

# MONIAISTINEN OPASTERATKAISU



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäki, Tieto- ja viestintäteknikka

kevät, 2018

Maija Apunen

Tieto- ja viestintäteknikka  
Riihimäki

---

**Tekijä** Maija Apunen **Vuosi** 2018

**Työn nimi** Moniaistinen opasteratkaisu

**Työn ohjaaja** Antti Laakso

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on konseptoida moniaistinen opasteratkaisu Hämeen ammattikorkeakoulun Riihimäen kampukselle. Koehenkilö ohjataan toisen kerroksen luokkatilasta uloskäynnille opaskartan, ääni- ja valomajakoiden avulla. Tarkoitus on luoda väline, jonka avulla aisteiltaan rajoittunut, esimerkiksi sokea, kykenee kulkemaan itsenäisesti rakennuksessa. Tämä edesauttaa turvallisuuden tunteen muodostumista ja nopeuttaa poistumista esimerkiksi tulipalon sattuessa.

Moniaistisia opasteratkaisuja on jo jonkin verran käytössä Suomessa erilaisissa julkisissa tiloissa, mutta laatu vaihtelee paikoittain. Yhtä yhtenäistä standardia harvoin noudatetaan, jolloin tilan esteettömyyden kehittäminen moniaististen ratkaisujen muodossa on lähinnä tilan haltijan omaaloitteisuuden varassa.

Moniaistinen opasteratkaisu kehitettiin Raspberry Pi –tietokoneella, jonka kautta voitiin toistaa äänitiedostoja kytkimiä painamalla. Kytkimet liitettiin puolestaan mallinnettuun 3D-kohokarttaan, josta on mahdollista tarkastella tiloja joko käsin tunnustelemalla tai visuaalisesti.

Laitteistotestaus ja testikävely suoritettiin koehenkilön kanssa työn loppuvaiheessa Riihimäen kampuksella. Tämän työn toimeksiantaja on Hämeen ammattikorkeakoulun Moniaistisuus ja avustava teknologia toimintakyvyn ja oppimisen tukena (MATEC) –tutkimusryhmä, joka toimii Älykkäät palvelut tutkimusyksikön alla.

**Avainsanat** Avustava teknologia, esteettömyys, moniaistisuus, saavutettavuus.

**Sivut** 51 sivua, joista liitteitä 7 sivua

Information and Communications Technology  
Riihimäki

---

**Author** Maija Apunen **Year** 2018

**Subject** Multisensory guidance solution

**Supervisor** Antti Laakso

---

#### ABSTRACT

The aim of this project was to conceptualize a multisensory guidance solution for the Riihimäki campus of Häme University of Applied Sciences. The test person was directed from the second-floor classroom to the exit using a tactile map, as well as light and sound beacons. The purpose of this was to create a tool that would allow someone with a sensory disability, for example blindness, to walk independently in a building. This will help establish a sense of security and speed up the time spent on leaving the building, for example in the event of a fire.

Multisensory solutions have already been used to some extent in public buildings in Finland, but the quality of these varies from place to place. There is no one uniform standard which to follow and the development of accessibility in the form of multisensory solutions has mainly been based on the building tenant's own initiative.

The multisensory guidance solution for this thesis was developed on a Raspberry Pi computer, which allows the user to play audio files by using switches. The switches were connected to a 3D printed tactile map, which allowed the observer to scan the building either by hand or visually.

Hardware testing and a test walk were performed at the final stages of this project with a test person at the Riihimäki campus. This thesis was commissioned by Häme University of Applied Sciences the Multisensory and Assistive Solutions (MATEC) –research group which operates under the Smart Services Research Unit.

**Keywords** Accessibility, assistive technology, multisensory experience, non-impediment.

**Pages** 51 pages including appendices 7 pages

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	KEHITTÄMISTYÖN TIETOPERUSTA.....	2
2.1	Hyvän paloturvallisuuden perusta .....	2
2.2	Määritelmiä .....	2
2.2.1	Liikkumis- ja toimimiseste .....	3
2.2.2	Rakennetun ympäristön esteet .....	4
2.2.3	Poistumisreitit ja turvallinen poistumistila .....	4
2.2.4	Poistumisopasteet .....	5
2.2.5	Poistumiskartta.....	5
2.2.6	Palohälytin .....	6
2.3	CASE: Valteri-koulu Ruskis.....	6
3	KEHITTÄMISTYÖN TAVOITE JA TARKOITUS .....	10
3.1	Tutkittava reitti.....	10
3.2	Turvallisuuskävelyt Riihimäellä .....	13
4	REITIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....	13
4.1	Reitin tarkastelu .....	14
4.2	Valomajakat.....	15
4.3	Äänimajakat.....	17
4.4	Kohokartan suunnittelu .....	18
4.5	Kohokartan mallinnus .....	19
4.6	Kohokartan tulostus .....	21
4.7	Kohokartan elektroniikkakomponentit .....	25
4.8	Ohjelma äänen ohjaamiseen.....	26
5	TULOKSET .....	30
5.1	Ensimmäinen testikävely.....	30
5.2	Kohokartan tarkastelu.....	32
5.3	Toinen testikävely .....	35
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	36
6.1	Johtopäätökset.....	36
6.2	Työssä kohdattuja haasteita .....	39
6.3	Kokonaiskuva.....	40
6.4	Palaute tilaajalta.....	41
6.5	Käyttöönotto .....	42
6.6	Jatkokehitys.....	42
	LÄHTEET .....	44

## Liitteet

- Liite 1 Video 1 - Poistumisreitti, ei opasteita
- Liite 2 Video 2 - Poistumisreitti, valo- ja äänimajakat
- Liite 3 Äänitiedosto 1 - Linnunlaulu
- Liite 4 Äänitiedosto 2 - Kellot
- Liite 5 Äänitiedosto 3 - Hyönteiset
- Liite 6 Video 3 - Kohokartan tarkastelu
- Liite 7 Video 4 - Testikävely opasteiden kanssa

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa multisensorinen eli moniaistista havainnoimista vahvistava ratkaisu turvalliseen poistumiseen rakennuksesta mahdollisten palohälytyksen sattuessa. Painopiste työssä on ennen kaikkea ennakoivassa tiedon jakamisessa ja moniaistisiin opasteisiin tutustuttamisella ennakkoon. Moniaistisia ratkaisuja ei ole suunniteltu pelkästään liikkumis- tai toimimisesteisille henkilöille, sillä niistä voi olla merkittävä apu myös muille tilankäyttäjille.

Näkövammaisia tai -rajoitteisia henkilöitä maailmassa on arviolta 253 miljoonaa, joista täysin sokeita on noin 36 miljoonaa henkilöä. (World Health Organization, 2017) Pelkästään Suomessa näkövammaisia on arviolta 55 000 henkilöä. Heistä sokeita on arvioitu olevan yli 8000 henkilöä. (Ojamo, 2016)

Tämä opinnäytetyö nojaa Suomen Pelastusalan Keskusjärjestön suomentamaan ja julkaisemaan oppaaseen CFPA-E-ohjeesta, joka on alun perin englanninkielinen, Evacuation of people with disabilities (Guideline No 33: 2015 F). SPEK:n suomentaman ohjeen kohderyhmää ovat ensisijaisesti rakennusten esteettömyydestä vastaavat rakennusprosessiin osallistuvat ammattilaiset. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy, 2017) Tämän opinnäytetyön yhtenä tavoitteena on herätellä lukijaa myös miettimään, mitä omassa työympäristössä voisi vielä kehittää tai pyytää kehitettävän, jotta ympäristö olisi aidosti esteetön jopa silloin, kun oikea hätätilanne sattuu kohdalle.

Tämä opinnäytetyö kehitetään Hämeen ammattikorkeakoulun Älykkäät palvelut -tutkimusyksikön alla toimivalle Moniaistisuus ja avustava teknologia -tutkimusryhmälle, jonka toiminnasta on vastuussa Merja Saarela Hämeen ammattikorkeakoulun Hämeenlinnan kampuksella. Työssä tullaan tuottamaan 3D-kohokartta, joka sisältää taktiilisen tiedon lisäksi myös kytkimien ja kaiuttimien avulla tuotettavaa ääni-informaatiota. Tämän lisäksi olisi tarkoitus luoda testiympäristö Hämeen ammattikorkeakoulun Riihimäen kampukselle, jossa voidaan opettaa näkörajoitteiselle henkilölle yksinkertainen reitti käyttäen apuna äänimajakoita sekä ennalta opiskeltua kohokarttaa. Tämän tueksi toteutetaan sanakarttoja kampuksen D-siivestä sekä asennetaan vilkkuvat ohjausvalot myös näkevien tilankäyttäjien apuvälineeksi rakennuksesta poistumiseen.

## 2 KEHITTÄMISTYÖN TIETOPERUSTA

Esteettömyysratkaisut ovat oleellinen osa julkisia tiloja ja rakennuksia, ja esteettömyys voi näyttäytyä eri tavalla tilapäisesti tai pysyvästi liikkumis- tai toimimisesteiselle henkilölle kuin normaaliin liikkumiseen tai toimintaan kykenevälle. Usein suunnittelu on kuitenkin vajavaista ja esimerkiksi ollessaan yksin sisätiloissa palohälytyksen sattuessa, näkörajoitteinen henkilö ei välttämättä löydä turvallisinta ja nopeinta reittiä ulos rakennuksesta. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy, 2017)

### 2.1 Hyvän paloturvallisuuden perusta

Paloturvallisuus ei terminä kata pelkästään toimivia palohälyttimiä tai sprinklerijärjestelmiä, vaan osana hyvin suunniteltua paloturvallista ympäristöä on myös hyvä suunnitella ja toteuttaa turvallisuuskävelyitä säännöllisesti. Ne ovat osa pelastussuunnitelmaa. Turvallisuuskävelyssä kuljetaan tutkien läpi oma tuttu ympäristö, kuten koulu tai työpaikka, ja havainnoidaan rakennuksen mahdollisia riskejä ja vaaranpaikkoja. Kun ympäristö käy tutuksi ja tiloissa asioivat osaavat uloskäynnit ja tuntevat niihin liittyvät avausmekanismit, lisää se tietoutta turvallisuudesta ja kasvattaa yleistä turvallisuuden tunnetta. Tutussa ympäristössä on myös helpompi opastaa muut tilassa olevat ulos turvallisesti ja ottaa rohkeammin yhteistä vastuuta paloturvallisuudesta. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö, ei pvm)

Turvallisuutta on hyvä harjoitella etenkin lasten kanssa. Palohälytyksen aikana palovaroittimet tai julkisten tilojen palokellot soivat todella suurella äänenvoimakkuudella, jolloin olisi lapsen hyvä ymmärtää, mistä laitteesta on kyse ja mitä tehdä palohälyttimen soidessa. Mikäli palovaroitin ei ole tuttu laite, voi lapsi pahimmassa tapauksessa säikähtää ja luulla kovaäänistä palovaroitinta vaaralliseksi. Sama pätee toki aikuisiin; kun kovan äänen soidessa taustalla on ehditty harjoitella kaikessa rauhassa poistumista paloharjoituksen aikana, itse hätätilanteessa on helpompi pysyä rauhallisena ja poistua kohti lähintä hätäpoistumistietä. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö, ei pvm)

### 2.2 Määritelmiä

Esteettömyys tarkoittaa eri aisti- ja toimintarajoitteiden huomioimista fyysisessä tai virtuaalisessa ympäristössä. Se kuvastaa erilaisia ympäristön apuvälineitä ja kaikille käyttäjille suunniteltuja ratkaisuja, jotka mahdollistavat yhteiskuntaan osallistumisen tasavertaisesti. Esteettömässä ympäristössä jokainen voi käyttää erilaisia toimintoja, tai kulkea vapaasti rakennuksissa tai niiden ulkopuolella ilman tarvetta jatkuvalle opastamiselle. Käytännössä tämä tarkoittaa riittävän hyvin valaistuja tiloja heikkonäköisille, selkeitä väyliä liikkumisesteisille, sekä riittävän selkeitä visuaalisia opasteita kuuloesteisille, tai vaihtoehtoisia keinoja pelkälle äänen avulla

välitetulle informaatiolle. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy, 2017)

Ympäristöministeriö on rakentamismääräyskokoelmassaan ohjeistanut muun muassa siitä, minkälaiset sisämitat hisseillä tulee vähintään olla, kynnyksien maksimikorkeuden sekä hygieniatilojen riittävän koon pyörätuolin kanssa liikkuvalla. Nämä määräykset ovat vähimmäisvaatimus esteettömään rakentamiseen ja rakennusten peruskorjaamiseen. (Ympäristöministeriö, 2005)

### 2.2.1 Liikkumis- ja toimimiseste

Liikkumisen tai toimimisen este voi kattaa erilaisia rajoitteita fyysisen liikkuvuuden rajoittuvuudesta aina älyllisen toimintakyvyn rajoitteisiin asti. Liikkumisesteisellä henkilöllä voi olla tarve levähtää useammin, tai käyttää esimerkiksi kävelyn apuvälineitä, kuten pyörällistä kävelytelinettä, kävelykeppiä, tai jopa pyörätuolia. Tyypillisesti ikääntyessä liikkumiskyky heikenee merkittävästi. Tilapäinen liikkumiseste voi sattua kenelle tahansa esimerkiksi jonkin kirurgisen toimenpiteen seurauksena. Poistumisturvallisuuden kannalta liikkumisesteisen henkilön tulisi kyetä siirtymään turvaan kiertoreittiä pitkin välttämällä kapeita kulkureittejä, korkeita kynnyksiä tai portaita. Kiertoreitin tulisi olla riittävän lyhyt, jotta sitä on mahdollista käyttää. Poistumisreitillä tulee ottaa huomioon myös sähköpyörätuolin mitat esimerkiksi erilaisten rakennusten oviaukkojen suunnittelussa, sekä kynnyksien korkeudessa ja ramppien kaltevuudessa. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy, 2017)

Heikentynyt ymmärrys voi myös vaikuttaa merkittävästi henkilön kykyyn poistua rakennuksesta. Ymmärryksellä tarkoitetaan muun muassa kykyä ratkaista ongelmia, sekä suunnistautua paikassa ja ajassa. Esteettömyys heikentyneen ymmärryskyvyn kannalta tarkoittaa sitä, että henkilö kykenee löytämään itsenäisesti tien turvalliselle odotuspaikalle tai ulos kokoon-tumispaikalle. Tällöin tarjotun informaation tulee olla helppotajuista, ja tämän informaation tukena voidaan käyttää lisäksi erilaisia symboleja ja kuvia. Etenkin ikääntyneelle henkilölle symbolit ja kuvat helpottavat suunnistautumista ulos. Samoin selkeillä pohjapiirroksilla rakennuksesta ikääntyneen henkilön on helpompi ymmärtää oma sijaintinsa. Tällainen saavutettavuus lisää turvallisuutta vaaratilanteissa, mutta myös mahdollistaa ikääntyneen henkilön osallistumisen erilaisiin aktiviteetteihin yhä vanhempana, mikäli henkilö kokee voivansa kulkea julkisissa tiloissa vaivatta itsenäisesti. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy, 2017)

Alentunut kuulo tai jopa kuurous on yksi yleisimmistä terveysongelmista Suomessa. Suomalaisista 750 000:lla on jonkinasteinen kuulon alenema, syntymäkuuroja on noin 5 000 ja syntymän jälkeen kuuroutuneita noin 3 000 henkilöä. (Kuuloliitto ry, ei pvm) Kuulovammaisella henkilöllä on



haasteita havaita tai erottaa ääniä tiloissa, joiden ääniympäristö on huonolaatuinen tai meluisa. Käytännössä huonolaatuinen ääniympäristö tarkoittaa esimerkiksi voimakkaasti kaikuisaa tilaa, jossa tiläänen vuoksi alkuperäisen ääni-informaation erottaminen voi tuottaa haasteita. Esteettömyyden näkökulmasta kuulokyvyn heikentyminen tai kuurous tulee huomioida informaation havaittavuus ja mahdollisuus kommunikoida muiden kanssa. Huonokuuloinen tai kuuro henkilö käyttää apunaan erilaisia visuaalisia opasteita, jolloin ääni-informaation merkitys jää minimaaliseksi tai olemattomaksi. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy, 2017)

## 2.2.2 Rakennetun ympäristön esteet

Rakennetun ympäristön esteiksi voidaan luokitella erilaiset esteet liikumis- tai toimimisesteisen henkilön näkökulmasta katsottuna. Henkilöllä voi olla esimerkiksi vaikeuksia kyetä liikkumaan tilassa, suunnistautua, tai havaita hälytys. Kaikki nämä esteet haittaavat henkilön kykyä löytää tie ulos riittävässä ajassa tai turvallisesti. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy, 2017)

Heikentyneen liikuntakyvyn kannalta rakennetun ympäristön esteitä ovat esimerkiksi tasoerot poistumisreiteillä, kuten kynnykset tai esteet, joita ei voi siirtää. Samoin esimerkiksi jyrkät portaat ilman käsijohdetta tai raskaat ovet ovat liikkumisesteiselle haasteellisia. Heikentyneen näön kannalta katsottuna rakennetun ympäristön esteitä ovat opasteiden huono kontrasti, sijoittelu liian korkealle tai epäselvästi merkityt poistumisreitit. Heikentyneen kuulon osalta puolestaan pelkästään auditiiviseen viestintään perustuva hälytyslaite, joka hälyttää ainoastaan suurilla taajuuksilla voi olla rakennetun ympäristön este. Matalilla taajuuksilla viestivän palohälytintimen ääni-informaatio tavoittaa jopa täysin kuuroutuneen henkilön, kun voimakkaat matalataajuuksiset ääniaallot tuntuvat kehossa, näin kuuron henkilön on mahdollista havaita jokin poikkeama ympäristössään ja etsiä visuaalista vihjettä siitä, mitä ympärillä tapahtuu. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy, 2017)

