



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ilya Petrov

LAITEOHJAUS WEB-SELAIMEN KAUTTA KONEAUTOMAATIOSSA

Raspberry pi & WebIOPi

Tekniikka ja liikenne

2014

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Ilya Petrov
Opinnäytetyön nimi	Laiteohjaus web-selaimen kautta koneautomaatiossa
Vuosi	2014
Kieli	suomi
Sivumäärä	38
Ohjaaja	Marko Rantasalo

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda internetissä toimivan langattoman laitteen ohjaus Raspberry Pi luottokorttikokoisen tietokoneen avulla. Ohjauksen toteuttamiseksi käytettiin ranskalaisen ohjelmoijan Eric Ptakin kirjoittamaa WebIOPi-ohjelmistoa ja 3G- modeemia.

Lopputuloksena saatiin toimiva järjestelmä, jossa Raspberry Pi toimii palvelimena webhallintasivulle. Raspberry Pi GPIO-liityntöjen ohjaus onnistuu helppokäyttöisestä hallintasivusta internetin yli.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Ilya Petrov
Title	Device Control through a Web Browser in Machine Automation.
Year	2014
Language	Finnish
Pages	38
Name of Supervisor	Marko Rantasalo

The objective of this project was to create an online wireless device control by a credit card sized computer Raspberry Pi.

For implementation of the control www-page the WebIOPi framework was used, which is made by French programmer Erik Ptak and a 3G-modem for The Internet access.

The end result was a functional system in which the Raspberry Pi acts as a server for the www-control page. The control of the GPIO-pins is possible with an easy-to-use user interface over the Internet.

Keywords Raspberry Pi, WebIOPi, 3G, device control

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	RASPBERRY PI.....	6
3	LINUX-KÄYTTÖJÄRJESTELMÄ.....	9
	3.1 Raspbian.....	10
	3.1.1 Raspbian -käyttöjärjestelmän asennus	12
	3.2 Raspberry Pi:n ensimmäinen käynnistys	14
	3.3 SSH -yhteys ja Raspberry Pi:n verkkoasetukset.....	15
4	3G -YHTEYS	17
	4.1 3G -modeemin asennus ja asetukset	18
	4.2 Toimivuuden testaus muilla USB -modeemeilla ja SIM -korteilla.	22
5	WEBIOPI	24
	5.1 WebIOPI toimintaperiaate	24
	5.2 Asennus.....	25
	5.3 Ohjelman asetusten säätö.....	25
	5.3.1 Salasanan vaihto.....	26
	5.3.2 Hallintasivun asettaminen kotisivuksi.....	26
	5.4 WebIOPI:n tärkeät komennot projektin kannalta	28
6	LAITEOHJAUKSEN HALLINTASIVU	29
	6.1 HTML -koodi.....	31
	6.2 JavaScript -koodi	32
	6.3 CSS -koodi.....	34
7	YHTEENVETO	37
	LÄHDELUETTELO.....	38

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Raspberry Pi liitännät ja oheislaitteet	s. 6
Kuva 2. GPIO-liitynnät	s. 8
Kuva 3. Raspberry Pi käyttöjärjestelmien testi	s. 11
Kuva 4. Win32DiskImager. Levykuvan kirjoitus muistikortille	s. 13
Kuva 5. Win32DiskImager. Varmuuskopion kirjoitus muistikortille	s. 13
Kuva 6. Raspberry Pi asetusten säätö	s. 14
Kuva 7. Komennon <code>ifconfig</code> tulostus	s. 15
Kuva 8. Terminaali-ohjelma PuTTY	s. 16
Kuva 9. Huawei E173	s. 17
Kuva 10. Mobile Broadband asetusten säätö	s. 18
Kuva 11. Mobile Broadband asetusten säätö	s. 19
Kuva 12. Mobile Broadband asetusten säätö	s. 19
Kuva 13. Komennon <code>lsusb</code> tulostus	s. 21
Kuva 14. WebIOPi	s. 24
Kuva 15. WebIOPi asetusten säätö	s. 27
Kuva 16. WWW-hallintasivu	s. 29
Taulukko 1. Raspberry Pi model B tekniset ominaisuudet	s.7
Taulukko 2. 3G-modeemin merkkivalon ilmaisu	s.22
Taulukko 3. Huawei E173. Käynnistysaika minuuteissa	s.23
Taulukko 4. Huawei E3276. Käynnistysaika minuuteissa	s.23
Taulukko 5. Lähdöt	s.30
Taulukko 6. Sisääntulot	s.30

1 JOHDANTO

Työn taustana on Technobotnian koneautomaatiolaboratorion toive ohjata sähkölaitteita langattomasti ja keväällä 2013 tapahtunut tutustuminen Raspberry Pi luotokortin kokoisen tietokoneeseen. Siitä johtuen on syntynyt idea yhdistää koneautomaatiosovellukset ja harrastus insinööriytyössäni. Tämä sovellus tulee opetuskäyttöön koneautomaatiolaboratorioon, sillä laboratoriotöiden yhteydessä opiskelijoille voidaan näyttää, kuinka automaatiolaitteita voidaan ohjata vaikka omasta älypuhelimesta, missä ja milloin tahansa.

Opinnäytetyöohjaajan ja yksikön johtajan kanssa sovittiin hankintahinnasta, joka ei saa ylittää viittäsataa euroa. Mitään ammattimaista, ominaisuuksiltaan vastaavan laitetta, ei saa täällä hetkellä näin pienillä kustannuksilla.

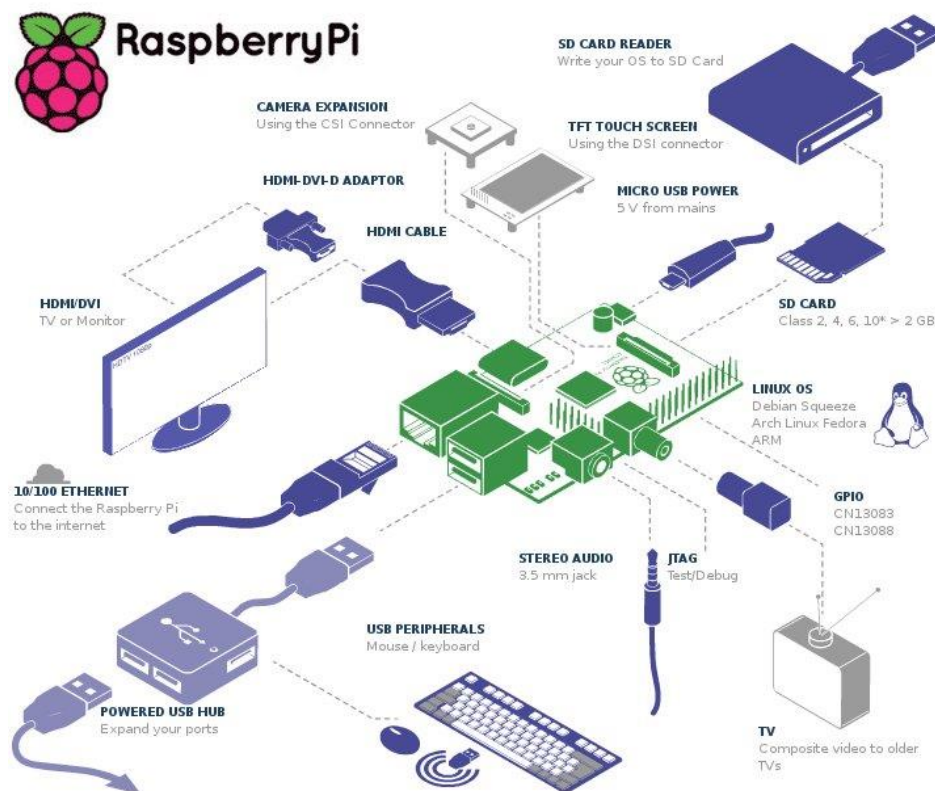
Insinööriytyössä on toteutettu internetissä toimiva hallintasivu Raspberry Pi model B GPIO -liityntöjen ohjaamiseksi. Näiden kautta voidaan ohjata mitä tahansa sähköllä toimivaa laitetta. Esimerkiksi hallintasivulla voidaan toteuttaa kodin automatisointia, tai ulkovalojen ohjaus voidaan kytkeä kiinni GPIO-liityntöihin, minkä jälkeen valot voidaan laittaa päälle ja sammuttaa hallintasivun avulla langattomasti internetin kautta.

Tässä työssä ohjataan PLC -logiikan tuloja ja lähtöjä. Alun perin oli tarkoitus toteuttaa ohjaus lähiverkossa WiFi -yhteyden avulla, mutta päätettiin mennä pidemmälle ja toteutettiin ohjaus 3G -verkon kautta.

Työn alkuosassa tutustutaan Raspberry Pi-tietokoneeseen, Linux-käyttöjärjestelmään ja 3G -tekniikkaan. Työn pääosassa perehdytään opinnäytetyön teoriapohjaan ja WebIOPi -sovellukseen, sekä käydään vaiheittain läpi koko asennus ja käyttöönottoprosessi.

