

Opinnäytetyö (AMK)

Tieto- ja viestintäteknikka

2024

Oskari Sysimetsä

# Käytävänäytön teknologia- alustojen kartoitus



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Tieto- ja viestintäteknologia

2024 | 31 sivua

Oskari Sysimetsä

## Käytävänäytön teknologia-alustojen kartoitus

Opinnäytetyössä tutkittiin mahdollisia vaihtoehtoja Oy Everon Ab:n käytävänäytön mikrokontrollerille, joka on pieni tietokoneen keskusyksikkö. Käytävänäytöt ovat hoitokeskuksissa asukkaan tekemän hälytyksen näyttäjiä. Kun asukas painaa hälytyspainiketta, käytävänäytöille tulee lukemaan tarvittavat tiedot, kuten huone ja asukkaan nimi. Käytävänäyttöjen ongelmana on ollut muistikortilla olevan tiedostojärjestelmän hajoaminen, jonka takia ne lakkaavat toimimasta. Hajoamisen syynä on epäilty olevan itse muistikortti eli tallennustyökalu.

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää uusi vaihtoehto nykyiselle mikrokontrollerille ja saada se toimimaan testauksen avulla. Samalla tutkittiin erilaisia vaatimuksia, joita mikrokontrollerista on löydettävä. Vaatimukset taulukoitiin tärkeysjärjestyksen mukaan. Mahdollisina vaihtoehtoina nykyisen Raspberry Pi 4 Model B -mikrokontrollerin tilalle löytyivät Raspberry Pi 5 ja Intel UP-4000.

Testausvaiheen alussa kävi ilmi, että uusia mikrokontrollereita ei saada testattua, tämän opinnäytetyön aikataulun vaatimissa rajoissa. Tämän takia päädyttiin tekemään testaussuunnitelma tulevalle mikrokontrollerille. Testaussuunnitelmaan listattiin tärkeimmät ominaisuudet, jotka uuden mikrokontrollerin kuuluu suorittaa.

Raspberry Pi 4 Model B:n valmistus lopetetaan ennen vuotta 2034. Viimeistään tällöin uusi mikrokontrolleri korvaa vanhan. UP-4000-tietokone estää olemassa olevan ongelman, koska se ei käytä muistikorttia käyttöjärjestelmän ajamiseen tai tallennukseen. Raspberry Pi 5 käyttää edeltäjänsä tavoin muistikorttia tallennukseen, mutta siinä on enemmän ominaisuuksia kuin nykyisessä. Tällä muutoksella tiedostojärjestelmän hajoamiseen liittyvä ongelma ei automaattisesti korjaannu, mutta sen kehittämiseen saadaan lisää aikaa.

Asiasanat:

käytävänäyttö, mikrokontrolleri, Raspberry Pi, testaussuunnitelma

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Information and Communications Technology

2024 | 31 pages

Oskari Sysimetsä

## Mapping of corridor screen technology platforms

The thesis explored potential alternatives for Oy Everon Ab's corridor display microcontroller, which is a small central processing unit of a computer. Corridor displays are alert displays in care centres. When a client presses the alert button, the corridor displays show the necessary information, such as the room and the client's name. The current corridor displays stop functioning, and the storage tool, the memory card, is suspected to be the cause.

The objective of the thesis was to find a new alternative to the current microcontroller and to get it working through testing. Additionally, various requirements for the microcontroller were examined. The requirements were tabulated according to their importance. Possible alternatives to the current Raspberry Pi 4 Model B microcontroller include Raspberry Pi 5 and Intel UP-4000.

At the beginning of the testing phase, it became clear that the new microcontrollers could not be tested, so a test plan microcontroller was devised for the future use. The test plan identified the most important features that the new microcontroller must perform.

Production of the Raspberry Pi 4 Model B will cease before 2034, and by then, the new microcontroller will replace the old one. The UP-4000 computer prevents the existing problem as it does not use a memory card for operating the system or storage. Raspberry Pi 5 uses a memory card for storage like its predecessor but has more features than the current model. The problems will not be resolved, but the development time will be extended.

Keywords:

corridor screen, microcontroller, Raspberry Pi, testing plan

# Sisältö

<b>Käytetyt lyhenteet</b>	<b>6</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>7</b>
<b>2 Everonin järjestelmän arkkitehtuuri</b>	<b>8</b>
2.1 Kokonaisarkkitehtuuri	8
2.2 Käytävänäyttö	11
2.3 Mikrokontrolleri	13
<b>3 Käytävänäytön vaatimukset</b>	<b>14</b>
3.1 Täytyy olla	14
3.2 Pitäisi olla	15
3.3 Voisi olla	15
3.4 Ei tarvitse olla	16
<b>4 Mikrokontrollerin valinta</b>	<b>18</b>
4.1 Raspberry Pi 3 Model B	18
4.2 Raspberry Pi 4 Model B	19
4.3 Raspberry Pi 5	19
4.4 Intel UP-4000	20
<b>5 Toteutus</b>	<b>23</b>
5.1 UP-4000	23
5.2 Raspberry Pi 5	24
<b>6 Käytävänäytön testaussuunnitelma</b>	<b>26</b>
<b>7 Yhteenveto</b>	<b>29</b>
<b>Lähteet</b>	<b>30</b>

## **Kuvat**

Kuva 1. Everonin järjestelmäkaavio.	8
Kuva 2. Everonin hälytyspainike.	10
Kuva 3. Origon-tukiasema.	11
Kuva 4. Käytävänäyttö normaalitilassa.	12
Kuva 5. Käytävänäyttö hälytystilassa.	12
Kuva 6. Raspberry Pi 4 Model B.	13
Kuva 7. Raspberry Pi 3 Model B.	18
Kuva 8. Raspberry Pi 5.	20
Kuva 9. Intel UP-4000.	21
Kuva 10. Raspberry Pi 5:n BOOT-partitio.	24

## **Taulukot**

Taulukko 1. Vaatimukset.	16
Taulukko 2. Raspberry Pi:n tuotteiden eroja.	20
Taulukko 3. Intel UP-4000:n vaihtoehdot.	22
Taulukko 4. Testaussuunnitelma.	27

