

# KÄYTTÄJIEN TULKINNAT TUULIVOIMAPUISTON VIRTUAALIPROTOTYYPISTÄ

Alexi Tossavainen

Tampereen yliopisto  
Luonnontieteiden tiedekunta  
Tietojenkäsittelyoppi  
Pro gradu -tutkielma  
Ohjaaja: Tarja Tiainen  
Syyskuu 2018

TAMPEREEN YLIOPISTO, Luonnontieteiden tiedekunta

Tietojenkäsittelyoppi

Tossavainen Aleks: Käyttäjien tulkinnat tuulivoimapuiston virtuaaliprototyypistä

Pro gradu -tutkielma, 53 s.

Syyskuu 2018

---

Tuulivoimaloita suunnitellaan ja rakennetaan nykyisin vihreämmän energiantuotannon aikaansaamiseksi. Samalla tuulivoimalat herättävät ihmisissä voimakkaita mielipiteitä puolesta ja vastaan. Nykyaikaiset liikuteltavat virtuaalitekniologialaitteet mahdollistavat virtuaalimallinnosten hyödyntämisen tutkimuskäytössä kenttäolosuhteissa. Tässä gradussa tutkitaan tuulivoimaloiden virtuaaliprototyyppien esittämisen vaikutusta informanttien mielipiteisiin. Tutkimus tehtiin fenomenografisella tutkimusmenetelmällä. Aineisto kerättiin kenttäolosuhteissa 18 informantilta Oculus Rift -virtuaalilaseja apuna käyttäen. Virtuaalisessa maisemassa informanteille näkyivät Alavuden Töysään suunnitteilla olleet tuulivoimalat, joita he arvioivat visuaalisesti ja äänimaisemallisesti haastattelun kysymyksiin vastaten. Tutkimuksen haastattelut tehtiin VR-koekäyttöpaikalla kolmessa osassa: Ennen VR-lasien päähän laittamista, VR-lasien käytön aikana ja VR-lasien käytön jälkeen.

Tulosten perusteella luotiin mielipiteiden muutoskaavio, jossa informanttien mielipiteen muutosta voidaan seurata VR-koekäytön alku-, keski- ja loppuvaiheissa. Mielipiteiden muutoskaavion pohjalta luotiin muutosluokat, joita tuli kolme kappaletta. Ensimmäisessä luokassa mielipiteissä ei havaita muutosta. Luokassa 2 mielipiteet muuttuivat positiiviseen ja luokassa 3 negatiiviseen suuntaan. Luokilla 2 ja 3 on lisäksi kolme alaluokkaa, joissa mielipiteen alkutilannetta verrataan lopputilanteeseen. Tutkimuksessa selvisi, että informantit, joilla oli vahvat ennakkomielipiteet, eivät muuttaneet mielipidettään VR-koekäytön jälkeen. Kuitenkin informantit, joiden ennakkomielipide ei ollut kovin vahva, mielipide saattoi muuttua positiivisempaan tai negatiivisempaan suuntaan. Tutkimuksessa myös todetaan liikuteltavien VR-laitteiden soveltuvan hyvin kentällä toteutettavien tutkimusten tekemiseen.

Avainsanat: tuulivoima, virtuaalitodellisuus, fenomenografia, mielipide, haastattelu

# Sisällysluettelo

1	JOHDANTO .....	1
2	KIRJALLISUUSKATSAUS .....	5
2.1	Tuulivoimalatutkimukset .....	5
2.1.1	Tuulivoimaloiden haasteet .....	6
2.1.2	Tuulivoimaloiden hyödyt .....	8
2.2	Virtuaaliprototyypit .....	9
2.3	Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto .....	13
3	WINDCOE-PROJEKTI.....	15
4	TUTKIMUSMENETELMÄ .....	18
4.1	Fenomenografia .....	18
4.2	Virtuaalimallin toteutus .....	22
4.3	Aineistonkeruun suunnitelma .....	25
4.4	Aineistonkeruun toteutus .....	28
4.4.1	Koekäyttötilanne ja laitteiston kuvaus.....	29
4.4.2	Koehenkilöt .....	30
4.5	Analyysi.....	33
5	TUTKIMUSTULOKSET .....	36
5.1	Luokat mielipiteissä.....	36
5.1.1	Vahva positiivinen.....	36
5.1.2	Mieto positiivinen.....	37
5.1.3	Neutraali .....	39
5.1.4	Mieto negatiivinen.....	40
5.1.5	Vahva negatiivinen .....	41
5.2	Muutos käsityksissä .....	43
6	KESKUSTELU .....	46
6.1	Tulosten kommentointi.....	46
6.2	VR-mallien mahdollisuudet.....	48
6.3	Yhteenveto prosessista .....	50
7	LOPUKSI .....	52
	LÄHTEET .....	54

## LYHENTEET

3D	Kolmiulotteinen tietokonegrafiikka
AR	Augmented Reality, laajennettu todellisuus
Blender	3D-grafiikan mallinnusohjelma
C#	Microsoftin kehittämä ohjelmointikieli
Fenomenografia	Eräs laadullisen tutkimuksen tutkimussuuntauksista
NIMBY	Not In My Back Yard, Suom. Ei minun takapihalleni. Ajattelutapa, jossa vastustetaan lähialueelle rakennettavia, epämiellyttäviä rakennelmia.
Oculus Rift	Virtuaalitodellisuuslasit
TTY	Tampereen teknillinen yliopisto
Unity	Pelimoottori
VR	Virtual Reality, virtuaalitodellisuus
WindCoe	Pohjoismainen tuulivoimaan keskittyvä hanke, jonka tavoitteena on muodostaa osaamiskeskus kylmään ilmanalaan liittyvän tuulivoiman alalle.

# 1 JOHDANTO

Kun jotain uutta rakennetaan, on hyvin tavallista, että se herättää ihmisissä voimakkaita tunteita. Nämä tunteet eivät usein ole kovin myönteisiä, sillä ihmiset kokevat pelkoa tuntemattomia asioita kohtaan [Riezler, 1944]. Tuulivoimalatutkimuksissa ihmisten negatiivisten mielipiteiden onkin todettu perustuvan uskomuksiin ja puutteelliseen tietoon tuulivoimaloiden todellisista ympäristövaikutuksista [Asenteet tuulivoimaa kohtaan, 2000].

Sosiaalinen hyväksyntä on yksi merkittävimpiä esteitä tuulivoiman leviämislle Suomessa ja muissa maissa. ”Not In My Backyard”, eli lyhyemmin NIMBY, on ilmiö, joka liittyy ihmisten pelkoon tuntemattomia asioita kohdatessa. Sitä tavataan useimmiten isojen ympäristöön vaikuttavien rakenteiden, kuten moottoriteiden, siltojen, lentokenttien kuin myös tuulivoimaloiden, rakennuttamisten yhteydessä [Asenteet tuulivoimaa kohtaan, 2000]. Wolsink [1999] on tutkinut ilmiötä Britanniassa 1990-luvulla. Hänen mukaansa on hyvin tyypillistä, että tuulivoimaan suhtaudutaan periaatteessa positiivisesti, mutta ihmiset eivät haluaisi niitä kuitenkaan omaan elinympäristöönsä. Hän täsmentää NIMBY-ilmiöön sisältyvän neljä erityyppistä reaktiota [Wolsink, 1999]:

- a) Positiivinen suhtautuminen tuulivoimaan yleensä, mutta negatiivinen suhtautuminen tuulivoiman sijoittamiseen omaan lähiympäristöön.
- b) Yleisesti negatiivinen suhtautuminen tuulivoimaan. NIABY - Not In Any Backyard.
- c) Periaatteessa positiivinen suhtautuminen tuulivoimaan, joka muuttuu negatiiviseksi, kun suunnitelmat muuttuvat konkreettisiksi omalla asuinalueella.
- d) Negatiivinen suhtautuminen johonkin tiettyyn tuulivoiman rakennushankkeeseen, mutta ei tuulivoimaan energiamuotona.

Wolsinkin [1999] mukaan ihmiset ilmoittavat tuulivoimaloihin liittyvissä kyselyissä haittapuoliksi siitä lähtevän melun, visuaalisen haitan, riittämättömän energiansaannin, kalliit rakennuttamiskulut ja vaikutuksen luontoon, erityisesti lintuihin.

Suomessa sosiaalinen hyväksyntä tuulivoimaa kohtaan on ollut pääasiassa positiivista. Esimerkiksi Kokkolan edustan merituulipuiston kyselytutkimuksessa [Asenteet tuulivoimaa kohtaan, 2000] paikallisilta asukkailta ja intressiryhmiltä (loma-asukkaat, veneilijät, kalastajat ja päätöksentekijät) selvitettiin asenteita suunnitteilla olleita

tuulivoimaloita kohtaan. Kyselytutkimuksessa todettiin vastausten olevan hyvin samankaltaisia kansainvälisten asenteiden kanssa: Tuulivoimaan suhtauduttiin myönteisesti ja sen tuomat mahdollisuudet ja ympäristöystävällisyys tiedostettiin. Vastaajien mielestä tuulivoiman katsottiin vaikuttavan positiivisesti alueen kehitykseen ja talouteen. Yli 70% vastanneista uskoi tuulivoiman rakentamisen vaikuttavan positiivisesti Kokkolan alueen imagoon. NIMBY-asenteita kuitenkin ilmeni; monet vastaajista pelkäsivät tuulivoimaloiden rumentavan maisemaa ja heidän joutuvan etsimään uusia ulkoilualueita, mikäli tuulivoimaloiden rakentaminen toteutuisi. Kansalaisten annettiin myös kuvata sanallisesti tuulivoimaloiden maisemavaikutuksia. Niitä kuvailtiin piristäviksi, elävöittäviksi, eksoottisiksi - toisaalta myös masentaviksi, rumiksi, massiivisiksi ja keinotekoisiksi. Tutkimuksessa selvisi myös, että asenne tuulivoimaa kohtaan riippuu siitä, miten asukas maiseman kokee. Maiseman esteettiset tappiot oltiin valmiita hyväksymään, jos tuulivoiman käytöllä olisi positiivinen vaikutus ympäristön tilaan.

Helsingin kaupunki on selvittänyt tutkimuksessaan [Tuulivoiman sosiaalinen hyväksyttävyys Helsingissä, 2015] helsinkiläisten suhtautumista tuulivoimaan. Tutkimus koostui kirjallisuuskatsauksesta, työpajoista (kaikille avoimista ja asiantuntijoille suunnatuista) sekä osin karttapohjaisesta avoimesta nettikyselystä. Yleisenä havaintona tutkimustuloksista selvisi, että kyselyyn vastanneiden yleinen mielipide oli jopa yllättävän positiivinen [Tuulivoiman hyväksyttävyys Helsingissä, 2015]:

- ”78 % kaikista vastaajista koki myönteisenä (jokseenkin tai hyvin myönteisenä) ajatuksen, että Helsingin satama- ja voimala-alueille rakennettaisiin tuulivoimaloita ja 79 % sen, että laivaväyliltä näkyisi tuulivoimaloita. Edelleen 70 % koki myönteisenä ajatuksen siitä, että tuulivoimaloita näkyisi Suomenlinnan valleille. ”
- ”78 % vastaajista koki myönteisenä ajatuksen, että ulkomerelle Helsingin aluevesille 8–10 kilometrin päähän rannasta rakennettaisiin tuulivoimaloita. Jopa lähimmällä etäisyydellä, 1–2 kilometrin päässä, useammat (59 %) kokivat tuulivoimalat myönteisinä kuin kielteisinä, vastustajien osuuden ollessa merkittävä (39 %). ”

Kun tutkijat [Tuulivoiman hyväksyttävyys Helsingissä, 2015] tarkastelivat tuloksia NIMBY-ilmion näkökulmasta, oli ilmiö tutkijoiden mukaan lähes päinvastainen. Esimerkiksi itähelsinkiläiset olisivat valmiita sijoittamaan tuulivoimaloita huomattavasti

idemmäksi kuin keski- ja länsihelsinkiläiset. Tutkijat arvelevat yllättävän positiivisen tuloksen johtuvan ihmisten tietämyksen kasvusta tuulivoimaa ja ympäristöongelmia kohtaan.

Ihmisten asenteita mielipiteiden ja muodostumista selvitetään tämän gradun tutkimuksessa, jossa informantit pääsevät näkemään ja kuulemaan tuulivoimaloita maisemassa virtuaalitekniikkaa hyödyntäen.

Tämän gradun tutkimuskysymys on: Miten suunnitteilla olevan tuulivoimalapuiston virtuaaliprototyyppien näyttäminen vaikuttaa käyttäjien mielipiteisiin?

Tämän gradun toisessa luvussa perehdytään aihepiiriin kirjallisuuskatsauksen muodossa. Kirjallisuuskatsauksessa selvitetään, millaisia aikaisempia tutkimuksia tuulivoimasta on tehty ja miten VR-teknologiaa on mahdollisesti käytetty niissä hyväksi. Kirjallisuuskatsauksessa selviää, että suurin osa tähän mennessä tehdyistä VR-tutkimuksista on toteutettu laboratorio-olosuhteissa. Aiemmissa tutkimuksissa Kaapu *et al.* [2013] on osoittanut paikan merkityksen havainnointitutkimuksia suoritettaessa. Kaapu *et al.* [2013] mukaan laboratorio-olosuhteissa tutkimukseen osallistuvat informantit keskittyivät vastauksissa enemmän visuaalisten kuvien teknisiin kysymyksiin, kun taas tosielämän fyysisessä ympäristössä informantit keskittyivät tehtävien varsinaiseen sisältöön. Tämän gradun tutkimus suoritettiin kenttäolosuhteissa pienessä Töysän kylässä Etelä-Pohjanmaalla, jonne oli suunniteltu rakennettavan kolme uutta tuulivoimalaa. Virtuaalimaailman näyttämistä varten käytössä olivat Oculus Rift VR-lasit ja kannettava tietokone. Helposti liikuteltavien VR-laitteiden käyttö kenttäolosuhteissa mahdollisti paikallisten asukkaiden saamisen mukaan tutkimuksen informanteiksi. He ilmaisivat mielipiteitään vastaamalla haastattelukysymyksiin VR-koekäytön aikana.

Kolmannessa luvussa esitellään WindCoe-projekti, jonka osatutkimuksena tämän gradun tutkimus tehtiin. Luvussa esitellään tarkemmin WindCoe:n rakennetta ja mitä kukin yksikkö projektissa tutki. Neljännessä luvussa esitellään tutkimusmenetelmää, jonka avulla tämä tutkimus on tehty. Ensiksi luvussa kerrotaan tutkimuksen lähestymistapana käytetystä fenomenografiasta, jonka jälkeen esitellään muut tutkimuksessa käytetyt menetelmät. Viides luku kertoo, millaisia tutkimustuloksia tällä tutkimuksella saatiin.

Kuudennessa luvussa on pohdintaa tutkimustuloksesta sekä jatkotutkimuskysymyksistä.  
Seitsemännessä luvussa tiivistetään tutkimuksen tärkeimmät löydökset ja pääkohdat.



## 2 KIRJALLISUUSKATSAUS

Tämän pro gradu -tutkielman aiheena on tutkia, miten suunnitteilla olleen tuulivoimalapuiston virtuaaliprototyyppien näyttäminen vaikuttaa käyttäjien mielipiteisiin. Tutkimuksessa käsiteltäviä aiheita ovat: tuulivoimatutkimus sekä virtuaalitodellisuus ja virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen tutkimustyössä. Näin ollen tässä kirjallisuuskatsauksessa pyritään perehtymään tutkimuksen aihepiireihin syvällisemmin sekä esittelemään eri aihealueiden ongelmia ja löydettyjä ratkaisuja.

Koska tutkimuskysymyksenä oli, vaikuttaako tuulivoimalan virtuaalitodellisuusprototyypin esittäminen käyttäjien mielipiteisiin, tuli tietokantahakuja kirjallisuuskatsauksessa jakaa eri aihetyyppeihin. Aihetyypeiksi valikoituivat ensimmäisten tutkimusmateriaalien perusteella: tuulivoimalatutkimus, virtuaalitodellisuus ja virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen tutkimustyössä. Tuulivoimalatutkimuksia haettaessa pyrittiin löytämään relevantteja tutkimuksia, joissa tulisi ilmi ihmisten mielipiteitä tuulivoimaloista. Tämä oli erittäin mielenkiintoista oman tutkimuksen kannalta, sillä näin voitiin vertailla omia tuloksia aiemmin tutkittuun. Virtuaalitodellisuudesta haettiin yleisiä tieteellisiä artikkeleja, eikä niinkään keskitytty virtuaalitekniikan tekniseen toteutukseen. Osa kirjallisuuslähteistä löytyi tieteen ”salapoliisimenetelmällä”, eli tutkimalla jo löydettyjen artikkeleiden alkuperäisviittauksia.

