

# **Kustannustehokas mainosnäyttö pien- yrityksille**

Kim Weiss

Opinnäytetyö

Toukokuu 2016

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), ohjelmistotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Weiss, Kim	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2016
	Sivumäärä 24	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Kustannustehokas mainosnäyttö pienyrityksille</b>		
Tutkinto-ohjelma Ohjelmistoteknikka		
Työn ohjaaja(t) Tarja Lappalainen-Kajan		
Toimeksiantaja(t)		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Projektiin saatiin idea Diweiss -kynsstudion tarpeesta näyttää asiakkaille mainoksia ja tehtyjä töitä diaesityksenä. Valmiit kaupalliset ratkaisut tuntuivat joko liian kalliilta tai edullisemmat ominaisuuksiltaan rajoittuneilta. Haluttiin tutkia, voidaanko edullinen mainosnäyttöjärjestelmä rakentaa yhdistämällä tietokonenäyttö tai televisio minitietokoneeseen ja tekemällä siihen oma ohjelmisto näyttämään esitystä.</p> <p>Projekti aloitettiin vertailemalla isoa määrää erilaisia pientietokoneita. Näistä etsittiin tekniset vaatimukset täyttäviä laitteita, jotka olivat laadukkaita, mutta edullisia.</p> <p>Tekninen osa projektista toteutettiin tutkimalla erilaisia minitietokoneita. Pääosin tutkimuksessa käytettiin Raspberry Pi:tä ja Intel Compute Stick:iä. Myös erilaisia ohjelmisto-kehitystyökaluja tutkittiin. Projektiin ohjelmoitu diaesityksen -prototyyppi tehtiin Qt -kehitystyökaluja käyttäen, QML -kielellä.</p> <p>Tietokoneista onnistuttiin löytämään teknisesti sopivia pientietokoneita paljon. Kuitenkin kun rajattiin valikoimaa kattamaan mahdollisimman edullisia laitteita, alkoivat laitteiden laatu ja ominaisuudet heiketä. Kaupalliseen käyttöön tarkoitettuja laitteita kyllä löytyy, mutta laadusta joudutaan maksamaan. Käyttöjärjestelmän osalta päädyttiin Linux -käyttöjärjestelmään, sen muokattavuuden ja erinomaisen laiteyhteensopivuuden vuoksi.</p> <p>Käyttöjärjestelmän ja ohjelmiston osalta työssä onnistuttiin odotetulla tavalla. Laitteiston osalta parasta, eli edullista ja laadukasta, minitietokonetta ei löytynyt. Testatut näytöt toimivat, kuten odotettiin, eikä odotettavissa ole yllätyksiä niiden suhteen. Kaupallisuuden osalta tiedetään mitä laitteet maksavat ja alustavia hinnoitteluvaihtoehtoja on tutkittu, mutta asiakaspalautetta niistä ei ole.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> )		
Raspberry Pi, Raspbian, Linux, Qt, QML, mainosnäyttö, sulautetut järjestelmät		
Muut tiedot		

Author(s) Weiss, Kim	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2016 Language of publication: Finnish
	Number of pages	Permission for web publication: X
Title of publication <b>Cost effective advertisement display for small companies</b>		
Degree programme Software Engineering		
Supervisor(s) Lappalainen-Kajan, Tarja		
Assigned by		
Abstract  <p>The idea for the project emerged from the need of Diweiss nailstudio, to display advertisements and previous work in a slideshow. The ready-made products felt either too expensive or the cheaper ones were restricted concerning their features. It was to be investigated if it is possible to build an inexpensive info display system by combining a computer screen or television to a minicomputer and code software to it to run the show.</p> <p>The project was started by comparing a large amount of various small computers. Searched was for high quality and inexpensive devices meeting the technical requirements.</p> <p>The technical part of the study was carried out investigating different kinds of minicomputers. Raspberry Pi and Intel Computer Stick were the devices mainly used in the study. Also different kinds of software development tools were examined. The slideshow prototype for the study was developed using Qt Development tools and QML programming language.</p> <p>From the assortment of computers many small computers were found that were technically fit. When the selection was limited to consider only the cheapest ones, the quality and properties started to decrease. There are professional devices available, however, one has to pay for quality. Linux operating system was selected because of its flexibility and outstanding hardware compatibility.</p> <p>Considering the operating system and software, the project was a success. A cheap and high quality minicomputer was not found. The screens used in test worked as expected and there is no surprise to be expected. On the financial side, there is now knowledge about the hardware costs and choices concerning preliminary pricing. There is no customer feedback available yet.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> )  Raspberry Pi, Raspbian, Linux, Qt, QML, info display, embedded systems		
Miscellaneous		

## Sisältö

Sanasto .....	3
1 Johdanto .....	5
2 Tausta ja lähtökohdat .....	5
3 Miksi mainosnäyttö? .....	6
4 Tutkimuksen tavoite .....	7
5 Käytetyt tekniikat .....	8
5.1 Laitteet .....	8
5.2 Linux .....	9
5.2.1 Raspbian .....	10
5.3 Yocto .....	10
5.4 Ohjelmointikielet .....	11
5.4.1 Qt .....	11
5.4.2 QML .....	11
6 Mainosnäyttö .....	12
6.1 Määrittely .....	12
6.2 Suunnittelu ja toteutus .....	13
6.2.1 Minitietokoneet .....	13
6.2.2 Näyttölaitteet .....	15
6.3 Testaus .....	16
6.4 Tuotteistus .....	17
7 Tulokset .....	18
8 Jatkokehitys .....	19
9 Pohdinta .....	20
Lähteet .....	21
Liitteet .....	23
Liite 1. Ensimmäisen diaesitysprototyypin koodia .....	23

**Taulukot**

Taulukko 1. Vertailu minitietokoneiden ominaisuuksista .....	15
Taulukko 2. Suunnitelma hinnoittelusta .....	18

## **Sanasto**

### **Qt**

Qt Company:n ylläpitämä, alustariippumaton ohjelmistokehitysympäristö.

### **QML**

QML (Qt Modeling Language) on Qt:n päälle tehty käyttöliittymien tekemiseen tarkoitettu kuvainnollinen kieli.

### **Sulautettu tietokone**

Yleensä jonkin suuremman mekaanisen tai elektronisen laitteen sisään rakennettu tietokone, jonka tarkoituksena on tehdä vain yhtä tiettyä toimintoa.

### **HDMI**

Kuvan ja äänen siirtämiseen tarkoitettu digitaalinen näyttölaitteiden liitännästandardi.

### **Raspberry Pi**

Raspberry Pi Foundationin kehittämä yhden piirilevyn tietokone.

### **Intel Compute Stick**

Intel:in valmistama pieni tietokone.

### **Raspbian**

Debian Wheezy armhf-käyttöjärjestelmästä Raspberry Pi:lle tehty versio.