## 2.2.3 Poistumisreitit ja turvallinen poistumistila

Rakennuksen suunnittelun pääperiaatteena on, että rakennuksesta on mahdollista poistua joko suoraan ulko-ovelle tai vaihtoehtoisesti palo-osastoihin porrashuoneisiin tai turvallisiin odotustiloihin. Palo-osastot ovat rakennuksessa eroteltuja alueita, jotka estävät palon leviämistä tiettyyn pisteeseen saakka. Tällaisia palo-osastoinnin ratkaisuja voidaan tehdä esimerkiksi palo-ovilla toteuttaen. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy, 2017)

Turvallinen odotustila sijaitsee viereisessä palo-osastossa ja on yhteydessä poistumisreittiin. Turvallisessa odotustilassa liikkumis- tai toimintaesteiset

henkilöt voivat odottaa jatko-ohjeita tai evakuointia rakennuksesta. Turvallinen odotustila tulee olla suunniteltu siten, että siinä on huomioitu tilaa eniten tarvitsevat liikkumis- tai toimimisesteiset henkilöt. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy, 2017)

Turvalliselle odotustilalle ei ole tarvetta, mikäli poistumisreitti johtaa esteettömästi ja suoraan samassa tasossa olevaan turvalliseen ulkotilaan. Sen sijaan turvallisen odotustilan tarve on suuri esimerkiksi ylemmissä kerroksissa, joista ei ole hissien lisäksi muuta tapaa poistua kuin porraskäytävä. Mikäli rakennus on varusteltu automaattisella sprinklerijärjestelmällä, turvallista odotustilaa ei ole pakollista osoittaa tai rakennuttaa, mutta sitä suositellaan runsaan savun muodostumisen mahdollisuuden vuoksi. Palo-osastoinnilla rakennukseen saadaan tiloja, joihin savu tai itse tulipalo etenee hitaammin tai pysähtyy kokonaan. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy, 2017)

#### 2.2.4 Poistumisopasteet

Poistumisopasteet on sijoitettu poistumisreitille ja niiden avulla on helppo poistua turvalliseen odotustilaan tai ulos kokoontumispaikalle. Jokainen opaste tulee olla ISO-standardien mukaan laadittu, jotta ne ovat mahdollisimman tunnistettavia, yhteneväisiä eri tiloissa sekä rakennuksissa ja helposti ymmärrettävissä. Esteettömillä reiteillä tai esteettömissä odotustiloissa tulisi olla pyörätuolisymboli, sekä tieto nuolisymboleilla esitettynä esteettömän poistumisreitin suunnasta. Näin esteetöntä poistumisreittiä tarvitseva henkilö löytää nopeimman reitin turvaan. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy, 2017)

#### 2.2.5 Poistumiskartta

Poistumiskartta on apuväline sellaisiin tiloihin, joista poistumisesta ei ole ilmiselvää tietoa. Tällaisia tiloja voivat olla esimerkiksi sokkeloisten hotellien tai laivojen huoneet. Jokaiseen karttaan merkitään sitä tarkastelevan henkilön sijainti, sekä lähimmät reitit joko turvalliseen odotustilaan tai uloskäynnille. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö; Semantix Finland Oy, 2017)

Selkeästi rakennettu poistumiskartta suurilla symboleilla varustettuna auttaa muistamaan kunkin merkittävän maamerkin sijainnin, kuten hissi, portaikko tai kokoontumispaikka. Poistumiskartan alareunan tulisi olla sijoitettuna siten, että sen alareuna on enintään 1,4 metrin korkeudella, jotta myös pyörätuolia käyttävän henkilön on sitä mahdollista lukea vaivatta. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy, 2017)

### 2.2.6 Palohälytin

Ensisijaisesti palohälytin tarkoittaa laitetta, joka ilmoittaa tulipalosta ja välittömästä tarpeesta poistua rakennuksesta. Tyypillisesti palohälytin toimii äänen avulla, mutta tämä keino ei kuitenkaan tavoita esimerkiksi kuuroa henkilöä. Julkiset tilat, joissa kuulovammaisilla on mahdollisuus oleskella ilman suoraa kontaktia muihin henkilöihin, tulisikin varustaa erilaisilla visuaalisilla palohälytintarvikkeilla. Tällaiset optiset palohälyttimet, kuten esimerkiksi vilkkuvat valot ovat suositeltuja saniteettitiloissa, mutta olisi suotavaa, että muutkin kuin saniteettitilat varusteltaisiin optisilla palohälyttimillä. Vilkkuva varoitusvalo toimii hyvänä ärsykkeenä myös kuuleville. Muita palohälytystilannetta ilmaisevia laitteita ovat esimerkiksi värähtelevät rannekkeet sekä taskuun tai tyynyn alle laitettavat värähtelijät. Näiden avulla kuuro saa vaivattomasti tiedon palohälytyksestä tai muusta huomiota vaativasta poikkeustilanteesta. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy, 2017)

Toisinaan hälytys voidaan antaa myös keskusradion kautta puheäänien avulla. Tällainen hälytyksen muoto tukee ennen kaikkea sokeita tilassa olijoita tai henkilöitä, joilla on rajoitteita ymmärtämisessä. Sanallisten ohjeiden avulla voidaan antaa tietoa muun muassa turvallisista poistumisreiteistä tai turvallisten odotustilojen sijainnista, sekä antaa jatko-ohjeita. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy, 2017)

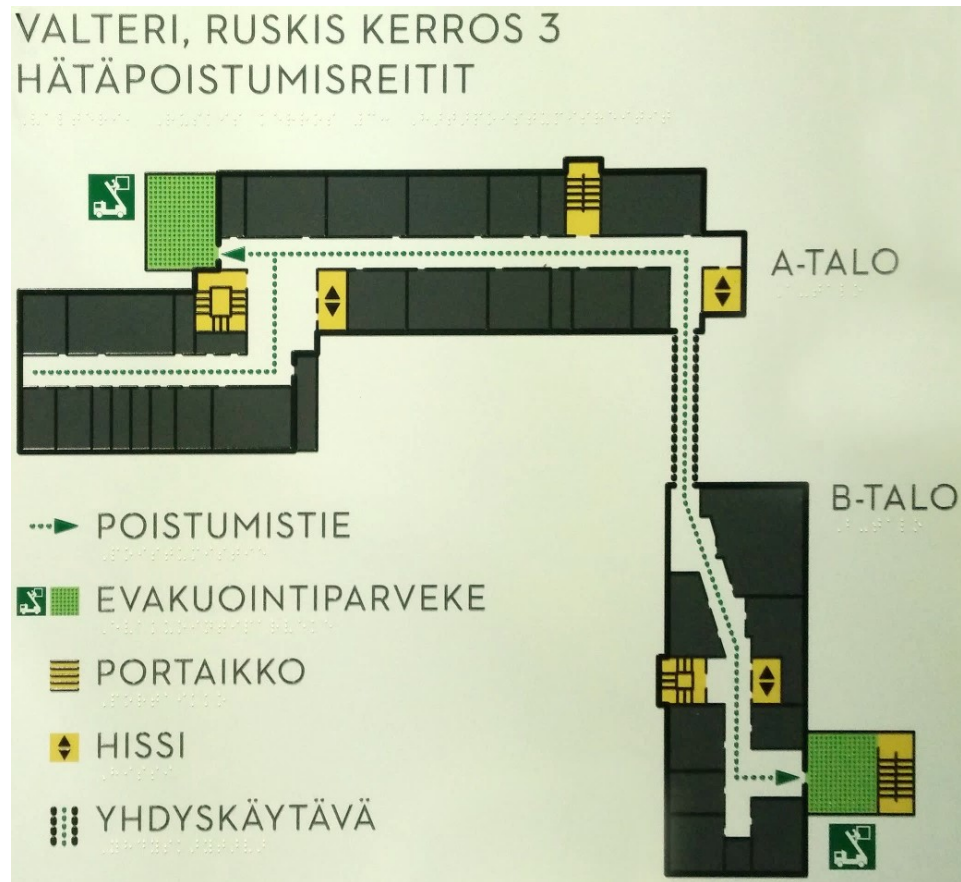
### 2.3 CASE: Valteri-koulu Ruskis

Ennen käytännön työn aloittamista tutustuin Erityisryhmien älykäs paloturvallisuus (ERÄS) -hankkeen loppuvaiheeseen. Projektissa rahoittajana toimi Palosuojelurahasto, hallinnoijana Hämeen ammattikorkeakoulu Oy Älykkäät palvelut tutkimusyksikön Moniaistisuus ja avustava teknologia -tutkimusryhmä (MATEC), sekä muina projektikumppaneina Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö ry (SPEK), Avaava Oy opasteratkaisujen toteuttajana ja MIPsoft Oy sovellusten kehittäjänä ja teknisten toteutusten tuottajana. Varsinainen hankekausi oli välillä 1.9.2016-31.10.2017. (Hämeen ammattikorkeakoulu Oy, 2017)

ERÄS-hankkeen yhtenä tutkimus- ja kehittämiskohteista oli Helsingissä sijaitsevan Ruskeasuon koulun kolmannen kerroksen poistumisreitti. Poistumisreittiä opeteltiin koulun oppilaista ja opettajista muodostuvan ryhmän voimin sekä sanallisesti että kohokartan avulla (Kuva 1). Apuna reitin opettelussa oli oppilaille käytössään tablettitietokoneille asennettu BlindSquare-sovellus.

BlindSquaren toiminta perustuu älypuhelimien GPS-paikannuksen sijaintitiedon hyödyntämiseen. Ohjelmaan valmiiksi ladatut sanakartat auttavat käyttäjää navigoimaan vieraissakin ympäristöissä sujuvasti ilman näköä. Sisätiloissa puolestaan BlindSquare käyttää apunaan Bluetooth-teknologi-

alla toimivia iBeacon-paikannusmajakoita, jotka jakavat sovellukselle sijaintitietonsa tai sanallisen informaation. Se on syötetty kullekin majakalle yksilöllisesti. (BlindSquare, 2015)



Kuva 1. Ruskiksen kohokuvioitu pohjakartta.

Kerroksesta piirrettiin ja 3D-tulostettiin kohokartta, jota tunnustelemalla tai silmin tarkastelemalla nähdään poistumisreitit ja kokoontumispaikat. Poistumisreitti evakuointiparvekkeelle on merkitty vihreällä pisteiviivalla. Evakuointiparvekkeita kerroksessa on kaksi kappaletta, joten kartan viiva johtaa kahteen suuntaan, molempia parvekkeita kohti. Nuoli osoittaa parvekkeen oviaukon paikkaa, jolloin tunnustelemalla on mahdollista tunnistaa reitin päätepiste. Evakuointiparvekkeen alue on kohokuvioitu pistekuvioinnilla koko odotustilan alalta. Tätä kohokuviointia muistuttavaa kuviota nähdään tyypillisesti sokeiden lattiaopasteissa risteysalueen tai portaikon kohdalla. Tässä tilanteessa pisterykelmä kuvaa kuitenkin parvekettä.

Karttaan on upotettu symboleja muun muassa kierreportaikon, evakuointiparvekkeen ja hissien merkiksi. Ne ovat tämän lisäksi myös selitetty auki sekä pistekirjoituksena että näkevien kirjoituksena. Kaikki kartassa näkyvä informaatio on suurikontrastista ja kohokuvioitua (Kuva 2). Näin kartta palvelee normaalisti näkevien lisäksi myös sokeita ja heikkonäköisiä henkilöitä. Suuri kontrasti, selkeä teksti ja tunnistettavat symbolit helpottavat

jokaiselle tilankäyttäjälle osoitetun informaation hahmottamista ja muistamista.

Tämä case toimii hyvin esikuvana Riihimäellä suoritettavaan opastusratkaisuun sen huolellisen dokumentoinnin ja siitä aidosti hyötyvien opiskelijoiden sekä henkilökunnan vuoksi. Jo kertaalleen toteutettu ja hyväksi todettu opastuksen tyyli esimerkiksi opasteiden sijoittelusta sekä äänimajakoiden sisältämästä informaatiosta helpottavat jatkokehitystä ja tekniikoiden soveltamista muihin kohteisiin.



Kuva 2. Kohokuvioitu teksti pistekirjoituksena ja näkevien kirjoituksena.

Ruskiksen koululla suoritettu turvallisuuskävely ja aineiston keruu tehtiin kahdella erillisellä kerralla. Ennen turvallisuuskävelyä reittiin tutustuttiin yhteisesti käyden se luokkahuoneessa aluksi sanallisesti läpi opettajan joh-

dolla. Sanallisen tutustumisen jälkeen reitti opeteltiin vielä erikseen kävelen se yhdessä läpi. Apuna opiskelijoilla oli lisäksi tableteille asennettu BlindSquare-sovellus, johon oli koulun henkilökunta laatinut omat sanakartat kuhunkin merkittävään risteyskohtaan. Sovelluksen sanakartat aktivoituivat iBeacon-majakkan kohdalla ja kuvailivat kyseistä kohtaa ja reittiä kohti evakuointiparveketta. Sanakartat toistuivat käytetyn tabletin kaiuttimista.

Reitin opetteluun jälkeen se käveltiin yhdessä ryhmänä myös paloharjoitus-tilanteessa, jolloin palokellot ja yleinen kuulutus soivat kaiuttimista vuorotellen palohälytyksen kanssa. Kuulutuksessa koulun vahtimestari antoi lisäohjeita muun muassa siitä, minkä siiven kokoontumispaikalle opiskelijoiden tulisi siirtyä. Tilanne kuvattiin ja samalla mitattiin, kauanko poistumiseen kuluu aikaa. Ensimmäisessä paloharjoituksessa opiskelijoiden tukena ei ollut muita apuvälineitä kuin iBeaconeista aktivoituvat sanakartat.

Jälkimmäistä turvallisuuskävelyä varten reitin varrelle oli sijoitettu esteetöntä poistumista kuvaavia hätäpoistumistiekylttejä hieman yli metrin korkeuteen, sekä kirkkaana välkkyviä punaisia valomajakoita, jotka kiinnittivät huomion oikeaan poistumissuuntaan. Valot oli sijoitettu siten, että ne näkyivät vain yhdestä suunnasta katsottuna. Kokoontumispaikalle oli siis mahdollista kulkea valoja seuraamalla. Kokoontumispaikalla oli vihreä valo, jonka tarkoitus on kuvastaa turvallista odotustilaa.

Visuaalisten opasteiden ohella BlindSquaren sanakarttoja korvasivat toisen kävelyn aikana äänimajakat, joista kuului vuoron perään palokellon ääni ja vahtimestarin kuulutus, sekä sanallinen tilan kuvailu. Ääni oli äänimajakoissa hieman vaimeampi kuin oikean palokellon soidessa. Varsinaisella kokoontumispaikalla oli viimeinen äänimajakka, josta vuorotteli rauhallinen musiikki ja ilmoitus saapumisesta turvalliseen odotustilaan ja kehoitus odottaa pelastushenkilöstöä auttamaan tilasta ulos.

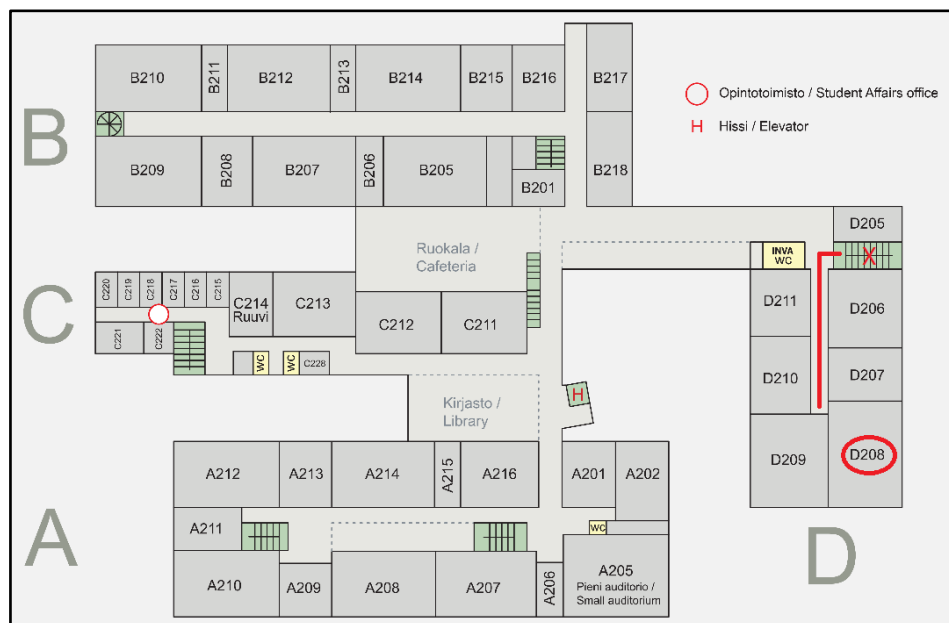
Kun vertaillaan näitä kahta turvallisuuskävelyä, poistuminen oli huomattavasti nopeampaa jälkimmäisellä turvallisuuskävelyllä. Tähän saattoi vaikuttaa aiempien harjoitusten jättämä muistijälki siitä, miten palohälytyksen sattuessa tulee toimia. Yhtenä tavoitteista oli saada syntymään muistijälki siitä, kuinka tilanteessa tulisi toimia, sillä oppilaiden joukossa oli myös henkilöitä, joilla on ymmärtämisen ja muistamisen haasteita. Nopeampaan poistumiseen saattoi vaikuttaa edellä mainitun lisäksi myös vähemmän stressaava tilanne, sillä palokellojen ääni oli aavistuksen vaimeampi ja selkeät audiovisuaaliset ohjeet opastivat kohti oikeaa kokoontumispaikkaa.

