



TEKNIikka JA LIIKENNE

Tietotekniikka

Tietoliikennetekniikka

INSINÖÖRITYÖ

Langaton wlan-silta ja suuntausantennit

**Työn tekijä: Antti Anttila
Työn ohjaaja: Jukka Louhelainen**

Työ hyväksytty: ____. ____. 2012

**Jukka Louhelainen
lehtori**

TIIVISTELMÄ

| | |
|--|--|
| Työn tekijä: Antti Anttila | |
| Työn nimi: Langaton wlan-silta ja suuntausantennit | |
| Päivämäärä: 25.2.2012 | Sivumäärä: 68 s. + 2 liitettä |
| Koulutusohjelma: Tietotekniikka | Suuntautumisvaihtoehto: Tietoliikennetekniikka |
| Työn ohjaaja: lehtori Jukka Louhelainen | |
| Työn ohjaaja: | |
| <p>Tämän päättötyön tarkoituksena oli tehdä wlan-silta ja katsastaa mahdolliset kolmannen osapuolten tarjoamat firmware-päivitykset, joilla kyseinen silta onnistuisi helpoiten. Samalla testattiin wlan-siltoihin tarkoitettuja yleisimpiä wlan-antenneja ja modifioituja antenneja. Päättötyön wlan-antennien kokeilu suoritettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun pääkouluun 3. kerroksen käytävillä osoitteessa Bulevardi 31, koska kyseisenä päivänä ulkolämpötila oli -25°C. Laitteiden firmware-päivitykset asennettiin ja todettiin toimivaksi päättötyöntekijän kotona Vantaalla.</p> <p>Wlan-reitittimien firmwaren päivittäminen oli mutkaton tehtävä, ja onnistui jopa laitteeseen jonka toiminnallisuudesta ei ollut takeita. Wlan-sillan asetukset ovat mutkattomia ja omilta osin päättötyön nopein ominaisuus. Antennitestaamisessa auttoi lehtori Jukka Louhelaisen löytämä iperf-testausohjelma, sekä koulutoverin kannettava tietokone.</p> <p>Testaustilanteessa Metropolia Ammattikorkeakoulun Bulevardi 31:sen toimipisteen 3. kerroksen käytävä oli tarpeeksi pitkä ja lähes esteetön testaustilannetta ajatellen. Testatesani antenneja eri etäisyyksillä, huomasin kotitaloustarvikkeista tehdyn suuntausantennin saavuttavan edun reitittimen perusantennien kanssa. Koulusta lainamani suuntausantenni oli suunniteltu pidempien matkojen kanssa toimimiseen, kuin mitä koulun käytävä salli.</p> <p>Vaikka yleisesti saatavilla olevista materiaaleista koottu suuntausantenni hävisi noin 5 kertaisesti kaupalliselle wlan-suuntausantennille noin 100 metrin etäisyydellä, oli se kuitenkin noin 10 kertaa tehokkaampi kuin reitittimen omat antennit sellaisenaan.</p> | |
| Avainsanat: wlan-silta, suuntaavat wlan-antennivahvistimet, insider-wlanmittausohjelma, yhteisöpohjaiset firmwaret wlan-laitteisiin | |

ABSTRACT

Name: Antti Anttila

Title: wlan-bridge with custom Firmware

Date: 25.2.2012

Number of pages: 68

Department:
Computer Sciences

Study Programme:
Telecommunication

Instructor: lecturer Jukka Louhelainen

Supervisor:

Purpose of this final thesis was to create wlan-bridge and see the current availability of firmware updates created by third party vendors. At the same time there would be tested some of the antenna amplifiers for the wlan-routers. The test of the wlan-antennas was done in the Metropolia university of applied sciences' main building's 3-floor hallway in the address Bulevardi 31, this because the outside temperature was -25c. The firmware updates and installations were done in the home of the final thesis maker in Vantaa.

