

Panu Kärkkäinen

# INFONÄYTTÖ RASPBERRY PI:LLÄ

Opinnäytetyö  
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma


Maaliskuu 2015




MAMK

University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b> 6.3 2015
<b>Tekijä</b> Panu Kärkkäinen	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
<b>Nimeke</b> Infonäyttö Raspberry Pi:llä	
<b>Tiivistelmä</b> <p>Infonäyttö nimeä käytetään yleisesti erilaisille liikkuvaa ja vaihtuvaa kuvaa tarjoavalle mainos- ja tiedotusmedialle laitteistoinen. Valtaosa nykypäivän infonäyttöjärjestelmistä on verkkopohjaisia, järjestelmien näyttämä sisältö tulee tietoliikenneverkoista. Tämä opinnäytetyö käsittelee verkkopohjaisia infonäyttöjärjestelmiä.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ensimmäisen sukupolven Raspberry Pi -minitietokoneen soveltuvuutta infonäyttö tehtäviin. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi mikkeliläinen monipuolisia digitaalisia palveluita toimittava Verkkoverstas. Yritystä kiinnostaa tuotteistaa oma infonäyttöjärjestelmä käyttämällä Raspberry Pi -minitietokonetta. Työn tavoitteena oli toteuttaa yksinkertainen infonäyttötoiminnallisuus Raspberry Pi -minitietokoneelle.</p> <p>Teoriaosuudessa käsiteltiin yleisesti verkkopohjaiset infonäyttöjärjestelmien osat, sisällöntuotanto ja tuetut sisältömuodot. Raspberry Pi -minitietokoneesta käsiteltiin yleisesti historiaa, eri malleja, käyttöönnoton liittyviä asioita sekä lähiverkkoon liittymistä ja etähallintaa.</p> <p>Toteutusosuudessa luotiin toimeksiantajan vaatimusten mukainen infonäyttö-toiminnallisuus Raspberry Pi -minitietokoneelle. Toteutetun infonäytön suorituskykyä verrattiin tehokkaampiin minitietokoneisiin. Toteutuksen lopputuloksena syntyi jatkokehittäväksi kelpaava infonäyttö-toiminnallisuus Raspberry Pi -minitietokoneelle.</p>	
<b>Asiasanat (avainsanat)</b> Linux, selaimet, tietokoneverkot, tietokoneet	
<b>Sivumäärä</b> 42	<b>Kieli</b> Suomi
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>	
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Arto Väättäinen	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Verkkoverstas

## DESCRIPTION

	<b>Date of the bachelor's thesis</b> 6. March 2015
<b>Author</b> Panu Kärkkäinen	<b>Degree programme and option</b> Business Information Technology
<b>Name of the bachelor's thesis</b> Info screen on Raspberry Pi	
<b>Abstract</b> <p>The name info screen is used commonly on systems that show different kind of moving and changing content. The content can be commercials or useful information like notifications or instructions. The majority of today's info screen systems are computer network based.</p> <p>This bachelor's thesis concentrates on computer network based info screen systems. The main goal was to study and implement simple info screen function to the Raspberry Pi single-board computer. This thesis was made for a company called Verkkoverstas. The company was interested to productize their own info screen system on Raspberry Pi and the content management system that they had produced.</p> <p>This thesis began with an introduction to network based info screen systems used today. I described the hardware and software solutions used in info screen systems. In the Raspberry Pi section I described the computer's history and different models. The implementation of Raspberry Pi was demonstrated with pictures.</p> <p>As result of this thesis I developed simple info screen function for a Raspberry Pi single-board computer. The info screen function developed was compatible with both Raspberry Pi generation models. This info screen function can be developed even further.</p>	
<b>Subject headings, (keywords)</b> Linux, browsers, computer networks, computers	
<b>Pages</b> 42	<b>Language</b> Finnish
<b>Remarks, notes on appendices</b>	
<b>Tutor</b> Arto Väätäinen	<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Verkkoverstas

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	VERKKOPOHJAISET INFONÄYTTÖJÄRJESTELMÄT .....	2
3	RASPBERRY PI, PIENIKOKOINEN LINUX-TIETOKONE .....	4
3.1	Historiaa.....	4
3.2	Tietokoneen sukupolvet ja mallit.....	5
3.3	B+-mallin tekniset tiedot .....	6
4	RASPBERRY PI:N KÄYTTÖÖNOTTO .....	8
4.1	Tarvittavat oheislaitteet ja tarvikkeet.....	8
4.2	Raspbian käyttöjärjestelmän asennus ja varmuuskopiointi .....	10
4.3	Asetusten määrittäminen raspi-config .....	12
4.4	Linux komentorivi .....	18
4.5	Liittyminen lähiverkkoon .....	19
4.5.1	Langallinen (LAN) lähiverkko .....	19
4.5.2	Langaton (WLAN) lähiverkko.....	21
5	RASPBERRY PI:N ETÄHALLINTA .....	24
5.1	Komentorivipohjainen etähallinta SSH .....	24
5.2	Graafinen etähallinta VNC .....	27
6	INFONÄYTÖN TOTEUTUS RASPBERRY PI:LLÄ .....	31
6.1	Tavoitteet .....	31
6.2	Internet-selaimen valinta ja asetukset .....	32
6.3	Matchbox-ikkunamanageri ja skriptit.....	34
6.4	Skriptien ajastus.....	36
6.5	Automaattinen sisäänkirjaus ja näytön asetukset .....	37
6.6	Suorituskykytestit .....	39
7	PÄÄTÄNTÖ .....	41
	LÄHTEET .....	43

### LIITTEET

- 1 Hyödyllisiä www-osoitteita
- 2 SunSpider testitulokset

## 1 JOHDANTO

”Infonäyttö on uusi yleisnimitys erilaisille liikkuvaa ja vaihtuvaa kuvaa tarjoavalle mainos- ja tiedotusmedialle laitteistoihin” (Infonäytöt 2015). Infonäyttäjien tarkoitus on antaa katselijalle hyödyllistä informaatiota tai houkuttaa ostamaan ruudulla näkyvää tuotetta/palvelua. Infonäyttäjät löytyy nykyään monista kohteista, esimerkiksi huolto-asemilta, seurakuntataloista, isojen teiden varsilta ja kauppakeskuksista. Niitä on varsinkin sellaisissa paikoissa, joissa on mahdollista saada näytölle paljon mahdollisia katselijoita. Infonäyttäjien ruutujen koot vaihtelevat suuresti käyttöpaikan mukaan. Kaupoista olevista, alle 10 ” tuotekohtaisista mainosnäytöistä yli 100 ” tienvarsinäyttöihin. (Info-TV hankkijan... 2014.)

Tämä opinnäytetyö käsittelee verkkopohjaisen infonäytön toteutusta Raspberry Pi -minitietokoneella. Mielenkiintoni tässä aiheessa herätti mahdollisuus oppia uutta tietoa Linux-käyttöjärjestelmästä ja Raspberry Pi -minitietokoneesta. Mielenkiinto Raspberry Pi -minitietokonetta kohtaan syntyi työharjoittelussa kesällä 2014. Työtehtäväni harjoittelussa oli kehittää Java-ohjelmointikielellä ohjelma Raspberry Pi:lle.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii mikkililäinen Verkkoverstas. Yritys tuottaa monipuolisia verkkopalveluita, kuten räätälöityjä sisällönhallintajärjestelmiä. Suurin osa nykypäivän infonäytöistä on verkkopohjaisia, joten tämä opinnäytetyön aihe on rajattu käsittelemään vain verkkopohjaisia infonäyttäjät.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia soveltuuko ensimmäisen sukupolven Raspberry Pi -minitietokone verkkopohjaiseen infonäyttö tehtäviin. Verkkoverstas on kiinnostunut oman infonäytön tuotteistamisesta. Tarkoitus on yhdistää infonäyttötietokone (Raspberry Pi) ja heidän toimittamansa sisällönhallintajärjestelmän kokonaisvaltaiseksi infonäyttäjärjestelmäksi. Tämän opinnäytetyön toteuttamisessa pystyn hyödyntämään koulussa opittuja Linux-käyttöjärjestelmän perusteita.

Opinnäytetyön teoriaosuus aloitetaan tutustumalla yleisesti verkkopohjaisiin infonäyttäjärjestelmiin, jonka jälkeen siirryn käsittelemään Raspberry Pi -minitietokonetta, jolla infonäyttö on tarkoitus toteuttaa. Minitietokoneesta käsitellään opasmaisesti infonäyttö tehtäviin liittyviä asioita, kuten varmuuskopiointi, lähiverkkoon liittyminen ja etähallinta. Lopuksi Raspberry Pi:lle on tarkoitus toteuttaa työn toimeksiantajan vaa-

timusten mukainen infonäytön toiminnallisuus ja verrata testeillä Raspberry Pi B+ -mallin suorituskykyä kahteen muuhun saman kokoluokan minitietokoneeseen.

Tärkeimpiä käyttämiäni lähteitä ovat Raspberry Pi -säätiön www-sivut, Teach yourself visually Raspberry Pi, kirjoittanut Richard Wentk ja Minimal Kiosk Browser Manual, kirjoittanut Günther Kreidl.

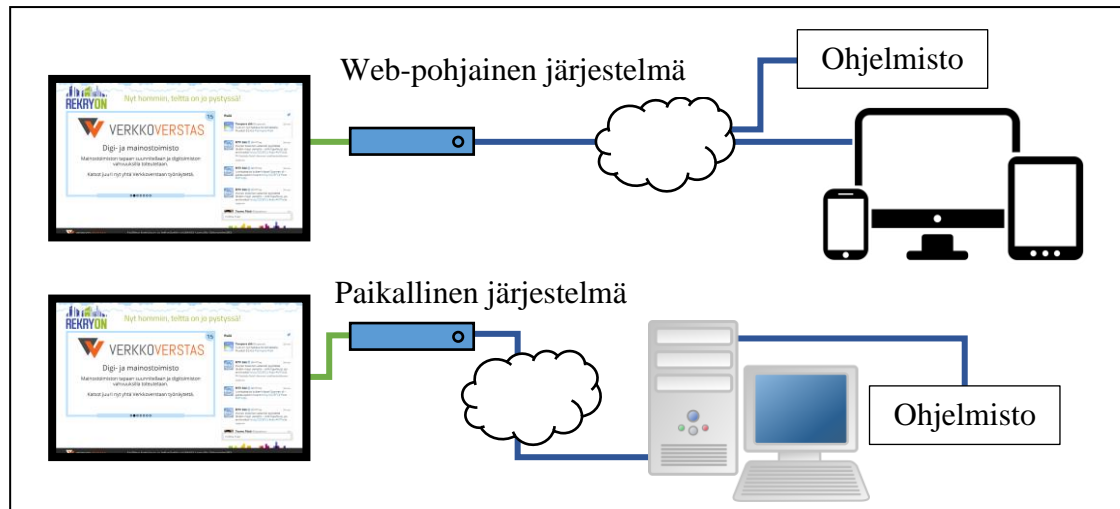
## **2 VERKKOPOHJAISET INFONÄYTTÖJÄRJESTELMÄT**

Infonäyttöjärjestelmiä käytetään tehokkaaseen ja monipuoliseen viestittämiseen. Organisaatiosta riippuen näytettävä sisältö voi olla esimerkiksi erilaisia tiedotteita yrityksen sisäisessä viestinnässä, aikataulutietoja linja-auto- ja juna-asezilla tai ostoskeskuksista ja kadunvarsilta löytyviä mainosnäyttöjä. Tieto- ja näyttötekniikan nopea kehitys ja edullisuus ovat vauhdittaneet infonäyttöjärjestelmien yleistymistä. Usein infonäyttöjärjestelmät on otettu huomioon rakennettavien uudiskohteiden sähkösuunnittelussa. (Info-TV hankkijan... 2014.)

Yleisesti infonäyttöjärjestelmät voidaan jakaa näytettävän sisällön mukaan kahteen eri kategoriaan, infonäyttöjärjestelmiin ja mainosnäyttöjärjestelmiin. Mainosnäyttöjärjestelmien tarkoitus on välittää mainosmediaa, esimerkiksi televisiomainoksia, pieniä animaatioita tai julisteen korvaavia kuvanäyttöjä. Sisältö mainosnäyttöihin tulee yleensä mainostoimistoilta ja mainostajilta. Infonäyttöjärjestelmien sisältö on yleensä järjestelmän hankkineen organisaation tuottamaa, esimerkkinä kirjaston tai koulun infonäyttöjärjestelmät. Tärkeää tällöin on sisällön tuottamisen helppous ja järjestelmän hallinnan tehokkuus. (Info-TV hankkijan... 2014.)

Verkkopohjaiset infonäyttöjärjestelmät voidaan jakaa kahteen osaan, paikalliseen ja web-pohjaiseen järjestelmään. Paikallisessa järjestelmässä sisältöä tuottavien henkilöiden tietokoneilla on asennettuna editori-ohjelma, jolla infoesitys ja sisältö tuotetaan. Paikallisen järjestelmän hyvänä puolena on laadukas studiotasoinen sisällöntuotanto-editori. Web-pohjaisessa järjestelmässä ei tarvita erillisiä ohjelmistoja. Riittää, että sisältöä tuottavalla henkilöllä on pääsy internetiin, jossa sisältö tuotetaan internet selaimessa toimivalla web-pohjaisella editori-ohjelmalla. Web-pohjainen järjestelmä mahdollistaa nopean käyttöönoton ja päivityksen. Laitteistoriippumattomuus ajaa

myös web-pohjaisen järjestelmän puolia, sisältöä voidaan tuottaa erityyppisillä laitteilla kuten mobiililaitteilla. (Info-TV hankkijan... 2014.) Kuvassa 1 on havainnollistettu sisällöntuotantoa kummallakin järjestelmällä.



**KUVA 1. Sisällöntuotanto web-pohjaisella ja paikallisella järjestelmällä**

Verkkopohjainen infonäyttöjärjestelmä koostuu näytöstä, median toistolaitteesta (infoplayer/mediaplayer) ja palvelinohjelmistosta. Palvelinohjelmisto voi olla organisaation omalla palvelimella tai ulkopuolisissa palvelinkonesaleissa. Verkkopohjaisen infonäyttöjärjestelmän toiminnan vaatimuksena on verkkovirran lisäksi toimiva internetyhteys. Infoplayer-laite on kytketty tietoliikenneverkkoon, ja se hakee säännöllisin väliajoin näytettävän sisällön palvelimelta. (Info-TV hankkijan... 2014.)

Infoplayer-laite on yleensä minitietokone, jolla on tarvittava suorituskyky ja tuki näyttää erilaisia tiedostotyyppäjä. Minitietokoneella tehtyä infoplayer-laitetta on myös yleensä mahdollista etähallita (Finnsign Info-TV 2015). Minitietokone on myös erittäin kompaktin kokoinen, joten se on helppo sijoittaa pois näkyvistä, esimerkiksi sijoittamalla se näytön taakse. Infoplayer-laitteiden käyttöjärjestelmänä suosituin on Windows, johtuen helposta käyttöönotosta ja päivitettävyydestä. Linux käyttöjärjestelmällä varustettujen infoplayer-laitteiden rajoitteina on pidetty rajallista tiedostotyyppi tukea. (Info-TV hankkijan... 2014.) Infonäyttöillä voidaan näyttää monipuolista sisältöä. Infoplayer-laitteesta riippuen yleisesti tuettuna ovat teksti, kuvat, videot, RSS- uutissyötteen, web-sivut ja animaatiot (Finnsign Info-TV 2015; Anvia Ruutu – Info-TV helpommin 2015).

Infonäyttöjärjestelmissä käytetään kohteesta riippuen taulutelevision tyyppisiä LCD-paneeleita tai todella suuria näyttöjä, joiden tuottama kuva muodostetaan kymmenillä tuhansilla monivärisillä led-valoilla (BOARD EXP10e LED-O... 2015). Yksittäisistä LCD-näyttöistä on mahdollista koostaa suuria videoseiniä käyttämällä erillistä ohjausyksikköä, joka muodostaa yhteneväisen kuvan käyttämällä monta eri näyttöä. (Info-TV hankkijan... 2014.)

### **3 RASPBERRY PI, PIENIKOKOINEN LINUX-TIETOKONE**

Tässä luvussa tutustutaan Raspberry Pi -minitietokoneeseen. Käydään läpi sen kehitystä, historiaa ja sitä kehittävän organisaation toimintaa. Raspberry Pi -minitietokoneesta on julkaistu monta eri mallia, joiden ominaisuudet ja eroavaisuudet esitellään. Lähempään tarkasteluun on otettu minitietokoneen ensimmäisen sukupolven B+-malli, josta käydään läpi teknisiä tietoja, eri liitännät ja niiden käyttökohteet.

#### **3.1 Historiaa**

Raspberry Pi on englantilaisen Raspberry Pi -säätiön kehittämä luottokortin kokoinen tietokone. Tietokoneeseen voidaan kytkeä näppäimistö, hiiri ja näyttö tai televisio. Säätiön toiminta perustuu koulutusalan hyväntekeväisyyteen ja tavoitteena on edistää lasten ja aikuisten oppimista tietokoneisiin ja tietojenkäsittelytieteisiin liittyvissä asioissa. (What is a Raspberry Pi? 2014.)