2 RASPBERRY PI

Raspberry Pi on luottokortin kokoinen tietokone, joka kuitenkin voi toimia perinteisen pöytätietokoneen tavalla (**Kuva 1.**) Siihen voi liittää hiiren ja näppäimistön, web-kameran tai muistitikun. Sen voi myös yhdistää tietokonenäyttöön tai vaikkapa televisioon. Raspberry Pi:llä voidaan tehdä lähes kaikkia samoja asioita kuin pöytätietokoneellakin: tekstinkäsittely, teräväpiirtovideoiden katselu ja internetin selaus on mahdollista Raspberry Pi tietokoneella. Silti se on jotain muuta kuin tämän päivän tietokoneet: Raspberry Pi:n dokumentaatiot ovat luettavissa Raspberry Pi:n verkkosivuilla osoitteessa raspberrypi.org. Raspberry Pi:n suurin vahvuus onkin maailmanlaajuisessa tukiverkostossa. /14/



Kuva 1. Raspberry Pi liitännät ja oheislaitteet

Taulukko 1. Raspberry Pi model B tekniset ominaisuudet /3/

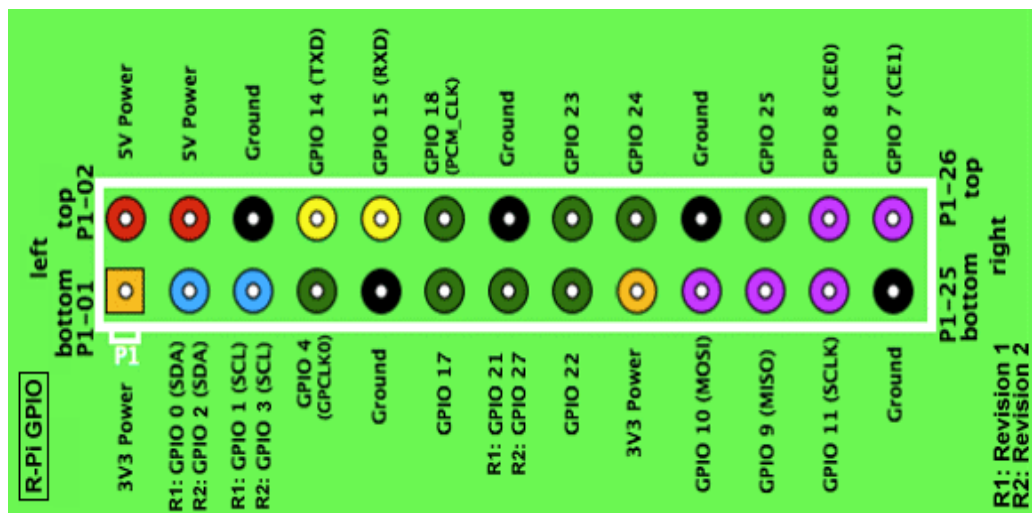
prosessori	Broadcom BCM2835 700MHz
muisti	RAM 512 MB
käyttöjärjestelmä	Linux
näytönohjain	Dual Core Video Core IV, OpenGL ES 2.0, 1080p
liitännät	USB 2.0, SD-card, HDMI, 3.5mm jack, RCA, Ethernet10/100. RJ45, GPIO
virtalähde	5 V Micro-USB 700 mA (3,5 W)
paino	45 g
koko	85,60 × 53,98 × 17 mm

Englantilainen Raspberry Pi Foundation on kehittänyt vapaaehtoisvoimin Raspberry Pi tietokoneen. Sen perustivat Cambridgen yliopiston tietokonelaboratorion kollegat: Jack Lang, Rob Mullins, Alan Mycroft ja Eben Upton. Tässä projektissa mukana olivat myös Pete Lomas (osallistui laitteiston suunnitteluun ja valmistukseen Nortcroft Technologies -yrityksessä) ja David Braben. Järjestön alkuperäinen tarkoitus oli opetuksen kehittäminen kouluissa. Tietokone julkaistiin vuonna 2012. /11/ /14/

Raspberry Pi tietokoneelle on löytynyt myöhemmin muita huomattavasti kauempana olevia käyttötarkoituksia kuin ryhmän alkuperäisissä tavoitteissa tietotekniikan opetukselle. Laitetta käytetään opetuskäytön lisäksi mm. robotiikan- ja säätötekniikan ohjauksessa, mediapalvelimena ja pelilaitteena. Raspberry Pi:n käyttöjärjestelmä on ilmainen ja se asennetaan muistikortille. Raspberry Pi:n käyttö vaatii hieman aktiivisuutta perehtyä laitteeseen. Se on käyttövalmis tietokone, joka toimitetaan ilman oheislaitteita ja virtalähdettä. Käyttöjärjestelmän ja muun tiedon tallentamiseen tarvitaan erillinen massamuisti. /11/ /14/

SD-muistikortilla on tärkeä rooli Raspberry Pi:n toiminnassa. Muistikorttiin asennetaan Raspberry Pi:n käyttämä käyttöjärjestelmä ja tiedostoja. Laitteen ollessa kytkettynä virtalähteeseen suoritetaan käynnistyslataajan koodi, joka lukee SD -muistikortilta toista koodia, jota käytetään Raspberry Pi:n käynnistykseen. Jollei laitteessa ole SD -muistikorttia paikoillaan, se ei käynnisty. Muistikortin pitää olla kirjoitettu erityisellä tavalla. /4/

General Purpose I/O (GPIO) ansiosta Raspberry Pi:tä voidaan käyttää myös elektroniikkaprojekteissa (**Kuva 2.**) GPIO on yleiskäyttöinen portti mikrokontrollereissa ja mikroprosessoreissa. GPIO voidaan ohjelmoida joko signaalin vastaanottajaksi tai lähettäjäksi. /4/



Kuva 2. GPIO-liitynnät

Liityntöihin voi viitata joko niiden fyysisen sijainnin mukaan numeroilla 1-26, sen mukaan mihin järjestelmäpiirin nastoihin ne on kytketty, tai dokumentaatiossa annetuilla nimillä. Liitynnät on yhdistetty suoraan järjestelmäpiiriin, joten vaurioiden välttämiseksi kytkentöjen suunnitteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota. Looginen jännitetaso on 0-3,3 V ja maksimi virta yhdelle pinnille on 50 mA. /4/

3 LINUX-KÄYTTÖJÄRJESTELMÄ

Linux on suomalaisen Linus Torvaldsin kehittämä käyttöjärjestelmä. Ensimmäinen epävirallinen versio Linuxista julkaistiin vuonna 1991 ja ensimmäinen virallinen Linux julkaistiin vuonna 1994. Linuxin kehitykseen oli osallistunut yli 100 henkilöä ympäri maailmaa. Linuxin nopean kehityksen mahdollistavana välineenä pidetään Internetiä, joka jo 1990-luvun alussa oli yliopistomaailmassa hyvin voimissaan. /9/

Tarkasti määriteltynä Linux-käyttöjärjestelmä tarkoittaa ”kerneliä” eli ydintä, mutta puhekielessä sillä tarkoitetaan ohjelmakokonaisuutta eli jakelupakettia, joka on koottu Linux-ytimen ympärille. Linux viittaa Linux-ydintä käyttävien Unixin kaltaisten käyttöjärjestelmien perheeseen. Se käyttää Linux-ydintä ja sen toiminta perustuu avoimen lähdekoodin ohjelmistojen kehitykseen. /16/

Open Source Initiative kehitti listan, jonka vaatimukset sanelevat, onko lähdekoodi todella avointa:

- Ohjelman tulee olla vapaasti levitettävissä ja välitettävissä.
- Ohjelman lähdekoodin on tultava ohjelman mukana tai sen täytyy olla vapaasti saatavilla.
- Johdettujen teosten luominen ja levitys on sallittua.
- Lisenssillä voi rajata lähdekoodin levittämistä sillä ehdolla, että korjaustiedostojen ja niiden lähdekoodien levittäminen sallitaan lisenssissä. Lisäksi voidaan vaatia, että johdettua teosta ei levitetä samalla nimellä tai versionumerolla kuin alkuperäistä teosta.
- Eri ihmisiä tai ihmisryhmiä ei saa asettaa eriarvoiseen asemaan.
- Käyttötarkoitusten rajoittaminen ei ole sallittua.
- Kaikilla ohjelman käyttäjillä on samat oikeudet.

- Ohjelman lisenssi ei saa olla riippuvainen laajemmasta ohjelmistokokonaisuudesta, vaan kokonaisuudesta irrotettunakin ohjelmaan liittyvät oikeudet säilyvät.
 - Lisenssi ei voi asettaa minkäänlaisia ehtoja muille ohjelmille. Ohjelmaa saa levittää sellaisten ohjelmien yhteydessä, joiden lähdekoodi on suljettua.
 - Lisenssin sisällön täytyy olla täysin riippumaton teknisestä toteutuksesta.
- /2/

Käyttöjärjestelmään voidaan törmätä miltei kaikkialla. Sitä käytetään tietokoneissa, matkapuhelimissa, pelikonsoleissa, palvelimissa ja supertietokoneissa. Se on maailman käytetyin palvelinkäyttöjärjestelmä. Ohjelmiston lähdekoodia saa jokainen vapaasti muokata ja levittää kaupallisesti erilaisten lisenssien ehdoilla tai ilmaiseksi. Levitettäviä ohjelmistopaketteja yleensä kutsutaan nimellä Linux-jakelupaketti. /9/

Nykyään Torvalds pitää edelleen huolta Linuxin ytimen päivittämisestä ja uusien virallisten versioiden julkaisemisesta, mutta hänen lisäksi Linuxia kehittämässä on runsas avustajajoukko. /16/

Linux on hyvin yksinkertainen ja looginen käyttöjärjestelmä. Yleisimmät Linuxin ongelmat on ratkaistu jo kauan sitten, ja kun jokin ei toimi, yhteisö opettaa korjaamaan ongelman. Linuxia käyttämällä myös oppii nopeasti sen käyttämistä tukevat perusteet tietokoneiden toimintaperiaatteesta ja ohjelmoinnista.

