

Juha Erkkilä

RASPBERRY PI 2 MODEL B

Mediakeskus

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2016**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Marraskuu 2016	Tekijä/tekijät Juha Erkkilä
Koulutusohjelma Tietotekniikka		
Työn nimi RASPBerry PI 2 MODEL B. Mediakeskus		
Työn ohjaaja Sakari Männistö	Sivumäärä 49 + 2	
Työelämäohjaaja		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena on tutustua toisen sukupolven luottokortin kokoiseen Raspberry Pi -pienoistietokoneeseen, sen käyttöönottoon sekä siihen, kuinka sen avulla voidaan rakentaa kattava mediakeskusympäristö. Raspberry Pi 2 Model B -pienoistietokoneen on kehittänyt englantilainen Raspberry Pi Foundation. Laite on kehitetty auttamaan pääasiassa nuoria tietotekniikassa ja ohjelmoinnissa. Laitteen erityisominaisuuksia ovat tehokkuus, pieni koko sekä vähäinen virrankulutus. Käytetty lähdemateriaali on kerätty pääasiassa internetistä löytyvistä lähteistä sekä oman kokemuksen pohjalta.</p> <p>Teoriaosuudessa on kerrottu Raspberry Pi 2 Model B:n ominaisuuksista, kehitysvaiheista, laitteen eroavaisuuksista edeltäviin malleihin sekä lyhyesti kilpailevista laitteista. Lisäksi on esitelty, millaisissa projekteissa pienoistietokoneita voidaan mahdollisesti käyttää. Opinnäytetyössä on esitelty myös käytettävät käyttöjärjestelmät ja kuinka Raspberry Pi käyttöönotetaan. Opinnäytetyössä testattiin Raspbian-, Windows 10 IoT Core-, OSMC- ja OpenELEC-käyttöjärjestelmiä ja verrattiin niiden eroavaisuuksia eri käyttötarkoituksissa. Käyttöjärjestelmien testauksen lisäksi opinnäytetyössä käydään läpi, kuinka Raspberry Pi:tä voidaan käyttää sovelluskehityksessä sekä mediakeskusympäristönä.</p> <p>Kaikki laitteelle suoritettut testit onnistuivat. Laitetta voi hyödyntää monipuolisesti erilaisissa projekteissa, kuten lähiverkkopalvelimena, mediakeskuslaitteena, ohjelmointialustana sekä kattavien sovellusten ansiosta tavallisena tietokoneena. Pohdintaosuudessa käydään ilmi erilaisia ongelmatilanteita sekä niiden ratkaisumahdollisuuksia.</p>		

Asiasanat

Kodi, käyttöjärjestelmä, käyttöliittymä, Linux, mediakeskus, ohjelmointi, OpenELEC, OSMC, pienoistietokone, Raspberry Pi, Raspbian, tietokone, Windows 10

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date November 2016	Author Juha Erkkilä
Degree programme Information and Technology		
Name of thesis RASPERRY PI 2 MODEL B. Media center		
Instructor Sakari Männistö	Pages 49 + 2	
Supervisor		
<p>The objective of this thesis was to explore the second-generation credit card sized Raspberry Pi miniature computer, with its introduction, and how it can be used to build a comprehensive media center environment. Raspberry Pi 2 Model B miniature computer was developed by British Raspberry Pi Foundation. The device was developed to help young people mainly in computer science and programming. The special features of the device include high efficiency, small size and low power consumption. The material for the thesis was mainly collected from internet sources as well as on the basis of my own experience.</p> <p>The theoretical part describes Raspberry Pi 2 Model B's properties, stages of development, difference between the predecessor models and briefly compares it to competing devices. In addition, a brief description is included in what kind of projects miniature computers might be used. After this, the thesis presents the operating systems which are used and how the Raspberry Pi can be deployed. This thesis tested Raspbian, Windows 10 IoT Core, OSMC and OpenELEC operating systems and compared their differences in different usages. In addition to the testing of operating systems, the thesis discusses how Raspberry Pi can be used in application development as well as a media center environment.</p> <p>All tests with the device were conducted out successfully. The device can be utilized in a wide range of different projects, such as local network server, a media center device, programming platform and, because of comprehensive applications as a regular computer. The discussion section covers various problem situations with the project and their possible solutions.</p>		

<p>Key words Kodi, operating system, user interface, Linux, media center, programming, OpenELEC, OSMC, miniature computer, Raspberry Pi, Raspbian, computer, Windows 10</p>
--

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

GPIO	General Purpose I/O on yleiskäyttöinen porttiliitäntä, jossa tiedon siirtoon tarkoitettut pinnit voidaan erikseen ohjelmoida sisään- tai ulostuloiksi.
DSI	Display Serial Interface on sarjaliitäntä, joka muodostaa kommunikointiin tarvittavan sarjaväylän laitteen ja näytön välille.
CSI	Camera Serial Interface on sarjaliitäntä, joka muodostaa rajapinnan kameran ja prosessorin kanssa.
CSI-2	Camera Serial Interface Type 2 on nykyisin käytössä oleva toisen sukupolven sarjaliitäntä.
MIPI	Mobile Industry Processor Interface on globaali mobiilialan yritysten yhteenliittymä, joka kehittää mobiililaitteissa hyödynnettäviä ohjelmisto- ja laiterajapintoja.
ISP	Image System Pipeline on prosessiketju, jonka läpi kameralla otettu kuva tai video kulkee valmistuakseen.
Wi-Fi	Wireless Fidelity on Wi-Fi Alliancen määrittämä teknologia, jota käytetään laitteiden yhdistämiseen toisiinsa langattomassa lähiverkossa.
SPI	Serial Peripheral Interface on lyhyen matkan kommunikointiin käytetty synkronoitu sarjakommunikointiväylä.
I2C	Inter-Integrated Circuit on yksinkertainen kaksisuuntainen ohjaus- ja tiedonsiirtoväylä.
CAN	Controller Area Network mahdollistaa mikropiirien ja laitteiden kommunikoinnin sovelluksissa keskenään.
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter muuntaa rinnakkaismuotoista tietoa sarjamuotoiseksi ja päinvastoin.
JTAG	Joint Test Action Group:a käytetään mikropiirien testaamisessa ja yhdistämisessä.
FPGA	Field-programmable gate array on mikropiiri, jonka sisältämää logiikkaa voidaan digitaalisesti ohjelmoida uudelleen.
UWP	Universal Windows Platform on Windowsin käyttämä ohjelmistoarkkitehtuuri.
API	Application programming interface on ohjelmointirajapinta, joka mahdollistaa ohjelmiston kommunikoinnin keskenään.
RAM	Random Access Memory on haihtuvaa keskusmuistia, jota käytetään ohjelmien lataamiseen sekä sovellusten suorittamiseen.

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 RASPBERRY PI 2 MODEL B	2
2.1 Yhden piirilevyn tietokone	2
2.2 Raspberry Pi -mallien erot	5
2.3 Kilpailevat tuotteet.....	7
2.3.1 Snickerdoodle	7
2.3.2 Arduino	8
2.3.3 Orange Pi	8
2.3.4 Banana Pi M2	9
2.3.5 BeagleBoard X-15.....	10
2.4 Teknologian kehitys	12
3 KÄYTTÖJÄRJESTELMÄ ALUSTALLE	14
3.1 Raspbian.....	14
3.2 Windows 10 IoT Core	16
3.3 OSMC.....	17
3.4 OpenELEC.....	19
4 RASPBERRY PI 2 MODEL B:N KÄYTTÖÖNOTTO	21
4.1 Käyttöjärjestelmien esiasennus.....	22
4.2 Käyttöjärjestelmien asennus Raspberry Pi:lle	25
4.3 Windows 10 IoT Core-käyttöjärjestelmän asennus Raspberry Pi:lle.....	26
4.4 Langattoman lähiverkon asennus.....	29
4.5 Samba	33
4.6 Raspbian asetukset ja lisäohjelmisto	36
4.7 Raspbian ohjelmointialustana.....	38
5 SSH-PALVELIN	40
6 KODIN MEDIAKESKUSYMPÄRISTÖ	41
6.1 OpenELEC- ja OSMC-vertailu	41
6.2 Sovellukset ja asetukset	43
6.2.1 Tiedostojen jakaminen lähiverkon kautta	45
6.2.2 Tekstitysten asettaminen	46
6.3 Mediakeskus ja etäyhteys	47
7 POHDINTA	49
LÄHTEET	50
KUVAT	
KUVA 1. Raspberry Pi 2 Model B	3
KUVA 2. Raspberry Pi 2 Model B GPIO	4

KUVA 3. Snickerdoodle	7
KUVA 4. Arduino Due	8
KUVA 5. Orange Pi Plus 2	9
KUVA 6. Banana Pi M2	10
KUVA 7. BeagleBoard X-15	11
KUVA 8. Raspbian Jessie	15
KUVA 9. Windows 10 IoT Core	17
KUVA 10. OSMC	18
KUVA 11. OpenELEC	19
KUVA 12. Kehitysprojektin laitteisto	22
KUVA 13. SDFormatter-ohjelmisto	24
KUVA 14. NOOBS levykuvake kopioituna muistikortille	24
KUVA 15. Käyttöjärjestelmien asennuksen varmistus	25
KUVA 16. Käyttöjärjestelmät ovat asentuneet onnistuneesti	26
KUVA 17. Windows 10 IoT Core:n asennus	27
KUVA 18. TP-Link TL-WN725N ajureiden asennuksen loppuvaihe	31
KUVA 19. Wi-Fi-yhteyden konfigurointi	33
KUVA 20. Samban asetusten muuttaminen	35
KUVA 21. Tiedostojen luonti ja muokkaus Samban avulla	36
KUVA 22. Config.txt-tiedoston muuttaminen oikealle resoluutiolle	37
KUVA 23. Scratch-ohjelmointialusta	38
KUVA 24. SSH-yhteyden muodostaminen Raspbianin kanssa	40
KUVA 25. Addon Installer-lisäsovellusvalikot	44
KUVA 26. Kansion jakaminen lähiverkon kautta OpenELEC:lle	46

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Raspberry Pi mallien tekniset tiedot	6
TAULUKKO 2. Raspberry Pi 2 Model B ja sen kilpailijat	11
TAULUKKO 3. Käyttöjärjestelmien käynnistysajat	42

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee Raspberry Pi 2 Model B -pienoistietokonetta, joka tuli markkinoille helmikuussa 2015. Raspberry Pi 2 Model B eroaa aiemmasta Raspberry Pi 1 Model B+ -mallista muun muassa huomattavasti tehokkaamman prosessorin ja suuremman muistimäärän osalta. Raspberry Pi 2:n pieni koko ja vähävirtaisuus tekevät laitteesta varteenotettavan vaihtoehdon moniin eri käyttöympäristöihin.

Työ on rajattu käsittelemään Raspberry Pi 2 Model B:tä, vertaamaan sitä aiempiin malleihin sekä kilpaileviin tuotteisiin. Työssä käydään läpi, kuinka Raspberry Pi 2 Model B otetaan ensimmäistä kertaa käyttöön, kuinka siihen hankitaan ja asennetaan käyttöjärjestelmät, millaisia sovelluksia siihen on saatavilla sekä millaisia käyttömahdollisuuksia siinä on.

Opinnäytetyön päätarkoituksena on suunnitella toimiva mediakeskusympäristö käyttäen Raspberry Pi 2 Model B:tä. Projektissa vertaillaan saatavilla olevia mediakeskusympäristöön tarkoitettuja käyttöjärjestelmiä. Lisäksi vertaillaan niiden eroavaisuuksia sekä sitä, kuinka niille hankitaan lisäsovelluksia ja millaisia etäkäyttömahdollisuuksia niille on tarjolla.

2 RASPBERRY PI 2 MODEL B

Raspberry Pi 2 Model B on toisen sukupolven luottokortin kokoinen yhden piirilevyn tietokone, joka sisältää prosessorin, tarvittavat muistit, grafiikkapiirin ja muut tarvittavat liitännät ulkoisiin laitteisiin. Raspberry Pi 2:n toimintaperiaate on täysin sama kuin muissakin tietokoneissa. Tehokkuutensa ansiosta sitä voidaan käyttää kaikissa arkisissa askareissa, joihin suurempikokoisia pöytätietokoneita tai kannettavia tietokoneita käytettäisiin. Raspberry Pi 2 Model B -pienoistietokoneen on kehittänyt brittiläinen Raspberry Pi Foundation, joka perustettiin vuonna 2009 Cambridgeshiressä. Kyseinen voittoa tavoittelematon järjestö toimii yhteistyössä Cambridgen yliopiston sekä Broadcomin kanssa. Raspberry Pi Foundationin tarkoituksena on ollut auttaa kehittämään lasten ja nuorten tietotekniikan osaamista ja tehdä ohjelmoinnin oppimisesta hauskaa. Pienen koon ja halvan budjetin ansiosta Raspberry Pi soveltuu käytettäväksi kaikenlaisille ihmisille ympäri maailman.

Raspberry Pi 2 Model B julkaistiin helmikuussa 2015, ja se korvasi aiemman ensimmäisen sukupolven Raspberry Pi 1 Model B+ -mallin. Raspberry Pi 2:n suosio perustuu aiemman Raspberry Pi 1 Model B+:n myyntimenestykseen sekä laitteen monipuoliseen käytettävyyteen erilaisissa työympäristöissä. Raspberry Pi 2:lle on saatavilla useita käyttöjärjestelmiä, joista suosituimpia ovat Linux-jakeluihin perustuvat optimoidut versiot, kuten Raspbian ja Ubuntu Mate. Uutuutena Linux-käyttöjärjestelmien lisäksi Raspberry Pi 2 tukee myös Windows 10 IoT Core-käyttöjärjestelmää, joka on Raspberry Pi:lle optimoitu versio Windows 10-käyttöjärjestelmästä.

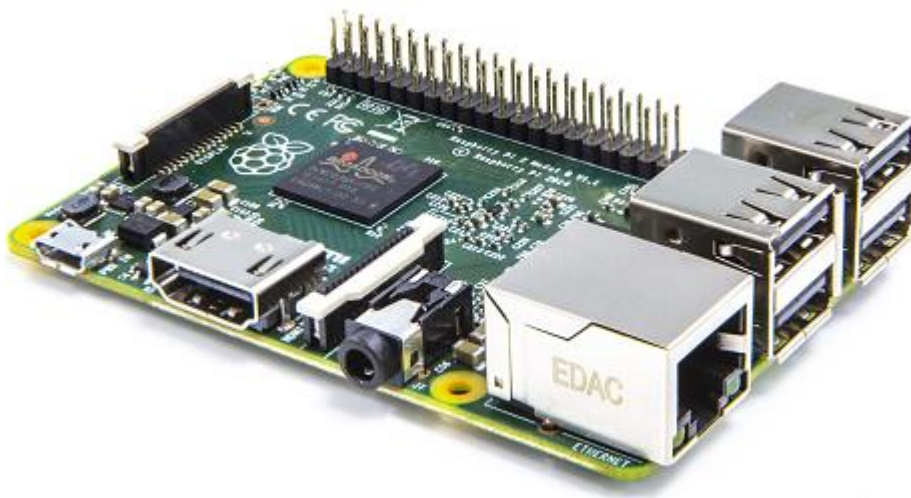
2.1 Yhden piirilevyn tietokone

Raspberry Pi 2 Model B on lähes samanlainen edellisen Raspberry Pi 1 Model B+:n kanssa, mutta mallien suurin ero kuitenkin näkyy laitteiden tehokkuudessa. Raspberry Pi 2 Model B sisältää:

- Broadcom BCM2836-järjestelmäpiirin
- 900 MHz 4-ydin ARM Cortex-A7 prosessorin
- Broadcom VideoCore IV-grafiikkapiirin
- 1 GB RAM-muistia
- 4 * USB 2.0-porttia
- HDMI-liitännän

- Ethernet-liitännän
- 3,5 mm:n stereoliitännän
- CSI-kameraväylän
- DSI-näyttöväylän
- 40 x GPIO-pinniliitännän
- MicroSD-korttipaikan
- Micro-USB-virtaliitännän.

(Raspberry Pi 2015.)



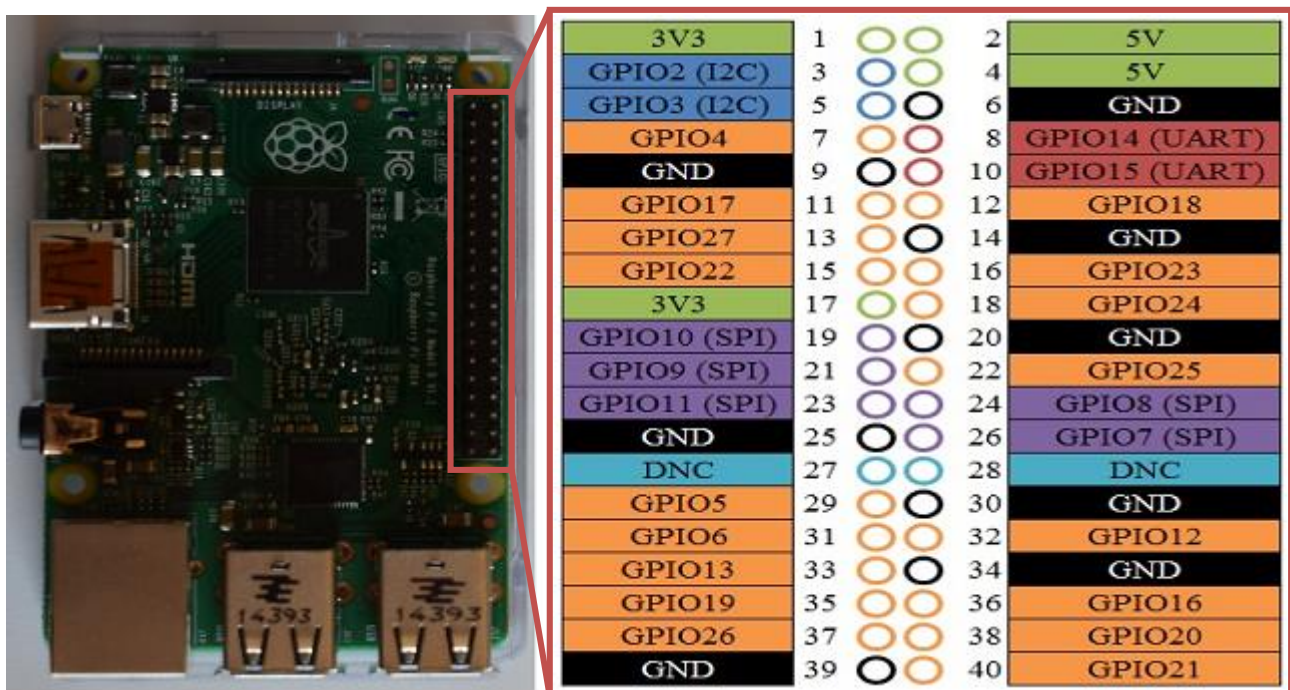
KUVA 1. Raspberry Pi 2 Model B (Upton 2015)

Laitteen USB-liitäntöihin voidaan liittää yleisimmät ulkoiset laitteet, kuten näppäimistö, hiiri, webkamera, Wi-Fi-sovitin, 4G-mokkula, ulkoinen tallennuslähde ja monia muita laitteita. HDMI-liitännän avulla laitteeseen voidaan yhdistää näyttöpäätte, kuten TV tai tietokoneen näyttö, joka mahdollistaa sekä kuvan että äänen lähettämisen. Äänentoistolle Raspberry Pi 2 Model B (KUVA 1) sisältää 3,5 millimetrin stereoliitännän, johon voidaan kytkeä erilliset kaiuttimet, jos näyttöpäätte ei sisällä valmiiksi sisäänrakennettuja kaiuttimia. Ethernet-liitäntään voidaan kytkeä RJ-45 kaapeli, joka mahdollistaa internet yhteyden. Raspberry Pi 2:n käyttöjärjestelmät asennetaan microSD-muistikortille, joka kytkeään lopulta laitteen muistikorttipaikkaan. MicroSD-muistikortti toimii samalla myös laitteen ”kovalevynä”, jonne voidaan tallentaa sovelluksia ja tiedostoja.