Raspberry Pi -säätiön tarkoituksena oli tuoda kuluttajamarkkinoille ja kouluille opiskelukäyttöön edullinen tietokone, jolla kuka tahansa voisi opetella ohjelmointia. (What is a Raspberry Pi? 2014.) Minitietokoneen kehitys alkoi vuonna 2006, mutta vasta vuonna 2008 mobiililaitteille suunniteltujen järjestelmäpiirien hinnat olivat tulleet riittävän edullisiksi hankkeen kannalta. Järjestelmäpiirien suorituskyky oli parantunut myös huomattavasti ja tietokonetta pystyisi käyttämään multimedia sovellutuksiin. Tämä ominaisuus sai kiinnostumaan tietokoneesta myös sellaiset ihmiset, jotka eivät ole kiinnostuneet pelkästä ohjelmointitietokoneesta. (About us 2014.)



Raspberry Pi- säätiö teki vuosien saatossa minitietokoneesta monia eri kehitysversioita (About us 2014). Tietokoneen lopullisen version valmistuttua ja tuotannon alettua, saatavuutta häiritsivät vielä muutamat viivästykset. Kokoonpanotehtaalla piirilevyille ladottiin vääränlainen Ethernet-liitin, joka jouduttiin vaihtamaan (Upton 2012a). Lisäksi Raspberry Pi:n jakeluyritykset vaativat tuotteelle CE-merkinnän (Upton 2012b). Viivästysten jälkeen minitietokoneen ensimmäinen malli tuli kuluttajien saataville huhtikuussa 2012 (Cooper 2012).

### 3.2 Tietokoneen sukupolvet ja mallit

Tietokoneen ensimmäisestä sukupolvesta on kirjoitushetkellä julkaistu neljä eri mallia: A, B ja B+. Lisäksi on olemassa erillinen teollisuuskäyttöön kehitetty laskentamoduuli. Laskentamoduulia ei tässä tapauksessa käsitellä, koska siihen ei pysty suoraan liittämään tarvittavia oheislaitteita. (Raspberry Pi models... 2014.) Tietokoneen neljäs malli on A+ (Upton 2014).

Ensimmäisenä markkinoille julkaistiin B-malli, sen toimitukset alkoivat vuoden 2012 alkupuolella (What is a Raspberry Pi? 2014). Ensin julkaistuissa B-malleissa oli keskusmuistia 256 MB, muistin määrä kuitenkin kaksinkertaistettiin julkaisuvuoden loppupuolella ja jatkossa kaikissa B-malleissa on 512 MB keskusmuistia (Upton 2012). A-mallin Euroopan julkaisu tapahtui helmikuussa 2013 (Upton 2013). B+-malli julkaistiin heinäkuussa 2014 (Raspberry Pi models... 2014). A+-malli julkaistiin marraskuussa 2014 (Upton 2014). Tässä opinnäytetyössä on käytetty B+-mallia.

Tietokoneen toisen sukupolven ensimmäinen malli 2 B julkaistiin helmikuussa 2015. Ulkonäöllisesti uusi malli on pidetty ensimmäisen sukupolven B+-mallin kanssa yhteneväisenä. Muutoksia on tehty komponenttitasolla. Järjestelmäpiirinä on nyt 4-ytiminen 900 MHz kellotaajuudella toimiva Broadcom BCM2836. Järjestelmäpiirissä on ARMv7 sukupolven prosessori, joka mahdollistaa monien ARMv7 prosessorin vaativien käyttöjärjestelmien käytön, kuten Snappy Ubuntu Core ja muut ARM GNU/Linux jakelut. Keskusmuistin määrä on kaksinkertaistettu ja sitä on nyt yhteensä 1024 MB. (Upton 2015.)

Kaikki ensimmäisen sukupolven mallit käyttävät Broadcom BCM2835 järjestelmäpiiriä ja mallit eroavatkin toisistaan vain oheislaiteliitännöjen määrän, tyyppin ja keskus-

muistin määrän osalta. Oleelliset eri mallien eroavaisuudet käyvät ilmi taulukosta 1. B+ ja A+ -malleissa on lisäksi tehty parannuksia käytettävyyteen liittimien uudelleen sijoituksella, sekä pienennetty sähkönkulutusta uudistamalla virransyötön elektroniikkaa. (Raspberry Pi models... 2014.)

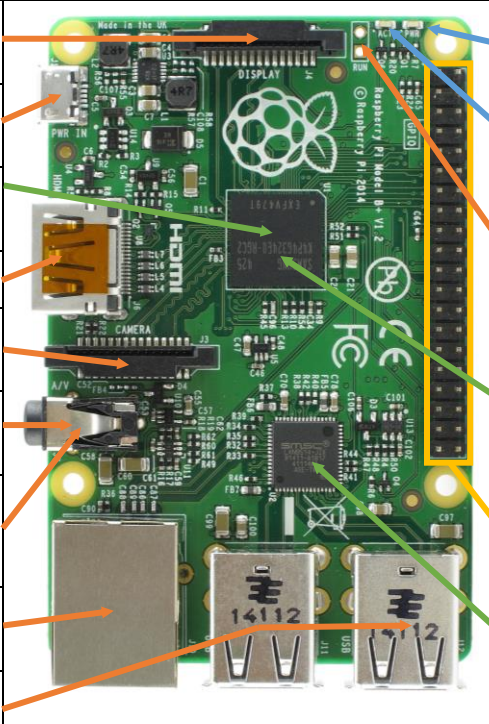
**TAULUKKO 1. Raspberry Pi -minitietokoneiden eroavaisuudet**

Ominaisuus	Malli A	Malli A+	Malli B	Malli B+	Malli 2 B
Järjestelmäpiiri BCM-	2835	2835	2835	2835	2836
Muistikortin tyyppi	SD	microSD	SD	microSD	microSD
Keskusmuistin määrä	256 MB	256 MB	512 MB	512 MB	1024 MB
Analogisen kuvan liitin	RCA	3,5 mm	RCA	3,5 mm	3,5 mm
USB-porttien määrä	1	1	2	4	4
Ethernet-porttien määrä	0	0	1	1	1
GPIO-pinnien määrä	17	26	17	26	26
Keskim. virrankulutus	320 mA	230 mA	480 mA	330 mA	350 mA
Fyysinen koko	85 x 56 x 15 mm	65 x 56 x 12 mm	85 x 56 x 17 mm	85 x 56 x 17 mm	85 x 56 x 17 mm

Taulukossa 1 näkyvä virrankulutus on mitattu kytkemällä Raspberry Pi -minitietokoneeseen näyttö, langaton näppäimistö ja Raspberryn oma lisävarusteena saatava kamera. Mittauksen aikana minitietokoneen kameralla on kuvattu 1080p laatuista teräväpiirtovideota. (Eames 2015.)

### 3.3 B+-mallin tekniset tiedot

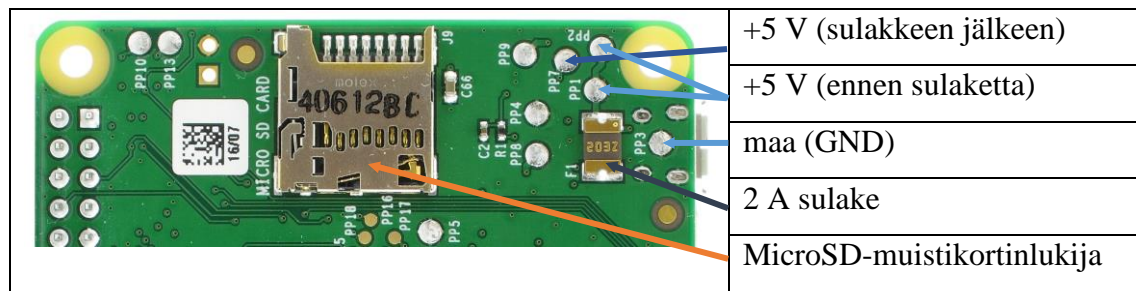
Raspberry Pi B+-malli koostuu Broadcom BCM2835 järjestelmäpiiristä, jonka ARM1176JZ-F prosessori toimii 700 MHz kellotaajuudella (BCM2835 2014). Järjestelmäpiirin prosessori on ARMv6 sukupolvea. 512 MB keskusmuisti on jaettu näytönohjaimen kanssa. Oletuksena näytönohjaimella on käytössään 64 MB ja järjestelmällä 448 MB, suhdetta voidaan muuttaa asetuksista (Raspberry Pi for Beginners... 2014, 47). Ethernet-piirinä toimii Microchip LAN9514, joka tukee 10/100 Mbps nopeutta. Piiri sisältää myös 4-porttisen USB 2.0 -keskittimen. (LAN9514/LAN9514i 2012.) Kuvasta 2 käy ilmi minitietokoneen eri liitäntöjä ja komponentteja.

DSI-liitin näyttölle		Virtalähde LED
MicroUSB virtaliitin		Aktiviteetti LED
Keskusmuisti		Reset-kytkimen valmius
HDMI näytön liitin		BCM2835 järjestelmäpiiri (muistin alla)
Raspberrykameran liitin		GPIO-pinnit
Ääni ulostulo		Ethernet-piiri + USB 2.0 -keskitin
Komposiittivideo ulostulo		
Ethernet-liitin		
4 kpl USB 2.0		

**KUVA 2. Raspberry Pi B+-mallin yläpuoli**

DSI-liittimeen voidaan kytkeä erillinen pieni näyttö, jota käytetään erikoissovellutuksissa. MicroUSB-liittimeen kytetään virtalähde. HDMI-liitin on näyttöjä varten, kuten televisiota ja tietokoneen näyttöjä. Kameran liitin Raspberry Pi:n omia lisävarusteina saatavia kameroita varten. Ääni- ja videoulostuloon voidaan kytkeä kuulokkeita ja aktiivikaiuttimia sekä käyttää putkitelevisiota näyttönä. Ethernet-liittimellä kytkeydytään lähiverkkoon ja internetiin. USB-liittimet mahdollistavat ulkoisten oheislaitteiden kytkemisen, kuten hiiren, näppäimistön ja USB-muistin. Virtalähde LED palaa aina, kun Raspberry Pi on kytketty sähköverkkoon. Aktiviteetti LED vilkkuu, kun Raspberry Pi lukee tai kirjoittaa muistikortille. (Wentk 2014, 5.) GPIO-pinnien avulla on mahdollista vastaanottaa ja lähettää digitaalisia signaaleja. Mikä mahdollistaa minitietokoneen hyödyntämisen monissa erilaisissa elektroniikkaprojekteissa. (Wentk 2014, 273.)

Piirilevyllä on mahdollista asentaa erillinen reset-kytkin. Kytkin mahdollistaa minitietokoneen uudelleen käynnistyksen ohjelmallisesti. Sammutettu ja virtalähteeseen kytketty minitietokone myös käynnistyy painamalla reset-kytkintä. (Making a Reset Switch for... 2014.)



**KUVA 3. Raspberry Pi B+-mallin alapuoli**

Minitietokoneen alapuoli on hyvin pelkistetty. Se koostuu MicroSD-muistikortinlukijasta ja erilaisista mittauspisteistä. Kuvassa 3 on esitelty muistikortinlukija, muutamia mittauspisteitä ja sulake. (RPi B+ test pads 2014.)

## 4 RASPBERRY PI:N KÄYTTÖÖNOTTO

Raspberry Pi:n käyttöönotto on tehty varsin suoraviivaiseksi. Tässä luvussa käsittelen opasmaisesti käyttöönoton eri seikkoja. Tarkastelun alla ovat oheislaitteet, tarvikkeet ja niiltä vaaditut ominaisuudet. Käsittelen myös käyttöjärjestelmän asentamisen, varmuuskopioinnin sekä osan raspi-config määrittelyohjelman asetuksista. Erilaisten verkko-yhteyksien luominen käydään läpi komentorivipohjaisesti kuvien avulla.

### 4.1 Tarvittavat oheislaitteet ja tarvikkeet

Käyttöönotossa tarvittavien oheislaitteiden määrä riippuu tavasta, jolla minitietokone otetaan käyttöön. Otettaessa tietokone käyttöön lähikäytöllä, tarvitaan näppäimistö, hiiri ja näyttö tai televisio. Tietokoneen voi ottaa käyttöön myös etäkäytöllä, esimerkiksi käyttämällä SSH-yhteyttä lähiverkossa. Silloin tarvitaan vain verkkokaapeli, jolla Raspberry Pi kytketään lähiverkkoon. Yleisesti Raspberry Pi:n kanssa suositellaan käytettäväksi virrallista USB-keskitintä, jos on tarve käyttää paljon virtaa vieviä oheislaitteita. (Wentk 2014, 6.)

Pakollisiin tarvikkeisiin kuuluu MicroUSB-liittimellä varustettu virtalähde. Virtalähteen virranantokyky tulee olla vähintään 700 mA, mutta Raspberry Pi -säätio suosittelee kuitenkin käyttämään laadukasta n. 1200 mA virtalähdettä (Power Supply 2015). Lisäksi tarvitaan MicroSD-muistikortti, jonka kokosuositus on vähintään 8 GB ja no-

peusluokka vähintään class 4. HDMI-kaapeli tarvitaan, jos näyttö kytketään kiinni tietokoneeseen. (Setup 2015.)



**KUVA 4. Tarvittavia oheislaitteita ja tarvikkeita**

Kuvassa 4 on esitelty erilaisia käyttöönotossa tarvittavia tarvikkeita. USB-virtalähde ja siihen sopiva MicroUSB-kaapeli. MicroSD-kortti ja kaksi erilaista adapteria, joilla kortti voidaan kytkeä tietokoneeseen, jonka avulla Raspberry Pi:n käyttöjärjestelmä kopioidaan muistikortille.



**KUVA 5. Raspberry Pi:n kotelovaihtoehtoja**

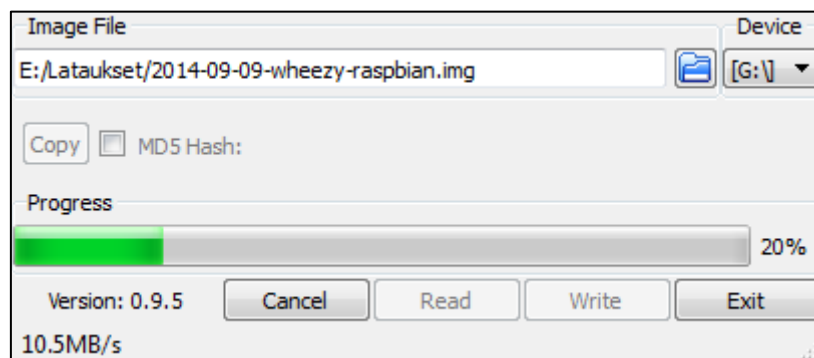
Vapaaehtoisin, mutta suositeltaviin tarvikkeisiin kuuluu Raspberry Pi:n kotelo. Kotelo tuo ulkonäköä ja suojaa minitietokonetta ulkoisilta vahingoilta. Markkinoilla on

monenlaisia koteloratkaisuja erilaisiin käyttötarkoituksiin. (Wentk 2014, 8.) Kuvassa 5 näkyy kaksi eri koteloratkaisua.

## 4.2 Raspbian käyttöjärjestelmän asennus ja varmuuskopiointi

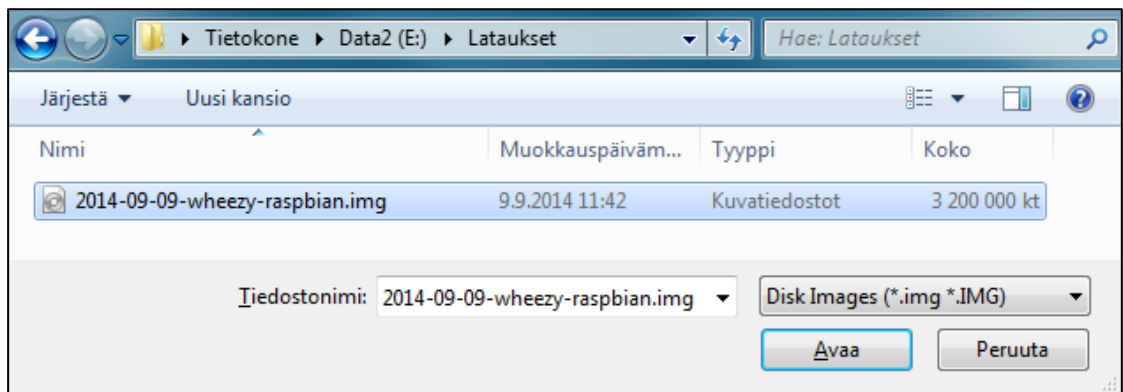
Raspbian on ilmainen Raspberry Pi:lle optimoitu Linux Debian -jakeluun perustuva käyttöjärjestelmä (Welcome to Raspbian 2014). Käyttöjärjestelmän asennusta varten tarvitaan toinen tietokone, Raspbian asennustiedosto sekä asennustiedoston kirjoitusohjelma. Raspbian käyttöjärjestelmän asennustiedosto on ladattavissa ilmaiseksi Raspberry Pi -säätiön internetsivuilta (liite 1). Asennustiedosto on zip-pakattu, joten se täytyy purkaa ennen käyttöä. Asennustiedoston kirjoitusohjelma on nimeltään Win32 Disk Imager. (Raspberry Pi for Beginners... 2014, 28.)

Kirjoitusohjelman asennuksen ja asennustiedoston purkamisen jälkeen käyttöjärjestelmän asennus aloitetaan kytkemällä muistikortti tietokoneeseen ja käynnistämällä Win32 Disk Imager. Käynnistyksen yhteydessä Windowsin käyttäjätilien hallinta saattaa kysyä lupaa ohjelman suorittamiseen. Lupa täytyy antaa, jotta ohjelma voidaan suorittaa. Itse ohjelman käyttö on yksinkertaista. Painamalla sinistä kansio-painiketta (kuva 6) avautuu valikko (kuva 7), josta etsitään ja valitaan kirjoitettava asennustiedosto. (Raspberry Pi for Beginners... 2014, 28.)



