

# IPFire-palomuurijärjestelmä



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäki, tieto- ja viestintätekniikka

2019

Antti Jääskeläinen

Tieto- ja viestintäteknikka  
Riihimäki

---

<b>Tekijä</b>	Antti Jääskeläinen	<b>Vuosi</b> 2019
<b>Työn nimi</b>	IPFire-palomuurijärjestelmä	
<b>Työn ohjaaja</b>	Marko Grönfors	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli rakentaa ja asentaa IPFire-palomuurijärjestelmä asiakkaalle. Palomuurin lisäksi järjestelmästä tuli löytyä myös erilaisia toivottuja ominaisuuksia kuten verkkokovalevy ja päivityksien nopeutin.

Komponenttien valinta tehtiin ajatuksena, että IPFiren tulisi pyöriä sillä vielä tulevaisuudessakin riippumatta siitä, mitä kaikkia laajennuksia sille asennettaisiin.

Verkkokovalevyille asennettiin RAID varmistukseksi, että tärkeät tiedostot eivät pääse katoamaan. RAIDin asentaminen liian myöhäisessä vaiheessa pakotti asentamaan koko järjestelmän uudelleen, ja asentamaan RAIDin heti alkuvaiheessa. Myöskään asiakkaan toivoma update accelerator ei toiminut täysin toivotulla tavalla, sillä Windows 10 uudet päivitykset eivät ole yhteensopivia nykyisen update accelerator -tekniikan kanssa.

Verkkokovalevyn ohjelmistoksi käytettiin Samba. Samban käyttäjien hallinta mahdollisti asiakkaan toivomat käyttäjä- ja ryhmämääritykset ja sen, että asiakas voi itse helposti säätää asetuksia ja lisätä käyttäjiä tulevaisuudessa.

Opinnäytetyö onnistui tavoitteellisesti, paitsi update accelerator jonka hyödyt jäivät osittain saavuttamatta. Käyttäjät ja ryhmät saatiin toimimaan niin kuin ne oli suunniteltu, samoin kuten RAID. Koneeseen valitut komponentit olivat myös yhteensopivia ja jättivät varaa laajennuksille tulevaisuudessa.

**Avainsanat** IPFire, palomuri, verkkolevy.

**Sivut** 28 sivua, joista liitteitä 0 sivua

Bachelor's in Information and Communication Technology  
Riihimäki

---

<b>Author</b>	Antti Jääskeläinen	<b>Year</b> 2019
<b>Subject</b>	IPFire – Dedicated Firewall	
<b>Supervisors</b>	Marko Grönfors	

---

#### ABSTRACT

The objective of this project was to build and install a firewall system for a client that runs on IPFire. In addition to the firewall, the system had to include certain features such as a network hard drive and an update accelerator.

When choosing the components, the idea was to select components that would run IPFire in the future regardless of what addons were to be installed on it. The only component which we had to be careful with when choosing it was the network interface card because IPFire does not support all NICs.

RAID1 was installed to the network hard drives to make sure no important files were to vanish. The installation of RAID was conducted too late and it broke the system and the installing had to be started from the beginning. The update accelerator which the client wanted for the system did not work as hoped either. Microsoft had changed the updates for Windows 10 so that the update accelerator did not support it at least for now.

For the network hard drive software, Samba was used. Samba's user settings made it possible to set the user and group settings as the client wanted, and this made it easy for the client to change the settings in the future by himself.

The project goals were mostly met except the update accelerator which full effectiveness was not reached. The users and groups worked as planned and so did the RAID. The components of the system were compatible together and left a chance of future expanding.

**Keywords** IPFire, firewall, network hard drive.

**Pages** 28 pages including appendices 0 pages

## TERMIT JA LYHENTEET

BIOS	Basic Input-Output System, ohjelma joka tietokoneen käynnistyessä käynnistää käyttöjärjestelmän
DNS	Domain Name System, antaa laitteille yksilöivät ip-osoitteet
LAN	Local area network, lähiverkko, yhden määritellyn alueen sisäinen nopea verkko
Linux	Linux-ytimeen (kernel) pohjautuva ilmainen käyttöjärjestelmä.
Palomuuuri	Järjestelmä, jonka tehtävä on estää verkkojen välinen ei-toivottu liikenne.
PCI	Peripheral Component Interconnect, tietokoneväylä, jolla koneeseen voidaan liittää lisälaitteita
PCIe	Peripheral Component Interconnect Express, uudempi ja nopeampi versio PCI väylästä
USB	Universal Serial Bus, liitinstandardi, jolla suuri osa lisälaitteista kytketään tietokoneeseen
Windows	Microsoftin kehittämä visuaalinen käyttöjärjestelmä PClle
WLAN	Wireless local area network, wifi, langaton yhteys lähiverkkoon

# SISÄLLYS

## TERMIT JA LYHENTEET

1	JOHDANTO.....	1
2	IPFIRE.....	1
3	KOMPONENTIT JA KOKOAMINEN.....	2
3.1	Kovalevy.....	2
3.2	Verkkokortti.....	3
3.3	Proessori.....	3
3.4	Keskusmuisti.....	4
3.5	Koneen kokoaminen.....	5
4	KONEEN KÄYTTÖJÄRJESTELMÄN ASENTAMINEN.....	6
4.1	Asennusmedian luominen.....	6
4.2	IPFiren asentaminen.....	8
4.3	SSH.....	19
4.4	RAID.....	19
4.5	Samba.....	21
4.6	Update accelerator.....	24
5	YHTEENVETO.....	25
	LÄHTEET.....	27

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on rakentaa ja asentaa fyysinen palomuurin pienen yrityksen käyttöön. Palomuurin tulee suojata asiakkaan verkkoa, sekä tarjota asiakkaan toivomia erillisiä ominaisuuksia kuten päivityksiä nopeuttava update accelerator ja verkkokovalevy.

Palomuurin komponenttien valintaan vaikuttaa hinta, laatu ja tehokkuus. Osiksi ei haluta valita alitehoisia, eikä edes juuri minimivaatimukset täyttäviä komponentteja, vaan komponenttien halutaan olevan edullisia, laadukkaita ja tarpeeksi tehokkaita tulevaisuudessakin.

Palomuurin käyttöjärjestelmäksi tulee IPFire, sillä se oli asiakkaalle entuudestaan tuttu, ja hänellä oli siitä hyviä kokemuksia. IPFire mahdollistaa myös update acceleratorin, joka on toivottu ominaisuus.

Palomuuriin tullaan asentamaan myös verkkokovalevy, johon samassa verkossa olevat pääsevät käsiksi. Tämä mahdollisti yrityksen sisäisen tiedostojen siirron koneiden välillä. Verkkokovalevyille tullaan myös asentamaan RAID, jonka tarkoitus on suojata verkkokovalevyjen dataa yllättävän laitevian sattuessa.

## 2 IPFIRE

IPFire on avoimen lähdekoodin Linux-ohjelmisto, jota päätarkoituksellisesti käytetään reititin- ja palomuuriohjelmana (wikipedia, n.d. -a). Palomuurin tarkoituksena on suojata verkkoa ei-toivotulta liikenteeltä. Palomuurin merkkiä kaikki verkosta lähtevät paketit verkkotunnuksella, joka lisätään myös takaisin saapuviin paketteihin, jotta palomuurin voi tunnistaa saapuvien pakettien alkuperän, eikä verkkoon pääse paketteja joiden vaihtoa ei ole hyväksytty palomuurin takaa. IPFiren palomuurin on kehitetty alusta alkaen niin että se ei lainaa muiden ohjelmien koodia, jotta erilaisten heikkouksien pääsy koodiin on pystytty estämään.

IPFire jakaa verkon eri alueisiin minimoidakseen hyökkäysten riskit. Tämä mahdollistaa myös verkon eri alueiden hyvinkin voimakkaan kustomoinnin eri tarkoituksiin. (Ipfire.org, n.d -a)

IPFirelle on myös kehitetty laaja valikoima lisäosia, joiden avulla voidaan hallita verkkoa vielä monipuolisemmin. Ipfiren proxy -lisäosalla voidaan mm. estää yksittäisiä sivuja, tai laajemmin esim. nuorille sopimattomia si-

vuja. IPfirellä on myös valmiita, jatkuvasti päivittyviä kirjastoja haitallisista ja vaarallisista sivuista.

IPFiren lisäosa QoS eli Quality of Service mahdollistaa eri verkkoliikenteiden eriarvoistamisen mahdollistaakseen parhaan mahdollisen toiminnan tärkeissä toiminnoissa. QoS saattaa esimerkiksi tarjota verkkopuhelulle enemmän kaistaa estääkseen puheluun syntyvät häiriöt hidastamalla taustalla tapahtuvaa suurta latausta. IPFirelle on saatavilla useita eri kielipaketteja, ja sekä IPFireä että sen lisäosia päivitetään aktiivisesti.

Käyttettäväksi valittiin IPFire, sillä asiakkaalla oli IPFirestä aikaisempiakin kokemuksia, ja koska sen ominaisuudet sopivat hyvin yhteen asiakkaan vaatimusten kanssa.

### 3 KOMPONENTIT JA KOKOAMINEN

#### 3.1 Kovalevy

Suuri osa tietokoneissa käytetyistä massamuistilaitteista on mekaanisia kovalevyjä. Mekaanisissa kovalevyissä data tallennetaan kahdelle tai useammalle magneettiselle kiekolle, jolta lukupää voi lukea datan bitti kerrollaan. (Techjunkie, 24.4.2017)

Flash-muistiin perustuvat muistilaitteet kuten SSD-levyt (solid-state drive) ja USB-muistitikut eivät sisällä lainkaan liikkuvia mekaanisia osia, vaan ne ovat täysin sähköisesti kirjoitettavia muisteja. Tästä johtuen flash-muistit ovat huomattavasti pienempiä, vähemmän sähköä kuluttavia ja kestävämpiä mekaanisia rasitteita, kuten tärinää ja lämpötilamuutoksia vastaan. Vaikka Flash-muistilla toimivat SSD-levyt ovat myös monessa tapauksessa korvanneet mekaaniset kovalevyt massamuistilaitteina suuren kirjoitus- ja lukunopeutensa ansiosta, monissa koneissa käytetään reilusti edullisempia mekaanisia kovalevyjä toissijaisina massamuistilaitteina. (Hostingadvice, 30.10.2017)

Koska palomuurijärjestelmän haluttiin toimivan mahdollisimman tehokkaasti, se päätettiin asentaa SSD-levylle. SSD-levyn avulla palvelin pyörisi huomattavasti nopeammin kuin mekaanisella kovalevyllä. IPFirellä on ollut ongelmia joidenkin flash-muistilaitteiden kanssa. IPFire ei ole onnistunut kirjoittamaan tai lukemaan tiettyjen solujen dataa joka on johtanut datan korruptoitumiseen ja IPFiren hajoamiseen. Tätä ongelmaa on on-

neksi esiintynyt vain flash-laitteilla, kuten USB- ja SD-korteilla joiden ei ole tarkoitus pyörittää ohjelmia pitkäkestoisesti. Niiden flash-soluja ei ole suunniteltu kestäämään jatkuvaa uudelleenkirjoittamista, joten niiden käyttöä IPFiressä kannattaa välttää. (Wiki.ipfire.org, 10.3.2016)

IPFiren toiminnan ja pitkäikäisyyden varmistamiseksi, valittiin käytettäväksi SSD-kovalevyksi 480GB Kingston UV400 SSD -kovalevy. Vaikka IPFiren minimivaatimus levytilasta on 2GB, päädyttiin reilunkokoiseen kovalevyyn, jotta palomuriin voidaan vapaasti asentaa sille laajennuksia, ja jotta update acceleratorilla olisi reilusti tilaa säilyttää päivityksiä (Wiki.ipfire.org, 10.8.2017).

Palomuriin haluttiin myös verkkokovalevy tiedostojen ja sovellusten siirtelyä ja säilyttämistä varten. Tähän käytettiin kahta mekaanista kovalevyä, sillä mekaaniset kovalevyt tulevat huomattavasti halvemmaksi kuin SSD-kovalevyt, kun on kyse suurista määristä kovalevytilaa.

### 3.2 Verkkokortti

Verkkokortti on lisäkomponentti, joka mahdollistaa laitteen yhdistämisen verkkoon. Verkkokortti liitetään yleensä emolevyn PCI-porttiin tai USB-porttiin, ja se yhdistetään verkkoon tavallisesti parikaapelilla tai langattomasti. Monissa laitteissa verkkokortti on valmiiksi integroituna, mutta esimerkiksi ko. tapauksessa tarvittiin useampi ethernet-portti, jolloin koneeseen on lisättävä verkkokortteja. (lifewire, n.d.)

