



Pekka Karppinen

SELVITYS FPAC-NODE-OHJELMAN KÄYTTÖÖNOTOSTA

SELVITYS FPAC-NODE-OHJELMAN KÄYTTÖÖNOTOSTA

Pekka Karppinen
Opinnäytetyö
Syksy 2012
Tietotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma, Langaton tietoliikenne

Tekijä: Pekka Karppinen
Opinnäytetyön nimi: Selvitys FPAC-node-ohjelman käyttöönotosta
Työn ohjaaja: Riitta Rontu
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2012 Sivumäärä:44 + 2 liitettä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä selvitys FPAC-node-ohjelmiston käyttöönotosta ja sen tarjoamista mahdollisuuksista sekä soveltuvuudesta radioamatööri toimintaan. Työn tilaajana toimi Timo Heikkinen ja sen taustana oli Suomen radioamatööriliiton (SRAL) Turva-projekti, jonka tarkoitus on luoda Suomeen vapaaehtoisten radioamatöörien voimin pysyvä valmius saattaa voimaan valtakunnallinen radioverkko mahdollisissa kriisitilanteissa.

Tässä työssä esitellään yksi vaihtoehtoinen ohjelmisto, jota voidaan käyttää pakettiradioverkossa sähkeiden lähetykseen. Ohjelman käyttöönotosta ei ole suomeksi yhtään dokumenttia yleisessä käytössä, joten työ toimii samalla ohjeena ohjelman käyttöönotossa. Työssä esitellään tähän tarvittavia tekniikoita sekä selostetaan kohta kohdalta asennusprosessi.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi pienimuotoinen tietopaketti ohjelman käyttöönotosta ja sen ongelmakohtista sekä ajatuksia jatkokehitystä varten.

Asiasanat: AX.25, FPAC, pakettiradio, amatööriradio, Linux

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in Information Technology, Wireless Communication

Author: Pekka Karppinen

Title of thesis: Research of installing and configuring FPAC amateur radio packet switch

Supervisor: Riitta Rontu

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2012. Pages: 44 + 2 appendices

The client of this thesis is Timo Heikkinen, active member of SRAL. The goal of the thesis was to make a research about installation and configuring of Amateur Radio packet switch FPAC under Linux operation system. Second goal was documenting the whole process and make easy step-by-step manual of it.

In the background of thesis is The Finnish Amateur Radio League and its Turva-project. Base of the project is to build and maintain capability to set up national radio network between volunteer hams.

This thesis introduces one software solution which is capable of sending computer typed messages through amateur radio network.

As a result of this thesis there is a little information package of installing and configuring this software and some info of its problems. There are also some ideas for the further development of this software.

Keywords: AX.25, FPAC, Packet radio, Amateur Radio, Linux

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 RADIOAMATÖÖRITOIMINTA	10
2.1 Toiminnan yleiskuvaus	10
2.2 Turva-projekti	11
2.3 Radioamatööriajaudet	13
3 TEKNIIKAT JA MENETELMÄT	14
3.1 Pakettiradio ja AX.25	14
3.2 APRS	15
3.3 DX-klusterit ja Bulletin Board System	17
3.4 Ohjelmistotyökalut	18
3.4.1 Mandriva Linux	18
3.4.2 Ubuntu Linux	19
3.4.3 Oracle VirtualBox	20
3.4.4 Unetbootin	21
3.4.5 FPAC	21
4 TYÖN VALMISTELU	22
5 LAITTEISTON KOKOAMINEN JA ENSIMMÄINEN ASENNUS	23
5.1 Testilaitteiston valmistelu	23
5.2 FPACin ja sen sidosohjelmien asennus	24
5.2.1 AX25-Libraries	24
5.2.2 AX25-Toolsin asennus	26
5.2.3 AX25-Appsin asennus	26
5.2.4 RC.init.script	26
5.2.5 AX.25ipd	27
5.2.6 FPACin asennus	27
5.2.7 AX25-käynnistysskriptit	28
6 FPACIN KOEKÄYTTÖ	30

7 UBUNTUN SEKÄ MANDRIVAN ASENNUS	32
7.1 Uusi tavoite ja Ubuntu esittely	32
7.2 Ubuntu asennus ja päivitys	32
7.3 VirtualBoxin asennus	33
7.4 Mandriva Linuxin asennus	34
8 FPACIN ASENNUS JA TESTAUS	37
8.1 Valmiit ohjelmapaketit	37
8.2 Pakettien asentaminen	38
8.3 FPACin toiminnan testaus	39
9 TULOKSET	41
10 POHDINTA	42
LÄHTEET	43
15 LIITE 1 - Radioamatööritaajuudet Suomessa	

SANASTO

APRS – Automatic Packet Reporting System on Bob Bruninganin alullepanema paikallisen taktisen tiedon siirtoon kehitetty radiopohjainen järjestelmä

AX.25 –X.25-protokollan variantti muutettuna radioamatöörikäyttöön

BBS – Bulletin Board System, tarkempi kuvaus BBS-kohdassa.

Callsign – jokaisella radioamatöörillä on oma uniikki asematunnus eli callsign

DX-klusteri – sähköinen kokoontumispaikka radioamatööreille

FPAC – node-ohjelma pakettiradioverkkoon

IP – TCP/IP- mallin internet-kerroksen protokolla, joka huolehtii IP-tietoliikennepakettien toimittamisesta perille

LAN – Local Area Network, lähiverkko

Mandiva Linux – ranskalaisen Mandriva S.A:n julkaisema Linux-pohjainen käyttöjärjestelmä

Oracle VirtualBox – käyttöjärjestelmien virtualisoimiseen käytettävä ohjelmisto

SRAL – Suomen radioamatööriliitto

TCP/IP – Transmission Control Protocol Internet Protocol

USB – Upper Side Band, AM-modulointimenetelmä, jossa suodatetaan kantaalto ja alempi sivukaista pois ja lähetetään vain ylempi sivukaista

X.25 – siirtoprotokollanippu pakettikytkentäiseen laajaverkkoon

1 JOHDANTO

Tämän päivän maailmassa hyvät ja toimivat tietoliikenneyhteydet ovat välttämättömät. Käytämme niitä päivittäin esimerkiksi viestimiseen, laskujen maksamiseen tai uutisten lukuun. Emme aina välttämättä edes tiedosta miten paljon elämä vaikeutuisi, jos joutuisimme yhtäkkiä luopumaan toimivista tietoliikenneyhteyksistä. Tämä tulee vuosittain yllätyksenä ihmisille eri puolilla maailmaa, etenkin kriisialueilla, jonne esimerkiksi trooppinen hirmumyrsky on juuri iskenyt. Viime vuosina myös Suomeen on rantautunut poikkeuksellisen voimakkaita kesä- ja syysmyrskyjä, jotka ovat saattaneet katkaista voimalinjoja ja tietoliikenneyhteyksiä jopa päiviksi osasta maata.

Tässä opinnäytetyössä selvitetäänkuinka pakettikytkentäiseenverkkoon suunniteltu FPAC-node-ohjelma voitaisiin ottaa käyttöön radioamatööritoiminnassa. Selvityksen pohjana on Suomen radioamatööriliiton Turva-projekti, jonka tavoitteena on luoda puitteet valtakunnalliseen radioverkon pystyttämiseen poikkeustiloissa kuten kriisitilanteissa.

Suomen radioamatööriliitto on vuonna 1921 perustettu Suomen radioamatöörien kansallinen keskusjärjestö. SRAL on myös kansainvälisen radioamatööriliiton IARU:n sekä pohjoismaisten radioamatööriliittojen yhteistyöelimen NRAU:n jäsen. SRAL edistää, kehittää ja tukee radioamatööritoimintaa sekä tekee tiivistä yhteistyötä Viestintäviraston kanssa mm. radioamatöörimääräyksiin, -taajuuksiin ja pätevyystutkintoihin liittyvissä asioissa. SRAL järjestää myös erilaisia radioamatööritoimintaan liittyviä joukkotapahtumia, kuten vuosittain pidettävät kesäleirin ja syyspäivät. Liitto järjestää myös erilaisia koulutustilaisuuksia sekä julkaisee opiskelumateriaalia ja muuta radioamatööritoimintaan liittyvää kirjallisuutta. (1.)

Opinnäytetyön tilasi Oulun ammattikorkeakoulun automaatiotekniikan opettaja Timo Heikkinen, joka on Suomen radioamatööriliiton jäsen sekä aktiivinen radioamatööri tunnuksella OH8GNL (entinen OH7XU).

Työn alussa oli tarkoitus päästä tutustumaan FPAC-node-ohjelman käyttöönsekä testata sen toimintaa radioverkossa. Ohjelman moninaisuuden sekä resurssien puutteen takia, jouduttiin projektia laajuutta rajaamaan. Työssä minun tehtäväkseni jäi tutustua FPAC-ohjelman käyttöönottoon ja tutustua sen mahdollisuuksiin sekä heikkouksiin yhtenä mahdollisena node-ohjelmana.

2 RADIOAMATÖÖRITOIMINTA

2.1 Toiminnan yleiskuvaus

Radioamatöörillä tarkoitetaan henkilöä, joka on suorittanut hyväksytysti telehallintoviranomaisen ylläpitämän tutkinnon ja saanut todistuksen, joka oikeuttaa käyttämään radioamatööriasemaa sekä rakentamaan radiolaitteita. Suomessa radioamatöörin pätevyystodistuksia myöntää Viestintävirasto eli Ficora. Viestintävirasto myös valtuuttaa tutkinnon pitäjiä järjestämään pätevyystutkintoja ympäri Suomea. (2;3.)

Radioamatööri toiminnassa on tarkoituksena pitää yllä radioyhteyksiä muiden radioamatöörien kanssa. Harrastuksen toinen keskeinen tarkoitus on kasvattaa radiotekniikan tuntemusta jorakentaa lähetin-vastaanotinlaitteistoja sekä antenneja. Radioyhteyksiä voidaan pitää yllä mm. sähköttämällä, digitaalisilla lähetteillä sekä puheyhteyksillä. Koko toiminnan alkuna on pidetty DX-kuuntelua, jolla tarkoitetaan esimerkiksi kaukaisten yleisradioasemien lähetysten kuuntelua. (2.)

Jokaisella radioamatööri asemalla tulee olla viranomaisen myöntämä asemalupa sekä henkilökohtainen asematunnus, callsign. Tunnuksen kaksi ensimmäistä kirjainta(prefix) osoittavat aseman sijainnin valtiotasolla. Prefixin jälkeen tunnuksessa tulee numero, joka osoittaa läänin, jossa radioasema toimii. Loppuosa saa sisältää enintään neljä merkkiä, joista viimeisen tulee olla kirjain. Esimerkiksi Suomen radioamatööriliiton Turva-projektin Pohjanmaan aluevastaavan, Matti Järven, asematunnus on OH6LXS. (2.)

Radioamatööritutkinnon suorittaneet jaetaan kahteen radioamatööriluokkaan: perusluokkaan sekä yleisluokkaan. Kummankin luokan radioamatööreillä on samat oikeudet radioalueiden käyttämiseen, mutta perusluokkaan kuuluva amatööri ei saa käyttää yhtä suuria lähetystehoja kuin yleisluokkaan kuuluva amatööri. Perusluokan amatööri saa käyttää maksimissaan 120W:n tehoa, kun taas yleisluokan amatöörin maksimilähetysteho on rajoitettu 1500W:iin. Radioamatööriviestinnässä ei saa käyttää tarpeettoman suurta lähetystehoä tai -kaistanleveyttä. (2;3.)

Radioamatööri-toiminnasta saa tietoa Suomenradioamattööriliiton kotisivuilta www.sral.fi sekä radioamatööri-toiminnasta kiinnostuneille tarkoitettulta Radionuoret sivustolta www.radionuoret.net.

2.2 Turva-projekti

Tämän opinnäytetyön taustalla on Suomen radioamattööriliiton Turva-projekti, jonka tavoitteena on luoda Suomeen vapaaehtoisten radioamatöörien voimin pysyvä valmius saattaa voimaan häiriö- ja kriisitilanteissa valtakunnallinen radioverkko sekä perustaa radioasemia ja sanomakeskuksia pelastusalueiden ja kuntien johtopaikoille tai niiden läheisyyteen. Tarkoitus on taata viestiyhteyksiä kriisialueella työskenteleville kansalaisjärjestöille (auttajille) ja uhreille (autettaville). Tähän tavoitteeseen pyritään kouluttamalla radioamatöörejä tarjoamalla kursseja sekä julkaisemalla oppimateriaalia Internetissä. SRAL ja Turva-projekti pyrkii jatkuvasti kehittämään tekniikkaa mm. testaamalla digitaalisia lähetelajeja ja ottamalla niitä käyttöön. Kehitystyön lisäksi myös pyritään ohjeistamaan uuden tekniikan käyttöönottoa yleisesti. (4, s.2.)