### **Ubuntu**

Debian:iin perustuva suosittu Linux-käyttöjärjestelmä.

### **Atom**

Intel:in x86-suoritinarkkitehtuuriin perustuva vähävirtainen prosessoriperhe.

### **ARM**

Risc-arkkitehtuuriin perustuva mikroprosessoriperhe.

### **Yocto**

Avoimen lähdekoodin projekti, joka tuottaa työkaluja Linux-käyttöjärjestelmien luomiseen.

### **SATA**

SATA eli Serial ATA on sarjamuotoinen tietokoneen väyläliitäntä massamuistilaitteiden liittämiseen tietokoneeseen.

## 1 Johdanto

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko sekä taloudellisesti kannattavaa, että teknisesti mahdollista toteuttaa vaatimusten mukainen edullinen mainosnäyttöjärjestelmä erityisesti pienyrityksiä ajatellen. Työn päämääränä oli rakentaa mahdollisimman edullisen tietokoneen pohjalle ja edullisia näyttölaiteratkaisuja käyttäen diaseityksiä pyörittävän mainosnäyttöjärjestelmän prototyyppi. Haluttiin tutkia, onnistuuko edulliseen näyttöön liittämään halpa mutta tarpeeksi tehokas minitietokone, jossa vaatimuksen mukaiset ohjelmistot pyörivät.

Mainosnäytön edut paperisiin hinnastoihin, mainoksiin yms. verrattuna on selkeä. Yksinomaan valoisa näyttö kiinnittää huomion, puhumattakaan siitä, että näytöllä liikkuu kuva tai näytetään videota. Isoille yrityksille on tarjolla kalliita kymmenien näyttöjen järjestelmiä, mutta markkinoilta puuttuu pienyrityksen tarpeisiin ja kukkarolle sopiva yksinkertaisempi ja edullisempi vaihtoehto. Siihen tarpeeseen on tämän työn tarkoitus osaltaan vastata.

Työ esittelee erään prototyypin näytön yhdistämisestä minitietokoneen kanssa ja antaa toivottavasti sulautettujen laitteiden harrastajien yhteisölle ajatuksia, joista kehitellä omia uusia ideoita näiden laitteiden pohjalta. Ohjelmisto-osio antaa hyvän esimerkin siitä, miten jo melko yksinkertaisilla ohjelmilla saadaan aikaiseksi näytettäviä tuotteita, jotka ovat täysin räätälöitävissä asiakkaan tarpeiden mukaan. Itse tuotettu ohjelmisto antaa rajattomat mahdollisuudet muokata esityksiä, vaikkapa ajastamalla eri esitykset näkymään aamu- ja iltapäivällä. Tällaisia ominaisuuksia ei tabletin kuvien esitysohjelmassa tai elektronisessa valokuvakehyksessä juurikaan ole.

## 2 Tausta ja lähtökohdat

Idea edullisen pienyrityksille suunnatun mainosnäyttöjärjestelmän tekemiseen syntyi ajan mittaan mainosnäyttöjen ilmestyessä katukuvaan. Ensin heräsi ajatus mainosnäytön käyttämisestä omassa yrityksessä ja pian sen jälkeen heräsi ajatus siitä, että voisiko edullista mainosnäyttöjärjestelmää myydä palveluna toisille pienyrityksille.

Kehittely lähti liikkeelle Raspberry Pi:stä ja HDMI-liitäntäisestä näytöstä. Raspberry Pi on edullinen, pieni luottokortin kokoinen tietokone.



Viime vuosina pientietokonejärjestelmien rakentaminen on helpottunut huomattavasti, kun markkinoille on tullut minitietokoneita, joissa pyörii oikea käyttöjärjestelmä. Käyttöjärjestelmä antaa mahdollisuuden asentaa tarvittavia ohjelmia satojen ja tuhansien ohjelmien joukosta. Minitietokoneella tarkoitetaan tässä työssä pientä, yleensä noin kämmenen kokoista piirilevyä, johon on mahdutettu kaikki tietokoneen tarvitsemat komponentit tai niiden liitännät. Liitäntöjä on vähintään näppäimistölle ja hiirelle, sekä näyttölaitteelle. Minitietokoneet eroavat tavallisista tietokoneista niin, että niitä on useasti karsittu ja jätetty ominaisuuksia pois. Esimerkkinä monestaakaan minitietokoneesta ei löydy SATA-kiintolevyliitäntää, eikä niissä ole liitäntävyliä tai mahdollisuutta irrottaa ja vaihtaa muistikampojia tai prosessoria.

Sulautettu järjestelmä on tiukasti määriteltynä elektroniikkaa, joka on yleensä jonkin suuremman laitteen sisällä ja suorittaa vain yhtä muuttumatonta tehtävää. Minitietokoneet vaihdettavine käyttöjärjestelmineen ja ohjelmistoineen eivät varsinaisesti ole sulautettua elektroniikkaa, joten niistä ei sen vuoksi tässä työssä käytetä sitä nimitystä. (Jain 2012)

### **3 Miksi mainosnäyttö?**

Näyteikkunassa voidaan esitellä mitä tahansa mitä on tähän asti esitelty paperilla. Etuna on se, että ei tarvitse tehdä uusia mainoksia aina asioiden muuttuessa.

Useiden yrittäjien kanssa keskustellessa mainosnäytöistä ja niiden käyttömahdollisuuksista, on tullut esille, että yleensä he eivät ole osanneet ajatella niiden tuomia mahdollisuuksia omalle liiketoiminnalle. On tutkittu, että ihminen katsoo vaistomaisesti liikkeen suuntaan. Yksinkertainen liukuva mainossivu näytöllä kiinnittää asiakkaan huomion varmemmin kuin paperinen mainos.

KotiPizza-ketju käyttää myymälöissään näyttäviä elektronisia mainostauluja. He hyödyntävät niiden antamia mahdollisuuksia esimerkiksi näyttämällä samaa hinnastoa usealla eri kielellä yhdellä näytöllä sivua vaihtamalla.

Mainosnäyttöä voidaan käyttää liikkeen kassalla tai vaikkapa messuosastolla kiinnittämässä huomiota ja kertomassa yrityksen tuotteista. Myymälässä asiakkaan maksaessa ehditään näyttämään kuva vähintään kolmesta eri tuotteesta. Ja tähän tarvitaan

vain esimerkiksi tietokonenäytön vaatima tila. Liikkeen sisätiloihin voidaan laittaa mainosnäyttö houkuttelemaan asiakas ostamaan ylimääräistä. Mainosnäytössä voidaan esittää yrityksen tuotteita tai töitä diaesityksenä esimerkiksi aulassa. Mainosnäyttö voi toimia infonäyttönä myös museoissa, virastoissa jne. Voidaan helposti näyttää haluttua tietoa, esimerkiksi ajankohtaisista tapahtumista tai näyttää tietoja esillä olevista esineistä useilla eri kielillä. Tiedon muuttaminen vaatii huomattavasti vähemmän vaivaa kuin taulujen tai paperisten versioiden.