Verkkokorttia valittaessa verkkokortti tuli valita tarkkaan, sillä IPFire ei tue kaikkia verkkokortteja. Onneksi IPFiren omilla sivuilla on listattu joitakin toimiviksi testattuja kortteja, jotta korttien toimivuutta ei tarvinnut alkaa arvailla itse. Valitussa emolevyssä oli valmiiksi yksi ethernet-portti, mutta niitä tarvittiin vielä kaksi lisää, joten kaksi Realtek RTL8168E -korttia hankittiin lisäksi. Kyseiset kortit valittiin, sillä niiden toiminta oli varmistettu IPFiren kanssa, ja ne tukevat 1000 Mbps -yhteyttä. (Wiki.ipfire.org, 14.10.2017)

### 3.3 Prosessori

Prosessori eli suoritin on tietokoneessa oleva mikropiiri, jonka tehtävänä on suorittaa sovelluksen eri käskyjä. Prosessorin tehtävä on ottaa muiden komponenttien tarjoama data vastaan, käsitellä data ja lähettää käsitelty data eteenpäin. (Wikipedia, n.d. -b)

Nykyisissä prosessoreissa on yleensä useita ytimiä. Useammat ytimit mahdollistavat, että prosessori voi suorittaa montaa tehtävää samaan aikaan. Yksiytiminen prosessori voi suorittaa vain yhtä komentoa kerralla,

kun taas neliytminen voi suorittaa neljää prosessia samaan aikaan. (Wikipedia, n.d. -b)

Proessorin kellotaajuus määrittää kuinka nopeasti prosessori suorittaa yhden tehtävän. Modernien prosessorien kellotaajuutta mitataan gigahertseissä. Esimerkiksi 3GHz prosessori pystyy suorittamaan 3 000 000 000 tehtävää sekunnissa. (Wikipedia, n.d. -b)

Proessoreilla on myös välimuisti Static Random Access Memory. SRAM on todella nopeaa muistia, johon prosessori säilöö datan, jota se olettaa tarvitsevansa usein. SRAM on huomattavasti nopeampaa kuin DRAM jota keskusmuistissa käytetään, sillä SRAM on tehty kondensaattorien sijaan transistoreilla, joten niiden data on staattista eikä vaadi jatkuvaa virkistystä. Koska SRAM on huomattavasti nopeampaa kuin DRAM, tarkistaa prosessori aina ensin, jos sen tarvitsema data löytyy välimuistista, ja jos ei löydy niin vasta sitten prosessori hakee sitä keskusmuistista. (Wikipedia, n.d. -b)

Palomuurin prosessoria valittaessa katsottiin IPFiren omia vaatimuksia ja palomuurin käyttötarkoitusta. IPFiren järjestelmävaatimuksissa on suositeltu vähintään 1 GHz prosessoria, mutta prosessorin tehon riittäminen haluttiin varmistaa ja turvata riippumatta mitä kaikkia laajennuksia asennettaisiin, tai tulevaisuudessa haluttaisiin asentaa. (Wiki.ipfire.org, 10.8.2017)

Proessoriksi valittiin Intelin Skylake i3-6100 -prosessori. Prosessori 3,7GHz tuplaydinprosessori, jossa on 4MB välimuistia. Tuplaytimiseen prosessoriin päädyttiin, koska useat IPFire-laajennukset tukevat nykyään useamman ytimen käyttöä.

### 3.4 Keskusmuisti

Keskusmuisti eli Random Access Memory on tietokoneen komponentti, joka toimii yhteistyössä prosessorin kanssa. Prosessorin tarvitsema data, kuten sovellukset tai tiedostot, siirtyvät keskusmuistiin josta prosessori saa haettua ne huomattavasti nopeammin, kuin kovalevyiltä. Vain jos keskusmuistia on liian vähän, joutuu prosessori hakemaan dataa suoraan kovalevyiltä, mikä on huomattavasti hitaampaa kuin keskusmuistista hakeminen. (Wikipedia, n.d. -c)

RAM-kammat hyödyntävät datan tallentamiseen kondensaattoreita. Koska kondensaattorit eivät pysty säilyttämään virtaansa kovin kauaa, tarvitsee niiden jatkuvasti virkistää tilansa. Myös tästä johtuen, jos virta katkeaa, katoaa kaikki RAM-kammassa oleva data. (Wikipedia, n.d. -c)

RAM-kammoilla on eri kellotaajuuksia ja datanopeuksia. Kellotaajuus jälleen kertoo, kuinka monta prosessia keskusmuistikampa pystyy suorittamaan sekunnissa (Wikipedia, n.d. -c). Käytetyssä DDR4-muistissa on 8 tavua leveä kaista, joten sillä voi suorittaa 8 prosessia yhtä aikaa.

IPFiren minimivaatimus keskusmuistille on 512MB, mutta käytettäessä eri lisäosia se saattaa nousta huomattavasti. IPFiren sulava toiminta haluttiin varmistaa tulevaisuudessakin, joten koneeseen asennettiin 4GB keskusmuistia. Koneeseen käytettiin Kingstonin Fury DDR4 2133 MHz -muistia. Muistiksi valittiin hinta-teho-suhteeltaan paras muisti jota emolevy tukee. 4GB keskusmuistia pitäisi riittää helposti asiakkaan tarpeisiin, ja mahdollistaa IPFiren mahdollisen laajentamisen tulevaisuudessa.

### 3.5 Koneen kokoaminen

Koneen kokoaminen aloitettiin kiinnittämällä virtalähde tietokonekoteloon. Tällöin kaikki tarvittavat johdot saatiin pujotettua niille sopiville paikoille valmiiksi, ennen kuin muut komponentit olivat tiellä. Kaikki tarpeettomat johdot saatiin niputettua siististi piiloon koneen takalevyn taakse, missä ne eivät haittaa asennusta tai myöhemmin ilmapirtausta huonontaa jähdytystä.

Seuraavaksi prosessori asennettiin emolevyyn. Tämä tehdään ennen emolevyn asennusta koteloon, sillä näin työtilaa on paremmin. Prosessorin asennus täytyy suorittaa varovasti, sillä prosessorin liitinpinnit eivät ole asennuksen aikana suojattuna. Jos yksikin monista pienistä pinneistä pääsee taipumaan, on prosessori käyttökelvoton. Kun prosessori oli saatu paikalleen, asennettiin prosessorijäähdytin. Prosessorin jäähdyttimenä toimii prosessorin mukana tullut vakiojäähdytin. Normaalisti ennen jäähdyttimen asennusta tulee prosessorin ja jäähdyttimen väliin laittaa piitahnaa, joka parantaa lämmön siirtymistä jäähdyttimeen, mutta käytetyssä jäähdyttimessä oli valmiina piitahnatyyny, joten tahnaa ei tarvinnut lisätä erikseen.

Ennen emolevyn laittamista koteloon, myös keskusmuistin emolevy asennettiin RAM-porttiin. Keskusmuistin kanssa tulee varmistaa, että sen asentaa oikeinpäin, sillä jos sen yrittää painaa emolevyyn väärinpäin, saattaa emolevy tai RAM-kampa hajota. Keskusmuisti asennetaan asettamalla kampa porttiin, ja painamalla molemmista kammien päistä alaspäin niin että portin molemmissa päissä olevat liittimet napsahtavat kiinni.

Seuraavaksi emolevy asennettiin koteloon. Ensin tuli tarkistaa missä kohtaa emolevyn kiinnitysruuvit ovat ja ruuvata koteloon kiinni emolevyn kannakkeet. Emolevyn kannakkeet toimivat emolevyn kiinnikeruuvien vastakappaleina, ja nostavat emolevyn taustan irti kotelosta suojaten emolevyn taustaa. Tietokoneen taakse tuleva emolevyn peitelevy tulee

myös asentaa paikalleen ennen emolevyn laittoa. Seuraavaksi emolevy kiinnitettiin koneeseen. Emolevy tulee asettaa varovasti kannakkeille, et- tä ne eivät raavi emolevyn taustaa. Tämän jälkeen emolevy voidaan kiin- nittää emolevyruuveilla käyttäen ristikiristystekniikkaa.

Emolevyn jälkeen kovalevyt asennettiin paikalleen. Käytetyssä kotelossa oli irrotettavat kovalevytelineet, jotka saa vedettyä ulos koneesta kovale- vyjen kiinnitystä varten. Myös virtajohdot, jotka oli aikaisemmin vedetty kotelon takaseinän kautta kovalevytelineelle, liitettiin kovalevyihin kiinni. Myös mSATA-kaapelit liitettiin emolevyn ja kovalevyjen välille.

Tässä vaiheessa kun verkkokortit eivät vielä olleet tiellä, koneen muut johdot laitettiin paikalleen. Kotelon omat johdot tuli liittää emolevyn niil- le tarkoitettuihin pinneihin. Näissä johdoissa on muun muassa koneen virta- ja kiintolevyn led-valot sekä reset- ja virtanappi. Myös kotelotuule- tin ja prosessorituuletin tuli liittää emolevystä löytyviin pinneihin, jotta tietokone pystyy säätämään tuulettimia jäähdytystarpeen mukaan. Vii- meiseksi liitettiin virtalähteen 8-pinniset ja 24-pinniset virtajohdot emo- levyyh.

Lopuksi koneeseen piti asentaa vielä verkkokortit. Käytetyt verkkokortit olivat PCI-porttiin liitettäviä mutta emolevyssä oli vain yksi PCI-portti. Käytettävissä oli kuitenkin myös kaksi vapaata PCIe-porttia, joihin voi myös asentaa PCI-kortteja. Kortit asennettiin PCI-porttiin ja toiseen PCIe- porttiin, jolloin jäi yksi PCIe-portti varalle, jos siihen halutaan tulevaisuu- dessa vielä liittää jotain. Verkkokortit eivät tarvitse lisävirtaa, joten näytönohjaimien kiinnikeruuvit kiinnitettiin ja kone oli kokoamisen osalta valmis.

## 4 KONEEN KÄYTTÖJÄRJESTELMÄN ASENTAMINEN

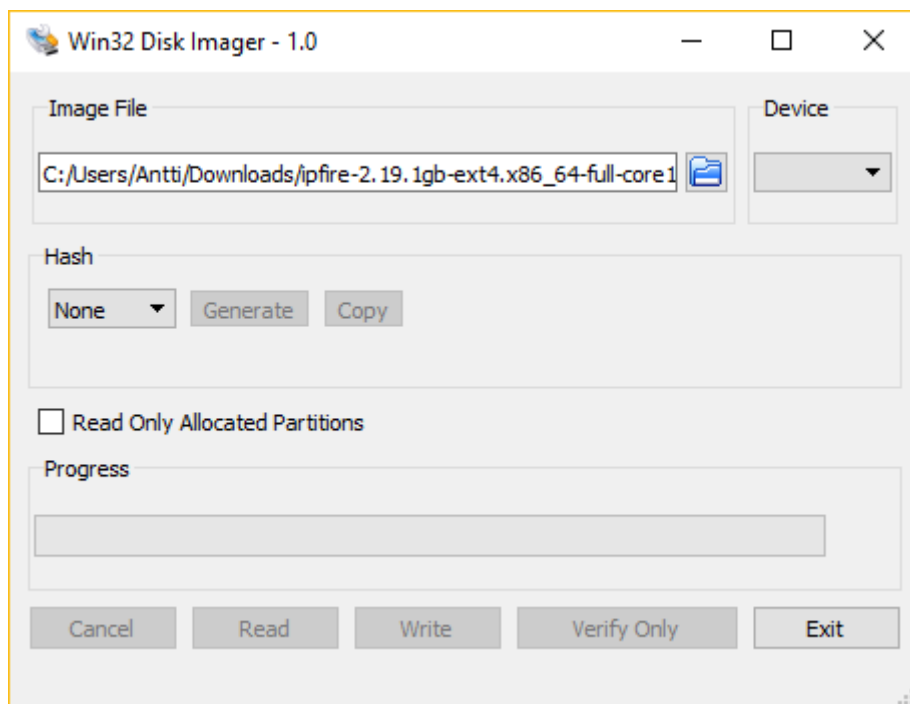
### 4.1 Asennusmedian luominen

IPFire-käyttöjärjestelmän voi asentaa neljällä eri tavalla. IPFiren voi asen- taa ISO-tiedostolla, laittamalla se tyhjälle cd-levylle ja käynnistämällä ko- ne siltä. Koneeseen ei asennettu cd-asemaa, joten asennuslevyä ei voitu käyttää järjestelmässä. IPFiren voi asentaa myös esiasennettuna flash imagena, joka on tarkoitettu järjestelmille, joissa ei ole cd-asemaa eivätkä pysty käynnistymään muulta medialta, kun järjestelmälevyltä. IPFiren voi asentaa myös verkon kautta, hakemalla asennustiedoston suoraan ver-

kosta asennuskoneella. Tämä kuitenkin ei ollut tarpeen, sillä helpoin vaihtoehto oli luoda USB-asennusmedia. (wiki.ipfire.org, n.d. -b)

Ennen asennusmedian luomista oli ladattava asennustiedosto. Asennustiedosto saadaan ladattua suoraan IPFiren omilta sivuilta. Koska oli luotava USB-asennusmedia, ISO-tiedosto tuli ladata sitä varten. Asennusmedian luomiseen tarvittiin ohjelma Win32 Disk Imager, joka näkyy kuvassa 1. Tämä on ilmaisohjelma, jolla saatiin luotua USB-tikusta käynnistysmedia. Win32 Disk Imagerin asennuttua tulee kytkeä USB-tikku kiinni koneeseen, ja käyttää tikkua käynnistysmedianä. Sitten voidaan käynnistää Win32 Disk Imager. Tämän jälkeen sovelluksesta valitaan sininen kansio, jonka kautta etsitään asennustiedosto. Asennustiedoston löytääkseen tulee muuttaa tiedostomuoto \*.imag\*.IMG muotoon \*.\* , jotta nähdään ISO-tiedosto valikossa. (Wiki.ipfire.org, n.d. -c)

Tiedoston valittuaan tulee valita laitteeksi käytettävä USB-tikku. Tikku tyhjenee median luonnissa, joten on hyvä varmistaa, että tikulla ei ole mitään tärkeää. Nyt kun sekä oikea laite, että oikea media on valittu, voidaan luoda käynnistysmedia painamalla "Write". Kun Käynnistysmedia on valmis, saattaa Windows ilmoittaa USB-tikun tiedostojärjestelmän olevan viallinen ja tarjota sen alustamista, mutta se on täysin normaalia.

