

Antti Havukainen

# Eleohjattava käyttöliittymä ympäristönhallinnan apuvälineeksi

Prototyypin suunnittelu ja toteutus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Apuvälineteknikko

Apuvälinetekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö

30.11.2015

Tekijä(t) Otsikko	Antti Havukainen Eleohjattava käyttöliittymä ympäristönhallinnan apuvälineeksi Prototyypin suunnittelu ja toteutus
Sivumäärä Aika	20 sivua 30.11.2015
Tutkinto	Apuvälineteknikko (AMK)
Koulutusohjelma	Apuvälinetekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Apuvälinetekniikka
Ohjaajat	Lehtori Tomi Nurminen Yliopettaja Kaija Matinheikki-Kokko
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää eleisiin perustuva käyttöliittymä lähiympäristön ohjaamiseen. Käyttöliittymän kehitys oli osa Metropolia Ammattikorkeakoulun Lähiympäristön eleohjain -projektin proof of concept -vaiheen valmistelua. Projektissa pyritään parantamaan ympäristönhallinnan käyttäjäkokemusta mahdollistamalla kaikkien lähiympäristön laitteiden ohjaaminen langattomasti yhdellä puettavalla ohjaimella. Ohjaimen estetiikkaan kiinnitetään projektissa huomiota apuvälineisiin usein liittyvän stigman välttämiseksi. Eleohjaimella on tarkoitus vastata sekä vaikeavammaisten että alati kasvavan vanhusväestön arjen tarpeisiin. Projekti on saanut rahoitusta Tekesiltä.</p> <p>Opinnäytetyöhön kerättiin taustatietoa ympäristönhallintalaitteista, eleohjaimista ja niiden käyttöliittymistä. Elekäyttöliittymien käytettävyydestä tehtyjen tutkimusten pohjalta perusteltiin uuden käyttöliittymän suunnittelun lähtökohdat ja tavoitteet. Suunnitteluprosessi kuvattiin ja valitut ratkaisut perusteltiin suhteessa teoreettiseen viitekehykseen. Suunnitteluprosessissa huomioitiin myös kohderyhmän toimintakyvyn asettamat tarpeet. Suunnittelun lopputuloksena määriteltiin käyttöliittymälle älykäs hierarkkinen rakenne sekä sen ohjaukseen käytettävät eleet.</p> <p>Suunniteltu käyttöliittymä toteutettiin yhdessä monialaisen projektiryhmän kanssa ja lopputulos tuli osaksi prototyyppiä, jota tullaan käyttämään eleohjainkonseptin testaamiseen todellisilla käyttäjillä Lähiympäristön eleohjain -projektin proof of concept -vaiheessa. Testauksesta saatuja tuloksia tullaan puolestaan hyödyntämään eleohjainkonseptin kaupallistamisen suunnittelussa.</p>	
Avainsanat	eleohjaus, käyttöliittymät, ympäristönhallinta

Author(s) Title Number of Pages Date	Antti Havukainen Gesture Controlled User Interface for Environmental Control Designing and Implementing a Prototype 20 pages 30 November 2015
Degree	Bachelor of Healthcare
Degree Programme	Prosthetics and Orthotics
Specialisation option	Prosthetics and Orthotics
Instructors	Tomi Nurminen, Lecturer Kaija Matinheikki-Kokko, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to develop a gesture-controlled user interface for environmental control. The user interface was developed for the proof of concept phase of the Gesture Controller project in Helsinki Metropolia University of Applied Sciences. The Gesture Controller project aims to improve the user experience of environmental control with a wearable wireless gesture controller that enables the user to control all their home automation and environmental control systems with a single controller. An effort is made in the project to avoid the stigma commonly associated with assistive devices. Both people with severe disabilities as well as the general aging population are groups that could benefit from the device. The project is partly funded by Tekes – the Finnish Funding Agency for Innovation.</p> <p>This thesis contains information about environmental access systems, gesture control devices and gesture-controlled user interfaces. Design goals for the development process in this work are based on publications on the usability of gesture-controlled user interfaces. The central part of this work is the design process that is based on the presented theoretical background and ability to function of the target group. The result is an intelligent and hierarchical structure for a user interface and definitions for the gestures that are used to control the interface.</p> <p>The designed user interface was implemented by a multidisciplinary team and will be tested in the proof of concept phase of the project. The results of the tests will be used in the making of a commercialization plan for the gesture controller.</p>	
Keywords	environmental control, gesture control, user interfaces

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Lähiympäristön eleohjain -projekti	2
3	Käyttäjäkokemus ja käytettävyys	4
4	Ympäristönhallinnan apuvälineet	5
5	Eleohjaus	6
5.1	Eleohjainlaitteet	6
5.2	Elekäyttöliittymät	7
6	Lähiympäristön eleohjauksen käyttöliittymän suunnitteluprosessi	9
6.1	Suunnittelun lähtökohdat	9
6.2	Ohjattava järjestelmä	10
6.3	Käytettävät eleet	12
7	Prototyypin toteutus	16
8	Pohdinta	17
	Lähteet	21

## 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on tehty osana Metropolia Ammattikorkeakoulun Lähiympäristön eleohjain -projektia. Eleohjauksella tarkoitetaan ohjaustapaa, jossa järjestelmä reagoi käyttäjän liikkeisiin tai asentoihin. Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan ja toteutetaan käyttöliittymä eleillä käytettävälle puettavalle ympäristönhallinnan järjestelmälle projektin proof of concept -vaihetta varten. Projektin lopullisena tavoitteena on tuottaa kaupallistamissuunnitelma kokonaan uudelleenlaiselle ympäristönhallinnan apuvälineelle ja siihen liittyvälle palvelukonseptille, jotka vastaavat tiettyihin ympäristönhallinnan apuvälineisiin liittyviin haasteisiin.

Ympäristönhallinnan ohjaimia pidetään sairaalamaisina ja epäesteettisinä. Jacobson (2014) on tehnyt väitöskirjan apuvälineiden estetiikan merkityksestä, jossa hän toteaa, että apuväline ei toimi, mikäli käyttäjä ei hyväksy sitä. Jacobson (2014) käsittelee apuvälineiden aiheuttamaa leimautumista ja tuo esiin myös apuvälineiden ulkoasun kustomoinnin merkityksen käyttäjän itseilmaisun välineenä. Eleohjaimen on tarkoitus olla huomiota herättämätön ja näyttää valtavirran kuluttajalaiteelta, esimerkiksi älykelloilta tai aktiivisuusrannekkeelta. Tällä on tarkoitus vähentää apuvälineen aiheuttamaa leimautumista. Lisäksi eleohjaimen aiotaan sisällyttää mahdollisuuksia sen ulkoasun kustomointiin.

Ympäristönhallinnan ohjaimiin on ohjelmoitava erikseen käskyt kaikille vastaanottimille, joita ohjaimella halutaan käyttää. Tämän seurauksena ohjain toimii vain niissä käyttöympäristöissä, jotka sille on määritelty ja ohjelmoitu. Eleohjaimen on tarkoitus mukautua älykkäästi ympäristöönsä niin, että ohjaimella voi käyttää mihin tahansa ympäristöön asennettua vastaanotinjärjestelmää.

Osana Lähiympäristön eleohjain -projektia on tehty käyttäjätutkimus, jossa on selvitetty alan ammattilaisten, potentiaalisten käyttäjien ja heidän läheistensä näkemyksiä eleohjaimen potentiaalista. Käyttäjätutkimuksen perusteella todettiin eleohjainkonseptilla olevan potentiaalia tuottaa käyttäjille parempaa arkea ja asetettiin tavoitteita ohjaimen prototyypille.