3.1 Raspbian

Raspberry Pi:n käyttöjärjestelmäksi voidaan valita useista eri vapaan ja avoimen lähdekoodin Gnu/Linux-käyttöjärjestelmistä. Käyttöjärjestelmät ovat yhteisöllisesti suunniteltu Raspberry Pi:tä varten, eli ohjeita ja apua ongelmanratkaisuun saa todella runsaasti internetistä. /10/

Käyttöjärjestelmäksi valitaan tätä projektia varten Raspbian -käyttöjärjestelmä, joka on voittanut LinuxUser & Development Magazinen lehden Raspberry Pi:lle tarkoitettujen käyttöjärjestelmien testissä (**Kuva 3.**)

In brief: Compare and contrast our verdicts

	 Raspbian	 Arch Linux	 Fedora 18 Remix	 Slitaz	 Gentoo	 RISC OS
Installation & support	Just put it on an SD card and go, extra config optional 9	As one of the recommended distros, it's well supported 8	Little support, but the only one with graphical setup 7	Supported fairly well, and no further config after install 7	Gentoo is horrendously difficult to install and set up 5	It's been supported for over a decade with no proper home, now it has one 9
Ease of use	The easiest any Linux distro can be 8	Command-line by default is not the easiest 5	Very slow, making it sometimes frustrating 6	Command Line only, and uses a lot of its own software 5	Gentoo's extreme customisability makes it hard to use 2	A simple windowed interface, albeit different from others 7
Stability	Even when overclocking, Raspbian is extremely stable 8	Very stable thanks to a fairly simple build 9	Crashed and froze on us on multiple occasions 4	Simple, fast and very stable 9	We didn't encounter any problems using Gentoo 8	Built for ARM, and has many years of updates 9
Features & capabilities	Very customisable, and has access to plenty of packages 9	A good amount of software, nothing Pi-specific though 7	Full of free software and some Pi-specific packages 7	Packages are extremely lacking, and it's designed only really to be a server 3	It is the most configurable and customisable distro of the selection 10	As RISC is effectively obsolete, it does not have much available software 3
Overall	A great distro for any level of Linux user 9	While not the easiest to use or set up, it is highly configurable 7	Slow, buggy and generally not as good to use as Raspbian 5	Slitaz can be used for very little, although it does that one thing fine 4	Difficult to recommend over Arch for anyone choosing between them 6	It may be nostalgic, but there's little reason to use RISC as your main OS 5

Kuva 3. Raspberry Pi käyttöjärjestelmien testi /17/

Raspbian -käyttöjärjestelmä on Debian -käyttöjärjestelmästä Raspberry Pi:lle optimoitu versio. Käyttöjärjestelmä sisältää joukon perusohjelmia ja apuohjelmia, joilla saa käytettyä Raspberry Pi:ta. Raspbian tarjoaa enemmän kuin pelkän käyttöjärjestelmän, sillä mukana tulee yli 35000 pakettia, esikäännettyjä ohjelmistopaketteja helppoa asennusta varten. /10/

Raspbian kehitetään edelleen aktiivisesti, ja päätarkoituksena on parantaa ohjelmistopakettien stabiilisuutta ja suorituskykyä. Vaikka Raspbian on suunniteltu Raspberry Pi:n tietokoneille, se ei kuitenkaan ole sidoksissa Raspberry Pi Foundationin kanssa, sitä on kehittänyt ryhmä entusiasteja. /10/

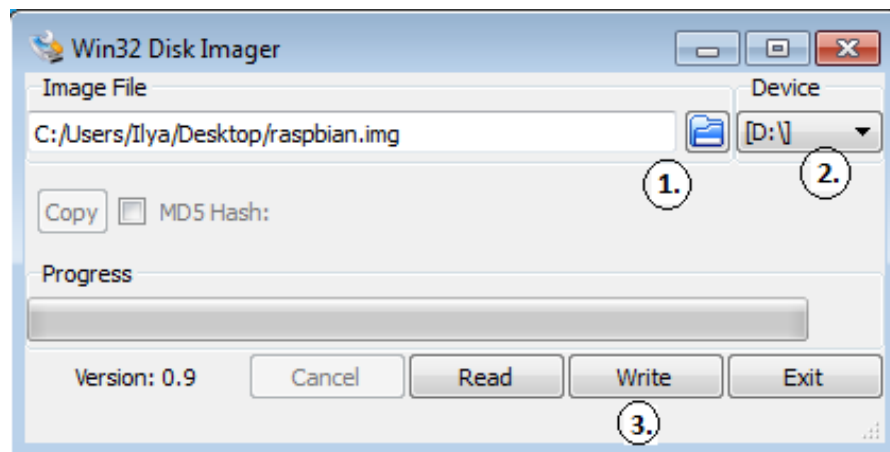
Raspberry Pi:n käyttöjärjestelmät ovat sulautettuja järjestelmiä, Raspbian ei juuri eroakaan kotikäytössä olevasta Debian -järjestelmästä. Sulautettua järjestelmää voidaan ajatella käyttöjärjestelmänä, joka on jossain muussa yhteydessä käytössä kuin kotikoneella tai palvelimella ja juuri sitä laitteistoa varten rakennettu, eli se on sulautettu laitteistoon. /10/

3.1.1 Raspbian -käyttöjärjestelmän asennus

Tässä luvussa käydään läpi käyttöjärjestelmän asennus SD -muistikortille. Kaikki valmistelut tehdään Windows-käyttöjärjestelmällä varustetulla tietokoneella. Käyttöjärjestelmä asennetaan muistikortille ja se vie tilaa noin 2 GB. Jotta tallennustilan kanssa ei tulisi ongelmia projektin edetessä, valitaan 8 GB:n muistikortti. Valitun kortin nopeusluokka on Class 10.

Asennetusta ja säädetyistä käyttöjärjestelmästä voidaan tehdä varmuuskopio. Tällöin, jos Raspberry Pi tai muistikortti hajoa tai katoa, niin koko projekti on todella helppo palautta alkuperäiseen toimivaan kuntoon, tai vaikka kopioida projekti toiselle Raspberry Pi:lle.

- 1) Ladataan viimeisin Raspbian -käyttöjärjestelmän versio ja puretaan zip -tiedosto: http://downloads.raspberrypi.org/raspbian_latest
- 2) Ladataan Win32DiskImager ohjelma (lataus käynnistyy automaattisesti) ja asennetaan:
<http://sourceforge.net/projects/win32diskimager/files/latest/download>
- 3) Alustetaan SD-kortti Windowsin työkalulla FAT32-tiedostojärjestelmään
- 4) Laitetaan muistikortti tietokoneen muistikorttilukijaan ja käynnistetään ohjelma Win32DiskImager.
- 5) Painetaan kansio-kuvaketta ja valitaan Raspbian.img. Aloitetaan levykuvan kirjoitus muistikortille painamalla Write-painiketta (**Kuva 4.**)

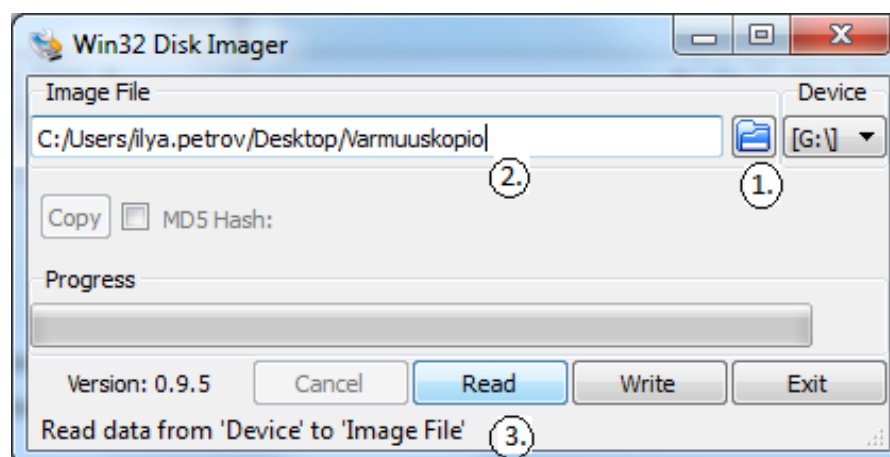


Kuva 4. Win32DiskImager. Levykuvankirjoitus muistikortille.

- 6) Kun kirjoitus on valmis, saadaan ilmoitus "Write succesful" ja poistetaan muistikortti turvallisesti tietokoneesta. /11/

SD-kortilla oleva käyttöjärjestelmä projektin päätyessä tehdään varmuuskopio seuraavalla tavalla.