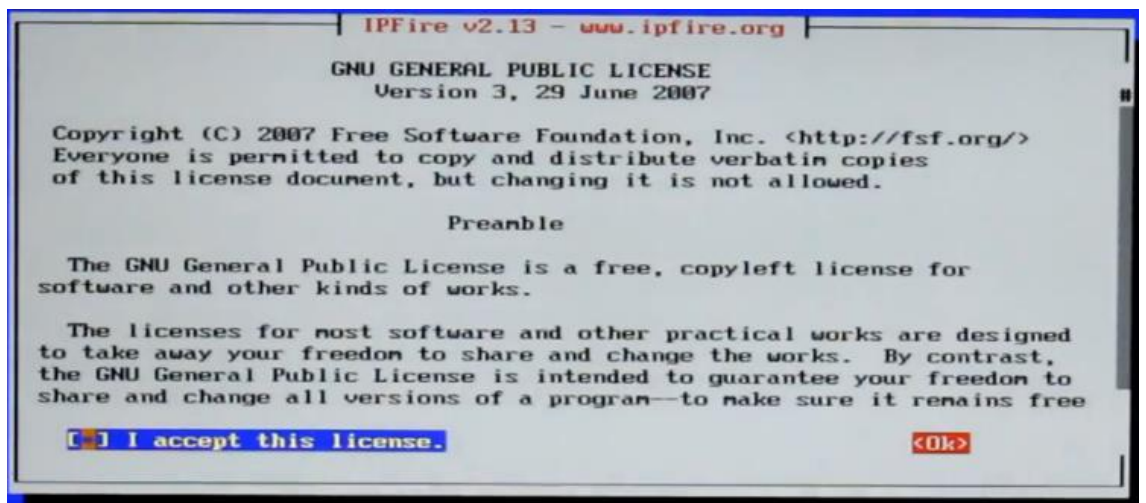


Kuva 1. Asennusmedian luominen Win32 disk imagerilla. (Antti Jääskeläinen, 2018)

## 4.2 IPFiren asentaminen

IPFiren asentaminen aloitetaan liittämällä käynnistysmedia koneeseen ja BIOSsin kautta valitsemalla kone käynnistymään siltä. Tämän jälkeen IPFire menee automaattisesti asennusvaiheeseen. IPFirellä on laaja valikoima eri asennuskieliä, joita päivitetään jatkuvasti. Kaikki kielet eivät ainakaan asennushetkellä olleet täysin kattavia, mutta niitä päivitetään edelleen.

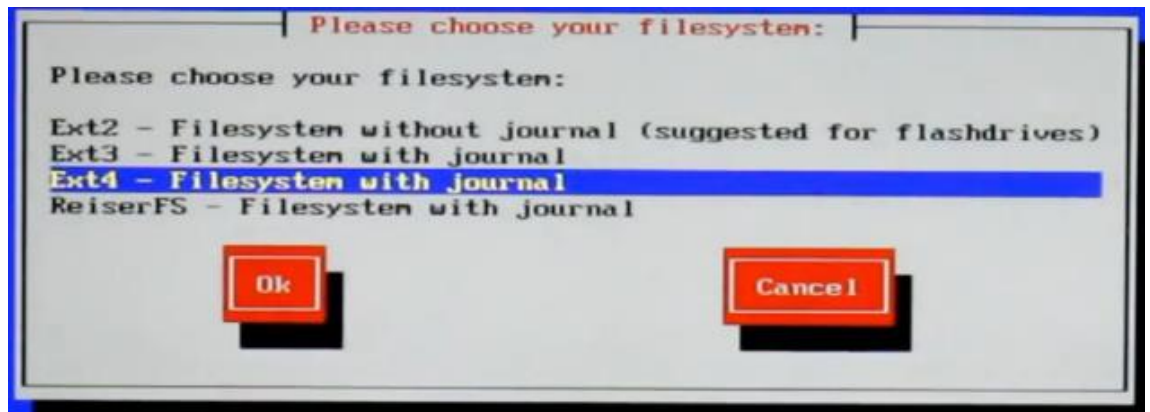
Kuvassa 2 näkyy, kun asennuksen alkuvaiheessa täytyy hyväksyä IPFiren käyttöehdot. Asennusvaiheen rastitukset tapahtuvat välilyönnillä, toisin kun OK ja CANCEL valinnat.



Kuva 2. Käyttöehtojen hyväksyminen. (AzyChill, 2013)

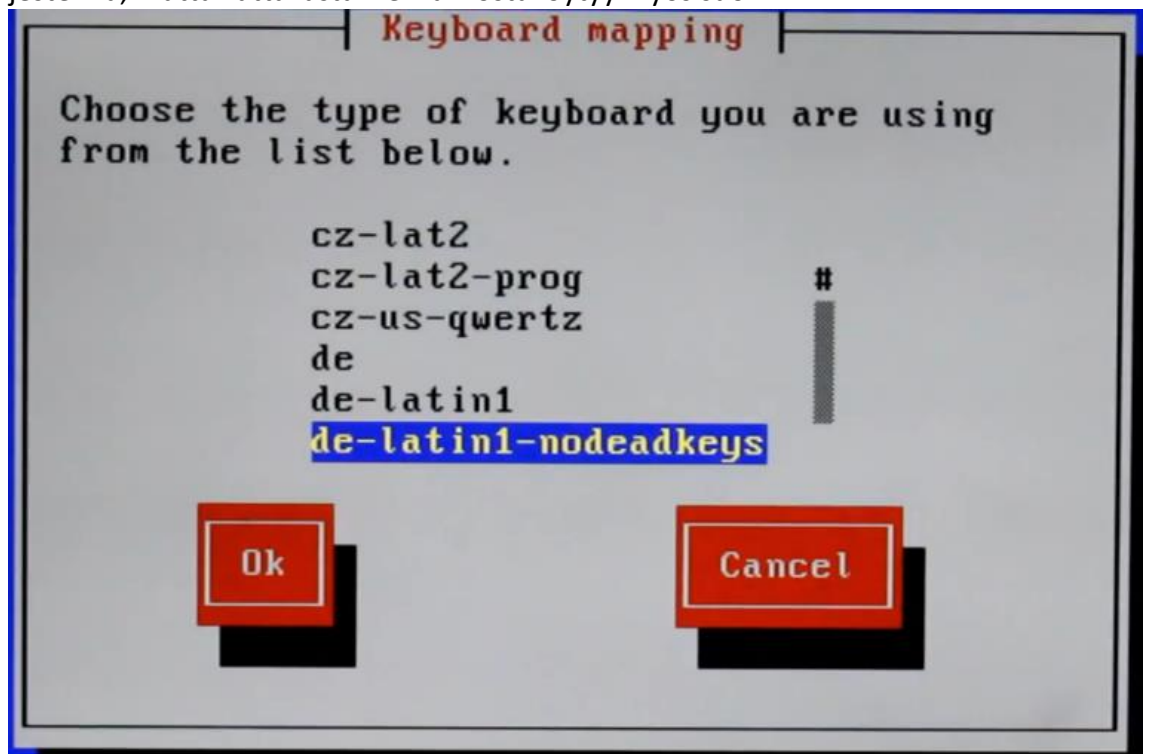
Seuraavaksi IPFire pyytää lupaa alustaa kohdelevy, jotta se on varmasti valmis IPFiren asennusta varten. Projektissa käytetty SSD-levy asennusta varten oli uusi, joten levytä ei tarvinnut ottaa mitään talteen.

Tiedostojärjestelmäksi valittiin Ext4-järjestelmä, mikä on alkuperäisen Linuxin tiedostojärjestelmän neljäs versio. Kuvassa 3 näkyy, että valittavia tiedostojärjestelmiä on neljä erilaista. Ext4 valittiin, sillä Ext2:ssa ei ole muutoshistoriaa. Ilman muutoshistoriaa saattaa kaikki data kadota, jos kone sammuu väärin. Ext3 verrattuna ext4 mahdollistaa suuremman tiedostokoon ja tuetun muistin määrän. ReiserFS on pääpiirteittäin samanlainen kuin Ext4, mutta Ext4 valittiin, sillä se on testatumpi ja vakaampi. (Thegeekstuff, 16.5.2011)



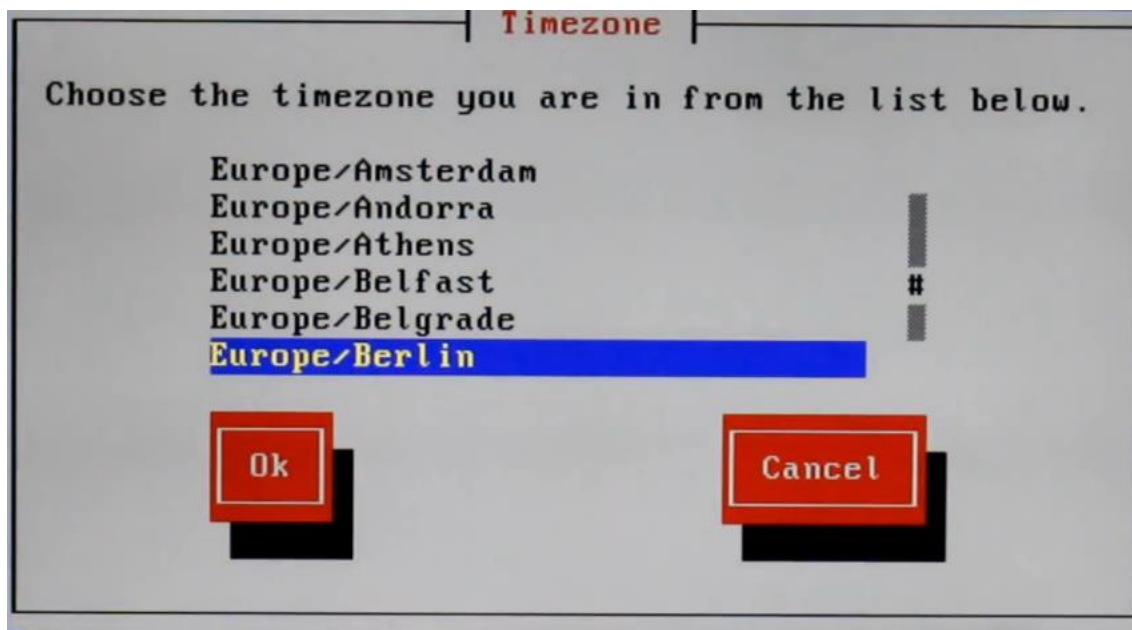
Kuva 3. Tiedostojärjestelmän valinta. (AzyChill, 2013)

Seuraavaksi valitaan näppäimistö kieli. Kuvassa 4 näkyy kun oletuksena näppäimistökieli on saksa, sillä IPFire on saksalaisten kehittämä käyttöjärjestelmä, mutta kattavasta kielivalikosta löytyy myös suomi.



