutin käytön jälkeen. Ainakin osa käyttäjistä on kokenut lasit toimiviksi ja pystynyt jopa lukemaan matkustettaessa autossa, vaikka he eivät aikaisemmin tähän ole kyenneet. Lasien käytöstä ei ole tieteellisiä tutkimuksia, joten toimivuutta ei voida todeta tieteellisesti.

3.2 VR-sovelluksissa hyödynnetyt ratkaisut

Osalla käyttäjistä VR-lasien käyttö aiheuttaa pahoinvointia jo lyhyen ajan jälkeen. Lasit itsessään eivät siis aiheuta pahoinvointia vaan mahdolliset pelit ja elämykset, joissa silmä ja sisäkorva aiheuttavat ristiriitaisen aistiärsyksen. Osa ihmisistä ei koe pahoinvointia lainkaan. Henkilöt, jotka kärsivät matkapahoinvoinnista, kärsivät todennäköisemmin myös pahoinvoinnista virtuaalitodellisuudessa.

Sovelluksien suunnitteluvaiheessa tulisi ottaa huomioon laitteiston sopivuus. Käytettävän tietokoneen tulisi olla ominaisuuksiltaan ja suoritusteholtaan riittävä. Riittävän suorituskyvyn takaamiseksi tietokoneelta vaaditaan vähintään 8 gigatavua keskusmuistia (englanniksi random access memory, RAM). Tietokone tarvitsee myös erillisen näytönohjaimen, jonka on oltava suorituskyvyltään vähintään samalla tasolla kuin Nvidia GTX 1060 tai AMD RX 480. Käyttöjärjestelmän on oltava Windows 10 64bit tai jokin muu tuettu käyttöjärjestelmä. VR-lasien liitännät ovat laitteistokohtaiset. Tyypillisesti vähimmäisvaatimuksina ovat USB 3.0 ja HDMI 1.4.

Pahoinvointia pahentavia tekijöitä on esimerkiksi lasien näytön oleminen liian lähellä silmää sekä turha pään tai näyttökuvan liike (Stephan 2021). Kuva saattaa myös jäädä jälkeen, jos pään liike on todella nopeaa. Myös tämä tulisi huomioida VR-sovellusten suunnitteluvaiheessa.

Frame rate eli kuvataajuus tai ruutunopeus tarkoittaa näytölle piirtyvien kuvien määrää sekunnissa. Mitä korkeampi tämä luku on, sitä sulavampaa liike on. Elokuviissa kuvataajuus on useimmiten 24 kuvaa sekunnissa, kun taas tietokonepeleissä kuvataajuus on usein 60–120 kuvaa sekunnissa. VR-laitteiston tulisi pyrkiä mahdollisimman korkeaan kuvataajuuteen, jotta vältetään mahdolliselta pahoinvoinnilta. Nykytekniikalla VR-laitteilla päästään 90 kuvaan sekunnissa. Alhaisempi kuvataajuus nostaa matkapahoinvoinnin mahdollisuutta (Chen & Thropp 2007). Jotkin sovellukset saattavat vaatia asetusten optimointia, jotta riittävä kuvataajuus saavutetaan. Esimerkiksi kuvanlaatua voidaan alentaa tai

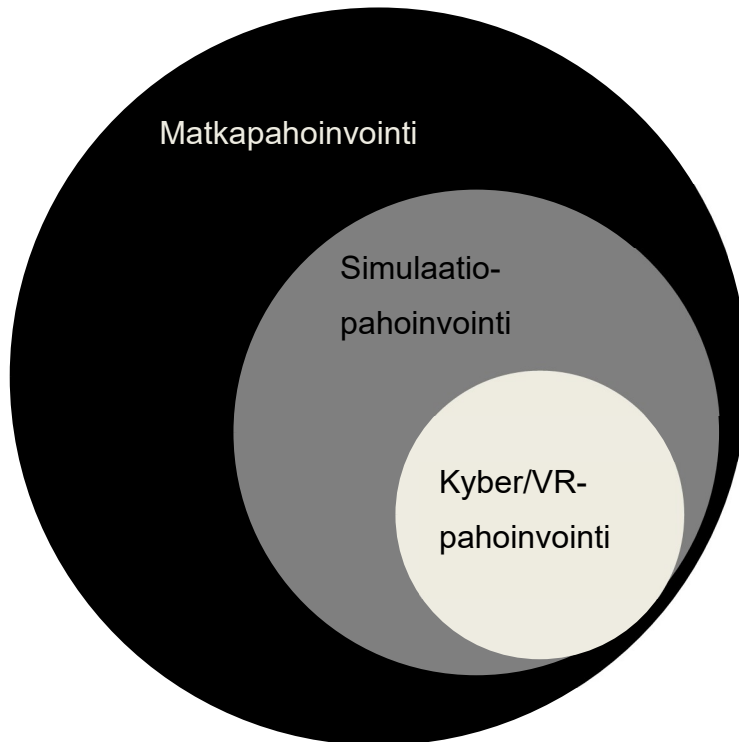
jälkiprosessointia vähentää, jotta yhden kuvan luominen ei vie näytönohjaimelta niin paljon aikaa.