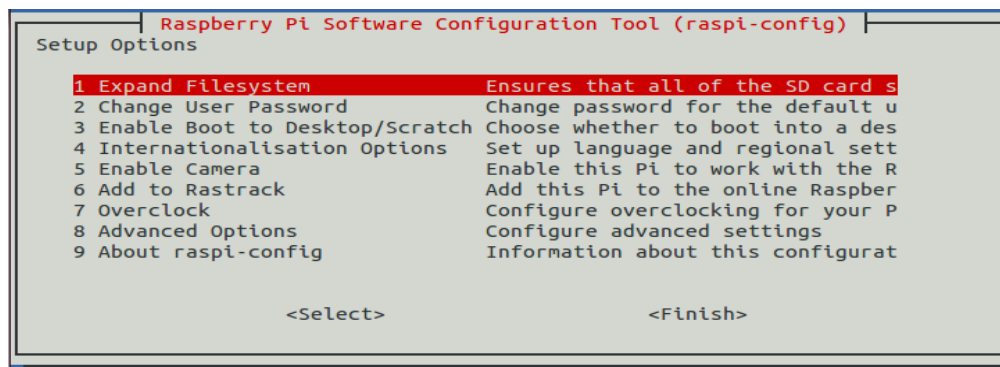
- 1) Laitetaan muistikortti tietokoneen muistikorttilukijaan ja käynnistetään ohjelma Win32DiskImager.
- 2) Painetaan kansio-kuvaketta, annetaan Varmuuskopio.img nimeksi. Aloitetaan varmuuskopiointi painamalla Read-painiketta (**Kuva 5.**)



Kuva 5. Win32DiskImager. Varmuuskopion kirjoitus muistikortille

3.2 Raspberry Pi:n ensimmäinen käynnistys

Kuin käynnistetään Raspberry Pi ensimmäisen kerran, liitetään näyttö, näppäimistö, hiiri ja Ethernet-kaapeli internet yhteyttä varten. /11/



Kuva 6. Raspberry Pi asetusten säätö

Käynnistyksen yhteydessä avautuu ikkuna, jossa määritellään Raspberry Pi:n asetuksia (**Kuva 6.**) Sama ikkuna voidaan avata komennolla `sudo raspi-config`

- 1) *Expand Filesystem* -asetuksella, sallitaan tietokoneen käyttää SD -kortin koko muistitila. Muutos astuu voimaan seuraavan käynnistyksen yhteydessä.
- 2) *Change User Password* -asetuksella vaihdetaan käyttäjän salasana. Oletuksena käyttäjänimi on `pi` ja salasana on `raspberry`.
- 3) *Internationalization Options* -asetuksella voidaan tarvittaessa muuttaa käyttöjärjestelmän kieltä, aikavyöhykettä ja näppäimistön asetuksia. Laiteetaan aikavyöhykkeeksi Helsinki.
- 4) Lopuksi painetaan *Finish*.
- 5) Käynnistetään tietokone uudelleen komennolla `sudo reboot`.

Kuin laite on käynnistynyt uudelleen, kirjaututaan sisään. Tässä vaiheessa on tärkeä hakea käyttöjärjestelmän viimeiset päivitykset komennolla

```
sudo apt-get update && sudo apt-get upgrade -y
```

Toiminto kestää jonkun ajan internet-yhteyden nopeudesta riippuen. Jotta halutaan siirtyä graafiseen tilan työpöydälle, komentoriville pitää antaa komento `startx./14/`

Tässä projektissa ei juurikaan käytetty Raspberry Pi:n graafista ympäristöä. Kaikki asetukset ja ohjelmointi on tehty käyttäen Linuxin komentoriviä SSH -yhteyden avulla.

3.3 SSH -yhteys ja Raspberry Pi:n verkkoasetukset

Secure Shell-protokolla on merkkipohjainen etähallintaprotokolla, jonka avulla luodaan turvallinen etäyhteys verkon yli serverin ja asiakasohjelman välille.

SSH käyttää TCP:n porttia 22. /9/

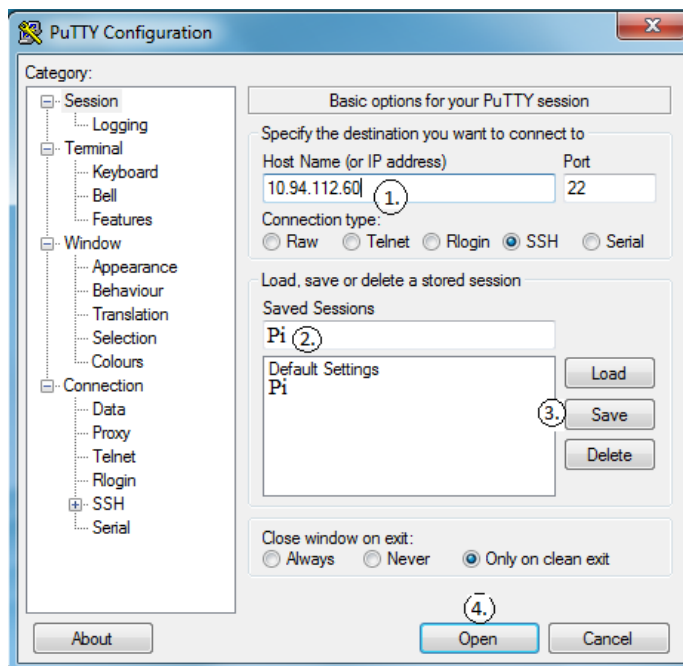
Etähallintaa varten käytetään terminaali-ohjelmaa PuTTY, jonka ladataan Windows-tietokoneelle linkistä: <http://the.earth.li/~sgtatham/putty/latest/x86/putty.exe> Seuraavaksi selvitetään Raspberry Pi:n IP-osoite. Komennolla `ifconfig` tulostuu näytölle verkkokortin asetukset (**Kuva 7.**) /1/

```
pi@raspberrypi ~ $ ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr b8:27:eb:f1:da:d1
          inet addr:10.94.112.60  Bcast:10.94.112.255  Mask:255.255.255.0
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:37242 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:3514 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:54778279 (52.2 MiB)  TX bytes:314360 (306.9 KiB)

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Metric:1
          RX packets:8 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:8 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:1104 (1.0 KiB)  TX bytes:1104 (1.0 KiB)
```

Kuva 7. Komennon `ifconfig` tulostus.

Käynnistetään Windows-tietokoneella putty.exe ohjelma ja kirjoitetaan IP -osoite kenttään *Host Name*. Tallennetaan sessio antamalla sille nimi, painetaan *Save* ja lisäksi *Open* (Kuva 8.)



Kuva 8. Terminaali-ohjelma PuTTY.

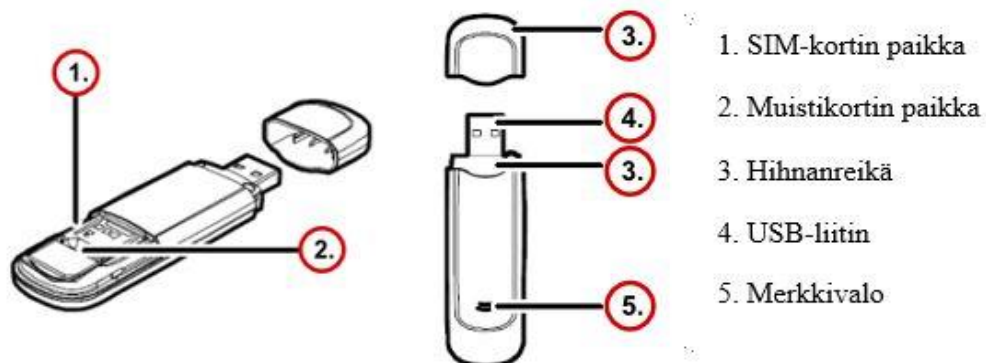
Tästä lähtien kaikki asetukset voi tehdä SSH -yhteyden avulla. Raspberry Pi ei tarvitse enää omaa näyttöä tai näppäimistöä. Kirjaututaan syöttämällä käyttäjänimi ja salasana. Liitä-toiminto terminaali-ohjelmassa toimii hiiren oikealla napilla.

4 3G -YHTEYS

3G -yhteyttä käytetään käyttökohteissa, joissa ei ole tarjolla kiinteää verkkoyhteyttä. Näitä paikkoja ovat esimerkiksi liikkuvat kohteet kuten autot ja veneet. 3G -yhteyden kaistanleveys riittää hyvissä olosuhteissa etähallintasivun käyttöön. Teoreettiset maksimisiirtonopeudet ovat 384 kb/s ja 7,2 Mb/s välillä. Käytettävä 3G -verkko vaihtelee sen alueen mukaan, jossa päätelaite sillä hetkellä on. 3G -verkkojen peittoalueeseen kuuluu kaikki suuret asutuskeskukset. /6/

Mobiiliyhteyttä käytettäessä palveluntarjoajalta saadaan yhteyskohtainen IP -osoite, joka vaihtelee jokaisella yhteysistunnolla. Lisäksi palveluntarjoajat rajoittavat verkosta käyttäjälle suuntautuvaa liikennettä, mikä käytännössä estäisi etäistuntojen muodostamisen. Tätä projektia varten on tilattu Sonera -liittymä kiinteällä IP -osoitteella. Palveluntarjoilija laskuttaa palvelusta kuukausittain kiinteän summan, jonka suuruus on 11 €/kk.

Projektin rakentamisen -ja testausvaiheessa käytetään Huawei E173 USB -modeemia (**Kuva 9.**) Se käyttää sekä 2G-tekniikoita, että varsinaisia 3G -tekniikoita. Lopullisessa versiossa käytetään Huawei E3276 USB -modeemia. /12/



Kuva 9. Huawei E173 /13/

Luvussa 4.2 testataan laitteen toimivuutta käyttäen näitä USB -modeemeja ja muiden operaattoreiden SIM -kortteja.