Raspberry Pi 2 Model B:n tarvitsema käyttövirta riippuu siitä, kuinka paljon lisälaitteistoa siihen kytetään. Käyttövirran tulee olla 5V 2,5A (2500mA), jos käyttäjä haluaa kytkeä mahdollisimman paljon

lisälaitteistoa Raspberry Pi 2:een. Suuri käyttövirta mahdollistaa laitteen toimimisen ongelmitta. Raspberry Pi 2 Model B:n pienin suositeltu käyttövirta on kuitenkin 5V 1,8A (1800mA). Laitteen virransyöttö tapahtuu verkkosovittimella, jossa on micro-USB liitäntä. Tarvittaessa laitteessa voidaan käyttää tavallista älypuhelimien laturia tuottamaan kyseinen käyttövirta.

Raspberry Pi -laitteiden GPIO-porttiliitännän (KUVA 2) kautta kommunikointi tapahtuu binäärisesti, eli 0:n ja 1:n avulla. Tällöin ohjattavat laitteet saadaan toimimaan suoraan. Tätä voidaan käyttää muun muassa LED-valojen ja digitaalisten näyttöpäätteiden ohjaamiseen tai kytkinten asennon tulkitsemiseen. Haastavia toimenpiteitä varten on varattu muutamia pinnejä, joihin voidaan kytkeä erillisiä lisälaitteita. (Raspberry Pi 2015.)



KUVA 2. Raspberry Pi 2 Model B GPIO

DSI-sarjaliitännän avulla voidaan pienen mobiililaitteen näyttöpäätte yhdistää Raspberry Pi -laitteeseen. DSI-liitännän ansiosta Raspberry Pi saadaan kosketusnäytön avulla toimimaan erinomaisena, osittain kannettavana multimedialaitteena. Raspberry Pi Foundation on suunnitellut 7” kosketusnäytön, joka on yhteensopiva Raspberry Pi -laitteiden kanssa. Kosketusnäyttö saadaan yhdistettyä Raspberry Pi:n kanssa käyttäen erillistä konversiopiirilevyä näyttöpäätteen ja Raspberry Pi:n välillä. Konversiopiirilevyn DSI-liitäntä yhdistetään Raspberry Pi:n DSI-liitäntään nauhakaapelilla, jonka jälkeen kosketusnäyttö voidaan yhdistää konversiopiirilevyyn. Kosketusnäyttöön voidaan kytkeä virta kolmella eri tavalla:

1. Lisää ylimääräinen virtalähde (tehokkuudeltaan vähintään 5V 500mA), joka tulee kytkeä konversiopiirilevyn micro-USB:n virtatuloon.
2. Yhdistä USB-linkitys micro-USB kaapelin avulla konversi olevyn USB-porttiin sekä Raspberry Pi:n micro-USB-virtatulo liitäntään.
3. Yhdistä Raspberry Pi:n 5V- ja GND GPIO -pinnit konversiopiirilevyn vastaaviin GPIO-pinneihin.

(Raspberry Pi 2015.)

CSI standardin avulla Raspberry Pi -laitteeseen voidaan yhdistää pienikokoinen kamera. Hyvin pienikokoinen kamerapiirilevy voidaan yhdistää Raspberry Pi:n CSI-2-porttiin nauhakaapelin avulla. Nauhakaapelin avulla muodostuu sähköinen väyläliitäntä kamerapiirilevyn ja CSI-2-portin välille. Kameran ottama kuva prosessoidaan ja muutetaan kuvaksi tai videoksi Raspberry Pi:n järjestelmäpiirin ISP-väylässä ja lopulta valmistunut materiaali tallennetaan. Raspberry Pi valmistaa kamerapiirilevyt, joiden ottama kuva on suuruudeltaan noin 5 megapikseliä, ja niillä voidaan tuottaa HD-laatuista kuvaa. Kamerapiirilevystä on saatavilla kaksi mallia: normaali, jossa on mukana infrapunasuodatin sekä ilman infrapunasuodatinta oleva kamera. (Raspberry Pi 2015.)

Yhden piirilevyn tietokoneille on lukemattomia eri käyttötarkoituksia erilaisissa projekteissa ja niitä voidaan käyttää sellaisissa paikoissa ja olosuhteissa, joissa tavallista tietokonetta ei voida käyttää. Pienoistietokoneilla on laaja verkosto käyttäjiä, jotka jakavat kokemuksiaan ja projektien ohjeita laitevalmistajien keskustelupalstoilla sekä muualla internetissä. Näiden laitteiden avulla on mahdollista rakentaa muun muassa erilaisia sääasemia, kotiautomaatiota, kotikäyttöön tarkoitettuja palvelimia sekä robotteja. Laitevalmistajat ja monet yritykset ovat jatkuvasti kehittämässä uusia lisälaitteita yhden piirilevyn tietokoneille, kuten Raspberry Pi:lle. Kyseisiä lisälaitteita löytyy monista eri verkkokaupoista, mutta niiden saatavuus suomalaisissa verkkokaupoissa on vielä heikkoa. Kyseisten laitteiden tarjonta on suurempaa muualla Euroopassa, Yhdysvalloissa sekä Aasiassa.

2.2 Raspberry Pi -mallien erot

Raspberry Pi Foundation tarjosi alunperin kuluttajille Raspberry Pi Model A -mallia, joka oli erittäin halpa versio Raspberry Pi:stä. Sen kuitenkin korvasi siistitty ja pienempi kokoinen Model A+, joka julkaistiin marraskuussa 2014. Model A ja A+ olivat lähes identtiset (TAULUKKO 1), mutta Model A tarjosi kuluttajille vain 26-pinnisen GPIO-liitäntän. Model A on nykyisin valmistuksesta poistunut

malli, ja sitä esiintyy myynnissä lähinnä käytettynä mallina. Toinen myynnistä poistunut malli on Raspberry Pi Model B, joka edelsi Model B+:n myyntiä. Model B ja B+ olivat lähes identtiset; ainoa ero näiden mallien välillä oli se, että Model B tarjosi vain 2 * USB 2.0-portteja sekä aiemmasta Model A:sta tutun 26-pinnisen GPIO-liitännän. (Raspberry Pi 2015.)

TAULUKKO 1. Raspberry Pi mallien tekniset tiedot

Ominaisuudet	Pi 1 Model A	Pi 1 Model B	Pi 1 Model A+	Pi 1 Model B+	Pi 2 Model B
Julkaisu:	2012	2012	2014	2014	2015
Järjestelmäpiiri:	Broadcom BCM2835				Broadcom BCM2836
Proessori:	700 MHz single-core ARM1176JZFS				900 MHz quad-core ARM Cortex-A7
Grafiikkapiiri:	Broadcom VideoCore 4				
Muisti:	256 MB	(256 MB) 512 MB*	256 MB	512 MB	1 GB
Talletus:	SD-kortti		MicroSD-kortti		
Verkko:	–	10/100 Mbit/s Ethernet	–	10/100 Mbit/s Ethernet	
HDMI:	1				
USB-portit:	1	2	1	4	
GPIO määrä:	26 pinniä		40 pinniä		
Ääniliitäntä:	3,5 mm				
Kameraväylä (CSI):	1				
Näyttöväylä (DSI):	1				
Virta:	700mA	1.2A	700mA	1.8A	1.8A
Koko (mm):	85 x 56 x 15 mm		65 x 56 x 12 mm	85 x 56 x 17 mm	
Paino:	45 g	23 g	45 g		

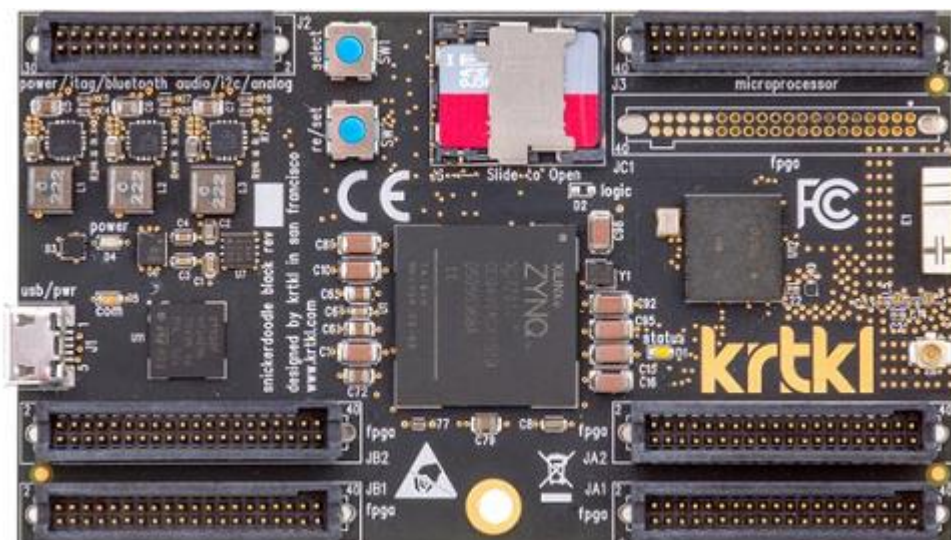
Nykyään Raspberry Pi Foundation tarjoaa kuluttajille mallit Raspberry Pi 2 Model B, Raspberry Pi 1 Model A+ ja B+. Raspberry Pi 1 Model A+ ja B+ -mallien erot ovat kuitenkin todella pienet, sillä Model A+ on halvempi. Se sisältää vain 256 MB RAM-muistia, yhden USB 2.0-portin eikä se sisällä Ethernet-yhteyttä. Pi 1 Model B+ on alkuperäisen Raspberry Pi:n viimeistelty versio. Helmikuussa 2015 Raspberry Pi Model B+ korvattiin Raspberry Pi 2 Model B -mallilla, joka on toisen sukupolven Raspberry Pi. Raspberry Pi 2 Model B:n ja Raspberry 1 Model B+:n eroavaisuuksia ovat Pi 2 Model B:n käyttämä tehokkaampi 900 MHz 4-ydin ARM Cortex-A7 -proessori sekä 1GB RAM-muisti. Nykyisin uuden laitteen hankkijoille suositellaan Raspberry Pi 2 Model B:tä, koska se on täysin yhteensopiva aiempien mallien lisälaitteiden kanssa. Se on tehokkaampi kuin aiemmat mallit, minkä ansiosta sitä on monipuolisempi käyttää. (Raspberry Pi 2015.)

2.3 Kilpailevat tuotteet

Raspberry Pi Foundation ei ole ainut yhden piirilevyn tietokoneita suunnitteleva ja valmistava yritys. Vuosien aikana markkinoille on tullut lukuisia muita pienoistietokoneita valmistavia yrityksiä, jotka seuraavat osittain Raspberry Pi:n jalanjäljissä. Yhteenvedo vertailtavista pienoistietokoneista löytyy taulukosta 2.

2.3.1 Snickerdoodle

Snickerdoodle on yhdysvaltalaisen krtkl Inc-yrityksen valmistama pienoistietokone, joka on suunniteltu haastamaan Raspberry Pi Foundationin valmistamat pienoistietokoneet. Tällä hetkellä Snickerdoodle on vielä joukkorahoitusvaiheessa oleva projekti, jonka on luvattu tulevan markkinoille keväällä 2016. Snickerdoodle (KUVA 3) on suunniteltu käytettäväksi monissa eri ympäristöissä, kuten robotikassa, lennokeissa ja muissa projekteissa, joissa tarvitaan tietokoneita. Laitteesta löytyy 2-ydin-ARM-prosessori, Wi-Fi valmius, Bluetooth ja FPGA. Laitteesta on tulossa markkinoille kaksi eri versiota, joista halvemman mallin hinta on 55 dollaria ja täysin päivitetyn kalliimman mallin hinta on 150 dollaria. Laitteen kommunikointi tapahtuu väyliä SPI, I2C, CAN, UART, JTAG ja Gigabit Ethernet pitkin. Kommunikointi tapahtuu siis GPIO-väylyissä olevia erikoispinnejä käyttäen, jotka tukevat kommunikointiin tarkoitettuja protokollia. (Krtkl 2015.)



KUVA 3. Snickerdoodle (Crowdsupply 2016)

2.3.2 Arduino

Arduino on open-source-prototyypinen alusta, joka perustuu helposti ymmärrettävään laitteistoon ja ohjelmistoon. Alunperin se suunniteltiin oppilaille, joilla ei ollut aiempaa osaamista elektroniikasta ja ohjelmoinnista. Nykyisin Arduino (KUVA 4) on saavuttanut suuren suosion erilaisten yhteisöiden, kuten suunnittelijoiden, oppilaiden, harrastelijoiden sekä monien muiden parissa, jotka ovat kiinnostuneita interaktiivisista laitteista ja ympäristöistä. Arduinolla on monenlaisia käyttötarkoituksia, sillä voidaan esimerkiksi lukea ja ohjata erilaisia syötteitä, sensoreita, valoja, nappeja, moottoreita sekä julkaista tietoa internetissä. Arduinon ohjainta voidaan ohjata siten, että laitteen mikropiireille lähetetään toimintaohjeet. Toimintaohjeita voidaan ohjelmoida käyttämällä C- ja C++-ohjelmointikieliä. (Arduino 2015.)

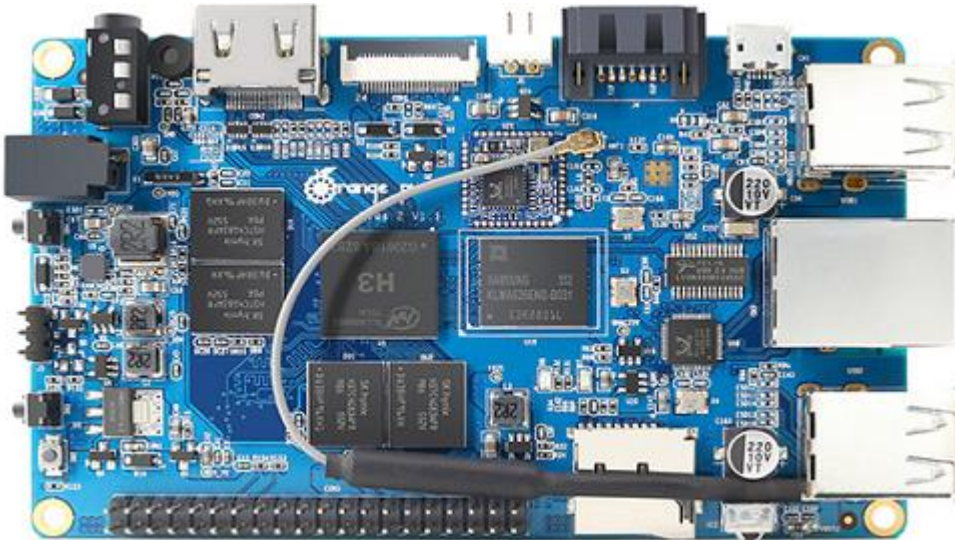


KUVA 4. Arduino Due (Arduino 2015)

2.3.3 Orange Pi

Orange Pi on open-source-tyyppinen yhden piirilevyn tietokone, joka mahdollistaa erilaisten käyttöjärjestelmien, kuten Android 4.4:n, Ubuntun, Debianin ja Raspberry Pi -levykuvakkeen käytön. Orange Pi (KUVA 5) on suunniteltu kaikille, jotka ovat kiinnostuneita luomaan jotain teknologian avulla. Se on suunniteltu olemaan yksinkertainen, hauska ja monipuolisesti käytettävä työkalu eri ympäristöissä. Orange Pi:n avulla voidaan rakentaa muun muassa tietokoneympäristöjä, langattomia palvelimia, pele-

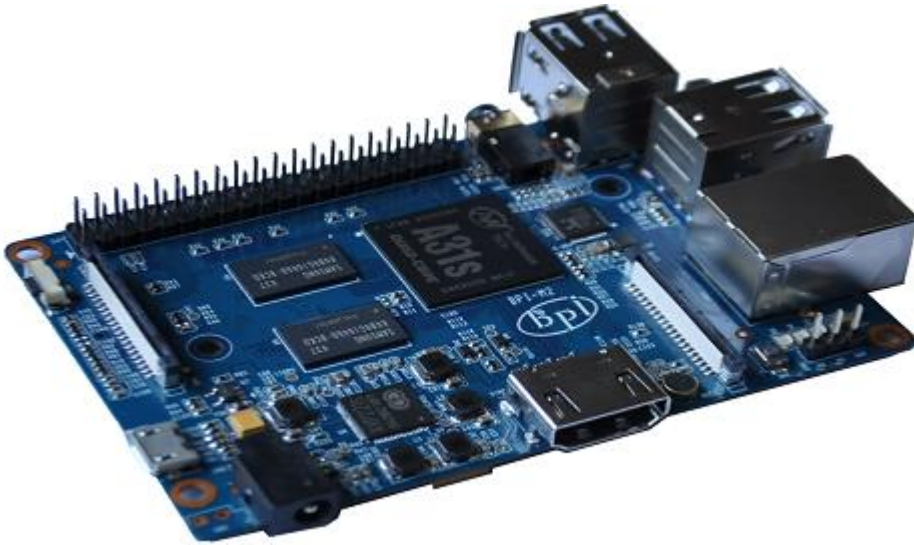
jä, musiikkia ja viihdettä sekä paljon muuta. Orange Pi:stä on saatavilla kahden eri sukupolven pienoistietokoneita, joiden tehokkuus riippuu mallista. Saatavilla olevat ensimmäisen sukupolven mallit ovat Orange Pi Mini, Orange Pi, Orange Pi Plus sekä toisen sukupolven mallit Orange Pi Mini 2, Orange Pi 2 ja Orange Pi Plus 2. (Orange Pi 2015.)



KUVA 5. Orange Pi Plus 2 (AliExpress 2016)

2.3.4 Banana Pi M2

Banana Pi M2 on Banana Pi Teamin kehittämä toisen sukupolven open-source-tyyppinen pienoistietokonealusta. Banana Pi M2 (KUVA 6) on 4-ydinprosessorilla ja Wi-Fi:llä tehostettu versio normaalista Banana Pi M1-mallista. Banana Pi -pienoistietokoneet suunniteltiin edistämään oppilaiden tieteellistä, teknologista, tekniikan alan, taiteen sekä matematiikan opiskelua. Banana Pi mahdollistaa monien eri käyttöjärjestelmien käytettävyyden M2-mallissa. Näitä ovat muun muassa Android, Debian, Ubuntu ja Raspberry Pi-levy kuvakkeiden. Nykyisin Banana Pi tarjoaa myös Banana Pi M3-mallin, joka eroaa M2-mallista siten, että se sisältää kaksi 4-ydinprosessoria sekä Wi-Fi- ja Bluetooth-ominaisuudet. (Banana Pi 2015.)



KUVA 6. Banana Pi M2 (Banana Pi 2015)

2.3.5 BeagleBoard X-15

BeagleBoard X-15 (KUVA 7) on BeagleBoard.org Foundationin kehittämä open-source-tyyppinen yhden piirilevyn tietokone. BeagleBoard.org Foundation on yhdysvaltalainen voittoa tavoittelematon yhtiö, joka kehittää ja tarjoaa open-source-tyyppisiä ohjelmistoja sekä laitteistoa sulautetuille järjestelmille. BeagleBoard X-15 on tehokas Linux-pohjainen toisen sukupolven pienoistietokone, jonka ydin on räätälöity tietojenkäsittelyn tehtäviin sekä nopeisiin käyttöliittymän yhdistämissiin. BeagleBoard X-15 mahdollistaa monien eri käyttöjärjestelmien käytettävyyden, kuten Androidin, Debianin, Ubuntun sekä monien muiden. (Beagleboard 2015.)