## Käytetyt lyhenteet

eMMC	Sisäänrakennettu multimediamuistikortti (eng. Embedded Multimedia Memory Card) on tallennusmenetelmä. [1]
GSM	Groupe Special Mobile on matkapuhelinverkkojen standardi. [2]
ID	Identity eli identiteetti
NCF	Lähikenttäviestintä (eng. Near Field Communication) on lyhyen kantaman viestintää teknologioiden välillä. [3]

# 1 Johdanto

Oy Everon Ab on hyvinvointiteknologiaan pohjautuva yritys, joka tarjoaa markkinoille hoitajakutsujärjestelmän ja siihen liittyviä tuotteita. Järjestelmän tärkeimmät laitteet ovat Origon-tukiasema, hälytyspainike ja EMA-sovellus. Everonin järjestelmää voi käyttää palvelukodeissa sekä kotihoidossa. [4] Hyvinvointiteknologiaksi määritellään kaikki teknologia, jota käytetään jollain tavalla ihmisten hyvinvoinnin parantamiseksi tai avuksi. [5]

Ongelma käytävänäytöissä on tällä hetkellä muistikortin korruptoituminen. Korruptoitumisella tarkoitetaan muistikortilla olevan tiedon hajoamista, jonka jälkeen kortti ei toimi. Korruptoitumiseen on olemassa monia eri syitä, esimerkiksi kortin fyysinen vaurioituminen tai kortin sisällä olevan käyttöjärjestelmän vaurioituminen. [6] Everonilla uskotaan korruptoitumisen johtuvan sähkökatkoksista. Kun laite tallentaa muistikortille jotain ja se sammutetaan kesken tallennuksen, seurauksena voi olla korruptoituminen.

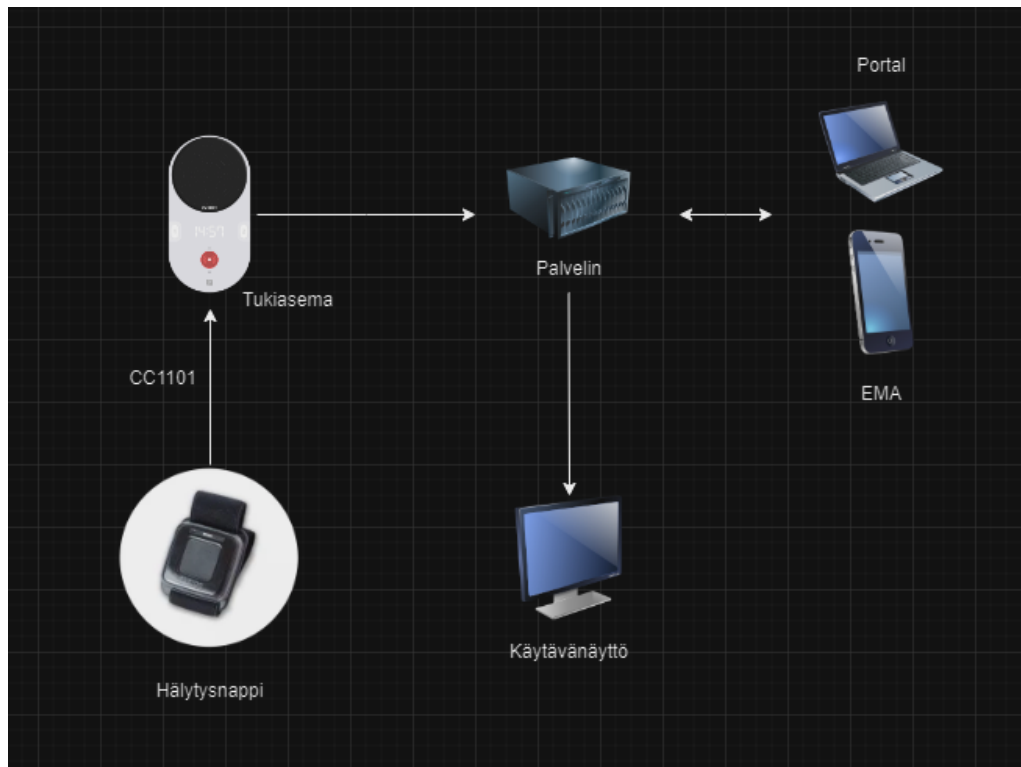
Käytävänäytöt toimivat tällä hetkellä vanhoilla laitteilla, esim. Raspberry Pi 3 Model B ja Raspberry Pi 4 Model B. Kyseisten laitteiden tuotanto lopetetaan vuoteen 2034 mennessä. Tämän takia täytyy löytää nykyaikaisempi laitteisto, jossa on vähintään samat ominaisuudet kuin edeltäjässä.

Opinnäytetyön alkuperäisenä tavoitteena oli suunnitella vaihtoehtoinen ratkaisu nykyiselle kokonaisuudelle, joka täyttää sille annetut vaatimukset ja testata se käytännössä. Opinnäytetyöhön ei kuitenkaan saatu vaihtoehtoista ratkaisua testattavaksi aikatauluongelmien vuoksi, joten uuden ratkaisun valitsemista varten tehtiin testaussuunnitelma.

## 2 Everonin järjestelmän arkkitehtuuri

### 2.1 Kokonaisarkkitehtuuri

Tässä luvussa havainnollistetaan Everonin hälytysjärjestelmän toimintaa ja siihen kuuluvia laitteita. Asukkailla on yleensä ranteessaan hälytyspainike. Kun tapahtuu jotain, johon asukas tarvitsee henkilökunnan apua, hän voi painaa hälytyspainiketta. Se lähettää CC1101-radiosignaalia viestin tukiasemalle. Sen jälkeen tukiasema lähettää tiedon eteenpäin tietokantaan ja palvelimelle Internetin kautta. Laitteet saavat tiedon Internetin avulla hälytyksistä. Järjestelmäkaavio on esitelty kuvassa 1.



Kuva 1. Everonin järjestelmäkaavio.

### Everon Portaali

Everon Portaali on Internet-selaimen kautta ohjattava hallintakeskus. Sieltä näkee muun muassa asukkaiden laitteet ja sen, ovatko ne päällä. Laitteiden

asetuksia säädetään myös Portaalista, joten asukkaan ei tarvitse itse tehdä muuta kuin kytkeä laite verkkovirtaan. Portaalista pystyy säätämään muun muassa tukiaseman kellon kirkkautta, soittoäänien voimakkuutta ja lataamaan uuden ohjelmistopäivityksen.