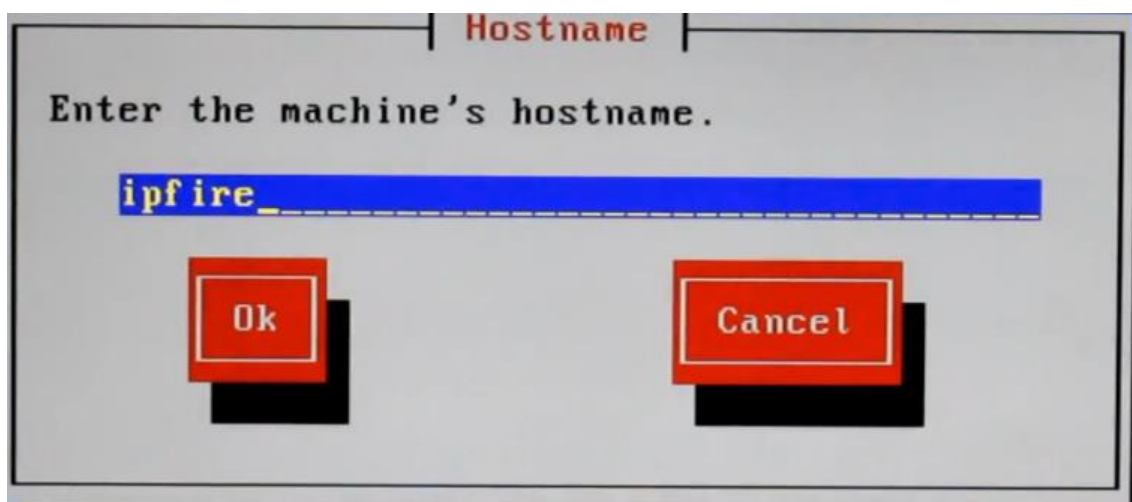
Kuva 4. Näppäimistön kielen valinta. (AzyChill, 2013)

Seuraavaksi valitaan aikavyöhyke. Oikean aikavyöhykkeen valinta helpottaa lokien lukemista myöhemmin, ja mahdollistaa eri toimintojen, kuten tietoturvaominaisuuksien ajastamisen. Kuvassa 5 näkyy jälleen kuinka IP-Fire tarjoaa Saksaa ensimmäisenä.

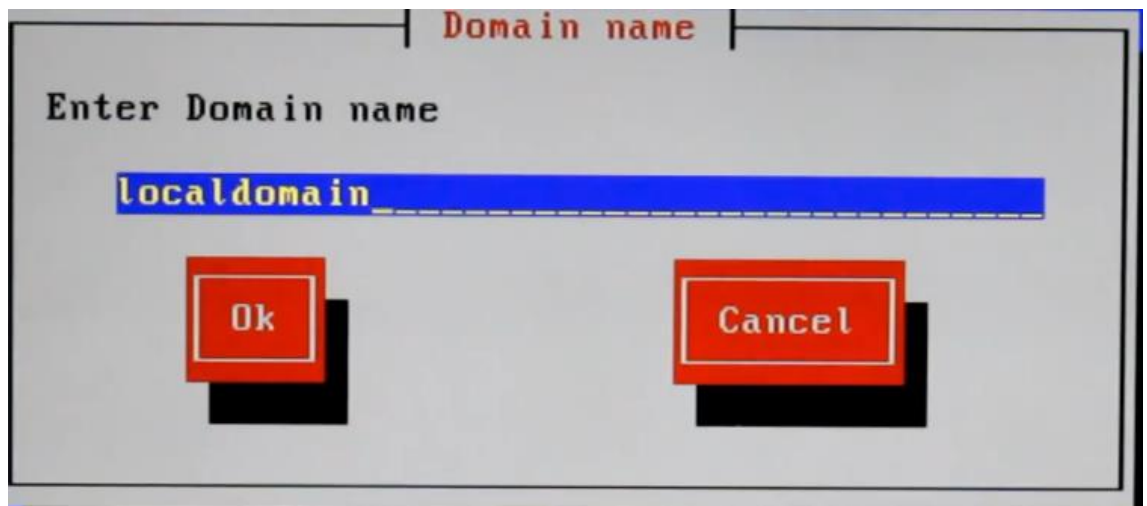


Kuva 5. Aikavyöhykkeen valinta. (AzyChill, 2013)

Seuraavaksi koneelle annetaan hostname kuvassa 6 ja domain name kuvassa 7. Näitä ei kuitenkaan ole pakko vaihtaa valmiiksi tarjotuista IPFi-restä ja localhostista. Tässä tapauksessa nimiksi laitettiin asiakkaan itse toivomat nimet.

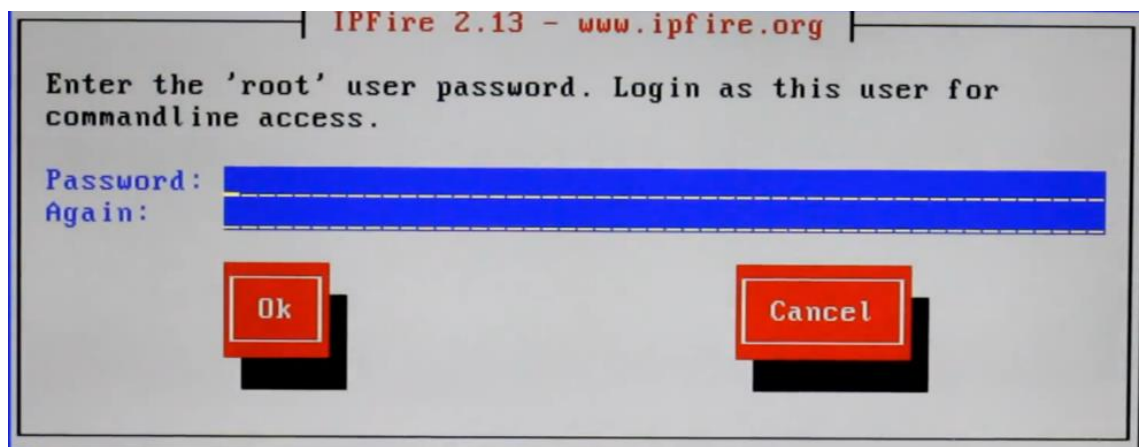


Kuva 6. Palomuurin nimeäminen. (AzyChill, 2013)



Kuva 7. Verkon nimeäminen. (AzyChill, 2013)

Seuraavaksi määritellään root ja admin -käyttäjien salasanat kuvassa 8. Näiden salasanojen on tärkeää olla turvalliset sillä niiden takana ovat kaikki palomuurin asetukset. Salasanat on mahdollista muuttaa myöhemmin, jolloin lopuksi saatiin muutettua asiakkaan omat salasanat käyttäjille.

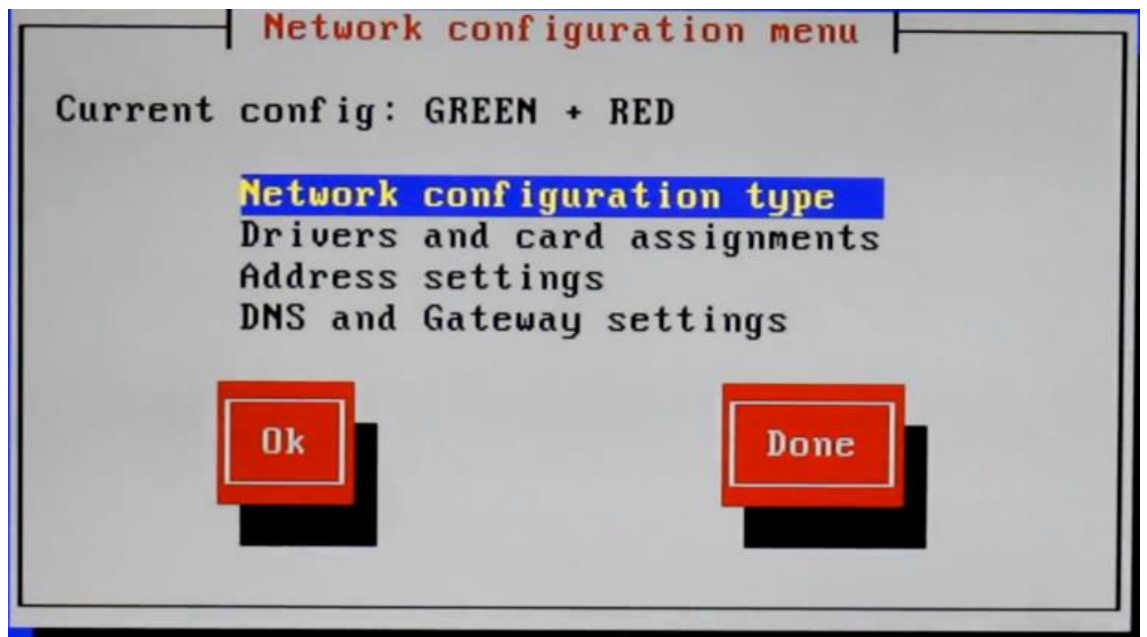


Kuva 8. Rootin salasanan valitseminen. (AzyChill, 2013)

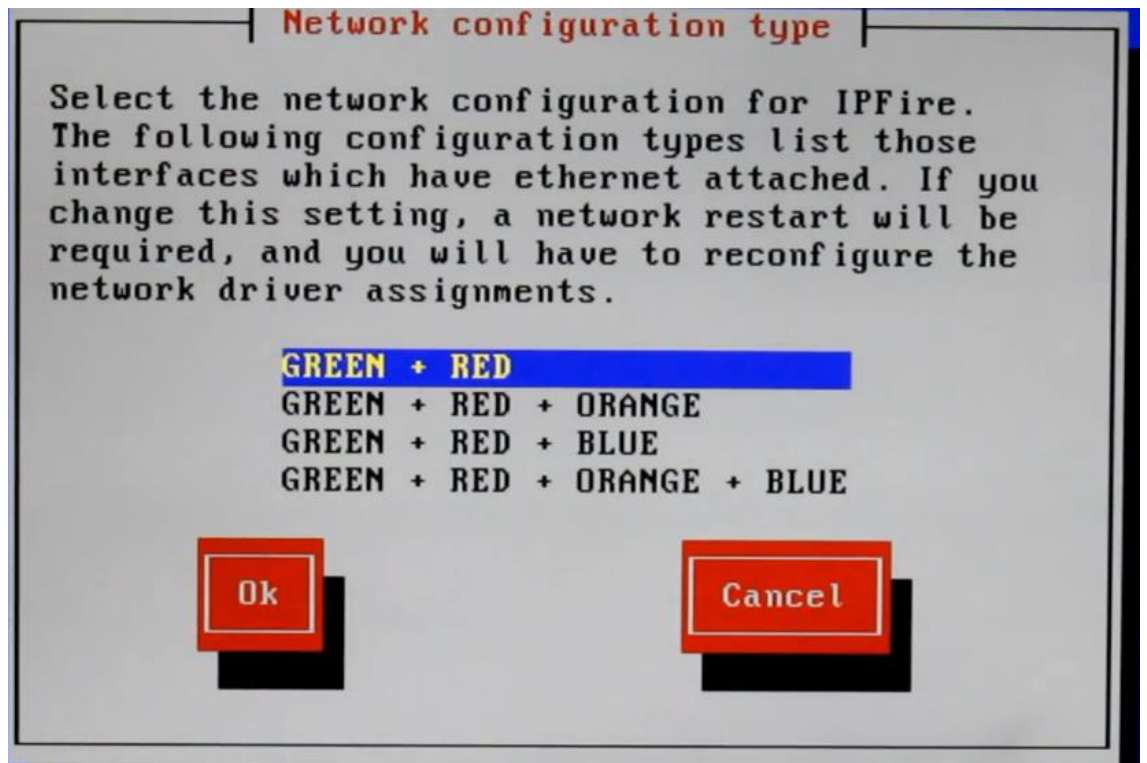
Seuraavaksi päästään määrittelemään verkon asetuksia jotka näkyvät kuvassa 9. Ensimmäisenä tulee valita verkkoporttien määrä. Porttien eri värit ja käyttötarkoitukset on määriteltä IPFiressä ja niitä ei pysty vaihtelevaan. Julkinen verkko liitetään aina punaiseen porttiin, eli siihen liitetään palveluntarjoajan yhteys. Vihreä portti on tarkoitettu yksityiselle verkolle. Yksityinen verkko on yrityksen sisäinen verkko, jossa kaikki työpaikan omat, sekä korjattavat koneet ovat yhdistettynä. Oranssi portti on DMZ-portti, jota ei tarvita tässä tapauksessa. DMZ eli demilitarized zone, on aliverkko, joka toimii julkisen ja yksityisen verkon välillä. Se mahdollistaa ohjelmien, kuten sähköpostin, pitää yhteyttä julkiseen verkkoon, mutta siihen on mahdollista yhdistää myös yksityisestä verkosta. Jos oranssin

portin myöhemmin haluaisi käyttöön, voisi koneeseen lisätä vielä yhden verkkokortin ja muuttaa verkkoasetuksista se oranssin portin käyttöön.