KUVA 7. BeagleBoard X-15 (Beagleboard 2015)

TAULUKKO 2. Raspberry Pi Model B ja sen kilpailijat

Ominaisuudet	Raspberry Pi 2 Model B	Arduino Due	Banana Pi M2	BeagleBoard-X15
Järjestelmäpiiri:	Broadcom BCM2836	-	Allwinner A31S	Sitara AM5728
Proessori:	900 MHz Quad-core ARM Cortex-A7	84 MHz Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3	Quad-core ARM Cortex-A7 A31S	1.5 GHz Dual ARM Cortex-A15 + 212 MHz Dual ARM M4
Grafiikkapiiri:	Broadcom VideoCore 4	-	PowerVR SGX544MP2 (OpenGL ES 2.0)	532 MHz Dual Core SGX544 3D + GC3230 2D
Muisti:	1 GB	96 KB	1 GB	2 GB
Talletus:	MicroSD	512 KB	MicroSD	MicroSD + 4GB 8-bit eMMC
Verkko:	10/100 Mbit/s Ethernet	-	10/100/1000M Ethernet	2 x 10/100/1000M Ethernet
USB-portit:	4	-	4	7
GPIO määrä:	40	54	40	157
3,5 mm ääniliitäntä:	1	-	1	2
HDMI:	1	-	1	1
Kameraväylä (CSI):	1	-	1	-
Näyttöväylä (DSI):	1	-	1	-
Virta:	800mA	7-12V	5V	12V
Koko:	85 x 56 x 17 mm	101,5 x 53,3 mm	92 x 60 mm	107 x 102 mm
Paino:	45 g	36 g	52 g	-
Hinta:	35 \$	40.26 \$	44 \$	-

(jatkuu.)

TAULUKKO 2. (jatkuu).

Ominaisuudet	Raspberry Pi 2 Model B	Orange Pi Plus 2	Snickerdoodle
Järjestelmäpiiri:	Broadcom BCM2836	Allwinner H3	Xilinx Zynq-7010
Proessori:	900 MHz Quad-core ARM Cortex-A7	H3 Quad-core Cortex-A7 H.265/HEVC 4K	2x 667MHz ARM Cortex-A9
Grafiikkapiiri:	Broadcom VideoCore 4	600 MHz Mali400MP2 (OpenGL ES 2.0)	-
Muisti:	1 GB	2 GB	1 GB
Talletus:	MicroSD	MicroSD	16 MB NOR + MicroSD
Verkko:	10/100 Mbit/s Ethernet	10/100/1000M Ethernet / Realtek RTL8189ETV, IEEE 802.11 b/g/n	2.4GHz 802.11n SISO Wi-Fi
USB-portit:	4	4	-
GPIO määrä:	40	40	154
3,5 mm ääniliitäntä:	1	1	-
HDMI:	1	1	1
Kameraväylä (CSI):	1	1	-
Näyttöväylä (DSI):	1	-	-
Virta:	800mA	5V 2A	3,7-17V
Koko:	85 x 56 x 17 mm	108 x 67 mm	50.8 x 88.9 mm
Paino:	45 g	83 g	-
Hinta:	35 \$	49 \$	65 \$

2.4 Teknologian kehitys

Idea pienikokoiselle ja halvalle yhden piirilevyn tietokoneelle, joka oli tarkoitettu pääsääntöisesti lapsille ja nuorille, muodostui vuonna 2006, kun Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang ja Alan Mycroft alkoivat huolestua tietojenkäsittelytiedettä opiskelevien nuorten taitojen heikentymisestä. 1990-luvulla Cambridgen yliopistoon hakeutuvat nuoret olivat ammattilaisen tasolla olevia harrastelija ohjelmoijia, kun taas 2000-luvulla opiskelemaan tulleet nuoret osasivat vain vähän web-ohjelmointia. Vuosien 2006–2008 välisenä aikana suunniteltiin useita eri versioita Raspberry Pi:stä, joilla voitaisiin korvata nykyiset kalliit kotitietokoneet ja joiden avulla voitaisiin auttaa nuoria ohjelmoimaan paremmin. Prototyypit olivat hyvin karkeita ja osittain kaukana nykyisestä Raspberry Pi:n versiosta. Vuonna 2006 suunniteltu prototyyppi käytti Atmel Atmega644 mikro-ohjainta, joka oli kelloitettu 22.1 MHz:n taajuudelle, ja laitteen muistina toimi 512 K SRAM-muistia. (Raspberry Pi 2015.)

Vuonna 2008 mobiililaitteiden prosessoreista alkoi tulla edullisempia ja tarpeeksi tehokkaita erilaisille multimediatoiminnoille. Tämän ansiosta Raspberry Pi projekti alkoi näyttää onnistumisen merkkejä, minkä johdosta Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang ja Alan Mycroft perustivat Pete Lomasin ja David Brabenin kanssa Raspberry Pi Foundationin. Kolme vuotta myöhemmin Raspberry Pi Model B meni massatuotantoon Element 14/Premier Farnell:n ja RS Electronicsin lisenssisopimuksen avulla. Seuraavan kahden vuoden aikana Raspberry Pi Model B:tä myytiin yli 2 miljoonaa kappaletta. (Raspberry Pi 2015.)

Raspberry Pi Foundationin jalanjäljissä ovat tulleet monet muut yritykset nykyiselle pienoistietokone-markkinoille haastamaan Raspberry Pi:n tuotteet omilla pienoistietokonemalleillaan. Tietokoneiden ja mobiililaitteiden komponenttien tehokkuuden kehityksen ansiosta yritykset ovat voineet alkaa toteuttaa paremmin pienoistietokoneiden kehittämistä. Näitä pienoistietokoneita voidaankin käyttää sellaisissa ympäristöissä ja olosuhteissa, joissa esimerkiksi kannettavan tietokoneen käyttäminen olisi mahdotonta.

Pienoistietokoneet, kuten Raspberry Pi, ovat yleiskäyttöisiä tietokoneita, jotka käyttävät samanlaisia komponentteja kuin normaalit tietokoneet ja älypuhelimet. Näissä laitteissa ei pienen kokonsa vuoksi ole tietokoneista tuttua kiintolevyä, jonne ohjelmistoa ja dataa voidaan tallentaa, vaan kyseiset pienoistietokoneet käyttävät muistikortteja datan tallennukseen. Muistikortin lisäksi laitteet käyttävät RAM-muistia, jonne voidaan lukemisen lisäksi tallentaa tietoa. RAM-muisti on kuitenkin haihtuvaa muistityyppiä, jonka vuoksi tallennettu tieto katoaa muistista, kun laitteen virta katkeaa. Muistikorteille voidaan tallentaa tietoa rajallisesti, koska niissä on tietty kapasiteetti. Tämän vuoksi laitteet tarvitsevat monesti ylimääräisen massamuistilaitteen, kuten Flash-muistilla varustetun muistitikun, jonne data saadaan pysyvästi tallennettua.

3 KÄYTTÖJÄRJESTELMÄ ALUSTALLE

Raspberry Pi 2 Model B:lle on tarjolla lukuisia eri käyttöjärjestelmävaihtoehtoja, joista käyttäjä voi valita haluamansa. Aloittaville harrastelijoille Raspberry Pi tarjoaa verkkosivuillaan valmiit levykuvatiedostot, nimeltään NOOBS ja NOOBS Lite, jotka sisältävät useita tarjolla olevia käyttöjärjestelmiä samassa tiedostossa. NOOBS ja NOOBS Lite levykuvakkeiden erona on, ettei NOOBS Liten sisällä ole esiasennettua Raspbian-käyttöjärjestelmää, mutta muuten levykuvakkeet sisältävät samat käyttöjärjestelmät. Raspberry Pi Foundation tarjoaa käyttäjille myös mahdollisuuden ostaa NOOBS-muistikortin, joka sisältää tarvittavat käyttöjärjestelmät valmiina asennettaviksi. Valmiin NOOBS-muistikortin voi ostaa Raspberry Pi:n verkkokaupasta ja jälleenmyyjältä. Valmiin muistikortin ostamisen sijaan kaikki käyttöjärjestelmät voidaan ladata erikseen tai valmiina NOOBS levykuvakkeena Raspberry Pi:n verkkosivuilta. Näiden levykuvakkeiden lataaminen on ilmaista ja levykuvakkeen voi ladata torrent-tiedostona Torrent-ohjelmalla tai zip-tiedostona suoraan selaimen kautta. Levykuvakkeen latauksen jälkeen voidaan käyttöjärjestelmät asentaa microSD-muistikortille. (Raspberry Pi 2015.)

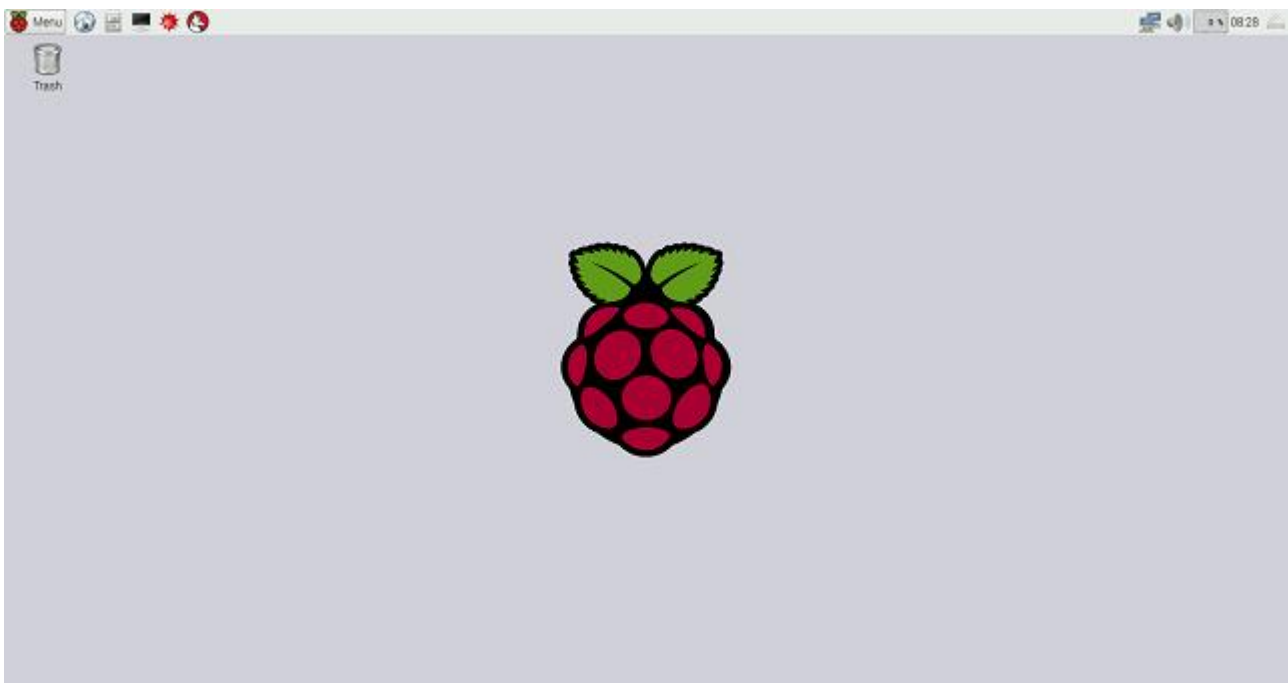
Suurin osa Raspberry Pi:lle tarjolla olevista käyttöjärjestelmistä on Linux-pohjaisia ja ne perustuvat johonkin Linux-jakeluversioista. Raspberry Pi Foundation tukee esiasennettua Raspbian-käyttöjärjestelmää, joka perustuu Debian-käyttöjärjestelmään, joka on yksi suosituimmista Linux-jakelupaketeista. Muita vaihtoehtoisia Linux-pohjaisia käyttöjärjestelmiä Raspberry Pi:lle ovat Ubuntu Mate sekä Pidora, joka pohjautuu Fedora-käyttöjärjestelmään. Pienoistietokoneissa laitteen tehokkuus on osittain rajattua laitteen pienen koon vuoksi, minkä takia laitteille valmistetut käyttöjärjestelmät on optimoitu siten, että ne eivät kuluta laitteesta turhaan tehoa ja resursseja. Linux-pohjaisten käyttöjärjestelmien lisäksi nykyisin Raspberry Pi:lle on saatavilla Microsoftin tarjoama Windows-pohjainen käyttöjärjestelmä, Windows 10 IoT Core. Windows 10 IoT Core on toisen sukupolven pienoistietokoneille optimoitu versio Windows 10-käyttöjärjestelmästä. Raspberry Pi Foundation tarjoaa verkkosivuillaan mahdollisuuden ladata käyttöjärjestelmät myös erikseen valmistajien verkkosivuilta.

3.1 Raspbian

Raspbian on avointa lähdekoodia käyttävä ilmainen käyttöjärjestelmä, joka on optimoitu Raspberry Pi -laitteistolle. Raspbian-käyttöjärjestelmä itsessään perustuu Debian-nimiseen Linux-jakelupakettiin,

joka on suosituin Unix-perheen käyttöjärjestelmistä. Raspbian-käyttöjärjestelmä tarjoaa muutakin, kuin tavalliset ohjelmat ja työkalut. Raspbianin mukana tulee yli 35 000 esikäännettyä ohjelmistoa, joilla voidaan helpottaa Raspberry Pi:n asennusta. Raspbian-käyttöjärjestelmä on aktiivisen kehityksen kohteena ja sen ominaisuuksia sekä tehokkuutta pyritään parantamaan jokaisella päivityksellä. Raspberry Pi Foundation tukee Raspbianin kehittämistä, mutta ei vaikuta siihen, millä tavalla kyseistä käyttöjärjestelmää kehitetään eteenpäin. Raspbian-käyttöjärjestelmän kehitykseen vaikuttaa pieni ja päättäväinen ryhmä kehittäjiä, jotka ovat Raspberry Pi -laitteiston, Raspberry Pi Foundationin ja Debian projektin faneja. (Raspbian 2015.)

Raspbian Jessie 4.1 (KUVA 8) on tällä hetkellä uusin kernel-versio Raspbian-käyttöjärjestelmästä. Nimi Jessie on käyttöjärjestelmän version koodinimi, joka viittaa Pixarin tuottamaan ja Walt Disneyn julkaisemaan animaatioelokuvaan Toy Story 2. Debian ja sen kautta myös Raspbian nimeää julkaisemansa versiot jonkin Toy Story elokuvan hahmon mukaan: aiempi Raspbian 4.0-versio oli nimeltään Wheezy. Eroavaisuuksia Jessie- ja Wheezy-versioiden välillä on tavallisen käyttäjän hankala huomata. Huomattavia muutoksia on tapahtunut kuitenkin suorituskyvyn ja joustavuuden parantamisessa, järjestelmän prosessien valvomisessa, työpöydän käyttöliittymän parannuksissa sekä lukuisten ohjelmointivirheiden korjauksissa. (Raspberry Pi 2015.)



KUVA 8. Raspbian Jessie

Uuden Raspbian Jessie-version perusominaisuuksia on mennä käynnistyksen yhteydessä automaattisesti graafiseen käyttöliittymään eikä perinteiseen Linux-komentorivinäkömään. Tällaisen ominaisuuden käyttöön päädyttiin siksi, koska sen katsotaan olevan modernin tietokoneen ominaisuuksia. Nykyisin oletuskäyttöliittymänä tietokoneissa on graafinen käyttöliittymä, eikä ainoastaan tekstiä kuvaruudulla. Käyttäjän on kuitenkin mahdollista saada Raspberry Pi käynnistymään tavalliselle Linux-komentoriville, jos hän niin haluaa. (Raspberry Pi 2015.)

Raspbian Jessie-versio tuo mukanaan myös lisää esiasennettuja sovelluksia Raspberry Pi:lle. Tarkoituksena on ollut, että Raspberry Pi:llä voi tehdä samoja asioita kuin muillakin tietokoneilla. Uusia esiasennettuja sovelluksia ovat muun muassa LibreOffice toimisto-ohjelmisto sekä Claws Mail-sähköpostiohjelmisto. LibreOffice on avoimeen lähdekoodiin perustuva toimisto-ohjelmisto, jonka tiedostot ovat yhteensopivia Microsoft Officen toimisto-ohjelmiston tiedostojen kanssa. Se tarjoaa käyttäjälle myös tekstinkäsittely-, taulukkolaskenta-, esitysgrafiikka-, vektorigrafiikka- ja tietokanta-työkalut. Claws Mail on sähköpostiasiakasohjelma, jolla voi lähettää sähköpostia samaan tapaan kuin selaimessakin. Se tukee kaikki yleiset sähköposti protokollat ja tarjoaa kaikki mahdolliset toiminnallisuudet Windows Mailin ja Thunderbirdin tapaan. Edellisten ohjelmistosovellusten lisäksi Jessie-versiossa on tarjolla kaksi uutta sovellusta, BlueJ ja Greenfoot, joilla voidaan tehdä Java-ohjelmointikielen sovelluksia. Molemmat on suunniteltu Java-ohjelmoinnista kiinnostuneille ja niihin on lisäksi tarjolla malliprojekteja, jotka löytyvät Raspbianista `~/home/pi/Documents`-hakemistosta. Uusien sovellusten lisäksi vanhoihin sovelluksiin, kuten Scratch, Sonic Pi ja Epiphany on tullut päivityksiä. Näiden lisäksi Pygme Zero-peliympäristö on asennettu oletuksena. Verkkoselaimeen on tullut virhe- ja suorituskykyparannuksia. GPIO-pinneihin pääsee nykyisin käsiksi suoraan Python-ohjelmointikielen avulla. (Raspberry Pi 2015.)

3.2 Windows 10 IoT Core

Windows 10 IoT Core on Microsoft Corporationin valmistama käyttöjärjestelmä erillisille pienille laitteille, kuten Raspberry Pi 2 Model B:lle ja muille sitä vastaaville toisen sukupolven pienoistietokoneille. Windows 10 IoT Core on optimoitu versio Windows 10-käyttöjärjestelmästä, joka on tarkoitettu pienille sulautetun järjestelmän laitteille, joissa voi olla mukana näyttö. Windows 10 IoT Corea voidaan käyttää seuraavissa laitteissa: Raspberry Pi 2 Model B, Arrow DragonBoard 410C ja MinnowBoard MAX. Windows 10 IoT Core hyödyntää Universal Windows Platform (UWP) ohjelmistoarkkitehtuuria sekä Application programming interface (API) ohjelmointirajapintaa. UWP API mahdollistaa itse

tehtyjen sovellusten käyttämisen laitteissa Sen avulla voidaan myös päästä käsiksi tuhansiin laitteisiin, jotka tukevat Windowsia.

Windows 10 IoT Core antaa mahdollisuuden käyttää Windows-käyttöjärjestelmää pienoistietokoneella, joka auttaa luomaan uusia kokemuksia IoT laitteiden kanssa. Sen mukana tulee tietokoneille luonnollinen graafinen käyttöliittymä, joka auttaa tiedostojen haussa, online-varastoinnissa ja pilvipalveluissa. Windows 10 IoT Core (KUVA 9) ei tuo mukanaan valmista metro-ulkoasua, joka tulee Windows 10:n mukana, vaan IoT Core antaa mahdollisuuden tehdä Universal Windows-sovelluksen, josta muodostuu haluttu ulkoasu. IoT Core on suunniteltu olemaan helposti lähestyttävä ja jolla voidaan rakentaa ammattimaisia laitteistoja. IoT Core:lla pystyy kehittämään ohjelmistoja eri ohjelmointikielillä, ja kehitystyössä pystyy hyödyntämään Microsoftin Visual Studio-ohjelmointiympäristöä. (Teixeira 2015.)