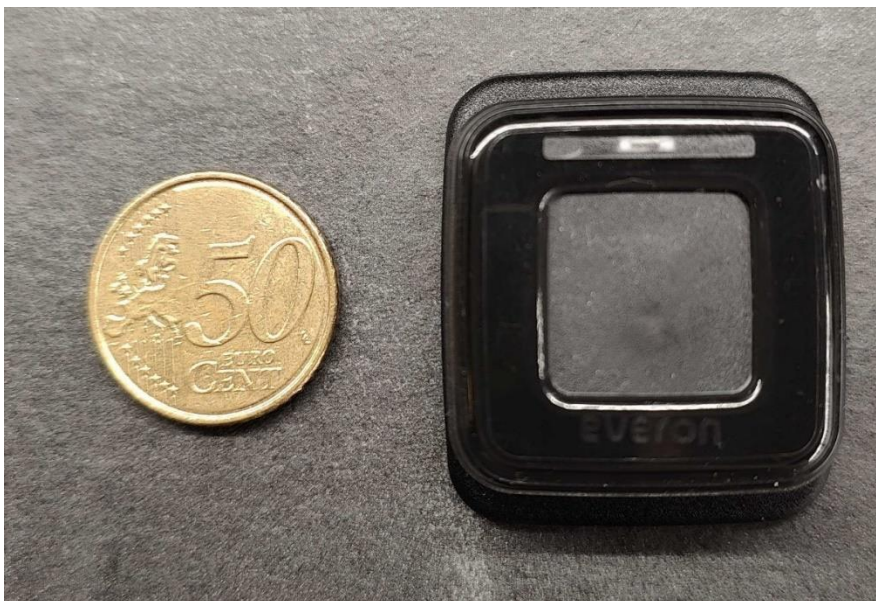
## **Hälytyspainike**

Everonilla on käytössään erilaisia hälytyspainikkeita, joiden avulla asukkaat voivat hälyttää henkilökunnan paikalle. Hälytyspainikkeet lähettävät tietyllä taajuudella signaalin tukiasemalle, joka jakaa hälytyksen eteenpäin.

Hälytyspainike on vedenkestävä ja toimii nappiparistolla, jonka kesto on noin kaksi vuotta. [7]

Hälytyspainikkeissa on myös NFC-protokolla, jota käytetään muun muassa ovien lukitsemiseen. NFC (Near-field communication) on lyhyen kantaman viestintää teknologioiden välillä, esimerkiksi puhelimessa ja maksupäätteessä [3]. Esimerkiksi kotihoidossa, jos ovi on auki ja muistisairas asukas lähestyy ovea, hälytyspainike laittaa NFC:n avulla oven lukkoon, jotta asukas ei pääse poistumaan tietyltä alueelta.

Hälytyspainikkeissa on aktiivisuudenseuranta, jonka avulla nähdään muutoksia asukkaan aktiivisuudessa. Hälytyspainike tekee poikkeamahälytyksen, jos aktiivisuudessa tapahtuu isoja muutoksia. Hälytyspainikkeeseen on kehitetty myös kaatumisentunnistus, jonka avulla saadaan ilmoitus asukkaan mahdollisesta kaatumisesta. Kuvassa 2 on esitelty hälytyspainike verrattuna kolikkoon, jolla havainnollistetaan sen kokoa.



Kuva 2. Everonin hälytyspainike.

### **Origon-tukiasema**

TP-202 eli Origon-tukiasema toimii hälytysjärjestelmän ytimenä. Se toimii järjestelmässä muun muassa tukiasemana langattomille laitteille sekä mahdollistaa puheyhteyden. Tukiasema toimii erilaisilla verkkoyhteyksillä. Se sisältää oman eSIM-kortin sekä erillisen SIM-kortin. Mahdollisuus on käyttää myös WiFi- tai Ethernet-yhteyttä.

Tukiasema tukee kolmea erilaista radiota: NRF 905, Chipcon CC1101 ja Chipcon CC1125. Eri radiotaajuuksia käytetään eri laitteisiin. Esimerkiksi hälytyspainike käyttää CC1101:tä ja ovimagneetti käyttää NRF:ää.

Tukiasema sisältää pienen, mutta tehokkaan mikrofonin ja kaiuttimen, joiden avulla se toimii myös puhelimenä. Laitteen kannessa oleva vasemmanpuoleinen nappi on tarkoitettu puheluiden vastaanottamiseen ja niiden lopettamiseen. Oikeanpuoleinen nappi mittaa GSM-signaalin vahvuutta. [8] Kuvassa 3 on tukiasema verrattuna älypuhelimeen.



Kuva 3. Origin-tukiasema.

## 2.2 Käytävänäyttö

Tässä kappaleessa kuvataan Everonin käytävänäytön rakennetta ja toiminnallisuutta tarkemmin.

Käytävänäyttö on hoitokodin käytävällä oleva näyttökokonaisuus, johon tulee ilmoitus asukkaan painaessa hälytyspainikettansa. Käytävänäytön muodostaa kokonaisuus, johon kuuluu Raspberry Pi -tietokone, yksi tai kaksi monitoria sekä useita tukiasemia ja hälytyspainikkeita. Kun hälytyspainiketta painaa, se ohjaa hälytyksen tukiaseman kautta palvelimelle, joka lähettää hälytyksen käytävänäytölle. Monitorille tulee lukemaan, mitä hälytyspainiketta on painettu. Näytöllä näkyvä teksti ohjataan Everon Portaalista. Päivämäärät ja kellonajat

tulevat NTP:n (Network Time Protocol) avulla. NTP synkronoi tietokoneen kelloa Internetin kautta. [9]

Verkkoyhteyteen käytävänäyttö pääsee GSM-sovittimen avulla, jolla saa laitteeseen langattoman verkkoyhteyden USB-liitännän kautta. Sovittimen sisällä on tietyn operaattorin SIM-kortti, jolla pääsee mobiiliverkkoon. Kuvassa 4 on esitelty käytävänäyttö normaalitilassa. Hälytystila on esitelty kuvassa 5.