### KUVA 6. Win32 Disk Imager käyttöliittymä

Tiedoston valitsemisen jälkeen tiedostonimi näkyy *Image File* -ikkunassa. Seuraavaksi varmistetaan, että *Device*-alasvetovalikosta on valittuna oikea kohdeasema, johon tiedosto kirjoitetaan (Raspberry Pi for Beginners... 2014, 28).



**KUVA 7. Win32 Disk Imager tiedoston valinta**

Varmistuksen jälkeen voidaan aloittaa tiedoston kirjoitus muistikortille painamalla Write-painiketta. Ennen kirjoituksen aloittamista ohjelma pyytää vielä varmistamaan, että valittu kohdeasema on oikea. (Raspberry Pi for Beginners... 2014, 28.) Kirjoittaminen voi kestää muistikortin nopeudesta riippuen useita minuutteja. Kirjoituksen aikana ohjelman käyttöliittymä on kuvan 6 mukainen. Ohjelma voidaan sulkea, kun se on ilmoittanut kirjoituksen onnistuneen. Muistikortti voidaan irrottaa tietokoneesta käyttämällä Windowsin poista laite -menetelmää. Muistikortti voidaan asettaa Raspberry Pi -minitietokoneen muistikortin lukijaan. Tämän jälkeen minitietokoneeseen voidaan kytkeä oheislaitteet ja käynnistää minitietokone kytkemällä virtalähde kiinni.

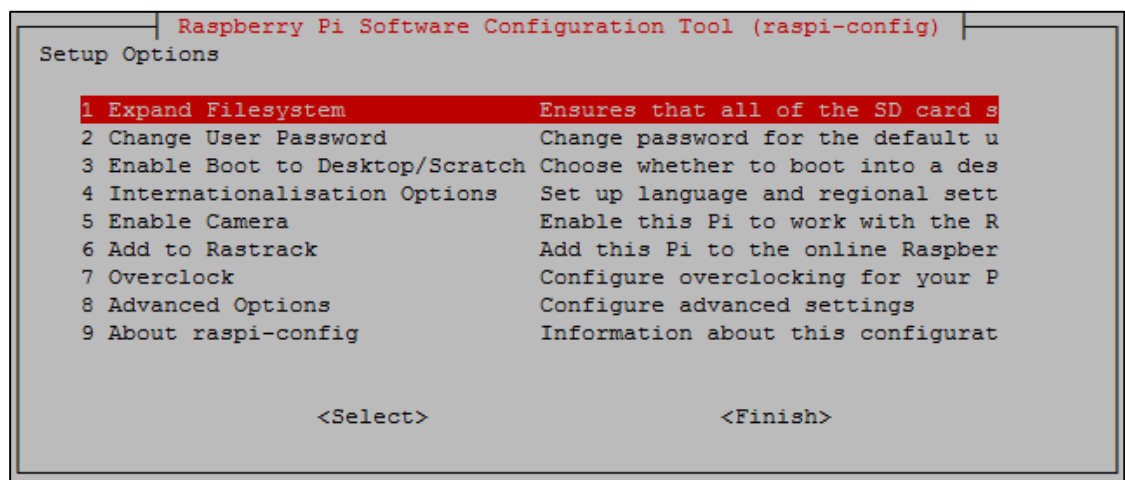
Muistikortilla olevasta käyttöjärjestelmästä on suotavaa ottaa säännöllisesti varmuuskopioita. Kortilla oleva data saattaa muuttua lukukelvottomaksi Raspberry Pi:n ollessa käynnissä sähkökatkoksen sattuessa tai jos tietokonetta ei sammuteta oikeaoppisesti käyttöjärjestelmästä. Muistikortista otettava varmuuskopio sisältää kaikki sen tekohetkellä olevat ohjelmat, tiedostot ja käyttöjärjestelmän asetukset. (Dunbar 2013.) Varmuuskopiointi voidaan tehdä myös Win32 Disk Imager -ohjelmalla.

Uuden varmuuskopion ottaminen aloitetaan kytkemällä muistikortti Windows-tietokoneeseen, käynnistämällä Win32 Disk Imager ja painamalla sinistä kansio-painiketta (kuva 6). Avautuneessa valikossa (kuva 7) valitaan varmuuskopion tallennuspaikka ja annetaan Tiedostonimi-tekstikenttään tallennettavalle varmuuskopiolle nimi. On tärkeää kirjoittaa tiedostopääte annetun nimen perään, esimerkiksi varmuuskopio.img. Tämän jälkeen painetaan Avaa-painiketta ja päästään takaisin ohjelman päänäkymään. (How To: Backup... 2014.)

Päänäkymässä Device-alasvetovalikosta valitaan oikea lähdeasema. Varmuuskopion tekeminen aloitetaan painamalla Read-painiketta. Kopion tekemiseen menevä aika riippuu muistikortin koosta sekä kortin lukunopeudesta. Ohjelma ilmoittaa lopuksi onnistuneesta varmuuskopion luonnista. Varmuuskopion palauttaminen muistikortille tapahtuu samalla tavalla kuten käyttöjärjestelmän asennuskin. (How To: Backup... 2014.)

### 4.3 Asetusten määrittäminen raspi-config

Raspberry Pi -minitietokoneen ensimmäisellä käynnistyskerralla ruutuun avautuu Raspberry Pi Software Configuration Tool (raspi-config) -ohjelma (Wentk 2014, 32). Raspi-config ei käynnisty automaattisesti, jos Raspberry Pi otetaan käyttöön SSH-yhteydellä. Raspi-config -ohjelman avulla voidaan muuttaa monia järjestelmän asetuksia, muun muassa käyttäjän salasanaa, näppäimistöasettelua ja maakohtaisia asetuksia. (Raspi-config 2014.) Tässä luvussa on tarkoituksena käydä läpi joitain ohjelman asetuksia. Ohjelman päävalikon sisältö käy ilmi kuvasta 8.



**KUVA 8.** Raspi-config päävalikko

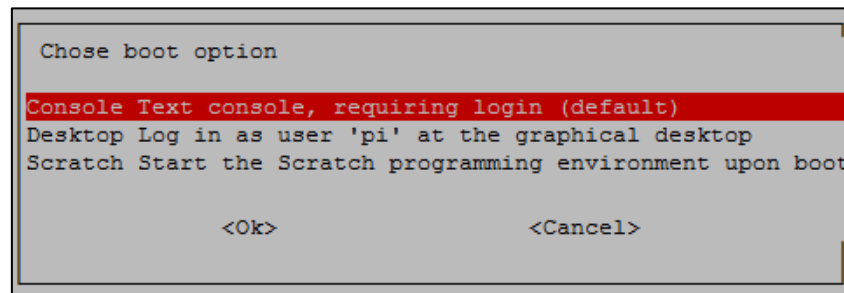
Ohjelmassa navigointi tapahtuu näppäimistöllä. Eri vaihtoehtoja selataan nuolinäppäimillä ylös ja alas. Sarkaimella tai nuolinäppäimillä vasen ja oikea liikutaan valikon eri kohtiin, valinta hyväksytään Enter-näppäimellä. *Expand Filesystem* -toiminto ottaa muistikortin kaiken tilan käyttöön. Oletuksena käyttöjärjestelmän kirjoituksen jälkeen muistikortille jää hyödyntämätöntä tilaa. (Raspi-config 2014.) Muutoksen jälkeen oh-



jelma ilmoittaa muistikortin osion koon muutoksesta ja tiedostojärjestelmän automaattisesta suurentamisesta seuraavassa järjestelmän uudelleen käynnistyksessä.

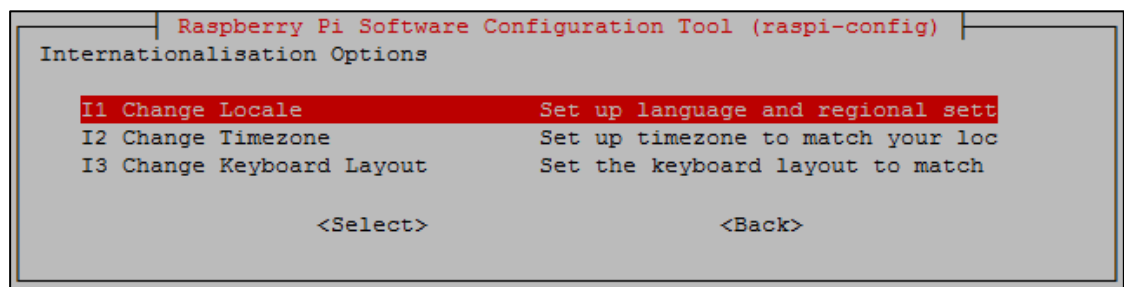
*Change User Password* -toiminnolla voidaan vaihtaa pi-käyttäjätunnuksen salasana. Oletuksena pi-käyttäjätunnuksen salasana on raspberry. Ohjelma kysyy uuden salasanan kahdesti, ruutuun ei tulostu tekstiä salasanan kirjoittamisen aikana. Ohjelma antaa ilmoituksen onnistuneesta salasanan vaihdosta. (Raspi-config 2014.)

*Enable Boot to Desktop/Scratch* -toiminnolla voidaan valita mihin käyttöliittymätilaan järjestelmä lataantuu käynnistyksessä (kuva 9). *Console Text console, requiring login (default)* lataa tekstipohjaisen komentorivin, joka vaatii sisäänkirjautumisen. Vaihtoehto *Desktop Log in as user 'pi' at the graphical desktop* lataa graafisen työpöytä näytön käyttämällä pi-käyttäjätunnusta. *Scratch Start the Scratch programming environment upon boot* lataa Scratch ohjelmointiympäristön. (Raspi-config 2014.)



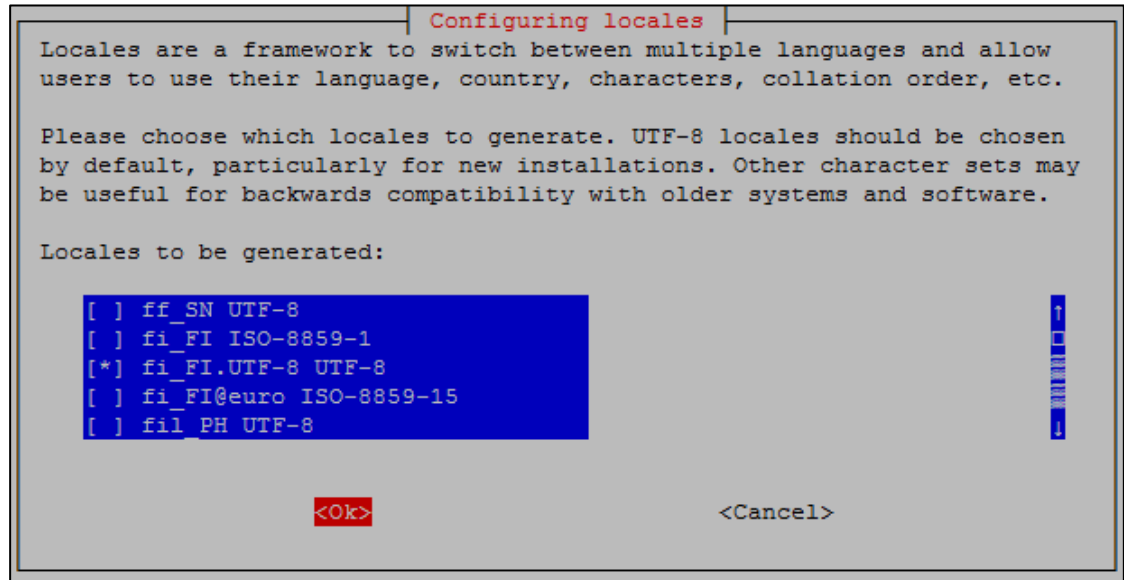
**KUVA 9. Käynnistysvaihtoehdot**

*Internationalisation Options* -valikossa määritetään järjestelmän maakohtaiset asetukset (*Change Locale*), aikavyöhyke (*Change Timezone*) ja näppäimistön asetukset (*Change Keyboard Layout*) (kuva 10).



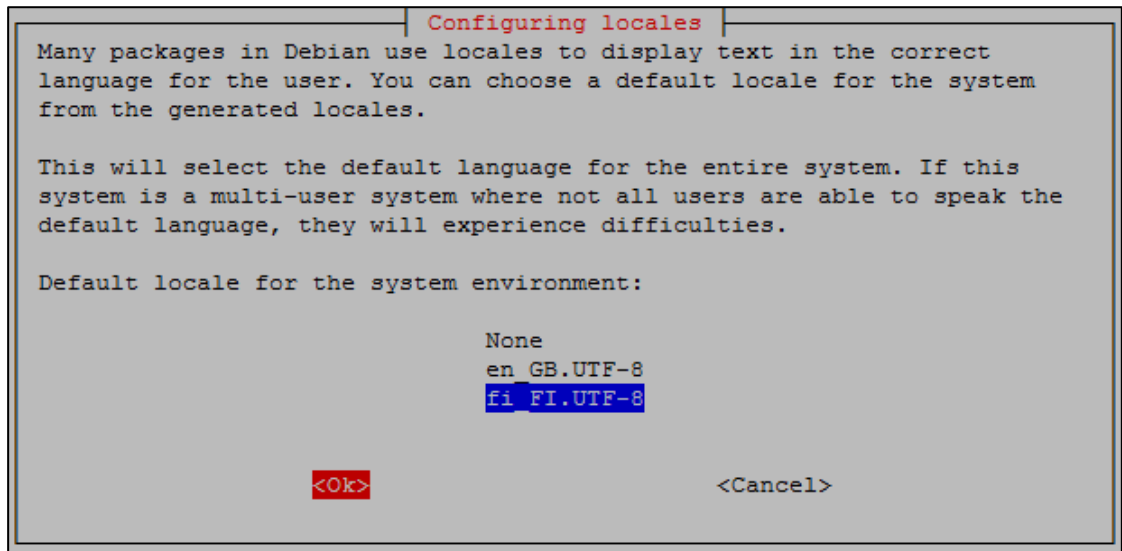
**KUVA 10. Maakohtaiset asetukset**

*Change Locale* -valikossa valitaan järjestelmän käyttämiä kieliä. Oletuksena käytössä on Ison-Britannian asetukset en\_GB.UTF-8 UTF-8. Suomen asetukset ovat nimeltään fi\_FI.UTF-8 UTF-8, ne etsitään listasta ja valinta [ \* ] tapahtuu painamalla välilyöntiä (kuva 11).



### KUVA 11. Järjestelmän kielen valinta

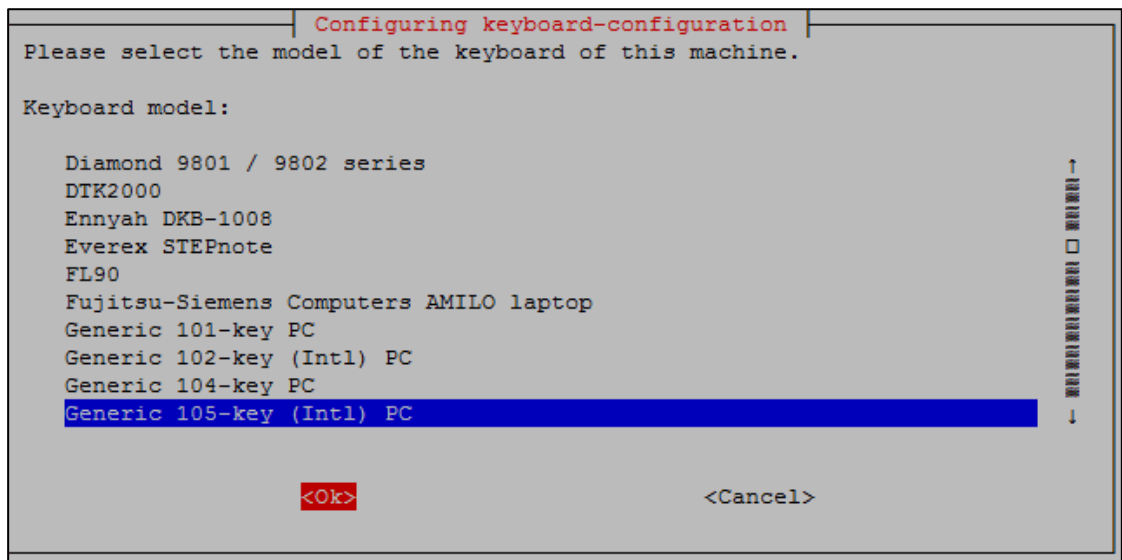
Valitsemalla suomenkieliset asetukset järjestelmä muuttaa asetuksia, kuten numeroi-den desimaalierottimen ja kalenteriviikon aloittavan päivän (Kubota 2015). Suomenkielen lisäämisen jälkeen ohjelma kysyy järjestelmän oletuskieltä. Valitsemalla oletuskieleksi fi\_FI.UTF-8 (suomi), järjestelmän käyttämä kieli vaihtuu suomeksi (kuva 12).