## 4 Tutkimuksen tavoite

Työn tavoitteena oli tutkia onnistutaanko HDMI-liitäntäiseen näyttölaitteeseen, televisio tai tietokonenäyttö, liittämään edullinen tietokone ja saada se pyörittämään sulavasti ja luotettavasti diaesitystä. Tietokoneen vaatimuksina olivat edullisuuden lisäksi riittävä teho ajaa haluttuja ohjelmistoja. Haluttiin myös että tietokone on ammattimaisen näköinen ja asiallisesti koteloitu. Tietokoneen oli ajatus toimia itsenäisesti, eli käyttäjä kytkee ainoastaan virran. Tietokoneeseen ei liitetä näppäimistöä tai hiirtä. Jos ohjelmistot pystytään siirtämään tietokoneeseen muistikortilla tai verkon yli, siihen ei tarvita ollenkaan USB-liitäntää näppäimistölle ja hiirille. Vähimmillään riittäisi HDMI- ja virtaliitin, sekä vaihtoehtoisesti muistikortti tai verkkoliitäntä.

Ohjelmiston toimintaan keksittiin hienojakin suunnitelmia. Tähän työhön tehtävän prototyypin ohjelmisto on kuitenkin rajattu. Ohjelman vaatimuksena oli, että näytössä pyörii täydellä ruudulla kiinteästi laitteeseen ohjelmoitu diaesitys. Tavoite oli että kun käyttäjä kytkee laitteisiin - tietokoneeseen ja näyttöön virrat, ohjelmat käynnistyvät tämän jälkeen automaattisesti ilman mitään käyttäjän toimia. Haluttiin myös, että käynnistymis- ja käynnissäoloaikana käyttäjälle näkyy mahdollisimman vähän tietoa käyttöjärjestelmästä ja ohjelmistoissa käytetyistä tekniikoista. Ihanteellisin tilanne on se, että muutaman sekunnin kuluessa virran kytkemisestä, alkaa diaesitys pyörimään näytössä.

## 5 Käytetyt tekniikat

### 5.1 Laitteet

#### 5.1.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi on ensimmäisen kerran vuonna 2012 julkaistu pieni luottokortin kokoinen tietokone. Raspberry Pi:n ideana on olla helppokäyttöinen laite, johon liitetään vain näyttö, näppäimistö ja hiiri ja se on toimintavalmis. (What is Raspberry Pi?)

Tämä ensimmäinen versio sisälsi 700 MHz yksiytimisen ARM11 ARM1176JZF-S-prosessorin, 512 Mt muistia (jaettu näytönohjaimen kanssa), HDMI-liitännän, SD-korttipaikan ja kaksi USB-porttia. Prosessori on niin kutsuttu SoC (System on chip) prosessori, eli kaikki tietokoneen tarvitsemat komponentit ovat saman piirin sisällä. Raspberry Pi:ssä on tehokas näytönohjain, joka kykenee esittämään täyttä Full HD kuvaa. Raspberry Pi 1:n tehonkulutus on alle 2 W. (RPi Hardware 2016)

Myöhemmin Raspberry Pi Foundation on julkaissut myös tehokkaammat Raspberry Pi 2 (900 MHz 32-bit quad-core ARM Cortex-A7) ja Raspberry Pi 3 (1.2 GHz 64-bit quad-core ARM Cortex-A53) mallit, joissa on 1 gigatavu jaettua keskusmuistia ja mm. neljä USB-porttia. (Upton 2016)

Raspberry Pi:n etu mikrokontrolleripohjaisiin laitteisiin on sen kyky pyörittää käyttöjärjestelmiä. Raspberry Pi:hin on saatavilla mm. Arch Linux ARM, RISC OS, Raspbian, Ubuntu, CentOS ja lukuisia muita Linux-käyttöjärjestelmiä. Windows 10 IoT Core on myös saatavilla Raspberry Pi 2:een. (RPi Distributions 2016)

Tärkeimmät erot tavalliseen tietokoneeseen ovat kiintolevyliitännän puute ja GPIO portit. Kiintolevy on korvattu SD-muistikortilla. GPIO portit antavat mahdollisuuden liittää ulkoista elektroniikka esimerkiksi ledejä, servoja, antureita jne.

Edullisuuden, helppokäyttöisyyden ja hyvien liitännöiden vuoksi Raspberry Pi:stä on tullut erittäin suosittu harrastajien keskuudessa erilaisten teknisten keksintöjen pohjana. Suuri harrastajayhteisö lisää Raspberry Pi:n suosiota, koska laitteeseen liittyviin ongelmiin on helppoa saada apua. Tässä työssä käytettiin halvinta ja samalla pienitehoisinta Raspberry Pi 1 mallia.

Vuonna 2009 perustettu Raspberry Pi Foundation kannustaa tietotekniikan opetusta kouluissa. Säätiötä tukevat muun muassa Microsoft, Oracle ja Cambridgen yliopiston tietotekniikan laitos, sekä kymmenet muut yritykset. (About Us, Partners – Raspberry Pi Foundation)

### 5.1.2 Intel Compute Stick

Intel Compute Stick on Q2/2016 julkaistu kahden tilitikkurasian kokoinen ”tikkutietokone”. Siinä on Intel® Atom™ Z3735F-prosessori, 8Gt tallennustilaa, 1Gt keskusmuistia, sekä HDMI- ja USB 2.0-liitännät. Laitteeseen saa liitettyä MicroSD-muistikortin. Tikkaa saa myös Windows-versiona, jossa on enemmän muistia ja isompi levytila. Linux-tikussa on asennettuna Ubuntu 14.04 LTS 64-bit-käyttöjärjestelmä tarvittavilla ajureilla. Laitteen mukana tulee muuntaja. Laite pystyy näyttämään kuvaa FullHD-tarkkuudella ja siinä on WLAN sisäänrakennettuna. (Intel Compute Stick STCK1A8LFC)

## 5.2 Linux

Linux on yleisesti Unix-tyylinen käyttöjärjestelmä. Linux on saanut nimensä, Linux-kernelin kehittäjän, suomalaisen Linux Torvalds:in mukaan. Linux:issa tärkeä osa käyttöjärjestelmää ovat GNU-projektin siihen tuomat ohjelmat. Onkin sanottu että Linux:ista kuuluisi käyttää nimitystä GNU/Linux. Linuxia käytetään nykyään lukuisissa eri laitteissa älykelloista supertietokoneisiin. Yhdeksän kymmenestä palvelimesta toimii Linux:illa. Ihmiset eivät edes tiedä käyttävänsä Linux:ia kännyköissään ja tableteissaan, puhumattakaan televisioista ja digibokseista. Monia Linux:in voi ladata Internetistä ilmaisina jakelupaketteina. Jakelun tekijä koostaa kernelistä, järjestelmätyökaluista ja ohjelmista paketin, joka jaetaan käyttäjille. Suosituimpia Linux-jakeluista ovat tänä päivänä muun muassa Ubuntu, Mint, Debian, Fedora, Arch Linux, Mageia ja OpenSUSE. (What is Linux 2016)

Työpöytäkäytössä olevista Linux-jakeluista löytyy yleensä GNOME tai KDE työpöytäjärjestelmä. Pienempitehoisiin laitteisiin voidaan vaihtoehtoisesti asentaa kevyempi Xfce tai LXDE. Palvelinkäytössä olevista laitteista voidaan jättää työpöytäjärjestelmä kokonaan pois. Näin tehtiin testatussa Raspberry Pi:ssä tehojen säästämiseksi. (Hoffman 2013)

Tunnetuimpia matkapuhelinkäyttöjärjestelmiä, jotka perustuvat Linuxiin, ovat Android, MeeGo ja Sailfish OS.