### 3 KEHITTÄMISTYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

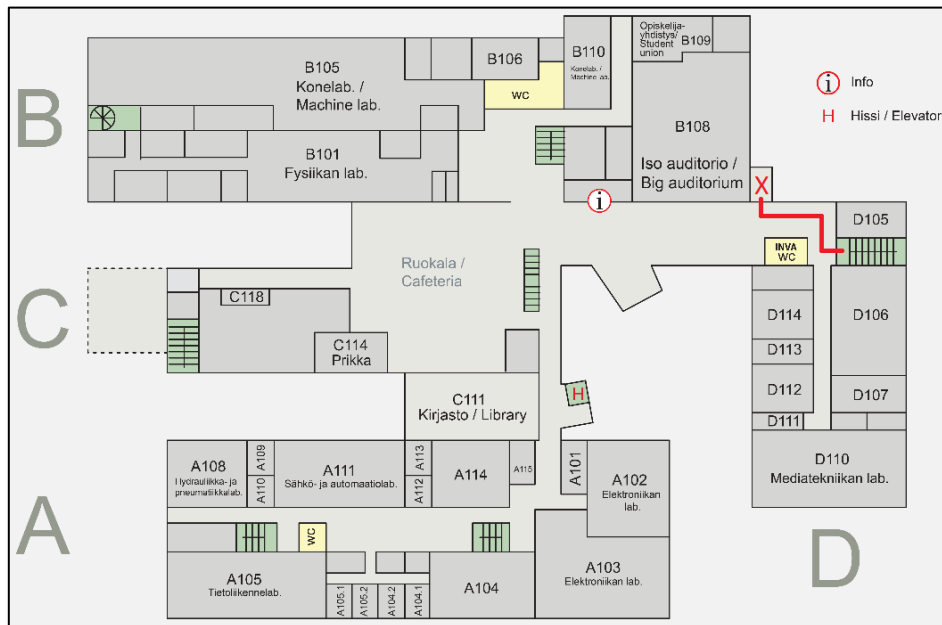
Työn tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa Hämeen ammattikorkeakoulun Riihimäen kampuksella turvallinen poistumisreitti luokasta D208 ulos aina D-siiven kokoontumispaikalle asti. Suunnitellun reitin varrelle sijoitellaan ääni- ja valomajakoita poistumisen tueksi.

#### 3.1 Tutkittava reitti

Luokka D208 nähdään D-siiven oikeassa reunassa (Kuva 3). Tavoitteena on ohjata koehenkilö aluksi luokasta ulos, sitten käytävää pitkin ja D-siiven rappukäytävään, joka löytyy luokkahuoneiden D205 ja D206 välistä, jonka jälkeen kulku jatkuu ensimmäisen kerroksen kautta ulos D-siiven ovesta, joka sijaitsee ison auditorion vieressä (Kuva 4) ja ovelta edelleen parkkipaikalla sijaitsevalle kokoontumispaikalle.



Kuva 3. Pohjakartta Hämeen ammattikorkeakoulun Riihimäen kampuksen toisesta kerroksesta. (Turvallisuuskartat, 2017)



Kuva 4. Pohjakartta Hämeen ammattikorkeakoulun Riihimäen kampuksen ensimmäisestä kerroksesta. (Turvallisuuskartat, 2017)

Kohdehenkilönä tässä turvallisuuskävelyssä ja tilan kehittämisessä esteetömmäksi on sokea tilankäyttäjä, joka on ehtinyt tutustua rakennuksesta poistumisen keinoihin jo ennalta sekä sanallisesti että kohokartan avulla. Apuna reitin varrella on asennettu valo- ja äänimajakat, jotka opastavat kohti hätäuloskäyntiä.

Äänimajakat toistavat jokainen omanlaistansa ääntä, kuten linnunlaulua tai sammakon kurnutusta. Yksi ääni symboloi aina yhtä tiettyä elementtiä esimerkiksi linnunlaulu hissiä ja kellojen soitto ulko-ovea. 3D-kohokartassa äänimajakoiden kohdalla on kytkin, jota painamalla toistuu kutakin äänimajakkaa vastaava ääni. Näin tilaa ja sen muodostumista on helppo hahmottaa lukuisilla eri aisteilla. Äänimajakoiden suunnittelussa tulee huolehtia siitä, että majakat kuuluvat selkeästi erillisinä pistemäisinä äänilähteinä eivätkä ne saa olla sekoitettavissa toisiinsa, esimerkiksi kaksi samanlaista linnunlaulua eri elementeille.

3D-kohokartta auttaa käyttäjänsä hahmottamaan konkreettisesti, kuinka rakennuksessa voidaan kulkea ja missä eri tilat sijaitsevat. Kaikkein suurimpia uniikkeja maamerkkejä kuten auloja tai ruokasalia merkitään alustasta poikkeavalla tekstuurilla; tällainen erotteleva pinta voi olla esimerkiksi vohveli- tai siksak-kuvioitu ala, jolloin se on mahdollista erottaa helposti luokkahuoneista ja muista tavanomaisista tiloista.

Kohokartta piirretään 3D-mallinnusohjelmalla, josta se viedään 3D-tulostimelle tulostettavaksi. Kartta liitetään Raspberry Pi -piirilevyyn, johon on liitetty erilaisia kytkimiä kartan kanssa yhdistettäväksi. Kartasta nappia painamalla voidaan toistaa erilaisten äänimajakoiden ääni-informaatiota,



joka on identtinen fyysisessä tilassa sijaitsevien majakoiden kanssa. Esikuvana käytän muun Helsinki-Vantaan lentoasemalle toteutettuja multisensorisia karttoja (Kuva 5), sekä Ruskiksen koululle toteutettua kohokarttaa. Oma karttani sijoitetaan Helsinki-Vantaan terminaalissa kaksi sijaitsevan kartan mukaisesti vaakatasoon, sillä äänimajakoita kuvastavien kytkinten sijainti on todennäköisesti helpompi hahmottaa näin.



Kuva 5. Moniaistinen kohokartta Helsinki-Vantaan lentoaseman terminaalista kaksi.

Koko Riihimäen kampusrakennus on haastava hahmotettava sen sokkeloisen rakenteen vuoksi, jolloin selkeä opastus helpottaa ja nopeuttaa merkittävästi poistumista. Opastusratkaisujen suunnittelussa viestit on saatava erottumaan selkeinä kokonaisuuksia. Tällöin esimerkiksi äänimajakat tulee sijoittaa riittävän kauas toisistaan, etteivät niiden signaalit sekoitu keskenään. Valo-opasteissa on tärkeää huomioida, että ne näkyisivät vain tietystä suunnasta katsottaessa, jolloin valoa kohti kulkiessa kävelijä tietää kulkevasa aina kohti uloskäyntiä. Valojen selkeä suuntaavuus ja tarkka sijoittelu esimerkiksi kulmien taakse ovat tässä avainasemassa. Näin opasteet eivät kuljeta väärään suuntaan.

Ruskiksessa käytetyt poistumisopasteet, kuten kyltit, valot ja äänimajakat toimivat erittäin hyvin turvallisuuskävelyn aikana poistumisen tukena. Suunnitellut sanakarttamuotoiset opasteet oli helppo hahmottaa, vaikka rakennus ei olisi entuudestaan tuttu. Oppilaat, jotka olivat harjoitelleet poistumista aiemmilla turvallisuuskävelyillä, kokivat olonsa turvalliseksi tutulla reitillä. Tätä turvallisuuden tunnetta vahvistivat opasteet, jotka auttoivat poistumisessa.

### 3.2 Turvallisuuskävelyt Riihimäellä

Ensimmäisen turvallisuuskävelyn tarkoituksena on käydä läpi reitillä esiintyviä suurimpia ongelmakohtia. Kun ne on kartoitettu, on helpompi pohtia äänimajakoiden, sekä valo-opasteiden lopullista sijoittelua käytävälle. Turvallisuuskävelyllä olennaisinta on tarkkailla ohjaako rakennuksen muoto kävelijää tiettyyn suuntaan ja onko suunta oikea, voisiko reitin varrelle jo valmiiksi sijoiteltuja opasteita jollain tavoin kehittää paremmiksi ja näkyvimmiksi, sekä kuinka nopeasti näkörajoitteisen henkilön on mahdollista poistua ulos rakennuksesta ilman erityisesti hänelle suunniteltuja apukeinoja ja -välineitä.

Ensimmäisen turvallisuuskävelyn tarjoamien havaintojen perusteella voidaan luoda lopullinen suunnitelma opasteiden sijoittelusta. Tässä vaiheessa voidaan myös tulostaa kohokartta ja sijoitella siihen oikeille kohdille kytkimet, joiden avulla voidaan aktivoida eri äänisignaalit toistettavaksi karttaan liitettyistä kaiuttimista. Kytkimet vastaavat sijoittelun ja äänen osalta reitille sijoiteltuja äänimajakoita. Kohokarttaa voidaan käyttää apuna ympäristöön tutustumiseen ennen toista turvallisuuskävelyä. Näin koehenkilön on mahdollista ennalta painaa mieleen, minkälainen ääni johdtaa millekin ovelle ja kuhunkin eri tilaan.

Äänimajakoiden toistamien signaalien tulee olla riittävän selkeitä ja erottua toisistaan, jotta tilat on helppo erottaa toisistaan jo pelkän ääni-informaation perusteella. Esimerkkejä erottuvista äänistä ovat linnunlaulu ja koiran haukunta tai metallipajan kilkatus ja sahan ääni. Jokainen samaan teemaan kuuluva ääni, kuten luontoäänet, soivat kukin eri taajuusalueilla tai kuvastavat selkeästi eri eläinlajeja, jolloin niitä on mahdollista erottaa nopeasti ja intuitiivisesti. Samoin abstraktit äänimaisemat pitää voida erottaa toisistaan mahdollisimman selkeästi. Samalla teemalla toistettavia ääniä, kuten luontoääniä voisi sijoitella kuvastamaan uloskäyntiä. Erilaiset pajatyöskentelystä aiheutuvat äänimaisemat voisivat hyvin kuvastaa rappusia. Näin myös mielikuvat luovat oman apuvälineensä poistumiseen ja muistamiseen; luonto on ulkona, rappuset ovat ihmisten rakentamat.

## 4 REITIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Reittiä tutkittiin ja kuvattiin ennen kohokartan tulostusta. Samalla pohdittiin ääni- ja valomajakoiden sijoittelua. Käytännön ympäristön tarkastelun lisäksi toteutettiin kohokartta, kartta-avain ja tulostettiin nämä testattavaksi varsinaisella turvallisuuskävelyllä.

#### 4.1 Reitin tarkastelu

Hämeen ammattikorkeakoulun Riihimäen kampus on rakenteeltaan suhteellisen sokkeloinen, sillä sitä on laajennettu useaan otteeseen ja sen siivet A, B, C, D yhdistyvät vain kampuksen keskellä. Siivestä toiseen ei ole siis vapaata kulkua. A-, B- ja C-siipien varrella on kaikissa selkeästi merkityt hätäpoistumistiet, jotka sijaitsevat suorakaiteen muotoisen siiven molemmissa päädyissä. Kaikissa näissä kolmessa siivessä on myös kaksi portaikkoa, jotka johtavat uloskäyntejä kohti. D-siiven pääty sen sijaan on umpinainen kummassakin kerroksessa, ja sieltä on mahdollista poistua vain yhteen suuntaan sisätilojen kautta kulkiessa.

D-siiven toisessa kerroksessa sijaitsee luokkatila D208, josta on käytännössä vai yksi poistumissuunta ulos (Kuva 6). Toisessa kerroksessa D-siiven liittymäkohdassa rakennuksen aulatiloihin on mahdollisuus kulkea joko pidempi tai lyhyempi reitti ulos. Pidempi reitti kulkee kohti aulaa ja ruokalan portaikkoa suoraan edessä, tai vaihtoehtoisesti B-siiven portaikkoa aulan käytävän päässä oikealla.



Kuva 6. D-siiven käytävä luokkatilan D208 ovelta katsottaessa.

Lyhyemmän reitin avulla päästään ulos D-siiven risteyskohdassa sijaitsevan U-kirjaimen muotoisen portaikon kautta, joka sijaitsee lasisten palo-ovien takana (Kuva 7). Portaikon kautta on mahdollista siirtyä ensimmäiseen kerrokseen ja ulos. Portaikosta poistuessa näkyy ovista etuoikealla D-siiven ulko-ovi, joka johtaa suoraan kokoontumispaikalle. (Liite 1)



Kuva 7. D-siiven portaikon yläpää, pariovet.

Jos D-siiven ensimmäisen kerroksen käytävä on kulkukelvoton myös portaikosta johtaa hätäpoistumistie ulos. Muiden siipien kautta poistuessa tulee kulkea pidempi reitti ulkona päätyäkseen kokoontumispaikalle, joka sijaitsee D-siiven takana parkkipaikalla. Kokoontumispaikka on merkitty selkeällä suurella kyltillä ulkona, mutta sisätiloissa on lähes mahdotonta ilman erillistä informaatiota päätellä, missä tämä kokoontumispaikka mahdollisesti voisi sijaita. Aulatilojen pääsisäänkäynnillä sijaitsee sähköpääkeskus, josta voi lukea muun muassa palohälytyksen laukaisseen hälyttimen sijainnin. Jotta reitti pääsisäänkäynnille pysyisi vapaana palokunnan käyttöön, tulisi liikenne pyrkiä ohjaamaan ulos muita väyliä käyttäen, mikäli se on yleinen turvallisuus huomioiden mahdollista.

#### 4.2 Valomajakat

Valomajakoiden sijoittelussa täytyy huomioida suunta, johon niiden on tarkoitus opastaa. Valomajakat ovat voimakkaasti suuntaavia LED-varoitusvaloja, jotka kiinnittyvät metallipintoihin niiden takana olevan magneetin avulla (Kuva 8). Valomajakoissa on kuusitoista erilaista vilkkumis- ja valokuviota, lisäksi ne ovat vesitiiviitä, joten niitä voisi huoletta sijoittaa esimerkiksi ulos tai kosteisiin tiloihin, kuten kylpyhuoneisiin. Valoja on suunnitellulle reitille varattu yhteensä kymmenen kappaletta.



Kuva 8. Valomajakka.

Valomajakoiden sijoittelu tulee toteuttaa siten, että edellisen luota on mahdollista nähdä jo seuraava majakka. Esimerkiksi risteyskohdassa sijaitsevalta majakalta voi helposti päätellä, minne suuntaan tulisi seuraavaksi suunnistaa. Valomajakoita on mahdollista sijoittaa myös siten, että reitillä näkyy useampi majakka kerralla, mutta suunnan tulee olla aina eteenpäin, joten taakse katsoessa valoja ei tule näkyä, jotta välttyttäisiin mahdolliselta sekaannukselta oikeasta etenemissuunnasta. Näin ollen myös reitin puolivälistä liikkeelle lähtiessä välitettävän informaation tulee olla niin selkeä, että reittiä on mahdollista seurata intuitiivisesti ilman ongelmia.

Valomajakat sijoiteltiin reitin varrelle luokkatilan D208 ovelle, D-siiven toisen kerroksen käytävän oikeassa reunassa sijaitseviin tolppiin, toisen kerroksen palo-ovien ulkopuolelle, porraskäytävän puoleen väliin, ensimmäisen kerroksen palo-oviin sisäpuolelle, ulko-oven karmiin sekä ulko-ovelle. Valot muodostavat yhtenäisen reitin, joita seuraamalla on mahdollista poistua ovelle. Reittiä pitkin kulkiessa taakse katsomalla edellinen valo ei näy, jotta suunta pysyy yhtenäisenä alusta lähtien. (Liite 2)

Vaikka tämän opinnäytetyön painopiste onkin kohokartan ja äänimajakoiden yhdistelmän kehittämisessä, tulee myös valomajakat ottaa mukaan reitin suunnitteluun. Riihimäen kampuksen alueella kulkevat henkilöt ovat kuitenkin suurelta osin näkeviä tai heidän näkökykynsä on rajoittunut hyvin vähän. Ääni-informaation tukena toimiva visuaalinen signaali helpottaa päätöksentekoa tilanteissa, joissa reitti voi olla epäselvä. Oikeanlaiset valomajakat näkyvät samalla tavoin kuin hätäpoistumistiekyyltit. Kirkkaat välkkyvät valot on helppo havaita jopa savun joukosta helpottaen näin poistumista turvaan.

### 4.3 Äänimajakat

Äänimajakoiden sijoittelussa pätee käytännössä sama periaate kuin valomajakoiden kohdalla. Informaatiota tulee tarjota riittävän tiuhaan, jotta tieto etenemissuunnasta pysyy selkeänä ja yhtenäisenä. Äänisignaalit sekoittuvat helposti toisiinsa ja ympäristön meluun, joten äänimajakoita ei ole kannattavaa sijoitella yhtä tiiviisti kuin valomajakoita. Suurissa tiloissa, joissa on paljon kovia pintoja, on tyypillisesti hyvin rikas tilääni, joka tulee myös huomioida majakoiden sijoittelussa jo suunnitteluvaiheessa. Tällainen mahdollisesti jopa ylikorostunut tilääni helposti kertautuu tasaisen paksuksi äänimassaksi, josta on vaikea erotella alkuperäisen signaalin lähdeä.

Äänimajakoiden äänenvoimakkuuden tulee olla riittävän voimakas, jotta ääni erottuu kovassakin taustahälyssä. Ääni-informaation tulisi olla suhteellisen laaja myös äänispektrin osalta, eli sen tulisi sisältää sekä korkeita että matalia taajuuksia sopivassa suhteessa. Tällaisessa tilanteessa voisi toimia kolmessa osassa vuorotteleva ääninauha. Ensimmäinen osuus sisältää sijaintia yksilöivää informaatiota abstraktissa muodossa, kuten esimerkiksi linnunlaulua. Tämä sama informaatio on tarjolla myös kohokartassa. Nauhan toisen osan sisältö on esimerkiksi lyhyt sanallinen kuvailu majakan sijainnista tai vaihtoehtoisesti sanallinen informaatio mahdollisen taustalla soivan hälytyksen luonteesta. Kolmannessa osiossa on koko spektrin kattava abstrakti äänisignaali, esimerkiksi paloauton sireeniä muistuttava ääni, joka liukuu tasaisesti matalataajuuksisista äänistä korkeisiin ja takaisin.