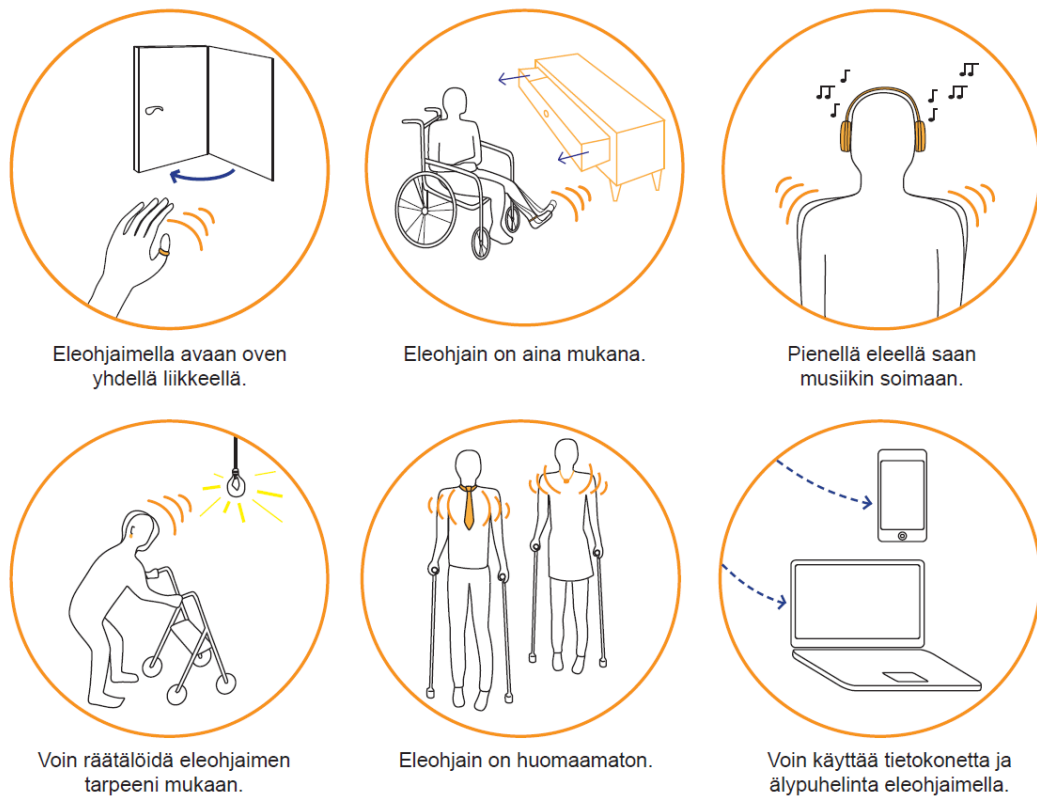
Mikäli eleohjainkonsepti lunastaa proof of concept -vaiheessa sille asetetut odotukset ja projektista seuraa kaupallinen palvelu, tulee uudenlainen ohjain hyödyttämään vaikeavammaisia henkilöitä, joilla on tarve ympäristöhallinnan apuvälineille. Eleohjaimen on tarkoitus olla monenlaisiin käyttötarkoituksiin mukautuva ja sitä voi olla mahdollista hyödyntää myös tukemaan alati kasvavan vanhusväestön kotona asumista.

Opinnäytetyö on käyttäjälähtöinen tuotekehitystyö. Työn alussa esitellään Lähiympäristön eleohjain -projekti ja tämän työn osuus projektissa. Työn teoreettisessa osassa käsitellään eleohjausta, käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen käsitteitä sekä ympäristöhallinnan apuvälineitä. Näiden pohjalta perustellaan käyttöliittymän suunnittelun lähtökohdat. Työssä kuvataan käyttöliittymän suunnitteluprosessi ja toteutus ja pohdintaosassa arvioidaan, miten hyvin se vastaa suunnittelun lähtökohdiksi asetettuja tavoitteita.

## **2 Lähiympäristön eleohjain -projekti**

Metropolia Ammattikorkeakoulun Lähiympäristön eleohjain -projekti on Tekesin osittain rahoittama ”Tutkimusideoista uutta tietoa ja liiketoimintaa”- eli TutLi-projekti. Projektissa tutkitaan mahdollisuutta synnyttää uusi liiketoimintakonsepti arkisten kodin toimintojen ympärille. Projektissa tutkitaan eleohjainta, jolla avustetaan toimintojen suorittamista tavoitteena sujuvamman arjen tuottaminen. Eleohjain-palvelukokonaisuus sisältää mahdollisuuden ohjata sekä olemassa olevaa kodin tekniikkaa että uusia kotiin hankittavia laitteita yhdellä ohjaimella. Käyttäjälähtöisyys on projektin keskiössä. (Metropolia 2014: 2.) Kuviossa 1 on esitetty eleohjainprojektin alkuvaiheen visualisointi ohjaimen toiminnasta.

Projektin päätuotoksena on kaupallistamissuunnitelma. Kaupallistamissuunnitelman laatimisen tueksi toteutetaan proof of concept -vaihe, jota varten rakennettiin eleohjainjärjestelmän prototyyppi. Prototyypin toteutusta varten koottiin moniammatillinen ryhmä, jossa olivat jäseninä projekti-insinööri Petteri Koivu, teollinen muotoilija Peppi Hiidenkari, insinööriopiskelija (tietotekniikka) Max Ketelimäki, apuvälineteknikko-opiskelija Antti Havukainen ja projektipäällikkö Antti Laurikainen. Tavoitteiden asettaminen prototyypille ja tavoitteiden pohjana ollut käyttäjätutkimus tehtiin edellä mainittua laajemmin projektiryhmän voimin.



Kuvio 1. Eleohjaimen alkuvaiheen konsepti visualisoituna. Eleohjaimen muotoa tai tarkkaa toimintaa ei ole vielä rajattu tarkasti. Kuva: Peppi Hiidenkari.

Osallistuin projektiin palkallisena harjoittelijana ja projekti tarjosi käytännön toteutusta varten työtilat ja vastasi kustannuksista. Oma roolini projektissa ja prototyypin kehittämisessä oli hyvin monipuolinen. Kaikissa vaiheissa on jaettu ideoita ja käyty keskusteluja ryhmän jäsenten kesken ja lopputuloksessa on hyvin vähän osa-alueita, joiden voisi sanoa olevan täysin yhden henkilön käsialaa. Suunnittelin käytettävät eleet ja niiden tulkinnan rannekkeesta saatavan anturidatan perusteella. Suunnittelin, miten eleillä navigoidaan vastaanottimien käyttöympäristössä ja miten ranneke ja ympäristö antavat palautetta käyttäjälle. Ohjelmaston toteutuksen tein yhdessä Max Ketelimäen ja Petteri Koivun kanssa. Lisäksi toin apuvälinealan näkökulmaa ohjaimen ja vastaanotinten muotoiluun. Tämä työ keskittyy nimenomaan käyttöliittymän suunnittelun teoreettisten lähtökohtien selvittämiseen ja suunnitteluprosessin avainkohtien kuvaamiseen käytettävyyden ja toimintakyvyn lähtökohdista, koska näissä osa-alueissa roolini oli keskeinen. Toteutus kuvataan vain pinnallisella tasolla, koska toteutuksen tietotekniset yksityiskohdat eivät ole apuvälinetekniikan näkökulmasta olennaisia.

### 3 Käyttäjäkokemus ja käytettävyys

Käyttäjäkokemusta (user experience) ja käytettävyyttä (usability) käytetään usein synonyymeinä (Roto – Law – Vermeeren – Hoonhout 2011: 4). Käyttäjäkokemus on kuitenkin monipuolinen käsite, joka sisältää käytettävyyden käsitteen ja laajentaa sitä ja jolle on useita määritelmiä (Borsci – Kurosu – Mele – Federici 2012: 337–338).

Kansainvälinen standardisoimisjärjestö ISO (2010: 3) määrittelee käyttäjäkokemuksen (user experience, UX) ”person’s perceptions and responses resulting from the use and/or anticipated use of a product, system or service”. Käytettävyys määritellään ”extent to which a system, product or service can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use” (Kansainvälinen standardisoimisjärjestö ISO 2010: 3). Suomennettuna käyttäjäkokemus tarkoittaa tuotteen tai palvelun käytöstä ja/tai käytön odotuksesta johtuvia käyttäjän mielipiteitä ja reaktioita. Käytettävyys sen sijaan tarkoittaa laajuutta, jossa määritelty järjestelmä, tuote tai palvelu sallii sitä käyttämällä määriteltyjen tavoitteiden saavuttamisen tehokkaasti, vaikuttavasti ja tyydyttävästi tietyssä käyttötilanteessa.

Näiden määritelmien valossa käyttäjäkokemus on subjektiivisempi kuin käytettävyys ja keskittyy käyttäjän kokemuksiin valitsemissaan käyttötilanteissa. Käytettävyys taas on objektiivisempi kuin käyttäjäkokemus ja keskittyy tuotteeseen ja sen suorituskykyyn ennalta määritellyissä tilanteissa. Myös Borsci ym. (2012: 338) katsovat, että käytettävyys on järjestelmän ominaisuus, jota on mahdollista kuvata objektiivisesti, kun taas käyttäjäkokemukseen liittyy käyttäjän odotukset ja näkemykset.