### 2.1 Tuulivoimalatutkimukset

Kasvava energiantarve on lisännyt uusiutuvien energiamuotojen kysyntää. Maailmanlaajuisesti energiayhtiöt yrittävät siirtyä fossiilisista luonnonvaroista uusiutuviin. [Baloch *et al.*, 2016]. Uusiutuvista luonnonvaroista tuulivoima on saanut erityistä kritiikkiä siitä aiheutuvien infraäänien sekä esteettisten syiden vuoksi [Nurimbetov *et al.*, 2015]. Tuulivoimalatutkimukset käsittelevät yleensä monia eri osa-alueita. Tähän kirjallisuuskatsaukseen valitut tieteelliset artikkelit tutkivat tuulivoimaloiden aiheuttamia terveyshaittoja, tuuliturbiinien muotoilua sekä niiden sijoittamista ympäristöön. Tuulivoimalatutkimuksissa on otettu jonkin verran huomioon sellaisiakin artikkeleita, jotka eivät varsinaisesti liity suoraan tämän gradun tutkimuskysymykseen. Tarkoituksena on selventää, millaisia kysymyksiä

tuulivoimaloiden rakentamiseen ja niiden sijoittamiseen yleensä liittyy. Artikkelien pääpaino on kuitenkin ihmisten asenteisiin ja mielipiteisiin liittyvissä aihepiireissä. Tärkeänä pidetään sellaista tietoa, josta voidaan päätellä, miksi henkilö ajattelee tietyllä tavalla.

### **2.1.1 Tuulivoimaloiden haasteet**

Tuulivoimalat pyritään sijoittamaan niin sanotulle joutomaalle, jossa niistä koituu lähistön asukkaille mahdollisimman vähän haittaa. Tuulivoimaloiden melun etenemiseen vaikuttavat monet tekijät, kuten tuuliolosuhteet, lämpötilaprofiili erityisesti korkeussuunnassa sekä ilmakehän termien stabiilius, toteaa Uosukainen [2010]. Maanpinnan yläpuolella äänen leviämiseen vaikuttavat maaston korkeuserot, pinnanmuodot sekä maanpinnan materiaalit ja kasvillisuus [Uosukainen, 2010]. Tuulivoimaloita suunniteltaessa on myös tärkeää valita oikeanlainen sijainti. Huonosti tehty aluetutkimus ja laskelmat voivat johtaa pienempään energiansaantiin kuin on alun perin laskettu. Esimerkiksi alueet, jotka ovat lähellä muita isoja rakennuksia, eivät ole soveltuvia turbulenssin ja tuulen leikkaantumisen vuoksi [Baloch *et al.*, 2016].

Knopper ja Olsson [2011] toteavat kirjallisuuskatsauksessaan vertaisarvioituissa tutkimuksissa tuulivoimaloihin kohdistuvan ärtymyksen johtuvan pääosin voimaloiden aiheuttamasta melusta. Muut haittatekijät ovat pääosin visuaalisia, mutta niiden on katsottu johtuvan meluherkkyydestä sekä yleisestä negatiivisesta asenteesta tuulivoimaa kohtaan. Pedersen ja Persson Waye [2004] toteavat tutkimuksessaan tuulivoimaloiden ärsyttävän ihmisiä enemmän kuin tie- ja rautatieliikenne, vaikka tuulivoiman tuottama äänenpaine (32-40 dBA) on verrokkeja (42-70 dBA) pienempi. Tuulivoiman melun todetaan ärsyttävän ihmisiä suunnilleen yhtä paljon kuin lentoliikenteen (55-70 dBA). Myös Pedersen ja Persson Waye [2004] toteavat ihmisten asenteen ja ennakkokäsitysten vaikuttavan tutkimustulokseen.

Tuulivoiman katsotaan myös olevan mahdollinen negatiivisten terveysvaikutusten aiheuttaja [Knopper & Olsson, 2011]. Tuulivoimaloiden nopea lisääntyminen viime vuosina on lisännyt kiinnostusta tuulivoimaloiden terveysvaikutuksia kohtaan tuulivoimaloiden läheisyydessä sijaitsevilla asuinalueilla [Pedersen, 2011]. Pedersen [2011] on tutkinut tuulivoimaloiden aiheuttamia terveyshaittoja kolmen kenttätutkimuksen avulla. Tutkimukset olivat poikkileikkauksellisia tutkimuksia, joissa

tuulivoimaloiden meluasteita verrattiin alueella asuvien ihmisten raportoimiin terveydentiloihinsa. Tutkimuksista kaksi toteutettiin Ruotsissa, toisen ollessa vuodelta 2000 ja toisen 2005. Hollannissa toteutettu tutkimus tehtiin vuonna 2007. Tutkimuksiin vastasi yhteensä 1830 informanttia.

Kaikissa kolmessa Pedersenin tutkimuksessa kävi ilmi tuulivoimaloiden aiheuttavan ärsyyntymistä A-painotetuilla äänen paineilla sekä ulkona että sisätiloissa. Lisääntynyt äänenpaine lisäsi todennäköisyyttä saada oireita tuulivoimaloista. Äänenpaineella todettiin olevan assosiaatioita unenhäiriintymiseen ensimmäisessä ruotsalaisessa sekä hollantilaistutkimuksessa, mutta ei toisessa ruotsalaistutkimuksessa. Todennäköisyyden kasvaminen äänenpaineen tasojen kanssa oli relatiivisesti matala. Kerättyä tutkimusdataa tarkasteltaessa paljastui, että osalla vastaajista, jotka raportoivat unensa häiriintyneen, melun lähde oli melko vakaa kaikilla paitsi vahvimmalla tuulivoimalan äänentasolla. Tutkimuksessa selvisi myös, että unihäiriöitä alkoi ilmetä noin 40-45 dBA äänenpaineella. Samanlaisiin lukuarvoihin ovat päätyneet myös Knopper ja Olsson [2011] kirjallisuuskatsauksessaan. Heidän tutkimuksensa 754 vastaajasta 39 % huomasi tuulivoimaloiden aiheuttavan ääntä 32,5-40 dBA äänenpaineella. Univaikeuksia heidän tutkimuksessaan ilmeni äänenpaineen ylittäessä 40 dBA.

Tuulivoimaloiden laajempaa levinneisyyttä on rajoitettu sen aiheuttaman aerodynaamisen melun vuoksi. Nurimbetov *et al.* [2015] tutkimuksen aiheena oli löytää tuulimyllyn siivelle sopiva materiaali ja muoto mahdollisimman hiljaisen lopputuloksen aikaansaamiseksi. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että valitsemalla yksittäisten osien kerrosten materiaali tai panssarointumenetelmä, on mahdollista hallita lavan jännitystä. Näin ollen panssaroinnin rasitusta voidaan pienentää tuuliturbiinin lavan tietyissä aerodynaamisissa ja geometrisissa muodoissa. Tämä tapahtuu välttämällä suuria puristusjännityksiä lavan profiilin reunoissa, jolloin saavutetaan niiden parempi jakautuminen poikkileikkauksen yli. Tutkimuksessa selvisi myös, että terän kehäosan pyörimisnopeutta voidaan vähentää lisäämällä kiertojäykkyyttä lavan kerrosten päällysmateriaalilla ja materiaalikerroksella. Tutkimuksen lopputuloksena oli, että tutkimuksessa olleilla metodeilla ja materiaaleilla pystytään vähentämään roottoriin kohdistuvaa kuormitusta. Seurauksena on tuulivoimaloiden melun väheneminen, mikä mahdollistaa tuulivoimalapuistojen laajemman käytön niin sanotuissa ”vihreissä” kaupungeissa.

Tuulivoimaloista aiheutuvaa välkettä tutkittiin Knopper ja Olssonin [2011] kirjallisuuskatsauksessa, jossa Harding *et al.* [2008] ja Smedley *et al.* [2010] tutkivat tuulivoimaloiden välkynnän aiheuttamia terveysvaikutuksia. Tuulivoimaloiden aiheuttama välke saattaa aiheuttaa epileptisiä oireita valolle herkille ihmisille. Molemmat tutkimukset osoittivat välkynnän aiheuttavan oireita tuulivoimalan siipien varjojen tai auringon heijastuessa yli 3Hz taajuuksilla. Epileptiset oireet olivat kuitenkin harvinaisia niiden ilmestyessä 1,7 valoherkälle ihmiselle 100 000:sta. Oireet ilmenivät yleensä aamuisin ja iltaisin, kun aurinko on lähempänä horisonttia.

Harding *et al.* [2008] ja Smedley *et al.* [2010] tutkimuksissa yhteenvedona mainittiin, että merkittäviä terveysvaikutuksia ei pitäisi ilmetä yli 305 metrin etäisyydellä tutkimuksessa mukana olleilla tuulivoimalatyypeillä. Tämä koski tuulivoimaloiden infraäänistä ja välkkeestä aiheutuvia terveyshaittoja.

Vastoin monia ennakko-odotuksia, tuulivoimaloiden ulkonäkö ei välttämättä herätä ihmisissä niin voimakkaita negatiivisia tuntemuksia kuin esimerkiksi Pedersenin ja Persson Wayen [2004] tutkimus antaa olettaa. Psykologisessa tutkimuksessaan Maehr *et al.* [2015] näyttivät koehenkilöille kuvia tuulivoimaloista ja muista rakennuksista. Tutkimuksessa selvisi, että esimerkiksi tuulivoimaloiden ulkonäkö arvioitiin miellyttävämmäksi kuin muut energiantuotantolaitokset. Tuulivoimaloiden kuvat arvioitiin myös yhtä miellyttäväksi, mutta vähemmän rauhoittavaksi kuin kirkkojen kuvat.

### **2.1.2 Tuulivoimaloiden hyödyt**

Tuulivoimalatutkimuksissa perehdytään usein tuulivoiman negatiivisiin puoliin. Tässä kirjallisuuskatsauksessa pyrittiin löytämään asenteita myös tuulivoiman puolesta. Yuan *et al.* [2015] kyselytutkimuksen mukaan suurin osa vastaajista koki tuulivoimaloiden tuovan ympäristöhyötyjä, laskevan sähkön hintaa, vähentävän saasteita sekä lievittävän paineita sähkönjakelussa. Muita tuulivoimasta mainittuja hyötyjä olivat: taloudelliset hyödyt, verotulot, fossiilisten polttoaineiden käytön väheneminen ja työllistymismahdollisuudet. Mielenkiintoisena huomiona vastaajien asenteisiin liittyen voidaan pitää heidän halukkuuttaan käyttää tuulivoimaa, jos muutkin sitä käyttäisivät.

Helsingin kaupungin Asenteet tuulivoimaa kohtaan [2000] -artikkelin mukaan Suomessa suhtaudutaan tuulivoimaan yleisesti positiivisesti. Tuulivoiman puolesta tai vastaan

olevat argumentit ovat usein ihmisten arvoihin ja uskomuksiin perustuvia ja tiedot tuulivoiman todellisesta vaikutuksesta puutteellisia. Artikkelin mukaan myös asenteet tuulivoimaa kohtaan muuttuvat usein myönteisiksi, kun niistä on saatu ensin käytännön kokemusta. Tuulivoimaloiden läheisyydessä asuvien ihmisten asenteet ovat usein positiivisia ja kun tuulivoimaloihin on totuttu, niiden purkaminen herättää ihmisissä usein vastustusta.

## 2.2 Virtuaaliprototyypit

Prototyyppejä käytetään yleisesti varmistamaan, että suunniteltu tuote täyttää sille asetetut vaatimukset [Tiainen *et al.*, 2014]. Prototyyppien suunnittelumenetelmät voidaan jaotella niiden realismiasteeseen tai tarkkuuteen perustuen. Matalan tarkkuusasteen prototyypit ovat nopeita ja halpoja toteuttaa. Sellaisia voivat olla esimerkiksi paperiarkki, piirros tai asetonilevyprototyypit. Korkean tarkkuus- tai todellisuusasteen prototyypit ovat usein jo lähes valmiita tuotteita. Tällaisten prototyyppimallien suunnitteleminen ja tekeminen vievät poikkeuksetta paljon aikaa ja rahaa [Yang, 2005].

Ideaalina prototyyppien suunnittelussa pidetään mahdollisimman totuudenmukaista ja kustannustehokasta toteutusta [Dijk *et al.*, 1998]. Tästä johtuen suurten rakennusten, tai esimerkiksi tämän gradutyön, tapauksessa korkean tarkkuusasteen prototyyppien valmistaminen on käytännössä mahdotonta. Rakennusteollisuudessa ei ole mahdollisuutta kokeilla ennen rakentamista [Li *et al.*, 2008]. Tässä tapauksessa virtuaalitekniologia tuo mahdollisuutensa esiin rakennusten ja tuulivoimaloiden suunnittelussa. Tulevien rakennelmien virtuaalimallien toteuttaminen mahdollistaa useiden erilaisten skenaarioiden kokeilemisen ja mahdollisten virheiden paikantamisen jo ennen rakennusprosessia. Virtuaaliprototyyppejä käyttämällä voidaan mallintaa esimerkiksi tuotannon, kuljetuksen, käsittelyn ja erilaisten rakennuskomponenttien kokoamisen vaiheita. Kaikkia rakentamiseen liittyviä muuttujia, kuten sijainti, istutukset, resurssit ja ulkoasu, voidaan ennakkoon tarkastella virtuaalimaailmassa ja näin välttyä epätoivotuilta virheiltä ennen rakentamisen aloittamista [Li *et al.*, 2008].

Virtuaalitekniologian tuomia mahdollisuuksia voidaan tehokkaasti käyttää myös tutkimustyössä. Esimerkiksi Jallouli *et al.* [2008] vertailivat tutkimuksessaan, miten ihmiset näkevät samat tuulivoimalat todellisessa ja virtuaalisessa maisemassa. Tutkimuksessa tutkija ja informantti kävelivät ulkona ennakkoon määritellyä reittiä

informantin kuvaillessa tutkijalle, miten hän maiseman kokee ja näkee. Virtuaalimaailmassa kävely oli toteutettu samanlaisessa maisemassa, jossa kävelyn ohjaus tapahtui Wiimote-ohjaimella. Tutkimuksen virtuaalimallinnus oli tehty 3D Max -mallinnusohjelmalla. Käyttökokeita vertaamalla saatiin selville, että maailmojen kokeminen oli fyysisessä ja virtuaalisessa todellisuudessa hyvin samankaltaista. Tutkimukseen osallistuneet kuitenkin kertoivat virtuaalimaisemassa ongelmalliseksi rajallisen näkyvyyden ja liikkumisen epäluonnollisuuden. Tutkimuksen tulokset osoittivat virtuaalitodellisuuden antavan hyvin tietoa, kuinka käyttäjät kokevat maiseman virtuaalitodellisuudessa ja kuinka havainnot eroavat fyysisestä todellisuudesta. Kuvassa 2.1 vertaillaan tutkimuksessa käytettyjä maisemia todellisuudessa ja virtuaalitodellisuudessa.



In situ



In vitro

Kuva 2.1: Maisema todellisuudessa (In situ) ja virtuaalitodellisuudessa (In vitro).  
[Jallouli *et al.*, 2008]

Hieman samantyylistä vertailua todellisuuden ja virtuaalitodellisuuden kanssa ovat tehneet Tiainen *et al.* [2014]. Heidän tutkimuksessaan vertailtiin huonekaluprototyyppejä Habitare-messuilla sekä fyysisinä että VR-mallinnettuna kahdella eri messuosastolla. He hakivat tietoa messuvierailta etnografisella tutkimusmenetelmällä. Mikäli osastolla vierailut messukävijä oli kiinnostunut kokeesta, hän pääsi osallistumaan tutkimukseen. Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla, kuinka kuluttajat kuvailevat ja arvioivat virtuaalisia

ja fyysisiä huonekaluprototyyppejä. Havainnointia tutkimuksen käyttökokeen virtuaaliodellisuuden asettelusta selviää kuvasta 2.2.



Kuva 2.2: Käyttäjä VR-lasit ja ohjain kädessään; taustalla näyttö [Tiainen *et al.*, 2014]

Tutkimuksen tuloksia tarkastellessa selvisi, että kuluttajat arvioivat tuotteiden ominaisuuksia samantapaisesti riippumatta siitä, oliko kyseessä fyysinen tai virtuaalinen prototyyppi. Tuotteiden ominaisuuksia arvioidessaan kuluttajat keskittyivät tuotteiden materiaaleihin, etäisyyksiin, suunnitteluun ja laatuun. Tutkimuksessa identifioitiin informanttien kuvaavat asiat ja kategorioitiin ne. Luodut kategoriat ovat [Tiainen *et al.*, 2014]:

- 1) Tuotteen ominaisuudet, jotka alakategorioitiin: tuotteisiin, prototyypin esittämiseen ja siirtämiseen
- 2) Ideoiden kehitys, jonka alakategoriat olivat: materiaalit, etäisyydet, suunnittelu ja laatu.

Lopuksi verrattiin, kuinka kategorioita oli käytetty fyysisiä ja virtuaalisia prototyyppejä arvioitaessa. Tuotteen ominaisuuksia käytettiin samankaltaisesti molemmissa arviointitehtävissä, mutta ideoiden kehitystä käytettiin huomattavasti enemmän virtuaalisia prototyyppejä arvioitaessa.

Yu *et al.* [2017] selvittivät tutkimuksessaan, miten tuulivoimaloiden näkeminen vaikuttaa yksilöiden tunneperäisiin toimintoihin sekä arvioivat yksilöiden reaktioita tuulivoimapuistoihin. Tutkimuksen tavoitteena oli myös määrittää, vaikuttavatko heidän subjektiiviset vastaukset ei-visuaalisiin akustisiin tekijöihin. Tutkimuksessa testattiin kolmea hypoteesia [Yu *et al.*, 2017]:

- (1) Tuulivoimalan näkeminen vaikuttaa yksilön tunneperäisiin ja kognitiivisiin tekijöihin verrattuna maisemaan ilman tuulivoimaloita.
- (2) Tuulivoimaloiden näkeminen lisää sekä visuaalisen että äänen ärsyttävyyttä.
- (3) Visuaalinen sekä äänen ärsyttävyydet ovat toisistaan riippuvaisia ja saavutettu ärsyttävyyden liittyminen yksilön henkilökohtaiseen ennakkomieliin tuulivoimasta.