Alla on listattuna Turva-projektin taustaa ja historiaa.

- 1939 – joukko radioamatöörejä sai Puolustusvoimilta tehtäväksi apuradioverkon perustamisen mahdollisen sodan varalta
- 1999/2000 – Millenium-Turvassa varauduttiin vuosituhannen vaihtumisen aiheuttamiin ongelmiin yhteiskunnan kriittisissä sähkö- ja tietojärjestelmissä.
- 2003 – Valtakunnallinen verkko ja kaikkiin Suomen kuntiin perustettiin viestiasema. Laajamittainen valmistelutyö jatkuu sekä turva-ohjeistuksen laatiminen yhdessä pelastusviranomaisten kanssa.
- 2008 – Toiminnassa mukana jo 414 asemaa ja lähes jokainen kunta miehitettynä.
- 2012 – Toiminnassa mukana 17 alueen johtoasemaa ja 59 kunta- tai soluasemaa (115 henkilöä).

(4, s.5.)

Kuvassa 1 esitetään pelastusaluejako sekä Turva-asetat vuoden 2010 harjoituksen jälkeen.



Pelastusaluejako ja Turva-asetat

Tilanne TURVA-2010 –harjoituksen jälkeen

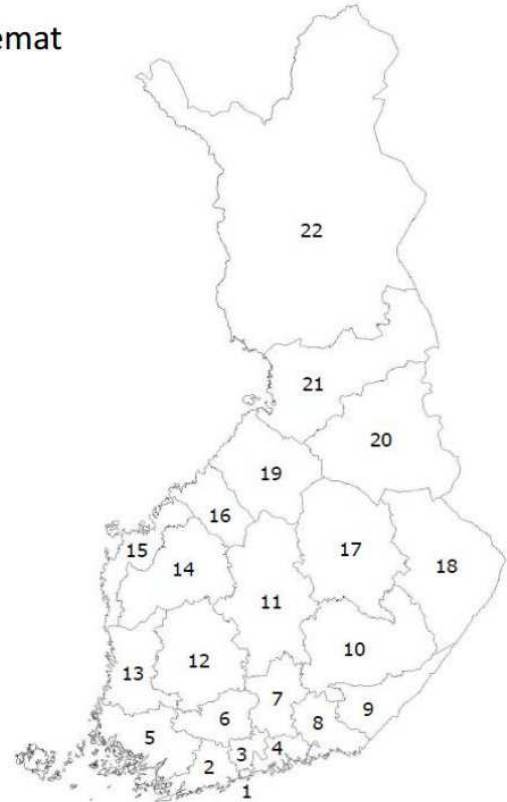
Alue	Pelastusalue	JoKe	Johtoas.	Kunnat
1	Helsinki	Helsinki	K	
2	Länsi-Uusimaa	Espoo	K	2
3	Keski-Uusimaa	Vantaa	K	1
4	Itä-uusimaa	Porvoo	K	
5	Varsinais-Suomi	Turku	K	
6	Kanta-Häme	Hämeenlinna	K	3
7	Päijät-Häme	Lahti	K	
8	Kymenlaakso	Kotka	K	1
9	Etelä-Karjala	Lappeenranta	K	
10	Etelä-Savo	Mikkeli	K	
11	Keski-Suomi	Jyväskylä	K	
12	Pirkanmaa	Tampere	K	12
13	Satakunta	Pori	K	
14	Etelä-Pohjanmaa	Seinäjoki	E	
15	Pohjanmaa	Vaasa	E	
16	Keski-Pohjanmaa	Kokkola	E	
17	Pohjois-Savo	Kuopio	E	
18	Pohjois-Karjala	Joensuu	K	14
19	Jokilaaksot	Ylivieska	E	
20	Kainuu	Kajaani	K	5
21	Oulu-Koillismaa	Oulu	K	2
22	Lappi	Rovaniemi	K	1
23	Ahvenanmaa	Mariehamn	E	

K = Kyllä, mukana harjoituksessa
E = Ei valmiutta tai ei tietoa

17

59

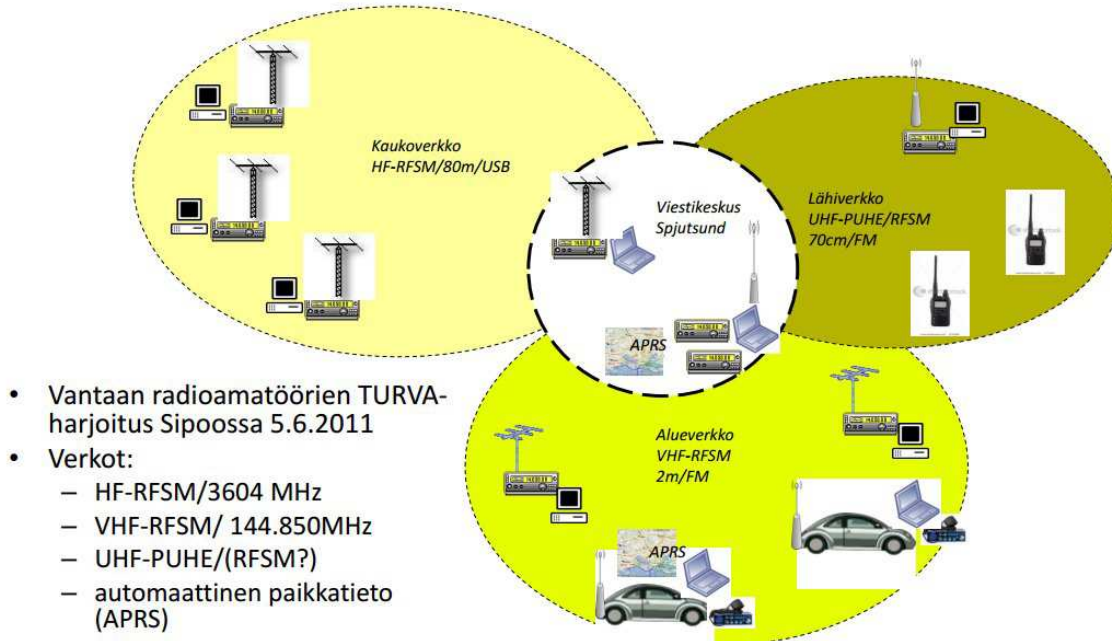
Sisältää soluasetat



KUVA 1. Pelastusalue ja sekä Turva-asetat (4, s. 9.)

Kuvassa 2 on esitelty verkot, joita käytettiin Vantaalla 2011 Turva-harjoituksessa.

Esimerkki: Spjutsund 2011



KUVA 2. Spjutsund 2011 -harjoituksessa käytetyt verkot (4, s. 18.)

2.3 Radioamatööritaajuudet

Tavallisella radiolla voidaan kuunnella Suomessa vain taajuuksia, jotka sijaitsevat 88–108MHz:n alueilla. Viestintävirasto ohjaa radiotaajuuksien käyttöä ja myöntää luvat radiolähettimille. Taajuuksien käytön suunnittelu varmistaa, että radiojärjestelmille voidaan osoittaa riittävästi käyttökelpoisia ja mahdollisimman häiriöttömiä taajuuksia. Eri taajuusalueille on eri käyttötarkoituksensa, kuten esimerkiksi puheyhteys saadaan 3,7MHz:n ympäristössä. Suomen radioamatööriliiton Turva-projektissa harjoitteluun ja oikeassa tilanteessa käytettävät taajuudet ovat seuraavat: 3657kHz USB-päätaajuus, 1847kHz USB-yövarataajuus sekä 7057kHz USB-päivävarataajuus. Lisäksi yleisenä paikallisena kutsuntataajuutena käytetään 145,500MHz FM-puhetaajuutta. Muut Suomessa käytettävät radioamatööritaajuudet löytyvät Ficoran kotisivuilta sekä myös tämän työn liitteestä 1. (2; 5.)

3 TEKNIIKAT JA MENETELMÄT

3.1 Pakettiradio ja AX.25

Pakettiradio on radioamatöörien käyttämä tekniikka, jossa data lähetetään paketteina, jotka varsinaisen tiedon lisäksi sisältävät tietoja paketin tyypistä, lähettäjän asemasta sekä vastaanottajasta. Pakettiradio käyttää AX.25 (amateur X.25) -siirtokerrosprotokollaa, joka on johdettu X.25-protokollanipusta ja omaksuttu radioamatööritoimintaan. AX.25-protokolla kehitettiin jo 1970-luvulla ja se perustuu langalliseen X.25-verkkoprotokollaan. (6.)

Linkkitasolla pakettiradio lähettää pieniä datalohkoja, joita kutsutaan kehyksiksi (frame). AX.25 sisältää kolmea erilaista kehystä: I-kehyksiä (information frames), S-kehyksiä (supervisory frames) ja U-kehyksiä (unnumbered frames). Jokainen kehys koostuu useammista pienistä ryhmistä, joita kutsutaan kentiksi (field). Taulukoissa 1 ja 2 on kuvattu eri kehysten rakennetta. (6.)

TAULUKKO 1. U- ja S-kehysten rakenne (6)

FLAG	ADDRESS	CONTROLL	INFO	FCS	FLAG
01111110	112/224bittiä	8/16 bittiä	N*8 bittiä	16 bittiä	01111110

TAULUKKO 2. I-kehysten rakenne (6)

FLAG	ADDRESS	CONTROLL	PID	INFO	FCS	FLAG
01111110	112/224bittiä	8/16 bittiä	8 bittiä	N*8 bittiä	16 bittiä	01111110

Kenttien selitykset:

- Flag – HDLC:n Flag joka aloittaa ja lopettaa kehyksen
- FCS – HDLC:n Frame Check Sequence
- Address – osoitekenttä
- Control – kontrollikenttä
- PID – protocol id, protokollan tunnistekenttä
- Info – datakenttä

(6.)

Pakettikytkentäisessä tiedonsiirrossa data jaetaan paketeiksi tiedonsiirtoa varten, eikä tiedonsiirtoa varten luoda yhteyttä lähettäjän ja vastaanottajan välille kuten piirikytkentäisessä yhteydessä. Verkossa olevat laitteet välittävät paketin sen otsikkokentässä sijaitsevan osoitteen perusteella perille. Reitin solmuissa paketit varastoidaan lyhyeksi aikaa ja lähetetään sitten seuraavalle solmulle. Solmujen täytyy olla tietoisia verkon tilasta joka tarkoittaa sitä, että solmujen täytyy tietää mitä reittiä paketit kannattaa siirtää.

Pakettikytkentäisessä verkossa paketin koko riippuu lähinnä siirtoverkosta. (7.)

Oman aseman perustamiseen tarvittava valmius saavutetaan melko pienellä vaivalla. Aseman perustana on tietokone. Liikennöintiohjelmat ovat niin kevyitä, että aseman käyttöön tarkoitetun tietokoneen ei tarvitse olla suorituskyvyiltään kovin tehokas. Toiseksi tarvitaan modeemi muuttamaan dataviestit puheeksi. Yleisin radioamatööri toiminnassa käytetty modeemi on Baycom, joka on rakennettu Texas Instrumentsin TCM-3105-piirin ympärille. Kolmanneksi tarvitaan enää radio. Radioksi käy esimerkiksi vanha radiopuhelin, kunhan siitä löytyy mikrofoni sekä kuulokeliittimet. (8.)

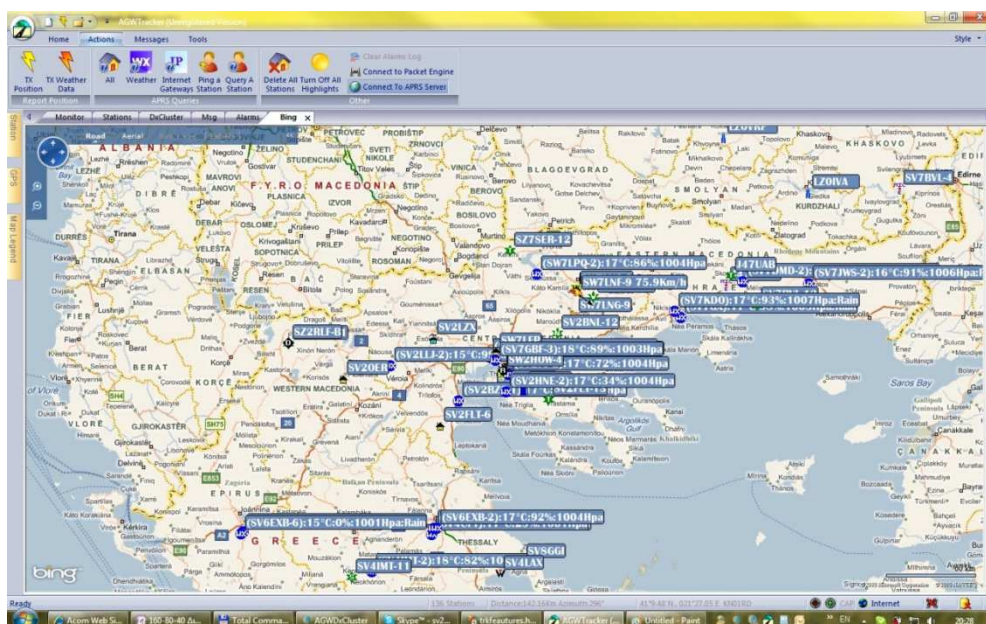
3.2 APRS

APRS on lyhenne englanninkielisistä sanoista Automatic Packet Reporting System, mutta alun perin lyhenne tuli tutuksi APRS-järjestelmän kehittäjän, Bob Bruninganin, asematunnuksesta WB4APR. APRS-järjestelmä on ollut 2000-luvulla tärkein käyttötapa pakettiradiolle.