### 5.2.1 Raspbian

Raspbian on Debian wheezy:stä johdettu epävirallinen versio, joka toimii Raspberry Pi:ssä. (Raspbian FAQ)

### 5.2.2 Ubuntu

Ubuntu on yksi aikamme suosituimmista Linux-käyttöjärjestelmistä. Ubuntu sisältää peruskäyttöön tarvittavat ohjelmat ja lisää voi asentaa sovellusvalikoiman kautta. Ubuntu on ilmainen, Internetistä ladattavissa oleva Linux-jakelu. Ubuntu:sta julkaistaan uusi versio aina kuuden kuukauden välein ja pitkän tuen versio, jota tuetaan viisi vuotta, kahden vuoden välein. Ubuntu:n kehitystä johtaa ja sponsoroi brittiläinen Canonical Ltd. (Esittely, Ubuntu Suomi)

## 5.3 Yocto

Yocto on avoimen koodin yhteistyöprojekti, jota hallinnoi Linux Foundation. Yocto on perustettu vuonna 2010 ja siinä on mukana laitevalmistajia, järjestelmätoimittajia ja elektroniikkayrityksiä. Projektin tarkoituksena on luoda työkaluja, joilla on helppo luoda Linux-pohjaisia järjestelmiä kohdealustasta riippumatta. Yocto on erinomainen työkalu ja se auttaa välttämään ylimääräistä työtä ja tarpeetonta ylläpitoa. ”Yocto säästää aikaa ja resursseja, joita muutoin hukattaisiin kääntämiseen, kahdentamiseen, uudelleen luomiseen ja ylläpitoon.” (Rauscher 2014)

Yocto:lla voidaan esimerkiksi määritellä kaikki julkaisuun asennettavat ohjelmat ja tämän jälkeen luoda kahdelle eri laitteelle ohjelmistoiltaan saman sisältöiset käyttöjärjestelmät. Qt käyttää Yocto:a oman Boot to Qt-sulautetun käyttöjärjestelmänsä luomiseen. (About Boot to Qt)

## 5.4 Ohjelmointikielet

### 5.4.1 Qt

Qt on alustariippumaton C++ -pohjainen kehitysympäristö, jolla on helppo luoda ohjelmistoja niin työpöytäympäristöön, sulautettuihin laitteisiin kuin mobiililaitteisiinkin. Sitä voidaan käyttää erinomaisesti myös ei-graafisten ohjelmien luomiseen palvelimiin tai pienitehoisiin laitteisiin. Qt tukee myös laajalti sulautettuja järjestelmiä. Qt:n yksi vahvuuksista on hyvä dokumentointi ja esimerkit. Qt:lla voidaan luoda ohjelmia Windowsille, Linux/X11:lle, OS X:lle, Androidille ja iOS:lle. Qt on vapaa, avoimen lähdekoodin ohjelmisto ja siitä on saatavilla versioita LGPL- ja GPL-lisenssillä, sekä kaupallisella lisenssillä. (The company at glance, Qt Company yleiskatsaus)

Qt:ta käytetään laajalti autoteollisuudessa, kuluttajaelektronikassa, sairaahoidon laitteissa, viihde- ja teollisuusautomaatioissa. ”Qt:lla on miljoona aktiivista käyttäjää ympäri maailman.” (The company at glance, Tietoja Qt Company:stä)

Suomalaisen Digian tytäryhtiö Qt Company omistaa Qt:n tuotemerkin ja tekijänoikeudet. Qt:ta kehittää lisäksi Qt Project, avoin joukko yksilöitä ja yrityksiä, sekä lukuisat Qt Partnerit, muun muassa KDAB ja Integrated Computer Solutions. (The company at glance, Qt Company:n kumppanit)

### 5.4.2 QML

QML on kuvaileva kieli, jota on helppo lukea. Se on tarkoitettu käyttöliittymien yksinkertaiseen luomiseen. Sillä voi nopeasti luoda käyttöliittymäprototyyppjä ja uudelleenkäytettäviä komponentteja. QML tukee JavaScript-kieltä, joten sillä voi luoda itsenäisiä sovelluksia ilman ohjelmointitaitoja. Qt:ssa on kuitenkin mahdollista käyttää QML-kieltä ja C++:aa yhdessä, jolloin molemmista saadaan niiden parhaat hyödyt irti. Sekä suunnittelijat, että ohjelmoijat pystyvät tekemään hyvin toimivia, animoituja ja visuaalisesti näyttäviä ohjelmia. (QML Applications)

## 6 Mainosnäyttö

### 6.1 Määrittely

#### 6.1.1 Tavoitteet laitteistolle

Laitteiston tärkeimmät vaatimukset olivat HDMI-näyttöliitäntä ja edullisuus, sekä toimintavarmuus. Edullisuuden vuoksi ei saanut tinkiä toimintavarmuudesta. Laitteistolle ei asetettu kovin tiukkoja vaatimuksia aluksi, jotta voitaisiin tutkia mahdollisimman suurta laitevalikoimaa ja löytää sieltä sopivia vaihtoehtoja.

Laitteiden edullisuudella haettiin pääasiassa kahta seikkaa. Ensinnäkin edullisesti hankittu laite voidaan myydä asiakkaalle edullisesti. Tämä on etu kun tuote, josta tehdään voittoa onkin järjestelmään myytävä ohjelmisto. Toiseksi jos laitteet ovat tarpeeksi halpoja hankkia, niiden korjaamista ei edes kannata miettiä vaan toimintamalli voidaan rakentaa sellaiseksi, että laitteiden rikkoutuessa asiakkaalle lähetetään uusi laite. Asiakas ei palauta vanhaa laitetta ja näin säästetään iso osa laitteen hinnasta toimituskuluissa, sekä omaa työaika, kun pitäisi käsitellä laitepalautuksia ja ihmetellä viallisia laitteita.