Vihreän ja punaisen portin kanssa otettiin myös sininen portti käyttöön, vaikka se ei näy kuvassa 10. Sininen portti on tarkoitettu langattomalle verkolle. Tämän projektin aikana ei ole mahdollisuutta laittaa sitä toimintaan, sillä asiakkaalla ei ollut tarjota siihen vaadittuja laitteita, mutta portti säädettiin silti niin, että asiakas voi halutessaan saada langattoman verkon toimimaan kytkemällä vain langaton verkkolaite siihen kiinni.

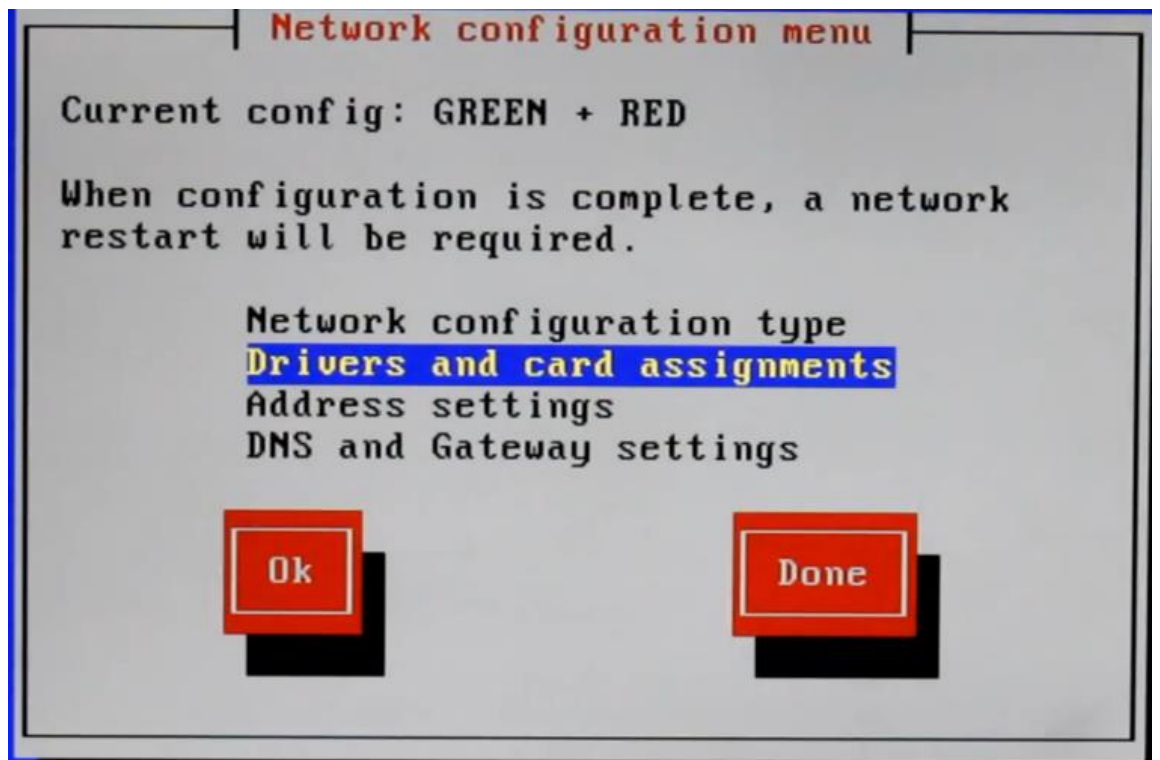


Kuva 9. Verkkoasetusten valikko. (AzyChill, 2013)



Kuva 10. Verkon rakenteen valinta. (AzyChill, 2013)

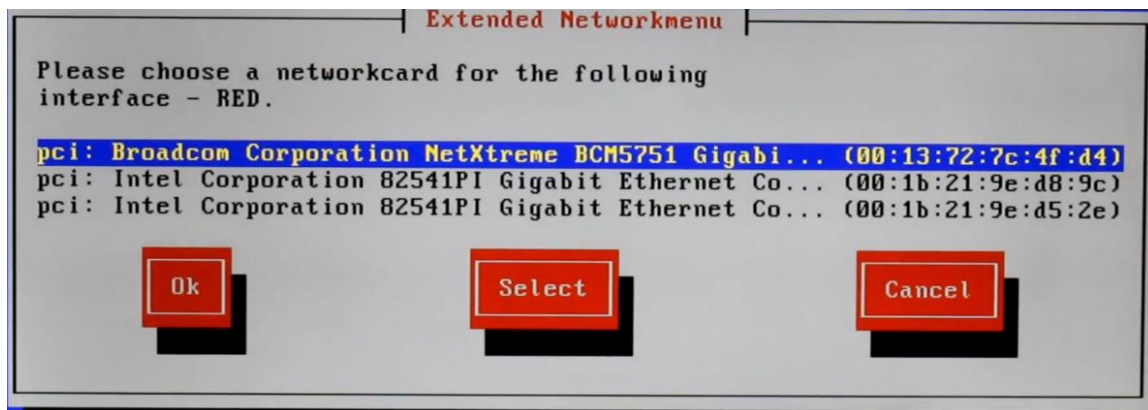
Seuraavaksi tulee mennä verkkokorttien asetuksiin, kuten kuvassa 11. Jokaiselle verkolle tulee valita eri verkkokortti jotka näkyvät kuvassa 13. Kaikki käytetyt kortit olivat yhtä nopeita, joten sillä mikä kortti kullekin asetettiin, ei ollut merkitystä. Koneen kytkemisen selkeyttämiseksi emolevyn oma portti laitettiin toimimaan punaisena porttina, ja kaksi erillistä verkkokorttia toimimaan vihreänä ja sinisenä porttina. Kuvasta 12 puuttuu sininen portti, mutta se oli myös mukana asennuksessa.



Kuva 11. Korttien määrittely. (AzyChill, 2013)



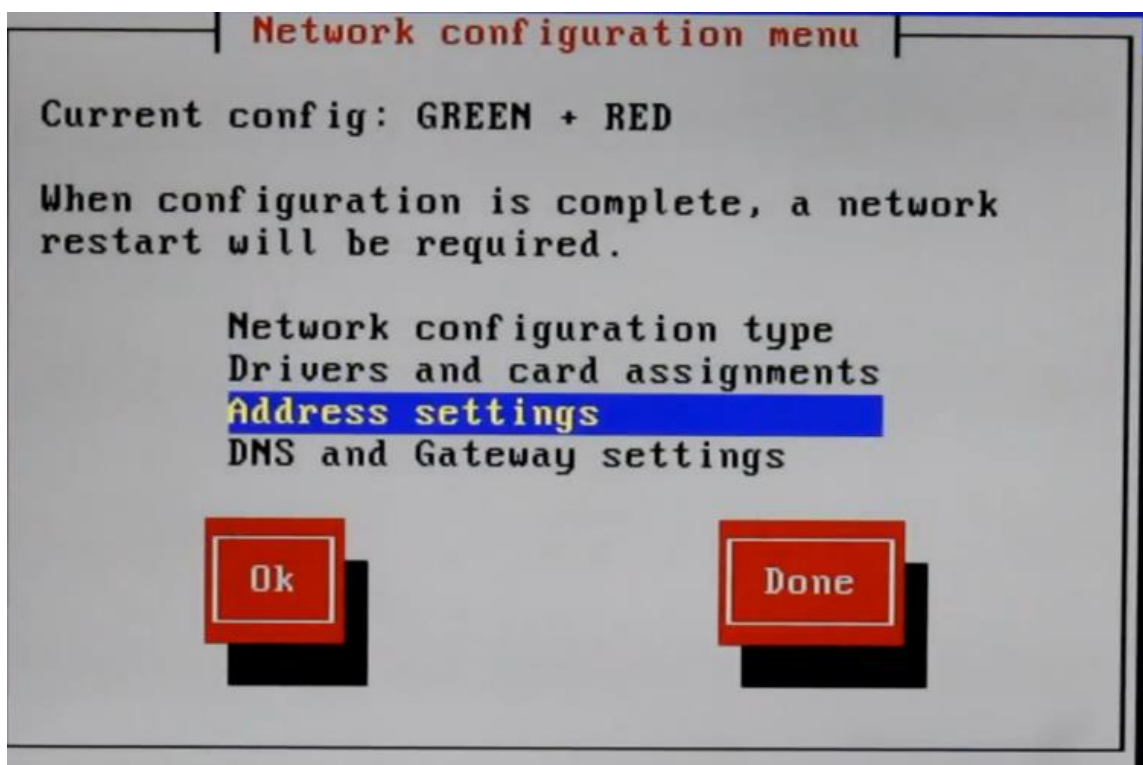
Kuva 12. Vihreän portin valinta jolle kortti halutaan määrittää (AzyChill, 2013)



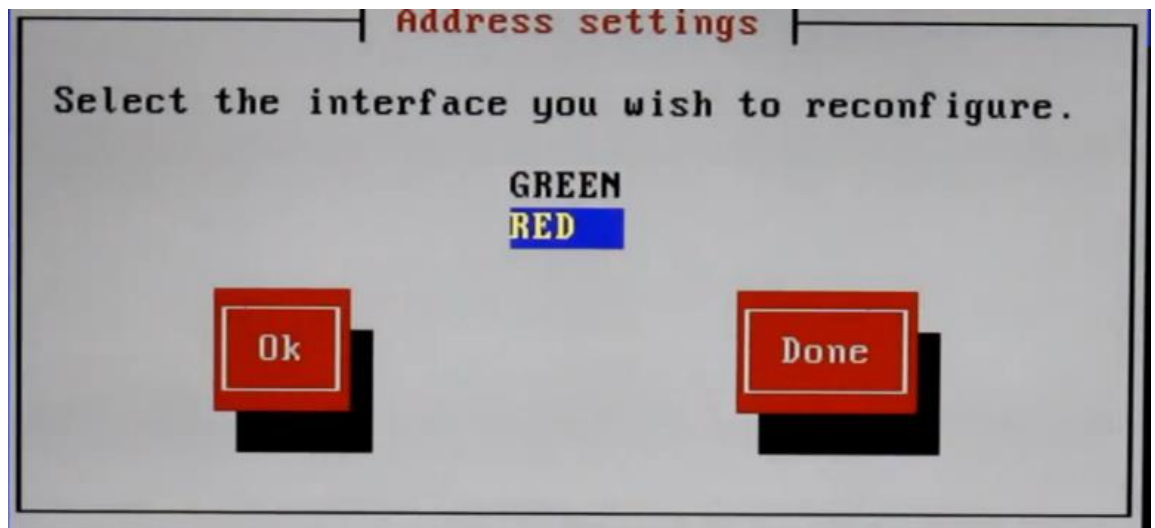
Kuva 13. Halutun kortin valinta. (AzyChill, 2013)

Seuraavaksi määriteltiin korttien osoitteet kuvan 14 kohdasta. Jokaiselle portille pystyi säätämään haluamansa ip-alueet ja portin asetukset. Muokattava portti valitaan värin perusteella, joka näkyy kuvassa 15. Portin määriteltävät asetukset näkyvät kuvissa 16 ja 17. IPFire pystyy myös tekemään nämä määrittelyt automaattisesti, mutta työssä käytettiin työn tilaajan toivomia osoitteita.