Kuva 2.3: Yu *et al.* [2017] tutkimuksessaan käyttämät tuulivoimaloiden virtuaalimallit

Yu *et al.* [2017] tutkimuksessa käytettiin kuvassa 2.3 esiteltyjä virtuaalitekniikalla toteutettuja maisemia (tuulivoimaloilla ja ilman), joita näytettiin informanteille kokeen aikana. Molemmissa näkymissä tutkimukseen osallistujat arvioivat visuaalisen sekä



äänen ärsyttävyyden ja heitä testattiin kognitiivisessa toiminnassa, lyhytaikainen verbaalinen muisti ja toiminnanohjaus mukaan lukien.

Yu *et al.* [2017] tutkimuksessa selvisi, että tuulivoimaloiden visuaalinen ja äänen ärsyttävyys ei vaikuttanut merkittävästi tunneperäisiin tai kognitiivisiin suorituksiin, vaikka yksilöt subjektiivisesti kokivat enemmän ärsyttävyyttä tuulivoimalat nähdessään. Näin ollen, ainakin suhteellisen lyhyitä altistuksia tarkasteltaessa, vaikuttaa siltä, että tutkimuksen olosuhteissa kognitiivisten tehtävien suorittamiseen liittyvä ärsyyntyminen ei välttämättä vaikuta merkittävästi affektiivisiin ja kognitiivisiin toimenpiteisiin mitattujen fysiologisten rasitusten perusteella. Tämä tulos oli siis ensimmäistä hypoteesia vastaan. Sen lisäksi tutkimustulokset viittaavat siihen, että tuulivoimalapuiston käyttöönotolla olisi merkittäviä kielteisiä vaikutuksia, jotka johtuvat sekä äänen että visuaalisen häiriön lisääntymisestä. Yu *et al.* [2017] mukaan tutkimustulokset tukevat mallia, jonka mukaan altistuminen tuulivoimaloille voi aiheuttaa häiritsevyyttä, joka ei johdu yksinomaan tuuliturbiinien aiheuttamasta melusta vaan myös visuaalisista vaikutuksista.

### **2.3 Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto**

Kirjallisuuskatsaus antoi laajan kokonaiskuvan aiemmista tutkimuksista, joissa oli tutkittu tuulivoimaa ja virtuaalitodellisuuden hyödyntämistä aineistonkeruussa. Tekniikan kehittymisen myötä virtuaalitekniologian käyttöönotto on helpottunut, minkä vuoksi sitä on pystytty soveltamaan useissa laboratorio-olosuhteissa tehdyissä tutkimuksissa. Virtuaalitekniologian avulla on pystytty tekemään tutkimuksia, jotka osoittavat ihmisten arvioivan virtuaalitodellisuudessa kokemaansa samalla tavalla kuin fyysisessä maailmassa.

Tuulivoimalatutkimukset osoittavat tuulivoimaloista koituvan sekä hyötyjä että haittoja, joiden pohjalta ihmiset muodostavat käsityksensä tuulivoimasta. Nämä tosiasioihin pohjautuvat ennakkokäsitykset vaikuttavat tuulivoimaloiden sosiaaliseen hyväksyntään. Kirjallisuuskatsauksen mukaan tuulivoimalatietämyksen on todettu olevan usein puutteellista, josta johtuen ennakoasenteet tuulivoimaa kohtaan saattavat olla negatiivisia. Kuitenkin tuulivoimatiedon lisääntyessä asenteiden on huomattu muuttuvan myönteisemmiksi.

Oman graduni kannalta tärkeimpiä havaintoja olivat virtuaalitekniikan toimivuus tämän tyylisissä tutkimuksissa, jotta vastausten voidaan olettaa olevan luotettavia. Lisäksi kirjallisuuskatsaus osoittaa, että tämän gradun tyylistä VR-koekäyttöä kenttäolosuhteissa ei ole aiemmin tutkimuksissa käytetty, mikä tekee tästä tutkimuksesta erityisen ja kiinnostavan.

### 3 WINDCOE-PROJEKTI

Tämän gradun tutkimus toteutettiin osana pohjoismaista WindCoe-projektia. Projektin tarkoituksena on muodostaa osaamiskeskus kylmään ilmanalaaan liittyvän tuulivoiman alalle. Lisäksi projektissa tutkitaan tuulivoimaloiden suunnittelussa, kehittämisessä, hallinnoimisessa sekä sosiaalisessa hyväksyttävyydessä kohdattavia haasteita. Osaamiskeskuksen tavoitteena on jakaa jo hankittua tietoa tuleviin tutkimuksiin ja tehdä yhteistyötä teollisuuden, kuntien sekä yhteiskunnan kanssa. Projektin haasteisiin kuuluvat muun muassa tuulivoimaloiden jäänestomenetelmien, melun ja tuuliresurssien analysointiin liittyvät ongelmat.

WindCoe-projektin tavoitteena on parantaa tuulivoimateollisuuden ja yhteiskuntien välistä kommunikaatiota ja kasvattaa tuulivoiman osuutta sähköjaketuverkoissa. WindCoe-projekti pyrkii myös luomaan hyvän pohjan kestäväan tuulivoimaloiden suunnitteluun. Lisäksi tavoitteena on kerätä tietoa pohjoismaiden maantieteellisestä moninaisuudesta. Näin ollen voidaan kehittää muun muassa tulevaisuuden tuulivoimalamalleja sekä äänenmallinnusohjelmia tuulivoimaloiden äänen ennustamiseksi. Projektin tavoitteena on myös ottaa virtuaalitekniologia mukaan julkiseksi koulutusvälineeksi, jotta yleistä tietoutta tuulivoimaa kohtaan saadaan lisättyä.

Projektin eri tutkimusaiheet jakautuvat usealle pohjoismaiselle yliopistolle ja ammattikorkeakoululle seuraavasti:

- Novia ammattikorkeakoulun (Vaasa, Suomi) vastuualueena on ympäristön analysointi sekä SODAR-välineiden ja työkalujen käyttö maasto- ja tuulimallinnuksessa.
- Tampereen teknillinen yliopisto (TTY) tutkii virtuaalista suunnittelua ja käyttäjätestausta virtuaaliprototyypeillä.
- Seinäjoen ammattikorkeakoulun vastuulla on tehdä tutkimusvälineisiin 3D-mallinnusta, animointia ja virtuaaliodellisuuden toteutuksia.
- Vaasan yliopisto tekee projektissa tuulivoimaloiden äänien mallinnusta ja mittaamista. Sen lisäksi yliopiston tehtävänä projektissa on tehdä monimuuttujatilastointia ja koneoppimisalgoritmejä.

- Luulajan teknillinen yliopisto (Ruotsi) tekee hankkeessa ympäristötutkimusta, mallinnusta ja havainnointia sekä tarvittavien välineiden kehitystyötä.
- Uumajan yliopisto (Ruotsi) suorittaa projektissa statistista tuulivoimaloiden ääni-, ilmakehä- ja ilmastomallinnusta. Yliopiston vastuualueita ovat myös kehittyneet simulaatiot ja analyysimenetelmät sekä laskentamenetelmien metodologia.
- Norjan arktinen yliopisto (Narvik, Norja) tutkii tuulienergiaa ja jäätymisolosuhteita kylmässä ilmanalassa, jään tunnistamista sekä lieventämisjärjestelmiä. Lisäksi yliopisto tekee simulaatioita ilmakehän jäänmuodostumista ja tuuliresurssien arviointia. Yliopistolla on käytössään kylmäkammio ja tuulitunneli sekä laboratorio sähkön simuloimiseksi verkossa.

WindCoe-projekti on aloitettu 1.12.2015 ja sen päättymispäivämäärä on 31.5.2018. Projekti on EU-rahoitteinen. Siihen on myönnetty EU:n rahoitusta 457 341 euroa, kokonaisbudjetin ollessa 1 172 597 euroa.

Tutkimusprojekti alkoi TTY:llä keväällä 2017. Projektissa olivat minun lisäksi mukana projektinvetäjä professori Asko Ellman ja VR-mallin teknisestä toteutuksesta vastaava Rami Hiipakka. Asko Ellmanin roolina projektissa oli olla mukana kansainvälisessä verkostossa sekä tuoda TTY:n tutkimustulokset osaksi projektikokonaisuutta. Lisäksi hänen tehtäviään olivat projektityhmän muodostaminen sekä projektin organisointi. Projektin alussa pidettiin noin kahden viikon välein palavereja, joissa mietittiin yhdessä virtuaalimaailman teknistä toteutusta ja ulkonäköä. Minun tehtävänäni oli suunnitella ja toteuttaa haastattelututkimus Töysässä sekä analysoida tulokset loppuraporttia varten. Rami Hiipakka ohjelmoi VR-maiseman teknisen toteutuksen sekä oli vastasi Töysässä haastattelututkimuksen teknisten laitteiden toimivuudesta.

Tämän gradun osuus WindCoe-projektissa on tutkia virtuaaliprototyyppien käyttöä tuulivoimaloiden suunnitteluvaiheessa sekä selvittää, miten virtuaaliprototyyppien näyttäminen vaikuttaa tutkimukseen osallistuvien informanttien mielipiteisiin. TTY:n projektiryhmän tehtävänä oli valita Botnia-Atlantican tukialuepiiristä suunnitteilla ollut tuulivoimalaprojekti, jota lähdettiin mallintamaan virtuaalisesti. Projektissa Botnia-Atlantican tukialuepiiriin kuului Suomessa Pohjanmaa. Paikan valintaan vaikutti myös aiempi kokemus virtuaalimallista, joka oli tehty veden läheisyyteen. Veden ja rannan

kohtaamisesta on teknisesti vaikea luoda uskottavaa VR-malleilla, minkä vuoksi paikka ei saanut sijaita veden läheisyydessä.

Koska suunnitteilla olleen tuulivoimalaprojektin piti sijaita Botnia-Atlantican tukialuepiirissä, mahdollisia tuulivoimalakohteita oli muutamia ja ne sijaitsivat:

- Alavuden Töysässä
- Lapualla
- Ähtärin Sappiossa

Tutkimuspaikaksi valitun Alavuden Töysän ohella toisena mahdollisena kohteena pidettiin Lapualle rakennettavaa tuulivoimalapuistoa, mutta se ehti valmistua ennen tutkimusprojektin aloittamista. Lapua vaihtoehtona hylättiin, sillä tutkimuspaikassa ei saanut vielä olla tuulivoimaloita rakennettuna. Samalla seudulla Etelä-Pohjanmaalla olisi ollut Ähtärin Sappiolle suunniteltu tuulivoimalapuisto, mutta se sai Ähtärin kaupungin tekniseltä lautakunnalta kielteisen päätöksen 8.9.2015 [Heikkilä, 2015].

Parhaimmaksi vaihtoehdoksi valikoituneen Töysän tuulivoimaloista löytyi yksityiskohtaisempia tietoja ennen tutkimusprojektin aloittamista. Alavuden kaupungin tuulivoimaneuvottelun (2017) mukaan Töysän tuulivoimaloiden sijainti olisi ollut kaavoittamattomalla alueella, Tuurin ja sen ympäristön yleiskaava-alueen ulkopuolella. Hankkeen tarkoituksena oli toteuttaa kolme noin 3-4 MW:n tuulivoimalaa. Tuulivoimaloiden napakorkeus olisi ollut noin 140 metriä ja kokonaiskorkeus 220-250 metriä. Tuulivoimaloiden mahdollinen toimittaja olisi ollut Lagerwey. Yhden tuulivoimalan hinta olisi ollut noin neljä miljoonaa euroa. Tuulivoimaloiden tuottama sähkö olisi toimitettu Koillis-Satakunnan Sähkö Oy:lle. Tuulivoimalahanke sai kuitenkin kielteisen päätöksen. Hankkeen kariutumisesta huolimatta Töysään suunnitellut tuulivoimalat olivat sopiva kohde tutkimuksen tekemiselle.

## 4 TUTKIMUSMENETELMÄ

Tämä luku esittelee, miten tämän pro gradun tutkimus on tehty. Ensin esitellään tutkimusmenetelmänä käytettyä fenomenografiaa, sen historiaa ja käyttötarkoitusta sekä millä perusteilla se todettiin tähän tutkimukseen sopivaksi. Tämän jälkeen kuvataan tutkimuksen suunniteltu koekäyttötilanne, sen fyysinen ympäristö, laitteisto ja virtuaalinen malli. Seuraavassa kohdassa kuvataan koehenkilöiden hankkimisprosessia; keitä tutkimukseen haluttiin ja miten heidät saatiin osallistumaan tutkimukseen. Tämän jälkeen käydään läpi tutkimuksen aineistonkeruumenetelmät, joihin sisältyy koekäyttö ja haastattelut. Seuraavassa kohdassa kerrotaan, miten suunniteltu aineistonkeruu onnistui käytännössä ja esitellään tutkimusaineiston toteutusta. Lopuksi analysoidaan tutkimusmenetelmällä saatua aineistoa.

### 4.1 Fenomenografia

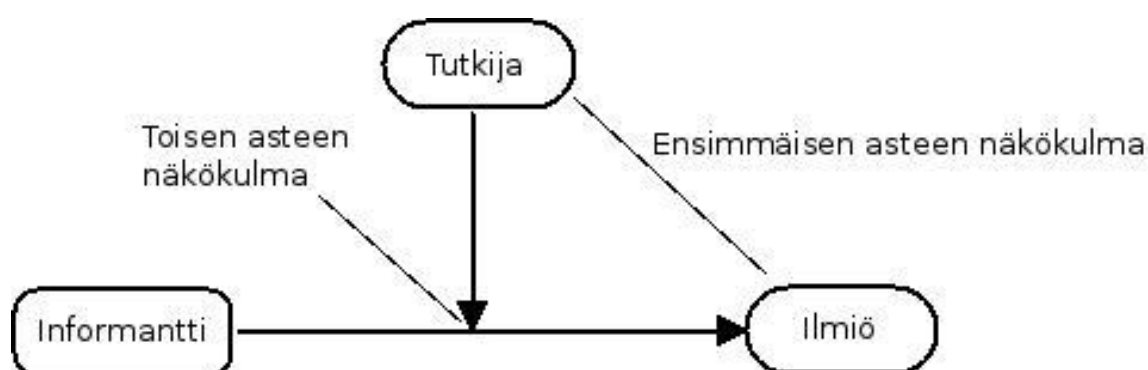
Tämän tutkimuksen tutkimusmenetelmän oli kyettävä löytämään vastauksia informanttien puheesta, sillä tutkimuksella haluttiin selvittää yksilöiden käsityksiä tuulivoimaloista sekä kokemuksia niistä virtuaalitodellisuudessa. Tämän vaatimuksen pohjalta tutkimuksen aineistonkeruutavaksi sopi hyvin haastattelututkimus. Esimerkiksi Jallouli *et al.* [2008] suoritti tuulivoimalatutkimuksessaan äänitettyjä ja nauhoitettuja haastattelukävelyitä informanttiansa kanssa fyysisessä sekä virtuaalisessa maailmassa. Haastattelukävelyiden jälkeen haastattelut analysoitiin ja informantit vastasivat kyselyyn. Jallouli *et al.* [2008] tutkimuksessa virtuaalitodellisuusosuus suoritettiin laboratorioolosuhteissa, toisin kuin tämän gradun tutkimus, joka toteutettiin kenttäolosuhteissa.

Tämän tutkimuksen tutkimusmenetelmäksi valikoitui fenomenografia. Perusteena fenomenografian valinnalle oli tutkimuksen tarkoitus selvittää, miten informanttien käsitykset ja mielipiteet muuttuvat VR-koekäytön aikana, sillä fenomenografia tutkii, miten yksilöt kokevat ilmiöitä [Kaapu *et al.*, 2006].

Fenomenografia on laadullisen tutkimuksen menetelmä, joka tutkii, miten ympäröivä maailma ilmenee ja rakentuu ihmisen tietoisuudessa [Syrjälä *et al.*, 1994]. Fenomenografia tulee sanoista ”ilmiö” ja ”kuvata”, eli tarkoittaa sananmukaisesti ilmiöiden kuvaamista [Syrjälä *et al.*, 1994]. Fenomenografian kehittäjänä voidaan pitää

professori Ference Martonia, joka otti fenomenografisen tutkimusmenetelmän käyttöönsä jo 1970-luvulla Göteborgin yliopistossa tutkimusryhmänsä kanssa [Marton, 1981]. Martonin [1982] mukaan ihmiset kokevat maailman hyvin eri tavoin ja muodostavat omia käsityksiään. Fenomenografinen tutkimus selvittää ja systematisoi ajattelun muotoja, jonka perusteella ihmiset tulkitsevat todellisuuden näkökulmia [Marton, 1981]. Myös Kaapu *et al.* [2006] artikkelin mukaan ihmiset heijastavat aiemmin kokemaansa nykyhetkeen ja muodostavat käsityksiä sen perusteella. Käsitykset ovat sisällöllisesti ja laadullisesti erilaisia, koska yksilöiden luomat viitetaustat voivat vaihdella suuresti. Martonin [1988] mukaan on vain yksi maailma, joka ilmenee eri tavoin eri ihmisten käsityksissä.