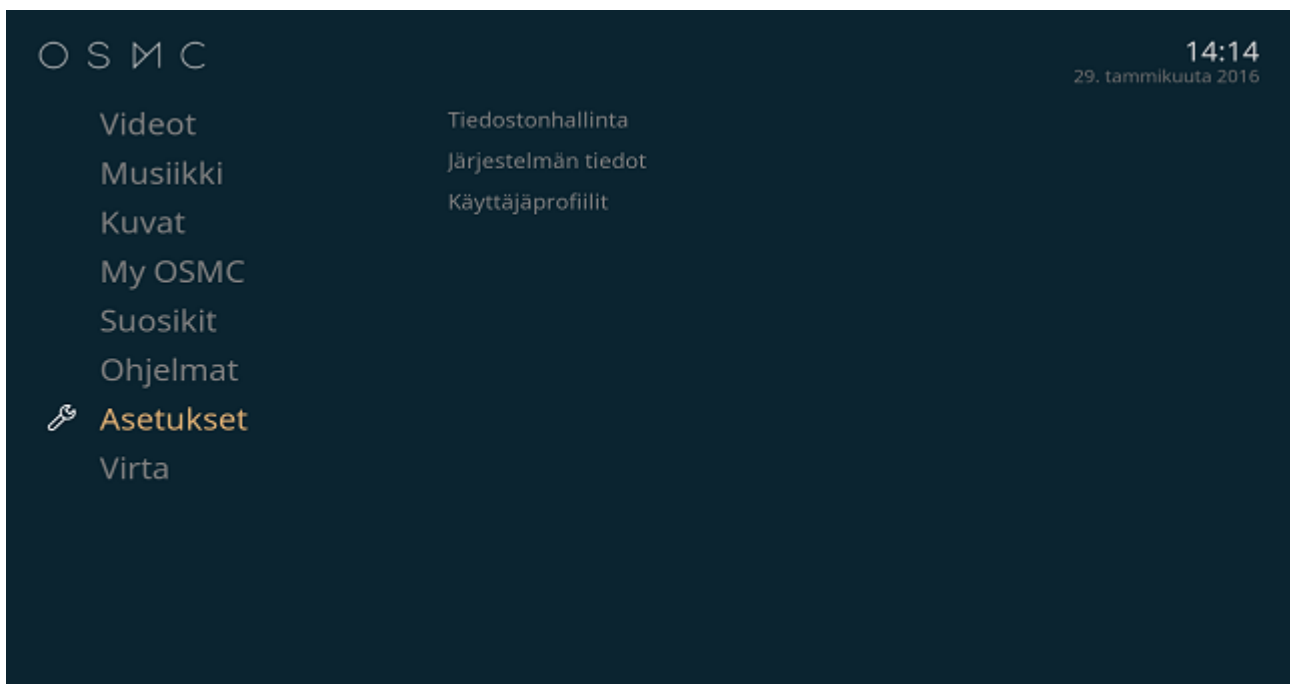


KUVA 9. Windows 10 IoT Core (Heath 2015)

3.3 OSMC

Open Source Media Center (OSMC) on ilmainen avointa lähdekoodia käyttävä mediasoitin, joka perustuu Debian-käyttöjärjestelmään. OSMC-käyttöjärjestelmä valmistui vuonna 2014. OSMC mahdol-

listaa median kuuntelun ja katselun lähiverkon, USB-laitteiden sekä internetin kautta. OSMC-käyttöjärjestelmän rakenteena toimii Debian-käyttöjärjestelmä, jonka ympärille on rakennettu Kodi-projektiin perustuva Kodi-mediasoitin. OSMC (KUVA 10) on yksi suosituimmista mediasoitintyylisistä käyttöjärjestelmistä hyvien muokattavien ominaisuuksiensa sekä suuren kannattajajoukkonsa ansiosta. OSMC on helposti lähestyttävä ja käytettävä, vaikka se perustuukin Debian-käyttöjärjestelmään. Tämän vuoksi käyttö ei vaadi aiempaa osaamista Linux-käyttöjärjestelmistä. Käyttöjärjestelmän hallinta on helppoa OSMC:n oman graafisen käyttöliittymän kautta ja tarvittaessa käyttöjärjestelmää voidaan muokata käytettävissä olevilla Debian-arkistoilla, jotka sisältävät yli 30 000 valmista ohjelmistoa. (OSMC 2015.)



KUVA 10. OSMC

Avoimen lähdekoodin ansiosta käyttäjät voivat tehdä tarvittaessa OSMC-käyttöjärjestelmän lähdekoodiin mitä tahansa muutoksia. Ainoa vaatimus on, että tehdyt muutokset tulee lähettää myös OSMC-projektille. OSMC:llä on suuri ja vilkas yhteisö, joka auttaa tarvittaessa käyttäjiä erilaisissa ongelmissa. Yhteisö auttaa myös kehittämään OSMC:n erilaisia ominaisuuksia paremmiksi.

OSMC-käyttöjärjestelmä on tarjolla monille eri laitteille, kuten Raspberry Pi:lle, Apple TV:lle ja OSMC:n omalle Vero-laitteelle. OSMC tarjoaa päivityksiä käyttöjärjestelmälle säännöllisesti, joista

käyttäjä voi valita juuri ne päivitykset, jotka hän haluaa asentaa. Tämä pätee myös eri sovellusten asennuksessa.

3.4 OpenELEC

Open Embedded Linux Entertainment Center (OpenELEC) on avoimeen lähdekoodiin perustuva su-lautettu käyttöjärjestelmä, joka on rakennettu Kodi-mediasoitimen ympärille. OpenELEC-käyttöjärjestelmä on suunniteltu olemaan mahdollisimman kevyt niin kokonsa kuin kompleksisuutensa puolesta, mikä tarkoittaa sitä, että kotiteatteritietokone on yhtä helposti konfiguroitavissa kuin esimerkiksi DVD-soitin tai sateliittitelevisio. OpenELEC (KUVA 11) on erinomainen käyttöjärjestelmä pienille laitteille, kuten Raspberry Pi:lle, jonka ansiosta ei tarvita enää suurta tietokonetta olohuoneen mediaympäristöön. (OpenELEC 2015.)



KUVA 11. OpenELEC

OpenELEC on optimoitu olemaan hyvin vähän tehoja vaativa käyttöjärjestelmä. Tämän ansiosta laitteessa ei tarvitse olla tehokasta prosessoria tai suurta muistimäärää. OpenELECin tukemat näytönohjaimet ovat Intel HD Graphics, NVIDIA GeForce, NVIDIA ION, AMD Radeon, AMD Fu-

sion ja Broadcomin Crystal HD. OpenELEC toistaa teräväpiirtokuvaa, Full High Definitionia (Full HD), joka tunnetaan myös 1080p-kuvalaatuksi. OpenELEC tukee teräväpiirtokuvaa laitteissa, joissa on pienitehoiset prosessorit. Kuvan toistamiseen käytetään näytönohjaimen lisäksi dekodeereita, joilla kuva saadaan tuotettua. Monipuolisen näytönohjaintuen ansiosta OpenELEC-käyttöjärjestelmää voidaan käyttää erilaisissa mediaympäristöön suunnitelluissa tietokoneissa. (OpenELEC 2015.)

OpenELEC eroaa kilpailevista käyttöjärjestelmistä siten, että se ei sisällä tarpeettomia ohjelmistoja ja toimintoja. OpenELEC tarjoaa vain ohjelmiston, jonka avulla voidaan suorittaa Kodi-mediasoitinympäristö. Koko käyttöjärjestelmä on kooltaan vain 150 MB:ä, jonka ansiosta se voidaan asentaa muutamissa minuuteissa. Käyttöjärjestelmän muita hyviä puolia ovat sen käynnistysnopeus sekä sovellusten käynnistysnopeus. Muihin Kodi-mediasoitimen ympärille rakennettuihin käyttöjärjestelmiin verrattuna OpenELEC ei pohjautu mihinkään Ubuntu-versioon tai Linux-jakeluversioon. OpenELEC on rakennettu täysin tyhjästä ja sen tarkoituksena on toimia pelkästään mediakeskuksena. Vaikka OpenELEC toimii Linux-käyttöjärjestelmien tavoin se ei vaadi Linux-tietämystä eikä siinä tarvitse käyttää hallintakonsolia tai komentoriviä. (OpenELEC 2015.)

4 RASPBERRY PI 2 MODEL B:N KÄYTTÖÖNOTTO

Tässä opinnäytetyössä kehitysprojektia varten varattu laitteisto käsittää Raspberry Pi 2 Model B -pienoistietokoneen, virtalähteen, USB-näppäimistön ja hiiren, näyttöpäätteen, muistikortin, muistitikun sekä WLAN-sovittimen. Käyttöjärjestelmien asennukselle ja testaamiselle on varattu Transcend 16 GB Class 10 MicroSD-muistikortti. Kun Raspberry Pi:lle valitaan muistikorttia, tulisi hankkia vähintään 4 GB:n suuruinen ja Class 4 -luokan muistikortti, jotta muistikortin luku- ja kirjoitusnopeus pysyisivät riittävän nopeina. Luku- ja kirjoitusnopeus vaikuttavat käyttöjärjestelmän ja sovellusten toimivuuteen: mitä suurempi nopeus on, sitä nopeammin dataa voidaan kirjoittaa ja lukea muistikortilta. Virtalähteenä toimii erillinen Micro-USB-verkkovirtasovitin, joka on tehokkuudeltaan 5V 2.1A (2100mA). Raspberry Pi 2 Model B -laitteistolle suositellaan vähintään 5V 1.8A virtalähdettä, jotta se toimisi ongelmitta. Verkkovirtasovittimessa käytetään Micro-USB-kaapelia, jonka pituus voi vaihdella. Yleisiä suositusmittoja tällaisille kaapeleille on 1–1.5 metriä. Lisämuistina laitteessa käytetään MicroSD-muistikortin lisäksi Kingston 32 GB DataTraveler USB 3.0-muistitikkoa ja WLAN-sovittimena käytetään TP-Link TL-WN725N WL-mallin sovitinta. Näyttöpäätteenä toimivat Asus 24” VE247H Full HD-tietokonenäyttö sekä Full HD-televisio, joissa kuvan ulostuloon käytettiin HDMI-liitäntää. Raspberry Pi ei vaadi toimiakseen suojakotelo, mutta kotelo auttaa suojaamaan laitteistoa pölyltä ja rikkoutumiselta.

Kehitysprojektin laitteiston (KUVA 12) hinnaksi tuli yhteensä 121,40 €. Hinta sisälsi Raspberry Pi 2 Model B -pienoistietokoneen, läpinäkyvän suojakotelon, microSD-muistikortin, muistitikun, verkkovirtalaturin ja WLAN-sovittimen. Suurin osa tuotteista hankittiin Verkkokauppa.com myymälästä ja kaikki yllä mainitut tuotteet jouduttiin ostamaan erikseen. Nykyisin Verkkokauppa.com myy valmiita Raspberry Pi 2 Model B -aloituspakkauksia hintaan 104,50 €. Aloituspakkaus sisältää Raspberry Pi 2 Model B -pienoistietokoneen, 8 GB kokoisen NOOBS-muistikortin, suojakotelon sekä Micro-USB-johdolla varustetun verkkovirtasovittimen.



KUVA 12. Kehityksen laitteisto (Suojakotelo, Wi-Fi-sovitin, MicroSD-muistikortti, muistitikku, verkkovirtalaturi ja Raspberry Pi 2 Model B)

4.1 Käyttöjärjestelmien esiasennus

Käyttöjärjestelmien esiasennusprosessin aikana MicroSD-muistikortti alustetaan, jonka jälkeen voidaan valita myöhemmin asennettavat käyttöjärjestelmät muistikortille. Muistikortin alustamiseen on tarjolla monia eri sovelluksia. Käytetyimpiä ovat Win32DiskImager sekä SDFormatter –ohjelmistot. Halutun käyttöjärjestelmän levykuvan asennus MicroSD-mistikortille tapahtuu Windows 7-käyttöjärjestelmällä SDFormatter-ohjelman avulla, jonka voi hankkia ilmaiseksi ja asentaa tietokoneelle sdcards.org/downloads/formatter_4/ -sivustolta.

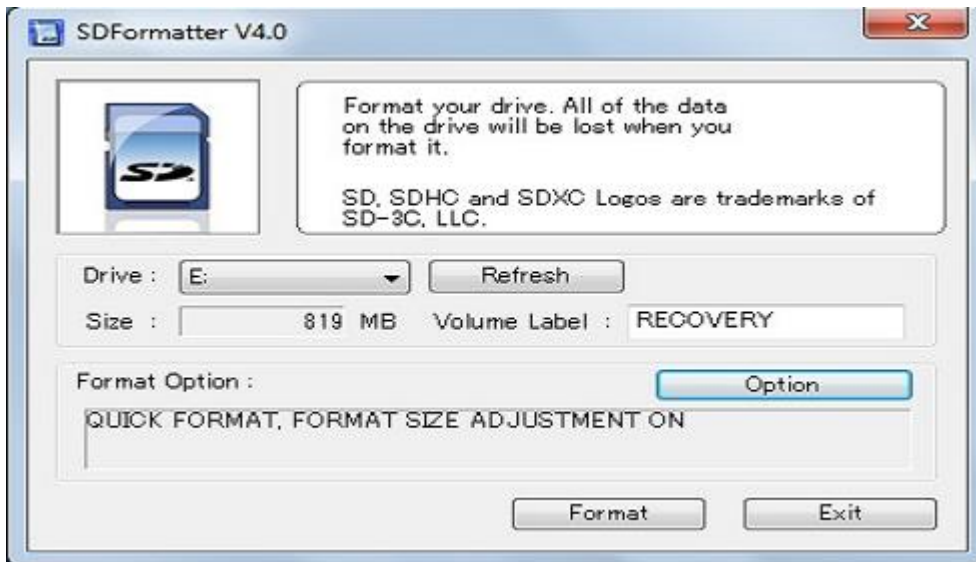
Asennuksen jälkeen ladataan käyttöjärjestelmät, jotka ovat saatavilla raspberrypi.org/downloads/ -sivustolta. Sivustolla on tarjolla uusin versio NOOBS-tiedostosta ja Raspbian-käyttöjärjestelmästä sekä ohjaus kolmannen osapuolen kotisivuille käyttöjärjestelmien hankkimiselle. Kolmannen osapuolen käyttöjärjestelmiä ovat Ubuntu Mate, Snappy Ubuntu Core, Windows 10 IoT Core, OSMC, OpenELEC, PiNet ja RISC OS. Näiden valmistajien sivuilta löytyvät asennusohjeet sekä ladattavat levykuvat käyttöjärjestelmän asennukselle. NOOBS-tiedosto sisältää valmiiksi seuraavat käyttöjärjestelmät:

- Raspbian
- OpenELEC Pi 1-versio
- OpenELEC Pi 2-versio
- OSMC Pi 1-versio
- OSMC Pi 2-versio
- Arch
- Pidora
- RISC OS.

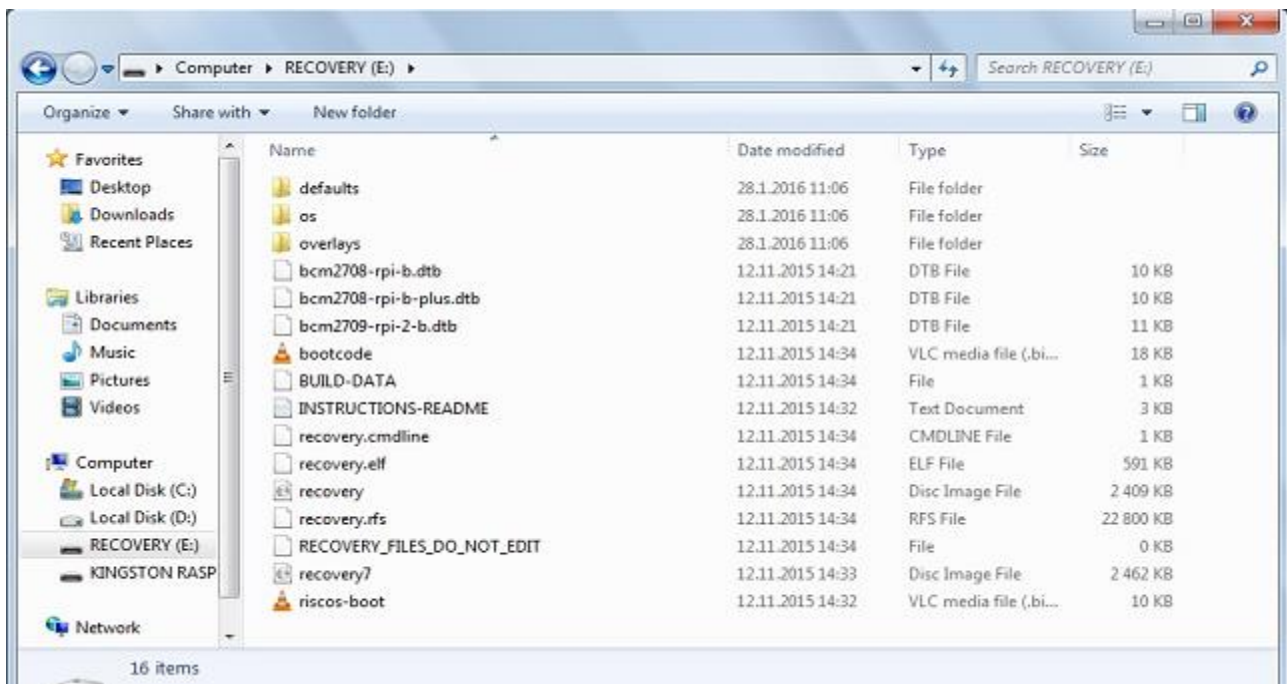
Käyttöjärjestelmien esiasennukselle valitaan NOOBS-levykuvaketiedosto, koska opinnäytetyössä käytettävät käyttöjärjestelmät, Raspbian, OSMC ja OpenELEC, löytyvät tältä levykuvakkeelta. NOOBS-levykuvakkeen voi ladata selaimen kautta joko .zip-tiedostona, tai .torrent-tiedostona erillisellä Torrent-ohjelmalla kotikoneelle, jolloin latauksessa kestää muutamia minuutteja. Ennen kuin käyttöjärjestelmät voidaan esiasentaa muistikortille, tulee muistikortti alustaa tyhjäksi. Esiasennusvaiheet menevät seuraavassa järjestyksessä:

1. Asenna muistikortti tietokoneen muistikorttipaikkaan tai kortinlukijaan.
2. Käynnistä SDFormatter-ohjelmisto.
3. Valitse SDFormatter-ohjelmassa ”Options”.
4. Valitse ”Option Settings” ikkunassa ”FORMAT SIZE ADJUSTMENT” kohdasta ”ON” ja poistu painamalla ”OK”.
5. Tarkista muistikortin asemakirjain avaamalla ”Tietokone”. Tarkista, että muistikortti näkyy ”Laitteet, joissa on siirrettävä tallennusväline” alla ja huomioi mikä asemakirjain tällä on. Esimerkkinä tästä projektissa käytettävän muistikortin tiedot ”Recovery (E)”.
6. Tarkistetaan (KUVA 13) SDFormatter-ohjelmassa, että kohdan ”Drive:” asemakirjain vastaa muistikortin asemakirjainta. Tarkista myös, että kohdan ”Format Option:” alla lukee ”QUICK FORMAT, FORMAT SIZE ADJUSTMENT ON”.
7. Paina ”Format” painiketta, jonka jälkeen ruudulle avautuu kaksi varoitusikkunaa. Näiden avulla varmistetaan, että muistikortin alustus halutaan tehdä. Molempien ikkunoiden kohdalla painetaan ”OK”, minkä jälkeen muistikortin alustus alkaa.
8. Alustuksessa kestää muutamia sekunteja, kun alustus on onnistunut, tulee uusi ikkuna esille. Tässä kerrotaan muistikortin tietoja, kuinka suuri sen kapasiteetti on ja mitä tiedostojärjestelmää muistikortti käyttää. Poistu ikkunasta painamalla ”OK”, jonka jälkeen voit poistua SDFormatter-ohjelmasta painamalla ”Exit”.

9. Pura NOOBS-levykuvakkeen .zip-tiedosto tietokoneelle.
10. Purkamisen jälkeen valitse kaikki tiedostot, jotka tulivat puretusta .zip-tiedostosta ja kopioi nämä tiedostot (KUVA 14) tyhjäksi alustetulle muistikortille.
11. Onnistuneen kopioinnin jälkeen poista muistikortti tietokoneesta turvallisesti, jotta välttyt tiedostojen korruptoilta.