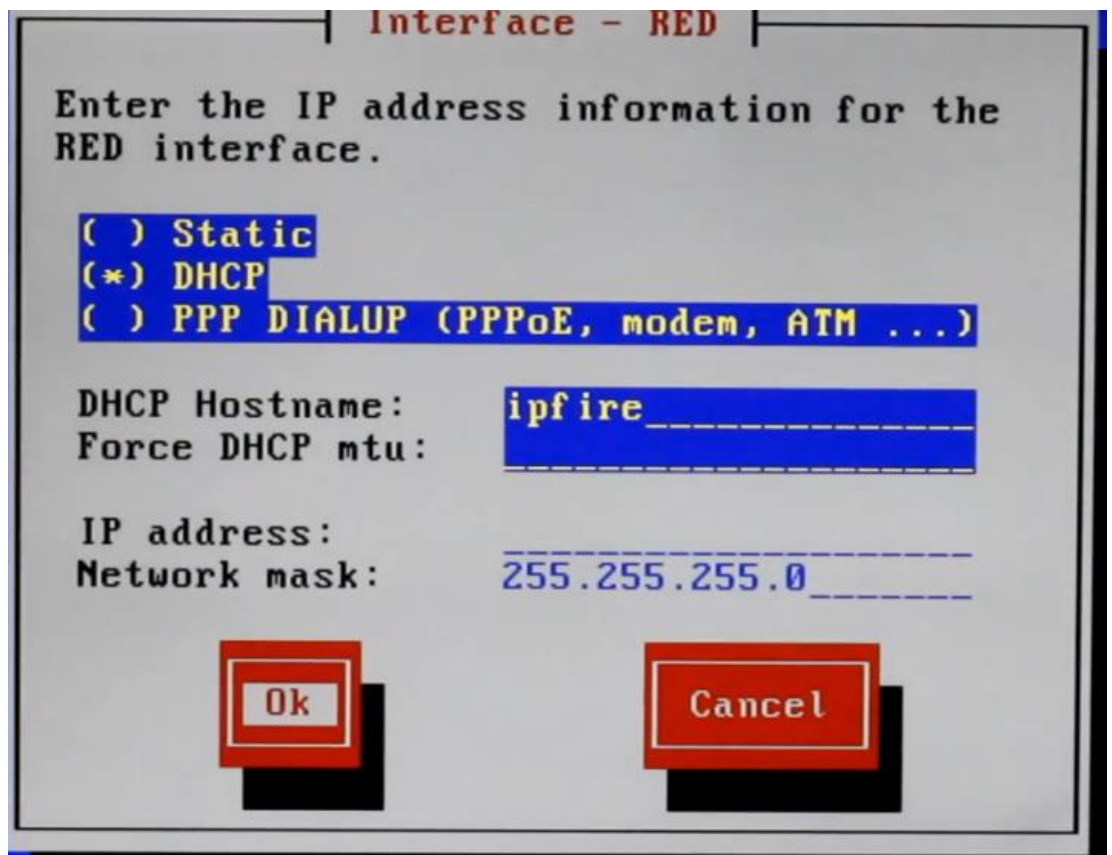
Jos osoitteita haluaa jatkossa muokata, voi ne vaihtaa helposti IPFiren käyttöliittymän kautta. IPFire myös ilmoittaa virheellisesti määritetyistä osoitteista, eikä salli niiden tallentamista.



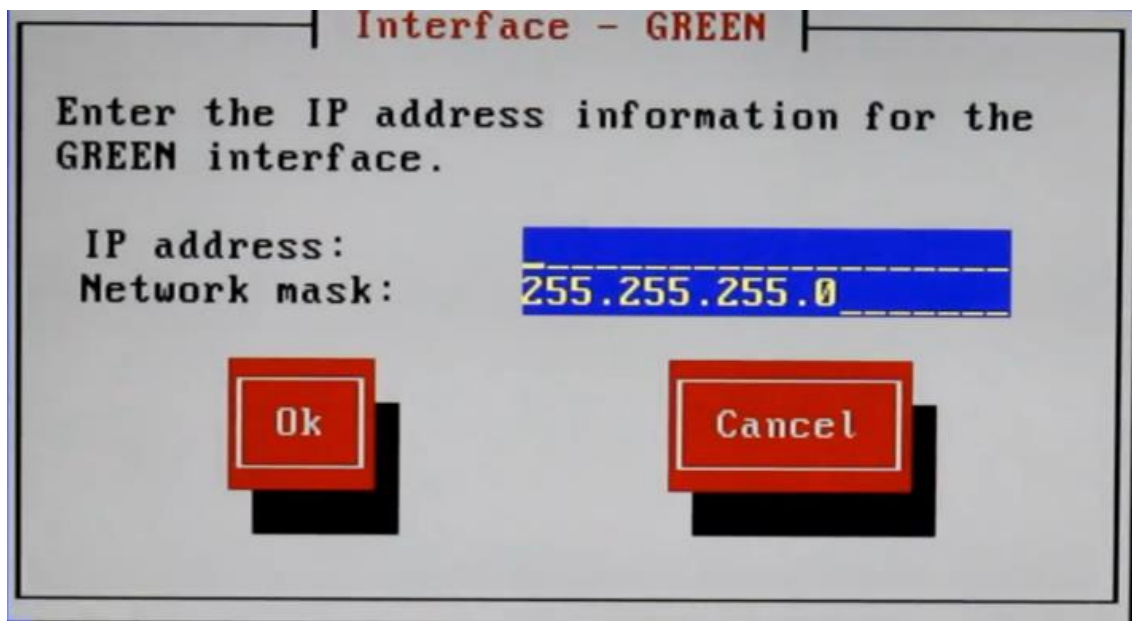
Kuva 14. Osoitteiden määrittely. (AzyChill, 2013)



Kuva 15. Sen portin valinta, jonka osoitetta halutaan muokata. (AzzyChill, 2013)

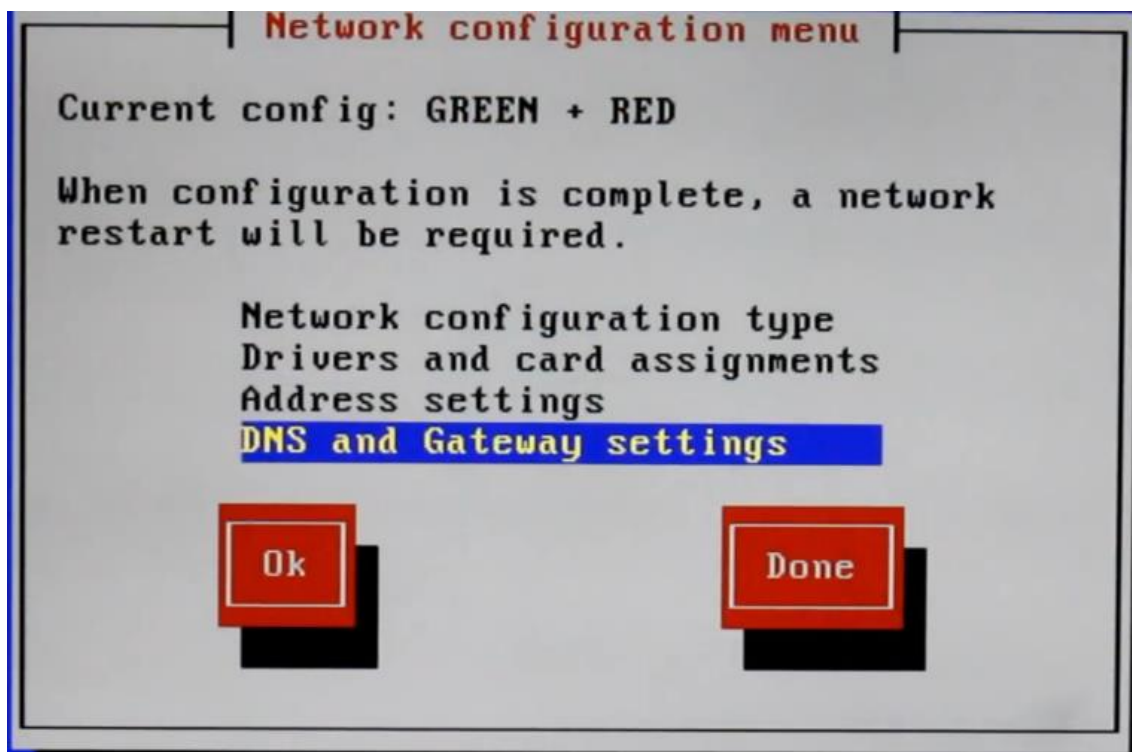


Kuva 16. Portin osoitteiden muutokset. (AzzyChill, 2013)

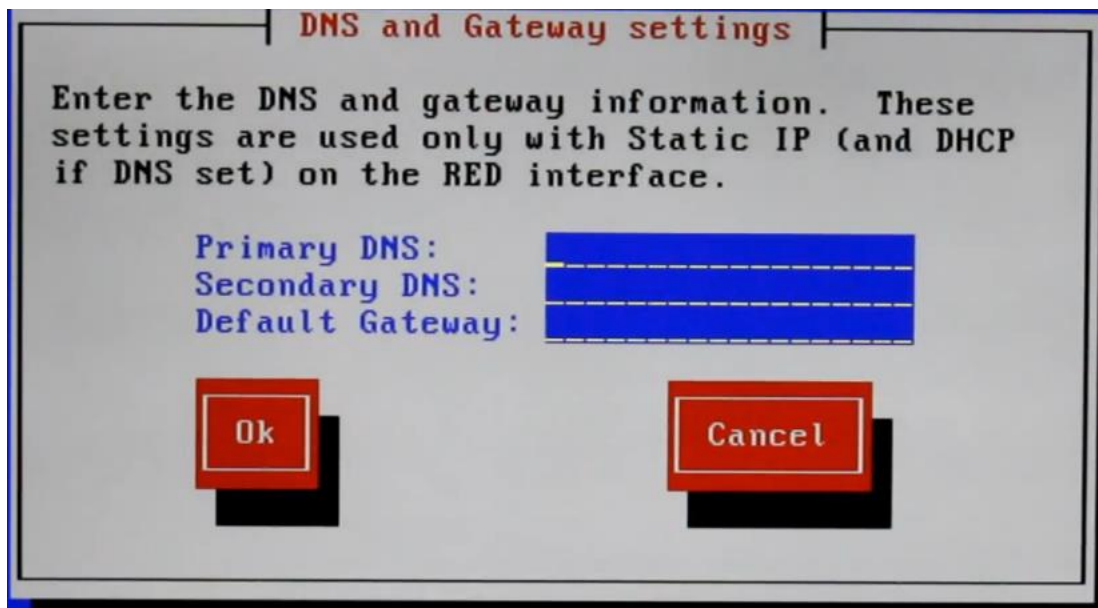


Kuva 17. Vihreän portin osoitteen muutos. (AzyChill, 2013)

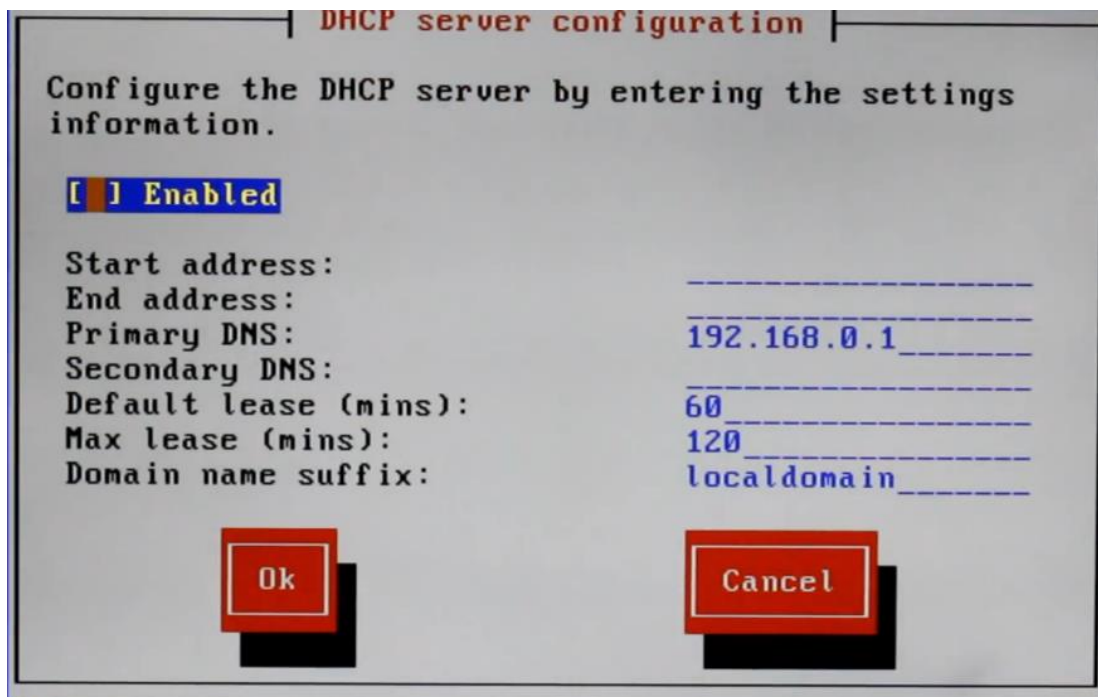
Viimeisenä tulee vielä säätää DNS ja Gateway -asetukset kuvan 18 kohdasta. Asiakkaan ennalta määrittämät osoitteet asetettiin kuvien 19 ja 20 kohtiin. Halutessaan nämäkin kohdat voi jättää tyhjäksi, jolloin IPFire määrittelee ne itse. Ne on myös mahdollista säätää uudelleen jälkikäteen.