4.1 3G -modeemin asennus ja asetukset

Koska tässä projektissa käytetty SIM -kortti on varustettu kiinteällä IP -osoitteella, ennen USB -modeemin käyttöönottoa täytyy muuttaa sen oletusasetuksia USB- modeemin mukana tulevan ohjelman avulla. Valmistelu suoritetaan vain uuden SIM-kortin tai uuden USB -modeemin käyttöönoton yhteydessä. Se kannattaa suorittaa Windows-käyttöjärjestelmällä varustetulla tietokoneella. On myös hyvä testata yhteyden toimivuus Windows-koneella. /5/

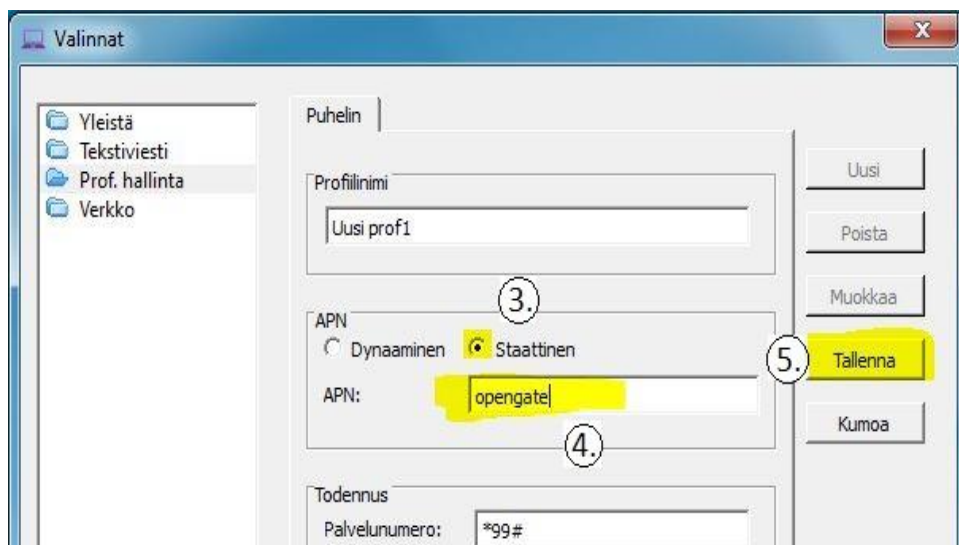
Valmisteluvaihe suoritettiin Mobile Broadband -ohjelman avulla. Ohjelma on tullut Huauwei E3276 USB -modeemin mukana.

- 1) Liitetään modeemi tietokoneen USB -porttiin.
- 2) Asennetaan ohjelma Mobile Broadband Windows-tietokoneelle.
- 3) Avataan asetukset
- 4) Painetaan ”Prof.hallinta” ja sitten ”Uusi” (**Kuva 10.**)



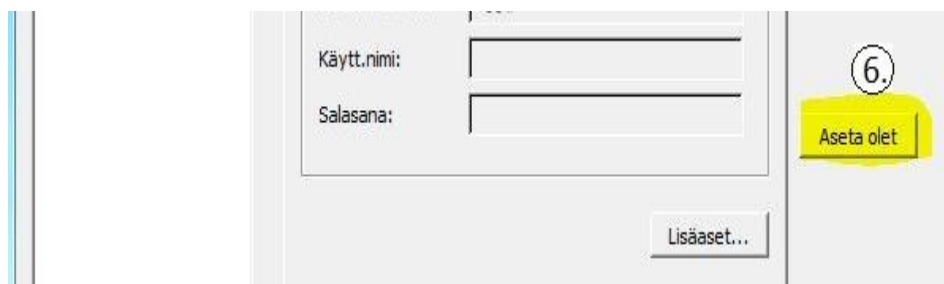
Kuva 10. Mobile Broadband asetusten säätö .

- 5) Valitaan APN ”staattinen”, kirjoitetaan ”opengate” ja tallennetaan (**Kuva 11.**)



Kuva 11. Mobile Broadband asetusten säätö.

6) Laitetaan uusi profiili oletusprofiiliksi (**Kuva 12.**)



Kuva 12. Mobile Broadband asetusten säätö.

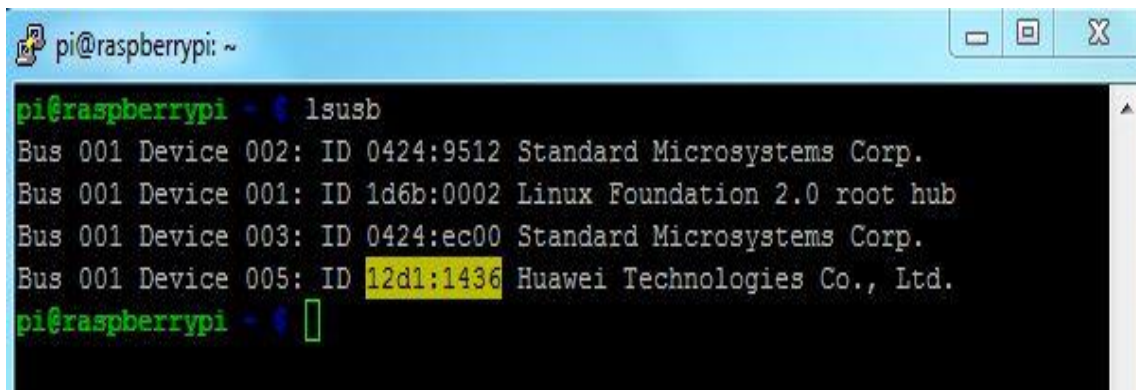
7) Otetaan SIM -kortin PIN -kysely pois päältä.

3G -modeemia ohjataan Raspberry Pi:lle ladatuilla Sakis3g ja UMTSkeeper -ohjelmissa. Molemmat ohjelmat ovat avoimen lähdekoodin ohjelmia. Tässä luvussa käydään läpi niiden asennus ja asetusten säätö vaiheittain, sekä käydään läpi tarvittavien ajurien asennus. /1/

- 1) Tehdään ohjelmille oma hakemisto ja siirrytään siihen
`mkdir ~/3g && cd ~/3g`
- 2) Ladataan Sakis3g ohjelma linkistä
`wget http://sourceforge.net/projects/vim-n4n0/files/sakis3g.tar.gz`
- 3) Puretaan pakattu tiedosto
`tar -xzvf sakis3g.tar.gz`
- 4) Annetaan Sakis3g ohjelmalle täydet oikeudet
`chmod +x sakis3g`
- 5) Ladataan UMTSkeeper ohjelma linkistä
`wget http://zool33.uni-graz.at/petz/umtskeeper/src/umtskeeper.tar.gz`
- 6) Puretaan pakattu tiedosto
`tar -xzvf umtskeeper.tar.gz`
- 7) Annetaan UMTSkeeper ohjelmalle täydet oikeudet
`chmod +x umtskeeper`
- 8) Siirrytään kotihakemistoon ja asennetaan point-to-point protokollan ajurit
`cd && sudo apt-get install ppp -y`
- 9) Asennetaan USB -modeemin ajurit
`sudo apt-get install usb-modeswitch -y`
- 10) Sammutetaan Raspberry Pi komennolla `sudo halt` liitetään USB -modeemi USB -porttiin ja kytetään mikrotietokone päälle.

11) Selvitetään modeemin osoite muodossa "xxxx:xxxx" (**Kuva 13.**)

```
lsusb
```



```
pi@raspberrypi: ~
pi@raspberrypi ~$ lsusb
Bus 001 Device 002: ID 0424:9512 Standard Microsystems Corp.
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
Bus 001 Device 003: ID 0424:ec00 Standard Microsystems Corp.
Bus 001 Device 005: ID 12d1:1436 Huawei Technologies Co., Ltd.
pi@raspberrypi ~$
```

Kuva 13. Komennon `lsusb` tulostus

12) Avataan ajastuspalvelutiedosto editointia varten komennolla.

```
crontab -e
```

13) Lisätään tiedoston loppuun teksti (Huom! `USBMODEM='xxxx:xxxx'`):

```
@reboot sudo /home/pi/3g/umtskeeper --
sakisoperators "USBINTERFACE='0' OTHER='USBMODEM'
USBMODEM='12d1:1436' APN='CUSTOM_APN' CUS-
TOM_APN='opengate' APN_USER='0' APN_PASS='0'" --
sakisswitches "--sudo --console" --devicename
'Huawei' --log --silent --nat 'no' &
```

14) Painetaan `Ctrl+X` → `Y` → `Enter`

15) Käynnistetään Raspberry Pi uudelleen

```
sudo reboot
```

Kohdassa 12 esitetty koodipätkä pitää yllä 3G -yhteyden jatkuvasti. Se ajaa yhteyden ylös heti laitteen käynnistettäessä. Jos yhteys katkeaa, koodi ajaa sen ylös saman tien. /1/

Tällä tavalla toteutettu yhteyden avaaminen on täysin riippumaton 3G -palveluntarjoajasta, mutta USB -modeemeista on kokeiltu vain Huawei E173 ja E3276 -modeemeja. Todennäköisesti se toimisi monella muilla täällä hetkellä myynnissä olevilla USB -modeemeilla. USB -modeemin vaihtotapauksessa täytyy käydä edellä mainitussa ohjeessa kohdat 10-14 uudelleen läpi. /1/

Esitetyn koodin `CUSTOM_APN='opengate'`-osuus tarkoittaa, että käytössä on kaksisuuntainen tietoliikenne. APN -asetukset täytyy aina varmistaa 3G-palveluntarjoajalta.