KUVA 13. SDFormatter ohjelmisto

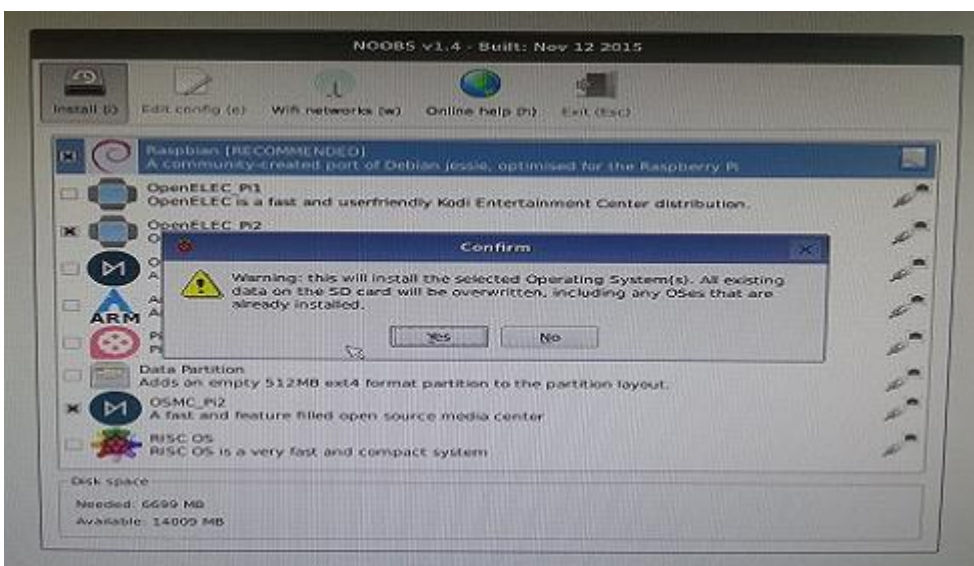


KUVA 14. NOOBS levykuvake kopioituna muistikortille

4.2 Käyttöjärjestelmien asennus Raspberry Pi:lle

Käyttöjärjestelmien esiasennuksen jälkeen muistikortti asetetaan Raspberry Pi 2 Model B:n muistikorttipaikkaan. Muistikortin asettamisen jälkeen Raspberry Pi:hin voidaan liittää tarvittavat oheislaitteet kuten näppäimistö, hiiri, WLAN-sovitin, RJ-45-kaapeli ja muistitikku. Tämän jälkeen Raspberry Pi kytketään tietokoneen näyttöön tai televisioon HDMI-kaapelilla. Lopuksi kytketään micro-USB-virtakaapeli kiinni Raspberry Pi:hin. Raspberry Pi ei sisällä erillistä virtapainiketta, josta virran saa kytkettyä laitteeseen päälle, vaan laite käynnistyy heti, kun virtakaapeli kytketään laitteeseen paikoilleen. Ensimmäisellä käynnistyskerralla Raspberry Pi:ssä tulee esille ikkuna, josta käyttäjä voi valita haluamansa käyttöjärjestelmät, jotka Raspberry Pi asentaa microSD-muistikortille. Käyttöjärjestelmät, joita ei valita, tulevat poistumaan muistikortilta. Käyttöjärjestelmien asennusprosessi tapahtuu seuraavassa järjestyksessä:

1. Valitse asennettavat käyttöjärjestelmät valintaikkunasta.
2. Tämän jälkeen valitse näytön alhaalla olevasta kieli- ja näppäimistövalikoista oikeat asetukset. Oletuksena molemmat asetukset ovat englanniksi, jos valintaa ei tehdä tässä vaiheessa, voidaan se myös tehdä myöhemmin.
3. Kun asennettavat käyttöjärjestelmät on valittu, paina ikkunan vasemmassa yläreunassa olevaa ”Install (i)” painiketta.
4. Kuvaruudulle aukeaa vahvistusikkuna (KUVA 15), jossa ilmoitetaan, että muistikortilla ennestään olevat tiedot tullaan ylikirjoittamaan asennusprosessin aikana. Hyväksy ilmoitus painamalla ”Yes”-painiketta, ja asennusprosessi käynnistyy.



KUVA 15. Käyttöjärjestelmien asennuksen varmistus

5. Asennusprosessi kestää useita minuutteja ja asennusprosessia voidaan seurata kuvaruudulla näkyvästä ikkunasta. Asennusprosessin päätyttyä Raspberry Pi käynnistyy kerran uudelleen ja asentaa tällöin loppuun tarvittavat toiminnot. Kun asennus on valmis, kuvaruudulle tulee ”OS(es) installed”-ikkuna (KUVA 16), jossa ilmoitetaan, että käyttöjärjestelmät asentuiivat onnistuneesti. Hyväksy ilmoitus painamalla ”OK”.
6. Vanhemmissa käyttöjärjestelmäversioissa, kuten Raspbian Wheezy-versiossa Raspberry Pi menee automaattisesti ensimmäisellä kerralla ”Raspi-config”-ikkunaan, josta voidaan muokata erilaisia asetuksia. Uudessa Raspbian Jessie-versiossa tämä ominaisuus korvattiin siten, että Raspberry Pi käynnistyy automaattisesti graafiseen käyttöliittymään.
7. Onnistuneen asennusprosessin jälkeen Raspberry Pi menee ”Select OS to boot”-valikkoon, josta voidaan valita käynnistettävä käyttöjärjestelmä. Jos valintaa ei tehdä, Raspberry Pi käynnistyy automaattisesti siihen käyttöjärjestelmään, jota käytettiin edellisellä kerralla. Tähän valikkonäkymään Raspberry Pi menee aina käynnistyksen yhteydessä.



KUVA 16. Käyttöjärjestelmät ovat asentuneet onnistuneesti

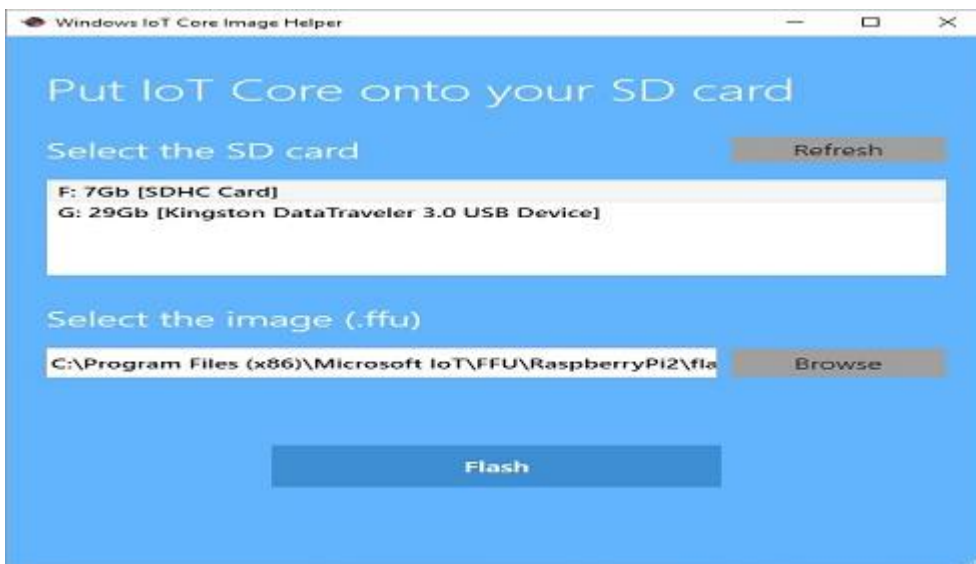
4.3 Windows 10 IoT Core-käyttöjärjestelmän asennus Raspberry Pi:lle

Tämä luku käsittelee, Windows 10 IoT Core:n asennusta Raspberry Pi:lle, koska kyseinen asennusprosessi eroaa muiden käyttöjärjestelmien asennusprosessista. Windows 10 IoT Core on mielenkiintoinen käyttöjärjestelmä, koska se tuo mukanaan tutun Windows-pohjaisen käyttöjärjestelmän Raspberry Pi:n

kokoiselle ja tehoiselle laitteelle. Alkuun tulee kuitenkin huomioida, että tällä hetkellä Windows 10 IoT Core:n asennus ei onnistu, jos kotitietokoneella ei ole Windows 10-käyttöjärjestelmää asennettuna.

Windows 10 IoT Core:n esiasennus tapahtuu seuraavassa järjestyksessä:

1. Lataa asennustiedosto Raspberry Pi 2 Model B -laitteistolle osoitteesta ms-iot.github.io/content/en-US/Downloads.htm.
2. Ladattu .ISO-tiedosto voidaan purkaa tavallisen .zip-tiedoston tapaan tai se voidaan liittää virtuaaliseksi asemaksi tuplaklikkaamalla tiedostoa.
3. Puretun tiedoston ja virtuaalisen aseman sisällä on ”Windows_10_IoT_Core_RPi2.msi” asennustiedosto, joka asennetaan Windows 10 -tietokoneelle.
4. Asenna MicroSD-muistikortti tietokoneen muistikortin lukupaikkaan ja alusta muistikortti käyttäen SDFormatter-sovellusta.
5. Käynnistä ”IoTCoreImageHelper.exe”-tiedosto, joka sijaitsee ”C:\Program Files (x86)\Microsoft IoT\”.
6. Valitse ”Select the SD card” kohtaan muistikortti. Tämän jälkeen valitse ”Select the image (.ffu)” kohtaan ”flash.ffu” asennustiedosto (KUVA 17), joka löytyy polusta ”C:\Program Files (x86)\Microsoft IoT\FFU\RaspberryPi2”.



KUVA 17. Windows 10 IoT Core:n asennus

7. Kun oikea muistikortti ja asennustiedosto on valittu, paina ”Flash” painiketta, jonka jälkeen tulee kaksi varmenneikkunaa. Hyväksy ne, jotta asennusprosessi voi käynnistyä.

8. Kun asennusprosessi on valmis, poista MicroSD-muistikortti turvallisesti tietokoneesta, että välttyt tiedostojen korruptoinnilta.
9. Windows 10 IoT Core-käyttöjärjestelmällä varustettu muistikortti voidaan nyt asentaa Raspberry Pi 2 Model B -laitteistoon.
10. Kun kytket virran laitteeseen ensimmäisen kerran, Raspberry Pi antaa konfigurointi ikkunan, jossa voit muokata kieliasetuksia. Asetusten muokkauksen jälkeen Windows 10 IoT Corella varustettu Raspberry Pi 2 on valmis käytettäväksi.

Windows 10 IoT Core:n alunäyttötila on hyvin selkeä. Se kertoo laitteen tiedot ja antaa mahdollisuuden tutustua muutamiin erilaisiin harjoitustöihin, joiden avulla voidaan perehtyä sulautettujen järjestelmien käyttämiseen ja näiden ohjelmointiin. Windows 10 IoT Core:n asetuksista voidaan muuttaa kieli- ja verkkoasetuksia. Windows 10 IoT Core:lla varustettua Raspberry Pi 2 -laitetta voidaan tarkkailla lähiverkon kautta käyttäen toista Windows 10 -tietokonetta. Windows 10 IoT Core:lla varustettu Raspberry Pi 2:n yhdistäminen toisen Windows 10 -tietokoneen kanssa onnistuu kolmella eri tavalla. Nopein ja helpoin tapa yhdistää laitteet tapahtuu SSH-yhteyden kautta. Windows 10 IoT Core sisältää valmiiksi asennetun SSH-palvelimen, jonka lisäksi Windows 10 -tietokoneelle tarvitaan käyttöön SSH-asiakasohjelma, esimerkiksi ”PuTTY”. PuTTY ei vaadi erillistä asentamista, vaan se voidaan käynnistää suoraan. Yhteyden muodostamiseen tarvitaan Raspberry Pi 2 -laitteen IP-osoite, joka näkyy esimerkiksi käynnissä olevan Raspberry Pi 2:n näyttönäkymässä. Raspberry Pi 2:n IP-osoite syötetään PuTTY ohjelmassa ”Host Name (or IP address)” kohtaan ja käytettävä porttinumero 22 syötetään kohtaan ”Port”. Yhteydeksi valitaan ”Connection type:” kohdasta ”SSH” ja klikataan ”Open”, jolloin yhteys muodostetaan. Yhteyden muodostamiseksi PuTTY pyytää vielä käyttäjätunnuksen ja salasanan, jotka ovat oletuksena ”administrator” ja ”p@ssw0rd”.

Toinen tapa laitteiden yhdistämiseksi tapahtuu selaimen kautta. Ensin varmistetaan, että Raspberry Pi on samassa lähiverkossa muiden laitteiden kanssa käynnistämällä ”Windows IoT Core Watcher” ohjelma Windows 10 -tietokoneelta polusta: ”C:\Program Files (x86)\Microsoft IoT\”. Lähiverkkoyhteyden varmistuksen jälkeen tarvitaan Raspberry Pi 2-laitteen IP-osoite, joka löytyy Windows IoT Core Watcher ohjelman kautta. Tämän jälkeen selaimen osoiteriville syötetään Raspberry Pi 2:n IP-osoite ja porttitunnus, joka esimerkkitapauksessa on 192.168.1.102:8080. Selain pyytää yhteyden muodostamiseksi käyttäjätunnusta ja salasanaa. Selaimella päästään käsiksi Windows 10 IoT Core:n laiteasetuksiin, tarkkailemaan laitteen toimintaa sekä antamaan laitteelle erilaisia lisäsovelluksia suoritettavaksi.

Kolmas tapa laitteiden yhdistämiseksi tapahtuu käyttämällä ”Windows PowerShell”-ohjelmaa. Laitteiden yhdistämiseksi käynnistetään PowerShell-sovellus Windows 10 -tietokoneella. Seuraavaksi PowerShell-sovellukselle annetaan seuraavat komentorivit: ”net start WinRM” ja ”Set-Item WSMAN:\localhost\Client\TrustedHosts –Value [Raspberry Pi:n IP-osoite]”. Tämän jälkeen hyväksytään ilmoitus painamalla Y-kirjainta ja enter-näppäintä. Istunto aloitetaan antamalla seuraava komentorivi: ”Enter-PSSession –ComputerName [Raspberry Pi:n IP-osoite] –Credential [Raspberry Pi:n IP-osoite]\Administrator”. Komennon jälkeen aukeaa Pääsytiedot-ikkuna, jonne täytyy antaa Raspberry Pi:n salasana. Tämän jälkeen yhteys muodostetaan.

Alustavasti Windows 10 IoT Core-käyttöjärjestelmää tarkasteltaessa voidaan huomata, että kyseinen käyttöjärjestelmä on suunniteltu pääsääntöisesti toimimaan sulautettuna järjestelmänä erilaisissa projekteissa. IoT Core:n ansiosta erilaisille roboteille ja laitteille voidaan tehdä ohjelmat toisella Windows 10 -tietokoneella, jonka jälkeen valmis koodi voidaan syöttää Raspberry Pi 2 -laitteelle. Tästä johtuen Windows 10 IoT Core:a ei ole siis suunniteltu käytettäväksi normaalina käyttöjärjestelmänä Raspbian-käyttöjärjestelmän tapaan. Windows 10 IoT Core:n avulla voidaan hallita erilaisia laitteita, joille voidaan valmistaa erilaisia sovelluksia käyttäen yleisimpiä ohjelmointikieliä, kuten C, C++ tai Python. Ohjelmoinnissa hyödynnetään Microsoftin valmistamaa Visual Studio 2015 ohjelmistoa, jonka avulla voidaan tehdä ohjelmointikoodia sekä syöttää valmis koodi ajettavaksi Windows 10 IoT Core:lla varustetulle Raspberry Pi 2:lle ja sen oheislaitteistolle. Tämän ansiosta Windows 10 IoT Core on varteenotettava käyttöjärjestelmä erilaisissa koulutukseen tai harrastukseen liittyvissä projekteissa, jolloin laitteen toimivuutta päästään tarkastelemaan välittömästi ja erilaiset toiminnot voidaan syöttää suoraan laitteelle.

4.4 Langattoman lähiverkon asennus

Wireless Fidelity (Wi-Fi) tai Wireless Local Area Network (WLAN) on langaton lähiverkkotekniikka, jolla erilliset laitteet voidaan yhdistää samaan lähiverkkoon ilman kaapeleita. Langatonta lähiverkkotekniikkaa käyttävät laitteet käyttävät jotain versiota 802.11 standardista, joka on IEEE:n hyväksymä ja Wi-Fi Alliancen käyttämä. 802.11 standardeja on olemassa lukuisia ja tällä hetkellä suosituimpia ovat a, b, g, n ja ac. Nämä standardit määrittävät laitteissa muun muassa, kuinka suurta taajuutta sekä datansiirtonopeutta ne käyttävät lähiverkossa. Lähiverkkoon kytkettävässä laitteessa täytyy olla WLAN-sovitin. Monissa multimedialaitteissa on sisäänrakennetut WLAN-sovittimet, tällaisia laitteita ovat esimerkiksi kannettavat tietokoneet ja älypuhelimet. Aikaisempien Raspberry Pi-mallien tapaan

Raspberry Pi 2 Model B ei sisällä sisäänrakennettua WLAN-sovitinta. Suurin osa WLAN-sovittimista toimii ”plug-and-play” periaatteella, eli ne sisältävät laitteessa itsessään valmiit ajurit, joiden avulla laite asentuu toimimaan. Tällöin oheislaite tarvitsee vain kytkeä paikoilleen, ja hetken kuluttua laite toimii normaalisti. Plug-and-play-periaate toimii pääsääntöisesti Windows-tietokoneissa, mutta Linux-käyttöjärjestelmien kanssa tilanne on toinen. Hankittaessa WLAN-sovitinta Linux-tietokoneelle tulee tarkistaa sovittimen pakkauksesta tai laitevalmistajan kotisivuilta, onko kyseinen laite yhteensopiva Linux-tietokoneiden kanssa. Yhteensopivuus Linux-tietokoneiden kanssa ilmaistaan yleensä pakkauksessa merkinnällä ”Linux” tai ”Linux compatible”. Jotta WLAN-sovittimen asennus olisi mahdollisimman vaivatonta, tulee kuluttajan perehtyä laitteiden yhteensopivuuksiin ennen laitteen ostoa. Useissa laitteissa ei välttämättä ole merkitty yhteensopivuutta, mutta se ei kuitenkaan tarkoita sitä, etteikö laitteeseen olisi mahdollista ladata ajureita.