APRS on radioamatöörien käyttämä liikennöintimuoto, joka on suunniteltu paikalliseen taktiseen käyttöön. Järjestelmän käyttäjille on tarkoitus välittää karttapohjalle yhtenevä lähialueen tilannekuva tapahtumasta, esimerkiksi pelastustilanteesta tai etsintätilanteesta. Paikkatietoja voidaan lähettää liikkuvista asemista kuten autosta tai lentokoneesta sekä ns. kotiasemista. Viestejä voidaan kohdistaa suuremmalle yleisölle tai tietyille vastaanottajalle. (9;10.)

Myös APRS-paketit lähetetään käyttäen AX.25-protokollaa käyttäen 1200 bit/s nopeutta. Modulointimenetelmänä käytetään AFSK(Audio Frequency Shift Keying) -taajuusmodulaatiota. Modulaatiossa digitaalinen data esitetään audion taajuuden muutoksina. APRS-viestinnässä Suomessa ja suuressa osassa Eurooppaa käytetään taajuutta 144,800 MHz. (9;10.)

1990-luvulla kehitettiin APRS-IS, joka tarkoittaa Internetissä toimivaa APRS-verkkoa. APRS-IS välittää paikallisista radioverkoista kuultuja sanomia ja siihen kytketyllä voidaan vastaanottaa koko maailman APRS-liikennettä. Jotta voitaisiin vastaanottaa liikennettä, täytyy verkkoon kytkeytyä APRS-ohjelmalla ja liikenteen tietoa voidaan kerätä www-pohjaiseen karttapalveluun. Kuvassa 3 havainnollistetaan paikkatiedon käyttöä AGWTracker-ohjelman karttasovelluksessa. (9;10.)



KUVA 3. AGWTracker-ohjelman karttapohja (11.)

3.3 DX-klusterit ja Bulletin Board System

DX-klustereiksi kutsutaan eräänlaisia sähköisiä kokoontumispaikkoja. Yksittäiset radioamatöörit voivat olla yhteydessä DX-klusteriin, jossa he voivat jakaa erilaista tietoa kuten uutisia, sääennusteita, sähköpostia tai ihan vain ryhmäkeskustelua. BBS (Bulletin Board System) eli ns. "postilaatikko" (radioamatöörien puhekielessä "purkki"), on lankapuhelinverkkoon liitetty tietokone, jonka erityinen ohjelmisto vastaanottaa datapuheluita käyttäjien tietokoneilta. Purkkiin otetaan yhteys tietokoneen modeemilla terminaaliohjelmaa käyttäen. Purkkiin yhdistettäessä tulee yleensä ensimmäiseksi kirjautumisruutu, johon syötetään tunnukset. Mikäli käyttäjä ei vielä omista tunnuksia kyseiseen purkkiin, tulee käyttäjän rekisteröityä siihen viralliseksi käyttäjäksi. Eri purkeilla saattoi olla omia ehtoja rekisteröitymiselle, kuten esimerkiksi Suomessa oli vaatimuksena rekisteröityä omalla nimellään. Purkin ylläpitäjä eli SysOp varmisti tiedot, jonka jälkeen käyttäjä sai perusoikeudet liikennöidä purkissa. Kuvassa 5 on kuvakaappaus purkissa ylläpidettävästä keskusteluryhmästä. (12;13.)

```
Date: 10.01.01 (11:21)          Number: 6704 / 6767 (Refer# NONE)
To: Apz
From: THE RANGER
Subj: Panttivangit
Read: NO                        Status: PUBLIC MESSAGE (Echo)
Conf: BN.Yleinen keskustelu (16) Read Type: GENERAL (+)

Th> Enpä tiedä. Jos vihollisjoukkojen hyökky etenee vastustamattomasti kohti
Th> pääkaupunkia, niin houkutus taktisten ydinaseiden käyttöön voi olla aika
Th> suuri. Tuosta on tosin vaikea sanoa, länsimaissa epäilemättä kaikki
Th> punavihreät aktivistit lynkkaisivat ydinaseiden käyttäjän riippumatta siit
Th> miksi niitä käytettäisiin.
Ap> Tuskin edes tuossa tilanteessa. Sen jälkeen nimittäin omalta tappiolta
Ap> ei pelasta enää mikään eikä apua varmasti heru muista maista.

Oma tappiovaara helpottuu aika kummasti, kun vihollisen etenevät joukot
ovat saaneet niskaansa pari kevyttä ydinpommia. Ryhdy siinä järjestelemään
hyökkäyksen jatkamista kun suuri osa hyökkäykseen käytetyistä joukoista
on kokonaan tuhoutunut ja loppuistakin suurin osa säteilytettyjä.

Tosin ainakin neukkulan panssarivaunuista, mm. Suomessa käytettyä T-72
(9996 min. left) - HELP, NEXT, PREVIOUS, REPLY, N QUIT, /REREAD, CAPTURE?
```

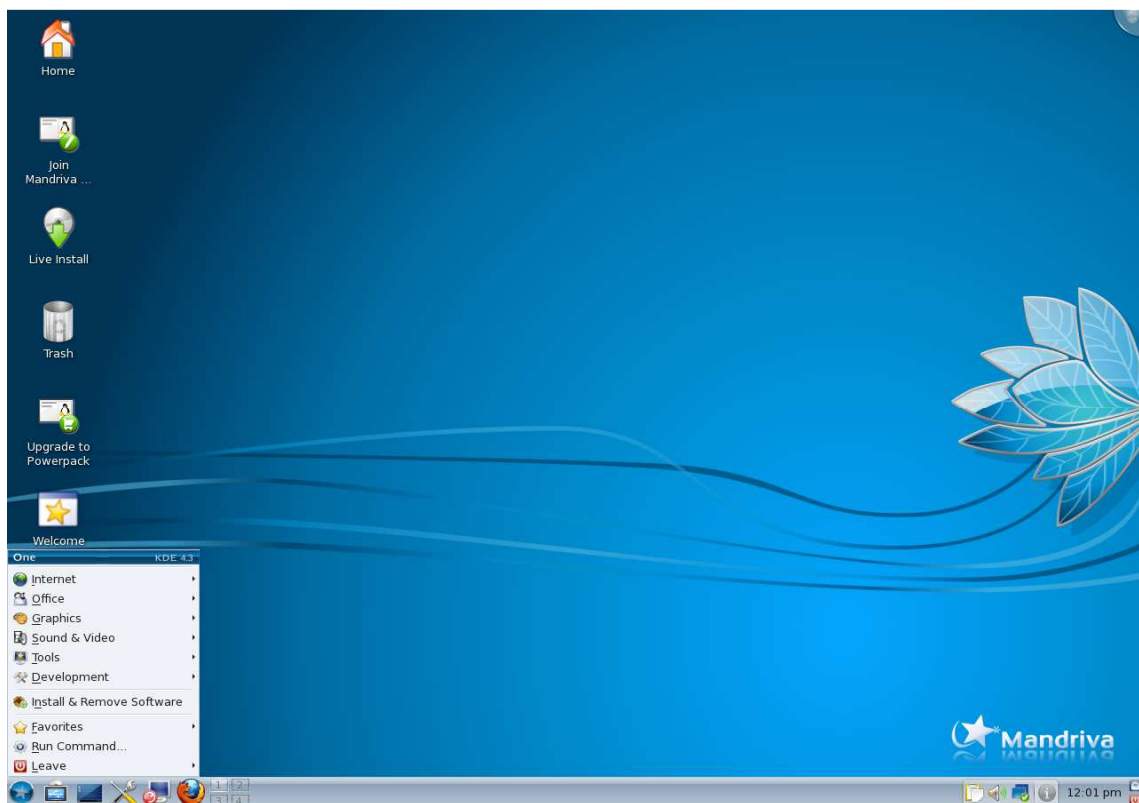
KUVA 5. Keskusteluryhmä eli ns. messu (13.)

3.4 Ohjelmistotyökalut

3.4.1 Mandriva Linux

Mandriva Linux (entinen Mandrake) on suosittu Linux-jakelu. Mandriva Linux lienee yksi suosituimmista Linux-jakeluista senkin takia, että sitä pidetään yksinkertaisena sekä aloittelijalle sopivana Linux-alustana. Mandriva Linux sisältää paljon graafisia työkaluja, joilla järjestelmän toimintoja ja asetuksia voidaan hallinnoida. Mandriva Linuxin äitijakeluna on Red Hat Linux. Red Hat Linux oli täysin kaupallinen Linux-jakelu, jonka kehitys lopetettiin 2003.

Mandriva Linuxista on myös kaupallinen jakelu Mandriva Powerpack, mutta siitä on saatavilla ilmainen Mandriva Linux Free- sekä One-jakelu. Mandriva Linux on käännetty suomen lisäksi yli 70 kielelle. Kuvassa 6 on esitetty kuvakaappaus Mandriva Linuxin työpöytäkymästä. (14.)

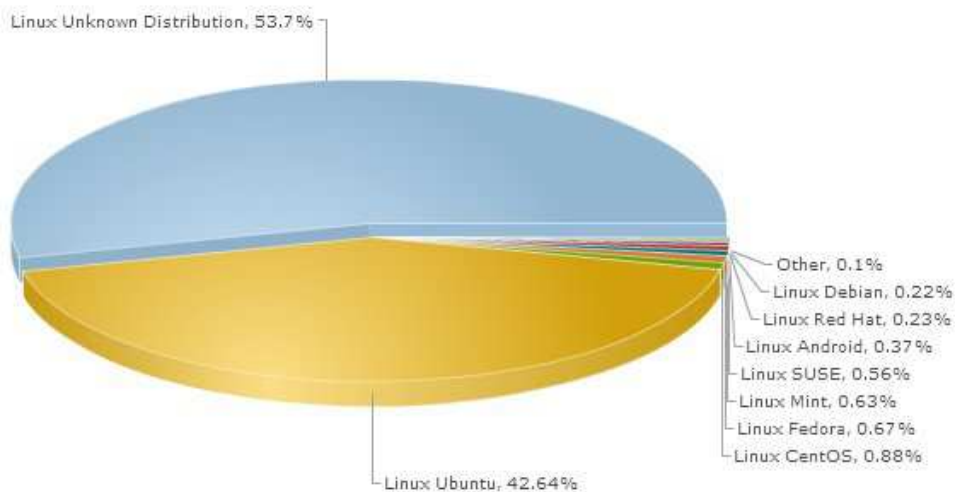


KUVA 6. Mandriva Linuxin työpöytäkymä (14.)

Eri Linux-jakeluissa on omat pakettienhallintajärjestelmät. Mandriva Linuxissa käytetään Red Hatin kehittämää Red Hat Package Manageria eli RPM Package Manageria. Paketinhallintaohjelma asentaa sovellukset RPM-paketeista käyttäjän puolesta. RPM-paketteja käytetään Mandriva Linuxin lisäksi myös SUSE- sekä Fedora-jakeluissa. Mandriva Linuxia käytettiin koko opinnäytetyön läpi alusta lähtien. (15.)