## KUVA 12. Järjestelmän oletuskieli

*Change Timezone* -valikossa valitaan käytettävä aikavyöhyke. Valitsemalla suomen aikavyöhyke saadaan käyttöön oikeaoppinen päivämäärän ja kellonajan esitysmuoto sekä automaattinen kesäaikaan siirtyminen. Aikavyöhykkeen asettaminen aloitetaan valitsemalla maanosaksi Eurooppa, minkä jälkeen kaupungiksi valitaan Helsinki. Raspberry Pi:ssä ei ole sisään rakennettua reaaliaikakelloa, joten se ei pysy ajassa sammutettuna. Minitietokone hakee käynnistyksen yhteydessä kellonajan internetistä aikavyöhykeasetusten mukaisesti. (Wentk 2014, 36–37.)

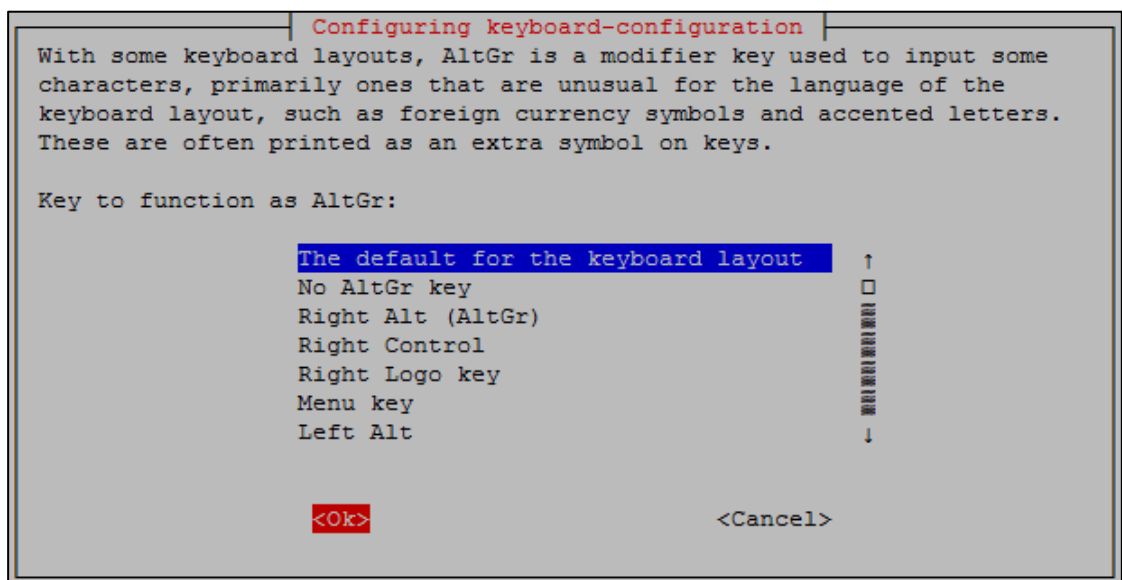
*Change Keyboard Layout* -valikossa määritetään näppäimistöön liittyviä asetuksia. Näppäimistö tulee olla kytkettynä minitietokoneeseen, jotta asetuksia voidaan muuttaa. Määrittäminen alkaa näppäimistön mallin valinnalla (kuva 13). Oletuksena ohjelma ehdottaa yleistä 105-näppäimen näppäimistöä. Listasta kannattaa valita oletusvaihtoehto, ellei oman näppäimistön mallia löydy. (Wentk 2014, 34.)



### KUVA 13. Näppäimistön mallin valinta

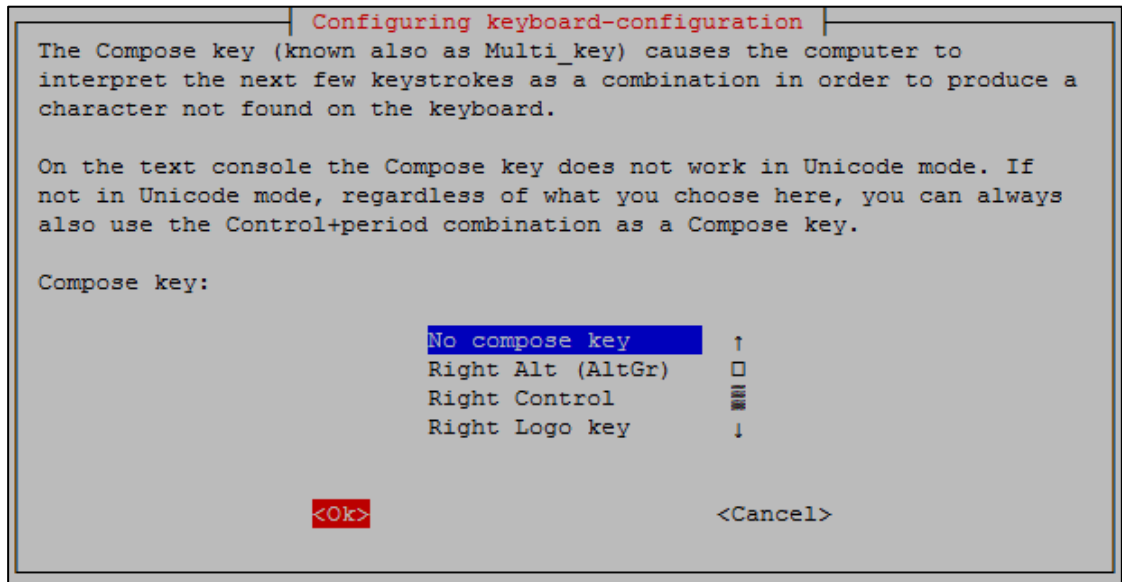
Näppäimistön asettelu määritetään seuraavaksi. Oletuksena näppäinasettelu on englanninkielinen. Suomenkielisen asettelun määrittäminen aloitetaan valitsemalla listasta vaihtoehto *Other*. Ohjelma listaa maakohtaisesti eri kielivaihtoehdot ja listasta valitaan *Finnish*. Tämän jälkeen on vielä mahdollista valita tarkempi näppäimistöasettelu, mutta yleensä pelkkä *Finnish* vaihtoehto on toimiva (Wentk 2014, 35).

Ohjelman kysyy seuraavaksi näppäintä, joka toimii AltGr-näppäimenä. Valitaan ehdotettu oletusvaihtoehto *The default for the keyboard layout*. Oletuksena AltGr-näppäin määräytyy aikaisemmin valitun näppäinasettelun mukaan. (Wentk 2014, 35.) Kuvasta 14 käy ilmi eri AltGr-näppäimen vaihtoehtoja.



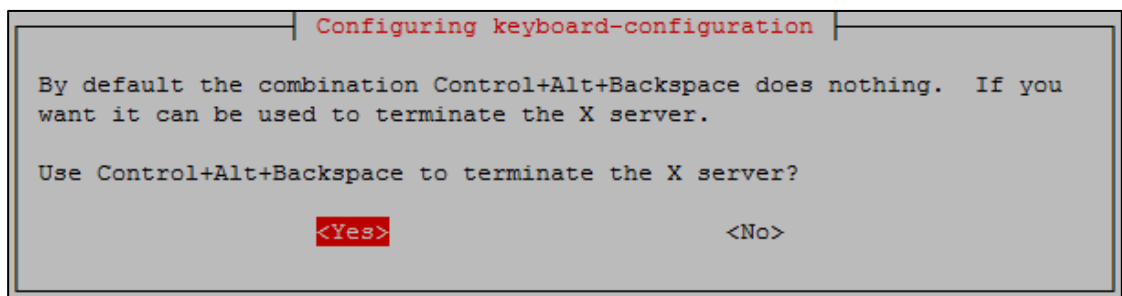
### KUVA 14. AltGr-näppäimen määrittäminen

Seuraava määritettävä näppäin on *Compose key/Multi-key*. Tätä näppäintä ei ole tarpeellista määrittää, koska järjestelmän käyttöön määriteltiin aiemmin UTF-8 Unicode-merkistö. Valitaan ohjelman ehdottama oletusvaihtoehto *No compose key*. (Kuva 15.)



### KUVA 15. Compose key-näppäimen määrittäminen

Viimeiseksi ohjelma kysyy, otetaanko käyttöön näppäinyhdistelmä Ctrl+Alt+Askelpalautin. Oletuksena yhdistelmälle ei ole toimintoa. Ottamalla yhdistelmä käyttöön sillä voidaan sulkea käynnissä oleva ikkunamanageri, esimerkiksi Raspbian käyttöjärjestelmän työpöytäkymä. (Wentk 2014, 35.)



### KUVA 16. Ctrl+Alt+Askelpalautin -yhdistelmän määrittäminen

Raspi-config päävalikosta poistutaan valitsemalla *Finish*. Tehdyistä muutoksista riippuen ohjelma saattaa kysyä tehdäänkö järjestelmän uudelleenkäynnistys.

#### 4.4 Linux komentorivi

Oletuksena Raspberry Pi käynnistyy komentorivi-tilaan. Tässä luvussa käydään läpi joitain komentorivikäskyjä. Raspberry Pi:n komentorivi on oletuksena seuraavanlainen `pi@Raspberrypi ~ $`. Komentorivistä nähdään, että käyttäjä *pi* on kirjautunut tietokoneeseen, jonka nimi on *Raspberrypi* ja `~`-merkki ilmaisee, että sijaintina on käyttäjän kotihakemisto. Kirjoitettavat komentorivikäskyt tulostuvat ruutuun `$`-merkin oikealle puolelle, komento suoritetaan painamalla Enter-näppäintä. Esimerkiksi komento:

```
pi@Raspberrypi ~ $ startx
```

käynnistää graafisen työpöytä näkymän. (Wentk 2014.) Vaativimmat komennot vaativat lisäoikeuksia ennen kuin ne voidaan suorittaa. Tällaisia komentoja ovat esimerkiksi tietokoneen sammuttaminen ja uudelleen käynnistys. Lisäoikeudet saadaan käyttöön lisäämällä suoritettavan komennon eteen sana *sudo*. Tällöin komento suoritetaan pääkäyttäjän (super user) oikeuksilla. Tietokoneen sammuttaminen voidaan tehdä monella eri komennolla, tässä niistä kaksi:

```
pi@Raspberrypi ~ $ sudo halt
pi@Raspberrypi ~ $ sudo poweroff
```

Uudelleen käynnistämiseen on myös monta komentoa, mutta niistä ehkä helpoiten mieleen jää komento:

```
pi@Raspberrypi ~ $ sudo reboot
```

Käyttöjärjestelmän päivittäminen internetistä tapahtuu kahdella eri komennolla. Ensimmäiseksi päivitetään pakettiluettelot komenolla:

```
pi@Raspberrypi ~ $ sudo apt-get update
```

Seuraavaksi aloitetaan päivitysten lataaminen ja asentaminen komennolla:

```
pi@Raspberrypi ~ $ sudo apt-get dist-upgrade
```

Päivitysohjelma ilmoittaa uusista päivityksistä ja kysyy lupaa asentamiseen, jos päivityksiä on saatavilla. Lupa annetaan painamalla K- tai Y-näppäintä ja Enter-näppäintä. (Wentk 2014.) Päivitysten lataamisessa ja asentamisessa voi kestää jopa kymmeniä minutteja, riippuen internetyhteyden nopeudesta ja ladattavien päivitysten tiedostojen koosta. Laajempi Linux komentoriviopas löytyy internetistä (liite 1).

## 4.5 Liittyminen lähiverkkoon

Raspberry Pi:n A ja A+-mallit tarvitsevat erillisen USB-liitäntäisen verkkosovittimen liittyäkseen langattomaan (WLAN) tai langalliseen (LAN) lähiverkkoon. B ja B+-mallit ovat varustettu langallisella verkkosovittimella, joten nämä mallit tarvitsevat erillisen USB-liitäntäisen verkkosovittimen vain, jos liitytään langattomaan lähiverkkoon. (Taulukko 1.) Tässä luvussa käydään läpi, miten Raspberry Pi liitetään erityyppisiin lähiverkkoihin sekä kuinka tietokoneen IP-osoite asetetaan kiinteäksi. Asettamalla Raspberry Pi:n IP-osoite kiinteäksi (staattiseksi) osoite ei vaihdu tietyn väliajoin, tai jos lähiverkon reititin käynnistetään uudestaan. Kiinteä IP-osoite helpottaa etähallintayhteyksien muodostamista, koska IP-osoitetta ei tarvitse selvittää joka kerta ennen yhteyden luomista. (Wentk 2014, 108.)

### 4.5.1 Langallinen (LAN) lähiverkko

Kytettäessä Raspberry Pi langalliseen lähiverkkoon (LAN) se hakee käynnistyksen yhteydessä automaattisesti IP-osoitteen lähiverkon reitittimeltä. Kiinteän IP-osoitteen asettamisessa voidaan käyttää paria eri tapaa. Ensimmäinen ja tässä tapauksessa käytetty tapa on määrittää IP-osoite Raspberry Pi:n asetuksiin (Wentk 2014, 108). Toinen tapa on määrittää lähiverkon reititin antamaan aina Raspberry Pi:lle sama IP-osoite. Osoitteen asettaminen aloitetaan ottamalla selville oletusyhdyskäytävä, aliverkon peite ja IP-osoite. Antamalla Linux komentorivillä kuvassa 17 näkyvä käsky saadaan tietoon oletusyhdyskäytävä (Gateway) sekä aliverkon peite (Genmask), mitkä ovat tässä tapauksessa 192.168.1.1 ja 255.255.255.0. (Wentk 2014, 108.)

```

pi@Raspberrypi ~ $ route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
0.0.0.0 192.168.1.1 0.0.0.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.1.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth0

```

### KUVA 17. Komentorivikäsky route -n

Nykyinen IP-osoite saadaan selville kuvassa 18 näkyvällä käskyllä (Wentk 2014, 108). IP-osoite (inet addr) on 192.168.1.186.

```

pi@Raspberrypi ~ $ ifconfig eth0
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr b9:46:ed:bd:d6:f5
          inet  addr:192.168.1.186  Bcast:192.168.1.255
          Mask:255.255.255.0

```

### KUVA 18. Komentorivikäsky ifconfig eth0

Lähiverkon asetukset sijaitsevat tiedostossa /etc/network/interfaces, jota editoidaan esimerkiksi Nano-tekstieditorilla. Tiedosto avataan komentorivikäskyllä:

```

pi@Raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/network/interfaces

```

Ensimmäiseksi poistetaan IP-osoitteen haku DHCP:llä, tämä tapahtuu muuttamalla rivi *iface eth0 inet dhcp* muotoon *iface eth0 inet static*. Lisäksi rivin alapuolelle lisätään muutama uusi rivi. IP-osoite tulee kohtaan *address*, aliverkon peite tulee kohtaan *netmask* ja oletusyhdyskäytävä kohtaan *gateway*. (Wentk 2014, 108.) Tiedostoon tehdyt muutokset ovat merkitty kuvassa 19.

```

GNU nano 2.2.6 Tiedosto: /etc/network/interfaces

auto lo

iface lo inet loopback
iface eth0 inet static

address 192.168.1.9
netmask 255.255.255.0
gateway 192.168.1.1

allow-hotplug wlan0
iface wlan0 inet manual
wpa-roam /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
iface default inet dhcp

^G Ohjeita ^O Kirjoita ^R Lue tied. ^Y Ed. sivu ^K Leikkaa ^C Sijainti
^X Lopeta ^J Tasaa ^W Etsi ^V Seur. sivu ^U Liitä ^T Oikolue

```



### KUVA 19. /etc/network/interfaces tiedoston muutokset

Muutokset tallennetaan painamalla Ctrl+O-näppäinyhdistelmää, jonka jälkeen ohjelma kysyy tiedoston nimeä. Hyväksytään alkuperäinen nimi painamalla Enter-näppäintä. Ohjelmasta poistutaan painamalla Ctrl+X-näppäinyhdistelmää. Tehdyt muutokset saadaan helpoiten käyttöön, käynnistämällä Raspberry Pi uudestaan komennolla *sudo reboot*. (Wentk 2014, 108.)

#### 4.5.2 Langaton (WLAN) lähiverkko

Erillisellä USB liitännäisellä WLAN-sovittimella Raspberry Pi on mahdollista yhdistää myös langattomaan lähiverkkoon. Raspbian käyttöjärjestelmä tukee oletuksena monia WLAN-sovittimia. Yhteensopivuusongelmien välttämiseksi ennen sovittimen hankintaa on suotavaa katsoa internetistä lista tuetuista ja testatuista WLAN-sovittimista (liite 1).