Seuraavaksi käydään läpi, kuinka tulee toimia, jos WLAN-sovittimesta ei löydy valmiita ajureita Linux-tietokoneelle. Tässä tapauksessa Raspberry Pi 2 Model B:n WLAN-sovittimena käytetään TP-Link TL-WN725N-sovitinta, johon hankitaan oikeat ajurit ja konfiguroidaan lähiverkkoyhteys toimimaan Raspberry Pi:ssä. Ajurit voidaan hakea internetistä ja asentaa Raspberry Pi:lle. Ajureiden hakeminen edellyttää, että Raspberry 2 laitteen Ethernet-porttiin kytketään RJ-45-verkkokaapeli. Ajureita haettaessa tulee kiinnittää huomiota käyttöjärjestelmän versionumeroon, jonka perusteella haetaan käyttöön soveltuvat oikeat ajurit. Ajureiden hankinta tapahtuu seuraavalla tavalla:

1. Käynnistä ”Terminal”-komentoriviohjelma Raspbian-käyttöjärjestelmässä. Terminal löytyy työkalupalkista tai menemällä ”Menu” → ”Accessories” → ”Terminal”
2. Tarkista käyttöjärjestelmän versio antamalla Terminaalissa komento ”uname -a”. Komennon alapuolelle tulostuu näkyviin, mikä nykyinen käytössä oleva versio on. Esimerkkitapauksessa käytössä oleva versio oli 4.1.13-v7+ #826.
3. Päivitä kaikki ohjelmistot antamalla seuraavat komennot yksi kerrallaan. Jos päivityksen aikana kysytään varmennetta, hyväksy se painamalla näppäimistöltä y-kirjainta, joka on lyhenne ”yes” vahvistukselle. Näiden komentojen avulla kaikki ohjelmisto ja käyttöjärjestelmäpäivitykset asennetaan Raspbian-käyttöjärjestelmään. Käynnistä Raspberry Pi lopuksi uudelleen ”sudo reboot” komennolla.

sudo apt-get update

sudo apt-get upgrade

sudo apt-get install rpi-update

sudo rpi-update

sudo reboot

4. Raspberry Pi:n käynnistyttyä avaa uudestaan "Terminal". Tämän jälkeen varmista päivitysten asentuminen tarkistamalla versionumero komennolla "uname -a". Esimerkkitapauksessa uudeksi versioksi ilmoitettiin 4.1.16-v7+ #833.
5. Avaa internetselain ja lataa Raspbian-käyttöjärjestelmän versiolle sopivat ajurit osoitteesta raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?p=462982#p462982/. Sivustolla on monien eri käyttöjärjestelmäversioiden ajureita ja listasta täytyy etsiä oikeat ajurit, jotka tullaan asentamaan.
6. Hae yllä mainitulta sivustolta esimerkiksi versiolle 4.1.16-v7+ #833 sopivat ajurit. Hae sivustolta versionumeron mukaan ajureita. Huomaa, että sitä vastaavat ajurit ovat nimeltään "8188eu-v7-20160124.tar.gz".
7. Avaa "Terminal" ja asenna ".tar.gz"-tiedostotyyppi (KUVA 18) antamalla seuraavat komennot:


```
wget https://dl.dropboxusercontent.com/u/80256631/8188eu-v7-20160124.tar.gz
tar xzf 8188eu-v7-20160124.tar.gz
./install.sh
sudo reboot
```
8. Uudelleenkäynnistyttyä jälkeen TP-Link TL-WN725N-laitteen ajurit ovat onnistuneesti asennuneet ja laite on toiminnassa.

```
pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
8188eu-v7-20160124. 100%[=====>] 392.44K 270KB/s in 1.5s
2016-01-29 12:19:38 (270 KB/s) - '8188eu-v7-20160124.tar.gz' saved [401861/401861]
pi@raspberrypi:~ $ tar -zxvf 8188eu-v7-20160124.tar.gz
8188eu.ko
8188eu.conf
install.sh
pi@raspberrypi:~ $ tar xzf 8188eu-v7-20160124.tar.gz
pi@raspberrypi:~ $ ./install.sh
sudo cp 8188eu.conf /etc/modprobe.d/.
sudo install -p -m 644 8188eu.ko /lib/modules/4.1.16-v7+/kernel/drivers/net/wireless
sudo depmod 4.1.16-v7+

Reboot to run the driver.

If you have already configured your wifi it should start up and connect to your wireless network.

If you have not configured your wifi you will need to do that to enable the wifi
pi@raspberrypi:~ $
```

KUVA 18. TP-Link TL-WN725N ajureiden asennuksen loppuvaihe

Raspberry Pi -laitteistolle voidaan konfiguroida langattoman lähiverkon asetukset joko dynaamisiksi tai staattisiksi. Dynaamiset asetukset tarkoittavat sitä, että Raspberry Pi:n lähiverkon IP-osoite määrittyy lähiverkossa automaattisesti, ja kyseinen IP-osoite muuttuu laitteen uudelleenkäynnistyksen yhteydessä. Staattiset asetukset tarkoittavat sitä, että IP-osoitteeksi annetaan jokin pysyvä osoite, joka ei pääse muuttumaan. Lähiverkon asetuksia voidaan konfiguroida seuraavalla tavalla:

1. Käynnistä "Terminal" komentorivi ja anna komento "sudo iwlist wlan0 scan", joka skannaa löytyvät WLAN-yhteydet.
2. Avaa tiedosto "wpa-supPLICANT" antamalla komento "sudo nano /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf".
3. Lisää tiedoston loppuun lähiverkkosi osoite ja salasana lisäämällä tiedostoon seuraavat rivit:

```
network={
    ssid = "lähiverkon osoite"
    psk = "lähiverkon salasana"
}
```

4. Kun tiedot ovat oikein, tallenna muutokset näppäinyhdistelmällä "ctrl + x". Anna hyväksyntä tallennukselle y-kirjaimella, jonka jälkeen paina enter-näppäintä.
5. WPA-supPLICANT huomaa tapahtuneet muutokset muutamassa sekunnissa ja yrittää yhdistää määriteltyyn lähiverkkoon. Jos näin ei tapahdu, täytyy lähiverkkoliitintä käynnistää uudelleen antamalla sulkemiskomento "sudo ifdown wlan0" ja uudelleenkäynnistys "sudo ifup wlan0".
6. Staattisen IP-osoitteen antaminen onnistuu antamalla ensin komento "ifconfig", jonka ansiosta nähdään nykyinen IP-osoite, yleislähetysosoite ja aliverkkomaski.
7. Muuta lähiverkon asetuksia antamalla komento "sudo nano /etc/dhccpd.conf".
8. Navigoi tiedostossa (KUVA 19) nuolinäppäimillä ja lisää esimerkkitapauksessa loppuun seuraavat rivit:

```
interface eth0
    static ip_address=192.168.0.102/24
    static router=192.168.0.1
    static domain_name_Servers=192.168.0.1
```

9. Tämän jälkeen tallenna muutokset näppäinyhdistelmällä "ctrl + x". Anna hyväksyntä tallennukselle y-kirjaimella, jonka jälkeen paina enter-näppäintä.
10. Kun tiedosto on tallennettu, voidaan lähiverkon rajapinta käynnistää uudelleen antamalla komento: "sudo /etc/init.d/networking restart". Toiminnan varmistamiseksi Raspbian voidaan tarvittaessa käynnistää vielä uudelleen.

```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
GNU nano 2.2.6 File: /etc/dhcpd.conf Modified

#option interface_mtu

# A ServerID is required by RFC2131.
require dhcp_server_identifier

# Generate Stable Private IPv6 Addresses instead of hardware based ones
slaac private

# A hook script is provided to lookup the hostname if not set by the DHCP
# server, but it should not be run by default.
nohook lookup-hostname

interface eth0
static ip_address=192.168.0.102/24
static router=192.168.0.1
static domain_name_servers=192.168.0.1
static routers=
static domain_search=

```

^{^G} Get Help ^{^O} WriteOut ^{^F} Read File ^{^Y} Prev Page ^{^K} Cut Text ^{^C} Cur Pos
^{^X} Exit ^{^J} Justify ^{^W} Where Is ^{^V} Next Page ^{^L} UnCut Text ^{^T} To Spell

KUVA 19. WLAN-yhteyden konfigurointi

4.5 Samba

Samba on Unix-pohjaisten käyttöjärjestelmien käyttämä ohjelmisto, joka perustuu Server Message Block (SMB)-protokollan. SMB-protokolla on Windows-tietokoneiden käyttämä verkkoprotokolla, jonka avulla voidaan jakaa tiedostoja lähiverkon kautta muiden Windows-tietokoneiden kesken. Normaalisti samassa lähiverkossa olevat Linux- ja Windows-tietokoneet eivät voi jakaa tiedostoja keskenään yhtä helposti kuin samassa lähiverkossa olevat Windows-tietokoneet. Samba mahdollistaa tiedostojen jakamisen Linux-, Windows- ja Mac-tietokoneiden kanssa samassa lähiverkossa. Samba-ohjelmiston asennus tapahtuu Raspbian-käyttöjärjestelmässä seuraavasti:

1. Asenna Samba antamalla Terminaalissa komento ”sudo apt-get install samba samba-common-bin”
2. Asennuksen jälkeen kopioi vanha ”smb.conf”-tiedosto ja anna sille nimeksi ”old”. Kopiointi tehdään sen varalta, että alkuperäistä tiedostoa voidaan tarvita jossain välissä.

```
sudo cp /etc/samba/smb.conf /etc/samba/smb.conf.old
```

3. Muokkaa ”smb.conf”-tiedostoa antamalla komento: ”sudo nano /etc/samba/smb.conf”. Tiedostossa voidaan liikkua näppäimistön nuolinäppäimillä.
4. Varmista, että ”smb.conf”-tiedostossa on seuraavat asetukset:

workgroup = WORKGROUP

wins support = yes

9. Muuta tarvittaessa aiemman vaiheen asetukset oikeiksi. "Smb.conf"-tiedostosta voidaan poistaa näppäinyhdistelmällä "ctrl + x". Anna hyväksyntä tallennukselle y-kirjaimella, jonka jälkeen paina enter-näppäintä.
5. Luo uusi kansio nimeltä "testShare" antamalla Terminalissa komento "mkdir ~/testShare". Tämä kansio jaetaan myöhemmin Samban avulla.
6. Muokkaa uudelleen "smb.conf"-tiedostoa antamalla komento: "sudo nano /etc/samba/smb.conf"
7. Lisää "smb.conf" tiedoston loppuun (KUVA 20) seuraavat asetukset jaettavalle "testShare" kansiolle:

[PiShare]

common = Raspberry Pi share

path = /home/pi/testShare/

browsable = Yes

writable = Yes

only guest = no

create mask = 0777

directory mask = 0777

public = no

9. Poistu "smb.conf"-tiedostosta näppäinyhdistelmällä "ctrl + x", jonka jälkeen hyväksy varmenne y-kirjaimella ja lopuksi paina enter-näppäintä.
10. Yhdistä käyttäjä Samban tietoihin antamalla komento "sudo smbpasswd -a pi", jonka jälkeen anna uusi salasana ja varmista se antamalla salasana uudelleen. Salasana voi olla esimerkiksi oletussalasanana toimiva "raspberrry".


```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
GNU nano 2.2.6 File: /etc/samba/smb.conf

printable = yes
guest ok = no
read only = yes
create mask = 0700

# Windows clients look for this share name as a source of downloadable
# printer drivers
[print$]
comment = Printer Drivers
path = /var/lib/samba/printers
browseable = yes
read only = yes
guest ok = no
# Uncomment to allow remote administration of Windows print drivers.
# You may need to replace 'lpadmin' with the name of the group your
# admin users are members of.
# Please note that you also need to set appropriate Unix permissions
# to the drivers directory for these users to have write rights in it
: write list = root, @lpadmin

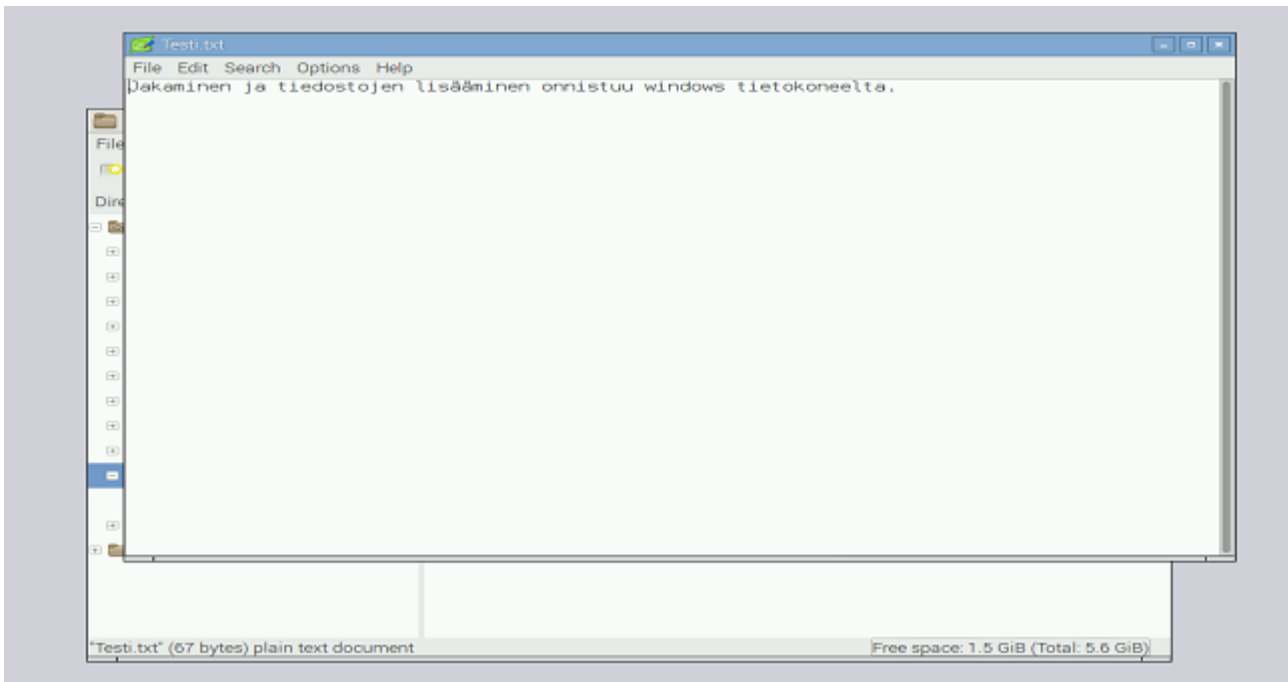
# Uuden jaettavan tiedoston asetukset.
[PiShare]
comment = Raspberry Pi Share
path = /home/pi/testShare
browseable = Yes
writeable = Yes
only guest = no
create mask = 0777
directory mask = 0777
public = no

```

KUVA 20. Samban asetusten muuttaminen

Jaettavan kansion asetuksista “[PiShare]” rivi käsittää kansion nimen, millaisena se ilmenee lähiverkon kautta muille tietokoneille. Rivi ”path = /home/pi/testShare” käsittää uuden luodun kansion polun, josta se löytyy Raspbian-käyttöjärjestelmässä. Asetusten ”browseable” ja ”writeable” päälle jättämisen ansiosta Windows tietokoneilta voidaan lukea ja kirjoittaa tiedostoja, jotka ovat “[PiShare]” kansiossa. Asetuksen ”public = no” vuoksi kaikkien lähiverkon kautta tulevien täytyy kirjautua sisälle Raspbianin käyttäjätunnuksella ja salasanalla, jotta he voivat päästä tiedostoihin käsiksi. Jos sisäänkirjautumista ei haluta, jätetään ”public = yes” asetus päälle.

Samban asennuksen ja konfiguroinnin jälkeen voidaan Windows-tietokoneilla päästä lähiverkon välityksellä käsiksi Raspberry Pi:ltä jaettuun kansioon. Tähän kansioon voidaan Windows-tietokoneilla (KUVA 21) kopioida ja tehdä uusia tiedostoja sekä muokata niitä. Samba-ohjelmiston ansiosta Raspberry Pi:stä voidaan tehdä tarvittaessa lähiverkossa toimiva palvelin, jonka avulla voidaan jakaa suuria määriä dataa eri tietokoneiden kesken. Tällä palvelimella jaetut tiedostot voidaan määrittää edellä mainittujen esimerkkiasetusten tapaan, joka mahdollistaa sen, että kuka tahansa samasta lähiverkosta pääsee kirjoittamaan ja lukemaan tiedostoja.



KUVA 21. Tiedostojen luonti ja muokkaus Samban avulla

4.6 Raspbian asetukset ja lisäohjelmisto

Raspbian-käyttöjärjestelmä tukee useaa eri näyttötyyppien kuvasuhdetta, eli resoluutiota. Raspbian-käyttöjärjestelmä hakee automaattisesti näytön resoluution ja yrittää sen mukaan säätää graafisen käyttöliittymän resoluution saman suuruiseksi kuin näytön resoluution. Ongelmana tässä on kuitenkin se, ettei Raspbian jostain syystä osaa tulkita kaikkia kokoja oikein, minkä vuoksi käyttäjä huomaa pian, että graafisen käyttöliittymän koko ei vastaa näytön oikeaa kokoa. Näytön resoluution oikea koko voidaan säätää helposti muuttamalla ”config.txt”-tiedostossa arvoja. Näytön resoluutio voidaan muuttaa seuraavalla tavalla:

1. Käynnistä ”Terminal”-komentorivi sovellus.
2. Anna komento ”sudo nano /boot/conf.txt”.
3. ”Config.txt”-tiedostossa etsi rivi, jossa lukee “#disable_overscan=1” ja poista sen alusta merkin ”#”.
4. Tiedostossa on vielä 4 kohtaa, joissa lukee ”overscan”. Kohta ”disable_overscan=0” kumoaa aiemmin tehdyn muutoksen, joten se täytyy muuttaa muotoon ”disable_overscan=1” (KUVA 22).

5. Lopuksi tallenna tehdyt muutokset painamalla ”ctrl + x” sekä y-kirjainta, jotta muutokset tulevat voimaan.

```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
GNU nano 2.2.6 File: /boot/config.txt Modified

#dtparam=i2c_arm=on
#dtparam=i2s=on
#dtparam=spi=on

# Uncomment this to enable the lirc-rpi module
#dtoverlay=lirc-rpi

# Additional overlays and parameters are documented /boot/overlays/README

# Enable audio (loads snd_bcm2835)
dtparam=audio=on

# NOOBS Auto-generated Settings:
hdmi_force_hotplug=1
config_hdmi_boost=4
#overscan_left=24
#overscan_right=24
#overscan_top=16
#overscan_bottom=16
disable_overscan=1

```

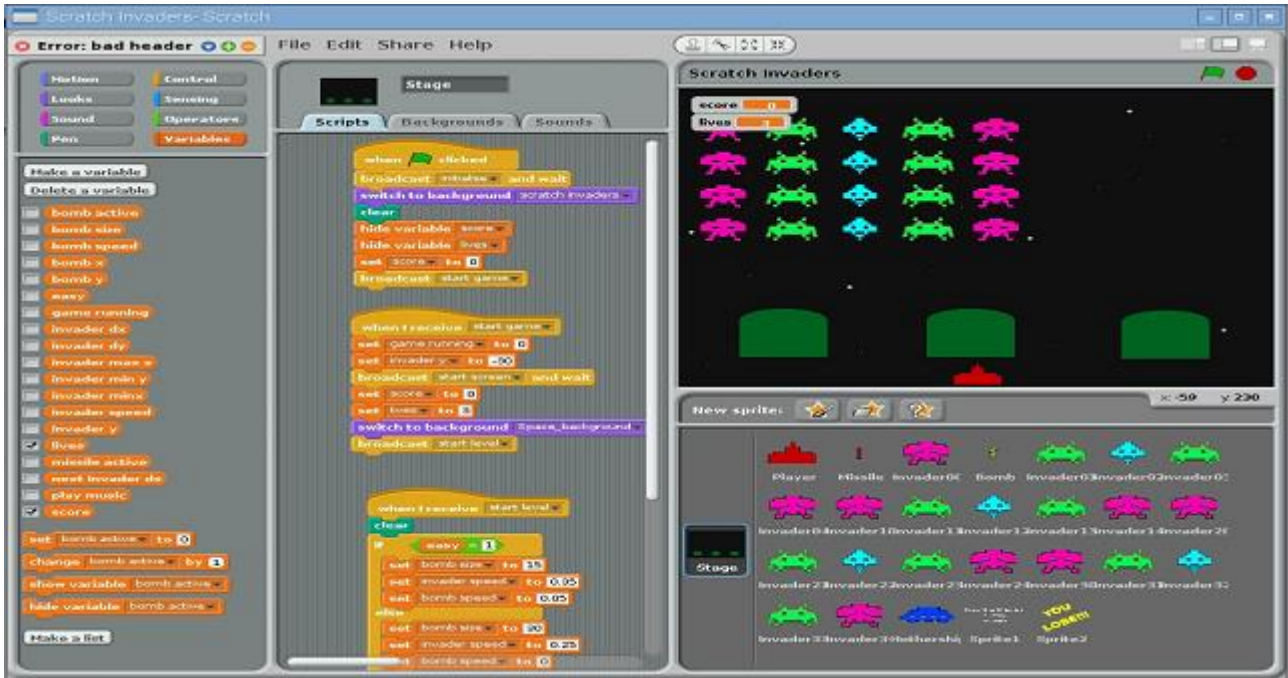
KUVA 22. Config.txt-tiedoston muuttaminen oikealle resoluutiolle

Nykyisessä Raspbian Jessie-versiossa tekstipohjainen ”Raspi-config” toiminto on siirtynyt graafiseen käyttöliittymään, jonka kautta Raspbianin asetuksia voidaan muokata. Asetuksia päästään muokkaamaan menemällä ”Menu” → ”Preferences” → ”Raspberry Pi Configuration”. Tätä kautta voidaan muokata monia eri asetuksia sekä mahdollistaa erilaisten palveluiden käyttöönotto, kuten ”SSH” tai ”Serial”. Tyypillisiä kieli-, aikavyöhyke- ja näppäimistöasetuksia voidaan muokata ”Localisation” välilehden kautta. Tämän välilehden kautta voidaan ”Locale”-kohdasta asettaa kieli, maa ja merkistökoodausasetuksia. ”Timezone”-kohdasta vaihdetaan aikavyöhykettä ja ”Keyboard” asetuksista vaihdetaan näppäinasetuksia.