Laitteiden saatavuus on tärkeää. Suosittujen laitteiden ja isojen valmistajien tuotteiden saatavuus on yleensä hyvä. Tämä on tärkeää siksi, että myytävä laite olisi tunnettava mahdollisimman hyvin tarpeeksi hyvän asiakastuen tuottamiseksi. Mitä vähemmän on tuettavia laitteita, sitä vähemmän kulutetaan aikaa erilaisten laitteiden ominaisuuksien tutkimiseen.

Asiallinen ulkonäkö on ehdoton siinä vaiheessa, kun tuotetta tarjotaan maksavalle asiakkaalle. Tämä tuo rajoituksia tiettyihin laitteistoihin, joissa itse piirilevyt ovat ammattimaisesti tehtyjä, mutta niihin saatavat kotelot saattavat olla tarkoitettu harrastelijoiden käyttöön.

Tehonkulutus on toiminnan kannalta merkityksellinen asia, koska minitietokone on aina verkkovirrassa. Jos asiakas haluaisi mainosnäytön toimivan sähkökatkon aikana varavirtalähteen varassa, näytön kulutus on niin paljon suurempi, että minitietokoneen tehonkulutuksella ei ole paljoakaan merkitystä.

Vaatimuksia laitteistolle oli tehojen riittävyys haluttujen ohjelmien ajamiseen, sekä HDMI-liitäntä ja kyky tuottaa kuvaa Full HD-resoluutiolla (1920x1080 pistettä).

### 6.1.2 Tavoitteet ohjelman toiminnalle

Työn tässä vaiheessa käytettävien alustojen käyttöjärjestelmää ei haluttu rajoittaa millään tavalla. Selvää oli kuitenkin, että mikrokontrolleripohjaisten laitteiden tehot eivät riitä haluttujen ohjelmien pyörittämiseen.

Järjestelmän haluttiin näyttävän diaesitystä. Tavoitteena oli, että laitteen käynnistyessä käyttäjälle näkyy mahdollisimman vähän tietoa laitteiston ominaisuuksista.

Mahdollisimman nopea käynnistysaika olisi etu, mutta sitä ei vaadita. Diaesityksen haluttiin näkyvän koko näytöllä ja niin, että kuvat vaihtuvat pehmeästi, esimerkiksi liukumalla tai häipymällä, ei missään nimessä kerralla vaihtuen.

## 6.2 Suunnittelu ja toteutus

### 6.2.1 Minitietokoneet

Työ toteutettiin niin, että varsinaista suunnitelmaa ei tarvittu. Työtä tehdessä valikoituivat tekniikat määrittelyssä esitetyn päämäärän toteuttamiseksi.

Aluksi ajatuksena oli, että Raspberry Pi:n valmistajan tekemä käyttöjärjestelmä Raspbianiin työpöydälle käynnistetään JavaScriptiä pyörittävä kevyt Internet-selain.

Selaimeen ladataan PHP:llä ja JavaScriptillä rakennettu HTML-sivu, jossa diaesitys pyörii. Linux-työpöytä, selain ja JavaScript osoittautuivat kuitenkin Raspberry Pi:n tehoille liian raskaiksi. Diaesitys takkuili pahasti, laitteen prosessorinkäyttö hipoi ajoittain 100 prosenttia, eikä tulos näyttänyt miltään osin ammattimaiselta tai tunnut luotettavalta. Heräsi ajatus siitä, että voisiko graafista ohjelmaa ajaa komentotulkissa ilman Linux:in ikkunamanageria ja työpöytää. Aluksi tuntui siltä, että ei tällaista ratkaisua ole, mutta sitten löytyi Qt.

Qt mahdollisti ohjelmien ajamisen ilman raskasta työpöytää. Tämä antoi paljon toivoa järjestelmän kehittämiseksi. Hankaluus Qt:n ja Raspberry Pi:n välillä oli se, että Raspberry Pi:ssä ohjelmien koonti (build) kestää kymmeniä tunteja. Työ kannattaa



siis tehdä tehokkaassa pöytätietokoneessa, mutta tämä vaatii ristiinkäännöstyökalujen asentamisen ko. tietokoneeseen ja tietysti osaamista. Minitietokoneen mahdollisesti vaihtuessa on näiden ohjelmistotyökalujen kuuluttava uuden alustan pakettiin.

Qt5-version ristiinkäännösohjeet Raspberry Pi:lle löytyvät Internet-osoitteesta:

[https://wiki.qt.io/RaspberryPi\\_Beginners\\_Guide#Configuring\\_Qt\\_Creator](https://wiki.qt.io/RaspberryPi_Beginners_Guide#Configuring_Qt_Creator)

Qt on erittäin monipuolinen työkalu ja tämän työn vaatimuksien mukainen diashow ohjelman protyyppi tehtiin Qt:n QML kielellä parissa päivässä. Ohjelmakoodi liitteenä, LIITE 1.

Kiinan markkinoilta löytyy minitietokoneita joka lähtöön. Näissä luotettavuus on hyvin kyseenalaista. Iso-Britanniassa valmistettu Raspberry Pi, vaikkakin olisikin kehitysalusta, on laadukkaampi ratkaisu.

Texas Instruments:in valmistamaa Beagle Bone:a tutkittiin myös, mutta siinä ei näyttöohjain kyennyt vaadittuun resoluutioon. Myöhemmin markkinoille tullut Beagle Bone Black-malli näyttää kuvaa vaaditulla Full HD-resoluutiolla, mutta tämä malli ei ollut tässä työssä mukana.

Tämän vuoksi haluttiin etsiä muita ratkaisuja. Tehtävä osoittautui vaikeaksi. Tarpeeksi tehokasta, mutta edullista laitetta oli vaikea löytää. Kiinnostus heräsi välittömästi Intel Compute Stick:in tullessa markkinoille. Se on pieni, kahden tulitikkurasian kokoinen, Atom Z3735F-prosessorilla varustettu minitietokone. Kyseistä prosessoria käytetään myös kannettavissa tietokoneissa, joten tehoa löytyy vähintäänkin kohtalaisesti. Intel Compute Stick:in merkittävin ero Raspberry Pi:hin on sen x86-pohjainen prosessori, joka käytännössä merkitsee sitä, että tavallisessa pöytäkoneessa käännetty ohjelman toimivat ko. tikussa suoraan ilman kääntäjän ym. erityisasennuksia.

Tämä taas on merkittävä ajan säästö. Tutkittuja laitteita vertailu taulukossa 1.

Taulukko 3. Vertailu minitietokoneiden ominaisuuksista.