Kuva 4. Käytävänäyttö normaalitilassa.



Kuva 5. Käytävänäyttö hälytystilassa.

### 2.3 Mikrokontrolleri

Käytävänäytön keskeisenä osana toimii Raspberry Pi 4 Model B, joka on mikrokontrolleri (kuva 6) [10]. Se kertoo, mitä tietoja käytävänäytöllä näytetään hälytyksen tullessa. Raspberry Pi 4 on otettu käyttöön silloin, kun se tuli markkinoille. Niissä on kaksi HDMI-porttia sekä USB-paikka GSM-lähettimelle, jolla saadaan jokaiseen asiakkuuteen verkkoyhteys. Joissakin asiakkuuksissa on myös käytössä Raspberry Pi 3 Model B.



Kuva 6. Raspberry Pi 4 Model B.

### 3 Käytävänäytön vaatimukset

Käytävänäytön vaatimukset on jaettu eri kategorioihin MoSCoW -menetelmällä. MoSCoW muodostuu sanoista must (täytyy), should (pitäisi), could (voisi) ja won't (ei tarvitse). Menetelmä on tarkoitettu luokittelemaan vaatimukset tärkeysjärjestykseen. [11] Täten pyritään ohjaamaan projektia oikeaan suuntaan.

Täytyy olla -vaatimuksilla tarkoitetaan asioita, jotka ovat välttämättömiä asioita tai ominaisuuksia, jotka käytävänäytöstä tulee löytyä. Pitäisi olla -vaatimukset tarkoittavat asioita ja ominaisuuksia, jotka helpottavat tai auttavat käytävänäyttöjen toimintaa tietyissä olosuhteissa. Voisi olla -vaatimukset ovat asioita tai ominaisuuksia, jotka voisivat olla käytävänäytöissä, mutta eivät ole välttämättömiä. Ei tarvitse olla -vaatimukset ovat käytävänäytölle ei tarpeellisia ominaisuuksia. Vaatimukset on esitelty taulukossa **Virhe. Viitteen lähde ei löytynyt..**

#### 3.1 Täytyy olla

Tärkeimmät ominaisuudet käytävänäytölle ovat ääni, monitori, verkkoyhteys ja helposti liitettävä langallinen lisäsummeri, jonka äänenvoimakkuutta pystyy säätämään. Hälytyksen tullessa kuuluu äänimerkki, joka auttaa hoitohenkilökuntaa huomaamaan tulevat hälytykset.

Käytävänäytössä täytyy olla myös langaton verkkoyhteys, sillä laite saa tiedon hälytyksestä palvelimelta. Monitorille tulee lukemaan, missä ja mikä hälytys on tehty.

Käytävänäytön mikrokontrollerissa täytyy olla kaksi HDMI-porttia monitoreille, jos kokonaisuus on keskellä käytävää. Monitorit tulee nähdä käytävän molemmista suunnista. Sen lisäksi kokonaisuudessa täytyy olla vähintään 16 GB tallennustilaa, koska ohjelmisto on itsessään iso tiedosto.

Käytävänäytöstä täytyy löytyä myös offline-ominaisuus. Joskus käytävänäyttöjen nettiyhteys katkeaa operaattoreilla olevien ongelmien takia. Käytävänäytöllä tulee olla ominaisuus ottaa hälytyksiä vastaan myös ilman Internetyhteyttä.

### 3.2 Pitäisi olla

Everonin hälytysjärjestelmän etuna on langaton verkkoyhteys, jota muut toimijat eivät toteuta. Tällä hetkellä verkkoyhteys tulee USB-modeemin kautta, jonka on sisällä SIM-kortti. Jotta modeemista pääsisi eroon, mikrokontrollerissa pitäisi olla paikka SIM-kortille. Lisäksi tiettyjä asiakkuuksia varten olisi hyvä olla käytössä myös WiFi ja Ethernet mahdollisuus.

Tällä hetkellä vanhoja matkapuhelinverkkoja ollaan ajamassa alas. Operaattorit sulkevat 3G- ja 2G-verkkojaan 2023–2025. [12] Tällöin pitää ottaa huomioon, toimiiko kaikkialla 4G-verkko vai tarvitseeko korteille päivittää 5G-verkon käyttömahdollisuus. Everonin käyttämä modeemi ei tue 5G-verkkoa, joten tällöin sekin tulee päivittää uudemmaksi.

Käytävänäyttöön on kehitetty myös paristoilla toimiva lisäakku. Akku on tarpeellinen, koska hälytyksiä voi tulla myös sähkökatkosten aikana. Jos käytävänäyttö toimisi akun avulla, se pysyisi käynnissä pienten sähkökatkosten aikana, joiden epäillään olevan syy korruptoitumiselle. Lisäakku voisi siis vähentää muistikorttien korruptoitumista.

### 3.3 Voisi olla

Käytävänäytön komponenttien koolla ei ole merkitystä, koska se kiinnitetään käytävässä seinän ja katon rajapintaan. Näytön tulee kuitenkin olla tarpeeksi iso, että siitä saa selvää jopa käytävän päässä. Jos osat tai johdot eivät mahdu seinälle, niitä voi tarvittaessa piilottaa sisäkattoon irtolevyjen päälle. Voisi olla kuitenkin hyvä, että kokonaisuus olisi pieni ja mahtuisi käytävälle, koska kaikkialla ei ole välttämättä irrotettavia kattolevyjä.

Monitoreille voi halutessaan suunnitella lisätietoa. Esimerkiksi nimipäivää viettävät tai päivän säätila voisi näkyä kellonajan ja päivän kanssa samaan aikaan, mutta ei kuitenkaan hälytyksen aikana.

Hyödyllinen ominaisuus voisi olla automaattinen kirkkauden säätö, joka säätäisi näytön kirkkautta valoisuuteen nähden. Esimerkiksi, jos käytävällä ei ole valoja päällä, näytönkirkkaus voisi olla pienempi ja toisinpäin. Hälytyksen taustavalo on tähän asti ollut aina musta ja tekstin väri valkoinen. Opinnäytetyötä tehdessä toimeksiantajan kanssa mietittiin, olisiko asiakkuuksiin hyvä tarjota mahdollisuutta vaihtaa monitorilla näkyviä värejä ja äänimerkkejä.