Viive (englanniksi latency) tarkoittaa jonkin informaation perilletulon viivästy- mistä. VR-sovelluksissa viiveen täytyy olla mahdollisimman matala, mieluummin alle 20 millisekuntia. Yli 60 millisekunnin viive voi johtaa vääristymiin. Vääristy- mät taas johtavat aistien ristiriitaan, jota käsiteltiin luvussa 2.1. Aivot tulkitsevat tämän niin sanotusti myrkytystilana. Keho pyrkii myrkystä eroon oksentamalla, jolloin syntyy pahoinvointia.

VR-sovelluksissa tulisi välttää vilkkuvia kuvia ja liikkeen sumennusta (englan- niksi motion blur)”. Sovellukset voivat myös rajoittaa täysin vapaata liikettä. Käyttäjän on suositeltavaa pysyä istuma-asennossa, jos vain mahdollista. Is- tuma-asento vähentää suuria ja heiluvia liikkeitä, mikä voi vähentää pahoinvoin- nin muodostumista. Myös liikkeet kuten seinän läpi käveleminen, joiden fyysi- nen tunne ei vastaa visuaalista informaatiota, aiheuttavat VR-pahoinvointia. Ti- lan tulisi olla realistisesti valaistua, ei liian kirkas tai pimeä. Zoomaaminen voi herkästi aiheuttaa pahoinvointia, joten kameran korkeuden ja objektien koon tu- lisi pysyä tasaisena. Jos käyttäjä on kovin pitkä mutta sovelluksen hahmo lyhyt, pelaaja katselee maailmaa matalalta. Pitkä käyttäjä on tällöin alttiimpi pahoin- voinnin muodostumiselle. (Keskinen ym. 2019.)

Sovelluksissa on suositeltavaa käyttää ääntä osana kokemusta. Äänet voivat olla yksi tekijä pahoinvoinnin välttämässä mutta myös sen luomisessa. Joilla- kin äänillä voidaan luoda käyttäjälle tunne liikkeestä. Jotkin äänet voivat vähen- tää pahoinvointia. Esimerkiksi taas matalat humisevat äänet voivat pahentaa. sitä (Keshavarz & Hecht 2014.)

VR-pahoinvointia lievittäviä keinoja kokeillaan matalallakin kynnyksellä, jotta löydettäisiin tehokkaita menetelmiä pahoinvoinnin estämiseksi. VR-lasit halu- taan laajasti käyttöön ja käyttömukavuus on tärkeä tekijä VR-lasien yleistymi- sessä.



Kuva 4 Eulerin diagrammi matkapahoinvoinnin ja sen alatyyppeistä.

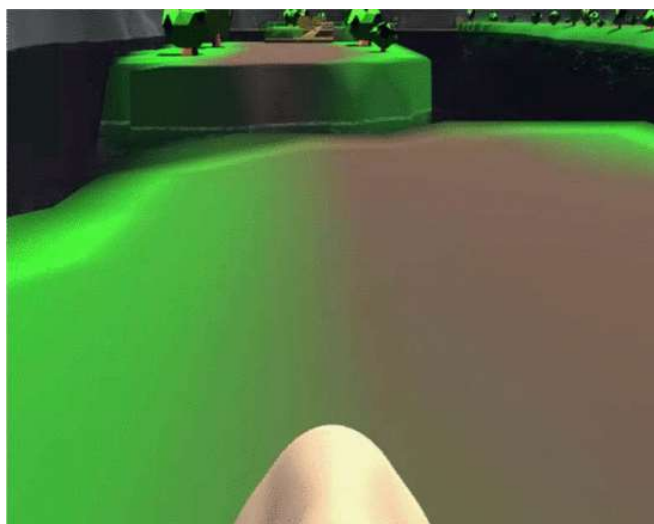
3.3 Testattuja menetelmiä

Pahoinvointiin halutaan siis löytää ratkaisu, joka olisi yksinkertainen ja edullinen toteuttaa sekä toimisi mahdollisimman laajalla käyttäjäkunnalla. Tässä luvussa käydään läpi muutamia menetelmiä, joita voitaisiin hyödyntää ja jatkokehittää VR-pahoinvoinnin ehkäisemiseksi.