Laitte	Proessori	Muisti	Levytila	Muuta	Hinta peruslaitteilla
Raspberry Pi B	700 MHz, yksiytiminen, ARM11, 32-bittinen, ARMv6	512 Mt (jaettu näytönohjaimen kanssa)	SD-kortti (tyypillisesti 8 Gt)	Ethernet -liitäntä, GPIO -portit	65 €
Intel Compute Stick	Intel® Atom™ Z3735F	1 Gt	8 GB Embedded MultiMediaCard (eMMC)	Micro-SD -korttipaikka, WIFI, Bluetooth 4.0	99 €
Beagle Bone Black	AM335x 1GHz ARM Cortex-A8	512MB DDR3 RAM	4Gt 8-bit eMMC	7 analogista ja 65 digitaalista pinniä liitäntöjä varten	90 €

Kaupallisen tuotteen ollessa kyseessä, on yritettävä ennustaa tulevaisuutta. Tämän vuoksi haluttiin ennakoida tilanne, että käytettyä minitietokonetta ei saada enää jossain vaiheessa tai joudutaan muista syistä käyttämään useampaa kuin yhtä laitetta. Määrittelyssä toivottiin, että laite käynnistyy mahdollisimman nopeasti. Asiakkaille menevissä laitteissa pitäisi olla mahdollisimman vähän ohjelmia asennettuna. Tämä on turvallisuusasia, mitä vähemmän ulkopuolinen voi laitteiston sisällä tehdä, sitä vähemmän vahinkoa hän voi saada aikaiseksi. Eli haluttiin poistaa kaikki turhat ohjelmat. Näihin tarpeisiin yhteinen ratkaisu on Yocto. Yocto on työkalu, jolla luodaan Linux-julkaisuja. Yocto:lla voidaan määrittellä oman julkaisuun asennettavat ohjelmistot. Sen jälkeen määrittellään kohdealusta ja luodaan julkaisu. Alustan vaihtuessa tarvitsee vain määrittellä alustan asetukset uudelleen ja luoda julkaisu, joka toimii identtisesti aikaisemman alustan kanssa. Yocto:a testattiin Raspberry Pi:n julkaisun luomisessa ja se toimi odotetulla tavalla. Intel Compute Stick:iin ei kuitenkaan löytynyt ohjeita Yocto:lle, joten se jäi tutkimatta tarkemmin.

### 6.2.2 Näyttölaitteet

Näyttölaitteiden resoluutio- eli tarkkuusvaatimus asetettiin alusta lähtien kovaksi, ajatellen tarvetta sijoittaa näyttö lähelle katsojaa. Mitä lähempää näyttöä on tarkoitus katsoa, sitä parempi on tarkkuuden oltava, muuten kuva näyttää rakeiselta.

Jos mainosnäyttö sijoitetaan esimerkiksi kampaamon pöydälle, asiakkaan etäisyys näyttöön on noin 80-150 cm, arvioitu näytön koko voisi olla 19-22 tuumaa. Jos näyttö sijoitetaan esimerkiksi hyllylle tiskin taakse, etäisyys katsojaan on jo 1,5-2,5 metriä,

näytön koko saisi olla 24-32 tuumaa. Isossa liiketilassa tai korkealle asetettava näytön koko voisi olla 28-40 tuumaa. Näyteikkunaan asetettavan näytön tulisi olla vähintään 32 tuumaa, mielellään tosin 40-42 tuumaa, budjetin salliessa jopa 50 tuumaa.

Tässä työssä näyttöinä on ajateltu käytettävän tavallisia kuluttajille tarkoitettuja tietokonenäyttöjä ja perus televisioita. Näissä on kuitenkin se ongelma, että niitä ei ole tarkoitettu kirkkaihin olosuhteisiin. Kesällä auringon paistaessa näyttöön, kuvaa ei juurikaan näy. On olemassa erittäin kirkkaita valoisiin olosuhteisiin tarkoitettuja näyttöjä, mutta niiden hinta on vähintään kaksinkertainen tavallisiin näyttöihin verrattuna, joten ne eivät sovellu edulliseen mainosnäyttöjärjestelmään.

Näyttönä voi toimia mikä tahansa HDMI-liitäntäinen näyttö tai tv. Jos yrittäjällä on kovin pieni budjetti, voi näyttölaitteena toimia, vaikka kodin vanha tv. Näin säästetään esimerkiksi puolet investoinneista, joka taas houkuttelee aina useampia hankimaan järjestelmän.

### 6.3 Testaus

Ensimmäinen Raspberry Pi:ssä ajettu selainpohjainen diaesitys toimi teknisesti hyvin, mutta osoittautui liikaa tehoja vaativaksi. Tämä näkyi esityksen pätkimisestä.

Qt:lla tehtyä ohjelmaa ajettiin Raspberry Pi:ssä eri kokoisilla näytöillä ja se toimi odotetulla tavalla. Ohjelma käynnistyi koko näytön koossa ja pätkimistä ei esiintynyt ol- lenkaan.

Diaesitystä Raspberry Pi:ssä testattiin Diweiss-liikkeen näyteikkunassa noin puolen vuoden ajan. Raspberry Pi oli kytketty 32 tuumaiseen LG televisioon. Laitteistoa käytti pääosin yrittäjä itse. Käyttöä oli siis virtojen kytkeminen, kun haluttiin diaesityksen näkyvän ja sammuttaminen esimerkiksi kirkkaana päivänä, kun näytöstä näkyi niin huonosti, että sitä oli turha pitää päällä. Satunnaisesti vuorokausien yhtäjaksoisesti päällä olon jälkeen Raspberry Pi oli kaatunut ja laitteisto piti sammuttaa ja käynnistää uudelleen.

## 6.4 Tuotteistus

Laitteistojen kustannukset on laskettu toukokuun 2016 hintatason mukaan. Suunnitelmana on ollut, että laitteisto pyrittäisiin vuokraamaan asiakkaalle lähes omakustannushintaan. Tietysti niin, että mahdolliset laiteviat ym. yllättävät kustannukset kateetaan vuokrahinnasta. Jos oletetaan 10% laitteista rikkoutuvan vuokra-aikana, 20% lisäyksen ostohintaan pitäisi kattaa laitevaihdot ja muut niistä aiheutuvat kulut.

Ihanteellinen myyntimalli on se, että asiakkaalta saadaan laskutettua vähintään laitekustannusten suuruinen summa aloituskustannuksina. Näin myyjän ei tarvitse sitoa omia varoja vuokrattaviin laitteisiin. Jos asiakkaan laitteita joudutaan rahoittamaan, kuukausimaksun olisi oltava sellainen, että aloituskustannus olisi maksettu mahdollisimman lyhyessä ajassa ja sen jälkeen tehdään voittoa ylimääräisellä kuukausimaksulla. Kun kohdeasiakkaina ovat pienyritykset, jotka voivat toimia hyvin pienillä budjeteilla, on huomioitava aina riski, että asiakas ei maksakaan laskua.