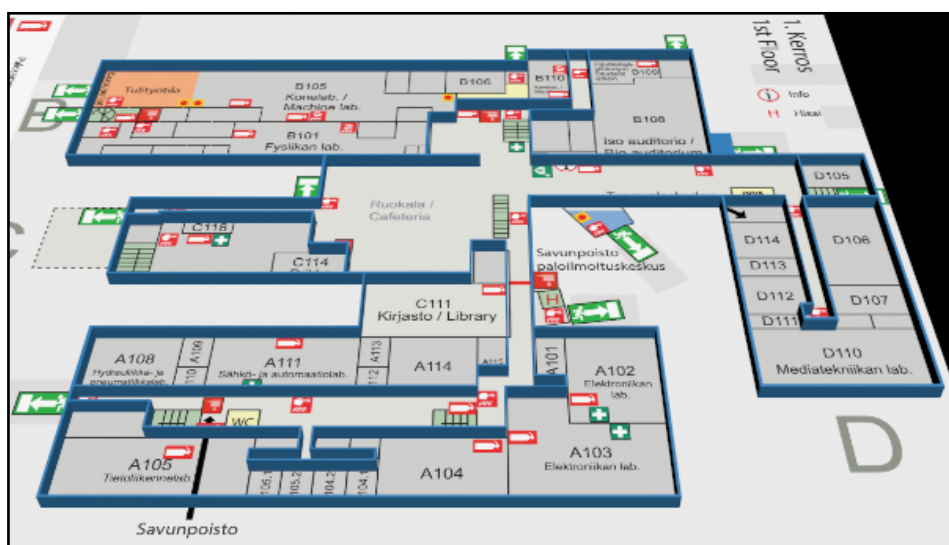
Äänitiedostot on haettu Orange free sounds -verkkosivustolta. Sivustolla olevista kategorioista karsiutuivat tähän opinnäytetyöhön kolme ääniraitaa. Ensimmäisessä äänitiedostossa on linnun laulua (Liite 3), toisella radalla kellojen soittoa (Liite 4), kolmas äänitiedosto sisältää luontoäänikuvan hyönteisten sirityksen säestämänä (Liite 5).

Äänimajakat sijoiteltiin seuraavanlaisesti Riihimäen kampuksella: yksi D-siiven toisen kerroksen portaikon yläpään merkitsemään portaikon paikkaa, toinen saman portaikon alapään ensimmäiseen kerrokseen ja kolmas uloskäynnille. Näin äänimajakoilla on mahdollista luoda yhtenäinen polku kohti haluttua ovea. Ohjelmakoodi toteutettiin käyttämällä kolmea erilaista tiedostoa, mutta koska kaiuttimista kaksi sijoitettiin kumpikin portaikon yhteyteen, oli huomattavasti loogisempaa käyttää tällöin samaa äänitiedostoa. Yhden tyyppinen ääni yhtä elementtiä kohden helpottaa suunnistamista vieraassa ympäristössä. Tällöin on tilassa kulkevan henkilön mahdollista hahmottaa esimerkiksi saapuvansa lähelle uutta portaikkoa sellaisessa paikassa jossa ei ole aiemmin ollut, mutta yhdistänyt jo esimerkiksi kellojen soinnin portaikon merkiksi.

#### 4.4 Kohokartan suunnittelu

Kohokartan suunnittelussa tulee huomioida riittävä informaation yksinkertaistaminen, jotta tilat on mahdollista hahmottaa yhdellä vilkaisulla tai käden pyyhkäisyllä. Kartan tulee tosin kestää myös intensiivisempää tarkastelua ja siinä olisikin hyvä olla merkittynä muutamia merkittävimpiä maa-merkkejä, kuten saniteettitilat, hissi, infopiste ja ulko-ovet.

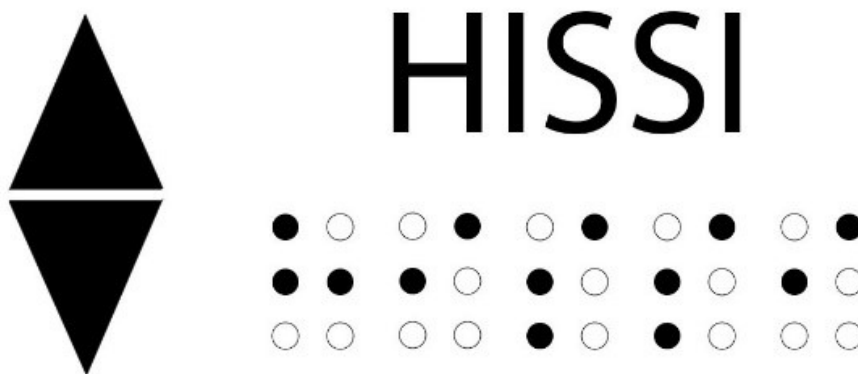
Kohokartasta luotiin aluksi koevedos 3D-mallinnusohjelmalla (Kuva 9). Ohjelman avulla mallinnettiin aluksi seinät Riihimäen kampuksen pohjakartan avulla. Karttaan tullaan merkkimaan uniikkeja tiloja, kuten ruokalaa tai aulaa kuvaavia alueita erilaisilla symboleilla, jolloin käsin kokeilemalla on tilasta helppo erottaa erilaisia elementtejä.



Kuva 9. 3D-kohokartta ensimmäisessä suunnitteluvaiheessa.

Kohokartan lopulliseen versioon mallinnetaan Riihimäen kampuksen kerrokset yksi ja kaksi. Kellaritiloja ei huomioida kartan mallintamisessa. Kartassa yleisen rakennuksen muodon lisäksi erotellaan luokkatilat käytävästä pyöreäpintaisella viivalla. Näin karttaa tarkastelevan henkilön on mahdollista havaita vaivatta, minkälainen huonejako eri käytävillä on. Näin voidaan päätellä oma sijainti kartalla esimerkiksi käytävällä sijaitsevia oviaukkoja laskemalla. Karttakokonaisuuden yksinkertaistamiseksi itse ovia ei mallinnettu mukaan kohokarttaan. Luokkatilojen tekstuuri on hieman karheampi kuin käytävien lattia, jotta ne on helppo erottaa toisistaan.

Käytäviä pitkin kulkee pisteiviiva, joka johtaa uloskäynneille. Uloskäynnin merkiksi viivan päässä on nuolisymboli osoittamassa kohti ulko-ovea. Tätä viivan opastamaa reittiä pitkin kulkemalla on mahdollista löytää ulos useammalla eri keinolla. Riihimäen kampuksella on lukuisia portaikkoja, mutta vain yksi hissi. Hissiä kartassa kuvattiin kahdella tasakylkisellä kolmiolla, joiden pohjat ovat toisiaan vasten (Kuva 10).

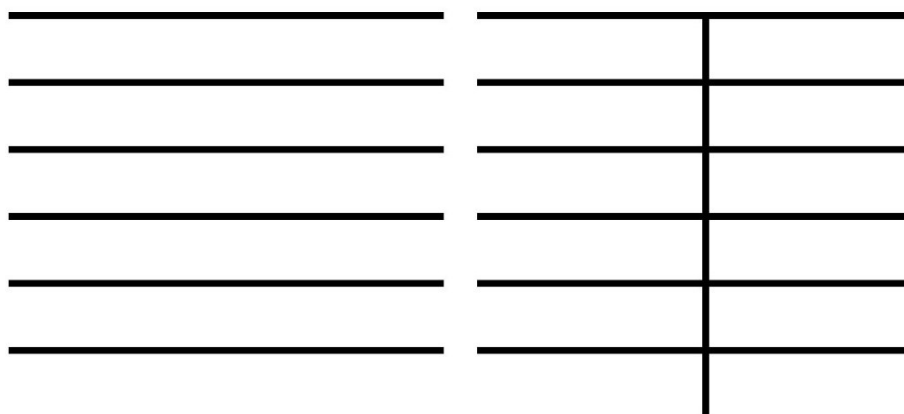


Kuva 10. Teksti "hissi" näkevien kirjoituksena ja pistekirjoituksena.

#### 4.5 Kohokartan mallinnus

Kohokartan mallinnuksessa ensimmäinen poikkeus alun perin suunnitellusta tuli tehdä ulos johtavan pisteiviivan kanssa. Monimutkaisessa mallissa pisteiviiva olisi lisännyt vain epäselvyyttä liikaa ja sotkenut muiden symbolien erottuvuutta, joten se jätettiin pois mallinnusvaiheessa. Käytävän erottuvuutta sen sijaan voidaan korostaa lopullisen tulostuksen jälkeen käyttämällä epoksilakkaa käytävämateriaalille tehden siitä luokkahuonetoja sileämmän. Ulko-ovien kohdalle karttaan merkittiin lisäksi pienellä nuolella oven paikka. Sisätiloissa ovien paikat jätettiin mallintamatta yksinkertaisuuden säilyttämiseksi.

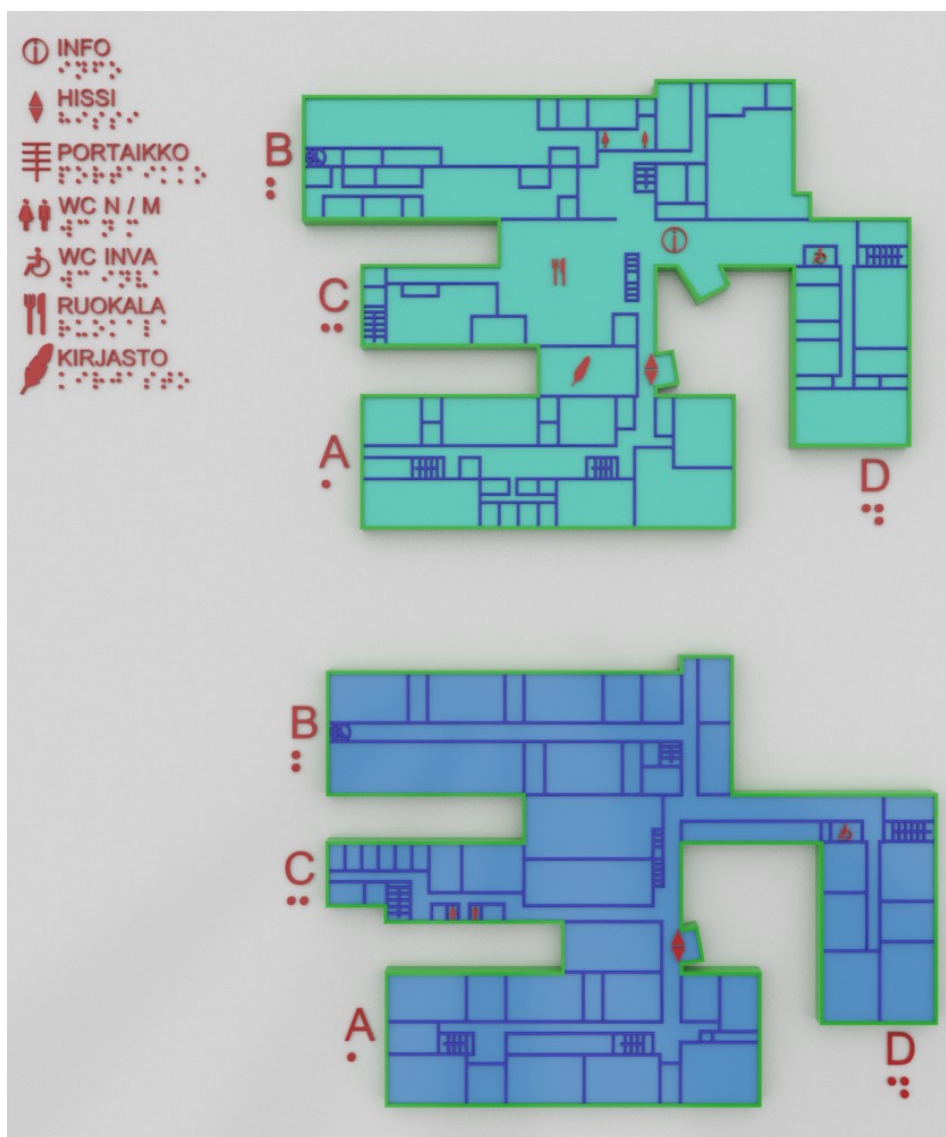
Yleisten kulkuyhteyksien kannalta merkittävät portaikot merkittiin karttaan käyttämällä symbolisia askelmaviivoja portaikon suuntaisesti (Kuva 11). Poikkiviiva askelmaviivojen keskellä kuvaa U-kirjaimen muotoista portaikkoa. Samalla logikalla myös välitasanteet merkitään jättämällä askelmaviivoja pois portaikkosymbolista sekä kierreportaat mallinnetaan ympyrän muotoiseksi, jotta kartassa esiintyvät maamerkit vastaisivat mahdollisimman hyvin todellisuutta.



Kuva 11. Portaikkosymbolit, suora portaikko ja U-portaikko.



Erilaisia tiloja kuvaavien symbolien lisäksi Riihimäen kampuksen neljä siipeä A, B, C ja D merkattiin karttaan sekä pistekirjoituksena että näkevien kirjoituksena. Siipien nimet kohokuvioitiin ja sijoiteltiin kunkin siiven pätyyn. Kartan vasempaan reunaan puolestaan lisättiin symboleille selitteet kohokuvioituna pistekirjoituksena ja näkevien kirjoituksena. Näin karttaa lukevan ei tarvitse arvailla, mitä kukin symboli tarkoittaa (Kuva 12). Yksilöiviä erillisiä tiloja kuvastavia symboleja tuli lopulliseen versioon yhteensä seitsemän: ruokala, kirjasto, infopiste, hissit, miesten ja naisten WC, sekä inva-WC.

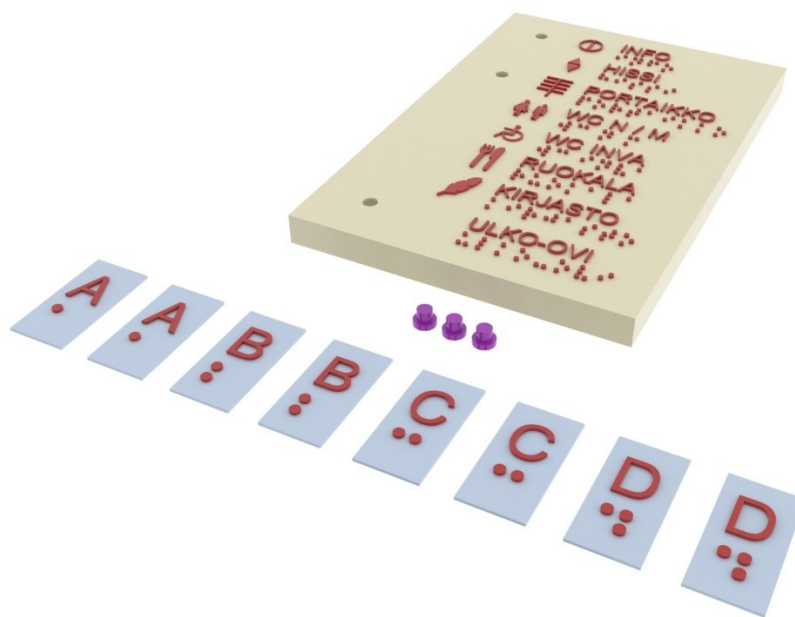


Kuva 12. Kohokartta lähellä lopullista muotoaan.

Kohokartan yhteensovittaminen fyysisten kytkinten kanssa toi hieman lisähaastetta työhön. Alkuperäisen suunnitelman mukaan kohokartassa oli kytkinten paikalle upotettuna varsinaiset kytkimet sellaisenaan. Kartan hiljalleen jalostuessa, kytkin sijoitettiin aluksi itse kartan osaksi ja sen päälle mallinnettiin vielä erillinen painonappi, joka painaa itse kytkintä. Kytkimen oma painonappi on litteä, jonka vuoksi se tuntui hankalalta erottaa kartan

keskeltä. Tämän vuoksi erikseen tulostettavan napin korkeus oli mahdollista itse määrittää juuri kartan mittoihin sopivaksi. Erilliselle napille jätettiin tilaa kytkimen ja karttaan jäävän aukon väliin juuri sen verran, että sitä on mahdollista painaa, mutta se muotonsa vuoksi ei voi luiskahtaa pois kytkimen päältä tai pudota.

Tulostusteknisistä syistä johtuen karttaa muokattiin vielä kytkinten osalta juuri ennen tulostusvaihetta. Jotta symbolit erottuisivat kartasta omina elementteinään ja reitti pysyisi yhtenäisenä läpi kartan, sijoiteltiin kytkimet lopulta erilliseen kartta-avaimen kartan sivuun (Kuva 13). Karttaa tarkasteleva henkilö voi täten tutkia karttaa rauhassa ja tunnustella kartta-avaimesta mitä kukin symboli tarkoittaa. Jokaisen symbolin vieressä kartta-avaimessa on kutakin elementtiä vastaava kytkin, joka aktivoi elementtiin liitettävän äänen. Kytkimen korkeus on noin kahdeksan millimetriä, joten itse kartan olisi tullut olla tällöin yli 1cm korkea. Tulostusaika yhdellä kertaa tulostettavalle kartan osalle sentin paksuisena on yli vuorokausi, mutta vain muutamia malleja korkealle kartalle puolestaan vain seitsemän tuntia.



Kuva 13. Kartta-avain, painonapit kytkimille ja kirjaintunnukset kullekin siivelle.