Tämän työn kannalta molemmat käsitteet ovat tärkeitä. Eleohjainkonsepti nojaa kokonaisuutena käyttäjän kokemiin hyötyihin, jotka eivät välttämättä liity objektiivisesti mitattaviin suorituskykytekijöihin. Protoyypikäyttöliittymän suunnittelussa puolestaan pyritään nimenomaan järjestelmän käytettävyyteen ja ergonomisuuteen. Tässäkään vaiheessa ei kuitenkaan unohdeta käyttäjäkokemusta, joka ohjaa erityisesti käyttöliittymän ulospäin näkyvien osien, eleiden ja laitteiden, suunnittelua.



#### 4 Ympäristönhallinnan apuvälineet

Ympäristönhallintajärjestelmät auttavat käyttämään sähkökäyttöisiä laitteita ja edistävät itsenäisyyttä kotona, koulussa ja työpaikalla. Ympäristönhallintajärjestelmiä käytetään usein viihde-elektroniikan ja valaistuksen ohjaamiseen. Ympäristönhallintajärjestelmän toiminta voidaan jaotella osiin. Käyttäjä ohjaa järjestelmää syöttölaitteen avulla, joka voi olla esimerkiksi kytkimiin tai ääniohjaukseen perustuva. Ohjausyksikkö tulkitsee syöttölaitteelta tulevat viestit ja välittää ne eteenpäin ultraäänen, infrapunaa, radiotaajuuden tai verkkovirtajohtimien avulla. Ohjattava laite vastaanottaa ohjausyksikön lähettämän signaalin ja reagoi siihen. (Bryant – Bryant. 2012: 190.)

Suomessa yleisimmät käskyjen välitystavat ovat infrapuna ja radiotaajuus (Kanto-Ronkanen – Hurnasti – Mäntyniemi 2010: 219). Myös Kanto-Ronkasen ym. (2010: 218) mukaan ympäristönhallintajärjestelmällä hallitaan ympäristöä kotona, koulussa ja työpaikalla.

Bryantin ja Bryantin jaottelu ympäristönhallintajärjestelmän osista on hyödyllinen, kun halutaan hahmottaa järjestelmän eri osien välistä vuorovaikutusta. Esimerkiksi tabletsovelluksen varaan rakennetussa järjestelmässä, jota käytetään suoraan tabletin näytöltä, on näennäisesti vain ohjaava laite (tabletti) ja ohjattavat laitteet (esimerkiksi ovikoneisto ja asunnon viihde-elektroniikka). Tabletissa tässä tapauksessa yhdistyy liitäntälaitte (kosketusnäyttö) ja ohjausyksikkö (ympäristönhallintasovellus ja usb-infrapunälähetin). Nämä ovat kuitenkin toiminnallisesti eri osat ja erotettavissa toisistaan. Samaan tablettiin voitaisiin yhdistää esimerkiksi päähiiri, jolloin kokonaisuudessa on uusi liitäntälaitte, mutta muut osat pysyvät samoina.

Käyttöliittymällä tarkoitetaan yleisellä tasolla järjestelmää ihmisen ja koneen välistä vuorovaikutusta varten. Ihminen lähettää tietoa koneelle ja kone ihmiselle. Ympäristönhallinnan apuvälineiden tapauksessa ihminen ohjaa ympäristönhallintajärjestelmää syöttölaitteilla, jotka voivat olla esimerkiksi painikkeita, imu-puhallus -kytkimiä, erilaisia hiiriohjaimia tai kosketusnäyttö. Järjestelmä antaa palautetta ihmiselle esimerkiksi äänen, näyttöjen tai numeroihin tai symboleihin yhdistettyjen valojen avulla. Palautetta antava osa järjestelmästä on tyypillisesti ensisijaisesti ohjausyksikkö. Ohjattava laite antaa myös käyttäjälle palautetta toimiessaan. Ovi aukeaa tai valo syttyy, jolloin käyttäjä tietää, että haluttu käsky on mennyt perille.

Kommunikaatio ohjausyksikön ja ohjattavan laitteen välillä on pääsääntöisesti yksisuuntaista. Ohjausyksikkö lähettää ympäristöönsä ennakkoon ohjelmoitua ohjauskäskyä, ja vastaanotin reagoi siihen, mikäli se on kantaman sisällä. Jotkut vastaanottimet osaavat keskustella joidenkin lähettimien kanssa, jolloin vastaanotin voi ehdottaa lähettimelle jotakin toimintaa, esimerkiksi puhelimeen vastaamista, ja käyttäjä voi valita hyväksyä ehdotuksen (Kanto-Ronkanen ym. 2010: 221).

Tässä työssä kehitettävä käyttöliittymä sisältää Bryantin ja Bryantin jaottelusta kaikki kolme tasoa, syöttölaitteen, ohjausyksikön ja ohjattaviin laitteisiin kytkettävän vastaanottimen. Kommunikaatio ohjausyksikön ja vastaanottimen välillä tapahtuu radiotaajuudella ja on kaksisuuntaista. Kehitettävän järjestelmän yhtenä tavoitteena on laajentaa mahdollisia toimintaympäristöjä myös kodin, koulun ja työpaikan ulkopuolelle.

## **5 Eleohjaus**

### **5.1 Eleohjainlaitteet**

Eleohjaimet voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään. Ne voivat joko havainnoida käyttäjän liikettä suhteessa itseensä tai omaa liikettään suhteessa ympäristöön. Ensimmäisen ryhmän ohjaimet asennetaan johonkin paikkaan, josta ne havainnoivat lähellä olevaa tilaa esimerkiksi kameroiden avulla. Tunnettu esimerkki tällaisesta eleohjaimesta on Microsoftin Kinect.

Toisen ryhmän ohjain voi olla puettava, esimerkiksi ranneke, hansikas tai sormus, tai kädessä pidettävä. Tämän tyyppiset ohjaimet havainnoivat käyttäjän eleitä pääosin oman liikkeensä perusteella, tyypillisesti kiihtyvyy-, kulmanopeus- ja magneettikenttäanturien avulla. Koska tämä opinnäytetyö käsittelee nimenomaan puettavaa ympäristönhallinnan eleohjainta, tässä luvussa keskitytään jälkimmäiseen ryhmään.

Puettavat eleohjaimet eivät ole sinänsä uusi ajatus. Aihetta on tutkittu ja jopa kaupallisia tuotteita valmistettu jo 1980-luvulla. Esimerkiksi Zimmerman ym. (1987) ovat esitelleet hansikkaan muotoon tehtyjä ratkaisuja. Aikaiset ratkaisut ovat kuitenkin olleet kookkaita,

langallisia ja soveltumattomia jatkuvaan käyttöön. Tuoreet edistysaskeleet tietotekniikassa, erityisesti vähävirtaisessa langattomassa kommunikaatiossa, ovat saaneet monet yritykset kehittämään pieniä puettavia eleohjaimia eri tarkoituksiin.

Yksi esimerkki on Thalmic Labsin Myo, joka puetaan kyynärvarteeseen ja havainnoi käyttäjän kyynärvarren liikkeitä kiihtyvyyden-, kulmanopeus- ja magneettikenttäanturein. Lisäksi Myo mittaa kyynärvarren lihasten aktiivisuutta ja havainnoi näin käden liikkeitä. (Thalmic Labs n.d.a.) Myoa voi erillisten sovellusten avulla käyttää esimerkiksi ohjaamaan älypuhelimien tai tietokoneiden musiikintoistoa, powerpoint-esitysten pitämiseen, GoPro-kameran ohjaamiseen ja tietokoneen hiiren korvikkeena (Thalmic Labs n.d.b). Myo on tällä hetkellä saatavilla ja sitä hyödyntävien sovellusten määrä kasvaa vähitellen.

Toinen tuore eleohjain on Playtabasen Reemo. Ensimmäinen julkaistu konsepti Reemosta oli ranneke, jolla voidaan ohjata kodin laitteita eleiden avulla (Playtabase 2014). Konsepti muuttui älykelloksi (Marvin 2015) ja tällä hetkellä Reemo markkinoi ohjelmistoratkaisua, joka voidaan yhdistää olemassa oleviin älykelloihin tai muihin sopivilla antureilla varustettuihin laitteisiin (Playtabase n.d.). Reemo on aloittamassa pilottihanketta Ohio Masonic Home -vanhustenkodin kanssa (Playtabase 2015). Playtabase on Reemon kehityskaaren aikana tuonut enenevässä määrin esiin iän tai muun syyn takia liikuntarajoitteisia potentiaalisena käyttäjäryhmänä. Reemo onkin samankaltaisuutensa vuoksi mielenkiintoinen vertailukohta Lähiympäristön eleohjain -projektin konseptille. Tällä hetkellä vertailu joudutaan tekemään suhteessa Playtabasen julkaisemiin suunnitelmiin ja markkinointimateriaaleihin, koska Reemo ei ole yleisesti saatavilla.