Langattoman verkon käyttöönotto aloitetaan kytkemällä verkkosovitin Raspberry Pi:n USB-liittimeen ja käynnistämällä Raspberry Pi -minitietokone. Verkko voidaan määrittää Raspbian käyttöjärjestelmässä graafisella Wifi Config -ohjelmalla, tai komentorivipohjaisesti, kuten tässä tapauksessa. (WiFi 2014.) Langattoman verkon asetukset määritellään /etc/wpa\_supplicant/wpa\_supplicant.conf-tiedostoon. Tiedosto avataan muokattavaksi komennolla:

```
pi@Raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
```

Tiedostoon lisätään kuvassa 20 merkityt rivit. *Ssid* on langattoman verkon tunnus ja *psk* on verkon salasana. (Setting WiFi up via the command line 2014.) Mikäli on tarve saada kiinteä IP-osoite WLAN-verkossa, suotavaa on lisätä myös rivi *id\_str="tunniste"* esimerkiksi *id\_str="Kotiverkko"* (Shimniok 2013).

```

GNU nano 2.2.6 Tiedosto: /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
ctrl_interface=DIR=/var/run/wpa_supplicant GROUP=netdev
update_config=1

network={
    ssid="Testiverkko"
    psk="TestiSalasana"
    id_str="Kotiverkko"
}

```

[ Luettu 8 riviä ]

^G Ohjeita    ^O Kirjoita    ^R Lue tied.    ^Y Ed. sivu    ^K Leikkaa    ^C Sijainti  
 ^X Lopeta    ^J Tasaa    ^W Etsi    ^V Seur. sivu    ^U Liitä    ^T Oikolue

### KUVA 20. /etc/wpa\_supplicant/wpa\_supplicant.conf tiedoston muutokset

Muutokset tallennetaan painamalla Ctrl+O-näppäinyhdistelmää, jonka jälkeen ohjelma kysyy tiedoston nimeä. Hyväksytään alkuperäinen nimi painamalla Enter-näppäintä. Ohjelmasta poistutaan painamalla Ctrl+X-näppäinyhdistelmää. Tehdyt muutokset saadaan helpoiten käyttöön, käynnistämällä Raspberry Pi uudestaan komennolla *sudo reboot*. (Wentk 2014, 108.) Käynnistyksen jälkeen Raspberry yhdistyy WLAN-verkkoon ja saa DHCP:llä IP-osoitteen.

Kiinteän IP-osoitteen asettamisessa voidaan käyttää paria eri tapaa. Ensimmäinen ja tässä tapauksessa käytetty tapa on määrittää IP-osoite Raspberry Pi:n asetuksiin (Wentk 2014, 108). Toinen tapa on määrittää lähiverkon reititin antamaan aina Raspberry Pi:lle sama IP-osoite. Osoitteen asettaminen aloitetaan ottamalla selville oletusyhdyskäytävä, aliverkon peite ja IP-osoite. Antamalla Linux komentorivillä kuvassa 21 näkyvä käsky saadaan tietoon oletusyhdyskäytävä (Gateway) sekä aliverkon peite (Genmask), mitkä ovat tässä tapauksessa 192.168.1.1 ja 255.255.255.0. (Wentk 2014, 108.)

```

pi@Raspberrypi ~ $ route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway      Genmask         Flags Metric Ref  Use  Iface
0.0.0.0     192.168.1.1    0.0.0.0         UG    0     0    0   wlan0
192.168.1.0 0.0.0.0        255.255.255.0  U     0     0    0   wlan0

```

### KUVA 21. Komentorivikäsky route -n

Nykyinen IP-osoite saadaan selville kuvassa 22 näkyvällä käskyllä (Wentk 2014, 108). IP-osoite (inet addr) on 192.168.1.16.

```
pi@Raspberrypi ~ $ ifconfig wlan0
wlan0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:3f:1f:5d:28:58
           inet addr:192.168.1.16 Bcast:192.168.1.255
           Mask:255.255.255.0
```

## KUVA 22. Komentorivikäsky ifconfig wlan0

Kiinteän IP-osoitteen asettaminen vaatii `/etc/network/interfaces`-tiedostoon tehtäviä muutoksia (Wentk 2014, 108). Tiedosto avataan muokattavaksi komennolla:

```
pi@Raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/network/interfaces
```

Tiedostoon lisätään rivi *iface "tunniste" inet static*, esimerkiksi *iface Kotiverkko inet static*. Lisäksi lisätään rivit *address*, *netmask* ja *gateway*. Rivien perään lisätään IP-osoite, aliverkon peite ja oletusyhdyskäytävä. (Shimniok 2013.) Tiedostoon tehdyt muutokset näkyvät kuvassa 23 ympyröityinä.

```
GNU nano 2.2.6      Tiedosto: /etc/network/interfaces

auto lo

iface lo inet loopback
iface eth0 inet dhcp

allow-hotplug wlan0
iface wlan0 inet manual
wpa-roam /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
iface default inet dhcp

iface Kotiverkko inet static
address 192.168.1.8
netmask 255.255.255.0
gateway 192.168.1.1

[ Luettu 15 riviä ]
^G Ohjeita   ^O Kirjoita  ^R Lue tied. ^Y Ed. sivu  ^K Leikkaa   ^C Sijainti
^X Lopeta    ^J Tasaa    ^W Etsi      ^V Seur. sivu ^U Liitä     ^T Oikolue
```

## KUVA 23. Interfaces-tiedoston muutokset

Muutokset tallennetaan painamalla `Ctrl+O`-näppäinyhdistelmää, jonka jälkeen ohjelma kysyy tiedoston nimeä. Hyväksytään alkuperäinen nimi painamalla `Enter`-näppäintä. Ohjelmasta poistutaan painamalla `Ctrl+X`-näppäinyhdistelmää. Tehdyt muutokset saadaan helpoiten käyttöön käynnistämällä Raspberry Pi uudestaan komennolla `sudo reboot`. (Wentk 2014, 108.)

## 5 RASPBERRY:N PI:N ETÄHALLINTA

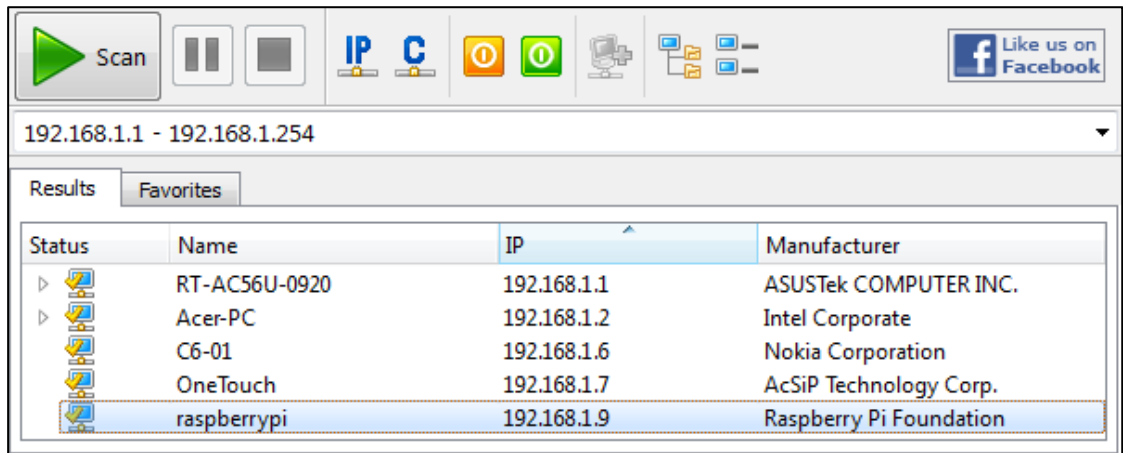
Raspberry Pi:tä voidaan käyttää myös ilman näyttöä, näppäimistöä ja hiirtä. Tämä tapahtuu toiselta tietokoneelta tietoliikenneverkon välityksellä. Etähallinta helpottaa minitietokoneen käyttöä silloin, kun se on sisällytetty sovellutuksiin missä oheislaitteita ei tarvita, tai ei voida käyttää. Esimerkiksi robotti- tai palvelinkäytöt ovat tällaisia sovellutuksia. (Remote Access 2014.) Etähallinta on kätevä tapa tehdä muutoksia käyttöjärjestelmän asetuksiin ja esimerkiksi sammuttaa tai käynnistää minitietokone uudestaan. Esittelen tässä luvussa kaksi eri etähallinta tapaa, tekstipohjainen hallinta SSH ja graafinen hallinta VNC.

### 5.1 Komentorivipohjainen etähallinta SSH

SSH (Secure Shell) on salattu tietoliikenneprotokolla, joka mahdollistaa tietokoneen etähallinnan tekstipohjaisella käyttöliittymällä. Etähallittavassa tietokoneessa on käytössä SSH-palvelinohjelmisto, mihin tietoliikenneverkon välityksellä otetaan yhteyttä toisella tietokoneella olevalla asiakasohjelmistolla. (Tatham 2014.) Raspbian käyttöjärjestelmässä SSH-palvelin on oletuksena käytössä, joten Raspberry Pi:n käyttöönoton on mahdollista tehdä ilman oheislaitteita (SSH (Secure Shell) 2014).

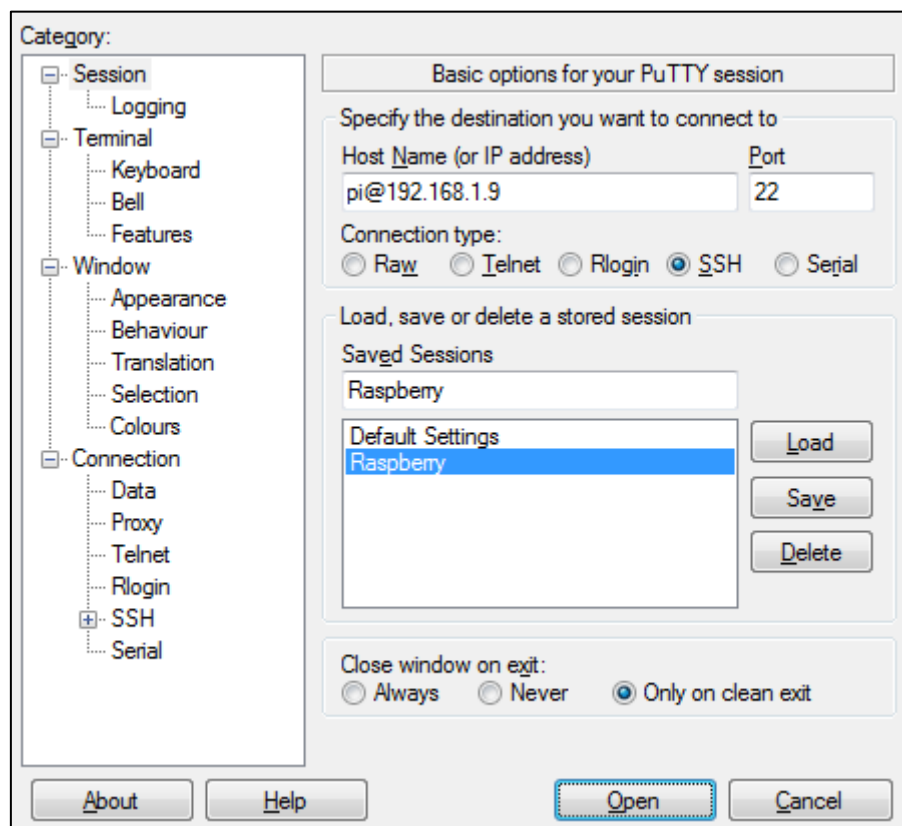
SSH-yhteyden muodotukseen tarvitaan Raspberry Pi:n IP-osoite. Oletuksena Raspberry Pi hakee IP-osoitteen automaattisesti lähiverkossa olevalta reitittimeltä. Tarvittava IP-osoite saadaan helposti selville parilla eri tavalla käyttämällä toista tietokonetta, joka on samassa lähiverkossa. Ensimmäinen tapa on kirjautua lähiverkon reitittimen asetuksiin ja katsoa sieltä DHCP-asiakasluettelo. Toinen ja tässä tapauksessa käytetty tapa on käyttää erillistä ohjelmaa, joka listaa kaikki, samassa lähiverkossa olevat laitteet. (Raspberry Pi SSH... 2014.)

Käytettävä ohjelma on nimeltään Advanced IP scanner 2.0, se on ilmainen lähiverkkoskanneri Windows-käyttöjärjestelmille (Advanced IP Scanner 2014). Ohjelma on hyvin helppokäyttöinen. Painamalla Scan-painiketta se listaa kaikki lähiverkkoon kytetyt laitteet. Kuvasta 24 käy ilmi ohjelman käyttöliittymä sekä listaus lähiverkosta löydetyistä laitteista.



**KUVA 24. Advanced IP scanner 2.0 käyttöliittymä**

Windows-käyttöjärjestelmiin ei sisälly SSH-asiakasohjelmistoa, joten tarvitaan erillinen ohjelmisto. PuTTY on tunnetuin ja eniten käytetty ilmainen asiakasohjelmisto SSH-yhteyksiin Windows-tietokoneilta (SSH using Windows 2014; Wentk 2014, 111). Ohjelma on ladattavissa internetistä (liite 1). PuTTY tukee SSH-yhteyksien lisäksi monia muita yhteystapoja. PuTTY-ohjelman käyttöliittymä käy ilmi kuvasta 25.

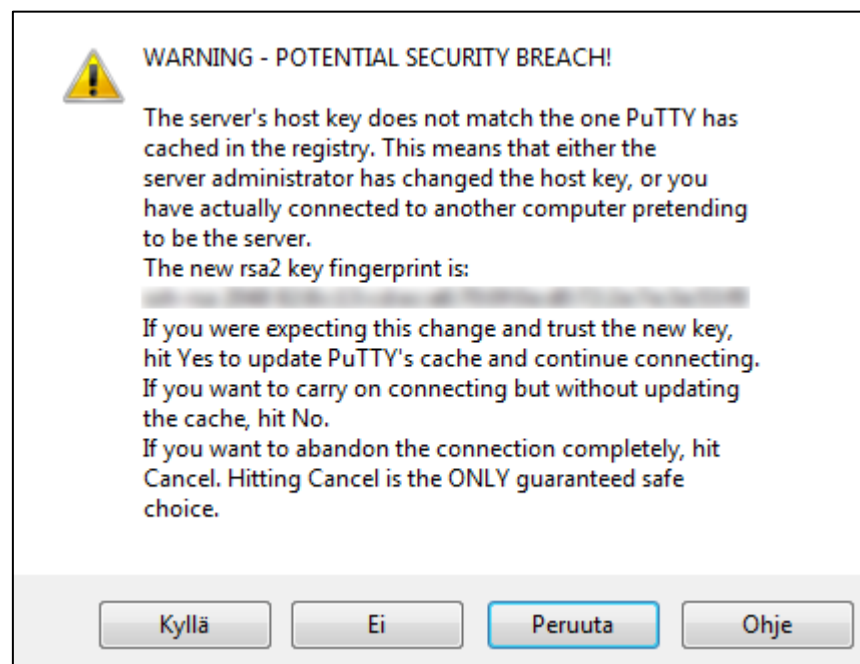


**KUVA 25. PuTTY käyttöliittymä ja asetukset**

Kuvassa 25 näkyy myös valmiit asetukset SSH-yhteyden muodostukseen. *Host Name* kohtaan kirjoitetaan Raspberry Pi:n IP-osoite, joka selvitetiin lähiverkkoskannerilla. Lisäämällä osoitteen eteen merkkijonon *pi@* kerromme ohjelmalle käyttää sisään kirjautumisessa *pi*-käyttäjänimeä, *pi* on Raspberry Pi:n oletus käyttäjänimi. Tarkistetaan, että *Connection type* on SSH ja *Port*-numero 22. (Raspberry Pi SSH... 2014.)

Yhteysasetukset kannattaa tallentaa. Tallennus helpottaa yhteyden luomista jatkossa, kun käyttäjän ei tarvitse kirjoittaa aina IP-osoitetta uudestaan *Host Name* -kohtaan. Tallennus tapahtuu antamalla nimi kohtaan *Saved Sessions*, tässä tapauksessa on käytetty nimeä Raspberry, asetukset tallennetaan painamalla Save-painiketta. Yhteysasetusten lataaminen tapahtuu valitsemalla *Saved Sessions* -listasta Raspberry ja painamalla Load-painiketta. (Raspberry Pi SSH... 2014.)

Yhteyden avaus tapahtuu painamalla Open-painiketta tai kaksoisnapsauttamalla *Saved Session* -listassa yhteyden nimeä. Ensimmäisellä yhteyden muodostuskerralla ohjelma näyttää kuvassa 26 näkyvän ilmoituksen mahdollisesta tietoturvaongelmasta. Valitsemalla Kyllä, hyväksytään uusi yhteys. Ohjelma tallentaa asetuksiin lisätyn SSH-palvelimen tiedot, eikä näytä tietoturvaravitusta jatkossa. (SSH using Windows 2014.)



**KUVA 26. Ilmoitus mahdollisesta tietoturvaongelmasta**

Hyväksymisen jälkeen aukeaa ikkuna, joka pyytää pi-käyttäjän salasanaa. Oletussalasanana on raspberry. Salasana kirjoitetaan ja painetaan Enter-näppäintä, ruutuun ei tulostu tietoturvasyistä mitään salasanan kirjoituksen aikana. Ikkunaan tulostuu Raspberry Pi:n komentorivi, jos salasana hyväksyttiin onnistuneesti (kuva 27). Ikkunaan tulostuu teksti *Access denied*, jos salasana ei kelvannut.

```
Using username "pi".
pi@192.168.1.9's password:
Linux Raspberrypi 3.12.28+ #709 PREEMPT Mon Sep 8 15:28:00 BST 2014
armv6l

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.
pi@Raspberrypi ~ $
```

### KUVA 27. Raspberry Pi:n komentorivi

Nyt Raspberry Pi:tä voi käyttää normaaliin tapaan komentorivikäskyillä. SSH-yhteyden sulkeminen tapahtuu kirjoittamalla komentoriville *exit* ja painamalla Enter-näppäintä (SSH using Windows 2014).

## 5.2 Graafinen etähallinta VNC

VNC (Virtual Network Computing) on etähallintajärjestelmä, joka välittää etähallittavan tietokoneen työpöydästä graafisen näkymän etäkäyttäjän tietokoneen ruudulle. Etähallittavan tietokoneen työpöydällä tapahtuvat muutokset, hiiren liike ja näppäimistö painallukset välittyvät ja näkyvät etäkäyttäjän ruudulle samaan tapaan, kuin käyttäjä olisi etähallittavan tietokoneen ruudun äärellä. VNC:n käyttöönotto vaatii palvelinohjelmiston Raspberry Pi:lle ja asiakasohjelmiston etäkäyttäjän tietokoneeseen. (VNC (Virtual Network Computing).)