Keywords: wlan-bridge, directional aerial wlan-antenna, insider- wlan measurement program, community based firmware to wlan-devices

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2.1 | Wlan yleisesti | 2 |
| 2.1.1 | <i>Wlan</i> | 2 |
| 2.1.2 | <i>Infrasructure -verkko</i> | 3 |
| 2.1.3 | <i>Ad hoc -verkko</i> | 4 |
| 2.2 | Wlan turvallisuus | 5 |
| 2.2.1 | <i>Wlan verkon turvallisuuden toiminta</i> | 5 |
| 2.2.2 | <i>WEP</i> | 5 |
| 2.2.3 | <i>WPA / WPA2</i> | 5 |
| 3.1 | Lan-silta | 7 |
| 3.2 | Wlan-silta | 7 |
| 4.1 | Yleisesti | 8 |
| 4.2 | Erilaiset Firmware päivitys mahdollisuudet | 9 |
| 4.2.1 | <i>OpenWRT</i> | 9 |
| 4.2.2 | <i>DD-wrt</i> | 9 |
| 4.2.3 | <i>Tomato</i> | 10 |
| 4.2.4 | <i>Muita WRt-firmwareja</i> | 11 |
| 5.1 | Windsurfer, itse tehtävä paperi-folio suuntausantenni | 11 |
| 5.1.1 | <i>Windsurfer Ez-12 tee-itse suuntausantennivahvistin</i> | 11 |
| 5.1.2 | <i>Suuntausantennin teko</i> | 12 |
| 5.2 | Yagi-antenni | 24 |
| 5.2.1 | <i>Yleistä tietoa</i> | 24 |
| 5.2.2 | <i>Tietoja testissä olevasta kouluta lainaamasta YAGI-antennista</i> | 24 |
| 6.1 | Laite 1: Linksys WRT54-GL EU | 25 |
| 6.1.1 | <i>Yleistä tietoa</i> | 25 |
| 6.1.2 | <i>Firmwaren päivitys</i> | 26 |
| 6.1.3 | <i>Asetukset Isäntä-laitteen toimintaa varten</i> | 32 |
| 6.1.4 | <i>Päivitys laitteen kunnosta 13.5.2010</i> | 34 |
| 6.1.5 | <i>Päivitys 22.11.2011</i> | 35 |
| 6.2 | Laite 2 koulun WAP54G (2 kappaletta) | 37 |
| 6.2.1 | <i>Yleistä tietoa</i> | 37 |
| 6.2.2 | <i>Firmwaren päivitys</i> | 37 |
| 6.2.3 | <i>Asetukset Isäntä-laitteen toimintaa varten</i> | 43 |
| 6.2.4 | <i>Asetukset Orja-laitteen toimintaa varten</i> | 46 |
| 7.1 | Wlan-yhteyden toiminnallisuuden kokeilut etäisyydellä 1 m | 50 |
| 7.1.1 | <i>Wlan yhteys testaus</i> | 50 |
| 7.1.2 | <i>Wlan yhteys testaus tulokset, "dd-wrt"-testiverkko</i> | 51 |
| 7.2 | Wlan-yhteystestit esittely ja mittausten tulokset eri etäisyyksillä | 52 |
| 7.2.1 | <i>Miten mittaukset tehtiin</i> | 52 |
| 7.2.2 | <i>Inssider</i> | 52 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 7.2.3 | <i>Iperf</i> | 53 |
| 7.2.4 | <i>Testitiedostot</i> | 57 |
| 7.2.5 | <i>Testattavan laitteiston esittely</i> | 58 |
| 7.2.6 | <i>Etäisyys 10 metriä</i> | 61 |
| 7.2.7 | <i>Etäisyys 35 metriä</i> | 62 |
| 7.2.8 | <i>Etäisyys 72 metriä</i> | 63 |
| 7.2.9 | <i>Etäisyys 110 metriä</i> | 64 |
| 8 | Loppuyhteenveto | 66 |

| | |
|----------------------|-----------|
| VIITELUETTELO | 67 |
|----------------------|-----------|

1 JOHDANTO

Tämän päättötyön aiheenmukaisen wlan-sillan luominen tapahtuu käyttäen muokattuja laitteita, ja melkein valmiilla ohjeita. Käyttäen melkein valmiita ohjeita, mutta muokattuja firmwareja wlan-laitteissa, luodaan täysin muokattavia sekä yksilöllisiä wlan-siltoja, joiden avulla luodaan kahden (tai useamman) wlan-reitittimen välisen langattoman datayhteyden. Tämän datayhteyden avulla luodaan langattomasti (vaikka kahden tai useamman rakennuksen välinen intranet-sisäverkko) datayhteys ilman, että joudutaan lisäämään fyysisiä kaapeleita rakennusten välille. Fyysisen kaapelin tietoturvaan ja datan siirtonopeuteen ei tietenkään päästä, mutta näin mahdollisesti joko säästetään kaapelin kaivaminen maan alle tai sitten käytetään tilapäisiä tiloja joihin ei tarvita fyysistä yhteyttä rakennuksen tilapäisyyden takia.