Kuva 18. DNS-asetusten määrittely. (AzyChill, 2013)



Kuva 19. DNS-asetusten muutos. (AzyChill, 2013)



Kuva 20. DHCP-asetusten määrittely. (AzyChill, 2013)

IPFire-käyttöjärjestelmän asennus saatiin valmiiksi, ja sen asetusten ja ominaisuuksien säätäminen voidaan aloittaa tarvittuihin tarkoituksiin.

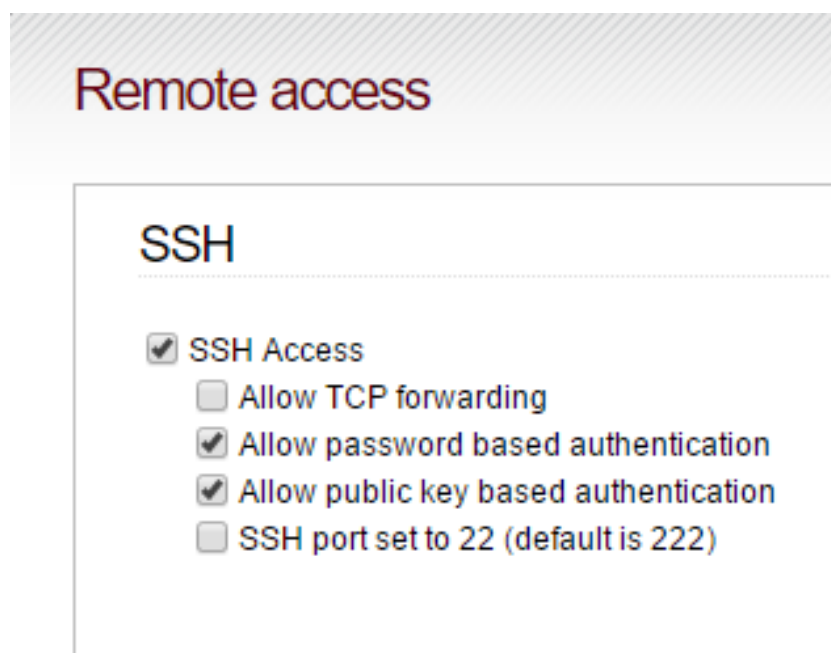
Melkein heti asennuksen jälkeen alettiin huomata ohjelmien kaatuilua, ja tutkimalla IPFiren foorumeja huomattiin, että muillakin oli ollut samoja ongelmia 110-version kanssa, ja ongelmat saatiin korjattua vaihtamalla 109-versioon. Kovalevy tyhjennettiin jälleen, ja tehtiin uusi asennusmedia, jolla tällä kertaa käytettiin 109-version IPFireä. Asennus sujui täysin

samalla tavalla kuin aiemminkin, mutta asennuksen jälkeen ei enää huomattu mitään ongelmia IPFiren vakaudessa.

### 4.3 SSH

SSH eli Secure Shell on suojattu yhteysprotokolla, jossa viestejä ei lähetetä selkokielenä (kuten esim. HTTP- tai sähköpostiprotokollat), vaan randomgeneroidulla avaimella suojattuna (kuten HTTPS tai suojatut sähköpostit) ja näin verkossa olevat muut laitteet eivät voi lukea viestejä purkamatta suojausta, joka suojauksen vahvuuden vuoksi on nykytietokoneilla lähes mahdotonta. Kun SSH:n laittaa päälle, voidaan koneeseen ottaa etäyhteys toiselta koneelta.

Kun kone oli saatu asennettua, ensimmäiseksi koneeseen kytkettiin SSH päälle. SSH saatiin kytkettyä päälle IPFiren graaffisen käyttöliittymän "remote access" välilehdestä, joka näkyy kuvassa 21. Näin toiselta koneelta päästiin etäyhteyden avulla määrittelemään palomuuria. Etäyhteys otettiin Puttylla portin 22 kautta. (Hostinger, 10.11.2017)



Kuva 21. SSH:n kytkeminen päälle. (Antti Jääskeläinen, 2018)

### 4.4 RAID

RAID on tekniikka, jolla voidaan useampaa kovalevyä käyttäen nopeuttaa datan lukemista ja kirjoittamista tai pitää varastoitu data paremmassa turvassa.

RAID-tekniikoita on useita, mutta peruskäytäntöjä on kaksi. Kovalevyt voidaan yhdistää tallentamaan dataa limittäin, jolloin data jaetaan osiin ja siirretään tasaisesti kaikille RAIDin kovalevyille. Tällöin datan luku ja kirjoitusnopeudet nopeutuvat huomattavasti. Toinen tapa on laittaa kovalevyt peilaamaan toisiaan. Tällöin sama data tallennetaan molemmille kovalevyille. Tällä menetelmällä datan lukeminen on nopeampaa kuin yhdellä kovalevyllä, ja jos toinen kovalevyistä hajoaa, on toisella levyllä vielä data tallella. RAID1-tekniikka valittiin palomuriin, joka on juurikin peilaava tekniikka. Näin estetään tärkeiden tiedostojen katoaminen, jos yksi kovalevyistä hajoaa tulevaisuudessa. (Pcmag, 27.3.2014)

RAID tulee asentaa koneelle ennen Sambaa. Alun perin RAID asennettiin vasta koneen asentamisen loppuvaiheessa, mutta se tuhosi koko Samban, jolloin koko kone jouduttiin asentamaan uudelleen.

Linuxilla käytetään RAIDin hallintaan ja valvomiseen sille kehitettyä ilmaista mdadm-ohjelmaa. RAIDin tekemiseen mdadm:llä löytyy useita selkeitä ohjeita, myös englanniksi.

Ennen RAIDin tekemisen aloittamista tulee olla kaksi tyhjää kovalevyä, jotka ovat mielellään identtiset toistensa kanssa. Tämä voidaan vielä varmistaa komennoilla:

```
[root@localhost ~]# fdisk -l
```

Tällä komennolla saadaan näkyviin kaikki koneessa olevat kovalevyt, ja sieltä valitsemalla halutut kovalevyt, jotka tässä tapauksessa ovat sdb ja sdc. Kovalevyjen tarkat tiedot voidaan varmistaa komennolla:

```
[root@localhost ~]# fdisk -l /dev/sdb /dev/sdc
```

Nyt kun tiedetään mitä kovalevyjä halutaan käyttää, voidaan luoda RAID1-laite:

```
[root@localhost ~]# mdadm --create /dev/md1 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdb /dev/sdc
```

Seuraavaksi tulee luoda tiedostojärjestelmä RAIDille. Tiedostojärjestelmän luonti onnistuu komennolla:

```
[root@localhost ~]# mkfs.ext4 /dev/md1
```

Tämän jälkeen loogiselle levyille tehdään oma kansio RAIDille ja looginen RAID linkitetään siihen:

```
[root@localhost ~]# mkdir /mnt/raid1  
[root@localhost ~]# mount /dev/md1 /mnt/raid1/  
[root@localhost ~]# df -h
```

Tämän jälkeen RAID alkaa asentua. Asentumisessa kului yli kymmenen tuntia, mutta järjestelmä on tehty niin fiksusti, että sen voi sammuttaa kesken asennuksen ja asennus jatkuu, kun koneen käynnistää uudelleen. Kun RAID oli asentunut, sen toiminta varmistettiin tallentamalla tiedostoja kovalevylle ja katsomalla että ne tulivat myös toiselle kovalevylle.

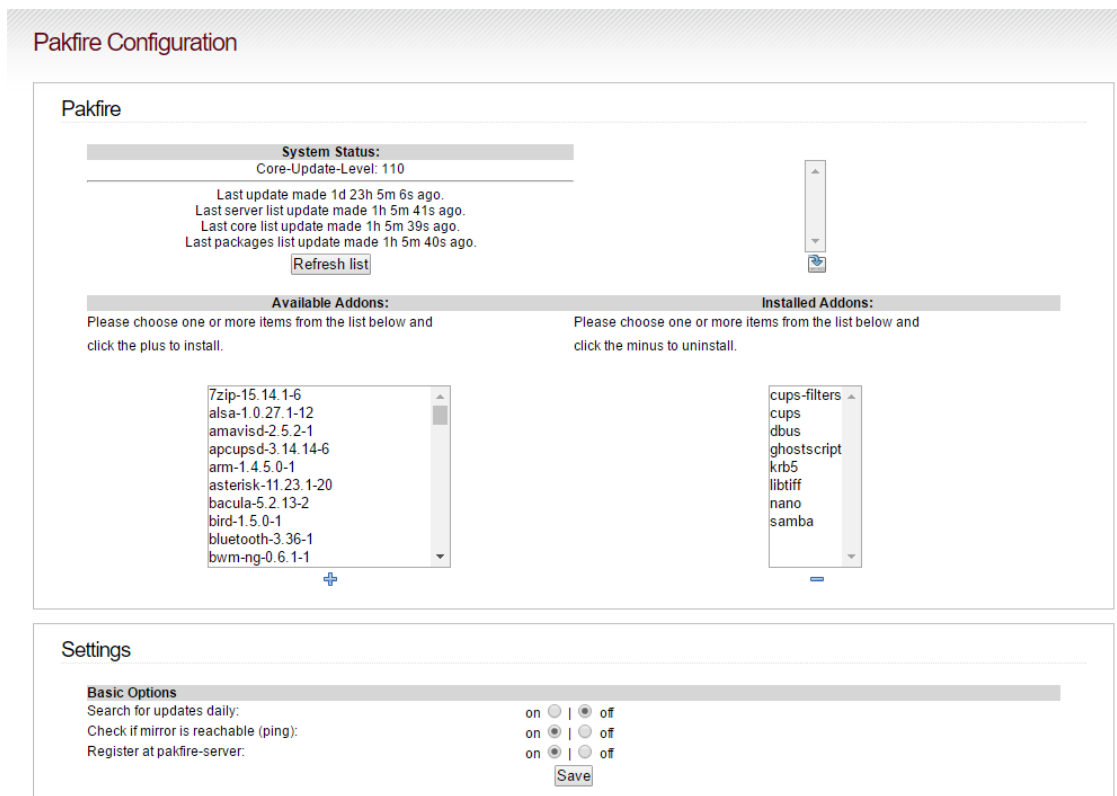
#### 4.5 Samba

Samba on Linuxille kehitetty ohjelma, joka sisältää monia eri sovelluksia, jotka mahdollistavat esimerkiksi tiedostojen jakamisen ja valtuuksien määrittämisen niihin tiedostoihin. Samba käyttää SMB-protokollaa, jota Windows on käyttänyt standardinaan jo Windows 2000 lähtien. Asiakkaan koneista suurin osa on Windows-koneita, jolloin Samba on suoraan yhteensopiva koneiden kanssa.

Samban verkkokovalevy valittiin ohjelmaksi, sillä siitä oli runsaasti tietoa ja ohjeita tarjolla. Se on myös hyvä sovellus IPFiren kanssa, sillä sen saa asennettua suoraan Pakfiren kautta. Pakfire on IPFiren ominaisuus josta voi ladata ja asentaa tiettyjä sovelluksia helposti IPFirelle yhdellä klikkauksella. (Samba.org n.d. -e)

RAID valmistuttua voidaan asentaa Samba. Alussa sambaa ei saatu asentamaan loppuun onnistuneesti, sillä jokin IPFiren 110-versiossa esti sitä asentumasta loppuun. Vaihtamalla IPFire 109-versioon saatiin samba kuitenkin toimimaan. Samban asennus hajotettiin asentamalla RAID vasta Samban jälkeen. Tämän takia kaikki jouduttiin asentamaan toisen kerran.

Samba asennetaan Pakfiren kautta. Tämä onnistuu helposti käyttämällä IPFiren visuaalista käyttöliittymää, ja sieltä löytyvää Pakfireä, joka näkyy kuvassa 22. Samba löytyy vakiona Pakfiren sovelluslistalta ja asennus onnistuu vain valitsemalla se listasta.



Kuva 22. Pakfire IPFiren visuaalisessa käyttöliittymässä. (Antti Jääskeläinen, 2018)

Ensin tulee myös luoda ryhmät, jotta oikeudet saadaan toimimaan verkkoalueilla toivotusti. Ryhmä luodaan myös samalla tavalla kuin Linuxilla:

```
[root@localhost ~]# groupadd [nimi]
```

yrittäjien johdolle sekä työntekijöille luotiin omat ryhmät. Kahta ryhmää käyttäen saatiin jaoteltua helposti, kuka pääsee käsiksi mihinkin tietoihin.