Puettaviin eleohjaimiin sisältyy vielä huomattavia käytettävyyteen ja kaupallistamiseen liittyviä haasteita. Reemon konseptin muuttuminen kehitystyön edetessä ja julkaisun viivästyminen on tästä yksi esimerkki. Toinen esimerkki on Logbarin Ring, jonka ensimmäistä versiota kritisoitiin laajasti tuotteen myöhästymisestä ja surkeasta käytettävyydestä (Hurst 2014).

## 5.2 Elekäyttöliittymät

Elekäyttöliittymä tulee nähdä ensisijaisesti vaihtoehtona olemassa olevalle käyttöliittymälle. Tavoitteena ei saa olla kehittää elekäyttöliittymä, vaan kehittää parempi käyttöliittymä jotakin tarkoitusta varten. Elekäyttöliittymä tulee suunnitella suhteessa tiettyyn käyttötarkoitukseen. (Nielsen – Störring – Moeslund – Granum 2003: 1.)

Eleet voidaan jakaa staattisiin ja dynaamisiin. Staattiset eleet ovat esimerkiksi käden tai sormien asentoja eivätkä ne huomioi liikettä. Dynaamiset eleet ovat liikkeitä asennosta toiseen. (Nielsen ym. 2003: 2.)

Yksi elekäyttöliittymäsuunnittelun vaikeimmista osista on sopivien eleiden valinta. Liian suuri määrä eleitä voi olla käyttäjälle vaikea muistaa ja eleiden lukumäärää onkin tärkeää rajoittaa. Rajoittamiseen voidaan käyttää esimerkiksi kontekstiriippuvuutta, jolloin saatavilla olevat vaihtoehdot riippuvat käyttötilanteesta. (Nielsen ym. 2003: 2.)

Valitsemalla eleet teknologialähtöisesti puhtaasti eleiden teknisen tunnistamisen helpouden perusteella käyttöliittymä on suhteellisen helppo toteuttaa, mutta lopputuloksen käytettävyyttä kärsii, koska eleet voivat olla epäintuitiivisia ja vaikeasti suoritettavia. Siksi eleiden valinta on tehtävä ihmislähtöisesti. (Nielsen ym. 2003: 2–3.) Eleiden ihmislähtöisen suunnittelun kannalta keskeisiä piirteitä ovat

- Helppo suorittaa ja muistaa
- Intuitiivinen
- Looginen suhteessa toimintaan
- Ei fyysisesti kuormittava toistettunakaan (Nielsen ym. 2003: 3.)

Teknologialähtöisestä ajattelusta kannattaa kuitenkin pitää mukana ajatus siitä, että ohjelman tulee kyetä tunnistamaan eleet yksikäsitteisesti (Nielsen ym. 2003: 4).

Rico ja Brewster (2010) ovat tutkineet eleiden sosiaalista hyväksyttävyyttä. Positiivisina piirteinä eleissä pidetään eleiden huomaamattomuutta, samankaltaisuutta muun teknologian kanssa käytettävien eleiden tai muuten jokapäiväisten liikkeiden kanssa ja eleiden tekemisen tuottamaa mielihyvää (Rico – Brewster 2010: 7). Eleet, joita pidetään omituisen tai huomiota herättävän näköisinä, jotka tuntuvat fyysisesti epämiellyttäviltä, häiritsevät samanaikaista kommunikaatiota tai, jotka eivät ilmene normaalisti päivittäisessä elämässä, herättävät käyttäjissä negatiivisia tunteita. (Rico – Brewster 2010: 8). Ricon ja Brewsterin tutkimus keskittyy älypuhelimella tehtäviin eleisiin, mutta yhteistä eleohjaimen kanssa on, että eleitä tehdään monenlaisissa ympäristöissä, myös julkisilla paikoilla.

Sosiaalisen hyväksyttävyyden näkökulmasta elekäyttöliittymissä tulisi käyttää eleitä, jotka ilmenevät muutenkin normaalissa elämässä, mutta joilla ei ole vahvaa viestinnällistä merkitystä. Esimerkiksi laitteen ravistaminen muistuttaa pullon ravistamista ja on siten hyväksyttävä ele. Esimerkiksi nyökkäämisellä taas on viestinnällinen merkitys, jolloin se voi aiheuttaa sekaannuksia sosiaalisessa vuorovaikutuksessa, eikä siten ole soveltuva eleeksi. (Rico ja Brewster 2010: 9.)

## 6 Lähiympäristön eleohjauksen käyttöliittymän suunnitteluprosessi

### 6.1 Suunnittelun lähtökohdat

Lähiympäristön eleohjain -projektiryhmä teki käyttäjätutkimuksen, jossa kerättiin näkemyksiä eleohjainkonseptiin liittyen potentiaalisilta käyttäjiltä, heidän läheisiltään sekä alan ammattilaisilta. Käyttäjätutkimuksen perusteella eleohjainjärjestelmälle määriteltiin seuraavat tämän työn kannalta olennaiset tavoitteet:

- Järjestelmän pitää pystyä vastaamaan kaikkiin käyttäjän ympäristönhallinnan tarpeisiin.
- Ohjaimen pitää mukautua eri käyttöympäristöihin.
- Ohjaimen tulee olla mukautettavissa käyttäjän toimintakyvyn mukaan.
- Ohjaimen ja sen käytön tulee olla mahdollisimman huomaamatonta.

Todettiin myös, että prototyypin ei tarvitse täysin vastata kaikkiin asetettuihin tavoitteisiin, mutta prototyyppi tulee suunnitella siten, että sitä voidaan päivittää vastaamaan muihinkin tavoitteisiin.

Eleiden suunnittelua ohjasivat luvussa 5.2 esitellyt käytettävyyttä ja hyväksyttävyyttä parantavat periaatteet. Lisäksi, koska eleohjaimen on tarkoitus soveltua vaikeavammaisen apuvälineeksi, pyrittiin eleiden suunnittelussa huomioimaan seuraavat haasteet:

- Käyttäjän liike voi olla hidasta.
- Käyttäjän liike voi olla huonosti hallittua.
- Käyttäjällä voi olla taipumus pakkoliikkeisiin tai vapinaan.
- Käyttäjän liikelaajuudet voivat olla tavallista selvästi pienemmät.
- Käyttäjä voi käyttää erilaisia kompensatiostrategioita liikkeitä tehdessään.

Näistä syistä eleiksi päätettiin valita mahdollisuuksien mukaan staattisia eleitä ja dynaamiset eleet pyrittiin pitämään mahdollisimman yksinkertaisina. Staattisissa eleissä riittää, että käyttäjä saa rannekkeen oikeaan asentoon, jolloin ohjaimen kannalta ei ole merkitystä, millaisia kompensatioita käyttäjä hyödyntää. Todettiin myös, että eleiden on oltava selvästi toisistaan erottuvia, jotta ne on mahdollista tunnistaa, vaikka käyttäjä ei kykene tekemään niitä juuri suunnitellulla tavalla. Eleiden pitää olla myös kustomoitavissa käyttäjän tarpeiden mukaan, jotta eleohjaimella voidaan vastata sellaistenkin käyttäjien tarpeisiin, joiden liikelaajuudet poikkeavat selvästi tavallisesta.

## 6.2 Ohjattava järjestelmä

Luvussa 5.2 todettiin, että käytettävyyden kannalta eleiden lukumäärä tulee pitää mahdollisimman pienenä. Toisaalta eleohjaimella tulee pystyä ohjaamaan useita samassa tilassa olevia laitteita. Hyvin varhaisessa vaiheessa suunnittelua kävi selväksi, että elekomennot eivät voi olla sellaisia, että yksi ele on sidottu yhden laitteen yhteen toimintoon, esimerkiksi ”avaa ovi” tai ”lisää television äänenvoimakkuutta”. Mahdollisten komentojen määrä olisi kasvanut valtavaksi ja toisistaan erottuvien eleiden tekninen toteutus ja muistaminen olisivat olleet mahdottomia. Tästä syystä päätettiin, että käyttöliittymä toteutetaan siten, että pienellä määrällä eleitä ohjataan älykästä hierarkkista järjestelmää, joka mukautuu kulloiseenkin käyttöympäristöön. Hierarkkinen järjestelmä suunniteltiin kolmetasoisiksi: lepotila, valintatila ja ohjaustila. Käyttäjä siirtyy tilojen välillä elekomentojen avulla.