Palvelinohjelmiston asennus ja lataus aloitetaan komentorivikäskyllä:

```
pi@Raspberrypi ~ $ sudo apt-get install tigthtvncserver
```

Raspberry Pi tulee olla kytkettynä internetiin, jotta ohjelma voidaan ladata. Asennusohjelma kysyy lupaa tiedostojen lataamiseen ja asentamiseen (kuva 28). Lupa annetaan painamalla K tai Y-näppäintä, jonka jälkeen painetaan Enter-näppäintä. (Wentk 2014, 112.)

```
...
Noudettavaa arkistoa 6 967 kt.
Toiminnon jälkeen käytetään 9 988 k t lisää levytilaa.
Haluatko jatkaa [K/e]? k
```

### KUVA 28. Tightvncserverin asennus komentorivikäskyllä

Asennuksen jälkeen VNC-palvelin käynnistetään oletusasetuksilla komentorivikomennolla *tightvncserver* (VNC (Virtual Network Computing)). Ensimmäisellä käynnistyskerralla palvelin pyytää antamaan salasanan, jota käytetään VNC-yhteyden muodostuksessa. Salasana voi olla korkeintaan kahdeksan merkkiä pitkä. Ylipitkät salasanat lyhennetään sanan lopusta kahdeksaan merkkiin automaattisesti ja palvelin antaa varoitusilmoituksen lyhennyksestä *Warning: password truncated to the length of 8*. (kuva 29). Palvelin pyytää kirjoittamaan salasanan vielä toistamiseen. (Wentk 2014, 112.)

```
pi@Raspberrypi ~ $ tightvncserver
You will require a password to access your desktops.

Password:
Warning: password truncated to the length of 8.
Verify:
Would you like to enter a view-only password (y/n)? y
Password:
Verify:

New 'X' desktop is Raspberrypi:1

Creating default startup script /home/pi/.vnc/xstartup
Starting applications specified in /home/pi/.vnc/xstartup
Log file is /home/pi/.vnc/Raspberrypi:1.log
```

### KUVA 29. Tightvncserverin ensimmäinen käynnistys

Seuraavaksi palvelin kysyy halutaanko ottaa käyttöön erillinen *view-only*-salasana jota käyttämällä ei voi tehdä mitään muutoksia etähallittavaan tietokoneeseen, salasana mahdollistaa vain työpöydän katselun. (Wentk 2014, 112.) Salasanojen kyselyn jälkeen palvelin käynnistää uuden virtuaalisen työpöydän, kuvassa 29 työpöydän numero on 1.



Oletusasetuksilla VNC-palvelin luo työpöydän 1024 x 768 pikselin resoluutiolla ja 16 bitin värisyvyydellä (Richardson 2014). Työpöydän resoluution ja värisyvyyteen voidaan vaikuttaa antamalla pari lisäparametria VNC-palvelimen käynnistyksen yhteydessä. Taulukossa 2 on esitelty muutamia lisäparametreja ja niiden mahdollisia arvoja.

## TAULUKKO 2. Tightvncserverin parametreja

Parametri	Parametrin selitys, (arvot)
-geometry leveysxkorkeus	ruudun resoluutio esim. 1920x1080
-depth luku	värisyvyys (8, 15, 16, 24) bittiä
-dpi luku	käytetään tarvittaessa, jos ruudulla näkyvä teksti on liian pientä, esim. 96.
-kill :luku	suljetaan virtuaalityöpöytä esim. :1

Käynnistämällä VNC-palvelin esimerkiksi seuraavalla komenolla:

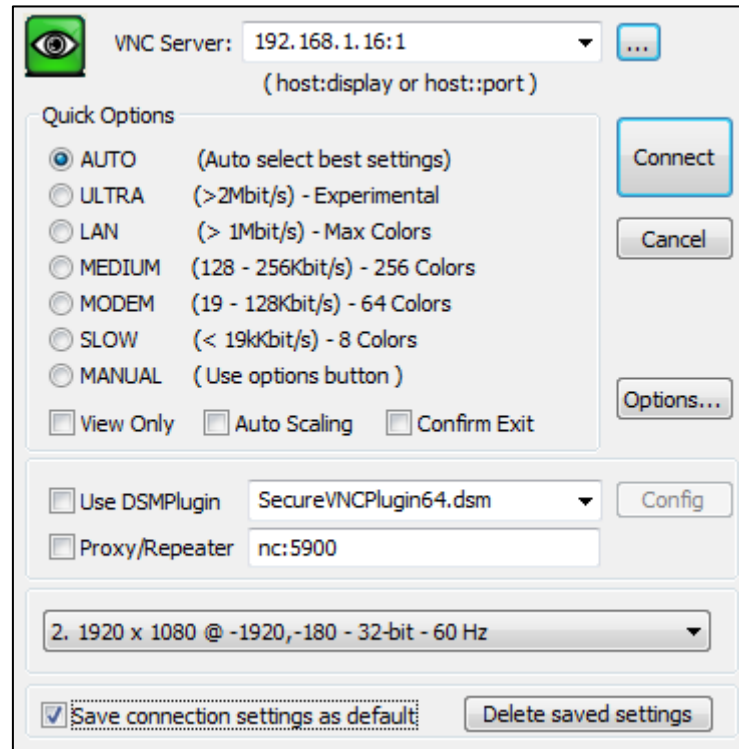
```
pi@Raspberrypi ~ $ tightvncserver :1 -geometry 1280x720 -depth 24
```

Palvelin luo työpöydän nro 1, jonka resoluutio on 1280 x 720 pikseliä 24 bitin värisyvyydellä. Luotu työpöytä voidaan sulkea komennolla

```
pi@Raspberrypi ~ $ tightvncserver -kill :1
```

(Richardson 2014). VNC-palvelin ei käynnisty automaattisesti, kun Raspberry Pi käynnistetään. Palvelin saadaan kuitenkin käynnistymään automaattisesti tekemällä muutoksia minitietokoneen asetuksiin. Ohjeet muutoksista löytyvät internetistä (liite 1).

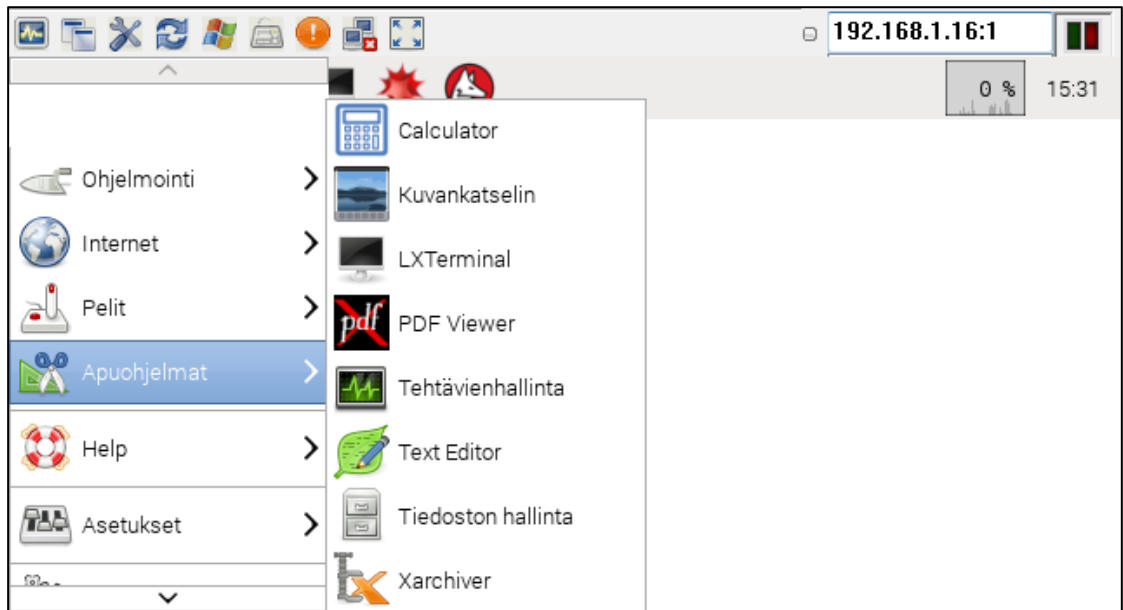
VNC-asiakasohjelmistoksi käy esimerkiksi ilmainen Ultra VNC. Ohjelma tukee Windows-käyttöjärjestelmiä ja se sisältää myös VNC-palvelinohjelmiston Windows-tietokoneille. (Ultra VNC remote access tools 2014.) Ohjelma on ladattavissa internetistä (liite 1). Ohjelman asennuksen yhteydessä valitaan mitkä osat asennetaan. VNC-palvelinohjelmisto (UltraVNC Server) voidaan jättää asentamatta, jos tarve on vain asiakasohjelmistolle (UltraVNC Viewer). Asennuksen jälkeen käynnistetään UltraVNC Viewer asiakasohjelmisto. Ohjelman käyttöliittymä käy ilmi kuvasta 30.



**KUVA 30. UltraVNC Viewer-ohjelman käyttöliittymä**

Yhteyden muodostukseen tarvitaan Raspberry Pi:n IP-osoite ja työpöydän numero. IP-osoite saadaan selville käyttämällä esimerkiksi Advanced IP scanner 2.0 -ohjelmaa, jonka ohjeistus on kerrottu SSH etähallinta -osiossa. Raspberry Pi:n IP-osoite lisätään UltraVNC Viewer -ohjelman *VNC Server* -tekstikenttään. Työpöydän numero lisätään IP-osoitteen perään kaksoispisteellä erotettuna. Kuvassa 30 IP-osoite on 192.168.1.6 ja työpöydän numero 1. Valitsemalla kohdan *Save connection settings as default* ohjelma tallentaa yhdistyksessä käytetyt osoitteet ja asetukset. (Walker 2014.)

Yhteyden muodostus aloitetaan painamalla Connect-painiketta, jonka jälkeen ohjelma ottaa yhteyttä Raspberry Pi:n VNC-palvelimeen ja pyytää kirjoittamaan salasanan. Salasanan hyväksymisen jälkeen avautuu Raspberry Pi:n työpöytä näkymä (kuva 31).



**KUVA 31. Raspbian työpöytänäköymä VNC-asiakasohjelmistolla**

Käytetystä salasanasta riippuen minitietokonetta on mahdollista käyttää normaaliin tapaan tai vain katsella työpöytänäköymää. Etäyhteys suljetaan painamalla ikkunan yläreunassa olevalta työkaluriviltä kahden tietokoneen näköistä painiketta tai klikkaamalla rastia ikkunan oikeasta ylälaidasta. (Walker 2014.)

## 6 INFONÄYTÖN TOTEUTUS RASPBERRY PI:LLÄ

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi mikkililäinen Verkkoverstas. Yritys on kiinnostunut infonäytön toteuttamisesta Raspberry Pi -minitietokoneella. Verkkoverstaan infonäytön pilottikohteena on Mikkelin Ekotorin myymälä. Myymälään on tarkoitus tulla näyttöjä, jotka varustetaan Raspberry Pi -minitietokoneilla ja internetyhteydellä. Näyttöihin kytketyt minitietokoneet hakisivat näytettävän sisällön palvelimelta, mihin sisältö on tehty Verkkoverstaan toimittamalla sisällönhallintajärjestelmällä.

### 6.1 Tavoitteet

Toimeksiannon tavoitteena on tutkia suoriutuuko Raspberry Pi B+ malli infonäyttöä ohjaavan tietokoneen (infoplayer/mediaplayer) roolista. Toimeksiannon tiivistettyyn vaatimusmäärittelyyn kuuluu

- valita sulavasti toimiva internetselain, jossa on kokoruutu-tila, eli ruudussa näky vain näytettävä sisältö,
- saada internetselain käynnistymään automaattisesti haluttuun www-osoitteeseen tietokoneen käynnistyessä,
- selaimen näyttämän sisällön www-osoite tulee olla helposti muutettavissa, koska eri näytöissä halutaan näyttää tarvittaessa eri sisältöä,
- suunnitella ja toteuttaa infonäytön sisällönhallinnasta vastaavan kanssa tapa, jolla tietokone hakee sisällön palvelimen tietokannasta,
- mahdollisuus ajastaa tietokoneen automaattinen uudelleen käynnistys.

Lisäksi omakohtainen tavoitteeni on verrata Raspberry Pi:n suorituskykyä toisiin tehokkaampiin vastaavan kokoluokan tietokoneisiin. Opinnäytetyön toteutuksen aikana Verkkoverstas ilmoitti Mikkelin Ekotori -projektin etenevän hitaasti ja minun toteuttaman infonäytön pilottikohde vaihtuisi. Vaihtuneen pilottikohteen vuoksi tietokantasuunnittelu jää pois toteutuksesta.

## 6.2 Internet-selaimen valinta ja asetukset

Internet-selaimen valinnan aloitin testaamalla eri selaimia Verkkoverstaan tekemällä www-sivulla. Sivusto on tehty käyttämällä tekniikoita kuten jQuery ja Bootstrap. Sivun sisältö koostuu kuvakarusellista ja Twitter-ikkunasta. Sopivaksi selaimeksi valikoitui kolmesta eri testatusta selaimesta Minimal Kiosk Browser (Kweb). Kaksi muuta testattua olivat Raspbian käyttöjärjestelmän oletusselain Epiphany sekä Chromium. Epiphany selaimessa ongelmana oli puutteellinen JavaScript tuki, Verkkoverstaan toimittama sivusto ei toiminut selaimella täydellisesti. Selaimessa ei myöskään ollut mahdollista ohjelmallisesti määrittää käyttämään kokoruutu-tilaa. Chromium-selaimessa sivusto toimi täydellisesti ja kokoruutu-tila myös. Valitettavasti Raspberry Pi:ssä ei riittänyt suorituskyky Chromium-selaimen sulavaan käyttämiseen.

Kweb-selaimessa on runsaat räätälöinti mahdollisuudet komentorivikäskyillä. Tässä opinnäytetyössä käytetyn Kweb-selaimen uusimman version 1.6.2 lataaminen ja asennus komentorivikäskyillä tapahtuvat seuraavasti. Ensin ladataan pakattu asennuspaketti komennolla:

```
pi@Raspberrypi ~ $ wget http://steinerdatenbank.de/software/kweb-1.6.2.tar.gz
```

Latauksen jälkeen asennuspaketti puretaan, jonka jälkeen siirrytään hakemistoon johon asennustiedostot purettiin. Nämä tehdään seuraavilla komennoilla:

```
pi@Raspberrypi ~ $ tar -xzf kweb-1.6.2.tar.gz
pi@Raspberrypi ~ $ cd kweb-1.6.2
```

Selaimen asennus käynnistetään komennolla:

```
pi@Raspberrypi ~/kweb-1.6.2 $ ./debininstall
```

Asennuksen jälkeen ohjelma kehottaa asentamaan erillisiä lisäosia, jotta selaimen kaikki ominaisuudet saataisiin käyttöön. Lisäosat vaikuttavat muun muassa videoiden näkymiseen ja tiedostojen lataamiseen. Selaimen toimivuus testisivulla oli hyvä jo oletusasetuksilla, joten en nähnyt tarpeelliseksi asentaa lisäosia.

Kweb-selaimen ohjekirjassa on kattava ohjeistus komentoriviparametreista, joiden avulla selain saadaan käynnistymään ja toimimaan halutulla tavalla (Kreidl 2014, 18). Taulukossa 3 on esitelty tässä infonäytön toteutuksessa käytetyt parametrit.

### TAULUKKO 3. Kweb-selaimen komentorivin parametrit

Parametri	Parametrin selitys
J	ottaa käyttöön JavaScript tuen (oletuksena pois päältä)
K	ottaa käyttöön kokoruutu-tilan
H	lataa annetun www-osoitteen esim. kweb -H http://haluttuosoite.fi/
C	ottaa käyttöön komentorivi määrittelyt
A	vas. Alt-näppäinkomennot otetaan käyttöön myös kokoruutu-tilassa
r	lataa näytettävän sivun uudestaan, käytetään vas. Alt-näppäimen kanssa
q	sulkee internetselaimen, käytetään vasemman Alt-näppäimen kanssa

Selain käynnistetään komentoriviltä komennolla *kweb -parametrit*. Käynnistääkseen selaimen komentoriviltä, Raspberry Pi täytyy olla käynnistetty työpöytätilaan. Taulukon 3 parametreilla selain käynnistetään komennolla:

```
pi@Raspberrypi ~ $ kweb -JKHCArq http://haluttuosoite.fi/
```

Sivun uudelleen lataaminen (Alt+R) ja selaimen sulkemisen (Alt+Q) mahdollistavat näppäinkomennot ovat käytössä mahdollisten ongelmatapauksien esiintyessä sekä testattaessa web-sisällön muutoksia.

### 6.3 Matchbox-ikkunamanageri ja skriptit

Käyttämällä erillistä ikkunamanageria Kweb-selain on mahdollista käynnistää ilman Raspberry Pi:n työpöytänäkyä. Kweb-selaimen ohjekirjassa on suositeltu käyttämään ikkunamanagerina Matchbox Window Manageria, jos selainta käytetään vain yksi ikkuna kerrallaan ja kokoruutu-tilassa. (Kreidl 2014, 27).