4.2 Toimivuuden testaus muilla USB -modeemeilla ja SIM -korteilla.

Tässä luvussa tarkastetaan toimivuus ja käynnistyksen nopeus. Testataan kolme SIM-korttia ja kaksi USB -modeemia. SIM-kortteja jotka eivät salli kaksisuuntaista tietoliikennettä, käytetään asetuksella `CUSTOM_APN='internet'`.

Saadut tulokset esitetään taulukoissa 3 ja 4. Testin perusteena otetaan ajanjakso virran kytkemisestä päälle laitteen käyttövalmiuteen asti, jonka osoittaa modeemien merkkivalon ilmoitus ja hallintasivun käyttövalmius (**Taulukko 2, rivi 5 tai 6.**)

Taulukko 2. 3G -modeemin merkkivalon ilmaisu. /13/

Merkkivalo		Modeemin tila
1	Vihreä, vilkkuu kahdesti 3 s välein	virta on kytkettynä
2	Vihreä, vilkkuu kerran 3 s välein	rekisteröitymässä 2G-verkkoon
3	Sininen, vilkkuu kerran 3 s välein	rekisteröitymässä 3G/3G+-verkkoon
4	Palaa tasaisesti vihreänä	on yhteydessä 2G-verkkoon
5	Palaa tasaisesti sinisenä	on yhteydessä 3G-verkkoon
6	Palaa tasaisesti syaanina	on yhteydessä 3G+-verkkoon
7	Pois päältä	USB -tikku on irrotettu

Taulukko 3. Huauwei E173. Käynnistysaika minuuteissa.

Käynnistyskerta	1	2	3	4	5
Elisa	2:33	2:33	2:35	2:32	2:30
Saunalahti	2:32	2:33	2:31	2:36	2:28
Sonera	2:26	2:34	2:30	2:29	2:27

Taulukko 4. Huawei E3276. Käynnistysaika minuuteissa.

Käynnistyskerta	1	2	3	4	5
Elisa	1:36	2:05	1:38	1:34	1:53
Saunalahti	1:37	1:36	1:39	1:42	1:37
Sonera	1:32	1:34	1:32	1:33	1:34

Täytyy ottaa huomioon, että laitteen käynnistysaika riippuu 3G -verkon voimakkuudesta ja USB -modeemin ominaisuuksista. Uudemman sukupolven modeemit käynnistyvät nopeammin. /6/

Raspberry Pi USB -modeemilla vaatii enemmän virta, joten laitteen toimivuuden kannalta on syytä varmistaa sisääntulovirran suuruutta ainakin 1,5 A virrasta ylöspäin. /5/

Testin aikana on huomattu, että Raspberry Pi:n olleessa sammutettuna, USB -modeemit kuluttavat sähkövirtaa. Sen tunnistaa merkkivalosta (**Taulukko 2.**) Projektin kannalta se ei ole oleellinen puute, tällöin USB -modeemin virrankulutus pidetään olemattoman pienenä.

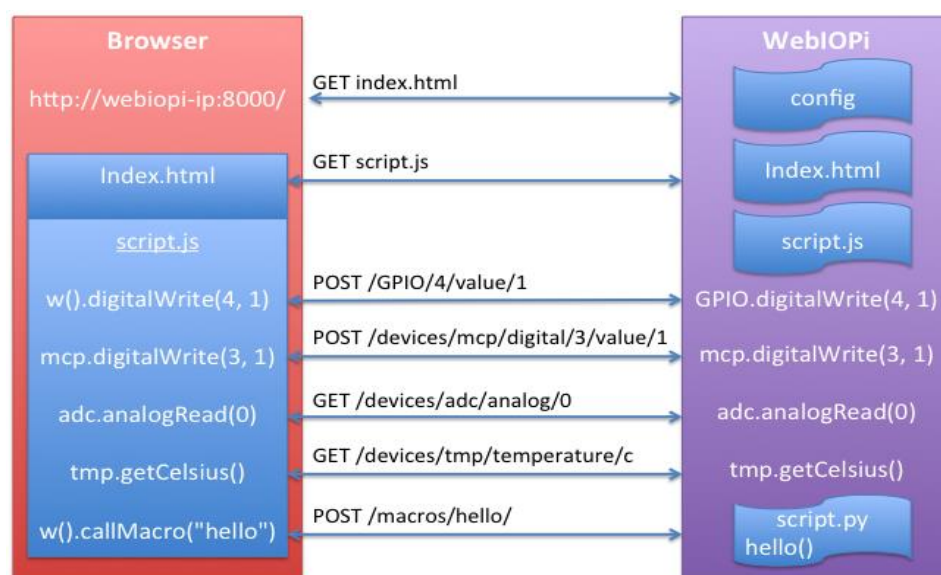
5 WEBIOPi

Ranskalaisen ohjelmoijan Erik Ptakin kehittämä ohjelmistokehys WebIOPi on tämän projektin tärkein ohjelmisto-osa. Sovelluksesta on julkaistu kaksi artikkelia MagPi -lehdessä.

WebIOPi on ohjelmistokehys, jonka puitteissa voidaan hallita Raspberry Pi GPIO-liittynät Internet-selaimen kautta pöytätietokoneelta tai mobiililaitteelta. Ohjelmasta löytyy lisää tietoa sen kotisivulla <https://code.google.com/p/webiopi/> /15/

5.1 WebIOPi toimintaperiaate

WebIOPi sisältää HTTP -palvelimen, joka tarjoaa HTML -resurssit ja AJAX -tekniikan. Internet -selain lataa HTML -tiedoston ja sen jälkeen sisällytetty JavaScript suorittaa asynkroniset http -kyselyt palvelimeen hallitakseen ja päivittääkseen asioita (**Kuva 14.**) /15/



Kuva 14. WebIOPi /15/

AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) on tekniikka, joka käyttää JavaScript- ja XML -tekniikoita lähettämään dataa www -selaimen ja www -palvelimeen välillä. Tätä tekniikka käyttävät sovellukset voivat lähettää ja vastaanottaa dataa lataamatta koko sivua. Tämä tehdään lähettämällä http -pyyntö palvelimelle ja muokkaamalla vain osaa www-sivusta JavaScript -ohjelmalla. /8/

5.2 Asennus

WebIOpi asennus on todella yksinkertainen. Asennusohjeet löytyvät myös ohjelman kotisivulla.

- 1) Ladataan WebIOpi asennusohjelma

```
wget
```

```
http://sourceforge.net/projects/webiopi/files/WebIOpi-0.7.0.tar.gz
```

- 2) Puretaan pakattu tiedosto.

```
tar xvzf WebIOpi-0.7.0.tar.gz
```

- 3) Siirrytään hakemistoon

```
cd WebIOpi-0.7.0
```

- 4) Käynnistetään asennusohjelma /15/

```
sudo ./setup.sh
```

5.3 Ohjelman asetusten säätö

WebIOpi voidaan muokata oman tarpeensa mukaan. Oletuksena käyttäjätunnus ja salasana ovat: webiopi ja raspberry. Tätä projektia varten on tarpeen vaihtaa

salasanaa, koska laite on avoimesti internetissä. Tässä luvussa tutustutaan salasa-
na- ja kotisivuvaihtoon.

5.3.1 Salasanan vaihto

Projektin kannalta on tärkeä vaihtaa oletussalasana.

- 1) Annetaan salasanan vaihtokomento

```
sudo webiopi-passwd
```

- 2) Syötetään käyttäjätunnus ”webiopi”

```
WebIOPi passwd file generator
```

```
Enter Login: webiopi
```

- 3) Syötetään ja vahvistetaan uusi salasana

```
Enter Password:
```

```
Confirm password:
```

- 4) Salasana on vaihtunut ja tallentunut onnistuneesti

```
Hash:
```

```
e70c940a189251e9cd4515b3a1a6c6f02aa05c744a456ce360  
fe14bf2c5c0353
```

```
Saved to /etc/webiopi/passwd
```