#### 4.6 Kohokartan tulostus

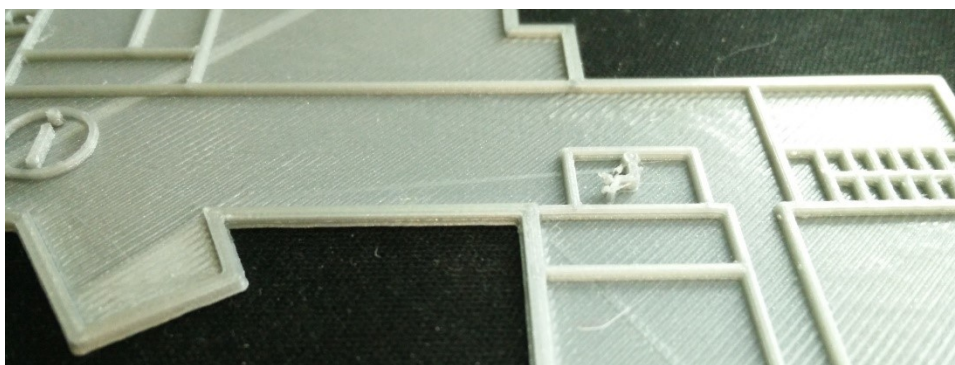
3D-tulostamisen kannalta pohjakartan tuli olla riittävän suuri, mutta kuitenkin tulostusalustalle sopivan kokoinen. Tulostettavat elementit eivät voi olla pelkkiä viivoja, vaan tulostin tarvitsee selkeät muodot ja kullekin elementille määrätyn paksuuden, joiden avulla se voi tulostaa mallinnetun kartan suunnitellun kaltaiseksi. Tulostusjälki on kohtuullisen tasaista, mutta ei kuitenkaan täysin sileää. Tästä syystä eri tekstuurien ja symbolien tulee olla sopivan kokoisia, jotta niiden tunnustelu käsin on vaivatonta. Eri

pintakuviot eivät voi olla kuitenkaan liian monimutkaisia tai pieniä, sillä tulostustarkkuus ei tällöin ole riittävä.

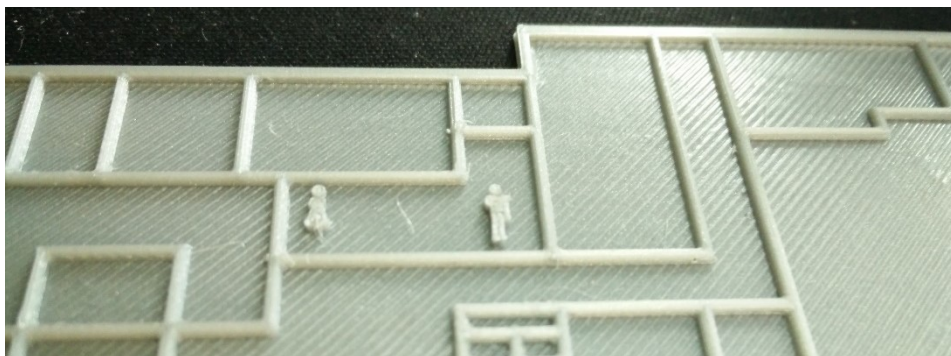
Tulostuspinta-alan rajallisuuden sekä tulostimen epätarkkuuden vuoksi työhön alun perin suunniteltuja yksityiskohtia tuli yksinkertaistaa alkuperäisestä suunnitelmasta. Pisteviiva uloskäynneille oli liian pieni ja aiheutti sekavuutta kartassa, joten lattiatekstuuri käytäville erotettiin luokkahuoneiden tekstuurista käsittelemällä lopullinen tuloste epoksilakalla. Näin käytävän tekstuurista tuli sileämpää, jolloin se oli helppo erottaa muusta tilasta pelkästään käsin tunnustelemalla. Alun perin suunnitellut lattiapinnan eri tekstuurit vaikuttivat lopulta liian sekavilta sormelle tunnusteltavaksi, joten ne tuli jättää myös tulostuksesta pois kartan helppolukuisuuden säilyttämiseksi.

Ensimmäinen koevedos oli suunniteltua alkuperäistä mallia merkittävästi ohuempi tulostusteknisistä syistä. Puolen sentin paksuisen kahden kiinteän kappaleen tulostamiseen, joiden pinta-ala on noin 300 kuutiosenttiä, menee liikaa tulostusmateriaalia ja aikaa suhteessa siitä saatavaan hyötyyn. Ohut kartta tuntui huomattavasti miellyttävämmältä käsitellä, kuin paksu ja raskas kappale, mutta kytkinten sijoittelun vuoksi ei sitä voinut hyödyntää lopullisessa versiossa. Sen sijaan käsilaukussa kannettavaksi kartaksi tällainen ohut tuloste sopisi erinomaisesti, ja se olisi mahdollista laittaa talteen esimerkiksi kirjan väliin.

Ensimmäinen koevedos kohokartasta tehtiin yhdessä osassa ilman selitteitä. Koevedoksen pinta-alaa pienennettiin noin 80 prosenttiin alkuperäisestä, joten osa symboleista jäi liian pieniksi. Testitulosteen mitat olivat leveyssuunnassa 20cm ja pituussuunnassa 15cm. Alkuperäisessä 3D-mallissa saniteettitilojen symbolit askarruttivat jo alun alkaen, mutta pienennyksessä tulosteessa havaittiin, että ne olivat aivan liian pieniä tunnusteltaviksi ja osittain myös liian pieniä tulostettaviksi (Kuva 14 ja Kuva 15). Testituloste oli vain yhden tulostuskerroksen paksuinen, joten se on hyvin elastinen ja tulisikin liimata johonkin järeämpään pohjaan tai sitä tulisi tarkastella esimerkiksi pöytälevyä vasten.

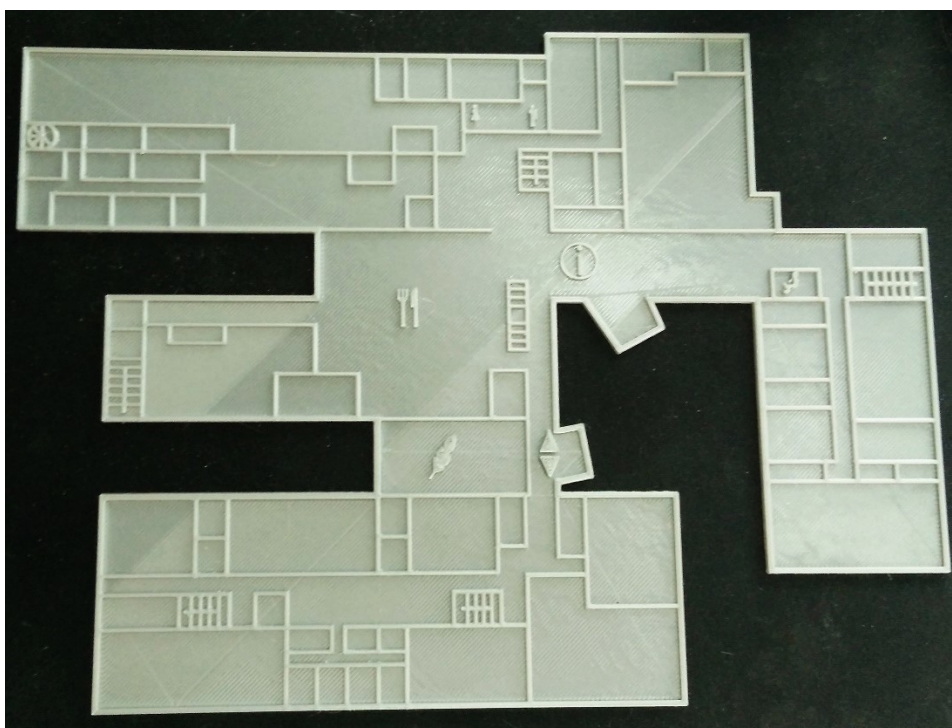


Kuva 14. Inva-WC koetulosteessa.



Kuva 15. Pääaulan läheisyydessä sijaitsevat naisten ja miesten saniteettitilat koetulosteessa.

Lopulliseen kohokarttaan symbolit tulostuivat suurempina, mutta niitä yksinkertaistettiin hieman ja suurennettiin alkuperäisestä, jotta ne ovat kädellä tunnusteltaessa selkeästi tunnistettavissa omiksi elementeikseen. Infopisteen ja kirjaston symbolit onnistuivat erinomaisesti koetulosteeseen, hissien kolmioita sen sijaan täytyi vielä hieman suurentaa ja erottaa toisistaan ennen lopullista versiota. Samaten hissien paikalla oleva ulkoneva rakenne suurennettiin, jotta hissien symboli mahtuisi kokonaan sen sisälle. Portaikot tuntuivat kädellä tunnustellen hyvin, mutta U-kirjaimen muotoisten rappusten tekstuuri oli aavistuksen pientä testitulosteessa, jotta siitä olisi saanut selvää (Kuva 16).



Kuva 16. Koevedos kohokartasta.

Kohokartta tulostettiin yhteensä viidessä eri osassa. Kummankin kerroksen kartat leikattiin mallinnusvaiheen lopulla keskeltä halki siten, että D-siipi

tulostettiin erikseen muusta kerroksesta. Kerrosten lisäksi tulostettiin erillinen kartta-avain, joka sisälsi painonapit ja kullekin siivelle liitettävät kirjaintunnukset (Kuva 17).



Kuva 17. Kartta-avain tulostettuna.

Kohokartan lopullinen versio liimattiin Finnfoam-lämmöneristelevylle. Levy oli riittävän suuri ja paksu, jotta sitä on mahdollista kuljettaa paikasta toiseen sen hajoamatta. Lisäksi levy on muovailtavissa tarpeen mukaan katkoteräveitsen avulla esimerkiksi kaivertamalla elementit levyn sisään tai pienentämällä levyn leveyttä tai pituutta. Karttaelementit sijoiteltiin karttaan siten, että kerrokset yksi ja kaksi sekä siipien kirjaintunnukset sijoiteltiin omalle levylleen ja kartta-avain puolestaan toiselle. Näin kartan

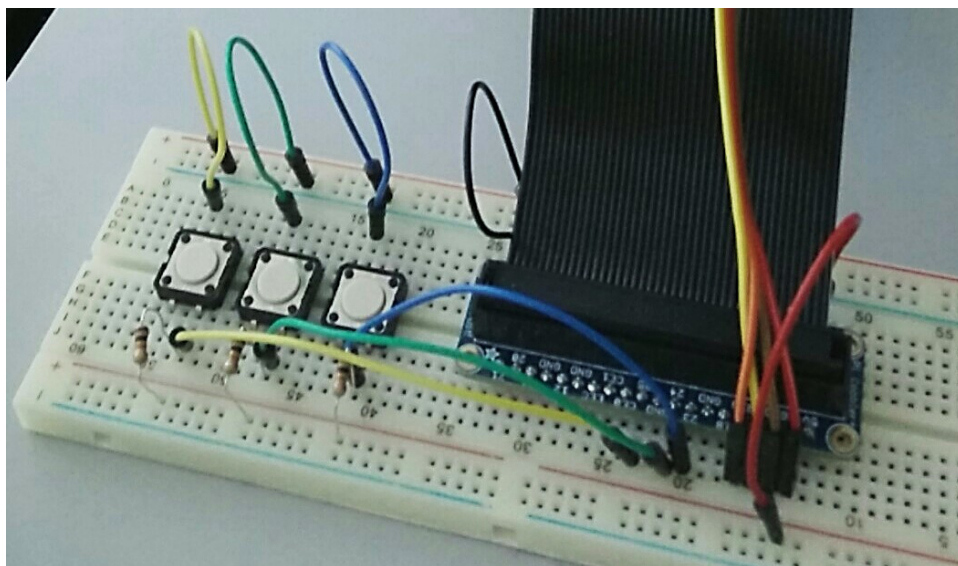
elementtejä on mahdollista tarkastella joko erillään tai yhdessä kokonaispinta-alan kuitenkin pysyessä kohtuullisena ja muunneltavana.

#### 4.7 Kohokartan elektroniikkakomponentit

Kohokarttaan liitettävä Raspberry Pi 3 Model B on yhden piirilevyn tietokone, joka sisältää muun muassa Wi-Fi ja Bluetooth-piirit. Tietokoneeseen on mahdollista liittää lukuisia erilaisia lisäosia, joiden avulla sitä voi yksilöidä juuri kuhunkin tarpeeseen sopivaksi välineeksi. (Raspberry Pi, ei pvm)

Tässä opinnäytetyössä tarvittavia lisäosia ovat 3,5mm jakkiliittimeen kiinnitettävä ulkoinen kaiutin ja taktiiset kytkimet. Raspberry Pi -tietokoneelle kirjoitetaan yksinkertainen ohjelma, joka toistaa laitteelle ladatun ääniraidan kytkintä painettaessa. Tämä vaihe toteutetaan käyttäen tukena Adafruit-sivustolta löytyvää PDF-opasta, joka opastaa vaihe vaiheelta myös tietokoneen ja kytkimien liittämisen toisiinsa. (Sklar, 2015)

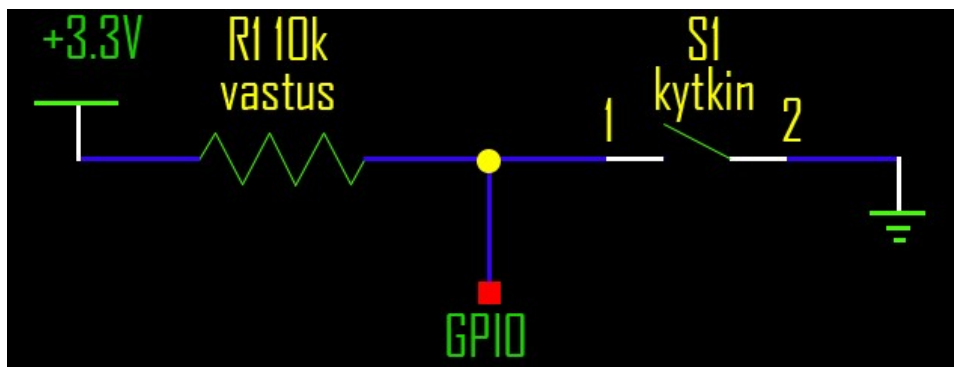
Raspberry Pi -tietokoneessa on 40 ohjaittavaa GPIO-pinniä. Siinä on lisäksi USB-portteja, sekä jakki- ja HDMI-liittimille omat paikkansa. Jatkokaapelilla yhdistettiin koekytkentälevyn ja tietokoneen 40 pinniä toisiinsa (Kuva 18). Tässä työssä tarvittavia pinnejä oli yhteensä yhdeksän: kytkinten toiminta ohjaavat GPIO-pinnit 23-25, 3.3V jännite, maa, sekä sarjakaapeliin tarvittavat pinnit TX, RX, maa, sekä jännite 5V. Sarjakaapelin kautta oli mahdollista ottaa tietokoneeseen etäyhteys ja samalla se toimi mikro-USB -virtalähteen korvaajana.



Kuva 18. Koekytkentälevylle sijoitellut komponentit luonnosvaiheessa.

Kuten edellisestä kuvasta (Kuva 18) nähdään, pinneistä 23, 24 ja 25 on vedetty sininen, vihreä ja keltainen johdin koekytkentälevylle. Raspberry Pi:ltä saatava 3.3 Voltin jännite on jaettu kuvassa näkyvän punaisen johti-

men avulla koekytkentälevyn alareunaan, joka puolestaan yhdistetään kytkimiin 10k ohmin vastusten kautta samaan linjaan kytkinten ja johdinten kanssa. Kytkinten toinen pää on puolestaan kytketty johtimilla koekytkentälevyn yläosan maadoituslinjaan, joka on vastaavasti yhdistetty Raspberry Pi:n maadoituspinniin. Kuvassa Kuva 19 nähdään sama kytkentä piirrettyinä.



Kuva 19. Piirros tehdyistä kytkennöistä.

Vaikka tässä työssä käytettävä Raspberry Pi:n uusin malli sisältää Bluetooth-ominaisuuden ja äänimajakoina käytetyt kaiuttimet ovat myös Bluetooth-ohjattavia, tässä vaiheessa ei ole tarkoituksenmukaista tutkia varsinaista tekniikkaa tai ohjausautomaatiikkaa teknisen toteutuksen takana, vaan opasteratkaisuja ja niiden toteutumista käytännössä. Työn jatkokkehitys sen sijaan voisi sisältää Bluetooth-tekniikan avulla ohjattavat järjestelmät. Samoin koko keskushälytysjärjestelmä voitaisiin integroida avustaviin välineisiin, jotta hälytyksen kytkeytyessä päälle myös tässä opinnäytetyössä käytetyt opasteratkaisut aktivoituisivat automaattisesti. Tämän opinnäytetyöhön kukin vaihe toteutettiin ilman automatiikkaa.