Matchbox Window Manager asennetaan Linuxin paketinhallinnalla komennolla:

```
pi@Raspberrypi ~ $ sudo apt-get install matchbox-window-manager
```

Selaimen käynnistäminen ikkunamanagerilla vaatii pienen skriptin luomisen. Skriptien avulla voidaan erillisistä komentorivikomennosta tehdä halutulla tavalla toimivia suurempia kokonaisuuksia (Wentk 2014, 100). Skripti kirjoitetaan tässä tapauksessa Raspberry Pi:n muistikortin boot-osiolle. Boot-osio on luettavissa Windows-tietokoneilla ja se mahdollistaa www-osoitteen nopean vaihtamisen skriptiin. Luomalla skripti boot-osiolle saadaan lisäksi automaattisesti tarvittavat oikeudet skriptin suorittamiseen. Itse skriptin kirjoittaminen aloitetaan luomalla infotv niminen hakemisto muistikortin boot-osiolle komennolla:

```
pi@Raspberrypi ~ $ sudo mkdir /boot/infotv
```

Seuraavaksi käynnistetään Nano-tekstieditori ja luodaan samalla hakemistoon infotv.txt -tekstitiedosto komennolla:

```
pi@Raspberrypi ~ $ sudo nano /boot/infotv/infotv.txt
```

Skripti-tiedoston päätte ei tarvitse olla .txt, yleensä käytetään päätettä .sh tai päätettä ei käytetä lainkaan (Wentk 2014, 100). Tässä tapauksessa käyttämällä päätettä .txt voidaan tiedostoa editoida Windows-tietokoneella helposti ja nopeasti käyttämällä esi-

merkiksi Muistio-ohjelmaa. Skripti aloitetaan kirjoittamalla ensimmäiselle riville `#!/bin/bash`, joka määrittää skriptin suorittavan komentotulkin (Wentk 2014, 100). Tulkki on tässä tapauksessa bash. Kuvasta 32 käy ilmi valmis skripti. Skriptin ensimmäistä riviä lukuun ottamatta #-merkki rivin alussa tarkoittaa kommenttiriviä tai erotusriviä selventämään koodia. &-merkki rivin lopussa määrittää Raspberry Pi:n suorittamaan kyseisen rivin koodin taustalla (Kreidl 2014, 27).

```
#!/bin/bash
#-----
#Näytönsäästäjä pois käytöstä
xset s off &
#Virransäästöominaisuudet pois käytöstä
xset -dpms &
#-----
#Käynnistetään Matchbox-ikkunamanageri ilman otsikkopalkkia ja
#hiiren kursoria.
matchbox-window-manager -use_titlebar no -use_cursor no &
#-----
#Käynnistetään kweb-selain osoitteeseen x
kweb -JKHCArq http://rekryon2015.vvbeta.fi/
```

### KUVA 32. Valmis käynnistyskripti

Raspberry Pi:n virransäästöominaisuudet on poistettava käytöstä, muuten näyttö sammuu automaattisesti puolen tunnin kuluttua, jos näppäimistöä tai hiirtä ei käytetä. Ikkunamanageri käynnistetään parilla lisäparametrilla, joista ensimmäinen piilottaa ikkunamanagerin otsikkopalkin, joka mahdollistaa selaimen vaatiman kokoruutu-tilan. Toinen parametri piilottaa hiiren kursorin näkyvistä. Muutokset tallennetaan painamalla `Ctrl+O` -näppäinyhdistelmää, jonka jälkeen ohjelma kysyy tiedoston nimeä. Hyväksytään alkuperäinen nimi painamalla `Enter`-näppäintä. Ohjelmasta poistutaan painamalla `Ctrl+X` -näppäinyhdistelmää.

Lisäksi tehdään toinen skripti, jonka tehtävänä on käynnistää minitietokoneen uudelleen. Skripti on hyvin yksinkertainen, vain pari riviä. Avataan Nano-tekstieditori ja luodaan samalla tiedosto nimeltään `restart.txt` komenolla:

```
pi@Raspberrypi ~ $ sudo nano /boot/infotv/restart.txt
```

Lisätään editorilla tiedostoon seuraavat rivit:

```
#!/bin/bash
```

```
sudo reboot
```

Muutokset tallennetaan painamalla Ctrl+O -näppäinyhdistelmää, jonka jälkeen ohjelma kysyy tiedoston nimeä. Hyväksytään alkuperäinen nimi painamalla Enter-näppäintä. Ohjelmasta poistutaan painamalla Ctrl+X -näppäinyhdistelmää. Automaattinen uudelleen käynnistys on tarvittaessa helppo poistaa käytöstä, lisäämällä rivin `sudo reboot` eteen #-merkki.

## 6.4 Skriptien ajastus

Kweb-selaimen käynnistyminen automaattisesti Raspberry Pi:n käynnistyksen yhteydessä vaatii skriptin suorittamisen jokaisessa käynnistyksessä. Crontab-ajastusohjelmalla on mahdollista suorittaa selaimen käynnistyskripti aina minitietokoneen käynnistyksen yhteydessä. Crontab käynnistetään komennolla:

```
pi@Raspberrypi ~ $ crontab -e
```

Ajastinmääritykset avautuvat Nano-tekstieditoriin ja oletuksena aktiivisia ajastuksia ei ole (Wentk 2014, 102). Kuvassa 33 on merkitty lisätyt ajastukset.

```
GNU nano 2.2.6 Tiedosto: /tmp/crontab.vk9Awf/crontab Muokattu
# For example, you can run a backup of all your user accounts
# at 5 a.m every week with:
# 0 5 * * 1 tar -zcf /var/backups/home.tgz /home/
#
# For more information see the manual pages of crontab(5) and cron(8)
#
# m h dom mon dow   command
@reboot xinit /boot/infotv/infotv.txt
@midnight /boot/infotv/restart.txt
^G Ohjeita  ^O Kirjoita  ^R Lue tied.  ^Y Ed. sivu  ^K Leikkaa  ^C Sijainti
^X Lopeta   ^J Tasaa     ^W Etsi       ^V Seur. sivu ^U Liitä    ^T Oikolue
```

### KUVA 33. Crontab ajastukset

`@reboot`-rivi suoritetaan aina käynnistyksen yhteydessä. Xinit-ohjelmalla suoritetaan infotv-skripti. Xinit mahdollistaa graafisen käyttöliittymän luomisen ja käytön (Scheifler 2015). `@midnight`-rivi suoritetaan joka päivä klo 24.00, silloin suoritetaan Raspberry Pi:n uudelleenkäynnistyskripti. Uudelleenkäynnistys on varotoimenpide, millä ehkäistään mahdollisia ongelmia, joita saattaa syntyä jatkuvasta järjestelmän



käynnissä olosta. Muutokset tallennetaan painamalla Ctrl+O -näppäinyhdistelmää, jonka jälkeen ohjelma kysyy tiedoston nimeä. Hyväksytään alkuperäinen nimi painamalla Enter-näppäintä. Ohjelmasta poistutaan painamalla Ctrl+X -näppäinyhdistelmää.

## 6.5 Automaattinen sisäänkirjaus ja näytön asetukset

Oletuksena Raspberry Pi käynnistyy tekstipohjaiseen komentorivi-tilaan, joka vaatii sisäänkirjautumisen. Sisäänkirjautuminen voidaan automatisoida helpottamaan esimerkiksi infonäyttöjärjestelmän sammuttamista huoltotoimia varten. Automatisointi tapahtuu muokkaamalla /etc/inittab-tiedostoa. Tiedosto avataan Nano-tekstieditorilla komennolla:

```
pi@Raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/inittab
```

Tiedostosta etsitään seuraava rivi ja otetaan se pois käytöstä lisäämällä #-merkki eteen.

```
#1:2345:respawn:/sbin/getty --noclear 38400 tty1
```

Pois käytöstä otetun rivin alle lisätään seuraava rivi:

```
1:2345:respawn:/bin/login -f pi tty1 </dev/tty1 >/dev/tty1 2>&1
```

Muutokset tallennetaan painamalla Ctrl+O -näppäinyhdistelmää, jonka jälkeen ohjelma kysyy tiedoston nimeä. Hyväksytään alkuperäinen nimi painamalla Enter-näppäintä. Ohjelmasta poistutaan painamalla Ctrl+X -näppäinyhdistelmää. Seuraavalla käynnistyskerralla minitietokone kirjaa automaattisesti käyttäjän pi sisään, eikä kysy käyttäjänimeä ja salasanaa. (Wentk 2014, 90–91.)

Raspberryn käynnistyessä vasemmassa ylälaidassa näkyy pieni Raspberry-logo. Tämä logo voidaan ottaa pois käytöstä editoimalla /boot/cmdline.txt -tiedostoa. Tiedosto avataan komennolla:

```
pi@Raspberrypi ~ $ sudo nano /boot/cmdline.txt
```

Tiedoston rivin loppuun lisätään välilyönti ja rivi *logo.nologo* (Dersingh 2013). Muutokset tallennetaan painamalla Ctrl+O -näppäinyhdistelmää, jonka jälkeen ohjelma kysyy tiedoston nimeä. Hyväksytään alkuperäinen nimi painamalla Enter-näppäintä. Ohjelmasta poistutaan painamalla Ctrl+X -näppäinyhdistelmää.

Oletuksena Raspberry Pi:n käyttämä värisyvyys on 16 bittinen, joten selaimen näytämässä kuvissa saattaa näkyä teräviä värisävyn muutoksia. Kuvasta 34 käy ilmi, kuinka värisävyn muutokset näkyvät.



#### KUVA 34. Värisyvyys erot

Kuvan alaosa on tehty 32 bitin värisyvyydellä ja yläosassa on käytetty paljon vähemmän värisävyjä. Raspberry Pi voidaan määrittää käyttämään 32 bitin värisyvyyttä muokkaamalla /boot/config.txt -tiedostoa. Tiedosto avataan komennolla:

```
pi@Raspberrypi ~ $ sudo nano /boot/config.txt
```

Tiedostoon lisätään seuraavat rivit:

```
framebuffer_depth=32
framebuffer_ignore_alpha=1
```

Kytettäessä Raspberry Pi kiinni televisioon saattaa käydä niin, että näkyvä kuva ei ulotu television reunoihin asti. Tämä voidaan korjata ottamalla overscan-toiminto pois käytöstä. Toiminto löytyy /boot/config.txt -tiedostosta, riviltä:

```
# uncomment this if your display has a black border of unused pixels
# visible and your display can output without overscan
disable_overscan=1
```

Ohje kehottaa poistamaan #-merkin rivin *disable\_overscan=1* edestä mikäli kuvaan jää mustat reunat. (RPiconfig 2015.) Muutokset tallennetaan painamalla Ctrl+O -

näppäinyhdistelmää, jonka jälkeen ohjelma kysyy tiedoston nimeä. Hyväksytään alkuperäinen nimi painamalla Enter-näppäintä. Ohjelmasta poistutaan painamalla Ctrl+X -näppäinyhdistelmää. Testaamassani LG:n televisiossa overscan-toiminto täytyi ottaa pois käytöstä ja television kuva-asetuksista täytyi valita *vain haku*, jotta kuva täytti koko televisioruudun.

## 6.6 Suorituskykymittaukset

Vertasin toteutetun infonäytön suorituskykyä kahdella eri testillä. Sekuntikellolla otettu aika siitä hetkestä, kun minitietokoneen näyttöön tulee ensimmäiset alkulatausrivit näkyviin hetkeen, jolloin kaikki testisivulla olevat elementit ovat tulleet näkyviin. Toinen testi mittaa selaimen JavaScript-suorituskykyä.

Otin testeihin vertailulaitteeksi kaksi muuta minitietokonetta. Ensimmäinen niistä on ODROID-U3+, se on varustettu 4-ytimisellä 1,7 GHz kellotaajuudella toimivalla Exynos4412 Prime -järjestelmäpiirillä. Keskusmuistia minitietokoneessa on 2048 MB. (ODROID-U3 Technical detail 2015.) Testiä varten ODROID-U3+:n muistikortille asennettiin valmistajan muokkaama Linux Debian -jakelu ja samat infonäyttö tehtävässä tarvittavat ohjelmistot, jotka asensin Raspberry Pi B+ -malliin. Toinen vertailulaite on Raspberry Pi 2 B, B+-mallin käyttöjärjestelmä asetuksineen toimii suoraan uudessa 2 B -mallissa, joten mitään muutoksia ei tarvinnut tehdä. Vertailussa olevien minitietokoneiden hinnat ilman oheislaitteita ja tarvikkeita ovat

- Raspberry Pi B+ 29,95 €,
- Raspberry Pi 2 B 38,45 €,
- ODROID-U3+ 69,95 €.

Hinnat ovat saksalaisen Vesalia (<http://www.vesalia.de/>) verkkokaupan hintoja. Hinnat on tarkistettu 12.2.2015. Sekuntikello-testi suoritettiin viisi kertaa ja tuloksista laskettiin keskiarvo. Testin keskiarvot käyvät ilmi taulukosta 4, pienempi aika tarkoittaa parempaa tulosta.

### TAULUKKO 4. Sekuntikello-testin keskiarvot

Minitietokone	Raspberry Pi B+	Raspberry Pi 2 B	ODROID-U3+
<b>Aika</b>	48,6 s	22,7 s	23,2 s

Raspberry Pi 2 B käynnistyy infonäyttö-tilaan kaksi kertaa nopeammin, kuin vanhempi B+ malli, johtuen uudesta tehokkaammasta järjestelmäpiiristä. ODROID-U3+:n nopeammasta prosessorin kellotaajuudesta, tai keskusmuistin määrästä ei ollut hyötyä käynnistysnopeudessa Raspberry 2 B:tä vastaan. ODROID-U3+ olisi luultavasti ollut nopeampi, kuin Raspberry Pi 2 B, jos olisin käyttänyt ODROID-U3+:n omaa nopeaa eMMC-muistia käyttöjärjestelmälle ja ohjelmille. Halusin kuitenkin tehdä testistä mahdollisimman tasavertaisen, joten käytin MicroSD-muistikorttia kaikissa testatuissa minitietokoneissa.

SunSpider on JavaScript suorituskyvyn mittausohjelma. Ohjelma mittaa järjestelmän ja selaimen nopeutta monenlaisilla testeillä. Testit perustuvat muun muassa matemaattisiin ongelmiin ja merkkijonojen käsittelyyn. (SunSpider 1.0.2... 2015.) Ohjelman www-osoite löytyy liitteestä 1. Testit suoritettiin viisi kertaa ja vertailuun valittiin tulokset, missä kokonaiskeskiarvon virhetoleranssi oli pienin. Taulukossa 5 on esitelty testin kokonaisajat millisekunteina, pienempi aika tarkoittaa parempaa tulosta.

#### **TAULUKKO 5. SunSpider kokonaisajat**

<b>Minitietokone</b>	Raspberry Pi B+	Raspberry Pi 2 B	ODROID-U3+
<b>Aika</b>	21991,5 ms	8774,4 ms	1323,8 ms

Tuloksista huomaa selvästi, että testissä hyötyy paljon tehokkaasta järjestelmäpiiristä. ODROID-U3+ on yli kuusi kertaa nopeampi, kuin Raspberry Pi 2 B. Raspberry Pi 2 B on taas 2,5 kertaa nopeampi, kuin Raspberry Pi B+. Erityisesti merkkijonojen (String) käsittely on parantunut huomattavasti Raspberry Pi 2 B-mallissa, joka on yli kolme kertaa nopeampi kuin B+ (liite 2).

SunSpider testitulokset vahvistavat aiemmin tekemäni silmämääräisen huomion Raspberry Pi B+-mallin hieman hitaahkossa web-suorituskyvyssä. Toimeksiantajan testisivulla olevan kuvakaruselmin kuvien vaihto on välillä nykivää B+-mallilla, mutta Raspberry Pi 2 B:llä sekä ODROID-U3+:lla kuvat vaihtuvat aina sulavasti.

## 7 PÄÄTÄNTÖ

Aloittaessani tekemään opinnäytetyön toteutus-osaa, oli toimeksiantajan vaatimuksissa vielä mukana tietokantasuunnittelua ja toteutusta. Niiden jäädessä pois infonäytön pilottikohteen vaihtumisen takia, työni helpottui jonkin verran. Mielestäni saavutin jäljelle jääneet työn toimeksiantajan asettamat tavoitteet onnistuneesti. Olen tyytyväinen toteuttamaani Raspberry Pi:n infonäyttö-toiminnallisuuteen, vaikka toteutus jäikin hieman yksinkertaiseksi tietokantasuunnittelun jäädessä pois.

Toteutuksen lopputuloksena voidaan todeta, että Raspberry Pi:n ensimmäinen sukupolvi soveltuu sulavaan web-pohjaiseen infonäyttö tehtäviin, kunhan näytettävä sisältö on tarpeeksi kevyttä, esimerkiksi tekstipohjaista. Raspberry Pi 2 soveltuu paremmin multimediamaisemman sisällön näyttämiseen. Tällä hetkellä Raspbian käyttöjärjestelmä toimii kummankin sukupolven minitietokoneilla, joten toimeksiantajan olisi helppo ottaa tuoteistettavaksi halutessaan kummankin sukupolven minitietokoneet. Näin olisi mahdollista toteuttaa helposti kaksi eritasoista infonäyttöjärjestelmää.