Monet ostavat esimerkiksi kuukausimaksullista teleoperaattorin tietoturvaa hintaan 5€/kk (120€/vuosi) kun vaihtoehtona on ostaa kahden vuoden lisenssi 95€ hintaan. Osa ihmisistä on taas ehdottomasti kuukausimaksullisia palveluita vastaan, he haluavat hoitaa maksun kerralla pois.

Nämä tiedot yhdistettyinä tarkoittavat sitä, että kaikkia kolmea hinnoittelumallia tarvitaan, jotta saadaan tarjottua mahdollisimman suurelle asiakaskunnalle heille kullekin sopiva vaihtoehto. Myyjälle optimaalisin tilanne on se, että tuotteesta saadaan maksu heti. Kuitenkin jos kuukausimaksu tuo enemmän asiakkaita, olisi sen vaihtoehdon oltava myös saatavilla. Kuukausimaksu on myyjän näkökulmasta osamaksukauppaa ja näin myyjä lainaa asiakkaalle omaa rahaansa ja saa sen erissä takaisin. Toisaalta jos kuukausihinnoittelu on sellainen, että esimerkiksi 24 kuukauden maksuilla ajatellaan tuote maksetuksi ja asiakas käyttääkin tuotetta odotettua kauemmin, niin silloin tehdään voittoa tyhjästä. Asia on näin, jos alkuperäistä tuotetta ei kehitetä, eikä päivitetä. Jos kehitykseen ja vikojen päivitykseen kulutetaan aikaa, voidaan ajatella, että päivityksen jälkeen asiakas maksaa uudesta tuotteesta. Toisaalta on mietittävä tarkkaan, kauanko kertamaksulliseen tuotteeseen sisältyy päivityksiä ja missä vaiheessa asiakkaan olisi maksettava uudesta tuotteesta. Useasti asiakas yrittää pärjätä kalliilla vanhalla versiolla niin kauan kuin mahdollista ja ostaa uuden tuotteen,

kun esimerkiksi tietokoneen uudistaminen sitä vaatii. Oman kokemuksen perusteella aikaväli voi hyvinkin helposti olla viisi vuotta, jopa yli. Eräs hinnoittelumalli taulukossa 2.

Taulukko 4. Suunnitelma hinnoittelusta.

Aloitusk- maksu (€)	Kuukausi- maksu (€)	Tuotto x kuukaudessa (€)		
		12	24	36
0	39	468	936	1404
150	29	498	846	1194
300	19	528	756	984

Vaikka mainosnäyttöjärjestelmä on suunniteltu toimimaan pääasiassa mahdollisimman kevyessä minitietokoneessa, Qt:n ansiosta ohjelmistoja voidaan ajaa myös tabletissa tai vaikkapa kannettavan tietokoneen näytöllä asiakkaan niin halutessa.

## 7 Tulokset

Raspberry Pi:llä saatiin aikaiseksi hyviä tuloksia. Sillä päästiin lähes kaikkiin tavoitteisiin, oikeastaan suurin huolenaihe oli, että se ei kehitysalustamaisuutensa vuoksi tuntunut kovin uskottavalta ratkaisulta kaupalliseen käyttöön. Myöhemmin Raspberry Pi:hin on törmätty kaupallisissakin tuotteissa, joten ehkä tätä mielipidettä voi muuttaa.

Raspberry Pi:stä löydettiin yllättäviäkin ominaisuuksia, muun muassa näytön ohjaaminen HDMI-CEC-tekniikalla. Tällä voi tietokoneelta ohjelmallisesti tutkia onko näyttölaite käynnissä tai vaikka asettaa se valmiustilaan.

Raspberry Pi:n heikkouksista voidaan mainita SD-kortin käyttö tallennustilana. Muistikorteille on tyypillistä, että ne kestävät tietyn määrän luku- ja kirjoitusoperaatioita. Tämä on aina tietynlainen riski, mutta se voidaan ottaa huomioon. Koska kortin vaihtaminen on erittäin helppoa, voidaan kortti edullisuutensa vuoksi ajatella vaihdettavaksi tietyin väliajoin, ettei se ehdi vikaantumaan. Toinen selkeä vika Raspberry Pi:ssä on se, että siinä ei ole reaaliaikakelloa. Tämä tarkoittaa sitä että aina laitteen käynnistyessä siihen on joko syötettävä aika tai se on haettava Internetistä. Jos laite ei ole liitettyä Internetiin ja diashow halutaan ajastaa tietylle vuorokauden ajalle, se ei olekaan mahdollista. Laitteessa ei ole virtanappulaa, joten jos siihen ei ole

liitetty ulkoisia hallintalaitteita, ainoa tapa sammuttaa laite on kat-kaista virta. Tällä toimintatavalla on erittäin suuri riski sotkea SD-kortti. Raspberry Pi on erinomainen laite jatkokehitystä varten, jos laitteistoon halutaan liittää vaikkapa liiketunnistin tai kameraliitännät ovat valmiina.

Intel Compute Stick osoittautui testissä tehokkaaksi laitteeksi. Kuitenkaan siihen ei saatu tehtyä Yocto:lla räätälöityä käyttöjärjestelmää. Laite olisi todella hyvä vaihtoehto Raspberry Pi:lle huomiota herättämättömän ja asiallisen ulkonäkönsä vuoksi. Jos Yocto ongelma saadaan ratkaistua, tai päädytään olla käyttämättä Yocto:a, voi Intel Compute Stick olla hyvinkin varteenotettava vaihtoehto. Tässä laitteessa ei tosin ole yhtä laajalti liitäntöjä kuin esimerkiksi Raspberry Pi:ssä.

Qt on erinomainen työkalu graafisten käyttöliittymien ja miksei kuvaesityksenkin luomiseen. QML kielellä onnistuttiin tekemään helposti ja juuri tarkoituksenmukainen ohjelma tämän työn testikäyttöön.

Tuotekuvien esittäminen Diweiss-liikkeen ikkunassa herätti asiakkaisissa kiinnostusta. Asiakkaat halusivat nähdä kuvia tehdyistä töistä ja jos diashow ei ollut käynnissä, se herätti huomion ja kyseltiin miksei se pyöri. Voidaan todeta, että sillä on vaikutusta asiakkaisiin.

Tämän työn aikana saatiin hyvä kuva siitä, minkä hintaisia näyttöjärjestelmän laitteet olisivat hankkia. Varteenotettaville asiakkaille näitä hintoja ei ole esitetty. Sillä perusteella mitä tiedetään muiden mainosnäyttöjä tarjoavien yritysten hinnoista, on yhä usko että edullisemminkin voi tällaista palvelua tarjota, eli tämän kaltaisille tuotteille olisi tarvetta ja kysyntää.