3.4.2 Ubuntu Linux

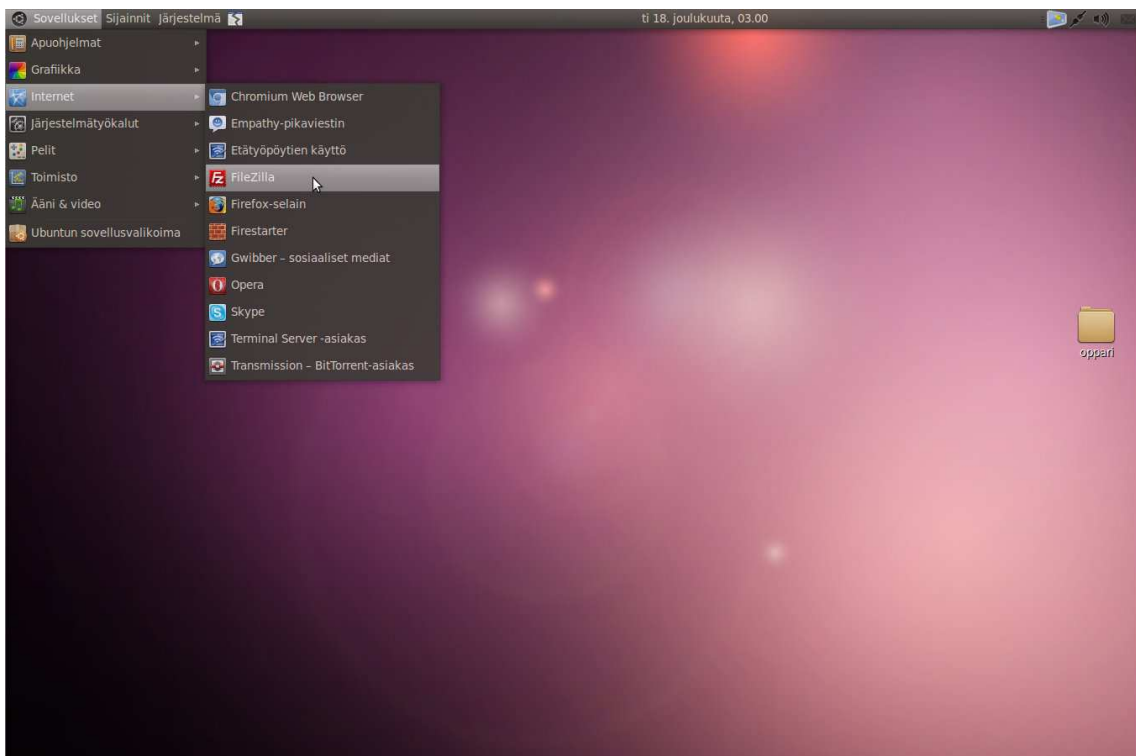
Työni loppuvaiheessa minun tuli asentaa testikoneeseen jokin muu käyttöjärjestelmä kuin alun perin käytetty Mandriva Linux. Päätin valita käyttöjärjestelmäksi Ubuntu Linuxin, koska se oli tuttu jo entuudestaan sekä todella vakaa. Laajemmat perustelut valinnalle on kerrottu myöhemmin tässä työssä. Ubuntu Linux on avoimeen lähdekoodiin perustuva Linux-käyttöjärjestelmä. Ubuntu on myös yksi suosituimmista Linux-jakeluista ja sen osuuden arvioidaan olevan noin 43% kaikista Linux-käyttöjärjestelmistä. Kuvassa 7 on Statowl.com-sivustolta lainattu kuvaaja eri Linux-alustojen käyttäjajakaumasta.



KUVA 7. Linux-käyttöjärjestelmien suosion jakauma (16.)

Ubuntu Linux on käyttäjäystävällinen ja se on helposti käyttöönotettavissa, vaikkei käyttöjärjestelmästä olisikaan aiempaa kokemusta. Ubuntu Linuxin kehityselin Canonical Ltd, jota rahoittaa miljonääri Mark Shuttleworth, onkin ottanut pääasialliseksi tavoitteekseen luoda käyttöjärjestelmä, joka on niin

sanotusti kaikkien saatavilla. Ubuntu Linux perustuu Debian Linux-jakeluun ja sen käyttöönottoon ilmaista. Ubuntu Linux-käyttöjärjestelmässä käytetään Mandriva Linuxista poiketen APT (Advanced Package Tool)-pakettinhallintaohjelmaa sekä paketit pohjautuvat Debianin luomaan deb-tiedostomuotoon. Kuvassa 8 havainnollistetaan Ubuntu Linuxin työpöytä näkymää. (17;18.)



KUVA 8. Ubuntu Linux 10.04 "Lucid Lynx"

3.4.3 Oracle VirtualBox

Opinnäytetyöni tavoitteen muuttuessa sovimme tilaajan kanssa, että kokeilisin FPAC-ohjelmaa 32-bittisen version toimintaa virtuaalialustalla. Virtuaalikoneita on saatavilla useita, mutta itse päädyin saksalaisen Innotek GmbH:n kehittämään VirtualBox-ohjelmistoon. Tähän päädyin siksi, että ohjelmisto on minulle jo entuudestaan tuttu. VirtualBox on siis käyttöjärjestelmien virtualisoimiseen tarkoitettu ohjelmisto ja sitä käytetään, kun halutaan käyttää jotain käyttöjärjestelmää toisen käyttöjärjestelmän sisällä. VirtualBox tukee isäntäkäyttöjärjestelmänä useita Linux-käyttöjärjestelmiä, Windowsia, Solarista

sekä Mac OS X:ää. VirtualBoxista on luotu myös avoimen lähdekoodin versio, joka on käännetty ainakin Ubuntu Linuxille. Nykyisin VirtualBoxia kehittää Oracle Corporation. (19.)

3.4.4 Unetbootin

Heti työn alussa ja useaan otteeseen työn aikana minun täytyi asentaa käyttöjärjestelmiä testikoneisiin. Olen itse entuudestaan asentanut käyttöjärjestelmiä tietokoneisiin kymmeniä kertoja ja suosin itse asentamista USB-muistilta, koska se on mielestäni aina varmempi ratkaisu kuin normaalit CD-asennuslevyt, joilla käyttöjärjestelmät useimmiten toimitetaan. Unetbootin (Universal Netboot Installer) on vapaasti ladattavissa oleva ohjelma, jolla voidaan luoda live USB -järjestelmiä. Live USB -järjestelmällä tarkoitetaan käyttöjärjestelmää, joka voidaan käynnistää USB-muistitikulta, eli se ajaa käytännössä saman tehtävän kuin käynnistyslevyke. Unetbootin voidaan asentaa Windows-, Linux- ja Mac OS X-käyttöjärjestelmään. (20.)

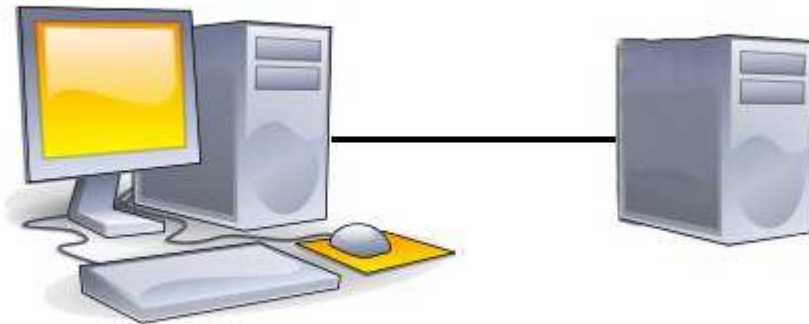
3.4.5 FPAC

FPAC on itse ohjelma, jonka käyttöönottoon ja käyttöön tässä opinnäytetyössä tutustutaan. FPAC on pakettikytkentäiseen verkkoon suunniteltu node-ohjelma Linux-alustalle, jossa on AX.25 moduuli. Sen loi Jean-Paul Roubelat (asematunnus F6FBB). FPAC oli alunperin DOS-pohjainen, mutta käännettiin sittemmin myös Linuxille. (21, kohta 1.)

4 TYÖN VALMISTELU

Koska Turva-projekti ja opinnäytetyön aihepiiri on todella laaja, työssä päätettiin keskittyä pääasiassa FPACin tutustumiseen. Suomen radioamatööritoiminnassa FPAC vaikutti melko tuntemattomalta, sillä siitä ei löytynyt juurikaan tietoa Suomalaisista lähteistä. Päätimme työn tilaajan kanssa, että rakentaisiin Oulun ammattikorkeakoulun tiloihinpienen testilaboratorion, jossa voitaisiin tutustua FPACiin sekä testata sen toimintaa.

Testilaitteisto rakennettiin kahdesta PC-tietokoneesta (kuva 9), joista kummastakin oli löydyttävä äänikortti. Käyttöjärjestelmäksi päätettiin valita Mandriva Linux. Tämä sen vuoksi, että FPACin käyttöönotto-ohjeessa, jonka löysin Internetistä, oli käytetty alustana Mandriva Linuxia. Tietokoneet yhdistettiin D-Linkin valmistamalla kytkimellä, jotta pystyttiin operoimaan kahta konetta vuorotellen käyttäen yhtä näyttöä. Kytkin mahdollisti myös kummankin testikoneen käyttämisen yhdellä hiiri-näppäimistöyhdistelmällä. Tämä toi testikoneiden käytettävyyteen huomattavaa helpotusta.



KUVA 9. Testilaitteisto

5 LAITTEISTON KOKOAMINEN JA ENSIMMÄINEN ASENNUS

5.1 Testilaitteiston valmistelu

Kun suunnitelma työstä oli tilaajan kanssa saatu valmiiksi, alkoi testilaitteiston kokoaminen. Kaikki laitteisto ohjelmistoja lukuun ottamatta saatiin lainattua Oulun seudun ammattikorkeakoulun tiloista. Kun laitteisto oli koottu, alkoi Mandriva Linuxin asentaminen kummallekin koneelle. Linux-pohjaisiakäyttöjärjestelmiä kehitetään jatkuvasti ja uusia versioita lasketaan jakoon tiheään tahtiin. Vanhoja versioita säilytetään kuitenkin ladattavissa vielä vuosia uusien versioiden julkaisun jälkeen. Työssä päätettiin käyttää hieman vanhempaa versiota, koska uusimmat versiot eivät välttämättä ole niin vakaita, kuin pitkään kehitetyt vanhemmat jakelut. Lisäksi testikoneet eivät olleet mitään uusia, eivätkä radioamatöörikäyttöön tehdyt ohjelmistotkaan tarvitse kovin paljon suorituskykyä. Ladattavan version tuli myös sisältää version 2.6 kerneli, eli Linux ydin. Tämä kyseinen ydin on hyvin soveltuva AX25-ohjelmien käyttöön, koska siitä löytyy valmiiksi kaikki tarvittavat moduulit.

Kotona Internetistä ladattu Mandriva 2011 live -versio tallennettiin USB-muistitikulle, jolta se myöhemmin voitiin asentaa testikoneisiin.

Käyttöjärjestelmää asentaessa kannattaa suosia asentamista USB-muistitikulta CD-levyn sijaan, sillä CD-levylle tieto tallennetaan optisesti. Tallennuksessa tulee näin helposti virheitä levylle, eikä asentaminen levytä välttämättä onnistu.

Itse asennus tapahtuu samalla tavalla kuten minkä tahansa käyttöjärjestelmän asentaminen. Ensiksi liitetään muistitikku kiinni koneeseen ja käynnistetään kone. Heti koneen käynnistymisen alussa avataan BIOS painamalla näppäimistön nappia F1, F2 tai Del. Komento riippuu koneessa olevan emolevyn valmistajasta. BIOSin asetuksista asetetaan tietokone käynnistettäväksi muistitikulta, tallennetaan asetukset ja käynnistetään uudestaan painamalla F10. Näin tietokone käynnistyy uudestaan USB-muistitikulta ja asentaminen voi alkaa.

Kun pienien vastoinkäymisten jälkeen vakaa versio Mandriva Linuxista oli onnistuneesti asennettu molempiin testikoneisiin, alkoinetistä löytyvän puoleksi

englanninkielisen ja puoleksi ranskankielisen ohjeen tulkinta. Päätettiin ensiksi asentaa FPAC ja kaikki siihen liittyvät ohjelmistot vain toiselle koneelle muutamaan kertaan ja luoda samalla yksinkertaiset asennusohjeet suomeksi. Tämä tehtiinvain siksi,että FPACin asennus toiselle testikoneelle olisi mahdollisimman sujuvaa. Tämä helpottaisi myöhemmin myös lopputyön dokumentointia. Asennuksen yhteydessä pidettiin myös huolellista muistiota asennettujen ohjelmistojen versioista ja asennusvaiheista.

5.2 FPACin ja sen sidosohjelmien asennus

5.2.1 AX25-Libraries

Kuten monet muut AX25-verkkoa käyttävät ohjelmistot, myös FPAC tarvitsee toimiakseen AX25-kirjastot. Internetistä löytyvästä asennusohjeesta löytyy linkit sivustoille, josta paketit voitiin ladata. Tarvittavat paketit voidaan asentaa kahdella eri tapaa: joko lähdekoodista kääntämällä tai valmiista asennuspaketista asentamalla. Kumpaakin asennustapaa käytetään tämän työn aikana. Ensiksi esitellään hieman enemmän käyttäjältä vaativa tapa, jossa paketit asennetaan lähdekoodista kääntämällä. Tämä tapa mahdollistaa myös lähdekoodin laajan muokkaamisen, jos vain muokkaaja omaa ohjelmointitaidot.