Tämän jälkeen ryhmille luotiin kansiot, joiden sisälle luotiin käyttäjien omat kansiot. Ryhmäkansiot luotiin navigoimalla oikeaan kansioon ja käyttämällä komentoa:

```
# mkdir [kansion-nimi]
```

Seuraavaksi tulee luoda käyttäjät Samballe. Käyttäjät tulee ensin luoda IPFireen jonka jälkeen ne lisätään Sambaan, sillä Samba ei itse osaa lisätä käyttäjiä.

Samalla kun luodaan käyttäjä, hänelle tehdään myös kotikansio määritellyn kansioon:

```
[root@localhost ~] #useradd -m -d /polku/mihin/kotikansio/tehdään/[kansion-nimi] [käyttäjä nimi]
```

Käyttäjien kansiot tehtiin ryhmäkansioiden sisään niin, että johtajien omat kansiot olivat johtoryhmän kansiossa, ja työntekijäkansio oli työntekijäryhmän kansiossa. Seuraavaksi muutetaan johto- ja työntekijäkansiot niiden ryhmien omistukseen, jotta ryhmiin kuuluvat pääsevät käyttämään kansioita:

```
[root@localhost ~]# sudo chown :[ryhmän-nimi] [kansion-nimi]
```

Seuraavaksi lisätään käyttäjät haluttuihin ryhmiin:

```
[root@localhost ~]# usermod -a -G [ryhmä] [käyttäjä]
```

Johdon henkilöt tulee lisätä sekä johtoryhmään että työntekijäryhmään, jotta he pystyvät pääsemään käsiksi molempien kansioiden tiedostoihin. Tämän jälkeen tulee lisätä käyttäjä vielä Sambaan:

```
[root@localhost ~]# smbpasswd -a [käyttäjä]
```

Käyttäjiä, ryhmiä ja kansioita luodessa tulee muistaa, että Linux ei tue iso- ja kirjaimia, eikä ääkkösiä. Tästä johtuen niitä tulee välttää, sillä ne saattavat aiheuttaa jotain yhteensopivuusongelmia.

Nyt kun Samban jaettavat kansiot on tehty, niille pitää määrittää oikeat oikeudet. Tämä tehdään lisäämällä kansioille maskit. Samba-maskit ovat samanlaiset numeroita käyttävät säännöt kuin Linux-umaskit, mutta käänteiset. Se missä umaskeissa "0" ei ole mitään oikeuksia ja "7" on kaikki oikeudet, niin Samballa "0" on kaikki oikeudet ja "7" ei ole mitään oikeuksia.

Samba käyttää sekä Samba shareen merkittyjä maskeja, että kansioille määritettyjä umaskeja. Oikeuksien määrittämisen selkeyttämiseksi Samba shareen asetettiin maskit, jotka sallivat kaikki käyttäjät kansioihin, ja kansioihin käytettiin määritettäviä umaskeja rajaamaan pois ei-toivotut ryhmät ja käyttäjät.

Samba shareen määritettiin johdolle asetukset:

```
[johto]
path = /mnt/raid1/johto
comment = johto
browseable = yes
writable = yes
create mask = 0777
directory mask = 0777
```

**public = yes**

ja työntekijöille asetukset:

```
[tyontekijat]
path = /mnt/raid1/tyontekijat
comment = tyontekijat
browseable = yes
writeable = yes
create mask = 0777
directory mask = 0777
public = yes
```

Tämän jälkeen kansioiden oikeudet muutettiin Linuxissa. Samban konfigurointitiedosto avattiin polusta `/etc/samba/smb.conf` ja sinne määritettiin umaskeiksi:

```
create mask = 707
directory mask = 707
```

Nämä määrittävät asetukset niin, että kansioon on täydet oikeudet ryhmään kuuluvilla, mutta ei mitään oikeuksia muilla henkilöillä. Näin johdon henkilöt pääsevät omiin kotikansioihinsa, johdon ryhmäkansioon ja työntekijöiden ryhmäkansioon käsiksi, ja työntekijät pääsevät vain omaan ryhmäkansioonsa.

#### 4.6 Update accelerator

Update accelerator on IPFiren ominaisuus, jonka avulla samassa verkossa olevien koneiden ei tarvitse erikseen ladata samaa päivitystä internetistä, vaan kun ensimmäinen kone lataa päivityksen, Update accelerator tallentaa päivityksen muistiinsa, ja muut koneet pystyvät lataamaan sen sieltä huomattavasti nopeammin. Tämä nopeuttaa päivittämistä ja keventää verkkoyhteyden rasittumista. (Wiki.ipfire.org, n.d. -d)

Asiakkaan työhön kuuluu paljon koneiden päivittelemistä, joten Update acceleratorin pitäisi tarjota huomattavaa hyötyä heille. Update accelerator onkin juuri yksi suurimmista syistä, miksi kyseinen palomuurijärjestelmä valittiin heille.

Valitettavasti vasta kesken projektin huomattiin, että Update accelerator ei tue Windows 10 päivityksiä. Microsoft on muuttanut Windows 10 myötä päivittämisen vertaisverkkoihin, jolloin Update accelerator ei tunnista päivityksiä tallennettavina kohteina. Projektin aikana tähän ei ollut vielä keksitty korjausta, mutta mahdollisesti tulevaisuudessa tähän tulee korjaus. Update accelerator kuitenkin toimii muiden sovellusten kanssa, kuten Adoben sovellusten ja virustorjuntasovellusten kanssa.

Update acceleratorin käyttöönotto on helppoa, sillä se tulee valmiiksi IPFiren asennuksen yhteydessä. Update acceleratorin määrytykset tulee vain säätää IPFiren visuaalisen käyttöliittymän kautta. Kuva Update acceleratorin asetukset näkyvät kuvassa 23.

The screenshot shows the 'Update accelerator configuration' page. It has a title bar 'Update accelerator configuration' in red. Below it is a form titled 'Update Accelerator' with three sections: 'Common settings', 'Performance options', and 'Source checkup'. Each section has several checkboxes and input fields. At the bottom of the form are buttons for 'Save', 'Save and Restart', 'Statistics <<', and 'Maintenance >>'. Below the form is a 'Cache statistics' section showing 'Local cache is empty' and a table for 'Disk usage'.

Update Accelerator			
<b>Common settings</b>			
Enable log:	<input checked="" type="checkbox"/>	Max. disk usage: *	<input type="text" value="75"/> %
Enable passive mode:	<input type="checkbox"/>		
<b>Performance options</b>			
Lower CPU priority for downloads:	<input checked="" type="checkbox"/>	Max. external download rate (kbit/s):	<input type="text"/>
<b>Source checkup</b>			
Enable automatic source checkup:	<input checked="" type="checkbox"/>	Source checkup schedule:	<input type="text" value="daily"/>
Replace outdated files during checkup:	<input checked="" type="checkbox"/>		
<input type="button" value="Save"/>		<input type="button" value="Save and Restart"/>	
		<input type="button" value="Statistics &lt;&lt;"/>	
		<input type="button" value="Maintenance &gt;&gt;"/>	

Cache statistics			
Local cache is empty			
<b>Disk usage</b>			
Cache directory	Size	Used	Free Percentage
[var/updatecache/]	438G	162M	415G 1%

Kuva 23. Update acceleratorin asetukset. (Antti Jääskeläinen, 2018)

Update acceleratorin asetuksista pitää käydä hyväksymässä logit jotta se voi alkaa tallentaa päivityksiä. Myös kovalevyn käytön määrä tulee määrittellä Update acceleratorille. Tätä varten oli varattu suurikokoinen SSD-levy, ja siksi Update acceleratorille pystyttiin määrittelemään 75 prosenttia levyistä käyttöön. Jos käytössä olisi ollut pienikokoinen kovalevy, niin kovalevyn tilan käytössä olisi pitänyt olla tarkempi, että IPFirelle ja sen laajennuksille jää varmasti tilaa myös tulevaisuudessa.

## 5 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tavoitteena oli rakentaa IPFire-pohjainen palomuurijärjestelmä. Sen yhteyteen tuli myös rakentaa asiakkaan toivomat verkkokovalevy, ja päivityksiä nopeuttava update accelerator.

Koneen osien valitsemista ei tarvinnut tutkia tarkasti muuten kuin verkkokorttien osalta, sillä IPFire ei tue kaikkia verkkokortteja. Tätä helpotti kuitenkin se, että toimiviksi todettuja verkkokortteja oli listattuna IPFiren sivuilla. Koneen kokoaminen itsessään ei poikennut muiden tietokoneiden kokoamiselta.

IPFiren asentamista helpotti suuri määrä käyttäjien kirjoittamia ohjeita. Näistä ohjeista valitettavasti suurin osa oli saksan kielellä, ja varsinkin englanninkielisistä ohjeista monet olivat tarkoitettu vanhemmille IPFire versioille, ja olivat siksi vanhentuneita. Useamman kerran projektin aikana jouduttiin aloittamaan asentaminen alusta, kun IPFiren uusin versio ei ollut toimiva, tai kun RAIDin asentaminen tuhosi aikaisemmin asentamamme järjestelmiä.

Lopulta kaikki asiakkaan toivomat ominaisuudet saatiin asennettua, vaikka Update accelerator ei kyennytkään enää toimimaan asiakkaan toivomalla tavalla Windowsin muutoksien vuoksi. Muutoin kaikki ominaisuudet toimivat alkuperäisten suunnitelmien mukaisesti, ja asiakas oli tyytyväinen lopputulokseen.

Opinnäytetyö oli minulle haastava, mutta opettava projekti. Pääsin toteuttamaan aivan uudenlaisen projektin ohjelmalla, josta minulla ei ollut lainkaan aiempaa kokemusta. En ollut ennen käyttänyt muitakaan projektin sovelluksia, joten minun tuli työn ohella perehtyä aiheeseen todella paljon. Työ onnistui tavoitteellisesti ja olen tyytyväinen lopputulokseen.

## LÄHTEET

AzzyChill, 12.5.2013, How to install IPFire

<https://www.youtube.com/watch?v=u7-qKal78TM&t=>

Hostingadvice, 30.10.2017, SSD vs. HDD — 5 Differences and How to Transfer Data, Viitattu 23.12.2017

<https://www.hostingadvice.com/how-to/ssd-vs-hdd/>

Hostinger, 10.11.2017, How does SSH Work, Viitattu 15.6.2018

<https://www.hostinger.com/tutorials/ssh-tutorial-how-does-ssh-work#gref>

Ipfire.org, n.d -a, features Viitattu 27.3.2019

<https://www.ipfire.org/features>

Lifewire, n.d. What Is an Ethernet Card?, Viitattu 6.1.2018

<https://www.lifewire.com/what-is-an-ethernet-card-817547>

Samba.org, n.d. -e Learning the Samba, Viitattu 26.12.2018

[https://www.samba.org/samba/docs/using\\_samba/ch01.html](https://www.samba.org/samba/docs/using_samba/ch01.html)

Techjunkie, 24.4.2017, what is hard drive cache and what does it do, Viitattu 23.12.2017

<https://www.techjunkie.com/what-is-hard-drive-cache-and-what-does-it-do/>

Thegeekstuff, 16.5.2011, Linux File Systems: Ext2 vs Ext3 vs Ext4, Viitattu 10.6.2018

<https://www.thegeekstuff.com/2011/05/ext2-ext3-ext4/>

Wiki.ipfire.org, 10.3.2016, Bad flash, Viitattu 3.1.2018

<https://wiki.ipfire.org/hardware/mythbusters/bad-flash>

wiki.ipfire.org, n.d. -b Installation, Viitattu 6.4.2018

<https://wiki.ipfire.org/installation/step2>

wiki.ipfire.org, n.d. -c Howto write a flash image to disk?, Viitattu 6.4.2018

<https://wiki.ipfire.org/installation/write-a-flash-image>

Wiki.ipfire.org, n.d. -d Update accelerator, Viitattu 27.12.2018

<https://wiki.ipfire.org/configuration/network/update-booster>

Wiki.ipfire.org, 14.10.2017, Network Adapter Hardware Compatibility List, Viitattu 6.1.2018

<https://wiki.ipfire.org/hardware/networking>

Wiki.ipfire.org, 10.8.2017, System Requirement, Viitattu 4.1.2018  
<https://wiki.ipfire.org/hardware/requirements>

Wikipedia, n.d IPFire -a, Viitattu 19.02.2018  
<https://en.wikipedia.org/wiki/IPFire>

Wikipedia, n.d. -b Central processing unit, Viitattu 18.1.2018  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Central\\_processing\\_unit](https://en.wikipedia.org/wiki/Central_processing_unit)

Wikipedia, n.d. -c Random-access memory, Viitattu 20.2.2018  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Random-access\\_memory](https://en.wikipedia.org/wiki/Random-access_memory)