### 3.4 Ei tarvitse olla

Käytävänäytön ei tarvitse olla vedenkestävä, koska käytävänäyttöjen paikka on sisätiloissa. Opinnäytetyön aikana käytävänäyttöjä ei tarvita ulkotiloissa, joissa ne voisivat kastua. Käytävänäytön virrankulutus ei ole ongelma kokonaisuudessa, koska virrankulutus ei vaikuta sen toimivuuteen. Vanhoissa versioissa muistikortteille tallennettiin laitteen lokitiedostoja. Ne otettiin pois käytöstä, koska niiden oletettiin olevan syy sille, miksi muistikortit korruptoituvat. Lokitiedostoilla ei ole vaikutusta laitteen toimintaan.

Taulukko 1. Vaatimukset.

Täytyy olla	Pitäisi olla	Voisi olla	Ei tarvitse olla
Langaton verkkoyhteys	Mahdollisuus käyttää 5G-/4G-verkkoja	Kompakti koko	Vedenkestävä
Hälytysääni ja sen säätäminen	Lisäakku	Lisätietoja	Virrankulutuksen määrä
Kuvaruudut/HDMI-portit	Ethernet ja WiFi	Näytön kirkkauden säätö	Lokitiedostot

(jatkuu)

Taulukko 1 (jatkuu).

<b>Täytyy olla</b>	<b>Pitäisi olla</b>	<b>Voisi olla</b>	<b>Ei tarvitse olla</b>
Offline-ominaisuus		Vaihdettavia taustavärit ja äänet	
Iso tallennustila			

## 4 Mikrokontrollerin valinta

Tässä luvussa kerrotaan nykyisten käytössä olevien ja uusien vaihtoehtoisten mikrokontrollereiden ominaisuuksista, muun muassa minkälaisia suorittimia laitteissa ja kuinka paljon niissä on käyttömuistia.

### 4.1 Raspberry Pi 3 Model B

Raspberry Pi 3 Model B on yksi käytössä olevista mikrokontrollereista. Sen suorittimena toimii Broadcom BCM2837 -neliydinsuoritin. Muistina laite käyttää 1Gt LPDDR2 RAM-muistia. Laitteessa on myös integroitu 802.11 WLAN-yhteys ja Bluetooth 4.1. Liitäntöinä laitteessa on neljä USB 2.0 -porttia, HDMI-portti, Ethernet-portti sekä 3,5 mm:n ääniliitäntä. Porttien lisäksi laitteessa on myös 40-nastainen GPIO-liitin, jonka avulla pystyy yhdistämään ja ohjelmoimaan muita laitteita ja antureita. Laitteen tallennustilana toimii muistikortti. Raspberry Pi 3 Model B on esitelty kuvassa 7. [13]



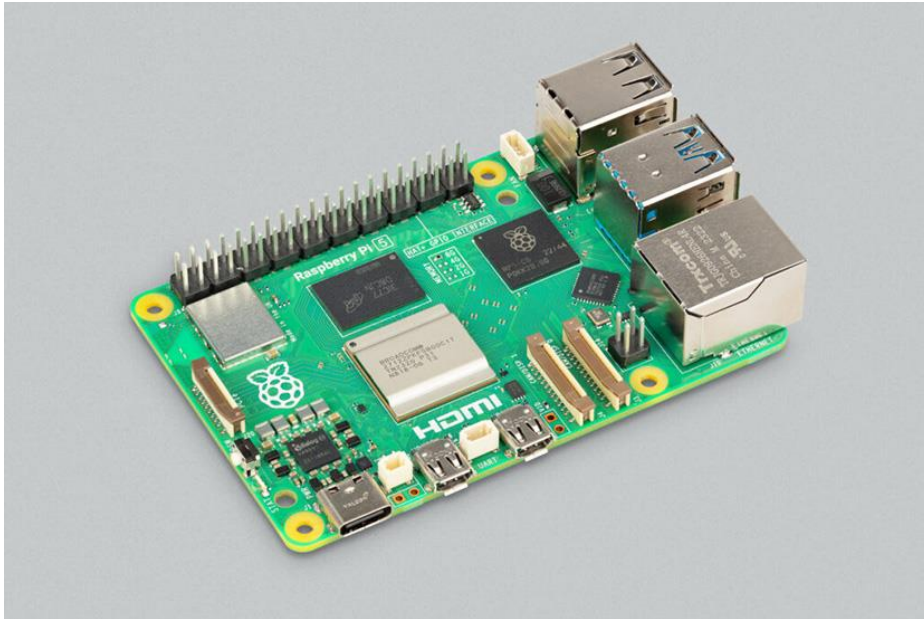
Kuva 7. Raspberry Pi 3 Model B.

## 4.2 Raspberry Pi 4 Model B

Toinen käytössä oleva mikrokontrolleri on Raspberry Pi 4 Model B. Sen suorittimena toimii Broadcom BCM2711 -neliydinsuoritin. Se on huomattavasti tehokkaampi edellisiin malleihin verrattuna. Käyttömuistin vaihtoehtoina ovat 2GB, 4GB tai 8GB SDRAM. RAM-muistilla tarkoitetaan tietokoneen käyttömuistia. Liitäntä vaihtoehtoina on kaksi USB 2.0-porttia, kaksi USB 3.0 -porttia, kaksi HDMI-porttia ja 3,5 mm:n ääniportti. Raspberry Pi 4:n verkkoyhteyksiä ovat 802.11ac langaton, Bluetooth 5.0 sekä Gigabit Ethernet-portti. Tallennus tapahtuu tietokoneeseen erikseen ostettavaan microSD-muistikortille, jolle asennetaan myös Raspberry Pi:n oma käyttöjärjestelmä. Kuten Raspberry Pi 3:ssa, myös tässä laitteessa on 40-nastainen GPIO-liitin. Raspberry 4 Model B on esitetty kuvassa 6. [10]

## 4.3 Raspberry Pi 5

Uusi korvaava mikrokontrolleri voisi olla Raspberry Pi 5. Sen suorittimena toimii Broadcomin BCM2712 neliytiminen Arm Cortex A76. Käyttömuistin vaihtoehtoina ovat 4 GB ja 8 GB. Raspberry Pi 5:ssä on grafiikkaprosessori, VideoCore VII. Laitteessa on kaksi micro HDMI-liitintä, Gigabit Ethernet-portti, kaksi USB 3.0- ja kaksi USB 2.0 -porttia. GPIO-liitin löytyy myös tästä versiosta. Uutuutena laitteessa on oma liitäntä tuulettimelle, erillinen virtapainike sekä real-time clock (RTC). Se pitää laitteen reaaliajassa omalla virtalähteellä, vaikka laite olisikin pois päältä. Kuvassa 8 on esitetty Raspberry Pi 5. [14]



Kuva 8. Raspberry Pi 5.