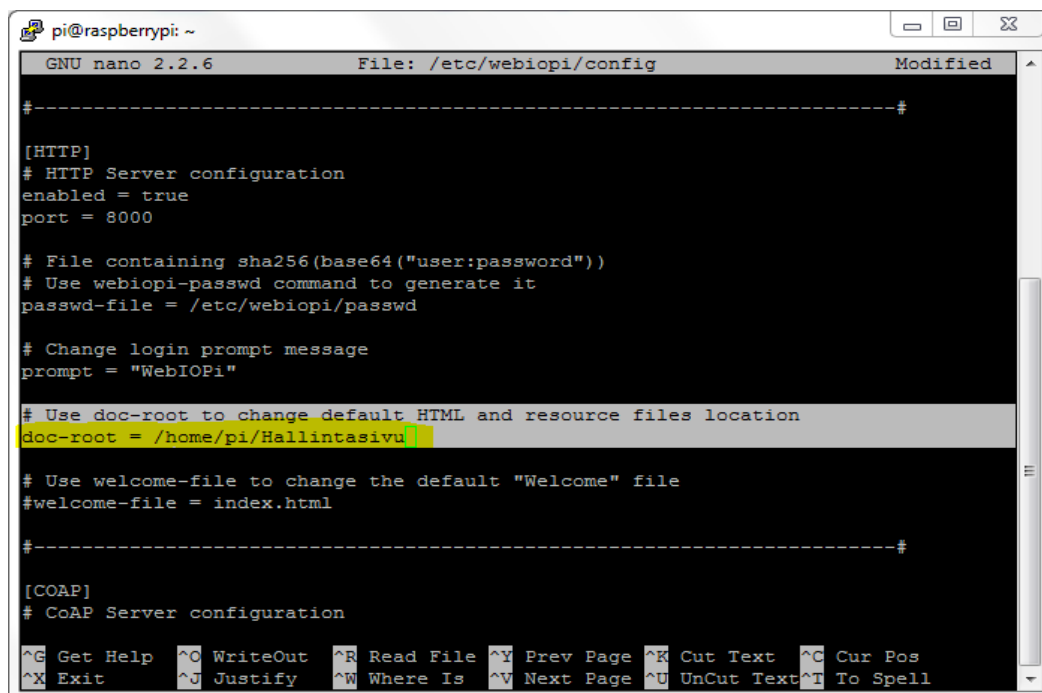
```
/15/
```

5.3.2 Hallintasivun asettaminen kotisivuksi

WebIOPi:n oletuskotisivu vaihdetaan tässä projektissa toteutetuksi hallintasivuksi. Tällöin hallintasivu on näkyvissä selaimen ikkunassa, kun mennään Raspberry Pi:n osoitteeseen.

- 1) Annetaan terminaali-ikkunaan komento:

```
sudo nano /etc/webiopi/config
```



```

GNU nano 2.2.6 File: /etc/webiopi/config Modified
#-----#
[HTTP]
# HTTP Server configuration
enabled = true
port = 8000

# File containing sha256(base64("user:password"))
# Use webiopi-passwd command to generate it
passwd-file = /etc/webiopi/passwd

# Change login prompt message
prompt = "WebIOpi"

# Use doc-root to change default HTML and resource files location
doc-root = /home/pi/Hallintasivu/

# Use welcome-file to change the default "Welcome" file
#welcome-file = index.html

#-----#

[COAP]
# CoAP Server configuration
^G Get Help ^O WriteOut ^R Read File ^Y Prev Page ^K Cut Text ^C Cur Pos
^X Exit ^J Justify ^W Where Is ^V Next Page ^U UnCut Text ^T To Spell

```

Kuva 15. WebIOPi asetusten säätö

- 2) Avatussa asetusten säätö-ikkunassa kohtaan ”doc-root” laitetaan hallintasivun hakemistopolku ja poistetaan merkki ”#” polun edestä (**Kuva 15.**)

Jos halutaan siirtyä takaisin WebIOPi:n oletus-kotisivulle, niin se tapahtuu laittamalla rivin ”doc-root” (**Kuva 15.**) eteen kommentointi merkki ”#”. /15/

Asetusten säätö-tiedostossa on muita WebIOPi:n asetuksia, jotka jätetään käsittelemättä, koska tässä projektissa niillä ei ole merkitystä. Lisää tietoa Asetusten säätö-tiedostossa löytyy <https://code.google.com/p/webiopi/wiki/CONFIGURATION>

5.4 WebIOPi:n tärkeät komennot projektin kannalta

Projektin ideana on, että hallintasivu käynnistyy samalla kun Raspberry Pi kytetään päälle. Sitä varten täytyy käynnistää WebIOPi -sovellus käyttöjärjestelmän käynnistyksen yhteydessä.

Ennen oletuksien määrittelyä, otetaan käyttöön tehdyt asetukset komennolla:

```
sudo webiopi -d -c /etc/webiopi/config
```

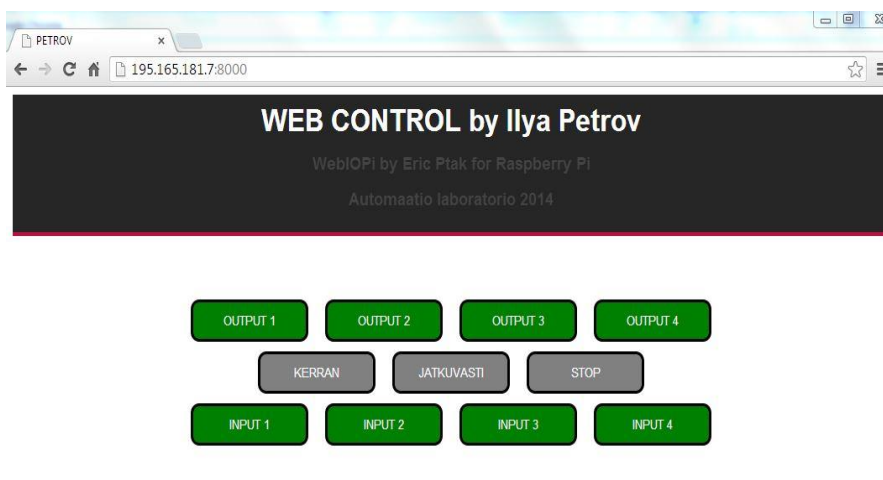
Komennolla `sudo update-rc.d webiopi defaults` määritetään WebIOPi:n käynnistys oletukseksi.

Komennolla `sudo update-rc.d webiopi remove` poistetaan sovellus autokäynnistyksestä. /15/

6 LAITEOHJAUKSEN HALLINTASIVU

Kun käyttäjä avaa Internet -selaimen ja kirjoittaa osoitekenttään Raspberry Pi:n tiedossa oleva IP-osoite 195.165.181.7:8000, tunnuksen ja salasanan antamisen jälkeen, avautuu hallintasivu (**Kuva 16.**)

Koko hallintapaneeli koostu seitsemästä painonapista ja neljästä indikaattorista. Ylempi rivi esittää lähdöt, keskimmäinen ohjausnapit ja alempi sisääntulot. Lähtöjen ja sisääntulojen tilanmuutokset ilmoitetaan värillä: vihreä tarkoittaa 0 ja punainen 1, jotka vastaavat jännitetasoa 0 ja 3.3 V Raspberry Pi:n GPIO -liitynnöillä.



Kuva 16. WWW-hallintasivu

Keskellä oleva rivi koostu kolmesta painonapista, joiden avulla ohjataan hallintasivun toiminta. Painamalla ”KERRAN”- nappia, lähtöjen ja tulojen tila päivittyy kerran. Jos ennen painallusta tulojen tai lähtöjen tila on muuttunut, siitä ilmoittaa värin muutos, mutta painaluksen jälkeen tilan muutosta ei havaita. Se on tehty verkkoliikenteen säästämisen takia.

Painamalla ”JATKUVASTI”- nappia lähtöjen ja tulojen tila päivittyy jatkuvasti joten verkkoliikenne on jatkuva. Se johtuu siitä, että internetselain sekunnin välein jatkuvasti lähettää http -kyselyt Raspberry Pi:lle selvittääkseen onko GPIO -liityntöjen tila muuttunut.

Oletuksena lähdöt ja sisääntulot ovat 0 -tilassa, mutta jos ennen hallintasivun avaamista tapahtuu tilanmuutos, väri ilmoittaa siitä. Painamalla ”OUPUT 1” - ”OUTPUT-4” -nappia, väri muuttuu punaiseksi ja jännite asettuu 3.3 V:ksi vastaavalla GPIO -liitynnällä (**Taulukko 6.**) Painamalla toisen kerran jännite pinnillä asettuu 0:ksi ja väri muuttuu vihreäksi.

Taulukko 5. Lähdöt

OUTPUT 1	GPIO 17
OUTPUT 2	GPIO 27
OUTPUT 3	GPIO 22
OUTPUT 4	GPIO 24

Sisääntulojen tilan muuttuessa ”INPUT 1” - ”INPUT 4” – indikaattoreiden värit muuttuvat vastaavalla tavalla: 0 on vihreä ja 1 on punainen, kun jännite muuttuu GPIO -liitynnällä (**Taulukko 7.**) Indikaattoreiden avulla voi seurata esimerkiksi digitaalisten antureiden tilanmuutosta, jonka perusteella käyttäjä voi suorittaa tarvittavia toimenpiteitä.