Lisäohjelmistoa voidaan asentaa Raspbian-käyttöjärjestelmälle käyttäen Terminal-komentoriviä, jonka avulla ohjelmistopakettien ladattaminen ja asennus voidaan tehdä käyttöjärjestelmälle. Terminalin avulla voidaan asentamisen lisäksi myös päivittää ja poistaa ohjelmistoa. Useat ohjelmistot tarjoavat kotisivuillaan asennusohjeet, kuinka asennusprosessi voidaan tehdä komentoriviä käyttäen. Lukuisia eri ohjeita ja neuvoja hyödyllisille lisäohjelmille löytyy Raspberry Pi-keskustelupalstoilta, jossa käyttäjät jakavat neuvoja ja kokemuksia.

4.7 Raspbian ohjelmointialustana

Raspbian-käyttöjärjestelmä tarjoaa muutamia sovelluksia, joilla voidaan tehdä ja suorittaa ohjelmistokoodia. Uuden Raspbian Jessie-käyttöjärjestelmän ansiosta saatavilla on Java-ohjelmointikieleen erikoistuneet BlueJ- ja Greenfoot-sovellukset sekä Python-ohjelmointikieleen erikoistuneet Python 2 (IDLE) ja Python 3 (IDLE). Muita ohjelmointisovelluksia ovat Wolfram Sonic Pi, Scratch ja Mathematica. BlueJ- ja Greenfoot-sovellukset ovat helppokäyttöisiä ja ohjelmointi onnistuu vaivattomasti näillä sovelluksilla. Molemmille sovelluksille on saatavilla valmiita esimerkkiohjelmistoprojekteja Raspbian-käyttöjärjestelmässä polusta `"/home/pi/Documents"` sekä BlueJ:n ja Greenfoot:n kotisivuilta. Näiden lisäksi tarjolla on myös helposti lähestyttävä ja ohjelmoinnin alkeisiin perehtyvä Scratch-sovellus, jonka avulla voidaan suorittaa hyvin yksinkertaista ohjelmistokoodia. Scratch on vartenotettava alusta sellaisille käyttäjille, jotka aloittavat ohjelmoinnin alkeet. Scratch toimii editorina (KUVA 23), jossa erilaiset toiminnot ja lausekomponentit yhdistetään toisiinsa palapelimaisesti. Scratch:lla voidaan ohjailta erilaisia moottoreita ja sillä saadaan hyvin nopeasti aikaan yksinkertaisia pelejä sekä animaatioita. Scratch tarjoaa Raspbianin mukana valmiiksi muutamia peliprojekteja, joiden avulla on helppo päästä mukaan ohjelmointiin.



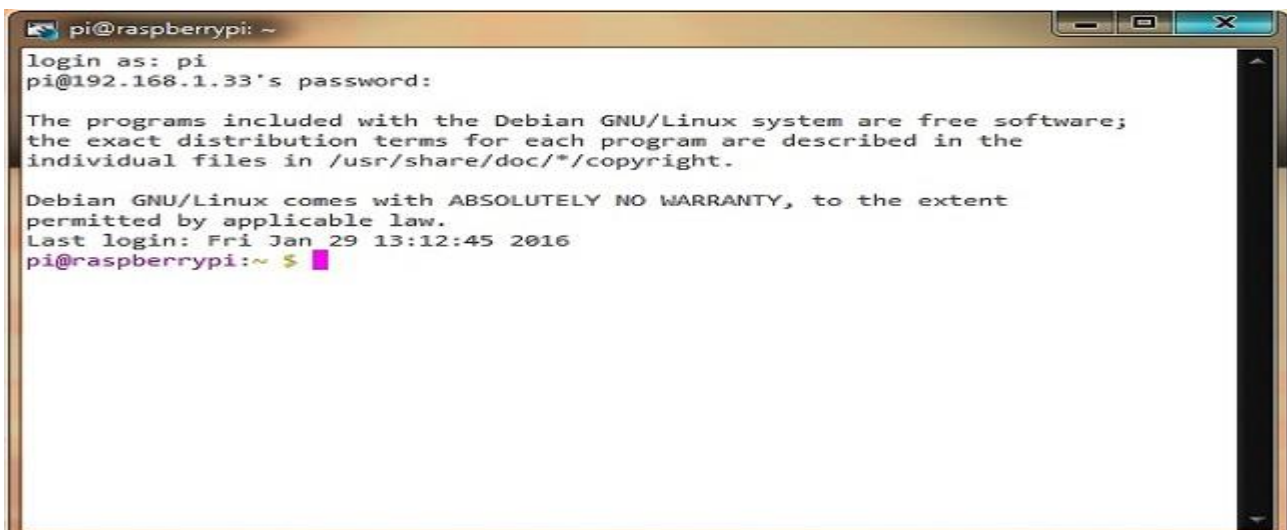
KUVA 23. Scratch-ohjelmointialusta

Ohjelmointialustana Raspbian on erittäin hyvä. Ohjelmistokoodin tekeminen ja suorittaminen ei kuluta paljoa laitteiston resursseja ja ohjelmistokoodia voidaan tuottaa myös etänä SSH-yhteyden välityksellä. Raspberry Pi toimii hyvin paljon koulutukseen perustuvana laitteena, jonka ansiosta ohjelmointia voi tehdä monipuolisesti niin harrastelijat kuin ammattilaisetkin. Ohjelmointia tarvitaan myös erilaisissa projekteissa ja sulautetuissa järjestelmissä, joissa tullaan käyttämään Raspberry Pi:n GPIO-pinnejä. Raspberry Pi tarjoaa dokumentteja ja ohjeita eri ohjelmointikielille ja kuinka ohjelmointiin tarkoitettuja sovelluksia voidaan käyttää osoitteesta: www.raspberrypi.org/documentation/usage/.

5 SSH-PALVELIN

Secure Shell (SSH)-etäkäyttöprotokollaa käytetään salattuun tietoliikenteeseen järjestelmien välillä. Yhteyden muodostamiseen tarvitaan SSH-asiakasohjelma, jolla otetaan yhteys SSH-palvelimeen. Asiakasohjelmalla voidaan käyttää etänä SSH-palvelinta merkkipohjaisen konsolin kautta, jolloin SSH-palvelimelle voidaan antaa erilaisia komentoja ja toimintoja, joita palvelin suorittaa. SSH-asiakasohjelma löytyy Unix-perheen käyttöjärjestelmistä oletusasetuksena ja sen saa käytettäväksi antamalla komentorivillä komennon ”ssh”. Windows-tietokoneissa suosituin avoimeen lähdekoodiin perustuva SSH-asiakasohjelma on PuTTY, joka ei vaadi asennustiedostoja toimiakseen, vaan se voidaan käynnistää pelkän .exe-tiedoston avulla. SSH-protokollan on kehittänyt suomalainen Tatu Ylönen, joka kehitti ensimmäisen version protokollasta jo vuonna 1995. (SSH 2015.)

Raspbian-käyttöjärjestelmät tarjoavat valmiin SSH-palvelimen, jota ei tarvitse erikseen asentaa. Raspbianissa SSH-palvelin voidaan asettaa käyttöön menemällä ”Menu” → ”Preferences” → ”Raspberry Pi Configuration” → ”Interfaces” → valitse SSH:lle ”Enabled”. Kun SSH-palvelin on kytketty päälle, voidaan laitteen kanssa muodostaa SSH-yhteys antamalla asiakasohjelmalle Raspberry Pi -laitteen IP-osoite. Yhteyden muodostaminen vaatii myös käyttäjätunnuksen ja salasanan, jonka jälkeen komentorivin avulla (KUVA 24) voidaan ohjata Raspberry Pi -laitetta.



```
pi@raspberrypi: ~
login as: pi
pi@192.168.1.33's password:
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Fri Jan 29 13:12:45 2016
pi@raspberrypi:~ $
```

KUVA 24. SSH-yhteyden muodostaminen Raspbianin kanssa

6 KODIN MEDIAKESKUSYMPÄRISTÖ

Tämän opinnäytetyön perimmäisenä tarkoituksena on rakentaa toimiva kodin mediakeskusympäristö käyttäen Raspberry Pi 2 Model B -laitteistoa, jonka avulla voidaan muun muassa kuunnella musiikkia sekä katsoa valokuvia, TV-sarjoja ja elokuvia. Pienen kokonsa ansiosta Raspberry Pi mahdollistaa sen, ettei mediakeskuksena tarvita enää suurikokoisia laitteita toistamaan korkealaatuista video- ja äänimateriaalia. Tällä hetkellä parhaimmat Raspberry Pi -laitteistolle tarjolla olevat mediakeskusympäristöön tarkoitetut käyttöjärjestelmät ovat OSMC ja OpenELEC. Molemmat käyttöjärjestelmät perustuvat omalla tavallaan Kodi-mediasoitimen ympärille, minkä ansiosta ne ovat saavuttaneet erittäin suuren suosion. Tässä luvussa on tarkoituksena tuoda esille molempien käyttöjärjestelmien eri ominaisuuksia ja eroavaisuuksia sekä millaisia ne ovat käytettävyydeltään mediakeskuksena lähi- ja etäkäytössä.

6.1 OpenELEC- ja OSMC-vertailu

Tässä luvussa tulemme tarkastelemaan OpenELEC- ja OSMC-käyttöjärjestelmien toimintoja ja kuinka ne eroavat toisistaan sekä vertaamme kuluttajan näkökulmasta. Kumpi käyttöjärjestelmä soveltuu paremmin käyttöön? Ensimmäiseksi tulee selvittää, että OpenELEC ja OSMC on rakennettu erilaisiksi käyttöjärjestelmiksi. OpenELEC on rakennettu yhtä käyttötarkoitusta varten, eli sen tarkoitus on käyttää Kodi-mediasoitinta käyttöjärjestelmänä. OSMC taas perustuu Debian käyttöjärjestelmään, jonka ympärille on rakennettu Kodi-mediasoitin. Tämän vuoksi OSMC:llä voi tehdä myös paljon muuta kuin käyttää sitä vain mediakeskusympäristönä. OpenELEC- ja OSMC-käyttöjärjestelmien vertailussa kiinnitetään huomiota tärkeimpiin asioihin, joita ovat käyttöjärjestelmien ja sovellusten käynnistysaika, ulkoasu sekä valikot ja toiminnot.

Tavallisen käyttäjän näkökulmasta käyttöjärjestelmän ja erilaisten sovellusten käynnistysaika on suurimman huomion kohteena, kun käytetään OpenELEC- ja OSMC-käyttöjärjestelmiä. Käyttöjärjestelmien käynnistysaika vertailu suoritettiin ottamalla seitsemän kertaa käyttöjärjestelmän uudelleenkäynnistysaika ylös. Vertailun tulokset pyöristettiin lähimpään täyteen sekuntiin. Vertailun tuloksista (TAULUKKO 3) kävi ilmi, että molemmat käyttöjärjestelmät käynnistyvät hyvin nopeasti, alle 20 sekunnin aikana. Sovellusten käynnistymisaika oli myös hyvin nopea molemmissa käyttöjärjestelmissä ja näiden eroavaisuutta oli lähes mahdoton huomata.

TAULUKKO 3. Käyttöjärjestelmien käynnistysajat

Käyttöjärjestelmä	1	2	3	4	5	6	7	Keskiarvo
OpenELEC	17s	18s	17s	16s	18s	18s	17s	17s
OSMC	18s	17s	17s	19s	18s	18s	18s	18s

Ulkoasujen perusteella molemmat käyttöjärjestelmät ovat eri näköiset. OpenELEC käyttää Kodi-mediasoittimesta tuttua Confluence-ulkoasua, joka on yksinkertaisuudessaan hyvä. OSMC käyttää mukautettua ulkoasua, joka on ilmeisesti saanut vaikutteita Mimic-ulkoasusta. OSMC:n asetuksista on vaihtoehtoisesti saatavilla käyttöön Confluence-ulkoasu. Molemmat käyttöjärjestelmät tukevat myös eri näköisiä muokattuja ulkoasuja, joita on mahdollista ladata käyttöjärjestelmille. OSMC-käyttöjärjestelmän mukautettu ulkoasu ei kuitenkaan ole missään tapauksessa huono ja se ajaa asiansa samalla tavalla kuin OpenELECin käyttämä Confluence. Molemmissa ulkoasuissa on kuitenkin huomattava määrä käänösvirheitä valikko- ja asetuskohdissa.

Valikoissa ja toiminnoissa OpenELECin ja OSMC:n välillä on jonkin verran eroja, jotka johtuvat suurelta osin siitä, että molemmat käyttöjärjestelmät on rakennettu eri tavalla. OpenELEC on huomattavasti konservatiivisempi ja antaa käyttäjälleen turvallisen ympäristön, jossa kokematon käyttäjä ei voi eksyä. OSMC taas tarjoaa käyttäjälle paljon erilaisia lisätoimintoja. Hyvänä esimerkkinä tästä on Raspberry Pi:n prosessorin ylikellotus, jonka avulla oletusasetuksena olevaa 900 MHz:n taajuutta muunnetaan suuremmaksi, jonka avulla prosessori toimii nopeammin. Tämän asetuksen muokkaaminen onnistuu helposti OSMC:n päävalikosta, kun taas OpenELEC ei tarjoa suoranaista mahdollisuutta ylikellotukselle. OpenELEC ylikellotus onnistuu vain muuttamalla ”config.txt”-tiedostoa, joka sijaitsee järjestelmäosiossa. Tämän tiedoston muokkaaminen onnistuu vain SSH-yhteyden välityksellä tai toisen Linux-tietokoneen avulla. Suurimmaksi osaksi valikot ja asetukset, kuten tekstityksen, ääni-asetusten ja internet-yhteyden asetukset, löytyvät samoista paikoista molemmissa käyttöjärjestelmissä, mikä helpottaa näiden käyttöä. Molempiin käyttöjärjestelmiin voidaan lisätä erilaisia ohjelmistoja ja sovelluksia, kuten SSH ja Samba, mutta OSMC:lle on hieman laajempi valikoima ohjelmistoja kuin OpenELEC:lle.

Käyttöjärjestelmien vertailun tarkoituksena on tuoda käyttäjälle esille molempien käyttöjärjestelmien erilaisia ominaisuuksia. Näiden vertailujen perusteella saadaan kuva siitä, kumpi käyttöjärjestelmä soveltuu paremmin käyttöön. Molemmat käyttöjärjestelmät toimivat ilman suuria ongelmia ja tarjoavat

käyttäjälleen paljon erilaisia ominaisuuksia. Molempien ulkoasuun sisältyy pieniä käännösvirheitä, jotka tulevaisuudessa vähenevät tai poistuvat kokonaan. Kokemukseni mukaan suosittelisin OpenELEC-käyttöjärjestelmää sellaiselle käyttäjälle, joka haluaa mediaympäristökseen konservatiivisen oloisen käyttöjärjestelmän, jonka voi yhdellä kerralla saada toimimaan täydellisesti eikä sen asetuksia tarvitse sen jälkeen muuttaa. OSMC tarjoaa enemmän muokattavuusmahdollisuuksia, joiden vuoksi se soveltuu paremmin kokeneelle käyttäjälle. Yleisesti katsottuna molemmat käyttöjärjestelmät ovat kuitenkin erinomaisesti suunniteltuja ja toimivat hienosti.

6.2 Sovellukset ja asetukset

OpenELEC ja OSMC tarjoavat tällä hetkellä suhteellisen laajan valikoiman erilaisia sovelluksia, joiden avulla voidaan katsoa esimerkiksi uutisia, urheilua, elokuvia, TV-sarjoja, kuunnella musiikkia sekä tehdä paljon muuta. Kaikki lisäsovellukset vaativat aktiivisen internetyhteyden toimiakseen. Tarjolla olevista sovellusten määrästä löytyy muun muassa Elisa viihde, Popcornflix, Twitch, Youtube, Soundcloud, Mixcloud sekä lukuisia eri uutis- ja urheilukanavia. Lisäsovelluksia on saatavilla virallisesta listasta, jossa on aina uusin versio sovelluksesta, joka on yhteensopiva kyseisen OSMC- tai OpenELEC-käyttöjärjestelmän version kanssa. Virallisen listan lisäksi kyseisille käyttöjärjestelmille voidaan ladata kolmannen osapuolen tuottamia sovelluksia, joiden yhteensopivuus käyttöjärjestelmien versioiden kanssa ei aina ole ongelmaton. Tämä on yksi negatiivisista puolista kolmannen osapuolen sovelluksissa, minkä vuoksi esimerkiksi tällä hetkellä suuressa suosiossa olevat Netflix- ja Spotify-sovellukset eivät välttämättä toimi kaikissa käyttöjärjestelmien versioissa. Kolmannen osapuolen sovellusten yhteensopivuusongelmat johtuvat paljon myös siitä, että näitä suunnittelevat vain pienet fanijoukot, jotka eivät pysty ohjelmoimaan sovelluksia tarpeeksi ajoissa uusille käyttöjärjestelmäversioille.

Seuraavaksi käymme läpi esimerkkitapauksen, jossa asennetaan YouTube-sovellus yllä mainituille käyttöjärjestelmille. Asennusprosessi on hyvin samanlainen molemmilla käyttöjärjestelmillä. Valitaan ”Videot” päävalikon alta ”Lisäosat” alavalikko → ”Nouda lisää...” → etsitään sovelluksista ”YouTube” ja painetaan enter-näppäintä → uudessa ikkunassa painetaan ”Asenna”, jonka jälkeen sovellus asentuu. Asennetut sovellukset löytyvät aina päävalikkojen alavalikosta ”Lisäosat” kohdasta, jonka kautta niitä voidaan käyttää.

Kolmannen osapuolen lisäsovelluksia voidaan hakea asentamalla käyttöjärjestelmään "fusion"-asennustiedosto, jonka ansiosta saadaan lisäsovelluslistat näkyviin. Fusion-asennustiedosto saadaan asennettua seuraavasti OpenELEC-käyttöjärjestelmällä:

1. "Järjestelmä" päävalikosta valitse "Tiedostonhallinta" ja sieltä "Lisää sijainti".
2. Kirjoita "<http://fusion.tvaddons.ag>" kohtaan "Tiedostojen polku:" ja "Fusion" kohtaan "Sijainnin nimi:". Poistu painamalla "OK".
3. Päävalikosta "Järjestelmät" valitse "Asetukset" → "Lisäosat" → "Asenna zip-tiedostosta" → valitse listasta "Fusion" → valikon "Start-here" kautta valitse "plugin.program.addoninstaller-1.2.5.zip".
4. Käyttöjärjestelmä asentaa .zip-tiedoston, jonka jälkeen mene "Ohjelmat" päävalikon kautta kohtaan "Addon Installer". Tässä vaiheessa asennustiedosto konfiguroi itsensä toimintavalmiuteen.
5. Seuraavaksi hae kolmannen osapuolen lisäsovelluksia "Addon Installer" asennustiedoston kautta (KUVA 25), jolloin valitse tietyistä osastosta haluamasi sovellus ja asenna se. Asennetut tiedostot tulevat näkyviin eri päävalikkojen, kuten "Video" tai "Musiikki", alavalikkoon "Lisäosat", jonne muutkin asennetut sovellukset tulevat.