Fenomenografiassa tutkija ei ole kiinnostunut siitä, miksi ihmiset ajattelevat tietyllä tavalla [Kaapu *et al.*, 2006]. Sen sijaan fenomenografista tutkimusta tehtäessä tutkija tulkitsee, kuvailee ja kategorisoi, kuinka jokin ilmiö on ymmärretty informanttien muodostamassa ryhmässä [Marton ja Booth, 1997]. Fenomenografiassa tarkoituksena on kuvata variaatioina, kuinka tietty ryhmä kokee ilmiön selittämättä syitä ryhmän vastausten variaatioille. Lopulta fenomenografisen tutkimuksen tulokset sisältävät kokoelman kaikista eri käsityksistä liittyen tutkimuksen kohteena olevaan ilmiöön [Kaapu *et al.*, 2006].



Kuva 4.1 Fenomenografisen tutkimuksen kuvaus [Kaapu *et al.*, 2006]

Kuvassa 4.1 selvitetään fenomenografian lähestymistapaa, joka keskittyy toisen asteen näkökulmaan. Toisen asteen näkökulma tarkoittaa sitä, että ilmiön selittämisen sijaan pyritään tutkimaan ja ymmärtämään, miten yksilö sen kokee. Monet muut

tutkimusmenetelmät, esimerkiksi etnografia, keskittyvät ilmiölähtöiseen ensimmäisen asteen näkökulmaan. [Kaapu *et al.*, 2006].

Fenomenografiaa on käytetty muutamissa virtuaaliprototyyppeihin liittyvissä, tietojärjestelmätieteellisissä tutkimuksissa [Kaapu *et al.*, 2006]. Sen kautta muun muassa Kaapu ja Tiainen [2010] ovat käsitelleet käyttäjäkokemusta virtuaaliprototyyppien arvioinnissa. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten kuluttajat ymmärtävät virtuaalisia tuotteiden prototyyppejä. Tutkimuksessa käytettiin fenomenografiaa kuvausten analysoinnissa, mikä mahdollisti kahden tason avulla hahmottamaan eroja kuluttajien ymmärryksessä. Ensimmäinen taso sisälsi käsitykset, joita kuluttajat käyttivät kuvaillessaan tuotteiden virtuaaliprototyyppejä. Testikäyttäjien monipuolisten kuvausten pohjalta muodostettiin toinen taso, joka keskittyi ajattelutapoihin. Ajattelutapoja oli kolme, jotka ovat [Kaapu ja Tiainen, 2010]:

- I) Tuotekuvan näkeminen uuden teknologian avulla
- II) Erillinen tuote
- III) Tuote omassa kontekstissaan

Kaapun ja Tiaisen [2010] virtuaaliprototyyppien arviointiin käyttäjäkokemuksen perusteella liittyneen tutkimuksen tuloksissa selvisi, että käyttäjäkokemuksen voi ymmärtää uniikkina monien elementtien yhdistelmänä, joka laajenee ajan myötä.

Toinen esimerkki on Kaapun ja Tiaisen [2009] tutkimus, joka selvittää fenomenografisella lähestymistavalla käyttäjien ymmärrystä sähköisen viestinnän tietosuojasta. Tutkimuksessa havaittiin viisi objektia käyttäjien käsityksissä, jotka lopputuloksissa yhdistettiin viiteen osaan, eli komponenttiin. Lopputuloksena oli taulukko, jossa kategorisoitiin kuluttajien ymmärrystä tietosuojasta.



	<i>Conception</i>	<i>Content illustrated with an example from the interviews</i>
<i>Use and misuse of customer information</i>	1A (product)	<i>The consumer gives personal details, e.g., when:</i> - he/she is familiar with the product.
	2A (technology)	- the system of registration is easy to use.
	3A (soc norms)	- he/she feels that laws ensure security.
	4A (consumer)	- he/she can give as little information as possible.
	5A (fellow men)	- his/her son helps to log in to e-vendor's pages.
<i>Monitoring consumers</i>	1B (product)	<i>The consumer feels that the use of e-commerce and personal information are monitored when:</i> - he/she is interested in products such as explosives.
	2B (technology)	- he/she thinks that the e-vendor gets logs of web visits without consumers' knowledge.
	3B (soc norms)	- a certain intelligence service may be monitoring.
	4B (consumer)	- he/she is not able to see the statistics of visits.
	5B (fellow men)	- a family member is watching over the shoulder.
<i>Threat of spam</i>	1C (product)	<i>The consumer receives mail that disturbs and invades personal privacy when:</i> - he/she participates in the e-vendor's lotteries.
	2C (technology)	- the system in his/her computer does not work properly.
	3C (soc norms)	- he/she uses foreign e-services, for example, newspapers.
	4C (consumer)	- until he/she started to use the filter program.
	5C (fellow men)	- until the son installed the filter program.
<i>Danger of hackers and viruses</i>	1D (product)	<i>The consumer believes that hackers use viruses to steal personal information when:</i> - the consumer uses "some strange" e-services.
	2D (technology)	- the computer is using a wireless connection.
	3D (soc norms)	- the consumer uses foreign e-vendors.
	4D (consumer)	- the consumer does not have a firewall.
	5D (fellow men)	- the son hasn't installed virus protection.
<i>Risk with payment</i>	1E (product)	<i>The consumer is not afraid to use e-bank and give personal information when:</i> - he/she knows that the e-vendor is reliable.
	2E (technology)	- the payment system uses secure actions.
	3E (soc norms)	- the payment transaction is conducted within one's own country.
	4E (consumer)	- he/she is familiar with the secure transactions.
	5E (fellow men)	- he/she asks advice from a net community.

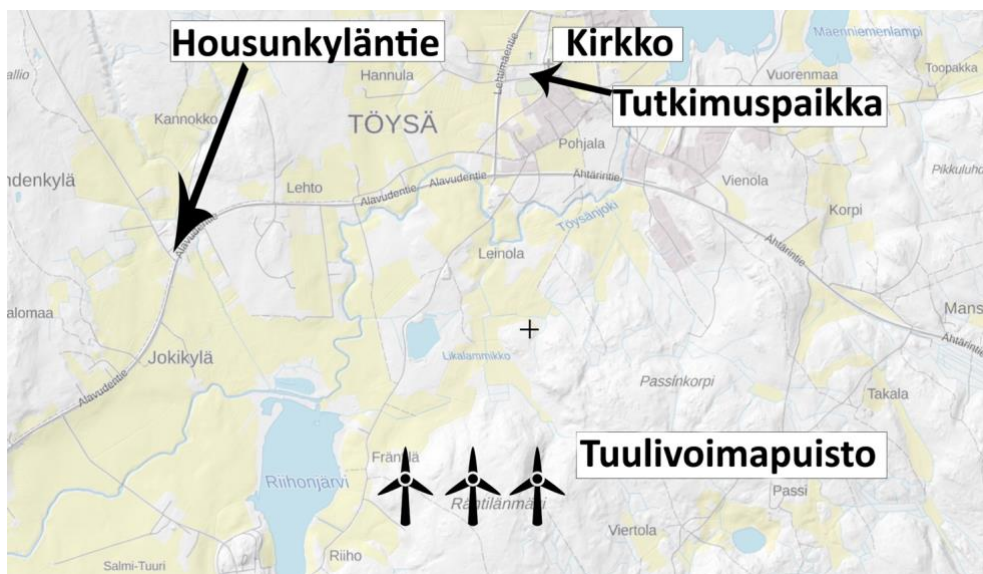
Kuva 4.2: Kuvakaappaus Kaapun ja Tiaisen [2009] tutkimuksesta. Internetissä koettujen tietoturvaongelmien luokittelu.

Kuvan 4.2 taulukon pohjalta voidaan havainnoida, miten kuluttajat kokevat erilaiset tietoturvaongelmat toimiessaan internetissä, sähköpostissa ja verkkokaupoissa [Kaapu ja Tiainen, 2009].

Fenomenografisen tutkimuksen tavoitteena on selvittää, millaisia käsityksiä ihmisillä on jostain aiheesta ja miten käsitys mahdollisesti muuttuu [Kaapu *et al.*, 2006]. Tämän gradun tutkimus selvittää, vaikuttaako virtuaalimallin näyttäminen informanttien mielipiteisiin tuulivoimaloita kohtaan. Fenomenografia katsottiin sopivan tämän gradun tutkimusmenetelmäksi sen kuvauksen sekä aiempien tietojenkäsittelytieteellisten tutkimusten perusteella.

## 4.2 Virtuaalimallin toteutus

Koekäyttöpaikan sijaintia suunniteltaessa, vaihtoehtoja olivat Töysän seurakuntatalon piha tai Housunkyläntien bussipysäkki. Koekäytössä käytettävä lopullinen virtuaalimalli päädyttiin tekemään Töysän seurakuntatalon pihasta Housunkyläntien bussipysäkin sijaan. Perusteluina valinnalle olivat keskeisempi sijainti sekä koekäyttäjien helpompi opastaminen paikalle. Myös ohikulkevia ihmisiä oli helpompi houkutella osallistumaan haastatteluun. Valitun haastattelupaikan sijainti tarjosi mahdollisuuden tutkia koekäyttäjien mielipiteitä tuulivoimaloiden näkymisestä asutusalueelle.



Kuva 4.3: Tutkimuspaikan sijainti Alavuden Töysän kylässä [kansalaisenkarttapaikka.fi, 2018]

Kuvassa 4.3 on esitetty tutkimuspaikan ja suunniteltujen tuulivoimaloiden arvioitu sijainti kartalla. Lisäksi kuvassa on esitetty toisen mahdollisen tutkimuspaikan sijainti Housunkyläntiellä. Etäisyys tutkimuspaikan ja tuulivoimaloiden välillä oli kaksi kilometriä.

Tutkimuksessa käytettävä virtuaalimalli on toteutettu Unity-pelimoottorilla ja Oculus Rift -sovelluskehitysokaluja hyväksi käyttäen. Erityiset 3D-mallit toteutettiin Blenderillä. Mallin on ohjelmoinut Tampereen yliopiston tietojenkäsittelytieteiden opiskelija Rami Hiipakka kesä - heinäkuussa 2017 C# -ohjelmointikieltä käyttäen. Malleja tehtiin alun perin kaksi, sillä tutkimusta suunniteltaessa ei oltu varmoja, missä sijainnissa näkyvyys suunniteltuihin tuulivoimaloihin olisi riittävän hyvä ja minne koehenkilöitä olisi helpoin houkutella ja opastaa.



Kuva 4.4 a): Fyysinen näkymä seurakuntatalon pihasta



Kuva 4.4 b): Virtuaalinäkymä seurakuntatalon pihasta

Kuva 4.4 a) on otettu tutkimuksen haastattelupaikalta, Töysän seurakuntatalon pihalta. Alueesta mallinnettiin virtuaaliversio, jota samaan suuntaan otettu kuvakaappaus 4.3 b) esittää. Kuvista saa hyvän käsityksen siitä, miten haastatteluun osallistuneet informantit näkivät fyysisen ja virtuaalisen maailman niitä vertaillessaan.



Kuva 4.5 a): Fyysinen näkymä Housunkyläntieltä



Kuva 4.5 b): Virtuaalinäkymä Housunkyläntieltä

Kuvat 4.5 a) ja 4.5 b) esittävät vaihtoehtoista, fyysistä ja virtuaalista haastattelupaikan identiteettiä Housunkyläntieltä. Housunkyläntien hylkäämiseen koekäyttöpaikkana



vaikuttivat muun muassa ohikulkevan liikenteen melu sekä vaikeampi sijainti informanttien opastamista ajatellen. Lisäksi tutkimuspaikaksi valitulla seurakuntatalon pihan ympäristöllä rakennuksineen on vahvempi identiteetti informanttien ajatuksia varten.



Kuva 4.6: Tuulivoimaloiden äänten nauhoituspaikka virtuaalimallia varten

Tuulivoimaloiden äänet virtuaalimaailmaan käytiin nauhoittamassa Tyrinselän tuulivoimapuistossa Humppilassa. Kuva 4.6 on otettu tuulivoimaloiden äänten nauhoituspaikalta noin kahden kilometrin etäisyydeltä tuulivoimaloista. Tuulivoimaloita oli näköetäisyydellä kolme kappaletta, kuten tutkimuksessa käytetyssä virtuaalimallissakin. Äänet nauhoitettiin Zoom Handy Recorder H4n -äänityslaitteella ja äänentaso kalibroitiin virtuaalimaailmaan mahdollisimman lähelle todellisuutta vastaavaksi.

### **4.3 Aineistonkeruun suunnitelma**

Tutkimuksen tarkoitus on selvittää, miten virtuaaliprototyypin näyttäminen vaikuttaa koekäytön testihenkilön mielipiteeseen tuulivoimasta. Tämän tiedon saavuttamiseksi tulee fenomenografisen lähestymistavan mukaan selvittää, mitä informantti ajattelee

ennen testiä. Haastattelukysymysten laadinnassa pyrittiin välttämään poliittisuutta ja johdattelevuutta. Esimerkiksi erääksi esitietokysymykseksi suunniteltiin aluksi poliittista puoluekantaa, mutta lopulta kysymyksiksi valittiin mahdollisimman neutraaleja ja vähän ohjailevia kysymyksiä.

Ennen koekäyttöjä suunniteltiin lähetettäväksi esitietokysymyksiä, joiden tarkoituksena olisi ollut selvittää koehenkilöiden taustatietoa ja ajatuksia tuulivoimasta. Tämä nähtiin kuitenkin tarpeettomaksi, sillä haastattelun ensimmäisen vaiheen kysymykset antoivat riittävästi tietoa koehenkilöiden ennakoasenteista ja -tiedoista tuulivoimaa kohtaan.

Koekäyttötilanteessa tutkija selittää ensimmäisenä informantille koekäytön kulun. Koekäyttö koostuu kolmesta osiosta; haastattelusta ennen VR-koekäyttöä, VR-koekäytön aikana ja jälkihaastattelusta. Haastattelujen kysymykset on esitelty kuvassa 4.7.

Ensimmäinen osa

1. Mitä mieltä olet tuulivoimasta?
2. Oletko aikaisemmin käyttänyt virtuaalitekniikoita? Esimerkiksi Oculus Rift, Samsung Gear VR, PlayStation VR...
3. Mitä mieltä olet kotiseutusi ympäristön viihtyvyydestä? / Onko tärkeää / Pidätkö
4. Mitkä ovat mielestäsi tuulivoiman hyvät ja huonot puolet?
5. Oletko ollut aikaisemmin tuulivoiman kanssa tekemisissä?

Toinen osa

1. Miten kuvailisit maisemaa ilman VR-laseja?
2. Miten kuvailisit tämän paikan äänimaisemaa?
3. Miten kuvailisit maisemaa VR-lasien kanssa?
4. Miten äänimaisema muuttuu virtuaalitekniikassa?
5. Millaisia ajatuksia maisemassa näkyvät tuulivoimalat sinussa herättävät?
6. Mitä tuntemuksia tuulivoimaloiden ääni virtuaalitekniikassa sinussa herättää?
7. Jos äänet ärsyttävät, mikä niissä eniten ärsyttää?
8. Pidätkö näkemiäsi tuulivoimaloita kauniina?
9. Miksi? Miksi Ei?
10. Mitä mieltä olisit, jos nuo tuulivoimalat rakennettaisiin oikeasti?
11. Lopuksi voit kommentoida vapaasti mitä mieleen tulee.

Kolmas osa

1. Minkälaisia tuntemuksia tuulivoimaa kohtaan sinulla on nyt kun testi on ohi?
2. Vastasiko VR-katselmuksesi käsityksiäsi tuulivoimasta?
3. Millainen kokemus virtuaalitekniikka oli?
4. Miten virtuaalitekniikka voidaan mielestäsi hyödyntää tulevia tuulivoimaloita suunniteltaessa?
5. Miten suhtaudut uusiutuviin energiamuotoihin?

Kuva 4.7: Haastattelukysymykset

Ensimmäisen haastattelun on tarkoitus selvittää informantin ennakoasenteita ja samalla pienentää koehenkilön jännitystä. Turha jännittäminen ja epäonnistumisen pelko pyritään poistamaan helpoilla kysymyksillä ja saamaan informantti vakuuttuneeksi tärkeydestään. Kysymykset tiedustelevat informanttien asennetta tuulivoimaa kohtaan, aikaisempaa VR-kokemusta, kotiseudun estetiikan tärkeyttä sekä onko hän ollut aiemmin tekemisissä tuulivoiman kanssa.



Kuva 4.8: Oculus Rift -laitteisto

Koekäytön toisessa osiossa perehdytään virtuaalisen ja fyysisen maailman vertailuun. Tässä vaiheessa informanttia pyydetään kuvailemaan ympäristön ääniä ja maisemaa ennen ja jälkeen kuvassa 4.8 esitetyjen virtuaalilasien päähän laittoa. Informanttia kehoitetaan kertomaan havaitsemistaan muutoksista ja kokemistaan tuntemuksista, sekä miksi hän kokee positiivisia tai negatiivisia tuntemuksia. Lopuksi häneltä kysytään, mitä mieltä hän olisi, jos VR-maisemassa olevat tuulivoimalat rakennettaisiin oikeasti.