Pahoinvointia voidaan ehkäistä jo sovelluksen suunnitteluvaiheessa. Suunnittelijan tulee sovelluksessaan ottaa huomioon kuvan viive ja riittävän korkea kuva-
taajuus. Tulee myös välttää vilkkuvaa ja nopeaa kuvaa. Katselualuetta voidaan myös kaventaa, kun henkilö esimerkiksi juoksee sovelluksen sisällä. Käyttäjä puolestaan voi ehkäistä VR-pahoinvointia totuttelemalla lasien käyttöön vähitellen. Siten ärsykeeseen voi luoda toleranssin aloittamalla ensin lyhyellä altistumisajalla. Altistumisaikaa vähitellen pidentämällä käyttäjä voi siedettyä virtuaalitodellisuuden aiheuttamalle pahoinvoinnille. Aina tämä ei kuitenkaan ole tarpeeksi tehokas keino. Hyvä fyysinen kunto ja hyvin ilmastoitu alue voivat olla

avuksi. (Saarela 2022). Käyttäjän suositellaan myös keskittyvän kiintopisteisiin, kuten horisonttiin VR-sovelluksessa.

Eräs tutkijaryhmä testasi virtuaalinenä. Tutkijaryhmä kehitti pelin, jonka sisällä he pystyivät testaamaan, vaikuttaako keinotekoinen nenä henkilön kokemaan pahoinvointiin. Koehenkilöt laitettiin liikkumaan, pomppimaan ja väistelemään esteitä VR-maailmassa. Henkilöt oli jaettu kahteen ryhmään, nenällisiin ja nenättömiin. Kokeen tuloksia verratessa kuitenkin huomattiin, että keinotekoisella nenällä ei saavutettu haluttua lopputulosta. Tulokset eivät juurikaan poikenneet toisistaan. Kuitenkin koehenkilöiden ryhmässä oli vähemmän testin kesken lopettaneita kuin kontrolliryhmässä. (Wienrich & Weidner & Schatto & Obremski & Israel 2018). Alla kuva 5 siitä miltä sovellus ja nenä näyttivät.



Kuva 5 Virtuaalinenä (Wienrich ym. 2018)

Kyberkengät aloittivat Kickstarter-keräyksenä vuonna 2018. Valmistaja lupaa kenkien käytön vähentävän pahoinvointia luoden luonnollisemman tavan liikkua sovellusten ja pelien sisällä. Tuote ei kuitenkaan toimi vielä moitteettomasti, ja se on edelleen kehitysvaiheessa. Kenkien pohjassa on pieni rulla, joka lähettää liikkeen VR-laseihin kuin Bluetooth-hiiri kengänpohjassa. Kenkiä käytetään istuma-asennossa erityisen maton päällä, jotta pohjassa oleva rulla tunnistaisi liikkeen mahdollisimman hyvin. Matto estää myös staattisen sähkön syntymistä, mikä voisi vaikuttaa jalkineiden toimivuuteen.



Kuva 6 Kyberkengät

VR-juoksumatto eli Kat Walk on samankaltainen tuote kyberkenkien kanssa. Käyttäjä kävelee tai juoksee erityisillä kengillä koveran maton päällä. Kengät liukuvat ja henkilö "kävelee". Käyttäjä on ripustettu vyötäröstä laitteen telineeseen, jotta tämä pysyy paikallaan eikä kaadu liikkuaan.

Käyttöönotto on kuitenkin haastavaa, eikä laitteen käyttöä opi heti. Laitteessa on myös 130 kg painorajoitus. Laite on myös kallis ja suurikokoinen, joten kaikille käyttäjille se ei tule olemaan mahdollinen apulaite.



Kuva 7 Kat Walk VR Treadmill

3.4 Potentiaaliset olemassa olevat menetelmät

Leungin ja Honin (2019) tekemä tutkimus esitti, että sinisen valon eli lyhyiden aallonpituuksien näkyvän valon spektrillä filteröiminen vähentäisi myös matkapahoinvointia. Voisi olla mahdollista esimerkiksi kuvankäsittelyssä muokata kuvaa, ennen kuin se lähtee näytönohjaimesta laseihin. Tai esimerkiksi laittaa lasien sisään fyysinen kalvo, joka suodattaisi sinistä valoa.