Ensiksi ladattiinlibax25-0.0.12-rc2.patched_f6bvp-versio joka löytyy linkistä 1.

LINKKI 1. <http://www.linux-ax25.org/pub/libax25/libax25-0.0.12-rc2.tar.gz2>

Paketti tallentuu oletuksena hakemistoon /home/KÄYTTÄJÄ/Downloads, josta se pitää siirtää kohta luotavaan AX25-kansioon. Seuraavaksi esitetään miten tämä tapahtuu yksinkertaisimmillaan käyttäen Mandriva Linuxin komentoriviä. Merkki "\$" ei sisälly seuraavaksi ajettaviin komentoihin.

Komentorivi avataan valitsemalla päävalikosta "Terminal". Mikäli avatessa ei avattu suoraan root-oikeuksin komentoriviä, tai jos komento vaatii tunnistautumista, (komennot eivät mene läpi oikeuksien puutteessa) on ensin tunnistauduttava käyttämällä sudo-komentoa. Huomattava on myös, että Linux-pohjaisissa järjestelmissä merkkien koolla on merkitystä.

(\$ sudo)

Seuraava komento luo uuden kansion "ax25" tiettyyn hakemistoon.

```
$ mkdir /usr/local/src/ax25
```

Liikutaan komentorivillä latauskansioon.

```
$ cd /home/KÄYTTÄJÄ/Downloads
```

ls -komento listaa hakemistossa olevat tiedostot.

```
$ ls
```

Siirretään hakemistossa oleva ladattu tiedosto juuri luotuun kansioon "ax25".

```
$ mv libax25-0.0.12-rc2.patched_f6bvp.tar.bz2 /usr/local/ax25
```

Puretaan siirretty paketti.

```
$ tar xf 25-0.0.12-rc2.patched_f6bvp.tar.bz2
```

Purkaminen luo uuden kansion johon siirrytään seuraavaksi.

```
$ cd 25-0.0.12-rc2.patched_f6bvp.tar.bz2
```

Ajetaan configure-skripti

```
$ ./configure
```

Käännetään ohjelma.

```
$ make
```

```
$ make install
```

Seuraava komento ajetaan vain, jos entistä konfigurointitiedostoa ei ole olemassa eli on kyseessä uusi asennus.

```
$ make installconf
```

(21, kohta 3.)

5.2.2 AX25-Toolsin asennus

Seuraavaksi tulee asentaa AX25-Tools. Asennus tapahtuu edellisen kohdan mukaisesti. Työssä käytetyn ax25tools-0.0.10-rc2-version tiedosto löytyy linkistä 2.

LINKKI 2. http://f6bvp.free.fr/logiciels/ax25/ax25-tools-0.0.10-rc2.patched_f6bvp.tar.bz2

(21, kohta 4.)

5.2.3 AX25-Appsin asennus

Viimeisin AX25-paketeista on AX25 Applications eli AX25-Apps. Jälleen asennus tapahtuu samalla tavalla kuin kahden edellisen paketin asennus. Työssä käytetyn ax25-apps-0.0.8-rc2-version tiedosto löytyy linkistä 3.

LINKKI 3.

http://f6bvp.free.fr/logiciels/ax25/ax25-apps-0.0.8-rc2.patched_f6bvp.tar.bz2

(21, kohta 5.)

5.2.4 RC.init.script

Jotta FPAC-nodea voidaan käyttää 2.6-kernelissä, on asetettava muutamalle kansiolle suoritusoikeudet kuntoon. Tähän oli ohjelman kehittäjän toimesta luotu jo valmiiksi oma skripti. Linkistä 4 löytyy valmis esimerkkiskripti.

LINKKI 4. <http://f6bvp.free.fr/logiciels/ax25/rc.init.script>

Skripti voidaan tallentaa avaamalla jokin tekstieditori(esimerkiksi kwrite), kopioimalla linkin sisältö editoriin ja tallentamalla se haluttuun sijaintiin nimellä rc.init.script. Seuraavaksi avataan komentorivi, jossa ensin valitaan työkansioksi se kansio, johon skripti juuri tallennettiin. Sen jälkeen skriptille asetetaan oikeudet ja ajetaan se. Seuraavaksi esimerkki, jossa skripti tallennettiin suoraan lataushakemistoon.

```
$ cd /home/KÄYTTÄJÄ/Downloads
```

```
$ chmod a+x rc.init.script
```

```
$ ./rc.init.script
```

(21, kohta 6.)

5.2.5 AX.25ipd

Asennettaessa AX25-Apps-tiedostoa asennusohjelma kokosi AX25ipd tiedoston. AX25ipd-tiedosto on taustaohjelma, jolle pitää luoda oma konfigurointitiedosto. Konfigurointitiedosto kertoo AX25ipd:lle portin, mistä löytyy AX25-paketti-kehykset ja sijainnin mihin ne laitetaan, portin Internetiin, IP-osoitteet sekä UDP-portit. Linkistä 5 löytyy esimerkkipohja ipd25.conf-tiedostolle. Tiedosto voidaan jälleen tallentaa tekstieditorilla ja se tulee asettaa hakemistoon /usr/local/etc/ax25/ax25ipd.conf.

LINKKI 5. <http://f6bvp.free.fr/logiciels/ax25/ax25ipd.conf>

(21, kohta 7.)

5.2.6 FPACin asennus

Seuraavaksi vuorossa on itse FPACin asennus. Viimeisin versio FPACista ladataan sivustosta: <http://code.google.com/p/fpac/downloads/list>. Tiedosto on koottu monenlaiseen eri pakettiin ja valitaan tässä vaiheessa niin sanottu tar-paketti eli tiedosto, jonka päätte on tar.bz2. Asennus voidaan suorittaa samalla tavalla kuten AX25 kirjastojen ja työkalujen asentaminen. Onnistuneen asennuksen jälkeen tulee FPACille luoda sen omat konfigurointitiedostot. FPACissa on kolme eri konfigurointitiedostoa, joihin ohjelman muutokset toteutetaan.

- fpac.conf
- fpack.nodes
- fpac.routes.

(21, kohta 8.)

FPACin pääkonfiguraatitiedosto on `fpac.conf` ja se tallennetaan hakemistoon `/usr/local/etc/ax25/fpac.conf`. Esimerkkitiedostot jokaisestakonfiguraatitiedostosta voidaan ladata linkeistä 6, 7 ja 8. (21, kohta 8.)

LINKKI 6. <http://f6bvp.free.fr/logiciels/ax25/fpac.conf>

LINKKI 7. <http://f6bvp.free.fr/logiciels/ax25/fpac.nodes>

LINKKI 8. <http://f6bvp.free.fr/logiciels/ax25/fpac.routes>

(21, kohta 8.)

5.2.7 AX25-käynnistysskriptit

Ennen FPACin käynnistämistä tulee alustaa AX25 laitteet ja verkkoportit. Seuraava esimerkkiskripti asettaa yhden AXUDP-portin ja kaksi sarjaporttia. Skripti tulee tallentaa hakemistoon `/etc/rc.d/` ja sille tulee antaa suoritusoikeudet. Skripti löytyy linkistä 9. (21, kohta 9.)

LINKKI 9. <http://f6bvp.free.fr/logiciels/ax25/rc.ax25>

Kopioidaan linkin sisältö tekstieditoriin ja tallennetaan se edellä mainittuun hakemistoon. Tallennuksen jälkeen liikutaan komentorivillä siihen hakemistoon, mihin juuri tallensimme skriptin. (21, kohta 9.)

```
$ cd /etc/rc.d
```

```
$ chmod a+x /etc/rc.d/rc.ax25
```

AX25 voidaan halutessa käynnistää aina koneen käynnistyksen yhteydessä. Sillon tulee asettaa `/etc/rc.d/rc.local`-skripti kutsumaan juuri äsken luotua `rc.ax25` -skriptiä. Tämä voidaan toteuttaa avaamalla `rc.local` skripti tekstieditoriin ja kopioimalla sinne seuraava koodinpätkä. (21, kohta 9.)

```
#!/bin/sh
```

```
#
```

```
# This script will be executed *after* all the other init scripts.
# You can put your own initialization stuff in here if you don't
# want to do the full Sys V style init stuff.
#
echo 60 > /proc/sys/kernel/panic
echo 60 > /proc/sys/kernel/panic_on_oops
echo 1 > /proc/sys/kernel/sysrq
#
/etc/rc.d/rc.ax25
/usr/local/sbin/fpac.sh -start
#
touch /var/lock/subsys/local
#
```

(21, kohta 9.)

Jos ei haluta, että AX25 käynnistyy heti tietokoneen käynnistyttyä vaan vasta käyttäjän toimesta, voidaan nopeuttaa käynnistämistä luomalla skriptiin symbolinen linkki ax25 eli ns. ”pikakuvake” käynnistykselle. Linkki luodaan seuraavalla tavalla. (21, kohta 9.)

```
$ cd /usr/local/bin
```

```
$ ln -s /etc/rc.d/rc.ax25 ax25
```

Nyt rc.ax25-skripti voidaan suorittaa kirjoittamalla komentoriville ”ax25” ja painamalla enteriä.

(21, kohta 9.)

6 FPACIN KOEKÄYTTÖ

FPACin käytön testaus aloitettiin kun kaikki osat oli saatu asennettua ja kaikki konfiguraatitiedostot oli korvattu esimerkkitiedostoilla. Itse ohjelman käyttö osoittautui todella haastavaksi, sillä ohjelmisto koostui monesta eri osasta, jotka olivat riippuvaisia toisistaan. Itselläni ei ollut tietoa oikeastaan mistään näistä pienoishjelmista saati niiden käyttötarkoituksesta.

Koska itselläni ei ollut kokemustarradioamatööri toiminnasta eikä kovin laajalti Linux-käyttäjärjestelmistäkään, otin yhteyttä tilaajaan. Tutkimme tilaajan sekä muutaman eri tahon kanssa ohjelmaa ja sen käyttäytymistä, saamatta sitä siitä huolimatta toimimaan halutulla tavalla. Vaikutti siltä, että nämä jo edellä mainitut pienoishjelmat eivät kommunikoi keskenään vaaditulla tavalla. Ohjelman laajuus ja resurssien puute kuitenkin sulkivat pois vaihtoehdon, jossa olisimme ratkaisseet kommunikointiongelmat. Päätimme asentaa ohjelmistot uudestaan toisen kehittäjän luomista valmiista RPM-paketeista. Valmiiden pakettien käyttö on muutenkin aina suositeltavampaa kuin lähdekoodista kääntäminen, koska näin on todennäköisempää, että ohjelman eri osat toimivat oikein. Asentaessani paketteja kävi ilmi, että joistakin paketeista ei löytynyt 64-bittisiä versioita ja testikoneeni olivat kuin olivatkin 64-bittisiä kumpainenkin. Otin yhteyttä tilaajaan ja päätimme, että uusien testikoneiden hankkimisen sijaan kokeilisin jonkin toisen alustan päällä virtuaalikoneella alkuperäisen, 32-bittisen version uudelleen asennusta.

Minulla oli mielessä heti kolme vaihtoehtoa alustaksi: Windows XP, Windows 7 tai Ubuntu Linux. Muutama valintaperuste teki ratkaisusta todella helppoa. Päätin ottaa uudeksi alustaksi Ubuntu Linuxin, koska minulla on siitä entuudestaan jo kokemusta. Käyttäessäni Ubuntu Linuxia olen todennut sen erittäin vakaaksi, eikä se vaadi tietokoneelta kovinkaan korkeaa suorituskykyä toimiakseen oikein. Ubuntu Linuxia käyttäessä vältin myös lisenssien hankinnat, koska Ubuntu on ilmaiseksi ladattavissa oleva käyttäjärjestelmä. Vieläpä jatkoa ajatellen ehkäpä tärkein kriteeri oli se, että AX25-kirjastoista sekä FPAC-ohjelmasta löytyy jo Ubuntu Linuxille käännetty versio, mikäli tilaaja haluaisi

jatkossa selvittää ohjelman ajamista suoraan Ubuntu Linux-ympäristössä ilman virtuaalikonetta.

7 UBUNTUN SEKÄ MANDRIVAN ASENNUS

7.1 Uusi tavoite ja Ubuntun esittely

Uutena tavoitteena oli siis saada FPAC siihen liittyvine osineen asennettua virheittä 32-bittiseen Mandriva Linuxiin, jota pyörittää virtuaalikone Ubuntu Linuxin alustalla. Kaikki alkoi lähes samalla tavalla kuin aloittaessani tätä työtä eli tekemällä USB-muistitikun, jolta voisin asentaa Ubuntu Linuxin testikoneisiin.