Taulukko 6. Sisääntulot

INPUT 1	GPIO 18
INPUT 2	GPIO 23
INPUT 3	GPIO 4
INPUT 4	GPIO 25

Täytyy muistaa, että kaikkien toimilaitteiden elektroniikkakytkennöissä on oltava samassa nollapotentiaalissa. /4/

Hallintasivun lähdekooditiedostot kerättiin `/home/pi/Hallintasivu` hakemiston alle. Lähdekoodi koostu kolmesta erillisestä tiedostosta. Tämä on tehty muokkauksen helpottamista varten. /15/

6.1 HTML -koodi

HTML on hypertekstin merkintäkieli. Se on avoimesti standardoitu kuvauskieli, jolla voidaan kuvata hyperlinkkejä sisältävää tekstiä eli hypertekstiä. HTML:llä voidaan myös merkitä tekstin rakenne, eli esimerkiksi se, mikä osa tekstistä on otsikkoa ja mikä leipätekstiä. HTML tunnetaan erityisesti kielenä jolla nettisivut on koodattu. /8/

Koodi sijoitetaan omaan tiedostoon ja annetaan *index.html* nimeksi. /15/

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transi-
tional//EN" "http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">
<html>
<head>

<title>PETROV</title>

<link rel="stylesheet" type="text/css"
href="style.css">
<script type="text/javascript"
src="/webiopi.js"></script>
<script type="text/javascript"
src="script.js"></script>
</head>

<body>
<header>
```



```
<h1>WEB CONTROL by Ilya Petrov</h1>
<h2>WebIOPi by Eric Ptak for Raspberry Pi</h2>
<h2>Automaatio laboratorio 2014</h2>
</header>
<div id="In"></div>
<div id="Set"></div>
<div id="Out"></div>
</body>
</html>
```

6.2 JavaScript -koodi

JavaScript on komentasarjakieli, jota käytetään www -sivuilla mm. lisäämään toiminnallisuutta, tarkistamaan www -lomakkeita, sekä keskustelemaan palvelimen kanssa. JavaScript otetaan käyttöön hallintasivulla linkittämällä HTML -dokumentin alkuun JavaScript -tiedosto. /8/

Koodi sijoitetaan omaan tiedostoon ja annetaan *script.js* nimeksi. /15/

```
webiopi().ready(function() {

    webiopi().refreshGPIO(false);
    webiopi().setFunction(17, "OUT");
    webiopi().setFunction(27, "OUT");
    webiopi().setFunction(22, "OUT");
    webiopi().setFunction(24, "OUT");

    webiopi().setFunction(18, "IN");
    webiopi().setFunction(23, "IN");
    webiopi().setFunction(4, "IN");
    webiopi().setFunction(25, "IN");
```

```
var
button = webiopi().createGPIOButton(17,"OUTPUT 1");
$("#In").append(button);

button = webiopi().createGPIOButton(27,"OUTPUT 2");
$("#In").append(button);

button = webiopi().createGPIOButton(22,"OUTPUT 3");
$("#In").append(button);

button = webiopi().createGPIOButton(24,"OUTPUT 4");
$("#In").append(button);

button = webiopi().createGPIOButton(18,"INPUT 1");
$("#Out").append(button);

button = webiopi().createGPIOButton(23,"INPUT 2");
$("#Out").append(button);

button = webiopi().createGPIOButton(4,"INPUT 3");
$("#Out").append(button);
button = webiopi().createGPIOButton(25,"INPUT 4");
$("#Out").append(button);

button = webiopi().createButton("T", "KERRAN", kal);
$("#Set").append(button);

button = webiopi().createButton("T", "JATKUVA", kall);
$("#Set").append(button);
```

```
button = webiopi().createButton("T", "STOP", kal2);
$("#Set").append(button);});

function kal(){webiopi().refreshGPIO(false);}

function kall(){webiopi().refreshGPIO(true);}

function kal2(){window.location.reload(true);}
```

6.3 CSS -koodi

CSS:n kanssa voidaan määritellä HTML -objekteille, kuten painonappeille, omia tyylejä. Esimerkiksi voidaan asettaa mm. nappien koko, reunus ja taustaväri. Yleensä CSS-tyylitiedosto otetaan käyttöön linkittämällä se HTML -dokumentin alkuun. /8/

Koodi sijoitetaan omaan tiedostoon ja annetaan *style.css* nimeksi. /15/

```
body { text-align: center; }

header {
    font-family: sans-serif, monospace;
    vertical-align: middle;
    background: #262626;
    border-bottom: 4px solid #bd1143;
    padding: 8px;
    margin-bottom: 16px;
}
```

```
header h1 {
    color: white;
    font-size: 32px;
    margin: 0;
}

header h2 {
    font-size: 18px;
    color: #444;
}

#gpio17,#gpio27,#gpio22,#gpio24,#T
{
    margin: 50px 10px -40px 10px;
    width: 140px;
    height: 44px;
    border-radius:10px;
    font-size: 10pt;
    font-weight: 600;
}

#gpio17.HIGH,#gpio27.HIGH,#gpio22.HIGH,#gpio24.HIGH
{    background-color:Red;    }

#gpio17.LOW,#gpio27.LOW,#gpio22.LOW,#gpio24.LOW
{    background-color: Green; }

#gpio18,#gpio23,#gpio4,#gpio25
{
    margin: 50px 10px 10px 10px;
    width: 140px;
```

```
height: 44px;  
border-radius:10px;  
font-size: 10pt;  
font-weight: 600;  
}
```

```
#gpio18.HIGH,#gpio23.HIGH,#gpio4.HIGH,#gpio25.HIGH  
{ background-color:Red; }
```

```
#gpio18.LOW,#gpio23.LOW,#gpio4.LOW,#gpio25.LOW  
{ background-color: Green; }
```

7 YHTEENVETO

Hallintasivun toteutus on vaatinut paljon ohjelmistojen asennusta Raspberry Pi -tietokoneelle. Tietenkään projektin alussa ei ollut kaikkea vaadittavia ohjelmistoa ja työkalua tarkalleen tiedossa. Projektin toteutuksen etenemisen kannalta jouduttiin vaihtamaan alkuperäinen suunnitelma WiFi -verkon käytöstä, koska tuli ilmi ongelmia oppilaitoksen Eduroam -verkon kanssa. Päädyttiin 3G -tekniikan käyttöön, joten lopullisesta ohjauslaiteesta tuli vielä monipuolisempi.

Projektille ei sinänsä ollut vaadittu tiukkaa aikataulua, mutta tavoitteena oli projektin valmistaminen keväällä 2014. Siinä mielessä aikataulussa on pysytty hyvin. Kaikki projektin tavoitteet on saavutettu, joten sitä voi sanoa onnistuneeksi.

Insinööriyön teon aikana tuli tutustua Linux-käyttöjärjestelmään, elektroniikkaan ja sulautettuihin järjestelmiin, joita voidaan käyttää koneautomaatiosovelluksissa. Myös tuli perehdyttyä 3G -tekniikan perusteisiin web-ohjelmoinnin periaatetasolla ja laajaan vapaaohjelmistoverkoston. Työ oli todella monipuolinen kokonaisuus ja antoi paljon uutta.

Tänä päivänä Internet on yhä enemmän koneautomaatio sovelluksissa ja uusia ratkaisuja ilmestyy melkein joka kuukausi, useimmiten vapaaehtoisen laite- ja ohjelmistosuunnittelun ja kehityksen takia. Esimerkiksi projektin loppuvaiheessa Raspberry Pi Foundation julkisti uuden version Raspberry Pi -tietokoneesta. Laitteen voi tutustua säätiön sivuilla <http://www.raspberrypi.org/raspberry-pi-compute-module-new-product/>

LÄHDELUETTELO

- /1/ Big Cow Pi, Raspberry Pi as 3G. Viitattu 03.04.2014
<http://bigcowpi.blogspot.fi/2013/03/raspberry-pi-as-3g-huawei-e303-wireless.html>
- /2/ COSS 2010 a. Avoin lähdekoodi. Viitattu 01.04.2014.
<http://www.coss.fi/abc/avoin-lahdekoodi>
- /3/ Element14 Community, Raspberry Pi. Viitattu 30.03.2014
<http://www.element14.com/community/community/raspberry-pi>
- /4/ Elinux.org, RPi Low-level peripherals, Wiki. Viitattu 31.03.2014.
http://elinux.org/Rpi_Low-level_peripherals#General_Purpose_Input.2FOutput_.28GPIO.29
- /5/ Elinux.org, RPi VerifiedPeripherals. Viitattu 05.04.2014.
http://elinux.org/RPi_VerifiedPeripherals#USB_3G_Dongles
- /6/ HSPA Tutorial, Radio-electronics. Viitattu 5.04.2014.
<http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/3g-hspa/umts-high-speed-packet-access-tutorial.php>
- /7/ Linux Gizmos.com, Rapberry Pi. Viitattu 30.03.2014.
<http://linuxgizmos.com/raspberry-pi-model-a-arrives/>
- /8/ Peltomäki J., Nykänen O. 2006. Web-selainohjelmointi. Jyväskylä: Docendo
- /9/ Rantala A. 2003. Linux. Jyväskylä: Docendo.

- /10/ Raspbian, Wiki. Viitattu 03.04.2014. <http://www.raspbian.org/>
- /11/ Raspberry Pi Foundation, FAQ. Viitattu 05.04.2014.
<http://www.raspberrypi.org/documentation/installation/installing-images/windows.md>
- /12/ Sonera, Ohjeet Viitattu 16.04.2014.
[http://www5.sonera.fi/ohjeet/Huawei_E3276_\(4G-nettitikku\)](http://www5.sonera.fi/ohjeet/Huawei_E3276_(4G-nettitikku))
- /12/ Sonera, Ohjeet Viitattu 6.04.2014.
http://www5.sonera.fi/ohjeet/Huawei_E173
- /14/ Upton E., Halfraeree G. 2012. Raspberry Pi User Guide, United Kingdom, John Wiley & Sons Ltd.
- /15/ WebIOPi, Internet of Things framework. Viitattu 07.04.2014
<https://code.google.com/p/webiopi/>
- /16/ Wikipedia, Linux. Viitattu 01.04.2014. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Linux>
- /17/ Zwetsloot, R. 2013. Distro Super Test – Pi Edition. Linux User & Development Magazine. Issue 125, 2013, 75