Eräässä tutkimuksessa kokeiltiin hyvän tuoksun helpottavan matkapahoinvointia. Kokeessa käytettiin ruusun tuoksua. Tutkimuksessa oli kolme ryhmää. Kaikki ryhmät katselivat samaa pyöräily-VR-sovellusta. Ensimmäinen ryhmä altistettiin ruusun tuoksulle, toinen ryhmä nahan hajulle ja kolmas kontrolliryhmä vain katseli videota. Tuoksun havaitsi noin puolet koehenkilöistä. Tuoksun havainneella ryhmällä VR-pahoinvointi väheni huomattavasti. Tutkimuksessa, huomattiin myös, että henkilöt, jotka ovat herkempiä hajulle, ovat herkempiä myös VR-pahoinvoinnille. (Keshavarz, Stelzmann, Paillard, & Hecht 2015.)

Inkiväärin syömistä ja inkiväärinkarkkien imeskelyä ei juurikaan ole tutkittu, mutta sen on sanottu auttavan pahoinvoinnin syntyyn (Herron 2010). Syytä, miksi se helpottaisi, ei ole tiedossa.

Voitaisiinko VR-sovelluksissa hyödyntää samankaltaista toimintoa kuin horisonttilaseissa ja veneissä käytetyissä kelluvissa kompassseissa? Veneiden kompassit on suunniteltu pysymään suorassa ja aina horisontin kanssa linjassa. Kompassi on tehty helpottamaan suunnistusta paikassa, jossa ei aina olla horisontin kanssa samassa linjassa. Mekanismi on kuitenkin hyvin samankaltainen kuin yllä mainituissa horisonttilaseissa.

Tällainen pieni elementti olisi myös helppo toteuttaa sovelluksissa. Esimerkiksi virtuaalinen kelluva kompassi tai keinotekoinen horisonttirinkula näkökentän reunassa voisi huomattavasti helpottaa pahoinvoinnin syntyä.



Kuva 8 Veneen kompassi

4 Yhteenveto

Ainakaan vielä ei ole löydetty tapaa, jolla tehokkaasti ja pitkävaikutteisesti voitaisiin estää VR:ssä koettu pahoinvointi ja joka helpottaisi enemmistön oireita. Sen sijaan monia pahoinvointia lievittäviä keinoja on olemassa. Kaikki ratkaisut eivät välttämättä sovellu kaikille käyttäjille. Käyttäjän suositellaankin testaavan, mitkä tavat sopivat hänelle itselleen.

On tärkeää jo ohjelmistoa, laitteistoa ja sovelluksia suunnitellessa ottaa huomioon ne seikat, jotka voivat aiheuttaa ja pahentavat pahoinvointia. Näitä ovat esimerkiksi oikea etäisyys näytöstä, hahmon oikea pituus (joka on verrattavissa sen hetkisen käyttäjän pituuteen) ja korkea kuvataajuus, jotta kuva ei jää jälkeen. Sovelluksissa tulisi tarjota monipuolisesti kiintopisteitä. Esimerkiksi jos henkilö matkustaa pelissä hissillä, tulisi hissien kehikon olla koko ajan näkyvissä. Muuten henkilölle tulee olo, että hän leijuu ilmassa.

Joitain työssä esiteltyjä ratkaisuja voitaisiin kokeilla ja jatkokehittää, kuten kelluvaa kompassia ja hyvää tuoksua. Laitteiden kehittyessä ja ohjelmistojen parantua päästään lähemmäs todentuntuisempaa VR-kokemusta. Mitä vähemmän liike poikkeaa normaalista liikkeestä, sitä vähemmän se myös aiheuttaa pahoinvointia.

Lääkkeellisiä ratkaisuja kuten antihistamiinia ja skopolamiinilaastaria voidaan käyttää ehkäisemään pahoinvoinnin syntymistä. On suositeltavaa välttää alkoholin sekä rasvaisten ruokien nauttimista ennen VR-maailmaan siirtymistä sekä huolehtia huoneiston hyvästä ilmanvaihdosta. Oikealla pukeutumisella voi myös vaikuttaa koettuun olotilaan. Kylmässä huoneistossa tulee pukeutua lämpimästi, kun taas kuumassa vähentää vaatetusta. Avuksi voi ottaa myös akupainantarannekkeen, joka stimuloi ranteessa olevaa akupistettä.