## **8 Jatkokehitys**

Ensimmäinen jatkokehitysvaihe on tehdä nettikäyttöliittymä asiakkaiden diaesitysten hallintaan. Tämä helpottaa esitysten muokkaamista huomattavasti ja antaa todella paljon enemmän käyttövaihtoehtoja yrittäjälle. Ajatuksena on myös, että minitietokone voisi ladata ohjelmiston Internet-palvelimelta. Tällöin ohjelmistopäivityksiä ei tarvitsisi erikseen siirtää laitteisiin Internetin yli tai varsinkaan muistikortilla. Tämä tietysti vaatii Internet-liittymän ja verkkolaitteen.

## 9 Pohdinta

Täydellisen ja yleiskäyttöisen laitteen, joka on vielä halpa – löytäminen taitaa olla mahdoton tehtävä. Raspberry Pi toimi todella hyvin testikäytössä ja hyvän kotelon kanssa voisi olla hyvinkin varteenotettava laite myös jatkokehityksen kannalta.

Toisaalta aikaisemminkin mainittu Beagle Bone Black Yocto-yhteensopivana laitteena voi viedä Raspberry Pi:stä voiton. Tämä ala kehittyy koko ajan, tänä vuonna käytetty tekniikka voi olla kolmen vuoden päästä vanhentunutta. Laitteet monipuolistuvat koko ajan ja antavat meille kehittäjille enemmän mahdollisuuksia luoda uusia sovelluksia ja laitteita arjen avuksi. Toisaalta laitteiden kehittyminen luo haastetta tehdä laitteita pitkälle aikavälille. Tai on vain ymmärrettävä että laitteet eivät olekaan niin pitkäikäisiä, ne tullaan vaihtamaan esimerkiksi kolmen vuoden välein. Tämä taas vaikuttaa hinnoitteluun vahvasti.

Tämä työ toi erittäin paljon lisäosaamista laitteistojen, käyttöjärjestelmien, ohjelmistokehityksen ja taloudellisen puolen ajattelussa. Qt:ta ja Yocto:a tulen käyttämään varmasti tulevaisuudessa hyvin paljon, joten näistä saatu oppi on todella arvokasta.

## Lähteet

About Boot to Qt. n.d. Qt Documentation. Qt Company. Viitattu 19.5.2016.  
<http://doc.qt.io/QtForDeviceCreation/qtee-about-b2qt.html>

About Us, Partners. n.d. Raspberry Pi Foundation. Viitattu 19.5.2016.  
<https://www.raspberrypi.org/about/> <https://www.raspberrypi.org/about/partners/>

Esittely. n.d. Ubuntu Suomi. Viitattu 19.5.2016.  
<http://wiki.ubuntu-fi.org/Esittely>

Hoffman, C. 14.1.2013. How-To Geek. Viitattu 19.5.2016.  
<http://www.howtogeek.com/132624/htg-explains-whats-a-linux-distro-and-how-are-they-different/>

Intel® Compute Stick STCK1A8LFC. n.d. Intel Corporation. Viitattu 18.5.2016.  
<http://ark.intel.com/products/86613/Intel-Compute-Stick-STCK1A8LFC>

Jain P. 2012. Embedded System. Engineers Garage. Viitattu 19.5.2016.  
<http://www.engineersgarage.com/articles/embedded-systems>

QML Applications. n.d. Qt dokumentaatio. Qt Company. Viitattu 19.5.2016.  
<http://doc.qt.io/qt-5/qmlapplications.html>

Raspbian FAQ. n.d. Raspbian kotisivu. Viitattu 19.5.2016.  
<https://www.raspbian.org/RaspbianFAQ>, What is Raspbian?

Rauscher H. J. 5.1.2014. Yocto-projekti - sulautettua linuxia helposti. Elektroniikkalehti. Viitattu 19.5.2016. [http://etn.fi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=804:yocto-projekti-sulautettua-linuxia-helposti&catid=26&Itemid=140](http://etn.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=804:yocto-projekti-sulautettua-linuxia-helposti&catid=26&Itemid=140)

RPi Distributions. 10.5.2016. Embedded Linux Wiki. Viitattu 19.5.2016.  
[http://elinux.org/RPi\\_Distributions#Overview, Available\\_ARMv6\\_Distributions](http://elinux.org/RPi_Distributions#Overview,Available_ARMv6_Distributions)

RPi Hardware. 13.5.2016. Embedded Linux Wiki. Viitattu 19.5.2016.  
[http://elinux.org/RPi\\_Hardware, Specifications](http://elinux.org/RPi_Hardware,Specifications)



The company at a glance. n.d. Tietoja Qt Company:stä. Qt Company. Viitattu 19.5.2016. <https://www.qt.io/about-us/>

The company at a glance. n.d. Qt Company yleiskatsaus. Qt Company. Viitattu 19.5.2016. <https://www.qt.io/company/>

The company at a glance. n.d. Qt Company:n kumppanit. Qt Company. Viitattu 19.5.2016. <https://www.qt.io/about-us/>

Upton E. 29.2.2016. RASPBERRY PI 3 ON SALE NOW AT \$35. Raspberry Pi Foundation. Viitattu 18.5.2016. <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberry-pi-3-on-sale/>, BCM2837, BCM43438 AND RASPBERRY PI 3.

Westeros, Paulo. 29.1.2016. Configuring Qt Creator. Viitattu 19.5.2016. [https://wiki.qt.io/RaspberryPi\\_Beginners\\_Guide#Configuring\\_Qt\\_Creator](https://wiki.qt.io/RaspberryPi_Beginners_Guide#Configuring_Qt_Creator)

What is a Raspberry Pi? n.d. Raspberry Pi Foundation. Viitattu 19.5.2016. <https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>

What is Linux. 2016. The Linux Foundation. Viitattu 19.5.2016. <https://www.linuxfoundation.org/what-is-linux>

## Liitteet

### Liite 1. Ensimmäisen diaesitysprototyypin koodia

```

import QtQuick 2.0

Rectangle {
    id: rec
    property int img_in:2
    property int img_out:1
    width: 1920
    height: 1080

    Image {
        id: imgout
        source: "pics/"+img_out+".jpg"
        opacity: 1
        anchors.fill: parent
    }

    Image {
        id: imgin
        source: "pics/"+img_in+".jpg"
        opacity: 0
        anchors.fill: imgout
    }

    Timer {
        interval: 7000
        repeat: true
        running: true
        onTriggered:
            rec.state == 'state1' ? rec.state = 'state2' : rec.state = 'state1'
    }

    states: [
        State {
            name: "state1"
            PropertyChanges { target: imgout; opacity: 0}
            PropertyChanges { target: imgin; opacity: 1}
            onCompleted: {
                img_out = img_in
            }
        },
        State {
            name: "state2"
            onCompleted: {
                img_in == 30 ? img_in = 1 : img_in = img_in+1
                //rec.state == 'state1' ? rec.state = 'state2' : rec.state = 'state1'
            }
        }
    ]

    transitions: [
        Transition {
            to: "state1"

```

```
    NumberAnimation { properties: "opacity"; easing.type: Easing.InOutQuad; duration: 1500 }  
  }  
]  
}
```