Lepotilan tarkoitus on estää ympäristön ohjaaminen vahingossa. Koska ohjaukseen käytettävien eleiden on tarkoitus olla helposti tehtäviä, niiden aktivoituminen vahingossa olisi myös todennäköistä. Lepotilasta poistuminen vaatii aktivoitumiskäskyn, joksi haluttiin valita sellainen ele, jota käyttäjä ei helposti tee vahingossa osana muuta toimintaansa. Teknisestä näkökulmasta, koska ohjain viettää valtaosan ajasta lepotilassa, virrankulutus tässä tilassa on erittäin merkittävä tekijä koko laitteen virrankulutuksen kannalta.

Lepotilasta ohjain siirtyy aktivoitaessa valintatilaan. Tässä tilassa käyttäjä valitsee elekäskyjen avulla ohjattavaksi haluamansa laitteen. Tähän tilaan päätyminen on vaatinut käyttäjältä tietoisien aktivointieleen, jolloin valintatilassa käytettävät eleet voivat olla myös sellaisia, että käyttäjä voi tulla tehneeksi niitä myös vahingossa osana normaalia toimintaansa.

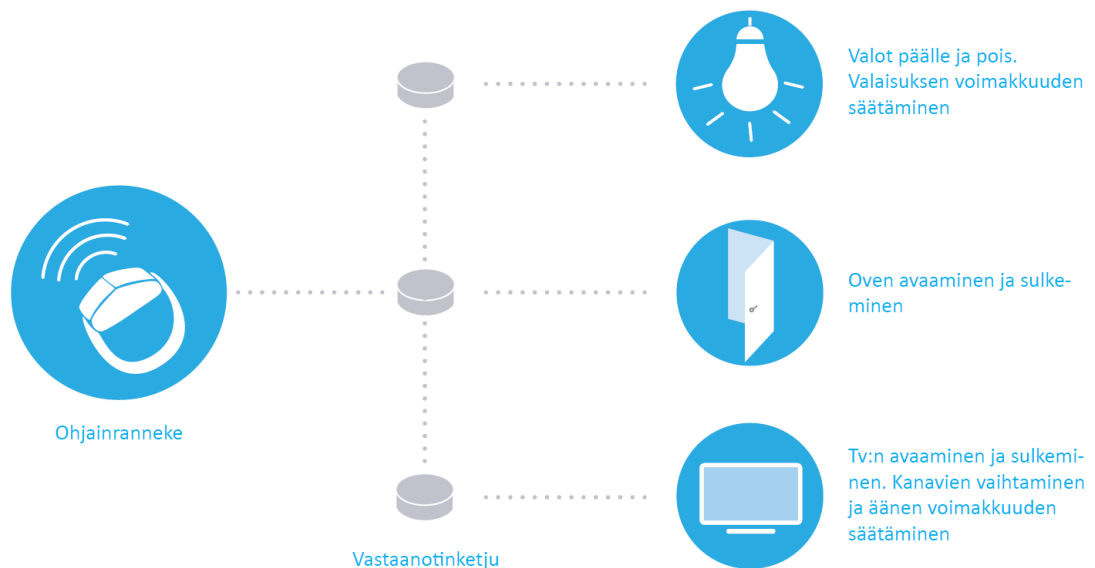
Valintatilan toteutuksen kannalta keskeinen haaste oli, miten järjestelmä välittää tietoa ohjattavasta laitteesta käyttäjälle. Käytännössä vaihtoehdot tiedon välittämiseen ovat näkö- ja kuuloaisti. Näyttöön pohjautuva tiedon välittäminen hylättiin, koska pieneen rannekkeeseen ei mahdu käyttökelpoisen kokoista näyttöä. Lisäksi yksi eleohjainkonseptin tärkeä lähtökohta oli, että teknologia ei ole huomion keskipisteenä vaan taustalla huomaamattomasti toimiva mahdollistaja. Toinen vaihtoehto oli ääniopastus. Tässäkin vaihtoehdossa todettiin teknisiä haasteita, minkä lisäksi koettiin, että tämäkin vaihtoehto voi vetää huomiota käyttäjään ja tämän vammaan.

Lopulta päädyttiin vaihtoehtoon, jossa palaute tulee käyttäjälle suoraan toimintaympäristöstä. Koska ohjattavat laitteet tarvitsevat joka tapauksessa vastaanottimet, jotka välittävät eleohjaimen käskyt ohjattavalle laitteelle, näistä vastaanottimista päätettiin tehdä osa käyttöliittymää. Sen sijaan, että käyttäjä navigoisi näytöllä ohjattaviin kohteisiin liittyvien symbolien välillä, valinta tapahtuu hyvin konkreettisesti suoraan ympäristössä olevien laitteiden välillä. Kun käyttäjä selaa vastaanottimia valintatilassa, kulloinkin aktiivisena oleva vastaanotin vilkuttaa merkkivaloa.

Lähtökohtaisesti ohjain tunnistaa, minkä vastaanotinten kanssa se on samassa huoneessa. Koska kommunikointiin käytetty radiosignaali kulkee helposti asuntojen kevyiden sisäseinien läpi, on riski, että ohjain tunnistaa väärin, missä huoneessa se on. Tällöin käyttäjän näkökulmasta aktivointi ei onnistunut, koska mikään laite ei näytä olevan valittuna. Käyttäjän on silloin luonnollista yrittää aktivointia uudestaan. Tästä syystä päätettiin, että valintatilassa aktivointiele vaihtaa valittua huonetta.

Valitessaan laitteen käyttäjä siirtyy samalla ohjaustilaan. Koska ohjattava laite voi olla mikä tahansa, tässä tilassa käytettävillä eleillä täytyy olla riittävän yleispätevät merkitykset, jotta minkä tahansa laitteen ohjaaminen on intuitiivista. Eleiden määrän on oltava riittävä kaikkien laitteiden riittävään ohjaamiseen. Kun käyttäjä on valmis, hän palauttaa ohjaimen lepotilaan lopetuseleellä. Poikkeuksen ohjaustilan suhteen muodostavat laitteet, joilla on vain yksi valinta, esimerkiksi ovi, joka voidaan sulkea, jos se on auki, tai avata, jos se on kiinni. Näissä tapauksissa ei ole syytä vaatia käyttäjää antamaan valinnan jälkeen uutta käskyä vaan ohjain voi suoraan käskellä laitetta vaihtamaan tilaa ja palata lepotilaan. Tätä toiminnallisuutta varten ohjaimen täytyy kuitenkin tietää, millaista laitetta kulloinkin ollaan ohjaamassa.

Ohjain kommunikoi ympäristössään olevien vastaanotinten kanssa kaksisuuntaisesti, joten ohjaimella on tieto ympäristöstään. Vastaanottimet tietävät, mitä laitteita ne ohjaavat, missä huoneessa ne ovat ja mikä on niiden sijainti huoneen sisällä. Ohjaimen ei siis tarvitse ohjelmoida käyttöympäristöjä valmiiksi, vaan se tunnistaa ympäristön, johon käyttäjä saapuu, ja siinä olevat ohjattavat laitteet. Käyttäjään liittyvät asetukset ja muutokset taas ohjelmoidaan ohjainrannekkeeseen. Tällä tavoiteltiin sitä, että eleohjainjärjestelmää voi käyttää kuka tahansa käyttäjä missä tahansa käyttöympäristössä, kun ohjain ja ympäristö sopeutuvat toisiinsa. Tämä on iso askel perinteisestä toimintatavasta, jossa ympäristönhallintajärjestelmä ohjelmoidaan ja suunnitellaan yhdelle asiakkaalle hänen ”omiin” käyttöympäristöihinsä, tyypillisesti kotiin, kouluun ja/tai työpaikalle. Eleohjainjärjestelmän rakenne on esitetty kuviossa 2.



Kuvio 2. Eleohjainjärjestelmän rakenne. Ohjainranneke ohjaa ympäristöä laitekohtaisten vastaanotinten kautta. Kuva: Peppi Hiidenkari.