Versioksi työhöni valitsin Ubuntu 10.04 LTS:n. Tähän päädyin siksi, että 10.04 (koodinimi "Lucid Lynx") on vakaa Ubuntu-jakeluversio ja se on päivitysten suhteen pitkään tuettu niin sanottu Long Term Release. Olen itse käyttänyt samaa versiota niin pöytäkonekäytössä kuin kannettavassa tietokoneessa jo vuosia. Ubuntu 10.04 onkin Ubuntu Linuxin kehityshistoriassa julistettu eräänlaiseksi virstanpylvääksi. Version voi ladata osoitteesta <http://releases.ubuntu.com/lucid/>.

7.2 Ubuntun asennus ja päivitys

Ubuntu Linux asennetaan pääasiassa samalla tavalla kuin mikä tahansa käyttöjärjestelmä. Asennus on kulultaan hyvin pitkälle samanlainen kuin MandrivaLinuxissa tai missä tahansa Linux-jakelussa. Käynnistettäessä asetetaan tietokone käynnistymään tietokoneen kovalevyn ja CD-aseman sijaan USB-muistitikulta, johon on luotu asennusmedia. Ohjeita seuraamalla suoritetaan asennus loppuun. Kun käyttöjärjestelmä on asennettu, tulee järjestelmä päivittää. Helpon tämän käy avaamalla komentorivi ja kirjoittamalla komento:

```
$ sudo apt-get update
```

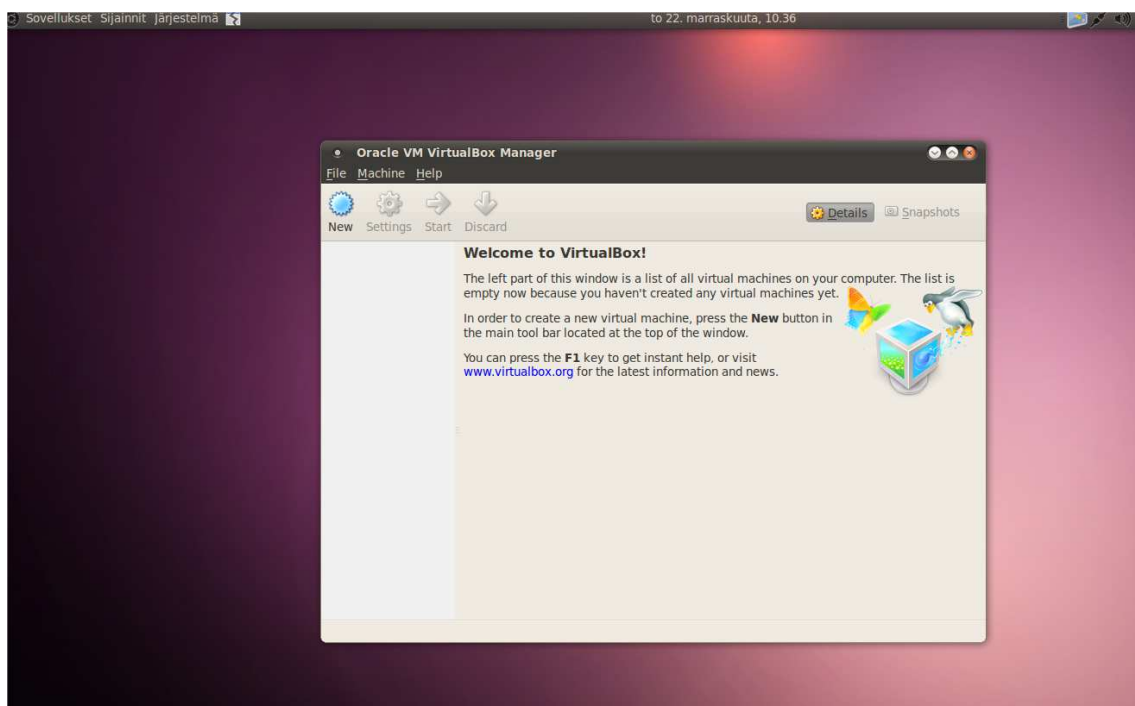
Toinen vaihtoehto on avata Update Manager, jolla voi tarkistaa päivitykset ja asentaa joko kaikki tai vain halutut päivitykset. Päivityksen jälkeen kone käynnistetään uudelleen.

7.3 VirtualBoxin asennus

Tietokone on edellisen vaiheen jälkeen päivitetty ja ajan tasalla. Seuraavaksi asennetaan koneeseen Oracle VirtualBox. Helpoiten VirtualBoxin Linux-versiot löytää kirjoittamalla johonkin hakukoneeseen ”virtualbox for ubuntu”. Pienen tutkiskelun jälkeen löytyi luotettava sivusto, josta löytyivät VirtualBoxin kaikki Linux-versiot. Työssä käyttämäni versio oli ”virtualbox-4.2_4.2.4-81684~Ubuntu~lucid_amd64”. Suora linkki sivustolle löytyy linkistä 10.

LINKKI 10. https://www.virtualbox.org/wiki/Linux_Downloads

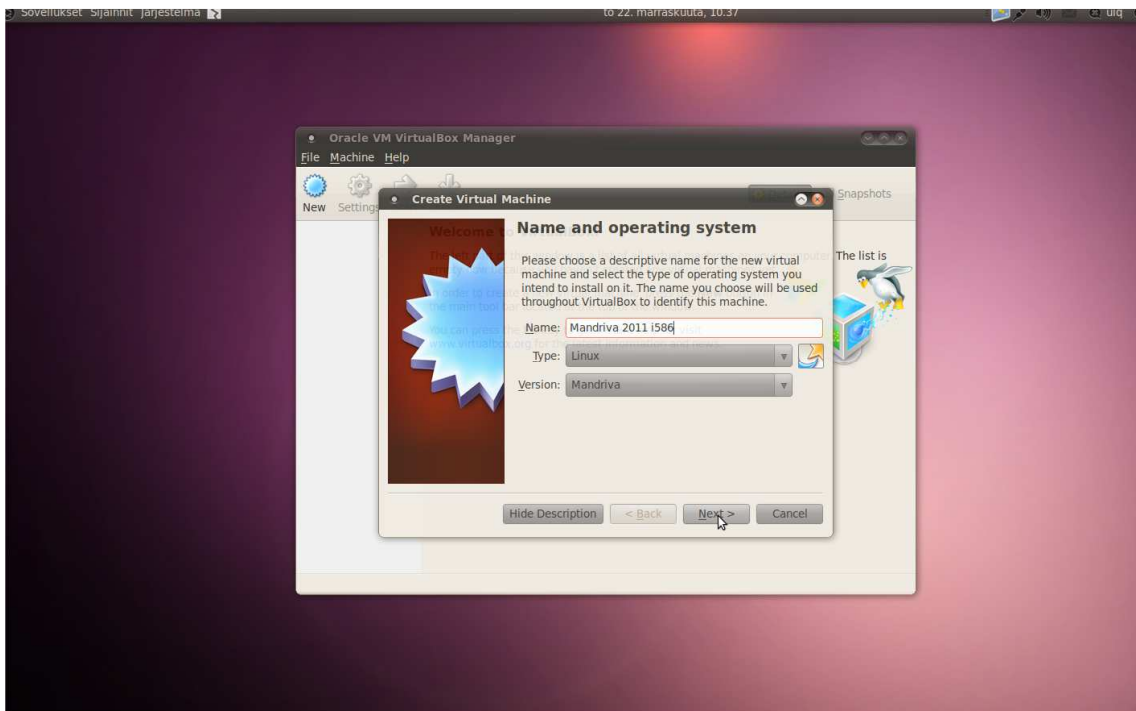
VirtualBox tulee ladattaessa valmiina deb-pakettina ja sen asennus käynnistetään klikkaamalla pakettia. Kun VirtualBox on onnistuneesti asennettu tietokoneeseen, voidaan aloittaa Mandriva Linuxin asentaminen sen kautta. Tätä ennen oli minun kuitenkin ladattava levykuva 32-bittisestä Mandriva Linux 2011:stä. Kuvassa 10 näkyy VirtualBoxin avausnäky.



KUVA 10. VirtualBox-ohjelman avausnäky

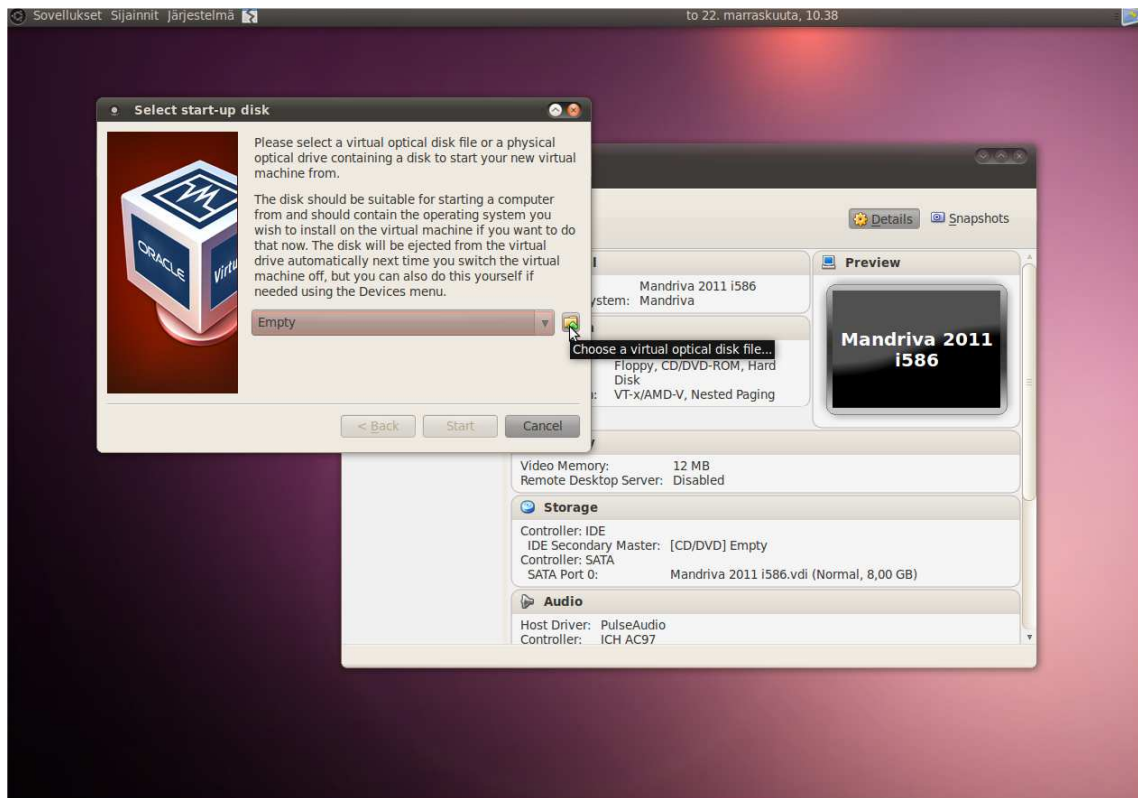
7.4 Mandriva Linuxin asennus

Uuden käyttöjärjestelmän asennus VirtualBoxiin alkaa klikkaamalla avausikkunan ”New” -painiketta. Tästä avautuu uusi ikkuna, jossa asennettavalle käyttöjärjestelmälle syötetään tiedot ja asetukset koskien sen nimeä ja myöhempää ajamista. Asetukset on esisäädetty valmiiksi, eikä niitä välttämättä tarvitse muuttaa ollenkaan enkä niin itsekään tässä työssä tehnyt. Kuvassa 11 nimetään käyttöjärjestelmä sekä seuraavaksi ryhdytään asettamaan käyttöjärjestelmälle varatut resurssit.