#### 4.8 Ohjelma äänen ohjaamiseen

Kytkimet eivät toimi itsenäisesti muutoin kuin sähköisen virran välittäjänä, joten niiden toiminnallisuuden luomiseksi on Raspberry Pi:lle luotava erillinen ohjelma äänitiedostojen toistamiseen. Ohjelma kirjoitettiin Python-ohjelmointikielellä (Kuva 20). Ohjelma käynnistyessään antaa ensimmäisenä tiedon käyttäjälle siitä, kuinka ohjelma suljetaan. Tämän jälkeen jokaisella napin painalluksella aktivoituu kuhunkin nappiin yhdistetty mp3-tiedosto, joka toistetaan Raspberry Pi -tietokoneen jakkiliittimeen liitetystä kaiuttimista tai kuulokkeista. Äänitiedoston käynnistyttyä ohjelma tulostaa ruudulle tekstin, joka kertoo mikä äänitiedosto kyseisellä hetkellä soi. Kytkintä uudelleen painettaessa edellisen tiedoston toisto keskeytetään ja aloitetaan uuden toistaminen.

```

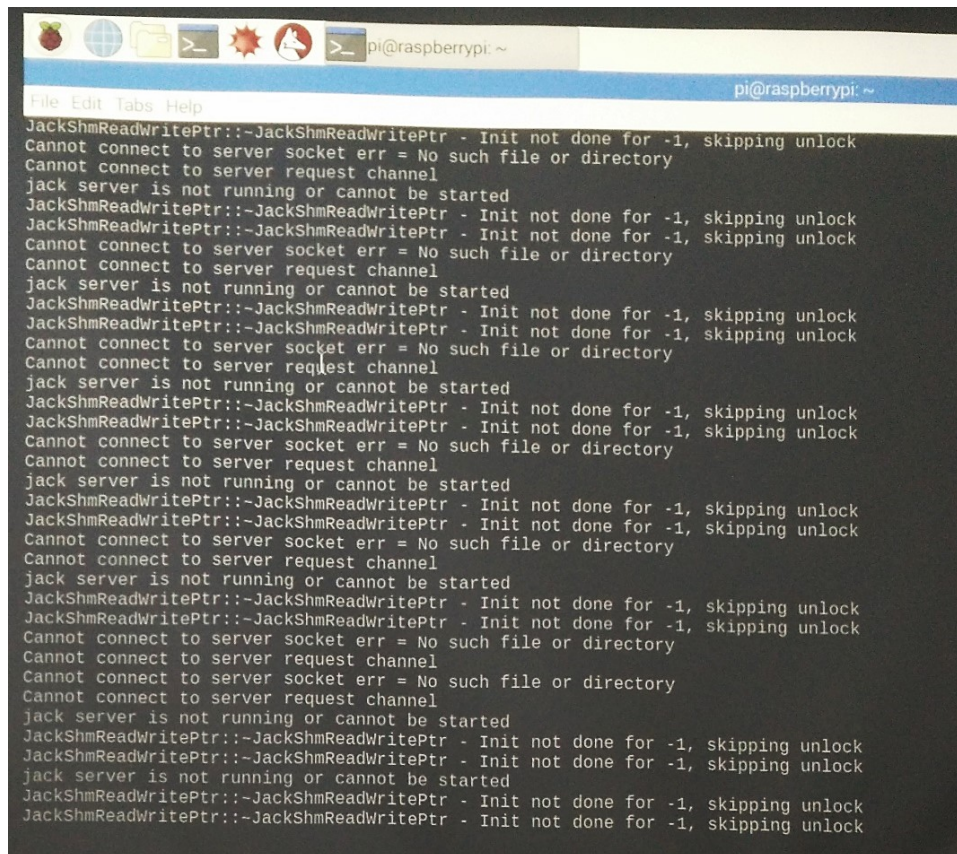
1  #!/usr/bin/env python
2
3  import os
4  import RPi.GPIO as GPIO
5  import time
6
7  GPIO.setmode(GPIO.BCM)
8  GPIO.setup(23, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
9  GPIO.setup(24, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
10 GPIO.setup(25, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
11
12 print('paina CTRL+C lopettaaksesi \n')
13
14 while True:
15     input_state=GPIO.input(23)
16     if input_state==False:
17         os.system('pkill mpg123')
18         os.system('mpg123 -q Bird-singing-song.mp3 &')
19         print('Nyt soi: Lintu')
20         time.sleep(0.2)
21
22     input_state=GPIO.input(24)
23     if input_state==False:
24         os.system('pkill mpg123')
25         os.system('mpg123 -q Noah-bells-melody.mp3 &')
26         print('Nyt soi: Kellot')
27         time.sleep(0.2)
28
29     input_state=GPIO.input(25)
30     if input_state==False:
31         os.system('pkill mpg123')
32         os.system('mpg123 -q Summer-insect-sounds-night.mp3 &')
33         print('Nyt soi: Luonto')
34         time.sleep(0.2);
35

```

Kuva 20. Kuvankaappaus ohjelman ensimmäisestä versiosta.

Alkuperäisen ohjeen mukaan rakennetun ohjelmarungon avulla äänitiedostojen toistaminen ei onnistunut, sillä laitteiston ja ajureiden kanssa oli hieman yhteensopivuusongelmia (Kuva 21). Tilanne ratkaistiin muokkaamalla hieman alkuperäistä ohjelmaa siten, että kuitenkin perustasoinen toiminnallisuus oli mahdollista saavuttaa.





```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
JackShmReadwritePtr::~JackShmReadwritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
Cannot connect to server socket err = No such file or directory
Cannot connect to server request channel
jack server is not running or cannot be started
JackShmReadwritePtr::~JackShmReadwritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
JackShmReadwritePtr::~JackShmReadwritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
Cannot connect to server socket err = No such file or directory
Cannot connect to server request channel
jack server is not running or cannot be started
JackShmReadwritePtr::~JackShmReadwritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
JackShmReadwritePtr::~JackShmReadwritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
Cannot connect to server socket err = No such file or directory
Cannot connect to server request channel
jack server is not running or cannot be started
JackShmReadwritePtr::~JackShmReadwritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
JackShmReadwritePtr::~JackShmReadwritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
Cannot connect to server socket err = No such file or directory
Cannot connect to server request channel
jack server is not running or cannot be started
JackShmReadwritePtr::~JackShmReadwritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
JackShmReadwritePtr::~JackShmReadwritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
Cannot connect to server socket err = No such file or directory
Cannot connect to server request channel
jack server is not running or cannot be started
JackShmReadwritePtr::~JackShmReadwritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
JackShmReadwritePtr::~JackShmReadwritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
Cannot connect to server socket err = No such file or directory
Cannot connect to server request channel
jack server is not running or cannot be started
JackShmReadwritePtr::~JackShmReadwritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
JackShmReadwritePtr::~JackShmReadwritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
Cannot connect to server socket err = No such file or directory
Cannot connect to server request channel
jack server is not running or cannot be started
JackShmReadwritePtr::~JackShmReadwritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
JackShmReadwritePtr::~JackShmReadwritePtr - Init not done for -1, skipping unlock

```

Kuva 21. Virheilmoitus alkuperäisen ohjeen mukaisesti tehdyn ohjelman käynnistyessä.

Ohjelma ei oletuksena käynnisty tietokoneen käynnistyessä, joten se tuli vielä määrittää erikseen Raspberry Pi -tietokoneen käynnistystiedostoon. Tämä toteutettiin muokkaamalla crontab-tilukkoa, johon lisättiin komento käynnistää ohjelma aina järjestelmän käynnistyessä. Crontab-tilukon ollessa tyhjä se ei tee oletusarvoisesti mitään, mutta sinne lisätessä dataa, se käy läpi tiedoston komennot aina Raspberry Pi:n käynnistyessä. Muita vaihtoehtoisia tapoja käynnistää ohjelma olisi liittää se toiseen tietokoneeseen tai erilliseen monitoriin ja manuaalisesti käynnistää ohjelma joka käynnistyskerralla. Nyt järjestelmä on kuitenkin mahdollista käynnistää niin sanotussa "headless" -tilassa, eli ilman erillistä monitoria ja näppäimistöä.

Ensimmäinen ohjelman versio oli käyttäjän kannalta hieman hankala, sillä siinä ei ollut mahdollista keskeyttää tiedoston toistamista. Ohjelmaan lisättiin muuttuja nytSoi, jonka avulla ohjelman on mahdollista tunnistaa, mikä ääniraita on kyseisellä hetkellä aktiivinen. Muuttuja nytSoi on oletusarvoisesti nolla. Mikäli pinniin 23 liitettyä kytkintä painetaan, ohjelma tarkistaa muuttujan nytSoi arvon. Mikäli nytSoi on jokin muu arvo kuin yksi, se siirtyy if-lauseeseen, joka käynnistää ensimmäisen äänitiedoston ja muuttaa nytSoi-muuttujalle arvon yksi. Nyt uudelleen kytkintä painettaessa muuttujan arvo on yksi, jolloin ohjelma siirtyy elif-lauseeseen, jossa se keskeyttää prosessin mpg123 ja palauttaa muuttujan arvoksi nolla. Johonkin toiseen pinniin liitettyyn napin painamiseen pätee sama logiikka.

Mikäli muuttujan nytSoi arvo on eri kuin napin järjestysnumero, siirrytään if-lauseeseen. Mikäli nytSoi-muuttujan arvo on sama, kuin napille määritelty järjestysnumero, siirrytään suorittamaan elif-lauseen komento.

```

1  |#!/usr/bin/env python
2
3  import os
4  import RPi.GPIO as GPIO
5  import time
6
7  GPIO.setmode(GPIO.BCM)
8  GPIO.setup(23, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
9  GPIO.setup(24, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
10 GPIO.setup(25, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
11
12 print('paina CTRL+C lopettaaksesi \n')
13
14 nytSoi = 0
15
16 while True:
17     input_state=GPIO.input(23)
18     if input_state==False and nytSoi!=1:
19         os.system('pkill mpg123')
20         os.system('mpg123 -q Bird-singing-song.mp3 &')
21         print('Nyt soi: Lintu')
22         nytSoi=1
23         time.sleep(0.2)
24     elif input_state==False and nytSoi==1:
25         os.system('pkill mpg123')
26         print('Lintu stop')
27         nytSoi=0
28         time.sleep(0.2)
29
30     input_state=GPIO.input(24)
31     if input_state==False and nytSoi!=2:
32         os.system('pkill mpg123')
33         os.system('mpg123 -q Noah-bells-melody.mp3 &')
34         print('Nyt soi: Kellot')
35         nytSoi=2
36         time.sleep(0.2)
37     elif input_state==False and nytSoi==2:
38         os.system('pkill mpg123')
39         print('Kello stop')
40         nytSoi=0
41         time.sleep(0.2)
42
43     input_state=GPIO.input(25)
44     if input_state==False and nytSoi!=3:
45         os.system('pkill mpg123')
46         os.system('mpg123 -q Summer-insect-sounds-night.mp3 &')
47         print('Nyt soi: Luonto')
48         nytSoi=3
49         time.sleep(0.2)
50     elif input_state==False and nytSoi==3:
51         os.system('pkill mpg123')
52         print('Luonto stop')
53         nytSoi=0
54         time.sleep(0.2)

```

Kuva 22. Ohjelman lopullinen versio.

Ohjelman lopullisessa versiossa siis äänitiedoston toisto katkeaa, mikäli samaa kytkintä painetaan toistamiseen. Tämä mahdollistaa sen, että käyttäjä voi keskeyttää äänitiedoston toiston halutessaan. Tämä tuo hieman lisää käyttömukavuutta kartan hallintaan, mikäli ääni on jo entuudestaan tuttu ja kartan tarkastelija haluaa vain muistin virkistykseen siitä, minkälainen ääni kuhunkin kytkimeen on liitetty.

## 5 TULOKSET

Molemmat testikävelyt suoritettiin Riihimäen kampuksella 25.4.2018 sokean koehenkilön kanssa. Kävely aloitettiin kulkemalla toisen kerroksen luokkatilaan D208 aulatilojen kautta C-siiven portaikosta. Luokassa D208 kuvailtiin aluksi sanallisesti reitti kohteena olevalle ensimmäisen kerroksen D-siiven ulko-ovelle. Tämän jälkeen reitti kuljettiin sanallisesti opastaen, ilman ulkoisia apuvälineitä. Toisella testikävelyllä koehenkilöä avustivat ääni- ja valomajakat.

### 5.1 Ensimmäinen testikävely

Koehenkilölle merkittäviä maamerkkejä ilman ulkoisten apuvälineiden tukea olivat sellaiset asiat, jotka ovat näkeväälle lähes hyödyttömiä tai jopa suunnistamista haittaavia elementtejä. Tällaisia maamerkkejä olivat esimerkiksi pylvää ja ilmoitustaulut D-siiven käytävän oikealla seinällä, joita laskemalla on mahdollista hahmottaa omaa sijaintia.

Heti pylväiden jälkeen kello kahdessa olevat lasiovet tuntuvat hyvin kädellä tunnustellessa erilaiselta muuhun seinään nähden. Kummassakin ovesa on yksi vetokahva ja yksi kääntökahva (Kuva 23). Tämä aiheuttaa hämmennystä, sillä kääntökahva jää vetokahvan alle ikään kuin piiloon eikä ovi aukea kumpaankaan suuntaan vain vetämällä. Ovia voi siis olla haastava avata ilman tietoa kääntökahvan sijainnista.



Kuva 23. D-siiven portaikon kahvat ensimmäisessä kerroksessa.

Porraskäytävässä tulee kulkea tasannetta pitkin ennen portaikkoon saapumista. Varsinaista käsijohdetta tai muuta opastetta kohti portaikkoa ei ole, joten ensimmäisen askelman löytäminen voi olla hidasta ja haastavaa. Oikean käden puolella portaikon keskellä kulkee yksi yhtenäinen käsijohde. Vasemman käden puolella puolestaan käsijohde alkaa vasta portaiden ensimmäisen askelman jälkeen sekä ylhäällä että alhaalla. Vasemman puolen käsijohde ei jatku porrastasanteella vaan jatkuu vasta tasanteen jälkeen uuden askelman kohdalla.



Kuva 24. D-siiven portaikon alapää, seinän käsijohde.

Portaikosta poistuessa on vastassa jälleen lasiset pariovet kaksilla kahvoilla. Matka viimeiseltä askelmalta oville on lyhyt, mikäli oven näkee, mutta ilman opasteita sokea voi eksyä helposti jo tällaisella matkalla.

Yksi suurimmista haasteista oli antaa riittävästi tietoa ensimmäisen kerroksen portaikon ovilta kohti ulko-ovea. Suunnan tulisi olla noin kello yhden suuntaan suoraa portaikon ovilta, mutta käytävän varrella olevat esteet kuten polkupyörät ja pöydät estävät seinän myötä kulkemisen ja aiheuttavat vaaratilanteen, mikäli niihin törmää. Tällaiset esteet aiheuttavat helposti sekaannusta uudessa tilassa suunnistettaessa. D-siiven aulan tuulikaapista poistuminen ulos onnistui koehenkilöltä vaivatta.

## 5.2 Kohokartan tarkastelu

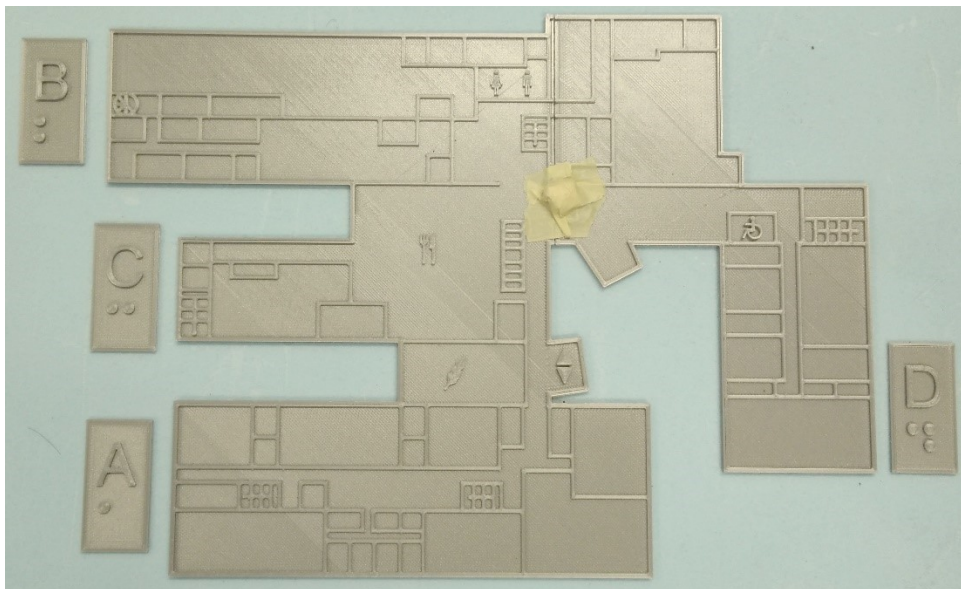
Ensimmäisen kävelyn jälkeen kohokarttaa tarkasteltiin pääovien läheisyydessä sijaitsevan infopisteen luona. Näkeville ilmiselvät asiat kartassa

osoittautuivat koehenkilön tarkastelussa varsin epäselviksi. Karttaan merkityjä portaikkoja oli vaikea löytää, sillä niiden ympärille oli merkattu seinät käytävätilan linjojen yhtenäistämiseksi. Tämä oli kuitenkin ylimääräinen elementti, jonka vuoksi portaikkoja oli vaikea hahmottaa kartasta omina elementteinään.

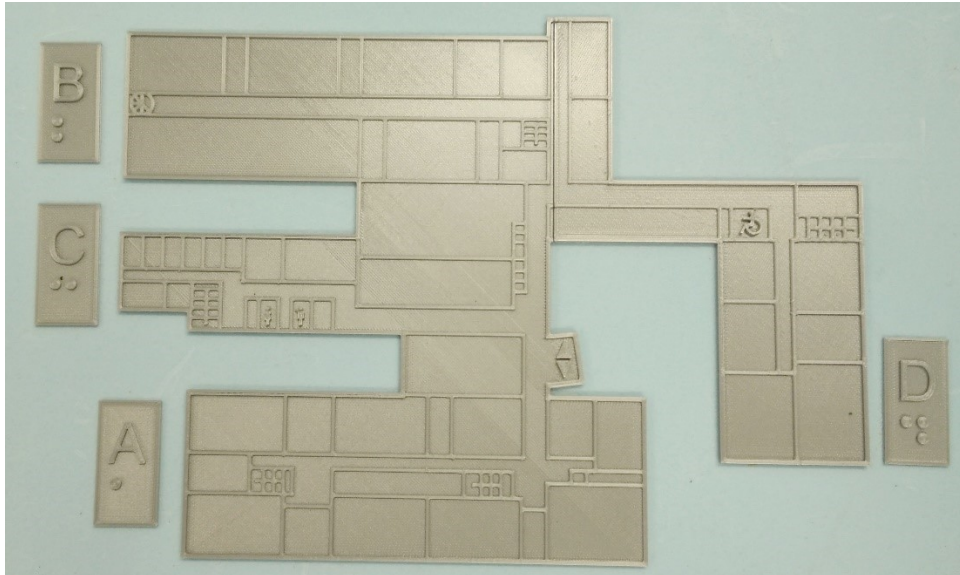
Oman sijainnin paikannus kartalla oli vaikeaa. Infopisteen symboli jäi liian matalaksi, jotta sen olisi voinut löytää kartalta yhdellä kevyellä käden pyyhkäisyllä. Paikannuksen helpottamiseksi karttaan lisättiin kesken sen tarkastelun maalarinteipillä pallo, jonka avulla infopisteen löytäisi nopeammin (Kuva 25, Kuva 26, Kuva 27). (Liite 6)

Riihimäen kampus oli haastava kokonaisuus hahmottaa erillisine siipineen. Tähän hahmottamiseen auttoi kuitenkin ensimmäinen kartan koevedos, jonka avulla koehenkilö kykeni hahmottamaan siivet erillisiksi osioiksi helpommin, kuin alustaan kiinnitetystä hieman paksummasta kohokartasta.