Taulukossa 2 on esitelty Raspberry Pi:n tuotteiden eroja, jotka vaikuttavat kyseisen projektin toimivuuteen. Suurimmat erot Raspberry Pi:n mikrokontrollerien välillä ovat tehokkuus prosessorissa ja käyttömuistin koko. Käyttömuistin koko on kasvanut uudemmissa versioissa.

Taulukko 2. Raspberry Pi:n tuotteiden eroja.

Malli	Proessori	RAM-muisti
Raspberry Pi 3 Model B	Broadcom BCM2837	1GB
Raspberry Pi 4 Model B	Broadcom BCM2711	1/2/4/8GB
Raspberry Pi 5	Broadcom BCM2712	4/8GB

#### 4.4 Intel UP-4000

Toiseksi vaihtoehtoiseksi korvaajaksi löytyi Intel UP-4000. Se on Intelin kehittämä yhden piirilevyn tietokone, esitelty kuvassa 9 [15]. Suorittimen voi laitteeseen valita kolmesta vaihtoehdosta:

- Intel Quad-Core Atom
- Intel Pentium
- Intel Celeron N3350.



Kuva 9. Intel UP-4000.

Käytettäessä Intel UP-4000 -tietokonetta, käyttäjä pystyy valitsemaan käyttötarkoitukseensa parhaiten soveltuvan suorittimen, koska suoritinta on saatavilla eri vaihtoehdoilla. Prosessorin valinta vaikuttaa myös tallennustilan ja käyttömuistin kokoon. Muistivaihtoehtoja ovat 2 GB, 4 GB ja 8 GB. Tallennus tapahtuu eMMC -muistilla ja sen vaihtoehtoja ovat 16 GB, 32 GB ja 64 GB. Liitäntöjä laitteessa ovat HDMI-portti, DisplayPort, jota voi käyttää USB 3.2 Type C:n avulla, kolme USB 3.2-porttia sekä Ethernet-portti. Myös tästä laitteesta löytyy GPIO-liitin. Laitteeseen myydään erikseen liitettävä levy, jonka avulla siinä on mahdollista käyttää myös WiFi- ja 5G-verkkoja. Kyseinen laite on myös tuettu käyttämään Windows -käyttöjärjestelmää. Taulukossa 3 esitellään UP-4000:n komponenttien vaihtoehtoja. Kuten huomataan, tehokkaamman prosessorin valitseminen, kasvattaa myös käyttömuistin ja tallennustilan kokoa. [15]

Taulukko 3. Intel UP-4000:n vaihtoehdot.

<b>Proessori</b>	<b>Käyttömuisti</b>	<b>Tallennustila</b>
Intel Celeron N3350	2GB/4GB	16GB/32GB
Intel Atom x7-E3950	4GB	64GB
Intel Pentium N4200	4GB/8GB	32GB/64GB

## 5 Toteutus

Ennen opinnäytetyötä suoritettiin harjoittelujakso toimeksiantajalla. Harjoittelujakson aikana pohdittiin käytävänäytön muistikortin korruptoitumista. Silloin saatiin idea lopettaa kokonaan muistikortille tallentaminen. Linux-käyttöjärjestelmän omia tiedostorakenteita muutettiin siten, että se ei pysty kirjoittamaan muistikortille mitään. Laitteiden korruptoituminen laski huomattavasti. Nykyiset laitteet kuitenkin vanhenevat ja tilalle tarvitaan uusi. Tästä syystä opinnäytetyössä keskityttiin löytämään uusi toimiva vaihtoehto Raspberry Pi 4 Model B:n ja Raspberry Pi 3 Model B:n tilalle.

Tässä luvussa kerrotaan eri vaiheista saada käytävänäyttö toimimaan vaihtoehtoisilla ratkaisuilla. Kun etsittiin korvaavia mikrokontrollereita, ensimmäiseksi vaihtoehtoiseksi korvaajaksi valikoitui Raspberry Pi 5 ja toiseksi valittiin Intel UP-4000.

### 5.1 UP-4000

Testausta varten tilattiin Intel UP-4000. Aluksi yritettiin saada käytävänäyttö toimimaan WSL (Windows Subsystem Linux) ympäristössä. Tätä varten ladattiin GitHub:sta käytävänäytön koodit ja kokeiltiin, toimiiko se. Kävi ilmi, että muun muassa dotnet:n versio on todella vanha, eikä sitä tueta enää. Sen vuoksi kyseiset versiot vaihdettiin uudempiin, mutta koodi antoi silti virheilmoituksia.

Koska käytävänäyttöä ei saatu toimimaan WSL-ympäristössä, kokeiltiin saada käytävänäytön koodi toimimaan Linuxin Ubuntu -käyttöjärjestelmällä. Virheilmoituksia tuli edelleen yhtä paljon kuin WSL-konsolissa.

Kyseisistä muutoksista huolimatta, käytävänäyttöä ei saatu toimimaan kyseisellä laitteella. Jotta laite saataisiin toimimaan, vaatisi se enemmän aikaa ja osaamista, mitä tämän opinnäytetyön aikana ei ollut käytössä.