Kolmannessa osiossa VR-käyttökokeen jälkeen halutaan selvittää, vaikuttiko kokeilu informanttien mielipiteeseen tuulivoimasta. Tässä vaiheessa on tärkeää saada vastauksia enemmän tuulivoimaan kohdistuviin mielipiteisiin kuin käytettyyn tekniikkaan liittyen. Monet, varsinkin ensimmäistä kertaa virtuaalitodellisuutta kokeilevat, henkilöt saattavat keskittyä kommentoimaan virtuaalimaailman teknistä toteutusta ja olla vastaamatta tutkimuksen kannalta relevantteihin kysymyksiin. Näin oli käynyt esimerkiksi Tiaisen *et al.* [2014] tutkimuksessa, jossa selvitettiin, miten kuluttajat arvioivat virtuaalisia ja fyysisiä huonekalujen prototyyppisiä. Mikäli informantin puhe on kääntymässä

teknologiakeskeiseksi, keskustelu pyritään johdattamaan takaisin tuulivoimaa koskeviin mielipiteisiin.

#### **4.4 Aineistonkeruun toteutus**

Käyttökokeesta päätettiin tehdä pilotti tutkimuksen haastattelupaikalla, Töysän seurakuntatalon pihassa. Pilotin tarkoituksena oli selvittää haastattelukysymysten relevanttius ja niistä saatavan tiedon määrä. Samalla testattiin laitteiden toimivuus ja puutteet koeympäristön puitteissa. Pilotti pidettiin 26.7.2017 pilvisessä, mutta sateettomassa säässä ja siihen osallistui kaksi tutkimuksen ulkopuolista henkilöä.

Pilotin vaiheet toteutettiin luvun 4.3 mukaisesti, niin kuin kyseessä olisi virallinen tutkimuksen koekäyttö. Itse pilotti onnistui hyvin. Alkuperäisten haastattelukysymysten järjestystä piti hieman miettiä uudelleen ja osa kysymyksistä jätettiin pois fenomenografiseen tutkimusmenetelmään pohjautuen. Pilotin jälkeen todettiin, että sateinen sää voisi olla ongelma varsinaisten koekäyttöjen aikana, minkä vuoksi tarvittaisiin pieni telta. Myös sähkön saanti tietokoneita varten tulisi taata. Ratkaisuksi tähän seurakuntatalon seinästä löytyi pistoke, josta saataisiin tarvittavaa virtaa jatkojohtojen avulla. Lupa sähkön käyttöön saatiin soittamalla Alavuden seurakuntaan.

Koekäyttötilanteet sujuivat pilotin kaltaisesti. Ainoana erona oli joidenkin epärelevanttien haastattelukysymysten poisjänti. Tällaisia kysymyksiä olivat esimerkiksi:

- Tiedätkö, mistä sähköenergia kotitalouteesi tulee? Jos kyllä, mistä?
- Teetkö elämässäsi yleisesti ekologisia valintoja?

Muita karsittuja kysymyksiä olivat muun muassa tarpeettomat, tarkentavat kysymykset kuten; miksi kyllä tai miksi ei. Perusteena näiden kysymysten poisjättämiselle oli niiden kysyminen joka tapauksessa, mikäli lisätietoa oli selkeästi saatavilla muutamalla lisäkysymyksellä.

Tutkimuksen koekäyttötilanne ja haastattelu toteutettiin Töysän seurakuntatalon pihalla 14.-18.8.2017. Haastattelun tarkoituksena oli selvittää, miten virtuaalikoikeilu vaikuttaa informantin mielipiteeseen tuulivoimaloista. Haastattelu koostui kolmesta osiosta; Ensimmäisessä vaiheessa kartoitettiin informantin ennakkosuhtautumista tuulivoimaa kohtaa sekä kysyttiin muutama helppo kysymys tunnelman keventämiseksi. Toisessa



vaiheessa informantille laitettiin virtuaalitodellisuuslasit päähän, joiden kautta hän näki ja kuuli Riihon alueelle suunnitellut tuulivoimalat. Virtuaalimaisemassa näkyi sama näkymä Riihon suuntaan kuin fyysisessä maisemassa koekäyttöpaikalla. Koekäytön aikana informantilta kysyttiin kysymyksiä virtuaalisiin tuulivoimaloihin liittyen. Haastattelun kolmannessa vaiheessa virtuaalitodellisuuslasit otettiin pois päästä ja kysyttiin, mitä mahdollisia vaikutuksia VR-kokeilulla oli informantin mielipiteisiin tuulivoimaa kohtaan.

#### **4.4.1 Koekäyttötilanne ja laitteiston kuvaus**

Tutkimuksen koekäyttötilanne toteutettiin Alavudella, Töysän seurakuntatalon pihassa 14.-18.8.2017. Huonon sään varalta mukaan otettiin telttakatos, joka pystytettäisiin tilanteen niin vaatiessa. Haastatteluja tehtiin joka päivä kello 9:00-16:00. Haastattelukysymykset suunniteltiin ennakkoon. Kysymykset koostuivat kolmesta osasta: ennen koekäyttöä, koekäytön aikana ja sen jälkeen. Kysymyksiä laadittiin yhteensä 21 kappaletta (katso kuva 4.7). Informantilla oli mahdollisuus suorittaa koekäyttö istuen tai seisten, omien tunteustensa mukaan.

Koekäyttötilanteessa paikalla olivat tutkija ja tekninen asiantuntija. Tutkijan tehtävänä oli suorittaa haastattelututkimus ja vastata sen onnistumisesta. Tekninen asiantuntija piti huolen laitteiston toiminnasta ja puuttui tarvittaessa mahdollisiin ongelmatilanteisiin. Näillä henkilöillä oli selkeä roolijako. Tutkija ei missään nimessä saanut vaikuttaa koehenkilöiden silmissä teknologiagurulta vaan hänen tuli olla mahdollisimman helposti lähestyttävä henkilö, jotta koehenkilöt eivät kokisi hänen arvioivan heidän osaamistaan. Näin ollen tutkija pyysi teknisiin asioihin liittyen teknisen asiantuntijan apua, vaikka asia olisikin ollut yksinkertainen ja hänen itsensä hoidettavissa.



Kuva 4.9: Havainnointikuva käyttötilanteen fyysisestä ympäristöstä

Tutkimuksen koekäyttötilannetta on havainnoitu kuvassa 4.9. Koekäyttötilanne suoritettiin pienessä teltassa, jossa oli apuna: tietokone, Oculus Rift -virtuaalilaitteisto, ääninauhuri haastattelua varten sekä toinen tietokone haastattelukysymyksiä ja muistiinpanoja varten. Oculus Rift -laitteiston sensori sekä haastattelijan tietokone sijaitsivat pöydällä ja Oculus Riftiä pyörittävä tietokone pöydän vieressä tuolilla.

#### 4.4.2 Koehenkilöt

Aineistonkeruuta mietittäessä on päätettävä, millaisia ihmisiä tutkimukseen halutaan osallistuvan. Tutkimuksen koehenkilöitä valittaessa esiin nousi muutamia valintakriteerejä. Tärkeimpinä oli kyky kuulla, nähdä ja kertoa näkemästään. Koska tutkimuksen tarkoitus määrittelee kohderyhmän ominaisuuksia [Tiainen *et al.*, 2015], oli tämän tutkimuksen todenperäisyyden kannalta hyödyksi, että koehenkilö oli kotoisin Töysän seudulta. Paikallistuntemuksen katsottiin olevan hyvä perusta muodostaa mielipiteitä alueelle suunnitelluista tuulivoimaloista. Ulkopaikkakuntalaisuus ei kuitenkaan ollut este tutkimukseen osallistumiselle, sillä Töysän seutu saattoi muuten olla osallistujalle tuttu. Koska tutkimuskysymys oli, miten tuulivoimalaprototyyppien

näyttäminen koehenkilöille vaikuttaa heidän mielipiteeseen, tuli informantin olla kykeneväinen kuvailemaan mielipiteidensä muodostumista mahdollisimman laajasti. Koska haastattelun kysymyksiin vastaaminen edellyttää käsitteellistä ajattelua, koehenkilöiden sopivaksi iäksi arvioitiin vähintään 17 vuotta. Yläikärajaa tutkimuksen koehenkilöille ei asetettu.

Sosiaaliseen mediaan luotiin koekäyttötapahtumalle oma tapahtumasivu, jonka näkyvyyttä Facebookissa lisättiin 20 euron arvoisella Facebook-mainoksella. Lisäksi koekäytön mainosta jaettiin muun muassa Facebookin paikalliseen Puskaradio-ryhmään. Töysän ja Alavuden Kuudestaan Ry -kyläyhdistykseen otettiin kesäkuussa 2017 yhteyttä, jotta heidän kauttaan saataisiin asiasta kiinnostuneita koehenkilöiksi. Myös Alavuden lukioon soitettiin, jotta heidän biologian ja maantiedon opiskelijoita saataisiin mukaan käyttökokeeseen. Houkutusena informanttien haussa käytettiin mahdollisuutta voittaa 20 euron arvoinen S-ryhmän lahjakortti, joita arvottiin kolme kappaletta. Informantteja pyrittiin saamaan tutkimukseen kuvan 4.6 ilmoituksella:

Tule kokeilemaan uutta tietotekniikkaa!

Pääset katselemaan, miltä tuulivoimat näyttävät tutussa maisemassa. Tutkimuksessa pääset kokeilemaan tulevaisuuden tekniikkaa virtuaalilaseilla. Haemme osallistujia, jotka ovat halukkaita kertomaan virtuaalimaailmassa näkemistään asioista. Osallistuaksesi sinun tulee olla vähintään 17-vuotias. Tutkimukseen osallistuminen ei edellytä sinulta teknistä tietämystä, sillä paikalla oleva avustaja huolehtii tekniikasta.

Tervetuloa mukaan! Valitse linkistä itsellesi parhaiten soveltuva ajankohta, tutkimuksen kesto on alle 20 minuuttia. <https://fi.surveymonkey.com/r/H65NDCL>

Ajankohta: 14. – 18.8.2017 klo 09-16

Paikka: Töysän seurakuntatalo, Kappelitie 4, Töysä

Osallistujien kesken arvotaan kolme 20€ arvoista S-ryhmän lahjakorttia!

Tutkimus on osa EU-rahoitteista WindCoE-projektia ja siinä ovat mukana muun muassa Tampereen teknillinen yliopisto ja Seinäjoen ammattikorkeakoulu.

Lisätietoja:

Tutkija Aleksi Tossavainen Prof. Asko Ellman  
aleksi.tossavainen@tut.fi Tampereen teknillinen yliopisto/  
Seinäjoen yliopistokeskus

Kuva 4.6: Sosiaalisen median mainosteksti

Ilmoittautuminen WindCoe-käyttökokeeseen

Ilmoittautumislomake

Tällä lomakkeella ilmoittaudutaan WindCoe-käyttäjätutkimukseen. Tutkimuksessa osallistujalta kerätään ennakkotietoja sähköpostiin lähetettävällä lomakkeella ennen testiä. Tutkimukseen osallistujalta kerätään tietoja tutkimusta varten haastattelun muodossa käyttökokeen aikana ja sen jälkeen. Käyttökokeen kesto on arviolta n. 15 minuuttia.

\* 1. Yhteystiedot

Nimi

Paikkakunta

Sähköpostiosoite

\* 2. Syntymävuosi

\* 3. Minä päivänä pääsisit osallistumaan käyttökokeeseen? Valitse kaksi mahdollista päivämäärää.

14.8

15.8

16.8

17.8

18.8

\* 4. Mihin kellonaikaan pääsisit parhaiten osallistumaan kokeeseen?

9-10

10-11

11-12

12-13

13-14

14-15

15-16

5. Hyväksyn, että tutkimuksen haastattelut nauhoitetaan. Tallennettuja äänitteitä ei levitetä ulkopuolisille ja ne tulevat vain vastausten analysointia varten.

Kyllä

En

Kiitos paljon osallistumisestasi

Lähetä

Kuva 4.7: Ilmoittautumislomake Survey Monkey:ssa

Tutkimukseen ilmoittauduttiin kuvan 4.7 mukaisella lomakkeella. Informantiksi ilmoittautuvalta henkilöltä tarvittiin nimen lisäksi paikkakunta, jotta saatiin selville, asuiko hän Töysän alueella. Informantin ikää kysyttiin syntymävuoden muodossa, sillä hieman vanhempien ihmisten voi olla kiusallista vastata omalla iälläään. Kysymyksiin

kolme ja neljä ilmoittautuja pystyi valitsemaan kaksi itselleen sopivaa päivämäärää sekä kellonajan, jolloin hän olisi kykeneväinen osallistumaan tutkimukseen. Päivämääriä kysyttiin sen takia kaksi, että tutkija pystyi Excel-taulukossa näkemään mahdolliset päällekkäisyydet ja näin järjestää koekäytöt helpommin kaikille sopiviksi.

Tutkimukseen osallistui 18 informanttia: 9 miestä ja 9 naista. Ennakkoon heitä ilmoittautui 11 ja loput 7 informanttia saatiin mukaan ohikulkijoista sekä Seinäjoen yliopistokeskuksen kontakteista sähköpostiviesteillä. Informanttien keski-ikä oli 41,5 vuotta vanhimman informantin ollessa 77- ja nuorimman 17-vuotias. Tutkimukseen osallistuneista informanteista 10 oli kotoisin Alavudelta. Ulkopaikkaluntalaisia oli 8, mutta he olivat ainakin joskus käyneet Alavudella tai heillä oli muita kytköksiä paikkakuntaan. Haastattelussa koehenkilöiltä ei kysytty ammattia tai koulutusta. Tutkimukseen osallistuneista 11 ei ollut aiemmin ollut tuulivoiman kanssa tekemisissä. Heistä 14 ei ollut koskaan käyttänyt VR-teknologiaa.

## **4.5 Analyysi**

Kaikki haastattelut nauhoitettiin litterointia varten. Litteroinnin pohjalta vastaukset luokiteltiin kysymysten mukaisesti. Kaikkia haastattelukysymyksiä ei otettu huomioon luokittelussa, koska mukaan ottamisen perusteena oli niiden variaatio vastauksissa. Esimerkiksi joissain kysymyksissä kaikkien informanttien vastaukset olivat samantyyllisiä, kuten kysymys haastattelupaikan maiseman kuvailemisesta. Informantit kokivat tuulivoiman ja virtuaalitodellisuuden hyvin eri tavoin, joten näistä aihepiireistä saatiin kerättyä kiinnostavaa tutkimusdataa.

Haastatteluvastausten luokittelu tehtiin seuraavasti: Ensiksi litteroidut haastattelut jaettiin kysymyskohtaisiin tiedostoihin. Tällöin nähtävillä oli tietyn kysymyksen kaikki vastaukset samassa järjestyksessä kuin haastattelut oli tehty. Vastauksien seasta tutkija alkoi etsiä teemoja, jotka hän kuvasi luokkakuvaukseen ja nimesi luokat. Tämän jälkeen luokitellut vastaukset sijoitettiin luokan sisälle. Kuva 4.8 havainnollistaa vastauksien luokittelua ensimmäisessä vaiheessa.



Mielipide tuulivoimasta

Ehdottoman positiivinen	Melko positiivinen	Positiivinen	Ristiriitainen	Negatiivinen
Informantti ei kerro tuulivoimasta juurikaan negatiivisia puolia. Mielipide on pystytty perustelemaan.	Informantti suhtautuu tuulivoimaan positiivisesti, mutta ei osaa perustella väittämäänsä.	Informantti kritisoii tuulivoimaa perustellusti, mutta kallistuu kuitenkin ongelmien ratketessa positiiviselle kannalle.	Informantti pitää tuulivoimaa lähtökohtaisesti hyvänä asiana, mutta huonot puolet merkitsevät vastaajalle enemmän.	Informantti suhtautuu tuulivoimaan negatiivisesti, eikä kerro siitä mitään hyviä puolia.
<i>"No kyllä se kuulostaa sillä tavalla ekologiselta, että jos pystyis niinko tuulta hyödyntämään vielä niin niinko käytetään vettä ja muuta niin tota tavallaan ni sillä tavalla positiivinen näkökulma, että jos siinä pystyis sitte luontoakin säästää ni niin ihan hyvältä kuulostaa. Ei mulla sen kummosemmin</i>	<i>"No onhan se hyvä, kun se on sitä uusiutuvaa voimaa. No emmä nyt oikeen tiiä mutta periaatteessa isojen alkuinvestointien jälkeen ilmaista." -Nainen, 46</i>	<i>"No se on tietysti yks biotalouden muoto, niin mä miellän sen. Ja niin niin siinä mielessä ihan kannatettavaa. Kestävä energianmuoto. No se mä no niin se raaka-aineen lähde on täällä meillä luonnossa ja saatavilla. Ei nyt ilmaseks ku se tekniikka</i>	<i>" No vähän ristiritasia, en minä oikee tiiä emmä usko, että se lopulline ratkasu on. Kyllä se varmaan löytyy jostain muualta se lopullinen ratkasu tähän energiapulaan. Tuulivoima, miksei se vois olla mut en oikee usko."</i>	<i>"No ei ne kyllä henkilökohtaises ti ite nyt oikee siihe oo syttyny. Ei oikee vähän on semmone negatiiviset mietteet tullee. Ehkä mitä oon nähny että tuottaako ne tarpeeks energiaa ja ne on semmoset isot ja hallitsee niin paljon tota ympäristöö."</i>

Kuva 4.8: Otteita vastausten luokittelusta

Vastausten pohjalta luokittelussa syntyi eri kysymyksiin liittyen niin sanottuja raakaluokkia. Esimerkiksi kuvassa 4.8 informantin mielipiteeseen tuulivoimasta syntyi raakaluokat:

- Ehdottoman positiivinen
- Melko positiivinen
- Positiivinen
- Ristiriitainen
- Negatiivinen

Yllä olevan esimerkin mukaan raakaluokkia syntyi kysymyksestä riippuen neljästä kuuteen kappaletta. Raakaluokkien antaman viitteen pohjalta oli helpompi lähteä muodostamaan aineiston lopullista luokittelua.