Wlan-yhteyden toiminta perustuu ympärisäteileviin antenneihin, jolloin menetetään etäisyyttä, koska lähettimen teho jakautuu ympäri aluetta. Mutta kun otetaan käyttöön ns. suuntaavat wlan-antennit, saadaan sama lähettimien teho suuntauksella kohdistettua vain tiettyyn suuntaan (tietysti suunta-antennitkin ovat tietyn astemäärän antennija, mutta teho on vain noihin muutamaan asteeseen). Suunta-antennit eivät lisää itse lähettimien tehoa, kun taas antennivahvistimet lisäävät lähetyksen/vastaanottotehoa. Mutta suunta-antenneilla ympärisäteilevän antennin teho suunnataan yhteen suuntaan, jolloin yhden suunta-alueen teho pidentää juuri siihen suuntaan olevien laitteiden maksimietäisyyksiä. Tosin suunta-antennit pitää asentaa molempiin (kaikkiin) wlan-laitteisiin, jotta datayhteys olisi mahdollisimman toimiva ja nopea.

Jotkut wlan-reitittimet on valmistettu siten, että laitteen firmwaren (eli käyttöjärjestelmän) vaihtamalla voi parantaa/lisätä laitteen ominaisuuksia. Tällöin voidaan parhaimmassa tapauksessa muokata wlan-reitittimen langattoman verkon lähetystehoa ja toimintakykyä heikossa wlan-kentässä.

2 MIKÄ ON WLAN

2.1 Wlan yleisesti

2.1.1 Wlan

Wlan on lyhenne sanoista Wireless Local Area Network, ja tarkoittaa langatonta lähiverkkoa. Wlanin avulla luodaan alue, jossa on tukiaseman kautta (tai vain pelkästään wlan-laitteiden välillä) jaettu langaton lähiverkko johon tietokoneet (ja/tai wlan-laitteet) voivat liittyä langattomasti. Wlan-verkon koko rajoittuu kiinteiden esteiden, tukiaseman fyysisen sijainnin ja tukiaseman lähetystehon mukaan. Teoriassa yhdellä tukiasemalla voidaan luoda langaton verkko, jonka kattavuus on ulkona 300 m ja sisällä 100 m. Käytännössä yhden tukiaseman luoma langaton verkko voi parhaimmillaan olla ulkona alle 50 m ja sisällä alle 10 m:n luokkaa, koska häiriölähteitä löytyy jokaisesta paikasta.

Wlan toimii radioaalloilla 2,4 Ghz:n taajuudella (samalla taajuusalueella toimivat myös Bluetooth-laitteet, sekä mikroaaltouunit), tämä 2,4 Ghz:n taajuus on taajuusvapaa alue (eli kyseisellä taajuudella toimivat laitteet eivät tarvitse radiotoimilupaa). Myös 5 Ghz:n taajuudella toimiva wlan on speksattuna, mutta kyseinen taajuusalue on luvanvarainen, ja taajuusalueella toimivat laitteet rajoittuvat USA:n markkinoihin. Uudet 802.11n-laitteet on speksattu toimimaan kaksitaajuudesta, eli ne toimivat 2,4 GHz:n ja 5 GHz:n taajuusalueilla. Tukiasemien lähetystehot ovat rajoitettuja osia wlan-yhteyksissä siksi, että liiallisella altistumisella liian suureen wlan-kenttään voi olla terveydelle haitallisia sivuvaikutuksia. Samanlaisia rajoja lähetystehoista löytyy mm. TV/radio-lähettimissä, kännyköissä ja niiden tukiasemissa (tosin niiden lähettimien lähetystehot ovat moninkertaisia kuluttajien wlan-tukiasemiin ja wlan-verkkokortteihin). Tukiasemien lähetystehot on rajoitettu 100 mW:iin (0,1W) Euroopan unionin ja 1000 mW:iin (1 W) USA:ssa.