## 5.2 Raspberry Pi 5

Aluksi tilattiin myös Raspberry Pi 5 testattavaksi. Ensimmäisenä kokeiltiin asentaa vanhan käytävänäytön ohjelmisto suoraan uudelle mikrokontrollerille. Raspberry Pi 5 käynnistyi, mutta kuvaruutuun ei tullut mitään näkyviin. Saatiin selville, että tarvitaan tiettyjä DTF- ja IsoFile-tiedostoja, jotta kuvaruutu saadaan näkyviin. IsoFile-tiedostoja ei löytynyt Internetistä suoraan, joten päädyttiin asentamaan Raspberry Pi:n omilta sivuilta Raspberry Pi Imager -sovellus Windows-käyttöjärjestelmällä toimivalle tietokoneelle. Sen avulla asennettiin muistikortille Raspberry Pi 5:n oma käyttöjärjestelmä. Tämän jälkeen etsittiin ja tallennettiin sille kuuluvat BOOT-partitiot ja lisättiin ne käytävänäytön ohjelmistoon. Tämän ansiosta saatiin kuvaruutu näkymään. BOOT-partitio on esitetty kuvassa 10.

Name	Date modified	Type	Size
bcm2712d0-rpi-5-b.dtb	2/22/2024 9:34 AM	DTB File	74 KB
bcm2712-rpi.dtsi	2/22/2024 9:43 AM	DTSI File	6 KB
bcm2712-rpi-5-b.dtb	2/22/2024 9:33 AM	DTB File	74 KB
bcm2712-rpi-cm5-cm4io.dtb	2/22/2024 9:34 AM	DTB File	74 KB
bcm2712-rpi-cm5-cm5io.dtb	2/22/2024 9:34 AM	DTB File	74 KB
kernel_2712.img	12/5/2023 5:04 AM	Windows.IsoFile	8,557 KB

Kuva 10. Raspberry Pi 5:n BOOT-partitio.

Sen jälkeen kun kuva saatiin näkymään, törmättiin seuraavaan ongelmaan. Kun tietokone on ollut päällä noin minuutin ajan, se käynnistyy uudelleen. Asiaa tutkiessa huomattiin laturin olevan liian pieni tehoinen. Käytössä ollut laturi antoi vain 15,3 W. Raspberry Pi 5 tarvitsee laturin, joka antaa vähintään 27 W. Testattiin Raspberry Pi:n omalla ohjelmistolla, että johtuuko uudelleenkäynnistyminen laturista vai itse käytävänäytön ohjelmistosta. Laite käynnistyi ja toimi normaalisti, mutta Linux-käyttöjärjestelmä ilmoitti virran olevan liian alhainen. Tämän seurauksena tilattiin uusi laturi, mutta uudelleenkäynnistysongelma oli edelleen esillä.

Ensimmäisen kerran, kun Raspberry Pi kytketään verkkovirtaan ja saa Internet-yhteyden, muistikortti saa itselleen ID:n. Tästä syystä samaa muistikorttia

pystyy käyttämään eri laitteissa. Kyseinen laite ei kuitenkaan ikinä ehtinyt saamaan ID:tä uudelleenkäynnistymisen takia. Laitteeseen laitettiin Raspberry Pi 4:llä tehty valmis muistikortti, jolla on jo olemassa ID. Tämän jälkeen laite ei käynnistä itseään uudelleen enää, mutta se jää latausruutuun jumiin. Laitteen annettiin olla yön yli käynnissä, mutta latausruutu oli edelleen näkyvissä.

Raspberry Pi 4:llä tehdyllä kortilla on Log2RAM. Log2RAM tarkoittaa sitä, että laite käyttää sen käyttömuistia asioiden tallentamiseen ja näin ollen pidentäisi muistikortin käyttöikää [16]. Kyseinen muutos tallennukseen on tehty siinä toivossa, että se vähentäisi muistikorttien korruptoitumista. Kokeiltiin ottaa kyseinen toiminta pois käytöstä, mutta sekään ei tuottanut haluttua lopputulosta.

Kyseisistä muutoksista huolimatta, tätäkään vaihtoehtoa ei saatu toimimaan halutulla tavalla. Jotta laite saataisiin toimimaan, vaatisi se enemmän aikaa ja osaamista, mitä tämän opinnäytetyön aikana ei ollut käytössä.

## 6 Käytävänäytön testaussuunnitelma

Tämän opinnäytetyön puitteissa ei saatu vaihtoehtoista mikrokontrolleria testaukseen. Jotta testaus onnistuisi, käytävänäytön tulisi toimia edes jotenkin sille kuuluvalla tavalla. Tämän seurauksena osana opinnäytetyötä tehdään käytävänäytölle valmiiksi testaussuunnitelma. Tässä luvussa on käytetty avuksi luvussa 3 kerrottuja vaatimuksia.

Kun mikrokontrolleri käynnistetään ensimmäisen kerran ja se saa Internet-yhteyden, muistikortti saa palvelimelta sille tarkoitetun ID:n. Internet-yhteys saadaan GSM-modeemin, WiFi:n tai Ethernetin avulla. ID:n avulla pystyy seuraamaan, onko kyseinen laite päällä ja muuttamaan sen asetuksia Everon Portaalista. Kun laite on saanut ID:n, sen tulee antaa myös hälytysääni ja näyttää kyseinen ID näytöllä.

Kun laite on käynnissä, sillä on kaksi vaihtoehtoa. Se voi näyttää päivämäärää ja kellonaikaa eli normaalitilaa. Toinen vaihtoehto on näyttää hälytyksen kohdetta ja syytä, eli hälytystilaa. Normaalitila on esitelty kuvassa 4 ja hälytystila on esitelty kuvassa 5. Laitteen tulee hälytyksen aikana tehdä myös hälytysääni.

Silloin tällöin asiakkuuksiin aiheutuu sähkökatkoja. Tämä aiheuttaa mikrokontrollerin sammumisen. Tästä syystä testauksessa täytyy sammuttaa ja käynnistää uudelleen laitetta. Testauksesta käy ilmi, pystyykö laite palautumaan normaaliiksi, kun sähkö palautuvat. Samalla voi testata lisäakun toimintaa: pysyykö laite käynnissä, vaikka sähkö katkeaisivat hetkellisesti. Vaikka sähkökatkos kestäisi vain muutaman sekunnin, laitteen käynnistyminen saattaa kestää jopa pari minuuttia.

Testaussuunnitelma on tehty taulukkoon 4. Testien tärkeys on määritelty asteikolla 1–5, jossa 5 on ”todella tärkeä”, ja 1 on ”ei yhtään tärkeä”.