Haastattelujen litteroinnin pohjalta tehtiin Excelliin hahmotelma mielipiteiden muutosten kuvaamiseksi. Hahmotelman tarkoituksena oli jakaa haastattelu neljään pääkohtaan:

alkutilanne, virtuaalimaisema, virtuaaliäänimaisema ja lopputilanne. Informanttien mielipiteet jaettiin viiteen eri luokkaan: vahva positiivinen, mieto positiivinen, neutraali, mieto negatiivinen ja vahva negatiivinen. Luokat on kuvattu taulukossa 4.1.

<b>Vahva negatiivinen</b>	Informantti suhtautuu ehdottoman negatiivisesti tuulivoimaan.
<b>Mieto Negatiivinen</b>	Informantti suhtautuu negatiivisesti tuulivoimaan, mutta tietyillä ehdoilla. Esimerkiksi voimalan parempi sijoittelu sopisi hänelle paremmin. Hän ei välttämättä koe tuulivoimaloiden ääntä häiritsevänä, mutta arvelisi sen mahdollisesti häiritsevän pidemmällä aikavälillä.
<b>Neutraali</b>	Informantilla ei ole mielipidettä/argumentteja tuulivoiman puolesta tai vastaan.
<b>Mieto positiivinen</b>	Informantti suhtautuu positiivisesti tuulivoimaa kohtaa, mutta arvelee jonkin verran esimerkiksi sen tehokkuutta.
<b>Vahva positiivinen</b>	Informantti suhtautuu ehdottoman positiivisesti tuulivoimaan.

Taulukko 4.1: Mielipiteiden muutosluokkien kuvaus

Taulukon 4.1 mukaista luokittelua pystyttiin käyttämään avuksi laadittaessa tutkimustuloksia, joista kerrotaan luvussa 5.

## **5 TUTKIMUSTULOKSET**

Tässä luvussa käsitellään haastattelututkimuksena toteutetun koekäytön tuloksia. Ensin kuvataan, millaisia luokkia haastatteluita analysoidessa muodostettiin. Sen jälkeen kuvataan jokainen luokka erikseen haastatteluotteineen. Luokkien kuvauksessa kerrotaan yleisen kuvauksen lisäksi, millaisia eroja luokan sisällä on aihealueesta riippuen. Luokkien kuvauksen jälkeen luvussa esitellään muutos informanttien käsityksissä, eli miten heidän mielipiteensä muuttuivat koekäytön ja haastattelun aikana. Viimeisenä tässä luvussa esitellään muutoskuvausten luokittelu.

### **5.1 Luokat mielipiteissä**

Haastatteluja analysoitaessa informanttien mielipiteet olivat yleisesti joko tuulivoiman puolesta tai vastaan. Tästä löytyi kuitenkin variaatioita; osan mielestä tuulivoima oli hyvä asia, mikäli se täytti jonkin tietyn kriteerin. Tällaisia kriteerejä olivat muun muassa sopiva sijainti sekä yksityisen rahoittamat tuulivoimalat ilman verovarojen käyttöä. Positiivisten mielipiteiden lisäksi oli neutraaleja vastauksia, joista ei selvinnyt, oliko tuulivoima hyvästä vai pahasta. Negatiivisiin luokkiin luokitellut mielipiteet kritisoivat usein tuulivoimaloiden hintaa, ulkonäköä ja ääntä. Myös tuulivoimaloiden energiatehokkuus Suomessa oli hyvin kyseenalaistettua. Varsinaista täystyrmäystä negatiivisimmatkaan kommentit eivät tuulivoimaa kohtaan antaneet, mutta nämä informantit kokivat tuulivoiman usein arveluttavana ja vähän tutkittuna energiamuotona. Luokitteluun vaikutti myös informantin ei-verbaalinen viestintä esimerkiksi eleet ja äänenpainotukset haastattelutilanteessa.

#### **5.1.1 Vahva positiivinen**

Tässä luokassa informantti suhtautuu ehdottoman positiivisesti tuulivoimaan. Hänen puheessa toistuvat usein sanat ekologinen ja luonnonmukainen. Vahvasti positiivisessa luokassa tuulivoimalat ovat hyvännäköisiä ja sopivat maisemaan eivätkä ole yhtään häiritseviä tai epäesteettisiä. Tuulivoimaloita kuvataan jopa rauhoittavan näköisiksi. Äänimaisema koetaan rauhoittavaksi eikä lainkaan häiritseväksi. Vahvasti positiivisesti suhtautuvilla informanteilla saattoi olla aikaisempaa kokemusta tuulivoimaloista tai



hyvin vihreät arvot energiantuotantoon liittyen. Heidän arvonsa tukivat kestävästä kehitystä ja uusiutuvia luonnonvaroja esimerkiksi ydinvoiman käytön sijaan.

Esimerkkejä:

Yleinen mielipide: Informanttien ajatuksia haastattelun alku- ja loppuvaiheessa.

*”No kyllä se kuulostaa sillä tavalla ekologiselta, että jos pystyis niinko tuulta hyödyntämään vielä niin niinko käytetään vettä ja muuta, niin tota tavallaan ni sillä tavalla positiivinen näkökulma, että jos siinä pystyis sitte luontoakin säästää ni niin ihan hyvältä kuulostaa.” -Nainen, 40*

*”Kyllä jatketaan varmaan ihan samalla linjalla kuin aikaisemmin, että ihan positiivisilla mielin. No kyllä tääkin testi osoitti, että ei noista ny sinänsä mitään haittaa oo. Tommosia rakennellaan. Turha se on valittaa, että tommoset mukamas veis niin paljon tilaa ja näyttäis jotenkin huonolta. Ehkä sitä pitäis oppia aatteleen sitä asiaa, että tota noita energiamuotoja ois hyvä korvata jollakin tämmösellä uusiutuvalla energialla, niin kyllä mulla vaan pitää se mun mielipide.” -Nainen, 24*

Visuaalinen mielipide: Informantin ajatuksia haastattelun toisessa vaiheessa, jolloin VR lasit ovat päässä. Informantin mielipiteitä näkemästään virtuaalimaailmassa.

*”Tuolla muutama tuulivoimala on mutta hyvin ainakin omasta mielestä sopii tohon kuvaan.” -Mies, 27*

Äänellinen mielipide: Informantin ajatuksia haastattelun toisessa vaiheessa, jolloin VR lasit ovat päässä. Informantin mielipiteitä kuulemastaan virtuaalimaailmassa.

*”No tota, emmä tiedä, aika semmonen seesteinen ääni ja sitten ku kättelee noita kun ne menee tuolla rauhallisesti. Ni aika semmonen seesteinen fiilis tulee.” -Nainen, 24*

### **5.1.2 Mieto positiivinen**

Miedosti positiiviseen luokkaan kuuluneet vastaukset olivat tuulivoimamyönteisiä, mutta informantti ei välttämättä osannut perustella kantaansa. Vastauksissa saattoi olla joitain tuulivoiman huonoja puolia, mutta tästä huolimatta informantin mielipide oli enemmän

positiivisen puolella. Informantin puheessa saattoi olla myös epävarmuutta ja ristiriitaisuutta. Esimerkiksi: informantin mielestä tuulivoima on hyvä asia, mutta oman talonsa läheisyyteen hän ei niitä välttämättä haluaisi rakennettavan. Äänimaisemaan liittyvissä vastauksissa informantti havaitsee äänet, mutta hän kuvittelisi ajanmittaa tottuvansa niihin. Miedosti positiiviseen luokkaan kuuluva vastaus ei koe tuulivoimaloiden olevan haitaksi.

Esimerkkejä:

Yleinen mielipide

*”No emmää siitä ihan kauheesti niinku tiä mutta on mulla jostakin jotenkin semmonen positiiviseen puolelle menevä kuva kuitenkin, että kai se on ihan hyvä juttu. No mun käsityksen mukaan se on suhteellisen ekologinen, vähän kuormittava, entijä.” -Nainen, 24*

*”No onhan se hyvä, kun se on sitä uusiutuvaa voimaa. No emmä nyt oikeen tiijä, mutta periaatteessa isojen alkuinvestointien jälkeen ilmaista.” -Nainen, 46*

Visuaalinen mielipide

*”No positiivisia enimmäkseen. Se on vaan asennekysymys. Ei ne oo ennenkää mun elämää haitannu niin miks ne nytkää haittais.” -Mies, 26*

*”Kyllähän ne selvästi tätä maisemaa muuttaa. No se on yks tämmöne erittäin näkyvä lisä tähän maisemaan. Niin sitä, että onko se ruma esimerkiksi, niin ei mun mielestä tää oo ruma.” -Nainen, 55*

Äänellinen mielipide

*”Kyl mä tuommosta huminan tyylistä ääntä tuolta kuulen, niin niin mut emmä niinku koe tuota niinku häiritsevänä ääntä siinä mielessä. Todennäkösesti niin, jos olisin tämmösessä ympäristössä pidempään, niin en huomais tuota ääntä.” - Mies, 58*

*”Jos toi nyt on kaks kilometriä tonne voimalaan niin ei se tässä kovin häiritsevänä vaikuta olevan.” -Mies, 53*

### 5.1.3 Neutraali

Neutraaliin luokkaan kuuluvat vastaukset eivät anna selvää mielipidettä tuulivoiman hyvistä tai huonoista puolista. Neutraalisti vastaavilla informanteilla voi olla puheessaan epävarmuutta ja he saattavat olla yllättyneitä tuulivoimaloiden ulkonäöstä tai äänistä virtuaalimaailmassa. Tähän luokkaan kuuluvat vastaukset eivät anna voimakkaita mielipiteitä tuulivoimasta.

Esimerkkejä:

Yleinen mielipide

*”No ei oikee mitenkään muuttunu ajatukset, et mulla on aika neutraalit ajatukset aina ollu siitä. En oo ollu ihan varma, mitä mieltä olen siitä mutta sitä kannattaa kokeilla. Antaisin mahdollisuuden.” -Nainen, 24*

*”No tuulivoima on ihan, jos se saadaan hallintaan, niin se on OK mun mielestä.”  
-Nainen, 77*

Visuaalinen mielipide

*”No ne on vähän niinko siis ne niinko on tossa ja sit ku alkaa niitä kättelee ni sillee ei ne niinku haittaa mitää. On kiva jäädä tuijottelee kun ne rauhakseen pyörii. Siinähan ne on.” -Nainen, 24*

*”Että tota et ei mulla oikeestaa, että noi on loppujen lopuksi yllättävän pienempiä mitä mä niinkö ajattelin, että ne tässä niinko näkys. Mut ne on tosiaan kahen kilometrin päässä, niin tota selkeesti niitten koko niinko pienenee.” -Nainen, 40*

Äänellinen mielipide

*”No äänimaailma ei herätä oikeestaan mitään. Tuntuu vaan niinku luonnon ääniltä, vähän kolahtaa kovempaa mutta se nyt riippuu tietenkin, että myrskykin voi olla vielä kovempi ja tuuli. Tässä ei kovin paljo tuule, että tämä on sellasta mäkestä niin niin tuota. Mutta ei tuo äänimaailma häiritse.” -Nainen, 77*

*”No ei oikeen minkäänlaisia. Tässä ajassa oikeestaan niihin tottu jo, että sillai erikseen ois huomaa, että ne siellä taustalla kuuluu. Ei huomaa kyllä, tässä ajassa tottu jo ihan.”*  
-Mies, 27

#### **5.1.4 Mieto negatiivinen**

Tähän luokkaan kuuluvat vastaukset suhtautuvat negatiivisesti tuulivoimaan. Vastauksissa annetaan pieni optio tuulivoimalle, mutta siihen suhtaudutaan skeptisesti. Miedosti negatiivisessa luokassa tuulivoimaloita ei kuvailla häiritseviksi, mutta ne koetaan kuitenkin maisemaa pilaaviksi. Äänimaisemaa tässä luokassa ei kommentoida kovin häiritseväksi, mutta sen arvellaan muuttuvan sellaiseksi pidemmällä aikavälillä. Jotkut vastaukset eivät ole varmoja, mikä ääni on tuulivoimaloiden tuottamaa ääntä ja mikä ei. Tästä syystä tuulivoimaloiden ääntä saatetaan kuvailla jopa pelottavaksi.

Esimerkkejä:

Yleinen mielipide

*” No vähän ristiritasia, en minä oikee tiää, emmä usko, että se lopulline ratkasu on. Kyllä se varmaan löytyy jostain muualta se lopullinen ratkasu tähän energiapulaan. Tuulivoima, miksei se vois olla, mut en oikee usko.”* -Mies, 51

*”No mulla nyt ei oo kovin niinku mielestä tai ajattelin et ei oo kovin vahvaa mielipidettä puolesta tai vastaan että. Edelleen vähän ajattelen sitä tuulivoimaa, että se on Suomessa, kun on kylmät talvet niin se on äärimmäisen hankala sitten isommasti toteuttaa sitä energiantuottoo tuulivoimalla.”* -Mies, 53

Visuaalinen

*”Noo ei nää ny sinänsä hirveesti häiritse mutta tota kyllä se ehkä tota luontomaisemakokemusta pilaa.”* -Nainen, 24

*”Jos niitten tarkoitusperä on hyvä ja ne tuottaakin jotain eikä oo pelkkiä koristeita, hyvin perusteltuja eikä tee linnuille mitään, niin miksei ne vois siellä hyvillä perusteilla ollakin mutta ei ne tota maisemaa ainakaan kaunista tuossa.”* -Mies, 50

## Ääni

*”Joo mun täytyy sanoo, että mä en oikeen osaa sanoo, mikä on sitä ääntä mikä tulee läpi. No kyllä se voi olla vähän ärsyttäväkin jotenkin, sellanen voi olla pelottavakin jotenkin. Ainakin niinkun tota se negatiivinen, että pitää tietää mistä se ääni on lähtösin.” -Nainen, 61*

*”En kokenut sitä kiusallisena, se on sitte eri asia ehkä jos ajatellaan sellaista tilannetta, että mä asuisin tässä vaikka kahden kilometrin päässä suunnilleen. Että kuuluisiko se sitten niinko kuinka hyvin sisälle ja esimerkiks pihalle, se ois sitten toinen juttu.” -Nainen, 55*

### 5.1.5 Vahva negatiivinen

Vahvasti negatiivisessa luokassa olevat vastaukset ovat voimakkaasti tuulivoimaa vastaan. Vastauksissa tulee ilmi aikaisempi negatiivinen kokemus tuulivoimaloista. Vastauksissa esiintyy myös kritiikkiä tuulivoiman sähköntuotannon riittämättömyyttä kohtaan. Virtuaalimaisemassa tuulivoimalat kuvataan maisemaa rumentavina ja maisemaan sopimattomina. Ne toivotaan usein sijoitettaviksi kauemmas asuinympäristöstä. Vahvasti negatiiviset vastaukset kuvaavat äänimaisemaa häiritseväksi ja haitalliseksi.

Esimerkkejä:

Yleinen mielipide

*”Tuulivoima on mun mielestä semmosta B-luokan sähköntuotantoa elikkä tuota niin silloin kun tuulee niin saadaan sähköä, et mun mielestä puhdasta ja sinänsä kannatettavaa mutta tosiaan niinku tälle, vähän semmosta ku ei vielä varastoida voida tuota vähän semmosta, miten sen nyt sanois, vaihtelevaa. Suomen oloissa vähän hankalaa sillon ku tarvitaan niin välttämättä ei tuule.” -Mies, 58*

*” Kyllä mulla vähän on negatiivinen mielipide, mitä on muodostunut noista mitä on nähny ja mitä noita kattonu sitä tullu lähetyksiä mutta. Ei... Semmonen joo arveluttava on mielipide asiasta. Pitäis ehkä vähän saada tietoo asiasta niin vois muuttuakin.” -Mies, 50*

Visuaalinen

*”No tuota tuota, ei ne näin lähelle näitä asuntoja sovi tai johonkin tälläseen keskustaan. Kyllä näille myllyille täytyy olla jokin toinen paikka, sellanen joka niille paremmin soveltuu.” -Nainen, 77*

## Ääni

*”Kyl ne vois olla kauempana. Jos niistä kuuluis jotain melua, niin ne vois asentaa tonne kauemmaks metsään. Toivoisin, että olisivat kauempana. No jos ne tuo niin paljon melua.” -Mies, 17*

*”Ei tässä tosiaan viittis kovin lähellä asua. Kyllä tommonenkin on häiritsevää. Tommonen matala jumpsautus tossa, se siinä on pistävä, jos ite aattelee, että rauhottuis joskus. Voi vaikka, ettei tietoisesti, mutta voi alkaa haittaa siinä tullakin.” -Mies, 50*

## 5.2 Muutos käsityksissä

Tässä luvussa käsitellään mielipiteiden muutoksia tuulivoimaa kohtaan. Luokittelu perustuu siihen, kuinka informanttien mielipiteet muuttuivat koekäytön aikana. Tätä selvennetään mielipiteiden muutosta kuvaavalla kaaviolla. Tämän jälkeen esitellään kaavion pohjalta tehty muutoskuvausten luokittelu.