### 6.3 Käytettävät eleet

Edellä esitelty hierarkkinen rakenne mahdollistaa järjestelmän ohjaamisen kohtuullisen pienellä määrällä eleitä. Suunnittelussa rakenteessa tarvittavien eleiden määrän määrittää monimutkaisin ohjattava laite. Tämän suhteen vaatimukseksi asetettiin, että eleohjaimella on pystyttävä ohjaamaan televisiota. Kaikkien television toimintojen ohjaaminen ei eleohjaimella ole tarkoituksenmukaista, joten ohjattaviksi toiminnoiksi valittiin kanavan vaihto, äänenvoimakkuuden säätö ja virta päälle tai pois. Näistä johdettiin myös yleisellä



tasolla eri laitteiden ohjaamiseen käytettävät komennot: selaus eri tilojen välillä, jatkuvan muuttujan säätäminen ja tilanvaihto. Selaus tilojen välillä voi olla esimerkiksi kappaleen vaihto cd-soittimessa, jatkuvan muuttujan säätö voi olla esimerkiksi sähkösäätöisen sängyn asennon muuttaminen ja tilan vaihto voi olla esimerkiksi valon sytyttäminen tai sammuttaminen. Näille toiminnoille tarvittiin ohjaustilassa käytettävät eleet. Samoja eleitä voidaan hyödyntää myös laitteiden välillä navigoinnissa, kun ohjain on valintatilassa. Näiden lisäksi todettiin tarpeellisiksi aktivointi- ja huoneenvaihtoele sekä lopetusele.

Varsinaisten eleiden lisäksi eleohjaukselle määriteltiin neutraaliasento, johon käyttäjä palaa eleiden välissä. Neutraaliasennolle on muita eleitä tärkeämpää, että se ei ole fyysisesti kuormittava, vaikka siinä oltaisiin pitkään. Eleohjauksen neutraaliasennoksi valittiin asento, jossa kyynärvarsi on vaakatasossa ja semipronaatioissa. Tämä vastaa likimain istuma-asentoa, jossa käsi lepää käsinojalla.

Jatkuvan säädön ele päätettiin perustaa ajatukseen kierrettävän äänenvoimakkuussäätimen käyttämisestä. Eleeksi valittiin kyynärvarren kierto myötäpäivään (lisää) tai vastapäivään (vähennä). Ele suunniteltiin staattiseksi, eli ele tunnistuu käyttäjän asennon, ei liikkeen, perusteella. Vaikka ele on ajatuksena kytketty kierrettävään säätimeen, se suunniteltiin toimimaan kuten kaukosäätimen äänenvoimakkuuspainike: säätöä jatketaan niin kauan kuin ele on aktiivinen ("nappi on pohjassa") riippumatta tarkasta asennosta.

Käyttäjillä, joiden liikkeiden hallinta on heikkoa, on riski tällaisella ohjauksella jäädä tahattomasti asentoon, jossa ele tunnistuu, ja näin säätää ohjattava muuttuja ääriasettoonsa, esimerkiksi äänenvoimakkuus maksimiin. Tämän välttämiseksi suunniteltiin vaihtoehtoinen toimintatapa, jossa ohjain lähettää lyhyen sarjan käskyjä, jonka jälkeen se vaatii paluun neutraaliasentoon, ennen kuin se lähettää lisää käskyjä. Tämä toimintatapa voidaan ottaa tarvittaessa käyttöön osana ohjaimen mukauttamista käyttäjän toimintakykyyn. Tätä vaihtoehtoa pidettiin kuitenkin pääosalle käyttäjistä käytettävyydeltään huonompana, joten se jätettiin vain tarvittaessa käytettäväksi.

Selaamiseleen pohjaksi päätettiin ottaa kosketusnäytöissä vakiintunut pyyhkäisy, joka puolestaan ajatuksena liittyy kirjan sivun kääntämiseen. Ele suoritetaan olkapään rotaatiolla vasemmalle (seuraava) tai oikealle (edellinen). Eleen hahmottamista helpottaa ajatus pyyhkäisemisestä sormenpäillä ja siihen liittyvä ranteen liike, jolloin tarvittava olkapään rotaatio tulee samalla tehdyksi. Tämä ele on dynaaminen eli perustuu käyttäjän

liikkeeseen. Eleen tekeminen on kuitenkin biomekaanisesti hyvin yksinkertaista, millä pyrittiin huomioimaan potentiaalisten käyttäjien hyvin vaihteleva toimintakyky. Koska tätä elettä epäiltiin vaikeaksi joillekin käyttäjille, suunniteltiin ohjaimelle vaihtoehtoinen toimintatapa, jossa kyynärvarren kierto korvaa tämän eleen. Tällöin ei ole mahdollista ohjata sekä jatkuvaa säätöä että selaamista. Tämä ratkaistiin siten, että kyynärvarren kierrolla ohjataan aina olennaisinta valintaa, joka asetetaan vastaanottimeen asennusvaiheessa. Esimerkiksi television tapauksessa kyynärvarren kierto ohjaisi kanavan valintaa, vaikka normaalissa toiminnassa sillä ohjattaisiin äänenvoimakkuutta.

Valintatilassa ohjattavien laitteiden välillä selaamiseen olisi loogista käyttää ohjaustilan selauselettä. Kyynärvarren kierto nähtiin kuitenkin helpommaksi tehdä luotettavasti kuin pyyhkäisy. Lisäksi valintatilan virrankulutusta saatiin pienemmäksi käyttämällä selaamiseleenä kyynärvarren kiertoa pyyhkäisyn sijaan. Näistä syistä valintatilassa laitteiden välillä selaamiseen päätettiin käyttää kyynärvarren kiertoa.

Valintaeleeksi valittiin käden nosto kyynärpäätä fleksoimalla. Tällä eleelle ei ole yhtä selvää kytköstä normaalimaailmaan kuin edellisillä eleillä. Sitä voi kuitenkin ajatella vastavaksi kuin viittaamista kättä nostamalla. Myös tämä ele on staattinen eli reagoi vain käden asentoon. Tätä elettä nähtiin loogiseksi käyttää myös vastaanottimen valitsemiseen.

Aktivointiele oli käytettävyyden näkökulmasta vaikein suunniteltava. Ele ei saisi tulla tehdyksi vahingossa, mutta toisaalta sen olisi oltava riittävän helppo tehdä. Lopulta vaatimus lepotilan, ja siten myös aktivointieleen tunnistuksen, vähävirtaisuudesta ohjasi valintaa voimakkaasti. Aktivointieleeksi valittiin kaksoiskopautus. Kaksoiskopautus ei eleenä ole herkkä liikkeen suunnalle vaan ele perustuu liikkeen terävyyteen ja rytmiin. Ele voi olla käytännössä esimerkiksi käsien taputus tai käden koputtaminen pöytää, tuolin käsinojaa tai reittä vasten.

Kävelevälle käyttäjälle luontevaksi tavaksi lopettaa ohjaimen käyttö katsottiin paluu neutraaliin seisoma-asentoon, jossa kädet roikkuvat vartalon sivuilla. Lopetuseleeksi valittiin siksi käden laskeminen alas. Tämäkin on asentoon perustuva staattinen ele. Pyörätuolissa istuville käyttäjille, joiden yläraajojen toimintakyky on heikko, käden laskeminen alas voi olla vaikeaa. Tästä syystä lopetuseleen lisäksi ohjain palaa lepotilaan, kun edellisestä komennosta on kulunut riittävän pitkä aika.

Kaksoiskopautusta lukuun ottamatta kaikkien eleiden tekeminen perustuu biomekaanisesti yhden nivelen liikkeeseen yhden akselin suhteen. Tällä tavoiteltiin sitä, että eleet olisi mahdollisimman helppo tehdä. Lisäksi tämä helpottaa eleiden teknistä erottelemista, mikä puolestaan mahdollistaa sen, että eleitä voidaan tulkita silloinkin, kun käyttäjä tekee ne ”sinne päin”. Eleet suunniteltiin myös siten, että niiden tunnistukseen liittyviä parametreja voidaan mukauttaa laajasti käyttäjän tarpeiden mukaan. Taulukossa 1 on yhteenveto suunnitelluista eleistä ja niiden aktivoimista toiminnoista. Kuviossa 3 on kuvitettu suunnitellut eleet käyttöohjetta varten.