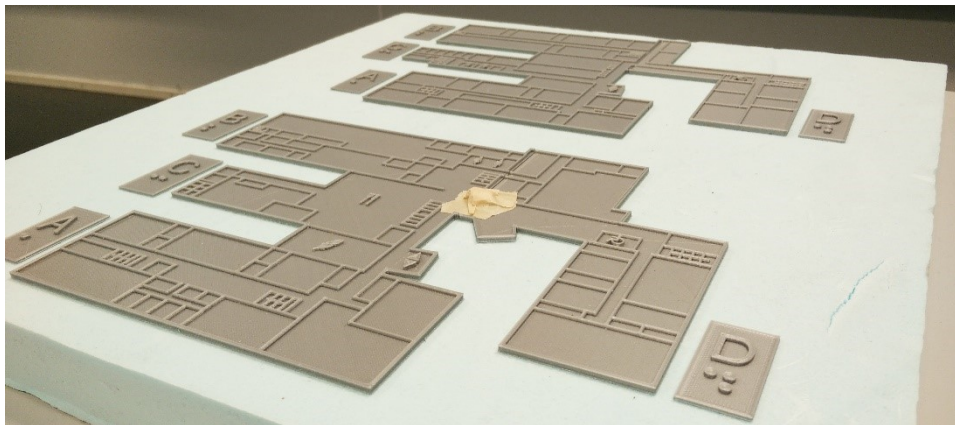
Symbolit ovat helppo tapa näkeväälle tarkastella kartan elementtejä, mutta sokealle tällaisilla muodoilla ei välttämättä ole minkäänlaista merkitystä. Symboleja käytettäessä niiden tulisi olla äärimmäisen yksinkertaisia ja aina samankaltaisia. Pienetkin erot voivat tuntua käsiin erilaisilta, joten yksi yhtenäinen standardi tarkkoine mittasuhteineen olisi lähestulkoon pakollinen, mikäli karttoja toteutettaisiin laajemmin yleispätevään käyttöön jokaiseen julkiseen tilaan.



Kuva 25. Ensimmäinen kerros tulostettuna ja liimattuna alustalle.



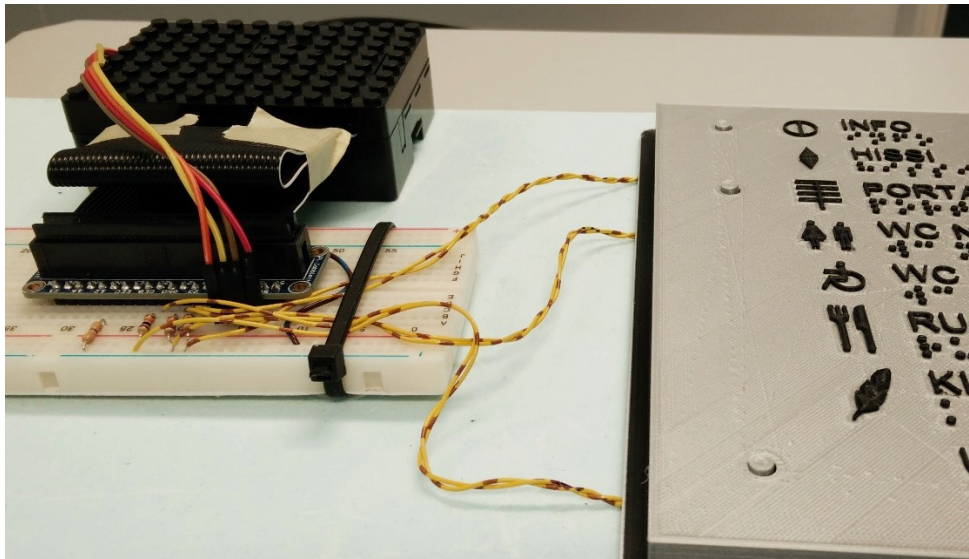
Kuva 26. Toinen kerros tulostettuna ja liimattuna alustalle.



Kuva 27. Kohokarttakokonaisuus.

Karttaa tarkastellessa jokaisella on omat yksilölliset tapansa tulkita tunnus-  
telemiaan elementtejä, joten subjektiivinen kokemus vaikuttaa myös mer-  
kittävästi siihen, kuinka selkeänä kartan hahmottaa.

Kartta-avaimella olevat tekstit ja symbolit osoittautuivat aluksi haastavaksi  
hahmottaa. Osa pistekirjoituksella tulostetusta tekstistä ei erottunut riit-  
tävän selkeästi ja esimerkiksi R-kirjain tuntui aluksi koehenkilön mukaan  
jonkinlaiselta kuviolta. Pistekirjoituksen tulisikin olla riittävän väljällä fon-  
tilla toteutettu, jotta teksti on mahdollista erottaa tunnistellen. Samalla  
myös näkeville suunnattu kohokuvioitu teksti saattoi lisätä hämmennystä.  
Tekstien sijoittelu olisi siis voinut olla aavistuksen verran väljempää (Kuva  
28).



Kuva 28. Raspberry Pi ja kytkimet liitettyinä kartta-avaimeen.

### 5.3 Toinen testikävely

Toinen testikävely suoritettiin kohokartan tarkastelun jälkeen. Kohokartan ohessa olevalla kartta-avaimella kuullut ääniraidat olivat toisen kävelyn aikana sijoitettu yksi kuhunkin kohtaan: D-siiven portaikon yläpään ja saman portaikon alapään, D-siiven ulko-ovelle, sekä pääaulan infopisteelle. Infopistettä lukuun ottamatta äänimajakat sisälsivät äänimaiseman lisäksi sanakarttamaisen kuvailun kyseisestä tilasta etenemissuuntaan nähden. Esimerkiksi D-siiven portaikon yläpäässä toistettiin saneltu teksti ”D-siipi portaikko, toinen kerros. Lasisen parioven takana on U-kirjaimen muotoinen portaikko, joka kaartuu oikealle.” (Liite 7)

Ensimmäiset havainnot toisen testikävelyn aikana kiinnittyivät siihen, kuinka paljon vaivattomampaa suunnistaminen oli ääneen perustuvan informaation kanssa. Käytävän pylviäitä ei ole tarve laskea tai havainnoida, mikäli merkittävässä risteyspisteissä on äänimajakka antamassa tietoa sijainnista.

Majakoiden sijoittelulla on suuri merkitys suunnistaessa uudessa ympäristössä. Toisen kerroksen portaikon äänimajakka oli sijoitettu oven viereen lattialle ja testihenkilö suunnisti suoraan pistemäisen äänilähteen luokse, hieman sivuun ovesta. Majakat tulisikin sijoitella mahdollisimman tarkasti juuri sinne, missä tavoiteltava kohde, kuten ovi on. Tässä tapauksessa majakka olisi ollut hyvä ripustaa suoraan oven yläpuolelle keskelle karmia. Näin oven ja kahvan löytäminen olisi nopeutunut merkittävästi.

Infopisteen äänimajakkan ääneksi valikoitui linnun laulua toistava ääniraita ja ulko-ovelle puolestaan äänimaisema metsästä, jossa äänitelee hyönteisiä. Nämä kaksi ääniraitaa olivat liian samankaltaiset ja hyönteisten siritys on helposti sekoitettavissa linnun lauluun. Nämä kaksi sekoittuivat toisiinsa jo kartan ensitarkastelussa, mutta myös varsinaisella testikävelyllä.



Ulko-oven suunta muuttui epävarmaksi äänimajakoiden risteyspisteessä, jossa kuului ääni kolmesta lähteestä yhtä aikaa. Portaikko ja luontoäänet olivat riittävän erilaisia erottuakseen toisistaan ja portaikon kohdalla olevan äänimajakan kellojen sointi oli helppo havaita jo kaukaa. Sen sijaan juuri tässä kolmen äänimajakan risteyskohdassa soiva linnun laulu ja hyönteisten ääntely muistuttivat niin paljon toisiaan, että koehenkilö ei osannut enää päättää, kumpaan suuntaan lähtisi kulkemaan tästä pisteestä.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyön prosessien seurauksena havaittiin kehitettäviä kohteita itse rakennetussa ympäristössä. Toteutetun työn osalta havaittiin myös erittäin hyviä kehityskohteita tulevia toteutuksia ajatellen.

### 6.1 Johtopäätökset

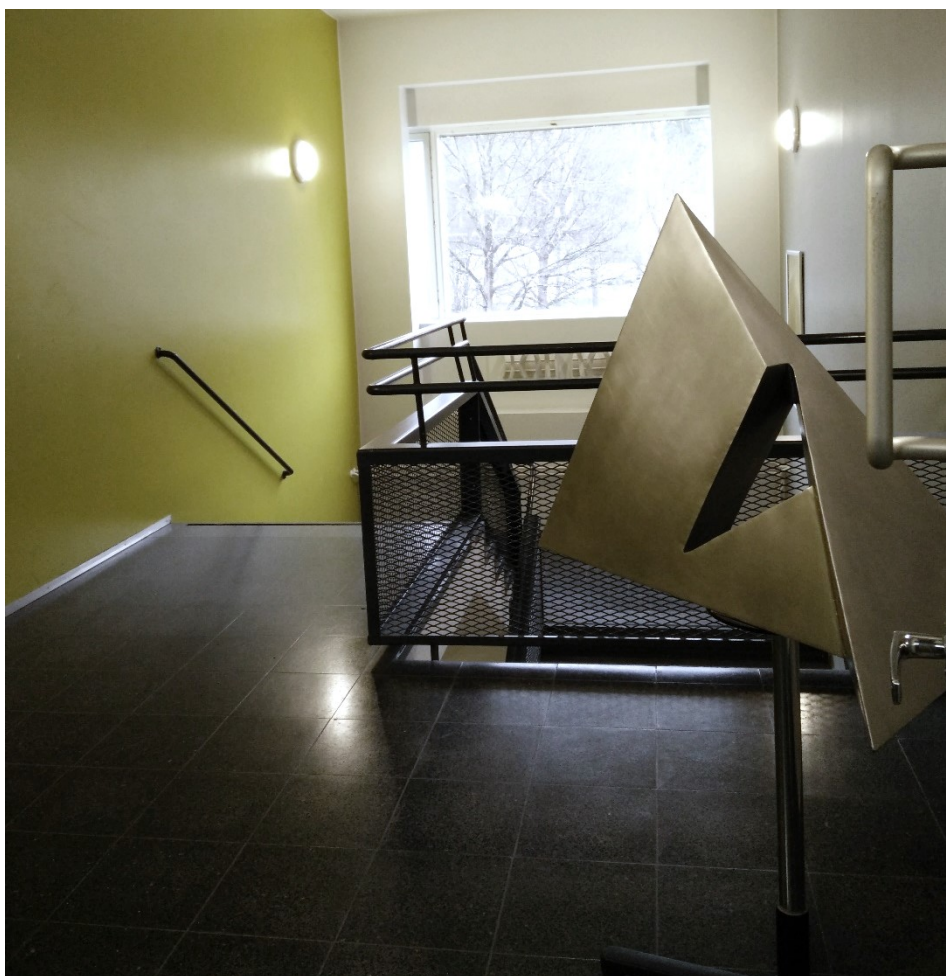
Yleisesti paloturvallisuuden kannalta reittiä tarkastellessa voidaan havaita, että jo kertaalleen opastaen kävelty reitti tuntui edelleen haastavalta kulkea, vaikka koehenkilö kykeni kulkemaan muistin varassa jo kohtuullisen sujuvasti haluttuun pisteeseen. Kulkemista avustavat äänimajakat kuitenkin helpottivat reitin muistamista ja oikean suunnan löytämistä merkittävästi. Kiireellisessä ja stressaavassa tilanteessa korostuu hyvin suunnitellun tukijärjestelmän merkitys.

Reitillä havaittiin puutteita, joihin tulisikin puuttua pikimmiten, jotta tilat olisivat aidosti esteettömät. Esimerkiksi pyörätuolilla liikkuvan henkilön kannalta tilat ovat melko epäkäytännölliset kulkea. Kynnykset ovat madalletut kaikissa tiloissa, mutta koko rakennuksessa on kuitenkin vain yksi hissi, joka käytännössä pakottaa kulkemaan yhden pisteen kautta kerrosten välillä. Tämä hankaloittaa kulkemisen sujuvuutta. Olettaen, että kulku A-siiven yhteydessä olevalle hissille olisi esimerkiksi tulipalon vuoksi estynyt, on ulospääsy rakennuksesta omin avuin käytännössä mahdotonta.

Turvallisia odotustiloja ei ole merkitty yhteenkään sellaiseen porraskäytävään, joka tällaisen tilan ehdot täyttäisi. Portaikkojen yläpään olisi hyvä sijoittaa henkilökuljetukseen tarkoitettut porraskiipijät, joiden avulla liikkumisesteinen henkilö olisi mahdollista auttaa turvaan myös portaikon kautta. Porraskiipijä on apuväline, jolla on mahdollista joko mekaanisesti tai sähköisesti avustaa pyörätuolia käyttävää henkilöä kulkemaan portaissa. Tällaiset apuvälineet maksavat tyyppillisesti kuitenkin joitain tuhansia euroja, joten niiden puute on sinänsä ymmärrettävää suhteellisen suuren kasvavan laskun vuoksi.

Sokean henkilön kannalta eräs suurimpia haasteita on erilaiset esteet käytävillä, joihin voi törmätä epähuomiossa. Valkoisen kepin kanssa kulkiessa

eteen sattuvia esteitä on mahdollista ennakoida, mutta toisinaan kepin heiluriliike saattaa osua juuri sellaisiin kohtiin, joissa esteitä ei ole lattiatasossa, mutta ovat esimerkiksi jalustalle korotettuna. Tällaisia elementtejä löytyi esimerkiksi D-siiven porraskäytävästä, jossa on jalustalla seisova veistos välittömästi oven eteen sijoitettuna (Kuva 29). Tällaiseen on helppo epähuomiossa törmätä etsiessään portaikkoa, sillä veistos seisoo ohuen jalan varassa ja levenee vasta hieman yli metrin korkeudessa. Toinen reitille sijoitettu hankala kulkemisen este on sisätiloihin sijoitellut pöydät ja polkupyörät, jotka lisäävät mahdollista sekaannusta omasta sijainnista (Kuva 30). Etenkin kiireessä liikkuen tällaiset esteet voivat olla vaarallisia niihin kompastuessa tai suuntavaiston sekoittuessa.



Kuva 29. Portaikon yläpään veistos.



Kuva 30. Reitti D-siiven ulko-ovelta portaikkoa kohti.

Luokahuoneiden ja toimistotilojen tunnuksset sekä selitteet ovat merkitty oven viereen tekstilaatoilla (Kuva 31). Tämä palvelee ainoastaan näkevää, jolloin sokean on käytännössä mahdotonta löytää esimerkiksi jonkin tietyn henkilön toimistoa ilman ulkopuolista apua. Tämä olisi helppo korjata lisäämällä sama teksti myös pistekirjoituksella nimikilpiin ovien viereen. Nimikilpien löytäminen itsessään voi olla jo haaste, mutta vaihtoehtoisesti tämän informaation jokaisen huoneen tunnuksesta voisi sijoittaa esimerkiksi ovenkahvan sisäpuolelle, jolloin kahvaa tunnustelemalla saa välittömästi tiedon kyseisestä tilasta. Tällä samalla metodilla myös ulko-ovet ja portaikot voisi vaivattomasti nimikoida. Jokaiseen kahvaan tai käsijohteesseen sisäpuolelle lisätty teksti on näkymättömissä muilta käyttäjiltä, mutta palvelisi sokeaa.



Kuva 31. Tekstilaatta luokkatilan oven vieressä.

## 6.2 Työssä kohdattuja haasteita

Python on minulle täysin tuntematon ohjelmointikieli, joten ongelmatilanteissa toimivan ratkaisun löytäminen oli hidasta. Idioottivarman ohjelman toteuttaminen oli haastavaa, sillä sen aikaansaamiseksi olisi vaadittu hieman syvempää tietoa muun muassa Linuxin toiminnasta ja komennoista, sekä Python-ohjelmointikielen syntaksin parempaa tuntemusta. Hienostuneemmat ratkaisut olivat siis käytännössä mahdottomia alun pohjatiedoilla. Lopputuloksessa napit käytännössä aloittavat raidan aina uudelleen alusta, mikäli nappia painetaan tarpeeksi pitkään pohjassa. Napit ovat siis suunniteltu lähinnä kertaluontoiseen painamiseen.

3D-mallintaminen oli mielekästä, mutta työn kulku oli aloittelijalle tyypillisesti hieman hankalaa. Suurimmat haasteet olivat mallin työstäminen 3D-tulostamiseen soveltuvaan muotoon. Tässä yhteydessä siis vain tietokoneen ruudulla visuaalisesti toimivat muodot eivät välttämättä olekaan suoraan yksi yhteen tulostettavan mallin kanssa. Lisäksi elementit tulisi suunnitella lähtökohtaisesti siten, että ne on mahdollista tulostaa ilman tukimateriaaleja alhaalta ylös. Tällöin muodon tulee olla siis pääsääntöisesti ylöspäin kapeneva.

Lisäksi haasteita 3D-mallinnuksessa toi sujuvan työnkulun puuttuminen. Perustaidot mallinnuksessa puuttuivat, mutta ne karttuivat työn edetessä. Eräitä suurimpia haasteita oli esimerkiksi ratkaista kuinka saada vain yksinkertaisina viivoina piirretyt seinät pyöreiksi linjoiksi ja kulmat yhdisteltyä tasaisiksi kokonaisuuksiksi. Tähän auttoi lopulta Weld (hitsaa) ominaisuuden löytäminen, mutta sitä ennen linjat olivat sotkuisen epätasaisia ja näyttivät epäammattimaisilta.

Ensimmäisen vaiheen 3D-mallin konseptoinnissa mittakaava oli väärä mallinusuohjelmassa ja alkuperäinen malli olikin useita kymmeniä metrejä pitkä. Konseptointipohjan malli tuli kuitenkin rakentaa alusta uudelleen fiksummalla rakenteella, joten tästä ei koitunut liikaa haittaa tulostuksen kannalta.