Informanttien mielipiteiden muutoskuvaus					
Informantti	Alkutilanne	Virtuaalimaisema	Virtuaaliäänimaisema	Lopputilanne	Muutosluokka
I10	2	2	0	2	1
I1	2	0	1	2	1
I7	1	2	2	2	2 a)
I13	1	2	0	2	2 a)
I9	1	-1	2	2	2 a)
I11	1	1	2	1	1
I8	1	1	2	1	1
I6	1	2	0	1	1
I16	1	-2	1	1	1
I17	1	-2	2	-1	3 a)
I18	1	-1	-1	-1	3 a)
I4	0	-1	0	1	2 b)
I12	0	1	0	0	1
I2	0	-2	2	0	1
I5	-1	-1	-1	1	2 c)
I14	-1	-1	0	-1	1
I15	-2	-2	0	-2	1
I3	-2	-2	-1	-2	1

Kuva 5.1: Mielipiteiden muutoskaavio

Kuvassa 5.1 informantit on laitettu järjestykseen alku- ja lopputilanteiden mukaan. I-kirjain kuvastaa sanaa informantti ja numero I:n perässä tarkoittaa informantin tunnistetta. Viimeinen pystysarake kertoo mihin muutosluokkaan informantti kuuluu. Informantit on lajiteltu lopulliseen järjestykseen sen mukaan, kuinka positiivisena tai negatiivisena informantti koki virtuaali- ja virtuaaliäänimaiseman. Lajittelua voidaan havainnoida lukuarvoilla seuraavasti:

- Vahva positiivinen = 2
- Mieto positiivinen = 1
- Neutraali = 0
- Mieto negatiivinen = -1
- Vahva negatiivinen = -2

Jos esimerkiksi kahdella informantilla X ja Y on sama kuvaus alku- ja lopputilanteessa ja informantti X on kokenut virtuaalimaiseman miedosti negatiivisena (-1) ja virtuaaliäänimaiseman neutraalina (0) informantti Y:n vastaavien arvojen ollessa (0) ja (1), sijoittuu informantti Y taulukossa X:n yläpuolelle, koska  $X (-1) < Y (1)$ .



<b>Luokka, nimi</b>	<b>Kuvaus</b>	<b>Informanttien määrä</b>	
<b>Luokka 1, Ei muutosta</b>	Informanttien mielipiteet eivät muuttuneet positiiviseen tai negatiiviseen suuntaan. Mielipide on sama koekäytön alussa ja lopussa.	11	
<b>Luokka 2, Muutos positiivisempaan</b>	Informantin mielipide muuttui positiivisempaan suuntaan koekäytön aikana.	Yhteensä 5	
	<b>Luokka 2 a), Positiivinen ennakkokäsitys positiivisempaan</b>	Informantilla oli tutkimuksen alussa valmiiksi positiivinen suhtautuminen, joka muuttui vielä positiivisemmaksi koekäytön aikana.	3
	<b>Luokka 2 b), Neutraali ennakkokäsitys positiivisempaan</b>	Informantilla oli tutkimuksen alussa neutraali suhtautuminen, joka muuttui positiivisemmaksi koekäytön aikana.	1
	<b>Luokka 2 c), Negatiivinen ennakkokäsitys positiivisempaan</b>	Informantilla oli tutkimuksen alussa valmiiksi negatiivinen suhtautuminen, joka muuttui positiivisemmaksi koekäytön aikana.	1
<b>Luokka 3, Muutos negatiivisempaan</b>	Informantin mielipide muuttui negatiivisempaan suuntaan koekäytön aikana.	Yhteensä 2	
	<b>Luokka 3 a), Positiivinen ennakkokäsitys negatiivisempaan</b>	Informantilla oli tutkimuksen alussa positiivinen suhtautuminen, joka muuttui negatiiviseksi koekäytön aikana.	2
	<b>Luokka b a), Neutraali ennakkokäsitys negatiivisempaan</b>	Informantin neutraali suhtautuminen tuulivoimaa kohtaan muuttui koekäytön aikana negatiivisemmaksi.	-
	<b>Luokka c a), Negatiivinen ennakkokäsitys negatiivisempaan</b>	Informantin negatiivinen suhtautuminen tuulivoimaa kohtaan muuttui koekäytön aikana vielä negatiivisemmaksi.	-

Kuva 5.2 Mielipiteiden muutosten luokittelu

Kuvassa 5.2 on luokiteltu informanttien mielipiteiden muutokset taulukon 5.1 pohjalta sekä ilmoitettu lukuarvolla, kuinka monta informanttia luokkaan kuului. Tässä tutkimuksen koekäytössä kaikkiin luokkiin ei sijoittunut yhtään informanttia, joten taulukossa nämä kohdat merkittiin viivalla. Luokilla 2 ja 3 esiintyvät alaluokat kuvaavat mielipiteiden muutosta yksityiskohtaisemmin pääluokan alla.

## 6 KESKUSTELU

Tässä gradussa tutkittiin, miten tuulivoimaloiden virtuaaliprototyyppien näyttäminen vaikuttaa informanttien mielipiteisiin tuulivoimasta. Tutkimustuloksista käy ilmi, että virtuaalitekniologialla voi olla vaikutusta koekäyttäjien mielipiteisiin, vaikka suurimmalla osalla, 11 informantilla 18:sta, koekäyttö ei vaikuttanut mielipiteeseen tuulivoimasta. Kuitenkin myös heillä, joiden mielipide ei muuttunut koekäytön alku- ja loppuvaiheiden mielipiteitä verrattaessa, oli mielipidevaihteluja virtuaali- ja virtuaaliäänimaisemaa koskevan haastattelun eri vaiheissa. Esimerkiksi kumpikaan kahdesta alku- ja lopputilanteesta tuulivoimaan erittäin positiivisesti suhtautuvista informanteista ei ollut erittäin positiivinen koko koekäytön ajan. Merkille pantavaa on myös informantti I5:n mielipiteet, jotka olivat koko koekäytön ajan miedosti negatiivisen puolella, mutta lopputilanteessa mielipide nousi kuitenkin miedon positiivisen puolelle. Näin ollen tutkimustuloksesta voidaan todeta, että virtuaalitekniologialla voidaan vaikuttaa yksilöiden mielipiteisiin. Tutkimustuloksesta voidaan myös tulkita, että erittäin voimakkaalla ennakkomielipiteellä tuulivoiman puolesta tai vastaan, on vaikutusta mielipiteen säilymiseen VR-koekäytön jälkeenkin. Haastatteluissa virtuaalitekniologiaa kommentoitiin hyväksi tavaksi demonstroida tulevia ympäristön muutoksia.

### 6.1 Tulosten kommentointi

Tämän pro gradu -tutkimuksen tulokset ovat useiden aiempien tutkimusten ja kirjallisuuden kanssa samalla linjalla. Esimerkiksi Helsingin kaupungin *Asenteet tuulivoimaa kohtaan* [2000] -artikkelin mukaan asenteet tuulivoimaa kohtaan muuttuvat usein positiivisiksi, kun niistä saadaan käytännön kokemusta. Gradun tutkimuksessa tämä kävi hyvin toteen, kun informantit pääsivät näkemään ja kuulemaan tuulivoimaloita virtuaalimaailmassa.

Sama artikkeli kertoi myös ihmisten asenteiden perustuvan uskomuksiin, eikä niinkään faktoihin. Tämä väite tuli ilmi gradun tutkimuksessa, kun eräs informantti ilmoitti tuulivoimaloiden tuottavan talvisin huonosti sähköä, vaikka todellisuudessa talvi on parasta aikaa tuulivoimaloiden sähköntuotannon kannalta [Hakala, 2018].

GWh	2017												2018		
	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb
<b>PRODUCTION</b>	6349	6607	5880	6303	5276	4931	4234	4266	4362	4835	5678	6137	6544	6877	6614
Hydro power	1024	1157	1003	1064	939	1334	1361	1238	1113	1459	1366	1294	1315	1483	1383
Wind power	516	544	292	487	358	324	279	236	409	279	434	594	568	500	460
Solar power			0	1	1	3	3	5	4	2	1	0	0	0	1
Nuclear power	1961	2001	1859	2065	1802	1518	1334	1620	1723	1751	1838	1998	2066	2072	1872
Conv. thermal power	2847	2905	2726	2686	2177	1753	1257	1167	1114	1344	2039	2252	2595	2821	2898
Co-generation, CHP	2431	2634	2401	2394	2034	1419	1025	942	929	1139	1753	2020	2361	2517	2541
district heating	1651	1814	1645	1523	1230	753	377	246	257	499	978	1176	1454	1646	1694
industry	781	820	756	870	804	665	647	697	672	640	775	844	907	871	846
Condense etc.	416	271	324	292	143	335	232	225	185	205	287	232	234	304	357
conventional	416	271	324	292	142	334	232	224	184	205	286	232	233	304	357
gasturbine etc.	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1

Kuva 6.1: Tuulivoiman tuotanto vuoden aikana [Hakala, 2018].

Kuvassa 6.1 on esitetty Energiateollisuus ry:n selvittämät mittaustulokset sähköntuotannosta Suomessa gigawattitunteina vuoden 2017 aikana. Energiateollisuus ry julkaisee kuukausittain sähköntuotannon kuukausitilaston. Taulukosta selviää, että tuulivoimaa tuotetaan eniten talvikuukausien aikana.

Tämän tutkimuksen tuloksia vahvistaa luvussa 2 esitelty Tiainen *et al.* [2014] tutkimus, jonka mukaan kuluttajat arvioivat huonekalujen ominaisuuksia samantapaisesti riippumatta siitä, oliko kyseessä fyysinen vai virtuaalinen prototyyppi. Tuotteen ominaisuuksia käytettiin samankaltaisesti fyysisen ja virtuaaliprototyyppien arviointitehtävissä, mutta ideoiden kehitystä käytettiin huomattavasti enemmän virtuaalisia prototyyppinä arvioitaessa. Tiainen *et al.* [2014] tutkimustulosta voidaan soveltaa tämän gradun tutkimuksessa siten, että informantit kommentoivat virtuaalimaisemassa näkyviä tuulivoimaloita samalla tavalla kuin mahdollisia fyysisiä tuulivoimaloita. Myös tämän gradun tutkimuksessa tuli jatkokehitysideoita erään informantin keksiessä: Mitä jos tuulivoimaa pystyttäisiin tuottamaan ilman voimalan pyöriviä roottoreita?

Tämän gradun tutkimustulokset ovat osittain ristiriidassa Yu *et al.* [2017] tutkimuksen kanssa, joka tutki tuulivoimaloiden ärsyttävyyttä yksilöihin visuaalisesti ja äänellisesti. Yu *et al.* [2017] tutkimuksen mukaan yksilöillä ärsyntyvyys kasvoi, kun he näkivät tuulivoimaloita virtuaalimaisemassa. Tämän gradun tutkimustulosten mukaan viidellä informantilla mielipide muuttui virtuaalimaisemassa positiivisemmaksi lähtötilanteeseen nähden. Tulosten eriävyyttä voidaan mahdollisesti selittää tutkimuspaikan valinnalla, sillä Yu *et al.* [2017] tutkimus suoritettiin laboratorio-olosuhteissa. On mahdollista, että fyysisen maiseman näyttämällä ja sitä virtuaalimaisemaan vertaamalla informanteille saadaan esitettyä tutkimuspaikan identiteettiä laboratorio-olosuhteita paremmin.

Esimerkiksi tässä tutkimuksessa koekäyttöpaikkana toiminut seurakuntatalon piha vaikuttaa ihmisten tunteisiin tavalla, jollaista on vaikea saavuttaa laboratorioolosuhteissa. Lisäksi kritisoitavaa Yu *et al.* [2017] tutkimuksessa on pelkästään tuulivoimaloiden ärsyttävyyden selvittäminen, vaikka yhtä hyvin tutkimuksessa olisi voitu tarkastella ärsyttävyyden lisäksi miellyttävyyttä.

Itse tutkimus ja tutkimusmenetelmä osoittautuivat urauurtaviksi, sillä vastaavanlaista kentällä toteutettua VR-koekäyttöä ei ollut kirjallisuuskatsauksen pohjalta aiemmin tehty. Tutkimus osoittaa teknologian kehittyneen niin paljon, että luotettavia, VR-pohjaisia koekäyttöjä pystytään tekemään nykyään missä vain erilaisiin asioihin soveltaen. Myöskin fenomenografia osoittautui hyväksi tavaksi lähestyä asiaa, koska haastattelussa informanteilta pystyttiin saamaan paljon tietoa heidän tuntemuksistaan, mitä he eivät välttämättä esimerkiksi tekstin muodossa kirjoittaisi. Fenomenografia oli hyvin perusteltu, koska tutkimuksessa pyrittiin selvittämään luvussa 4.1 esiteltyä toisen asteen näkökulmaa, joka tutkii, miten yksilöt kokevat ilmiöitä.

## **6.2 VR-mallien mahdollisuudet**

Ennako-odotukseni oli, että tuulivoimaloiden VR-malleilla voidaan muuttaa informanttien mielipiteitä, ja tutkimustulos vastasi tätä melko hyvin. Odotin enemmän negatiivisia mielipiteitä, mutta niitä esiintyikin yllättävän vähän. Mielipiteiden laaja vaihtelevuus ja luokittelun monipuolisuus yllättivät.

Tutkimustuloksia yleistettäessä voidaan todeta, että ihmisten mielipiteitä voidaan muuttaa näyttämällä tiettyä asiaa fyysisessä tai virtuaalisessa maailmassa. Kuitenkin mielipiteet, joita tukevat hyvin vahvat ennakoasenteet, eivät muutu suuntaan tai toiseen. Luvussa 5 esitellyssä informanttien mielipiteiden muutoskaaviossa kaikista positiivisin tai negatiivisin mielipide ei pysynyt koko testin aikana ääripäissä. Esimerkiksi kaikista negatiivisimman informantin vahvasti negatiivinen mielipide kävi miedon negatiivisen puolella tuulivoimaloiden virtuaaliäänimaisemaa tarkastellessa.

Mielestäni vastaavia tutkimuksia voitaisiin järjestää lähes missä tahansa. Modernit virtuaalilaitteistot ovat helposti liikuteltavia paikasta toiseen, niille löytyy hyviä kehitystyökaluja käyttötarkoituksesta riippuen ja itse laitteita on suhteellisen helppo käyttää. Monille kuluttajille nämä laitteet eivät ole vielä kovinkaan arkipäiväisiä, vaikka

niiden käyttö kotitalouksissa onkin jatkuvasti lisääntymässä. VR-tekniikan ollessa vielä suhteellisen uutta mahdollisuus päästä kokeilemaan virtuaalilaseja lisää ihmisten mielenkiintoa osallistua tutkimuksiin.

Mielestäni tämän gradun tutkimustulos rohkaisee käyttämään virtuaalitekniikkaa laajemminkin mittakaavassa, esimerkiksi tulevia rakennuksia suunniteltaessa. Virtuaalitekniikka antaa osviittaa siitä, miten ympäristö muuttuisi ja miten siihen suhtauduttaisiin ennen kuin kalliita, maisemaa muuttavia, rakennelmia lähdetään toteuttamaan. Näitä rakennelmia ovat esimerkiksi sillat, kerrostalot sekä vesi- ja ydinvoimalat.

Virtuaalitekniikka antaa myös mahdollisuuden mitä monialaisimmille ideoille ennen niiden täytäntöönpanoa. Esimerkiksi keskustellessani erään ääniteknikon kanssa gradun aiheestani, hän kertoi olleensa suunnittelemassa työryhmän kanssa ravintoloiden sisustusta ja äänimaisemaa ja pohtineensa, miltä ruoka maistuisi eri ympäristöissä. Virtuaalimaailmaa voitaisiin hyödyntää tällaisissa tapauksissa, jolloin koehenkilöt pääsisivät maistelemaan ruokia erilaisissa virtuaaliravintoloissa ja kommentoimaan tuntemuksiaan. Näin säästettäisiin merkittävästi aikaa ja rahaa tulevia hankkeita suunniteltaessa.

Jatkotutkimusideana tälle tutkimukselle voisi olla esimerkiksi, kokeeko informantti tällaisessa koekäyttötilanteessa ja haastattelussa painetta miellyttää haastattelijaa. Tätä pohdin jo koekäytön kysymyksiä suunnitellessani. Mikäli informantti päättää haastattelijan olevan suunnitteilla olevan tuulivoimalan puolesta tai sitä vastaan, on sillä luultavasti vaikutusta tutkimustulokseen. Joidenkin informanttien kohdalla näin saattoi olla, vaikka tässä tutkimuksessa tällaisen ajattelun mahdollisuus pyrittiin minimoimaan. Ennakoasenteita haastattelijaa kohtaan voidaan vähentää esimerkiksi pohtimalla kysymysten asettelua ja luomalla haastattelutilanteesta mahdollisimman neutraali poliittisesti ja ideologisesti. Lisäksi voisi olla mielenkiintoista verrata tämän tutkimuksen tuloksia johonkin toiseen, vastaavalla tavalla toteutettuun, tutkimukseen koskien jotain toista energiamuotoa. Samaa menetelmää voisi hyödyntää myös esimerkiksi vedenpuhdistamon tai vaikkapa moskeijan rakentamista suunniteltaessa.