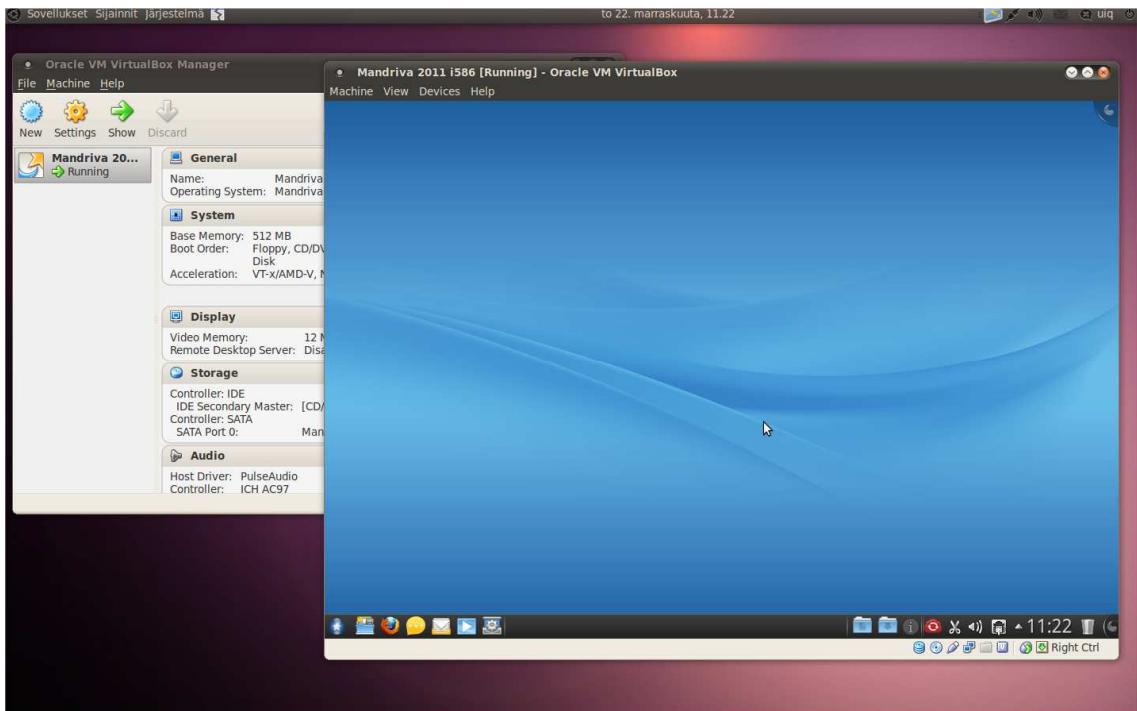
KUVA 11. Asennettavan käyttöjärjestelmän nimeäminen

Kun asetukset on hyväksytty, tulee seuraavaksi vuoroon itse levykuvan avaaminen. Näyttöikkunan mukaisesti avataan levykuva siitä sijainnista, johon se ladattaessa tallennettiin. Itsellä levykuva tallentui automaattisesti Downloads-kansioon, josta sen voi siirtää itse haluamaansa kansioon. Kuvassa 12 havainnollistetaan levykuvan valitsemista ohjelmalla.



KUVA 12. Levykuvan avaaminen asennusta varten VirtualBox-ohjelmassa

Kun levykuva on ladattu, voidaan käyttöjärjestelmän asennus aloittaa käynnistämällä levykuvan ajaminen vasemman laidan sivupalkista. Käynnistettäessä asennusVirtualBox avaa uuden ikkunan, joka simuloi näyttöä, jossa Mandriva käynnistyy. Asennus suoritetaan loppuun samalla menetelmällä kuin työn alussa, kun käyttöjärjestelmä asennettiin itse koneen kovalevyille. Kun asennus on saatu valmiiksi, voidaan uusi käyttöjärjestelmä käynnistää ajamalla uudestaan levykuva, kuten asennusta aloittaessa tehtiin. Mikäli uusi käyttöjärjestelmä ei käynnisty, vaan se sen sijaan käynnistää uudestaan asennusohjelman, tulee levykuva siirtää eri kansioon tai poistaa kokonaan koneelta. Kuvassa 13 on Mandriva onnistuneesti asennettu ja se pyörii VirtualBoxin sisällä.



KUVA 13. Mandriva käynnistettynä Ubuntu-Linuxin sisällä

8 FPACIN ASENNUS JA TESTAUS

8.1 Valmiit ohjelmapaketit

Seuraavaksi aloitettiin FPACin ja sen kaikkien sidosohjelmien asentaminen uudestaan. Nyt käytössä oli siis työn alusta poiketen 64-bittisen käyttöjärjestelmän sijaan 32-bittinen järjestelmä ja sitä ajetaan virtuaalikoneessa. Virtuaalikoneessa ajettavaan käyttöjärjestelmä simuloi siis aivan normaalisti kovalevylle asennettavaa käyttöjärjestelmää ja siihen asennetaan ohjelmat aivan samalla tavalla. Ensin netistä ladataan asennuspaketit ja sitten suoritetaan niiden asennus.

Tällä kertaa pakettien asennus toteutetaan eri tavalla kuin työn alussa, sillä paketeista oli tehty myös valmiit käännetyt asennuspaketit 32-bittiseen järjestelmään. Ohjelmien asennus käännettyistä paketeista on yleensä suotavaa, sillä valmiissa paketeissa on ohjelman lisäksi tiedot paketin riippuvaisuuksista sekä tiedot, mihin sijaintiin paketti asennetaan. Valmiit paketit myös yleensä kommunikoivat paremmin keskenään. Linuxissa pakettien asentamisessa tulisikin käyttää seuraavaa järjestystä ohjelmien asennuspaketteja valittaessa:

- asentamalla ohjelma sen omasta pakettilähteestä
- asentamalla ohjelma epävirallisesta, mutta luotettavasta lähteestä kuten ohjelman kotisivuilta
- asentamalla ohjelma suoraan lähdekoodista kääntämällä
- asentamalla kotisivuilta ladattu paketti asennusskriptin avulla.

(22.)

Valmiit paketit ovat Mandriva Linuxissa yleensä muodoltaan RPM-paketteja ja niiden asennus voidaan suorittaa graafisella paketinhallintaohjelmalla, kuten tässä ohjeessa tehdään.

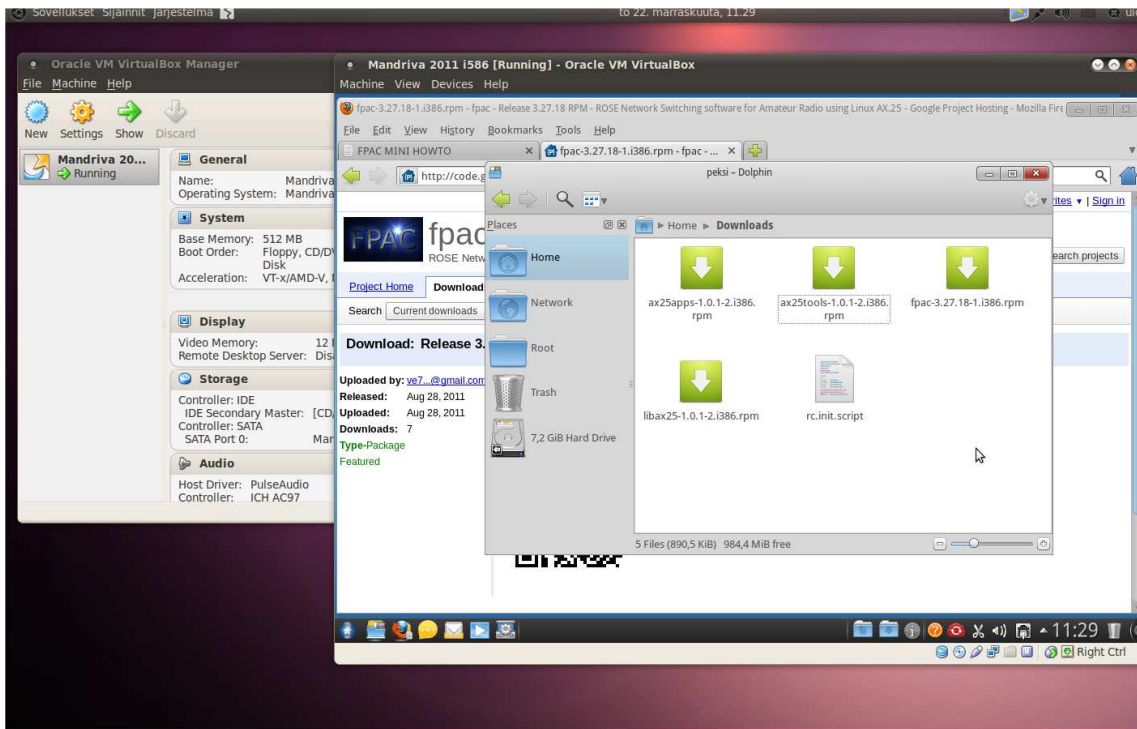
8.2 Pakettien asentaminen

Ensimmäiseksi paketit ladattiin ohjeessa mainitusta sijainnista. Asennus tapahtuu helposti ja nopeasti ja kannattavaa onkin ladata kaikki paketit heti valmiiksi koneelle ennen asennuksen aloittamista. Taulukosta 3 löytyvät latauslinkit jokaisen tarvittavan paketin lataamiseen.

TAULUKKO 3. FPACin ja sen sidosohjelmien versiot ja latauslinkit.

AX25-Libraries
Versio: libax25-1.0.1-2.i386
http://code.google.com/p/linuxax25/downloads/detail?name=libax25-1.0.1-2.i386.rpm
AX25-Tools
Versio: ax25tools-1.0.1-2.i386
http://code.google.com/p/linuxax25/downloads/detail?name=ax25tools-1.0.1-2.i386.rpm
AX25-Apps
Versio: ax25apps-1.0.1-2.i386
http://code.google.com/p/linuxax25/downloads/detail?name=ax25apps-1.0.1-2.i386.rpm
FPAC
Versio: fpac-3.27.18-1.i386
http://code.google.com/p/fpac/downloads/detail?name=fpac-3.27.18-1.i386.rpm&can=2&q=

Kuvassa 14 paketit ovat ladattuna Downloads-kansioon ja niiden asennus käynnistetään klikkaamalla asennustiedostoa.



KUVA 14. Paketit ladattuna tietokoneelle asennusta varten

Paketit asennettiin samassa järjestyksessä kuin aiemminkin ja asennus sujui ongelmitta. Pakettien asennuksen jälkeen ladattiin netistä tarvittavat konfiguraatiotiedostot sekä käynnistysskriptit samalla tavalla kuin työn alussakin.

8.3 FPACin toiminnan testaus

Ohjelman toimintaa voidaan kokeilla avaamalla komentorivi. Ohjelman asennuksen yhteydessä luotiin rc.ax25- skripti, joka käynnistää eri ohjelmia, jotka liittyvät FPACin toimintaan. Skripti myös asettaa yhden AXUDP-portin sekä kaksi sarjaporttia. Ajettaessa skriptiä komentorivillä tulostui seuraava skriptiä koskeva virheilmoitus.

```
[root@localhost ~]# ax25
/usr/local/sbin/kissattach: No such file or directory
/usr/local/sbin/ax25ipd: No such file or directory
```

```
/usr/local/sbin/mkiss: No such file or directory
/dev/ax0: unknown interface: No such device
/dev/ax1: unknown interface: No such device
/dev/ax2: unknown interface: No such device
Installing ax25ipd Unix98 master pseudo tty
/usr/local/bin/ax25: line 15: /usr/local/sbin/ax25ipd: No such file or directory
Installing a KISS link on ethernet port
/usr/local/bin/ax25: line 20: /usr/local/sbin/kissattach: No such file or directory
** Error setting parms **
Installing two KISS connexions on serial port ttyS0
/usr/local/bin/ax25: line 40: /usr/local/sbin/mkiss: No such file or directory
/usr/local/bin/ax25: line 44: /usr/local/sbin/kissattach: No such file or directory
/usr/local/bin/ax25: line 48: /usr/local/sbin/kissparms: No such file or directory
** Error setting parms **
/usr/local/bin/ax25: line 61: /usr/local/sbin/kissattach: No such file or directory
/usr/local/bin/ax25: line 65: /usr/local/sbin/kissparms: No such file or directory
** Error setting parms **
[root@localhost ~]#
```

Tässä on uskoakseni käynyt niin, että skriptin tehnyt ohjelmoija on itse asentanut ohjelmat lähdekoodista kääntämällä ja pakettien asennussijainnit vastaavat skriptissä kutsuttujen pakettien sijaintia. Toinen ohjelmoija, joka on luonut ohjelmista omanlaisen version ja kääntänyt paketit valmiiksi asennustiedostoksi, on määrännyt paketit asennettavaksi eri sijainteihin. Ohjelmoija, joka loi valmiit asennuspaketit, ei ole luonut omaa rc.ax25-skriptiä vaan on todennäköisesti muokannut ensimmäistä versiota omiin tarpeisiinsa soveltuvaksi tai luonut itselleen kokonaan uuden käynnistyskriptin. Jotta siis voitaisiin saada ohjelma käynnistymään oikein, tulisi skriptiä muokata tai rakentaa kokonaan uusi rc.ax25-käynnistyskripti. Näin voitaisiin perehtyä paremmin ohjelman toimintaan sekä suorittaa sille laajempaa testausta.

9 TULOKSET

Työn taustalla oli Suomen radioamatööriliiton Turva-projekti, jonka tavoitteena on luoda, Suomen radioamatöörien voimin valmiudet saattaa voimaan valtakunnallinen radioverkko kriisitilanteiden varalle. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä selvitys FPAC-node-ohjelman käyttöönotosta Linux-ympäristössä. Node-ohjelmalla tässä tapauksessa tarkoitetaan ohjelmaa, jolla voidaan liittyä pakettiradioverkkoon ja lähettää viestejä verkon kautta.