Lähteet

Cha, Y. H. 2009. Mal de débarquement. *Semin Neurol.* doi: 10.1055/s-0029-1241038.

Chen, J. Y. C., & Thropp, J. E. 2007. Review of Low Frame Rate Effects on Human Performance. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans.* doi: 10.1109/TSMCA.2007.904779.

Herron, D. G. 2010. The ups and downs of motion sickness. *Am J Nurs.* Dec;110(12):49-51. doi: 10.1097/01.NAJ.0000391242.75887.17.
C.

Feltham, J. 2022. Kat Walk VR Treadmill Returns With New \$1,000 Model On Kickstarter This Week. <https://uploadvr.com/kat-walk-c-2-kickstarter/> (luettu 9.12.2022)

Janeh, O. & Steinicke, F. 2021. A Review of the Potential of Virtual Walking Techniques for Gait Rehabilitation. *Front Hum Neurosci.* doi: 10.3389/fnhum.2021.717291.

Keshavarz, B. & Hecht, H. 2014. Pleasant music as a countermeasure against visually induced motion sickness. doi: 10.1016/j.apergo.2013.07.009.

Keshavarz, B., Stelzmann, D., Paillard, A. & Hecht, H. 2015. Visually induced motion sickness can be alleviated by pleasant odors. *Exp Brain Res.* doi: 10.1007/s00221-015-4209-9.

Keskinen, T., Mäkelä, V., Kallioniemi, P., Hakulinen, J., Karhu, J., Ronkainen, K., Mäkelä, J. & Turunen, M. 2019. The Effect of Camera Height, Actor Behavior, and Viewer Position on the User Experience of 360° Videos. *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR).* doi: 10.1109/VR.2019.8797843.

Koch, A., Cascorbi, I., Westhofen, M., Dafotakis, M. & Klapa, S. 2018. The Neurophysiology and Treatment of Motion Sickness. *Dtsch Arztebl Int.* doi: 10.3238/arztebl.2018.0687.

Kuitunen, T., Tuomo, L. & Parkkola, K. 2011. Matkapahoinvointi merellä ja ilmassa. *Duodecim.* 127(13) s.1378-80. <https://www.duodecimlehti.fi/duo99632> (luettu 9.12.2022)

Leung, A. K. & Hon, K. L. 2019. Motion sickness: an overview. *Drugs Context.* doi: 10.7573/dic.2019-9-4.

Oman, C. M. 2012. Are evolutionary hypotheses for motion sickness "just-so" stories? *J Vestib Res.* doi: 10.3233/VES-2011-0432.

Saarela, O. 2022. Matkapahoinvointi. *Duodemic.* <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00301> (luettu 9.12.2022)

Shupak, A. & Gordon, C. R. 2006. Motion sickness: advances in pathogenesis, prediction, prevention, and treatment. *Aviat Space Environ Med.* (luettu 9.12.2022)

Spinks, A. B., Wasiak, J., Villanueva, E.V. & Bernath, V. 2007. Scopolamine (hyoscine) for preventing and treating motion sickness. *Cochrane Database Syst Rev.* doi: 10.1002/14651858.CD002851.pub3.

Stephan, A. 2021. VR Motion Sickness: How to Design Virtual Reality Training for Mitigation and Prevention. <https://trainingindustry.com/articles/learning-technologies/vr-motion-sickness-how-to-design-virtual-reality-training-for-mitigation-and-prevention/> (luettu 9.12.2022)

Wienrich, C., Weidner, C. K., Schatto, C., Obremski, D. & Israel, J. H. 2018. A Virtual Nose as a Rest-Frame - The Impact on Simulator Sickness and Game

Experience. International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games) doi: 10.1109/VS-Games.2018.8493408.

Kuva 2 Akupainantaranneke <https://www.yliopistonverkkoapteekki.fi/SEA-BAND-PAHOINVOINTIRANNEKE-1-PARI> (luettu 9.12.2022)

Kuva 3 Horisonttilasit <https://en.boardingglasses.com/> (luettu 9.12.2022)

Kuva 5 Virtuaalinen <https://www.e-education.psu.edu/geogvr/node/936> (luettu 9.12.2022)

Kuva 6 Cyberkengät <https://www.cybershoes.com/> (luettu 9.12.2022)

Kuva 7 Kat Walk <https://www.kat-vr.com/products/kat-walk-c2> (luettu 9.12.2022)

Kuva 8 Kompassi <https://www.marinekauppa.com/tuote/laipiokompassi-super-sport-ss-pr2/> (luettu 9.12.2022)