Taulukko 4. Testaussuunnitelma.

<b>Tärkeys</b>	<b>Testin nimi</b>	<b>Onnistuiko testi? (Kyllä/Ei)</b>	<b>Kommentointi epäonnistuneessa testissä (mikä meni vikaan)</b>
5	Laite saa sille tarkoitetun ID:n		
5	Laite saa Internet-yhteyden		
5	Laite näyttää normaalitilassa oikeaa päivämäärää ja kellonaikaa		
5	Uudelleen käynnistyessä laite palaa normaaliin toimintaan		
5	Hälytykset näkyvät kuvaruudussa		
5	Hälytyksessä laite tekee tietyn verran hälytysääntä		
4	Laite saa 5G-yhteyden		
4	Laite saa hälytyksen myös offline-tilassa		
3	Laitteen saa yhdistettyä WiFi-verkkoon		
3	Laitteen saa yhdistettyä Ethernet-yhteyteen		
2	Näytön kirkkautta voi säätää		

(jatkuu)

Taulukko 4 (jatkuu).

<b>Tärkeys</b>	<b>Testin nimi</b>	<b>Onnistuiko testi? (Kyllä/Ei)</b>	<b>Kommentointi epäonnistuneessa testissä (mikä meni vikaan)</b>
3	Laite pysyy käynnissä lisäakun avulla hetkellisesti, vaikka virtajohto otetaan irti		

## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää uusi mikrokontrolleri käytävänäyttöön. Vanhan mikrokontrollerin tallennusjärjestelmä korruptoituu ja sen tilalle tarvitaan joko toisenlainen tallennusmetodi tai kokonaan uusi laitteisto.

Opinnäytetyössä ei onnistuttu saamaan käytävänäytölle uutta toimivaa ratkaisua. Onnistuttiin kuitenkin tekemään tulevalle mikrokontrollerille valmiiksi vaatimusten mukainen testaussuunnitelma. MoSCoW-menetelmän käyttö oli kannattavaa vaatimusten ja testaussuunnitelman toteutuksessa. Sen avulla muodostettiin tarpeelliset ja ei tarpeelliset vaatimukset. "Ei tarvitse olla" -vaatimuksia ei lisätty testaussuunnitelmaan. Kyseiset vaatimukset eivät ole tarpeellisia uuden kokonaisuuden toimintaan, joten niitä ei tarvitse edes testata.

Käytävänäytössä on ennenkin ollut Raspberry Pi:n tuotteita. Niillä kuitenkin on ollut ongelmia korruptoitumisen kanssa. Raspberry Pi 5 antaa lisää aikaa löytää korruptoitumiseen vaikuttava tekijä ja korjata se. Intel UP-4000:ssa ei tule olemaan ongelmia muistikorttien kanssa, koska se ei käytä niitä. Mutta tämän opinnäytetyön perusteella ei tiedetä, korruptoituuko myös UP-4000:n oma tallennusmetodi.

Kevään 2024 aikana nykyisiä mikrokontrollereita on vielä saatavilla, mutta vuoteen 2034 niiden valmistus lopetetaan ja tarvitaan uusi. Harjoittelujakson ja opinnäytetyön aikana tehdyt muutokset antavat lisää aikaa toimivan ratkaisun kehitykseen. Jotta tuleva mikrokontrolleri saataisiin toimimaan, tulee sille tarkoitettu ohjelmisto muokata sille sopivaksi tai tehdä se kokonaan uudestaan.

## Lähteet

- [1] A. Marcin, "Mitä eroa on eMMC- ja SSD-tallennuksen välillä," 2022. [Online]. Available: <https://fi.tab-tv.com/mita-eroa-on-emmc-ja-ssd-tallennuksen-valilla/>. [Haettu 26. maaliskuuta 2024].
- [2] Puhenyt, "GSM-liittymä," [Online]. Available: <https://puhenyt.fi/gsm-liittyma/#:~:text=GSM%20tulee%20sanoista%20%E2%80%9DGroupe%20Special,kuin%20analogiset%20puhelut%20ja%20tekstiviestit..> [Haettu 26. maaliskuuta 2024].
- [3] W. Calvin, "What is NFC and how does it work? Everything you need to know," 2023. [Online]. Available: <https://www.androidauthority.com/what-is-nfc-270730/>. [Haettu 13. helmikuuta 2024].
- [4] Everon, "Kokonaisvaltainen palvelujärjestelmä," [Online]. Available: <https://everon.fi/>. [Haettu 1. huhtikuuta 2024].
- [5] B. Andersson, "Hyvinvointiteknologia," [Online]. Available: <https://nordicwelfare.org/fi/hyvinvointipolitiikka/hyvinvointiteknologia/>. [Haettu 10. huhtikuuta 2024].
- [6] DataNumen, "7 Most Common Causes of SD Card Corruption," 2017. [Online]. Available: <https://www.datanumen.com/blogs/7-common-causes-sd-card-corruption/>. [Haettu 26. maaliskuuta 2024].
- [7] Everon, "Kutsupainike ja henkilöturva – älykkäillä toiminnoilla varustetut hälytysnapit," [Online]. Available: <https://everon.fi/hoitajakutsu/halytyspainike/>. [Haettu 17. lokakuuta 2023].
- [8] Everon, "Origon hyvinvointihubi," [Online]. Available: <https://everon.fi/hoitajakutsu/turvapuhelin/>. [Haettu 23. marraskuuta 2023].
- [9] S. J. Kirvan P, "Network Time Protocol (NTP)," 2022. [Online]. Available: <https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/Network-Time-Protocol>. [Haettu 13. helmikuuta 2024].
- [10] "Raspberry Pi 4 Tech Specs," [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/specifications/>. [Haettu 16. marraskuuta 2023].
- [11] Monday, "The MoSCoW prioritization method explained," 2022. [Online]. Available: <https://monday.com/blog/project-management/moscow-prioritization-method/>. [Haettu 10. huhtikuuta 2024].
- [12] P. Pyyny, "Suomen 3G-verkkojen sulkeminen: Alkataulu ja näin se vaikuttaa," 2023. [Online]. Available: <https://www.puhelinvertailu.com/uutiset/2023/02/11/3g-verkot-sulkeminen-aikataulu->