Ohjelmana FPAC on vakaa, eikä se ei vaadi kovinkaan suorituskykyistä tietokonetta toimiakseen kunnolla. FPAC koostuu monista eri sidosohjelmista, joiden jokaisen toimintaan tulisi perehtyä kunnolla, jotta ohjelma saataisiin toimimaan halutulla tavalla. Ohjelmassa ei myöskään tule graafista käyttöliittymää mukana sekä sen käyttäminen vaatii ohjelmointikokemusta ja paljon kokemusta Linux-käyttöjärjestelmistä. Ohjelma on siten todella haastava ottaa käyttöön tavalliselle tietokoneen käyttäjälle. Opinnäytetyön aikana ohjelmaa ei saatu toimimaan halutulla tavalla kertaakaan. Ohjelman saattaminen toimintakykyiseksi olisi vaatinut syvää paneutumista sidosohjelmien toimintaan sekä ohjelmointi- ja ongelmanratkaisukykyä Linux-ympäristössä.

FPAC soveltuu luultavasti hyvin viestimiseen, mutta sen käyttöönotto on turhankin haastavaa. Mikään ei ole mahdotonta, ei myöskään tämän ohjelman käyttö, mutta esimerkiksi graafisen käyttöliittymän puuttuminen aiheuttaa ongelmia, mikäli ohjelma tulisi pystyä ottamaan käyttöön laaja-alaisen yleisön keskuudessa.

10 POHDINTA

Työ oli todella laaja-alainen ja sen päätavoite muuttuikin pariin otteeseen tästä johtuen. Osakseni työssä jäi tutustua FPAC-node-ohjelman asentamiseen sekä luoda ohjeet sen käyttöönottamiseen. Omasta mielestäni en aivan päässyt itselle asettamaani tavoitteeseen, mutta en ole siitä huolimatta pettynyt saavutuksiini. Ongelmat, jotka jäivät ratkaisematta, olisivat vaatineet vahvaa käsitystä ohjelmoinnista sekä ongelmanratkaisutaitoja Linux-ympäristössä. Omasta mielestäni ohjelma on todella mutkikas käyttöönotettavaksi peruskäyttäjälle. Ohjelma koostuu monesta eri osasta, josta jokaisesta tulisi lukea omat käyttöohjeet sekä perehtyä niiden toimintaan keskenään.

Minulle tuli täysin yllätyksenä työssä, että itse ohjelmassa, johon oli tarkoitus tutustua, ei tullut mukana mitään graafista käyttöliittymää, jolla olisi voinut hoitaa ohjelmien konfiguroimisen. Ohjelma on tietenkin mahdollisimman yksinkertaiseksi, koska radioamatöörlaitteet ovat myös yksinkertaisimmasta päästä, mutta mielestäni tämä myös nostaa kynnystä tavallisen käyttäjän ja ohjelman välillä. Tietenkin graafisen käyttöliittymän kehittäminen vaatisi paljon resursseja, mutta ehkäpä tässäkin olisi yksi kehityksen aihe jatkoa ajatellen.

Työtä aloittaessani minulla ei ollut mitään kokemusta radioamatööri toiminnasta, mutta työn aikana kertyi tietoa toiminnan perustasta sekä nykytilasta. Myös toiminnan laajuus yllätti täysin, mutta ainoastaan positiivisesti. Koen myös, että ongelmanratkaisutaitoni tämän tyyppisessä työssä, jossa ratkaistua ongelmaa seurasi yleensä uusi ongelma, kehittyivät todella paljon.

Itse työstä jäi pääpiirteittäin hyvä kuva. Työn tavoitteen vaihtuessa uusien asioiden lisäksi sain hyödyntää myös vanhempaa osaamistani ja tietouttani. Tämä toi työhön uutta mielekkyyttä siinä vaiheessa, kun tuntui siltä, että työssä oli kuljettu umpikujaan. Uskon, ettäniin työstä kuin työn tekijöistä olisi saatu enemmän irti, jos työhön olisi saatu enemmän tekijöitä mukaan. Voin vain kuvitella, mitä olisi saatu aikaan, kun työssä olisi ollut mukana myös joku ohjelmointitaitoinen henkilö. Toivon, että työtä jatkavat vielä seuraavatopiskelijat ja työ saadaan vietyä siihen tavoitteeseen kuin se alun perin oli tarkoitettu.

LÄHTEET

1. Suomen radioamatööriliitto ry - SRAL. Saatavissa:
<http://www.sral.fi/sral/>. Hakupäivä 6.6.2012
2. Radioamatööri. 2012. Saatavissa:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Radioamatööri>. Hakupäivä 6.6.2012
3. Radioamatööriksi, Miten alkuun? Saatavissa:
<http://radionuoret.net>. Hakupäivä 6.6.2012
4. Jyri Putkonen. Turva-kriisiviestitystoiminta. 2011. Saatavissa:
http://www.sral.fi/files/turva_esittely2011.pdf. Hakupäivä 6.6.2012
5. Turva-projektin oma Wiki-sivusto. Saatavissa:
<http://wiki.ham.fi/TURVA>. Hakupäivä 6.6.2012
6. AX.25. 2008. Saatavissa:
<http://wiki.ham.fi/AX.25>. Hakupäivä 7.6.2012
7. Pakettikytkentä. 2012. Saatavissa:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Pakettikytkentä>. Hakupäivä 7.6.2012.
8. Pakettiradio, SSTV, PSK31 sekä muut digimodet. Saatavissa:
<http://www.rtx-tuote.fi/?valikko=cb&sivu=pakettiradio>. Hakupäivä 7.6.2012.
9. APRS. 2010. Saatavissa:
<http://wiki.ham.fi/APRS>. Hakupäivä 10.11.2012.
10. Automatic Packet Reporting System. 2012. Saatavissa
http://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_Packet_Reporting_System.
Hakupäivä 10.11.2012

11. AGWTracker. 2012. Saatavissa:
<http://www.agwtracker.com/>. Hakupäivä 10.11.2012.
12. What is DX cluster? 2009. Saatavissa:
http://www.amateur-radio-wiki.net/index.php?title=What_is_a_DX_cluster%3F. Hakupäivä 5.11.2012.
13. BBS. 2012. Saatavissa:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/BBS>. Hakupäivä 10.11.2012
14. Mandriva Linux. 2012. Saatavissa:
http://fi.wikipedia.org/wiki/Mandriva_Linux. Hakupäivä 10.11.2012.
15. RPM. 2011. Saatavissa:
<http://linux.fi/wiki/Rpm>. Hakupäivä 10.11.2012
16. Operating System Version Usage. 2012. Saatavissa:
http://www.statowl.com/operating_system_market_share_by_os_version.php?timeframe=last_6&interval=month&chart_id=4&fltr_br=&fltr_os=&fltr_se=&fltr_cn=&limit%5B%5D=linux&x=96&y=38(Lyhytlinkkinä <http://goo.gl/RSutU>). Hakupäivä 10.11.2012.
17. Mikä on Ubuntu? 2012. Saatavissa:
<http://www.ubuntu-fi.org/>. Hakupäivä 10.11.2012.
18. Ubuntu. 2012. Saatavissa:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Ubuntu>. Hakupäivä 10.11.2012.
19. Oracle VirtualBox. Saatavissa:
<https://www.virtualbox.org/>. Hakupäivä 10.11.2012.
20. Introduction. Saatavissa:
<http://unetbootin.sourceforge.net/>. Hakupäivä 10.11.2012.

21. Introduction. 2012. Saatavissa:

<http://rose.fpac.free.fr/>. Hakupäivä 10.05.2012.

22. Ohjelmien asentaminen. 2011. Saatavissa:

http://linux.fi/wiki/Ohjelmien_asentaminen. Hakupäivä 12.05.2012.

23. Radioamatöörimääräys 4.11.2009. Saatavissa:

http://www.ficora.fi/attachments/suomiry/5l24wvOs4/Viestintavirasto_6H2009M.pdf. Hakupäivä 13.12.2012.

Viestintävirasto 6H/2009M

12 (14)

TAULUKKO Radioamatööriviestinnän taajuusalueet ja suurimmat sallitut lähetystehot

Taajuusalue	Sta-tus	Suurin sallittu kaistan-leveys	Suurin sallittu lähettimen teho		sat	Huomattavaa
			Perusluokka	Yleisluokka		
135,7 - 137,8 kHz	sec		1 W _{EIRP} ¹⁾	1 W _{EIRP} ¹⁾		Tällä taajuusalueella teho mitataan säteilyte-hona.
1810 - 1850 kHz	pri	8 kHz	120 W ¹⁾	1500 W ¹⁾		
1850 - 1855 kHz	pri	8 kHz	15 W ²⁾	15 W ²⁾		3)
1861 - 1906 kHz	pri	8 kHz	15 W ²⁾	15 W ²⁾		3)
1912 - 2000 kHz	pri	8 kHz	15 W ²⁾	15 W ²⁾		3)
3500 - 3800 kHz	pri	8 kHz	120 W ¹⁾	1500 W ¹⁾		
7000 - 7100 kHz	pex	8 kHz	120 W ¹⁾	1500 W ¹⁾	sat	
7100 - 7200 kHz	pex	8 kHz	120 W ¹⁾	1500 W ¹⁾		
10100 - 10150 kHz	sec	1 kHz	120 W ¹⁾	1500 W ¹⁾		
14000 - 14250 kHz	pex	8 kHz	120 W ¹⁾	1500 W ¹⁾	sat	
14250 - 14350 kHz	pex	8 kHz	120 W ¹⁾	1500 W ¹⁾		
18068 - 18168 kHz	pex	8 kHz	120 W ¹⁾	1500 W ¹⁾	sat	
21000 - 21450 kHz	pex	8 kHz	120 W ¹⁾	1500 W ¹⁾	sat	
24890 - 24990 kHz	pex	8 kHz	120 W ¹⁾	1500 W ¹⁾	sat	
28000 - 29700 kHz	pex	8 kHz	120 W ¹⁾	1500 W ¹⁾	sat	

Viestintävirasto 6H/2009M

13 (14)

TAULUKKO (jatkoa) Radioamatööriviestinnän taajuusalueet ja suurimmat sallitut lähetystehot

Taajuusalue	Status	Suurin sallittu kaistan-leveys	Suurin sallittu lähettimen teho		sat	Huomattavaa
			Perusluokka	Yleisluokka		
50,0 - 52,0 MHz	sec	18 kHz	30 W ⁶⁾	150 W ⁴⁾		5) Alueellisia käyttörajoituksia.
70,000 - 70,050 MHz	sec	1 kHz	25 W ¹⁾	25 W ¹⁾		11) Alueellisia käyttörajoituksia
70,050 - 70,175 MHz	sec	18 kHz	30 W ¹⁾	100 W ¹⁾		11) Alueellisia käyttörajoituksia
70,225 - 70,250 MHz	sec	18 kHz	30 W ¹⁾	100 W ¹⁾		11) Alueellisia käyttörajoituksia
70,250 - 70,300 MHz	sec	18 kHz	25 W ¹⁾	25 W ¹⁾		11) Alueellisia käyttörajoituksia
144 - 146 MHz	pex	18 kHz	30 W ⁶⁾	150 W ^{7) 10)}	sat	
432 - 435 MHz	pri	8)	30 W ⁶⁾	150 W ^{7) 10)}		
435 - 438 MHz	pri	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	9)
1240 - 1260 MHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾		
1260 - 1270 MHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	9)
1270 - 1300 MHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾		
2300 - 2400 MHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾		
2400 - 2450 MHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	9)
3400 - 3408 MHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾		
5650 - 5670 MHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	9)
5670 - 5725 MHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾		
5725 - 5830 MHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾		9)
5830 - 5850 MHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	9)

Viestintävirasto 6H/2009M

14 (14)

TAULUKKO (jatkoa) Radioamatööriviestinnän taajuusalueet ja suurimmat sallitut lähetystehot

Taajuusalue	Status	Suurin sallittu kaistanleveys	Suurin sallittu lähettimen teho		sat	Huomattavaa
			Perusluokka	Yleisluokka		
10,00 - 10,28 GHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾		
10,368 - 10,370 GHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾		
10,45 - 10,50 GHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	
24,00 - 24,05 GHz	pri	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	
24,05 - 24,25 GHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾		
47,00 - 47,20 GHz	pex	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	
76,00 - 77,50 GHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	
77,50 - 78,00 GHz	pri	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	
78,00 - 81,00 GHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	
81,00 - 81,50 GHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	
122,25 - 123,00 GHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾		
134,00 - 136,00 GHz	pri	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	
136,00 - 141,00 GHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	
241,00 - 248,00 GHz	sec	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	
248,00 - 250,00 GHz	pri	8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾	sat	
275,00 -1000,00 GHz		8)	30 W ⁶⁾	150 W ⁷⁾		Vain erityisellä luvalla, ei eritelty taajuusalueitain

(23.)