Opinnäytetyön tekemisen aikana opin paljon uutta tietoa Linux käyttöjärjestelmästä. Varsinkin komentoriviosaaminen on kehittynyt. Pienten skriptien kirjoittaminen ja suorittaminen ovat yksi uusista oppimistani asioista. Uuden ohjelman asentaminen käyttämällä muuta, kun paketinhallintaa on myös asia, jonka opin. Crontab ajastin -ohjelman käyttö tuli tutuksi automaattisten uudelleenkäynnistyksien kokeilussa. Etähallinnasta uutena asiana opin SSH-yhteyden muodostuksen. Aiempaa kokemusta minulla oli Windows-tietokoneiden etähallinnasta toisella Windows-tietokoneella käyttäen Ultra VNC -ohjelmaa. Itse Raspberry Pi -minitietokoneesta opin opinnäytetyön aikana komponenttitasolla jännitteen mittauspisteet. Joista on kätevää selvittää yleismittarin avulla, saako minitietokone riittävästi jännitettä virtalähteeltä.

Opinnäytetyön aikana mieleeni tuli jonkin verran infonäytön jatkokehitysideoita. Minitietokoneen käynnistyksen aikana näkyvät tekstirivit voisi yrittää korvata esimerkiksi kuvalla. Uudelleen käynnistyksen ajastuksen voisi tehdä tarkemmaksi, tekemällä skriptin, johon voisi laittaa haluamansa kellon ajan. Tällä hetkellä infonäytössä ei ole mitään mahdollisen vikatilanteen automaattista korjausta. Vikatilanteita varten voisi tehdä skriptin, joka esimerkiksi käynnistää selaimen tai koko järjestelmän uudestaan, jos ne eivät toimi kunnolla. Lisäksi järjestelmän omien vikailmoitusten näyttäminen

ruudulla kannattaisi ottaa pois käytöstä. Myös internetyhteyden tunnistukseen voisi tehdä skriptin, jos internetyhteyttä ei ole saatavilla selain voisi näyttää paikallisen sivun, jossa ilmoitetaan internetyhteyden puuttumisesta tai näyttää aiemmin tallennettu sivu oikeasta sisällöstä. Skripti voisi myös tarkistaa väliajoin onko internetyhteys tullut saataville ja näyttää sitten uuden sisällön selaimessa automaattisesti. Käyttöjärjestelmän varmuuskopio-tiedoston kokoa pitäisi pystyä jollain tapaa pienentämään. Nykyisellään varmuuskopion koko on yhtä suuri, kuin itse muistikortin koko. Eli 8 GB kortilta otettava varmuuskopion koko on 8 GB, vaikka käyttöjärjestelmä tiedostoineen vie tilaa noin 3 GB. Pienemmät varmuuskopio-tiedostot mahdollistaisivat nopeamman siirtämisen internetin yli, veisivät tallennustilaa vähemmän ja olisivat nopeammin kirjoitettavissa muistikorteille.

Aion jatkaa Raspberry Pi:n hyödyntämistä omissa projekteissani. Tällä hetkellä mielessäni on yrittää toteuttaa infonäyttö-tyyppinen ratkaisu, joka näyttäisi ruudussa sääennusteen, päiväyksen, kellon ajan ja sisä- sekä ulkolämpötilan. Lämpötilamittaus toteutettaisiin Raspberry Pi:n GPIO-pinneihin tulevilla digitaalisilla antureilla. Lisäksi ratkaisuun tulisi valokuvien näyttö -toiminto, jonka voisi kytkeä ajastuksella päälle tai GPIO-pinneihin tulevalla fyysisellä kytkimellä. Valmis ratkaisu näyttäisi valokuva diaesitystä kokoruutu-tilassa ja vaihtaisi välillä näyttämään muuta informaatiota. Näin Raspberry Pi:llä saataisiin toteutettua hieman monipuolisempi digitaalinen valokuva-kehys.

Mielestäni Raspberry Pi -minitietokone on mielenkiintoinen kokonaisuus. Tietojenkäsittelyn opiskelijan näkökulmasta katsottuna Raspberry Pi:tä on mahdollista hyödyntää monipuolisesti ammattitaidon kehittämisessä ja ylläpidossa. Minitietokoneella on mahdollista toteuttaa omiin kokeiluihin muuan muassa erilaisia palvelinratkaisuja. Raspberry Pi:llä on erittäin suuri kehittäjäyhteisö, joka mielestäni pitää Raspberry Pi -minitietokoneen suosittuna vielä pitkään.

## LÄHTEET

About us. 2014. Raspberry Pi -säätiö. WWW-dokumentti.

<http://www.Raspberrypi.org/about>. Ei päivitystietoja. Luettu 28.10.2014.

Advanced IP Scanner. 2014. Famatech. WWW-dokumentti. <http://www.advanced-ip-scanner.com>. Ei päivitystietoja. Luettu 14.11.2014.

Anvia Ruutu – info-tv helpommin ja siistimmin. 2015. Anvia TV Oy. WWW-dokumentti. <https://www.anvia.fi/yrityksille/anvia-tv/tuotteet-ja-palvelut/info-tv-jarjestelmat/anvia-ruutu>. Ei päivitystietoja. Luettu 6.2.2014.

BCM2835. 2014. Broadcom. WWW-dokumentti.

<https://www.broadcom.com/products/BCM2835>. Ei päivitystietoja. Luettu 25.11.2014.

BOARD EXP10e LED-O 10.5 m<sup>2</sup>. 2015. Tower Media Oy. PDF-dokumentti.

[http://www.towermedia.fi/files/expromo/board\\_10emm\\_led-o-10-5m2-tm.pdf](http://www.towermedia.fi/files/expromo/board_10emm_led-o-10-5m2-tm.pdf). Ei päivitystietoja. Luettu 5.2.2015.

Cooper, Daniel 2012. Raspberry Pi boards begin shipping today. WWW-dokumentti.

<http://www.engadget.com/2012/04/16/Raspberry-pi-begins-shipping>. Päivitetty 16.4.2012. Luettu 28.10.2014.

Dersingh, Anand 2013. Remove Raspberry Pi Logo on startup. WWW-dokumentti.

<http://anandrs.com/2013/09/18/remove-rpi-logo-startup/>. Päivitetty 18.9.2013. Luettu 24.2.2015.

Dunbar, Norman 2013. Backup your Raspberry Pi. WWW-dokumentti.

<http://www.themagpi.com/issue/issue-9/article/backup-your-Raspberry-pi>. Päivitetty helmikuu 2013. Luettu 21.11.2014.

Eames, Alex 2015. Raspberry Pi2 – Power and Performance Measurement. WWW-dokumentti.

<http://raspi.tv/2015/raspberry-pi2-power-and-performance-measurement>. Päivitetty 3.2.2015. Luettu 10.2.2015.

Finnsign info-TV. 2015. Oulun Mainoskeskus Oy. WWW-dokumentti.

<http://www.mainoskeskus.fi/info-tv-2/>. Ei päivitystietoja. Luettu 6.2.2015.

How To: Backup & Restore your Raspberry Pi. 2014. Raspberry Pi Headquarters.

WWW-dokumentti. <http://RaspberrypiHQ.com/how-to-backup-your-Raspberry-pi>. Ei päivitystietoja. Luettu 20.11.2014.

Infonäytöt. 2015. Haarnio Oy. WWW-dokumentti. <http://haarnio.fi/infonaytot/>. Ei päivitystietoja. Luettu 4.2.2015.

Info-TV hankkijan ja suunnittelijan opas. 2014. InfoSign. <http://www.infokanava.info>.

Ei päivitystietoja. Luettu 26.11.2014.

Kreidl, Günther 2014. Minimal Kiosk Browser Manual. PDF-dokumentti.

[http://steinerdatenbank.de/software/kweb\\_manual.pdf](http://steinerdatenbank.de/software/kweb_manual.pdf). Päivitetty 2014. Luettu 29.1.2015.

Kubota, Tomohiro 2015. LOCALE technology. WWW-dokumentti.  
<https://www.debian.org/doc/manuals/intro-i18n/ch-locale.en.html>. Ei päivitystietoja.  
Luettu 18.11.2014.

LAN9514/LAN9514i. 2012. Microchip. PDF-dokumentti.  
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/9514.pdf>. Päivitetty 29.2.2012.  
Luettu 25.11.2014.

Making a Reset Switch for your Raspberry Pi Model B+. 2014. Adafruit. Blogi.  
[http://www.adafruit.com/blog/2014/10/10/making-a-reset-switch-for-your-Raspberry-pi-model-b-run-pads-piday-Raspberrypi-Raspberry\\_pi/](http://www.adafruit.com/blog/2014/10/10/making-a-reset-switch-for-your-Raspberry-pi-model-b-run-pads-piday-Raspberrypi-Raspberry_pi/). Päivitetty 10.10.2014. Luettu 22.1.2015.

ODROID-U3 Technical detail. 2015. Hardkernel co., Ltd. WWW-dokumentti.  
[http://www.hardkernel.com/main/products/prdt\\_info.php?g\\_code=G138745696275&t\\_ab\\_idx=2](http://www.hardkernel.com/main/products/prdt_info.php?g_code=G138745696275&t_ab_idx=2). Ei päivitystietoja. Luettu 4.2.2015.

Power Supply. 2015. Raspberry Pi -säätö. WWW- dokumentti.  
<http://www.Raspberrypi.org/documentation/hardware/Raspberrypi/power/README.md>. Ei päivitystietoja. Luettu 22.1.2015.

Raspberry Pi for Beginners Second Revised Edition 2014. Bournemouth: Imagine Publishing Ltd. PDF-dokumentti. <https://pdf.yt/d/jS6X6iOKSxyNOY3Z/download>. Ei päivitystietoja. Luettu 19.11.2014.

Raspberry Pi models and revisions. 2014. Raspberry Pi -säätö. WWW- dokumentti.  
<http://www.Raspberrypi.org/documentation/hardware/Raspberrypi/models/README.md>. Ei päivitystietoja. Luettu 29.10.2014.

Raspberry Pi SSH Login without Monitor. 2014 HobbyTronics Ltd. WWW-dokumentti. <http://www.hobbytronics.co.uk/Raspberry-pi-ssh>. Ei päivitystietoja. Luettu 14.11.2014.

Raspi-config. 2014. Raspberry Pi -säätö. WWW-dokumentti.  
<http://www.Raspberrypi.org/documentation/configuration/raspi-config.md>. Ei päivitystietoja. Luettu 11.1.2015.

Remote Access. 2014. Raspberry Pi -säätö. WWW- dokumentti.  
<http://www.Raspberrypi.org/documentation/remote-access/README.md>. Ei päivitystietoja. Luettu 12.11.2014.

Richardson, Tristan 2014. vncserver. WWW-dokumentti.  
<https://www.realvnc.com/products/open/4.1/man/vncserver.html>. Ei päivitystietoja.  
Luettu 31.12.2014.

RPi B+ test pads. 2014. Raspberry Pi foorumi. WWW- dokumentti.  
<http://93.93.128.176/forums/viewtopic.php?t=89522&p=628759>. Päivitetty 18.10.2014. Luettu 28.1.2015.

RPiconfig. 2015. Embedded Linux Wiki. WWW-dokumentti.  
<http://elinux.org/RPiconfig>. Päivitetty 21.1.2015. Luettu 5.2.2015.



Setting WiFi up via the command line. 2014. Raspberry Pi -säätö. WWW-dokumentti.  
<http://www.Raspberrypi.org/documentation/configuration/wireless/wireless-cli.md>. Ei päivytystietoja. Luettu 12.12.2014.

Setup. 2015. Raspberry Pi -säätö. WWW-dokumentti.  
<http://www.Raspberrypi.org/documentation/setup/README.md>. Ei päivytystietoja. Luettu 22.1.2015.

Shimniok, Michael 2013. Raspberry Pi Wifi Static IP. Blogi. <http://www.bot-thoughts.com/2013/01/Raspberry-pi-wifi-static-ip.html>. Päivitetty 18.1.2013. Luettu 25.11.2014.

SSH (Secure Shell). 2014. Raspberry Pi -säätö. WWW-dokumentti.  
<http://www.Raspberrypi.org/documentation/remote-access/ssh/README.md>. Ei päivytystietoja. Luettu 12.11.2014.

SSH using Windows. 2014. Raspberry Pi -säätö. WWW-dokumentti.  
<http://www.Raspberrypi.org/documentation/remote-access/ssh/windows.md>. Ei päivytystietoja. Luettu 14.11.2014.

SunSpider 1.0.2 JavaScript Benchmark. 2015. WebKit. WWW-dokumentti.  
<http://www.webkit.org/perf/sunspider/sunspider.html>. Ei päivytystietoja. Luettu 4.2.2015.

Tatham, Simon 2014. Chapter 1: Introduction to PuTTY. WWW-dokumentti.  
<http://the.earth.li/~sgtatham/putty/0.63/html/doc/Chapter1.html#which-one>. Päivitetty 25.8.2014. Luettu 12.11.2014.

Ultra VNC remote access tools. 2014. WWW-dokumentti.  
<http://www.uvnc.com/home.html>. Ei päivytystietoja. Luettu 2.1.2015.

Upton, Eben 2012. Model B now ships with 512MB of RAM. Blogi.  
<http://www.Raspberrypi.org/model-b-now-ships-with-512mb-of-ram>. Päivitetty 15.8.2012. Luettu 3.11.2014.

Upton, Eben 2014. Raspberry Pi Model A+ on sale now at \$20. Blogi.  
<http://www.Raspberrypi.org/Raspberry-pi-model-a-plus-on-sale>. Päivitetty 10.11.2014. Luettu 11.11.2014.

Upton, Eben 2015. Raspberry Pi 2 on sale now at \$35. Blogi.  
<http://www.Raspberrypi.org/Raspberry-pi-2-on-sale/>. Päivitetty 2.2.2015. Luettu 4.2.2015.

Upton, Liz 2012a. Manufacturing hiccup. Blogi.  
<http://www.Raspberrypi.org/manufacturing-hiccup>. Päivitetty 8.3.2012. Luettu 30.10.2014.

Upton, Liz 2012b. An update on CE compliance. Blogi.  
<http://www.Raspberrypi.org/an-update-on-ce-compliance>. Päivitetty 28.3.2012. Luettu 30.10.2014.

Upton, Liz 2013. Model A now for sale in Europe – buy one today! Blogi.  
<http://www.Raspberrypi.org/model-a-now-for-sale-in-europe-buy-one-today>. Päivitetty 4.2.2013. Luettu 29.10.2014.

VNC (Virtual Network Computing). 2014. Raspberry Pi -säätio. WWW-dokumentti.  
<http://www.Raspberrypi.org/documentation/remote-access/vnc/>. Ei päivitystietoja.  
Luettu 30.12.2014.

Walker, Brian 2014. Access any Computer From Anywhere with UltraVNC. Video-klippi. [https://www.youtube.com/watch?v=37UOSS\\_DYTY](https://www.youtube.com/watch?v=37UOSS_DYTY). Päivitetty 23.7.2014.  
Katsottu 5.1.2015.

Welcome to Raspbian. 2014. Raspberry Pi review. WWW-dokumentti.  
<http://www.raspbian.org>. Päivitetty 16.4.2012. Luettu 28.10.2014.

Wentk, Richard 2014. Teach yourself visually Raspberry Pi. Indianapolis: John Wilay & Sons, Inc. E-kirja.  
<http://site.ebrary.com.ezproxy.mikkeliyamk.fi:2048/lib/mikkeli/reader.action?docID=10833887>. Ei päivitystietoja. Luettu 14.11.2014.

What is a Raspberry Pi? 2014. Raspberry Pi -säätio. WWW-dokumentti.  
<http://www.Raspberrypi.org/help/what-is-a-Raspberry-pi>. Ei päivitystietoja. Luettu 29.10.2014.

WiFi. 2014. Raspberry Pi -säätio. WWW-dokumentti.  
<http://www.Raspberrypi.org/documentation/configuration/wireless/>. Ei päivitystietoja.  
Luettu 12.12.2014.

Scheifler, Bob 2015. Xinit manual. WWW-dokumentti.  
<http://www.x.org/archive/X11R6.8.2/doc/xinit.1.html#sect2>. Ei päivitystietoja. Luettu 1.3.2015.

Advanced IP Scanner IP-osoitteen selvitysohjelmisto

<http://www.advanced-ip-scanner.com/>

Linux komentorivi-opas

[http://linuxcommand.org/lc3\\_learning\\_the\\_shell.php](http://linuxcommand.org/lc3_learning_the_shell.php)

Minimal Kiosk Browser (kweb) internetselain

<http://www.Raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?f=66&t=40860>

PuTTY SSH-ohjelmisto

<http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/download.html>

Raspberry Pi:n käyttöjärjestelmätiedostot

<http://www.Raspberrypi.org/downloads/>

Raspberry Pi:n tukemat WLAN-sovittimet

[http://elinux.org/RPi\\_USB\\_Wi-Fi\\_Adapters](http://elinux.org/RPi_USB_Wi-Fi_Adapters)

SunSpider 1.0.2 JavaScript mittaus-ohjelma

<http://www.webkit.org/perf/sunspider/sunspider>

Ultra VNC etähallintaohjelmisto

<http://www.uvnc.com/downloads/ultravnc.html>

Win32 Disk Imager Raspberry Pi:n käyttöjärjestelmän kirjoitusohjelmisto

<http://sourceforge.net/projects/win32diskimager/>

VNC-palvelimen automaattinen käynnistys

[http://elinux.org/RPi\\_VNC\\_Server#Run\\_at\\_boot](http://elinux.org/RPi_VNC_Server#Run_at_boot)

SunSpider testitulokset