Lopullisessa mallissa tuli huomioida myös 3D-tulostimen tulostuspinta-ala. Malli tuli tulostaa useassa osassa ja siihen piti mahduttaa oma paikkansa myös kaiuttimille, kytkimille, Raspberry Pi:lle ja koekytkentälevylle. Näiden sijoittelu oli haastavaa, sillä mallin koko tuli säilyttää käsin tunnustelun kannalta sopivan kokoisena. Alkuperäisen ajatuksen mukaan malli olisi tullut mukaan kannettavaksi, ikään kuin vierailijan tueksi Riihimäen kampuksella käynnin ajaksi. Lopullinen malli oli kuitenkin hieman liian iso taskuun sujautettavaksi.

Jatkokehityksen kannalta olisi fiksua toteuttaa kartta monivärisenä, jotta siitä olisi mahdollista erottaa eri tilat myös silmin tarkastelemalla. Nyt käytössä oli vain kaksi eri väriä, jolloin kovin monimutkaista ja erottelevaa karttaa ei ollut mahdollista toteuttaa. Yksityiskohtia on toki mahdollista

maalata karttaan vielä erikseen, mutta tässä on aina riskinä maalausjäljen epätasaisuus, joka lisää enemmän hämmennystä kuin erottelevuutta etenkin sokean tarkastelijan kannalta, mikäli pinnan tekstuurit muuttuvat liian samankaltaisiksi tai maalattujen alueiden rajat ovat liian epätarkkoja. Henkilölle, jolla ei ole minkäänlaisia näön esteitä ei värit ole yhtä suuressa osassa, kuin esimerkiksi heikkonäköiselle, jolle puolestaan selkeät värit ja suuri kontrastiero pintojen välillä auttavat merkittävästi hahmottamisessa. Samoin esimerkiksi ymmärtämisen tai hahmottamisen vaikeuksien kanssa väreiltään ja kontrasteiltaan selkeämpi kartta voisi helpottaa sen tulkitsemista.

Varsinainen paloturvallisuusnäkökulman huomioiminen käytännön toteutuksessa jäi loppujen lopuksi hieman pienempään rooliin, mitä alun alkaen oli tarkoitus toteuttaa. Tämä johtui muun muassa työn kannalta tärkeiden osien saapumisen myöhästymisestä, jonka vuoksi varsinaista testausta monipuolisemman järjestelmän rakentamiseksi ei voitu toteuttaa. Perusrunkoinen suunnitelma oli mahdollista toteuttaa, mutta yksilöidympiä ratkaisuja esimerkiksi puhelinsovelluksen avulla kunkin äänimajakana aktivoiminen käyttäjän määräämän kohteen mukaan jäi puuttumaan työn toteutuksesta.

### 6.3 Kokonaiskuva

Toteutusvaiheen haasteista huolimatta tämän opinnäytetyön eri työvaiheet sujuivat yllättävän kitkattomasti kokonaisuutta tarkastellessa. Tähän todennäköisesti vaikutti huolellinen pohjatyö, jonka avulla oli helppo seurata valmista runkoa alusta loppuun saakka. Lisäksi aiheeseen liittyen on tarjolla riittävästi tutkimustietoa, joka helpotti teoriaosuuden ja työn suunnittelun vaiheita merkittävästi.

Äänityöskentelyn osalta työ oli mutkaton toteuttaa. Sopivien äänitiedostojen etsiminen oli mielekästä, sillä valmiita ei kaupalliseen käyttöön tarkoitettuja tiedostoja tarjoavia sivustoja löytyy Internetistä lukuisia. Valinnan vapautta siis riitti hienosti.

Tarkat ja kohtuullisen kattavat ohjeet elektroniikkaosuuden toteutuksessa helpottivat työtä, kun ei tarvinnut lähteä liikkeelle täysin tyhjästä. Soveltaminen oli helppoa valmiin rungon ympärille. Itse laitteisto ei ollut tässä opinnäytetyössä varsinainen pääkohde, joten sen pysyessä yksinkertaisena ja aloittelijallekin helposti rakennettavana kokonaisuutena, oli ratkaisu suhteellisen vaivatonta soveltaa ennalta opittujen ohjelmointitaitojen sekä Internetin keskustelufoorumien apuun nojaten.

3D-kohokartan mallinnus oli tässä työssä kenties eniten aikaa kuluttava osio. Monipuolisten työvaiheiden edetessä mallinnusohjelma alkoi kuitenkin käydä tutummaksi ja lopulta aiemmat haasteet oli helppo selättää ja

työnkulku alkoi tuntua jo suhteellisen sujuvalta. Loppuvaiheessa mallinusta sai myös hyvin korjailtua aiempia virheitä ja viimeisteltyä ulkoasua selkeämmäksi.

Kohokartta onnistui heti ensimmäisellä koevedoksella jo kohtuullisen hyvin, eikä siinä ilmennyt mitään perustavanlaatuisia ongelmia, joiden vuoksi koko kartan mallintaminen olisi tullut aloittaa täysin alusta. Pienet korjausliikkeet kuuluvat aina asiaan, näiden avulla karttaa sai jalostettua entistä paremmaksi. Lopullinen kartta oli miellyttävän tuntuinen ja käsittelyjen jälkeen se näytti hyvältä ja tuntui riittävän selkeältä ja yksinkertaiselta, jotta sitä kykenisi tarkastelemaan vaivatta ilman ennakkoon valmistautumista.

Vaihtoehtoisia toteutustapoja tämänkaltaiselle työlle olisi ollut lukuisia. Elektroniikkapuolella olisi voinut käyttää Raspberry Pi:n sijaan esimerkiksi Arduino mikro-ohjainta, mutta Raspberry Pi:n ollessa täysikokoinen tietokone vain murto-osassa normaalin tietokoneen koosta, koin sen palvelevan alkuperäistä tarkoitustani Arduinoa paremmin. Etenkin jatkokehityksen kannalta Raspberry Pi tuo merkittävästi lisäarvoa työlle, jota voisi viedä eteenpäin esimerkiksi ohjailemalla kaiuttimia Bluetooth-tekniikan avulla automaattisesti.

#### 6.4 Palaute tilaajalta

Testikävelyn jälkeen saatu palaute työn tilaajalta oli yleisellä tasolla myönteistä. Toteutuksessa oli kuitenkin puutteita, joita oli vaikea työtä tehdessä ratkaista. Näitä puutteita oli muun muassa karttaan merkattujen määkkien erottuvuuden puute. Silmin tarkastelemalla kartta oli selkeä, mutta sokealle haasteellinen. Puuttuvia elementtejä oli muun muassa kohta, joka merkkää karttaa tarkastelevalle sijainnin suurella puolipallolla. Tällainen ”olet tässä” -tyyppinen merkki auttaisi karttaa tarkastelevaa henkilöä sijoittamaan itsensä kartalle nopealla tarkastelulla.

Lisäksi työstä jäi puuttumaan laajat sanakartat. Näitä olisi voinut käyttää yhdessä kartan kanssa apuna hahmottamaan kampusaluetta. Nyt suppeat sanakartat oli liitetty vain kuhunkin äänimajakkaan D-siivessä. Äänimajakoiden ääni oli liian samankaltainen infopisteellä ja D-siiven uloskäynnillä. Parannusehdotuksia äänimajakoiden ääniin olisi esimerkiksi korkokengistä lähtevä ääni portaikkoon ja mekaanisen kirjoituskoneen ääni infopisteelle.

Varsinainen paloturvallisuuden kehittäminen jäi työn toteutuksesta hieman hatarammalle pohjalle. Yleisellä tasolla tarkastellen oli mahdollista liittää toteutus tähän, mutta vielä tähän pisteeseen saakka toteutettu tehty työ ei takaa helpompaa poistumista paloturvallisuuskulmasta katsoen ilman etukäteistä tutustumista opasteisiin.

Testihenkilöltä saatu palaute myötäili työn tilaajalta saatua palautetta. Kartta oli sen auki selittämisen jälkeen kohtuullisen helppoa tarkastella,

vaikkakin esimerkiksi kerrosten välinen siirtymä oli vaikea hahmottaa. Kartalla esimerkiksi C-siiven rappuja seuraten oli käytännössä mahdoton hahmottaa, missä kohden toisessa kerroksessa kyseiset raput olivat.

Käytännön ympäristöstä puuttuivat äänimajakat koko kampuksen kattavasti, joten oikean reitin löytäminen luokasta D208 ulko-ovelle onnistui, mutta kartalta oikean pisteen löytäminen tuotti kuitenkin haasteita. Kulkureitti C-siiven portaikon kautta D-siipeä kohti oli kenties liian monimutkaista etenkin, kun äänimajakat puuttuivat tältä reitiltä.

## 6.5 Käyttöönotto

Kohokartta ja laitteisto sellaisenaan eivät ole vielä käytännön kannalta toimivia, jotta ne voisi ottaa käyttöön kampusalueella. Niiden avulla on mahdollista havainnollistaa rakennuksen muotoa yleisellä tasolla, mutta esimerkiksi yksittäisten luokkatilojen löytäminen ei ole mahdollista. Käytävän seuraaminen seinäviivoja seuraamalla oli mahdollista, mutta ei vielä riittävän vaivatonta. Karttaa tulisikin yksinkertaistaa entisestään, jotta käytävälle jäisi riittävästi pinta-alaa. Tällöin se erottuisi entistä selkeämmin muusta tilasta. Mikäli käytävälle saisi enemmän alaa esimerkiksi pienentämällä luokkahuoneiden suhteellista kokoa käytävään nähden, sille voisi myös sijoittaa alun perin suunnitellun pisteiviivan, joka johtaa uloskäynteille.

Kerroksista tulostetut kartat voisivat olla vielä suurempia, mitä ne nyt ovat. Yleinen virhe on jättää elementit liian pieniksi. Näin kävi myös tähän työhön suunnitellussa kartassa. Mikäli karttaa tarkastelevalla henkilöllä olisi vain heikentynyt näkökyky tai ei lainkaan ongelmia näössä, tämä kartta helpottaa rakennuksen hahmottamista.

Riihimäen kampukselle on suunnitteilla suuremman luokan muutostöitä tulevaisuudessa, joten tämän kartan malli vanhenee remontin valmistuttua. Yleispätevänä mallina tämä kuitenkin toiminee myös remontin jälkeen, vaikka luokkajako hieman muuttuisikin osassa rakennusta.

## 6.6 Jatkokehitys

Ensimmäinen vaihe jatkokehitykselle voisi olla lisätä äänimajakoita koko Riihimäen kampukselle, sekä useampi kytkin itse kohokartan kartta-avaimeen. Näin koko kampusalue saataisiin katettua äänimajakoilla ja kulkemista olisi mahdollista helpottaa ja järjestelmä ottaa kenties jopa sellaisenaan käyttöön. Nyt testattu järjestelmä tässä muodossaan toimi vain pienellä osa-alueella. Tämänkin saattoi aiheuttaa osaltaan hämmennystä testikävelyn aikana, kun kaikki käytetyt elementit ympäristössä eivät olleetkaan varusteltuja äänimajakoilla.

3D-tulostetun kartan hyödyt ovat sen monimuotoisuudessa. Se palvelee sekä näkevää että sokeaa käyttäjää. Seuraava vaihe tämän työn jatkokehityksessä voisi olla tutkia sitä, kuinka käytetyt kaiuttimet olisi mahdollista liittää Raspberry Pi-tietokoneen kautta ohjailtaviksi siten, että äänimajakka aktivoituu aina kun tietokone on sen lähikentässä ja kohokartalta painetaan kytkintä. Näin kytkimelle osoitettu signaali toistuisikin todellisessa ympäristössä kohokartan kaiuttimen sijaan.

Tämän työn pääfokuksena oli ennen kaikkea yhtenäisen kokonaisuuden luominen, jolloin laitteiston lopullinen tarkoitus oli vain tukea yleistä konseptia. Kokonaisuudesta olisi voinut saada täysin automaattisen Bluetooth-tekniologiaa hyödyntäen, jolloin kaiuttimet voitaisiin aktivoida esimerkiksi kohokartalta ja ne soittavat ääniraitaa niin pitkään, kunnes kohokartalta annetaan käsky lopettaa. Tämä systeemi käytännössä muistuttaa iBeacon-järjestelmää käänteisenä, jossa puhelimesta aktivoituu sanakartta sen saapuessa iBeaconin lähietäisyydelle. Tällaisen iBeacon-järjestelmän ongelma on kuitenkin informaatiotulva, jota joutuu itse rajoittamaan esimerkiksi keskeyttämällä iBeaconilta aktivoitunut viesti. Vielä monipuolisemmaksi systeemin olisi voinut kehittää, mikäli sen olisi saanut yhdistettyä rakennuksen yleiseen hälytysjärjestelmään ja sen avulla voisi käynnistää äänitiedostojen toistamisen esimerkiksi infopisteestä käsin tai hälytystilanteessa suoraa rakennuksen palokeskuksesta.

Toinen hyvä kehityskohde voisi olla luoda kohokartta haptista näyttötekniologiaa hyödyntävän kosketusnäytön avulla, jolta voisi tunnustella kartan muotoja. Haptisen näyttötekniologian peruserä on käyttää elektrostaattisia kenttiä stimuloiden kitkaa ja näin luoden illuusion tekstuurista muutoin tasaisella näytöllä. (Keene, 2011) Haasteena haptisessa näytössä saattaisi silti olla sen pieni koko. Helppotajuinen kohokartan pääidea on siinä, että sitä on mahdollista käsitellä yhtenä kokonaisuutena. Tällöin mitasuhteita on helppo arvioida esimerkiksi oman kämmenen leveyden avulla tai silmin tarkastelemalla. Kartan tulee olla riittävän iso, jotta se olisi helposti hahmotettavissa. Tätä ei puolestaan ole mahdollista toteuttaa pienellä näytöllä, jolloin näytön vierittäminen kartan tarkasteluksi on välttämätöntä.

Haptisen näytön etuja tosin olisi sen nopea skaalautuvuus. Jokainen käyttäjä voisi personoida kartan juuri omille tarpeille sopivaksi tai ohjelmaan voisi luoda muutamia mallipohjia, joissa kartassa olisi korostettuna käyttäjän kannalta oleellisimpia kohtia. Esimerkiksi suunnistautuminen tilasta toiseen voisi helpottua, mikäli käyttäjä voisi asettaa sovellukselle lähtöpisteen ja kohteen ja ohjelma skaalaisi kartan juuri kuhunkin tarpeeseen soveltuvaksi.



## LÄHTEET

- BlindSquare. (2015, Toukokuu 31). *MIPsoft Reveals BlindSquare 3.0*. Retrieved from BlindSquare: <http://www.blindsquare.com/press/>
- Hämeen ammattikorkeakoulu Oy. (2017). *Moniaistisuus ja avustava teknologia*. Noudettu osoitteesta HAMK: <http://www.hamk.fi/tyoelamalle/tutkimusyksikot/alykkaat-palvelut/moniaistisuus-ja-avustava-teknologia/Sivut/projektit-ja-hankkeet.aspx>
- Keene, J. (2011, 12 2). *Senseg creates textures on perfectly flat touchscreen displays*. Retrieved from The Verge: <https://www.theverge.com/2011/12/2/2605173/senseg-tactile-display-technology-tablet-demo-video>
- Kuuloliitto ry. (n.d.). *Kuulo*. Retrieved from Kuuloliitto: <https://www.kuuloliitto.fi/kuulo/>
- Ojamo, M. (2016). *Näkövammarekisterin vuosikirja 2016*. Helsinki: Näkövammaisten liitto ry, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Retrieved from [http://www.nkl.fi/index.php?\\_\\_file\\_display\\_id=12155](http://www.nkl.fi/index.php?__file_display_id=12155)
- Raspberry Pi*. (n.d.). Retrieved from <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- Sklar, M. (2015). *Playing sounds and using buttons with Raspberry Pi*. Adafruit learning system.
- Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö & Semantix Finland Oy. (2017). *Liikkumis- ja toimimisesteisten henkilöiden evakuointi*. Helsinki.
- Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö. (n.d.). *Turvallisuuskävely*. Retrieved from SPEK: <http://www.spek.fi/Suomeksi/Turvatietao/Paloturvallisuus/Tyopaikalla/Turvallisuuskavely>
- Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö. (n.d.). *Turvallisuutta kannattaa harjoitella*. Retrieved from Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö: <http://www.spek.fi/Suomeksi/Turvatietao/Paloturvallisuus/Lasten-kanssa/Turvallisuutta-kannattaa-harjoitella>
- Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö; Semantix Finland Oy. (2017). *Liikkumis- ja toimimisesteisten henkilöiden evakuointi*. Helsinki: Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö.
- (2017).Turvallisuuskartat. *Pelastussuunnitelma*. Hämeen ammattikorkeakoulu Oy, Riihimäki.
- World Health Organization. (Lokakuu 2017). *Vision impairment and blindness*. Noudettu osoitteesta World Health Organization: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>
- Ympäristöministeriö. (2005). *Suomen rakentamismääräyskokoelma*. Helsinki.

VIDEO 1 - POISTUMISREITTI, EI OPASTEITA

<https://youtu.be/08-6nqHB9F8>

VIDEO 2 - POISTUMISREITTI, VALO- JA ÄÄNIMAJAKAT

[https://youtu.be/aSzSgxqE\\_LI](https://youtu.be/aSzSgxqE_LI)

ÄÄNITIEDOSTO 1 - LINNUNLAULU

<http://www.orangefreesounds.com/bird-singing-song/>

ÄÄNITIEDOSTO 2 - KELLOT

<http://www.orangefreesounds.com/noah-bells-melody/>

ÄÄNITIEDOSTO 3 - HYÖNTEISET

<http://www.orangefreesounds.com/summer-insect-sounds-night/>

VIDEO 3 - KOHOKARTAN TARKASTELU

<https://youtu.be/6suZqyOomLA>

VIDEO 4 - TESTIKÄVELY OPASTEIDEN KANSSA

<https://youtu.be/eKWHndJGg4k>