Taulukko 1. Yhteenveto ohjaukseen käytettävistä eleistä

	Lepotila	Valintatila	Ohjaustila
<b>Kaksoiskopautus</b>	Siirtyminen valintatilaan	Seuraava huone	Ei käytössä
<b>Käden nosto</b>	Ei käytössä	Laitteen valinta	Päälle/pois päältä
<b>Pronaatio/supinaatio</b>	Ei käytössä	Seuraava/edellinen laite	Lisää/vähennä
<b>Pyyhkäisy vasemmalle/oikealle</b>	Ei käytössä	Ei käytössä	Edellinen/seuraava
<b>Käden lasku tai odotus</b>	Ei käytössä	Siirtyminen lepotilaan	Siirtyminen lepotilaan



Kuvio 3. Hahmotelma eleohjaimen käyttöohjeen kuvituksesta. Ylärivissä vasemmalta oikealle kaksoiskopautus, pronaatio/supinaatio ja käden nosto. Alarivissä pyyhkäisy vasemmalle/oikealle, pronaatio/supinaatio ja käden lasku. Kuva: Peppi Hiidenkari.

## 7 Prototyypin toteutus

Suunniteltu eleohjainkokonaisuus toteutettiin Lähiympäristön eleohjain -projektin prototyypitiimin voimin. Petteri Koivu vastasi elektroniikasta. Peppi Hiidenkari suunnitteli ja mallinsi ohjaimen ja vastaanottimen ulkoasun. Ohjelmoinnista oli päävastuussa Max Ketelmäki. Itse määrittelin käyttöliittymän ja eleiden tunnistuksen algoritmitasolla ja kirjoitin osan niihin liittyvästä ohjelmakoodista. Eleohjainjärjestelmästä rakennettiin esittelykäyttöön liikuteltava käyttöympäristö, jossa on mahdollista ohjata televisiota, ovea, sälekaihtimia ja kohdevalaisinta. Esittely-ympäristö on esitetty kuviossa 1.



Kuvio 4. Eleohjaimen esittely-ympäristö. Vasemmassa kuvassa on kokonaisuus, jossa on vastaanottimet sälekaihtimien, kohdevalon ja oven ohjaamiseen. Rajauksen ulkopuolelle vasemmalle jää TV-taso. Oikeassa kuvassa on suurennos kohdevalon vastaanottimesta.

Vastaanottimen muotoilussa on otettu huomioon sen merkitys osana käyttöliittymää. Pyöreä muoto helpottaa sen erottamista tyyppillisesti nelikulmaisista pistorasioista ja valokatkaisimista. Toisaalta vastaanottimen valkoinen väri sulautuu valkoisiin seiniin eikä

ole häiritsevästi esillä silloin, kun laite ei ole käytössä. Vastaanottimen merkkivaloksi valittiin turkoosinvärinen ledi, joka on harvemmin käytetty ja siten helpommin tunnistettavissa kuin tyypillisemmät merkkivalovärit. Merkkivalo loistaa valkoisen kannen keskiosan läpi hajoten kaikkiin suuntiin. Vastaanottimen kannen kartiomainen muoto laajentaa kulmaa, josta merkkivalo näkyy.

## 8 Pohdinta

Tässä työssä esitelty eleohjainkäyttöliittymä on kokonaisuus, jonka osat on luotu tukemaan toisiaan. Teknisesti ei ole kuitenkaan mitään estettä, etteikö sen osia voitaisi hyödyntää myös yhdessä muiden ympäristönhallinnan apuvälineiden kanssa. Joillekin käyttäjille eleohjainranneke voisi olla mielekäs vaihtoehto kytkinohjauksen sijaan ohjaamaan jo olemassa olevaa ympäristönhallinnan ja kommunikaation apuvälinekokonaisuutta. Verrattuna kytkinohjaukseen käyttäjä voisi tässä tapauksessa käyttää samaa ranneketta koko ajan riippumatta siitä, istuuko hän pyörätuolissa vai makaako sängyssä. Toisaalta jonkun käyttäjän käytössä oleva tablettiin ja imu-puhallus -kytkimeen pohjautuva järjestelmä voitaisiin mukauttaa kykenemään myös eleohjainjärjestelmän vastaanottimien ohjaamiseen. Näin käyttäjä saisi mahdollisuuden ohjata tähän vastaanotinjärjestelmään kytkettyjä laitteita kaikissa toimintaympäristöissään.

Itse näen eleohjausjärjestelmän suurimmat edut nimenomaan vastaanotinarkkitehtuurissa. Itse eleohjain, vaikka sillä onkin etuja verrattuna muihin ohjaustapoihin, on vain yksi ohjaustapa muiden joukossa eikä muuta sitä, että ohjaustavan valinnassa määräävä tekijä on lopulta aina käyttäjän toimintakyky. Vastaanotinarkkitehtuuri sen sijaan soveltuu lähes kaikille, ainoana suurena toistaiseksi pois suljettuna ryhmänä näkövammaiset. Vastaanotinarkkitehtuuria voisi näin hyödyntää myös julkisissa tiloissa osana laajempaa esteettömyysratkaisua.

Suunniteltu vastaanotinjärjestelmä ei ole täysin ongelmaton. Järjestelmän sujuva käyttö vaatii, että käyttäjä pystyy näkemään vastaanottimet. Jos ohjattavia laitteita on monia ja ne on sijoitettu ympäri tilaa, käyttäjän on kyettävä kääntämään päätään tai kääntymään nähdäkseen, mitä laitetta hän on kulloinkin ohjaamassa. Fyysiseltä toimintakyvyltään kaikkein heikoimmille käyttäjille tämä on luultavasti merkittävä käytettävyysongelma. Toisaalta tässä käyttäjäryhmässä esimerkiksi katseohjaus, kielellä käytettävä ohjain tai imu-

puhallus -kytkin ovat luultavasti muutenkin eleohjainta parempia ratkaisuja. Myös käyttäjillä, joilla on vaikeuksia ympäristönsä hahmottamisessa, vastaanottimien huomaaminen voi aiheuttaa haasteita, vaikka ne pyrittiinkin suunnittelemaan hyvin erottuviksi.

Tietokoneiden ja tablettien merkitys ympäristönhallinnan käyttäjille kasvaa jatkuvasti. Uskon, että mahdollisuus näiden ohjaamiseen vaikuttaa merkittävästi eleohjaimesta mahdollisesti syntyvän kaupallisen tuotteen menestykseen. Tämä on osa-alue, jota ei prototyyppiä varten suunniteltu. Tietokoneen käytön haaste eleohjaimelle on käytön monipuolisuus verrattuna muihin verrattain yksinkertaisiin ohjattaviin laitteisiin. Itse näkisin eleohjaimen roolin tietokoneen ohjaamisessa täydentävänä ohjaimena, jonka lisäksi tietokoneeseen kuuluisi pääosalla käyttäjistä sen yhteyteen kiinteästi asennettuja muita hallintalaitteita, esimerkiksi katseohjaukseen tai erilaisiin hiiriohjaimiin perustuvia järjestelmiä.

Luvussa 6.1 esitettyihin suunnittelun lähtökohtiin pystyttiin vastaamaan mielestäni hyvin. Koska kohderyhmä oli laaja, kompromissiratkaisuja jouduttiin tekemään. Toisaalta joissakin tapauksissa piti myös tehdä valinta jättää tietynlaisen toimintakyvyn käyttäjät kokonaan kohderyhmän ulkopuolelle. Tällaisia rajauksia olivat esimerkiksi erittäin vakavat yläraajan toimintakykypuutokset sekä näkövammaiset käyttäjät. Erilaisten toimintakykyjen huomioiminen tehtiin pitkälti siten, että suunniteltujen eleiden muokattavuuteen kiinnitettiin paljon huomiota, jolloin lopputulos olisi mahdollista sopeuttaa kunkin käyttäjän fyysiseen toimintakykyyn ja taitoihin. Lopullisesti tehtyjen ratkaisujen toimivuutta on mahdollista arvioida vasta asiakkaiden kokemusten kautta. Proof of concept -vaiheessa saadut arviot ovat olleet kokonaisuutena positiivisia (Paalasmaa 2015).

Suunnitteluprosessissa yksi mielenkiintoinen haaste oli perinteisestä apuvälinetekniikan koulutuksesta poikkeava lähtökohta. Apuvälineteknikoiden ydinosaamista ovat asiakkaan yksilöllisen toimintakyvyn mukaan suunnitellut apuvälineratkaisut. Keskeinen kysymys on ”Miten juuri tämän henkilön toimintakykyä voi tukea parhaalla mahdollisella tavalla?” Tässä työssä sen sijaan kehitettiin apuvälineratkaisua, joka soveltuu mahdollisimman monelle käyttäjälle. Kohderyhmä ei ollut yksi henkilö tai edes tarkkaan rajattu vammairyhmä. Ratkaistava kysymys olikin ”Millainen ratkaisu soveltuu käytettäväksi mahdollisimman monenlaisella toimintakyvyllä?” Haasteena oli samaistua erilaisten asiakkaiden näkökulmiin ja ennakoida vaihtoehtoisten ratkaisujen toimivuutta näistä näkökulmista.