### 6.3 Yhteenveto prosessista

Tämän gradututkielman prosessi onnistui pääpiirteittäin suunnitelmani mukaan. Gradun kirjoitusprosessi alkoi kirjallisuuskatsauksen tekemisellä, joka antoi hyvän tieteellisen pohjan aihepiiriin liittyen. Sain hyvän kuvan siitä, miten tuulivoimaa ja virtuaalitekniologiaa on aiemmin tutkittu, ja miksi tämä tutkimus on erityinen ja tekemisen arvoinen. Haastattelukysymykset pohjautuivat kirjoittamaani tekstiin, jossa pohdin, mitä haluan tutkimuksellani saada selville. Informanttien hankkiminen osoittautui hyvin haastavaksi tehtäväksi, koska kesäaikaan monet kyläyhdistykset ja toimijat olivat kesälomalla eikä heihin saanut kovin helposti yhteyttä. Informanttien hankkimiseksi olin yhteydessä alueen toisen asteen oppilaitoksiin, mutta käytännössä heidän ei ollut mahdollista osallistua tutkimukseen, koska lukukausi oli vasta alkamassa. Myös sosiaalisen median avulla tapahtuman mainostaminen oli pienessä Töysän kylässä ja sen alueella haasteellista, sillä kohderyhmiä oli pienen asukasmäärän takia vaikeaa määrittää. Internetissä tekemäni ilmoittautumislomake ja sen jakaminen ei myöskään osoittautunut kovinkaan menestyksekkääksi tavaksi informanttien hankkimiseksi.

Vaikka koekäyttöviikon alkaessa tutkimukseen ennakkoon ilmoittautuneita oli 11, jouduttiin riittävän informanttien määrän saamiseksi turvautumaan ohikulkijoihin, joista osa suostui osallistumaan koekäyttöön. Tilannetta auttoi yhteydenotoni paikallisiin lehtiin, joiden edustajat tulivat paikalle Töysän seurakuntatalon pihaan tekemään koekäytöstä lehtijuttuja. Näin onnistuttiin herättämään paikkakuntalaisten mielenkiinto, varsinkin kun monet heistä eivät olleet koskaan kuulleetkaan alueelle suunnitteilla olleista tuulivoimaloista. Onneksemme sää oli koekäyttöviikolla hyvä ja ohitsemme kulki kenties tavallista useammin potentiaalisia tutkimukseen osallistujia. Itse koekäytöt onnistuivat hyvin ja informantit olivat halukkaita kertomaan mielipiteitään haastattelun eri vaiheissa. Tekniikka ei pettänyt kertaakaan ja sähköä saimme Alavuden seurakunnan luvalla seurakuntatalon seinästä.

Jos alkaisin tehdä tätä projektia alusta, sijoittaisin koekäyttöviikon johonkin muuhun ajankohtaan kuin elokuun alkuun, sillä heinäkuussa ihmisiä oli hyvin vaikea tavoittaa. Parempi ajankohta voisi olla esimerkiksi kesäkuun alku. Myöskin paikkakunnan koolla on suuri merkitys aineistonkeruun ja informanttien määrän kannalta. Isommalle alueelle olisi helpompi luoda kohdennettua Facebook-mainontaa ja houkutella paikalle enemmän ihmisiä. Toisaalta isommalla paikkakunnalla ihmiset voisivat olla hieman kiireisempiä

eikä heillä välttämättä olisi aikaa osallistua tutkimukseen. Virtuaalimaailmassa kuuluvat tuulivoimaloiden äänet eivät myöskään kuuluisi kovin hyvin, mikäli ympäristössä olisi liikaa muuta melua.

Tämä gradu oli ensimmäinen tieteellinen tutkimustyöni. Haasteita siihen toivat informanttien puhekieliset vastaukset sekä niiden tieteellinen luokittelu. Onneksi graduohjaajani Tarja Tiainen ja TTY:llä esimieheni Asko Ellman auttoivat työhöni liittyvissä kysymyksissä ja ongelmissa. Tämän lisäksi gradun pohjalta kirjoitettiin artikkeli vuoden 2018 ASME -koneenrakennuksen konferenssin virtuaalitekniologian teemaryhmään. Artikkelin kirjoittamiseen osallistuivat minun lisäksi professori Asko Ellman Tampereen teknilliseltä yliopistolta ja yliopistonlehtori Tarja Tiainen Tampereen yliopistolta [Ellman *et al.* [2018]. Työn tekeminen lisäsi mielenkiintoani tuulivoimaa sekä tutkimuksessa käytettyä virtuaalitekniologiaa kohtaan ja uskon, että tulen jatkossakin seuraamaan näiden kehittymistä.

## 7 LOPUKSI

Tuulivoimaloiden käyttö on viime vuosina yleistynyt ympäristöystävällisemmän energian saamiseksi. Niiden tiedostetaan olevan ympäristölle parempi vaihtoehto kuin uusiutumattomien luonnonvarojen hyödyntäminen energiantuotannossa. Samalla keskustelut tuulivoiman hyödyistä ovat kiihtyneet ja NIMBY-ajattelu on yleistä. On hyvin tyypillistä, että tuulivoimaan suhtaudutaan periaatteessa positiivisesti, mutta ihmiset eivät haluaisi niitä kuitenkaan omaan elinympäristöönsä.

Virtuaalitekniikan kehitys on tehnyt helposti liikuteltavista VR-laitteista kätevän työvälineen kentällä suoritettavia tutkimuksia varten. Tässä pro gradussa tutkittiin, miten VR-tekniikalla toteutetulla tuulivoimaloiden prototypin näyttämällä voidaan vaikuttaa informanttien mielipiteisiin tuulivoimasta. Tutkimus toteutettiin kenttäolosuhteissa fenomenografista tutkimusmenetelmää käyttäen. Tutkimuksen koekäytöt ja informanttien haastattelut tehtiin kesällä 2017.

Kerätystä aineistosta tulokseksi saatiin mielipiteiden muutoskaavio, jossa informanttien mielipiteen muutosta voidaan seurata VR-koekäytön alku-, keski- ja loppuvaiheissa. Mielipiteiden muutoskaavion pohjalta luotiin muutosluokat, joita tuli kolme kappaletta. Luokilla 2 ja 3 on lisäksi kolme alaluokkaa. Muutosluokat olivat:

- Luokka 1, Ei muutosta
- Luokka 2, Muutos positiivisempaan
  - Luokka 2 a) Positiivinen ennakko-odotus positiivisempaan
  - Luokka 2 b) Neutraali ennakko-odotus positiivisempaan
  - Luokka 2 c) Negatiivinen ennakko-odotus positiivisempaan
- Luokka 3, Muutos negatiivisempaan
  - Luokka 3 a) Positiivinen ennakko-odotus negatiivisempaan
  - Luokka 3 b) Neutraali ennakko-odotus negatiivisempaan
  - Luokka 3 c) Negatiivinen ennakko-odotus negatiivisempaan

Tutkimustulokset osoittavat, että virtuaalitekniikalla voi olla vaikutusta koekäyttäjien mielipiteisiin.

Tutkimustulokset olivat useiden kirjallisuuskatsauksen tutkimusten kanssa samoilla linjoilla. Esimerkiksi Helsingin kaupungin *Asenteet tuulivoimaa kohtaan* [2000] -artikkelin mukaan, asenteet tuulivoimaa kohtaan muuttuvat usein positiivisiksi, kun niistä saadaan ensin käytännön kokemusta. Gradun tutkimuksessa tämä kävi hyvin toteen, kun informantit pääsivät näkemään ja kuulemaan tuulivoimaloita virtuaalimaailmassa.



Vertailtaessa tässä gradussa tehdyn tutkimuksen tulosta laboratorio-olosuhteissa tehtyihin tutkimuksiin, ovat tutkimustulokset esimerkiksi osittain ristiriidassa Yu *et al.* [2017] tutkimuksen kanssa, joka tutki tuulivoimaloiden ärsyttävyyttä yksilöihin visuaalisesti ja äänellisesti. Yu *et al.* [2017] tutkimuksen mukaan yksilöillä ärsyyntyvyys kasvoi, kun he näkivät tuulivoimaloita virtuaalimaisemassa. Tämän gradun tutkimuksen tulosten mukaan viidellä informantilla mielipide muuttui virtuaalimaisemassa positiivisemmaksi lähtötilanteeseen nähden ja vain kahdella informantilla mielipide muuttui negatiivisemmaksi.

Tutkimustuloksia yleistettäessä voidaan todeta, että ihmisten mielipiteitä voidaan muuttaa näyttämällä tiettyä asiaa fyysisessä tai virtuaalisessa maailmassa. Gradun tutkimustulos rohkaisee käyttämään virtuaalitekniologiaa laajemminkin mittakaavassa. VR-prototyypit antavat hyvää osviittaa, miten ympäristö muuttuisi ja miten siihen suhtaudutaan, ennen kuin kalliita, maisemaa muuttavia rakennelmia lähdetään toteuttamaan. Jatkotutkimusideana tälle tutkimukselle voisi olla esimerkiksi, miten paljon informantti kokee tällaisessa koekäytössä ja haastattelussa painetta miellyttää haastattelijaa. Jos informantti päättää haastattelijan olevan suunnitteilla olevan tuulivoiman puolesta tai vastaan, on sillä luultavasti merkittävästi vaikutusta tutkimustulokseen.

# LÄHTEET

- [Asenteet tuulivoimaa kohtaan, 2000] Helsingin kaupunki. 2000. Asenteet tuulivoimaa kohtaan. Saatavissa: <http://www.hel.fi/static/ksv/www/yk2002/Maisemallinen%20osa%204.pdf>. Viitattu: 23.2.2018.
- [Baloch et al., 2016] Mazhar H. Baloch, Ghulam S. Kaloi, and Zubair A. Memon. 2016. Current scenario of the wind energy in Pakistan challenges and future perspectives: A case study. *Energy Reports. Science Direct*. 2 (2016), 201-210.
- [Dijk et al., 1998] Lars Dijk, Joris S.M Vergeest, and Imre Horvath. 1998. Testing shape manipulation tools using abstract prototypes. *Design Studies* 19, 2, 187-201.
- [Ellman et al., 2018] Asko Ellman, Tarja Tiainen, and Alekski Tossavainen. 2018. Evaluating a virtual wind power park in a churchyard - A perception study with portable VR devices. Proceedings of the ASME 2018 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference IDETC/CIE 2018 August 26-29, 2018, Quebec City, Quebec, Canada.
- [Hakala, 2018] Jonna Hakala. 2018. Sähkön kuukausitilasto. Energiateollisuus Ry. Saatavissa: [https://energia.fi/ajankohtaista\\_ja\\_materiaalipankki/tilastot/sahkotilastot/sahkon\\_kuuka\\_usitilasto](https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/tilastot/sahkotilastot/sahkon_kuuka_usitilasto). Viitattu 19.4.2018
- [Harding et al., 2008] Graham Harding, Pamela Harding and Arnold Wilkins. 2008. Wind turbines, flicker, and photosensitive epilepsy: Characterizing the flashing that may precipitate seizures and optimizing guidelines to prevent them. *Wiley Online Library Epilepsia* 49, 6, 1095-1098.
- [Heikkilä, 2015] Reijo Heikkilä. 2015. Ähtärin Sappiolle ei tuulivoimaa. *Ilkka*. 2.9.2015. Saatavissa: <https://www.ilkka.fi/uutiset/maakunta/ahtarin-sappiolle-ei-tuulivoimaa-1.1899483>, Viitattu 13.9.2017
- [Jallouli et al., 2008] Jihen Jallouli, Guillaume Moreau, and Ronan Querrec. 2008. Wind turbines' landscape: using virtual reality for the assessment of multisensory perception in motion, *ACM*, 257-258.
- [Kaapu ja Tiainen, 2009] Taina Kaapu and Tarja Tiainen. 2009. Consumers' Views on Privacy in E-Commerce. *Scandinavian Journal of Information Systems* 21, Iss. 1, Article 1. Saatavissa: <http://aisel.aisnet.org/sjis/vol21/iss1/1>.
- [Kaapu ja Tiainen, 2010] Taina Kaapu and Tarja Tiainen. 2010. User experience in evaluating virtual product prototypes. *18th European Conference on Information Systems, ECIS 2010*.

- [**Kaapu et al., 2006**] Kaapu, T., Saarenpää, T., Tiainen, T., and Paakki, M.-K. (2006), The Truth is Out There - Phenomenography in Information Systems Research, *Iris '29*, 12-15.8.2006, Helsingør, Denmark, 17 p.
- [**Kaapu et al., 2013**] Taina Kaapu, Tarja Tiainen, and Asko Ellman. 2013. User Interpretations of Virtual Prototypes: Physical Place Matters. In: *Scandinavian Journal of Information Systems* 25, Iss. 2, Article 4. Saatavissa: <http://aisel.aisnet.org/sjis/vol25/iss2/4>.
- [**kansalaisenkarttapaikka.fi, 2018**] Maanmittauslaitos. 2018. Saatavissa: <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>. Viitattu 11.4.2018
- [**Knopper ja Olson, 2011**] Loren D. Knopper and Christopher A. Olsson. 2011. Health effects and wind turbines: A review of the literature. *Environmental Health* 10:78, *BMC*, 78-88.
- [**Li et al., 2008**] Heng Li, Ting Huang, C.W. Kong, H.L. Guo, Andrew Baldwin, Neo Chan, and Johnny Wong. 2008. Integrating design and construction through virtual prototyping. In: *Automation in Construction* 17, Science Direct, 915–922.
- [**Maehr et al., 2015**] Anna M. Maehr, Greg R. Watts, Jennifer Hanratty, and Deborah Talmi. 2015. Emotional response to images of wind turbines: A psychophysiological study of their visual impact on the landscape. In: *Landscape and Urban Planning* 142, Elsevier, 71-79.
- [**Marton, 1981**] Ference Marton. 1981. Phenomenography -describing conceptions of the world around us. *Instructional Science* 10, 177-200.
- [**Marton, 1982**] Ference Marton. 1982. *Towards phenomenography of learning. Integrational experiments aspects*. University of Göteborg, Department of Education
- [**Marton, 1988**] Ference Marton. 1988. Phenomenography: A research approach to investigating different understandings of reality. Robert Sherman and Rodman Web, *Qualitative research in education: Focus and methods*, The Falmer Press. 141-161.
- [**Marton ja Booth, 1997**] Ference Marton and Shirley Booth. 1997. *Learning and awareness*. Lawrence Erlbaum Associates.
- [**Nurimbetov et al., 2015**] Alibek Nurimbetov, Amangeldy Bekbayev, Seitzhan Orynbayev, Birzhan Baibutanov, Issakul Tumanov, and Meruyert Keikimanovac. 2015. Optimization of Windmill's Layered Composite Blades to reduce Aerodynamic Noise and Use in Construction of "Green" Cities, *International Scientific Conference Urban Civil Engineering and Municipal Facilities, Procedia Engineering*, 273-287.
- [**Pedersen ja Wayne, 2004**] Eja Pedersen and Kerstin Persson Wayne. 2004. Perception and annoyance due to wind turbine noise – a dose-response relationship. *Journal of Acoustical Society of America* 116, 6, 3460-3470.

- [**Pedersen, 2011**] Eja Pedersen. 2011. Health aspects associated with wind turbine noise -Results from three field studies, *Noise Control Engineering Journal* 59, 1, 47-53.
- [**Riezler, 1944**] Kurt Riezler. 1944. The Social Psychology of Fear, *American Journal of Sociology* 49, 6, 489-498.
- [**Smedley et al., 2010**] Andrew R.D. Smedley, Ann R. Webb, and Arnold J. Wilkins. 2010. Potential of wind turbines to elicit seizures under various meteorological conditions. *Epilepsia* 51, 7, 1146-1151.
- [**Syrjälä et al., 1994**] Leena Syrjälä, Sirkka Ahonen, Eija Syrjäläinen, and Seppo Saari. 1994. *Laadullisen tutkimuksen työtapa*. Kirjayhtymä Oy.
- [**Tiainen et al., 2014**] Tarja Tiainen, Asko Ellman, and Taina Kaapu. 2014. Virtual prototypes reveal more development ideas: comparison between customers' evaluation of virtual and physical prototypes, *Virtual and Physical Prototyping*. Saatavissa: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17452759.2014.934573>
- [**Tiainen et al., 2015**] Tarja Tiainen, Kimmo Pyhältö, Johanna Erkkilä ja Ilkka Lehtonen. 2015. Käyttökoe tietokäsittelytieteen tutkimuksessa.
- [**Tuulivoiman hyväksyttävyyden Helsingissä, 2015**] Helsingin kaupunki. 2015. Tuulivoiman sosiaalinen hyväksyttävyyden Helsingissä, saatavissa: <https://www.hel.fi/hel2/ksv/Aineistot/uutiset/2015/tuulivoiman-sosiaalinen-hyvaksyttavyys-helsingissa-141015.pdf>. Viitattu 2.5.2018.
- [**Uosukainen, 2010**] Seppo Uosukainen. 2010. *Tuulivoimaloiden melun synty, eteneminen ja häiritsevyys*. Edita Prima Oy.
- [**Wolsink, 1999**] Maarten Wolsink. 1999. Wind power and the NIMBY-myth: institutional capacity and the limited significance of public support, *Renewable Energy* 21, 1, *Science Direct*, 49-64.
- [**Yang, 2005**] Maria C. Yang. 2005. A study of prototypes, design activity, and design outcome, *Design Studies* 26, 6, *Science Direct*, 649-669.
- [**Yu et al., 2017**] Tianhong Yu, Holger Behm, Ralf Bill, and Jian Kang. 2017. Audio-visual perception of new wind parks, *Landscape and Urban Planning* 165, *Science Direct*, Pages 1-10.
- [**Yuan et al., 2015**] Xueliang Yuan, Jian Zuo and Donald Huisingsh. 2015. Social acceptance of wind power: a case study of Shandong Province, China, *Journal of Cleaner Production* 92, *Science Direct*, 168-178.