KUVA 25. Addon Installer-lisäsovellusvalikot

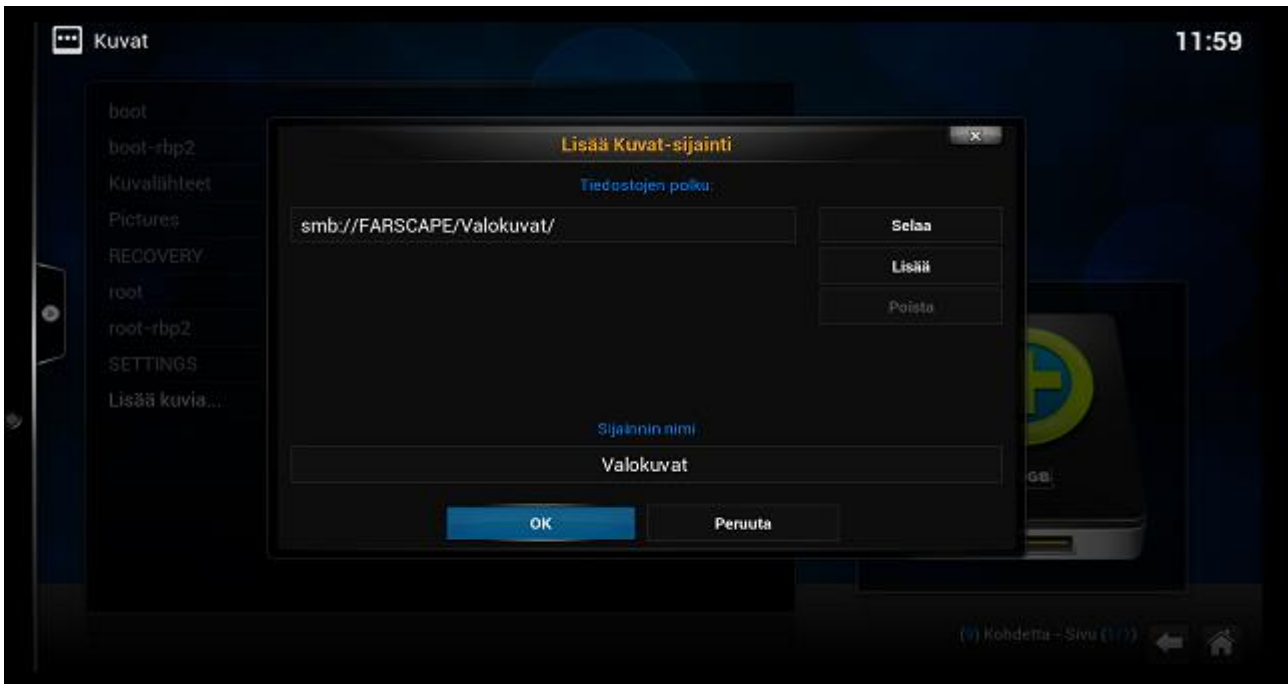
Ensimmäistä kertaa käynnistettäessä OSMC ja OpenELEC antavat konfigurointimahdollisuuden erilaisille asetuksille, joissa voidaan asettaa muun muassa kieli- ja aika-asetukset sekä näppäin- ja verkko-yhteysasetukset. Molemmissa käyttöjärjestelmissä perusasetukset ovat hyvin yksinkertaista asettaa toimintaan. Jos jokin asetus menee väärin ensimmäisen käynnistyskerran konfiguroinnissa, voidaan asetuksia muuttaa helposti ”Asetukset”-päävalikon kautta. Monet OSMC:n ja OpenELECin muutettavista asetuksista löytyvät samannimisten pää- ja alavalikkojen kautta. OSMC- ja OpenELEC-käyttöjärjestelmien asetukset ovat hyvin kattavat, ja molempia käyttöjärjestelmiä voi muokata monipuolisesti. Käyttöjärjestelmien samankaltaisuus mahdollistaa myös sen, että erilaisten asetusten konfigurointi, tiedostojen jakaminen ja monet muut toiminnot löytyvät samoista paikoista ja toimivat lähes samalla tavalla. Ainoa ongelma, jonka havaitsin molempien käyttöjärjestelmien kohdalla, oli näppäinasetusten muuttaminen. Näppäinasetuksissa on tarjolla monia eri kieliasetuksia, mutta ei suomenkieliseen näppäimistöille. Tämän vuoksi tavalliseen suomenkieliseen näppäimistöön totunut joutuukin vaihtamaan englanninkieliseen näppäimistöön, jossa näppäimistön erikoismerkkien paikat vaihtuvat.

6.2.1 Tiedostojen jakaminen lähiverkon kautta

Lähiverkon kautta voidaan jakaa Windows-tietokoneilta OSMC- ja OpenELEC-käyttöjärjestelmille erilaisia tiedostoja, kuten valokuvia, ilmaista musiikkia tai muita tiedostoja. Kansioden jakaminen lähiverkon kautta onnistuu käyttäen SMB-protokollaa, jolloin samassa lähiverkossa ja työympäristössä olevat tietokoneet näkevät jaetut tiedostot ja kansiot. Kansio jaetaan ensin Windows-tietokoneella normaalisti asettamalla kansio jaettavaksi lähiverkossa asetuksista, jolloin voidaan asettaa erilaisia kirjoitus- ja lukumahdollisuuksia eri käyttäjäryhmille. Kun tiedosto on jaettu ja jakamisoikeudet on asetettu oikein, voidaan se nähdä lähiverkossa muilta tietokoneilta. OpenELEC- ja OSMC-käyttöjärjestelmät pystyvät lukemaan tämän jaetun tiedoston. Esimerkitapauksessa jaetaan Windows-tietokoneelta valokuvia sisältävän kansion, joka on tarkoitus saada näkyviin OpenELEC-käyttöjärjestelmässä. Kansio saadaan näkyviin noudattamalla seuraavia ohjeita:

1. ”Kuvat”-päävalikon alta valitaan ”Lisäosat” → ”Nouda Lisää” → ”Lisää kuvia”
2. ”Lisää kuvat-sijainti” ikkunan oikeasta reunasta valitaan ”Selaa”
3. ”Valitse uusi sijainti” ikkunassa valitaan ”Windows verkko(SMB)” → valitse lähiverkon työryhmä, jossa Windows ja Raspberry Pi ovat → valitse Windows-tietokoneen nimi → valitse jaettu kansio, jossa valokuvat sijaitsevat → ”Lisää Kuvat-sijainti” (KUVA 26). Sulje ikkuna painamalla ”OK” ja näin kansio on jaettu lähiverkon kautta Raspberry Pi -laitteelle.

4. Jaettu valokuvakansio löytyy aina ”Kuvat” päävalikon kautta samalla nimellä, jolla kansio on alun perin jaettu. Huomautuksena on mainittava, että yhteys katkeaa Windows-tietokoneen ja Raspberry Pi:n välillä tai laitteet eivät sijaitse enää samassa lähiverkossa, kuvat kansioon ei enää päästä käsiksi OpenELEC:stä, vaikka jaettu kansio edelleen löytyy ”Kuvat” päävalikosta. Kun tätä kansiota yritetään lukea OpenELEC antaa virheilmoituksen ”Virhe 2: sijaintia ei ole saatavilla”.



KUVIO 26. Kansion jakaminen lähiverkon kautta OpenELEC:lle

6.2.2 Tekstitysten asettaminen

Tekstitysten käyttöönotto OSMC- ja OpenELEC-käyttöjärjestelmissä on hyvin helppoa. Tekstitysten toimivuuden kannalta täytyy tietää jokin sivusto, joka tarjoaa tekstityspalveluita. Internetissä on monia eri sivustoja, jotka tarjoavat eri kääntäjien tekemiä tekstityksiä eri kielille. Yksi suosituimmista sivustoista on opensubtitles.org/, joka tarjoaa monipuolisesti tekstityksiä eri kielille. Tekstityasetukset löytyvät ”Järjestelmä” → ”Asetukset” → ”Video” → kohdassa ”Language to download subtitles for” voidaan valita haluttu tekstityksen kieliesimerkkinä ”Finnish”. Samalla ”Video”-valikossa kohtiin ”Default TV Service” ja ”Default Movie Service” valitaan verkkosivusto, josta tekstitykset ladataan, mikä tässä tapauksessa on ”OpenSubtitles.org”. Vaihtoehtona on myös useita muita verkkosivustoja, joita

voi valita listasta. Näitä tekstityksiä voidaan käyttää videotiedostoille, joita esimerkiksi katsotaan li-
säsovelluksilla tai lähiverkon kautta.

Tekstityksen lisäys videolle on hyvin yksinkertaista. Kun videotiedosto on avattu, tekstitys lisätään
videosoittimen ympäristössä etsimällä oikeassa reunassa olevista kuvakkeista kohta, josta tekstitys
voidaan asettaa kyseiseen videotiedostoon. OSMC- ja OpenELEC-käyttöjärjestelmien videosoittimissa
kuvakkeet poikkeavat hieman toisistaan. OSMC:n videosoittimessa kuvake sijaitsee viimeisenä oike-
assa reunassa, kun taas OpenELEC:ssä se on ensimmäinen kuvake oikeassa reunassa. Kuvakkeen löy-
dyttyä klikataan ”Lataa tekstitys” painiketta ja pian aukeaa lista, jossa on tarjolla valituilla kielillä ole-
vat tekstitykset. Valitaan listasta sopiva tekstitys, jonka jälkeen tekstitykset on asetettu videoon. Jos
lista ei automaattisesti lataa tekstitysvaihtoehtoja, voidaan haku suorittaa manuaalisesti ”Lataa teksti-
tys” valikon kautta, jolloin annetaan videoformaatin tiedostonimi, jonka perusteella esille tulee tarjolla
olevia tekstitystiedostoja.

6.3 Mediakeskus ja etäyhteys

Mediakeskusympäristönä OSMC ja OpenELEC toimivat moitteettomasti ja niissä on paljon potentiaa-
lia. Nämä käyttöjärjestelmät mahdollistavat Raspberry Pi 2 Model B:n kanssa sen, ettei nykyään jokai-
sen kodin mediakeskusympäristössä tarvita suuria koti- tai kannettavia tietokoneita, vaan Raspberry
Pi:n kaltainen pieni ja tehokas pienoistietokone pystyy hoitamaan kaiken vaadittavan työn. OpenELEC
ja OSMC tarjoavat valmiiksi asennetun SSH-palvelimen käyttöjärjestelmissään, joihin päästään käsiksi
esimerkiksi Windows-tietokoneelta tai älypuhelimesta SSH-asiakasohjelman avulla. OSMC-
käyttöjärjestelmässä SSH-palvelimen asennus on hyvin yksinkertaista: se voidaan asentaa OSMC:n
”App Store” palveluiden kautta. OSMC-käyttöjärjestelmän oletuskäyttäjätunnus ja -salasana ovat
”osmc” ja niiden avulla SSH-yhteyden kautta voidaan kirjautua järjestelmään sisälle. OpenELEC-
käyttöjärjestelmässä SSH-palvelin saadaan toimimaan menemällä ”OpenELEC” → ”Palvelut” →
”Kytke SSH päälle”. OpenELEC-käyttöjärjestelmän oletuskäyttäjätunnus on ”root” ja salasana on
”openelec”. SSH-etäyhteyden avulla käyttöjärjestelmissä voidaan tehdä muun muassa uusia kansioita,
kopioida ja siirtää tiedostoja tai esimerkiksi OpenELEC-käyttöjärjestelmässä voidaan muokata ”con-
fig.txt”-tiedostoa, jonka avulla voidaan muuttaa monia eri laiteasetuksia.

SSH-yhteyden lisäksi molemmat käyttöjärjestelmät tarjoavat valmiin WWW-palvelimen, jonka avulla
web-selaimelta päästään antamaan toimintoja käyttöjärjestelmille. WWW-palvelin saadaan toimimaan

OSMC- ja OpenELEC-käyttöjärjestelmissä laittamalla se päälle ”Asetukset” → ”Palvelut” → ”Web-palvelin”. Täältä sivulta voidaan vaihtaa erilaisia asetuksia, kuten portti, käyttäjätunnus, salasana ja WWW-käyttöliittymän asetuksia. Web-selaimen osoiteriville syötetään Raspberry Pi -laitteen IP-osoite. Web-selaimelta päästään antamaan erilaisia toimintoja musiikki- ja elokuvasoittimille.

Muiden etäkäyttömahdollisuuksien lisäksi OpenELEC ja OSMC tarjoavat mahdollisuuden käyttää erilaisia kaukosäätimiä ja älypuhelinta kaukosäätimen tavoin. Älypuhelimelle tulee ladata OpenELECin tai OSMC:n valmistama sovellus, joka mahdollistaa älypuhelimien käytön kaukosäätimenä. Esimerkiksi OpenELECin Kore-sovellus on saatavilla Android-laitteille Google Play -sisältöpalvelusta. Kun Kore on ladattu älypuhelimelle, tulee älypuhelin ja Raspberry Pi yhdistää samaan langattomaan lähiverkkoon. Tämän jälkeen OpenELEC-käyttöjärjestelmässä laitetaan ominaisuudet ”Kaukosäätö”, ”Zeroconf” ja ”Web-palvelin” käyttöön, jotka löytyvät ”Asetukset” → ”Palvelut” kautta. Kore-sovelluksen yhdistäminen OpenELEC-käyttöjärjestelmän kanssa on hyvin yksinkertainen prosessi. Ensimmäisellä kerralla Kore-sovellus etsii lähiverkosta yhteensopivan Raspberry Pi -laitteen. Tarvittaessa Kore vaatii OpenELECin käyttäjätunnuksen ja salasanan, jotka on määriteltävä web-palvelimen asetuksissa. Tämän jälkeen OpenELECin kauko-ohjaus on mahdollista Kore-sovelluksen kautta ja sen avulla voidaan antaa erilaisia toimintoja musiikki- ja elokuvasoittimille.

7 POHDINTA

Ennen opinnäytetyön aloittamista minulla ei ollut paljon kokemusta Raspberry Pi:n kaltaisista pienoistietokoneista. Olin kuitenkin lukenut arvosteluita ja kuullut kehuja kyseisestä laitteistosta. Kiinnostus pienoistietokoneita kohtaan heräsi Raspberry Pi 2 Model B -laitteiston julkaisun myötä. Aiempia malleja tehokkaampi laitteisto mahdollistaa paremmin erilaisten projektien toteuttamisen, kuten mediakeskuksen, lähiverkkopalvelimen tai web-palvelimen. Raspberry Pi 2 Model B:n saatavuus Suomessa oli erittäin hyvä ja laitteen asennus, käyttöönotto oli hyvin yksinkertainen ja nopea operaatio.

Opinnäytetyön tavoitteena oli alusta saakka saada toimimaan pienikokoinen ja myös helposti mukana kuljetettava mediakeskuslaitteisto, jonka voi ottaa mukaan esimerkiksi mökille. Raspberry Pi 2 Model B -pienoistietokoneen tehokuuden ansiosta laitteisto tarjoaa hyvän alustan mediakeskusympäristölle, jonka ansiosta elokuvat, uutiset, tv-sarjat ja monet muut eri video-, kuva- ja ääniformaatit toimivat ongelmitta kyseisellä laitteistolla. Mediakeskusympäristössä käytetyt OpenELEC- ja OSMC-käyttöjärjestelmät toimivat ongelmitta ja tarjosivat laajan kattauksen erilaisia sovelluksia, joiden avulla mediakeskus saatiin toimimaan. Tarjolla olevien valmiiden sovellusten lisäksi käyttöjärjestelmille pystytään asentamaan kolmannen osapuolen tarjoamia sovelluksia, joiden ansiosta käyttökokemuksesta tuli entistä kattavampi. Ongelmaksi kuitenkin ilmeni joidenkin sovellusten ja käyttöjärjestelmien versioiden yhteensopivuusvirheet, joita ei valitettavasti voida korjata muuten kuin odottamalla, että sovelluksesta tulee käyttöjärjestelmän versiota vastaava toimiva versio. Vaihtoehtona on myös asentaa vanhempi versio käyttöjärjestelmästä, jolloin kyseinen sovellus on ollut toiminnassa. Sovellusten versio-ongelmien lisäksi puutoksia oli käyttöjärjestelmien kieliasetusten käännöksissä sekä näppäinasetuksissa, joille ei tällä hetkellä löytynyt mitään korjausta. Todennäköisesti nämä ongelmat poistuvat tulevaisissa käyttöjärjestelmäpäivityksissä.

Raspberry Pi 2 Model B -pienoistietokone on erinomainen laite erilaisia projekteja varten, koska sitä voidaan käyttää lukemattomiin erilaisiin käyttötarkoituksiin. Laitteen tehokkuuden ansiosta se pystyy suoriutumaan erinomaisesti monista vaativista tehtävistä. Yleiskäyttöisenä tietokoneena Raspberry Pi 2 Model B -laitteistoa voidaan käyttää samalla tavalla kuin suurempia pöytä- ja kannettavia tietokoneita. Käytettävissä olevat Linux-pohjaiset käyttöjärjestelmät, kuten Raspbian, ovat helposti lähestyttävissä ja kokematonkin Linux-käyttäjä oppii helposti niiden käyttämisen.

LÄHTEET

- AliExpress. 2016. Orange Pi Plus 2. Www-dokumentti. Saatavissa: https://www.aliexpress.com/store/product/Orange-Pi-Plus-2-H3-Quad-Core-1-6GHZ-2GB-RAM-4K-Open-source-development-board/1553371_32516755321.html. Luettu 10.8.2016.
- Arduino. 2015. What is Arduino?. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. Luettu 5.9.2015.
- Arduino. 2015. Arduino DUE. Www-dokumentti. Saatavissa: https://store.arduino.cc/index.php?main_page=product_info&cPath=11_12&products_id=243. Luettu 5.9.2015.
- Banana Pi. 2015. What's the BPI-M2?. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.bananapi.com/index.php/component/content/article?layout=edit&id=73>. Luettu 7.9.2015.
- Beagleboard. 2015. About BeagleBoard.org and the BeagleBoard.org Foundation. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://beagleboard.org/about>. Luettu 9.9.2015.
- Crowdsupply. 2016. snickerdoodle: Create Something Different. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.crowdsupply.com/krtkl/snickerdoodle>. Luettu 10.8.2016.
- Heath, N. 2015. Windows 10 on the Raspberry Pi: What you need to know. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.techrepublic.com/article/windows-10-on-the-raspberry-pi-what-you-need-to-know/>. Luettu 15.9.2015.
- Hollingworth, G. 2015. The eagerly awaited Raspberry Pi display. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.raspberrypi.org/blog/the-eagerly-awaited-raspberry-pi-display/>. Luettu 1.9.2015.
- Krtkl. 2015. Snickerdoodle. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://krtkl.com/>. Luettu 5.9.2015.
- Long, S. 2015. Jessie is here. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.raspberrypi.org/blog/raspbian-jessie-is-here/>. Luettu 10.10.2015.
- OpenELEC. 2015. What is OpenELEC?. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://openelec.tv/home/what-is-openelec/>. Luettu 17.9.2015.
- Orange Pi. 2015. What's Orange Pi Plus2?. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.orangepi.org/orangepiplus2/>. Luettu 7.9.2015.
- OSMC. 2015. About. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://osmc.tv/about/>. Luettu 16.9.2015.
- Raspberry Pi. 2015. Downloads. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.raspberrypi.org/downloads/>. Luettu 22.8.2015.
- Raspberry Pi. 2015. Camera module. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.raspberrypi.org/products/camera-module/>. Luettu 1.9.2015.

Raspberry Pi. 2015. GPIO: Models A+, B+, Raspberry Pi 2 B and Raspberry Pi 3 B. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/gpio-plus-and-raspi2/>. Luettu 1.9.2015.

Raspberry Pi. 2015. The making of Pi. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.raspberrypi.org/about/>. Luettu 4.9.2015.

Raspberry Pi. 2015. Products. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.raspberrypi.org/products/>. Luettu 4.9.2015.

Raspberry Pi. 2015. Raspberry Pi 2 Model B. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/>. Luettu 4.9.2015.

Raspbian. 2015. Welcome to Raspbian. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.raspbian.org/>. Luettu 13.9.2015.

SSH. 2015. About SSH Communications. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ssh.com/about>. Luettu 10.11.2015.

Teixeira, S. 2015. Hello, Windows 10 IoT Core. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://blogs.windows.com/buildingapps/2015/08/10/hello-windows-10-iot-core/>. Luettu 15.9.2015.

Upton, E. 2015. Raspberry Pi 2 on sale now at \$35. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberry-pi-2-on-sale/>. Luettu 31.8.2015.