Yllättävä tekijä suunnitteluprosessissa oli television merkitys. Television ohjaaminen on oman kokemuksen mukaan monille käyttäjille erittäin tärkeä osa ympäristönhallintajärjestelmää ja mahdollisuus television ohjaamiseen olikin eräs asetettu minimikriteeri. Televisioiden ominaisuudet päätyivät lopulta vaikuttamaan suunnitteluun monessa vaiheessa. Erityisesti televisioiden ohjaamiseen käytetyn infrapunarajapinnan rajoitteet ja vaatimukset muokkasivat elekäyttöliittymää verrattuna tilanteeseen, jossa käyttöliittymä olisi voitu suunnitella toimimaan vain laitteiden kanssa, jotka kommunikoivat vapaasti eleohjainjärjestelmän kanssa.

Oli myös mielenkiintoista seurata Reemo-ohjaimen ja lähiympäristön eleohjaimen rinnakkaista kehitystä. Toisistaan riippumattomat tiimit ovat päätyneet samansuuntaisiin ratkaisuihin eri reittejä. Tämä projekti on lähtenyt liikkeelle apuvälinemaailman lähtökohdista tavoitteena ympäristönhallinnan apuväline. Vaikeavammaisten lisäksi, joilla on mahdollisuus yhteiskunnan maksamiin ympäristönhallintalaitteisiin, kohderyhmäksi on nähty kasvava vanhusväestö, jonka arkea eleohjaimella voitaisiin helpottaa. Reemo on lähtenyt liikkeelle kotiautomaation ja esineiden internet -laitteiden ohjaamisesta nimenomaan yleisten kuluttajamarkkinoiden lähtökohdista. Kehitystyön edetessä Reemo on suuntautunut kohti vanhusväestön ja vammaisten tarpeita.

Reemo aloitti rannekkeena, josta se muuntui älykelloksi ja edelleen älykelloihin yhdistettäväksi ohjelmistoratkaisuksi. Lähiympäristön eleohjaimen muotoa ei ollut vielä hankkeen alussa päätetty, mutta teknisistä ja käytettävyyssyistä päädyttiin rannekkeeseen. Vammaisten apuvälineeseen kohdistuu sellaisia puhdistettavuuteen ja kestävyyyteen liittyviä vaatimuksia, että erillistä laitetta pidettiin perusteltuna, mutta prototyypin toteutus on sellainen, että sen ohjelmisto olisi luultavasti kohtuullisella työllä siirrettävissä mihin tahansa älykelloon.

Yhtymäkohdat kuvaavat mielestäni sitä, että tekniikan, markkinoiden ja käytettävyyden tosiasiat ovat ohjanneet kahta konseptia itsenäisesti samaan suuntaan. Tässä mielessä pidän tätä positiivisena merkinä koko eleohjainkonseptin kannalta. Jos kaksi toimijaa päätyvät toisistaan riippumatta samaan aikaan uutta ratkaisua kehittäessään samansuuntaiseen konseptiin, ollaan luultavasti menossa järkevään suuntaan.

Kokonaisuutena työ oli minulle mielenkiintoinen tilaisuus päästä soveltamaan sekä apuvälinetekniikan opintoja että aiempaa osaamistani. Lisäksi moniammatillinen ryhmä tar-

josi tilaisuuksia oppia uusia asioita oman alan ulkopuolelta. Erityisesti koin saavani paljon näkemysten vaihtamisesta muotoilun ammattilaisen kanssa. Nämä keskustelut avasivat minulle kokonaan uusia näkökulmia tuotteen suunnitteluun, joita pääsen toivottavasti hyödyntämään myös tulevaisuudessa.



## Lähteet

Borsci, S – Kurotsu, M – Mele, M – Federici, S 2012. Systemic User Experience. Teoksessa Federici, Stefano – Scherer, Marcia (toim.): Assistive Technology Assessment Handbook. Boca Raton: CRC Press 337–359.

Bryant, Diane – Bryant, Brian 2012. Assistive Technology for People with Disabilities. Boston: Pearson.

Hurst, Samantha 2014. CEO of Logbar Responds to Criticism Towards Kickstarter-Success Ring Wearable Tech. Crowdfund Insider. Verkkodokumentti. <<http://www.crowdfundinsider.com/2014/12/58184-ceo-kickstarter-success-ring-responds-harsh-criticism-product/>> <http://www.crowdfundinsider.com/2014/12/58184-ceo-kickstarter-success-ring-responds-harsh-criticism-product/>>. Luettu 8.11.2015.

Jacobson, Susanne 2014. Personalised Assistive Products. Managing Stigma and Expressing the Self. Väitöskirja. Helsinki: Unigrafia.

Kansainvälinen standardisointijärjestö ISO 2010. ISO 9241-210:2010(E). Ergonomics of human-system interaction. Part 210: Human-centered design for interactive systems.

Kanto-Ronkanen, Anne – Hurnasti, Tuula – Mäntyniemi, Raili 2010. Asuminen. Teoksessa Salminen, Anna-Liisa (toim.): Apuvälinekirja. Helsinki: Kehitysvammaliitto ry. 207–228.

Marvin, Rob 2015. Reemo grants developers the power of gesture control. SD Times. Verkkodokumentti. <<http://sdtimes.com/reemo-grants-developers-the-power-of-gesture-control/>>. Luettu 8.11.2015

Metropolia 2014. Lähiympäristön eleohjain. Projektisuunnitelma. Helsinki: Metropolia.

Nielsen, Michael – Störring, Moritz – Moeslund, Thomas – Granum, Erik 2003. A procedure for developing intuitive and ergonomic gesture interfaces for man-machine interaction. Tekninen raportti. Aalborg University. <[http://www.researchgate.net/profile/Thomas\\_Moeslund/publication/2556937\\_A\\_Procedure\\_For\\_Developing\\_Intuitive\\_And\\_Ergonomic\\_Gesture\\_Interfaces\\_For\\_Man-Machine\\_Interaction/links/0c96052a047c485de6000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Thomas_Moeslund/publication/2556937_A_Procedure_For_Developing_Intuitive_And_Ergonomic_Gesture_Interfaces_For_Man-Machine_Interaction/links/0c96052a047c485de6000000.pdf)>. Luettu 8.11.2015.

Paalasmaa, Pekka 2015. Lähiympäristön eleohjain -hankkeen projektipäällikkö. Metropolia. Puhelinkeskustelu 11.11.2015.

Pedley, Mark 2013. Tilt Sensing Using a Three-Axis Accelerometer. Freescale Semiconductor. Verkkodokumentti. <[https://cache.freescale.com/files/sensors/doc/app\\_note/AN3461.pdf](https://cache.freescale.com/files/sensors/doc/app_note/AN3461.pdf)>. Luettu 30.10.2015.

Playtabase 2014. Control Your World with Reemo. Verkkodokumentti. <<https://www.indiegogo.com/projects/control-your-world-with-reemo>>. Luettu 8.11.2015.

Playtabase 2015. Wearable Gesture Pilot Launches With The Ohio Masonic Home. Verkkodokumentti. <<http://www.getreemo.com/press/2015/9/2/wearable-gesture-pilot-launches-with-the-ohio-masonic-home>>. Luettu 8.11.2015.

Playtabase n.d. Reemo Technology. Verkkodokumentti. <<http://www.get-reemo.com/projects/>>. Luettu 8.11.2015.

Rico, Julie – Brewster, Stephen 2010. Usable gestures for mobile interfaces: evaluating social acceptability. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems 887-896. <[http://ftp.dcs.glasgow.ac.uk/~stephen/papers/CHI2010\\_rico.pdf](http://ftp.dcs.glasgow.ac.uk/~stephen/papers/CHI2010_rico.pdf)>. Luettu 8.11.2015.

Roto, Virpi – Law, Effie – Vermeeren, Arnold – Hoonhout, Jettie (toim.) 2011. User Experience White Paper. All About UX. Verkkodokumentti. <<http://www.allaboutux.org/files/UX-WhitePaper.pdf>>. Luettu 30.10.2015.

Thalmic Labs n.d.a Myo Gesture Control Armband Tech Specs. Verkkodokumentti. <<https://www.myo.com/techspecs>>. Luettu 6.11.2015.

Thalmic Labs n.d.b Myo Market. Verkkodokumentti. <<https://market.myo.com/>>. Luettu 15.11.2015