Vuonna 1999 wlan-tekniikan kehitti ja julkaisi Wi-Fi Alliance, joka on nykyisin 300 [4] yrityksen liittouma wlan/Wi-Fi-tekniikassa. Ensimmäisen wlan-spesifikaation nimitys oli IEEE 802.11b, joka aloitti wlan-laitteiden aikakauden.

Eri spesifikaatiot ovat IEEE 802.11a/b/g/n, joiden nopeudet (ja taajuusalueet) ovat seuraavanlaiset:

- 802.11a on 5 GHz:n taajuusalueella toimiva ja enintään 54Mbit/s nopeudella toimiva wlan-spesifikaatio. Toiminta on sallittu vain amerikkassa taajuusalueen maksullisuuden vuoksi muualla maailmassa. Ilmestyi markkinoille 1999.
- 802.11b on 2,4 GHz:n taajuusalueella toimiva enintään 12 Mbit/s nopeuksinen wlan-spesifikaation. Ilmestyi markkinoille 1999.
- 802.11g on 2,4 GHz:n taajuusalueella toimiva enintään 54Mbit/s nopeuksinen wlan-spesifikaatio. Ilmestyi markkinoille tammikuussa 2003, ja on taaksepäin yhteensopiva 802.11b:n kanssa (tosin b:n nopeudella).
- 802.11n on 2,4 GHz:n ja 5 GHz:n taajuusalueilla toimiva enintään 600 Mbit/s nopeuteen yltävä wlan-spesifikaatio. Ilmestyi markkinoille lokakuussa 2009, ja on taaksepäin yhteensopiva 802.11b:n ja yhteensopiva 802.11a:n kanssa. Koska 802.11n käyttää suurempia paketteja kuin 802.11b/g, näiden yhtäaikainen käyttö siirtonopeuden takia vahingollista 802.11:n laitteille.

2.1.2 *Infrastructure -verkko*

Wlan (Wireless Local Area Network) on langallisen lähiverkon langaton lähiverkkotekniikka, joka tarvitsee keskitetyn reitittimen / hubin / tukiaseman yhdistääkseen laitteet langattomasti toisiinsa (Infrastructure mode).



Kuva 1. Infrastructure-verkko [5]

Kuvassa 1 on Infrastructure-verkko pienimmillään, eli kuvan kannettava tietokone on wlan-verkkokortilla yhteydessä langattomasti tukiasemaan, joka jakaa kannettavalle tietokoneelle yhteyden lähiverkkoon/internettiin. Infrastructure-moodilla laitteiden ei tarvitse tietää, mitä muita laitteita on kyseisessä lähiverkossa, vaan jokainen laite yhdistyy keskitettyyn wlan-tukiasemaan / hubiin / reitittimeen. Tämän verkon ideana on toimia jatkuvasti, jolloin verkkoon kytketyt laitteet halutessaan lähettää dataa, ottavat yhteyden keskitetyn laitteen kautta.

2.1.3 Ad hoc -verkko

Toisena vaihtoehtona löytyy myös suoraan laitteiden oma langaton yhteys, jossa jokaisen laitteen on tiedettävä verkon jokainen muu laite (Ad hoc mode).

Peer-to-Peer / Ad-Hoc



Kuva 2. Ad-Hoc-verkko perusmuodossaan [1]

Kuvassa 2 on yksinkertaisin kuvaus miten Ad Hoc-verkko toimii, eli yhteys sopii erittäin pienten verkkojen toimintaan. Kuvan verkon tapauksessa kah-

den kannettavan tietokoneen välillä on toteutettu Peer-to-Peer (P2P) -yhteys, jolloin saavutetaan sama yksityisverkko, kuin jos käytettäisiin ristikytettyä lähiverkkokaapelia. Tämä verkko on toteutustavaltaan väliaikainen, jolloin laitteet ovat tämän verkon alueella vain hetken aikaa, ja/tai jakavat muutaman tiedoston keskenään.

2.2 Wlanin turvallisuus

2.2.1 Wlan-verkon turvallisuuden toiminta

Wlan-verkko ei pärjää turvallisuudessaan langalliselle lähiverkolle, koska wlan-verkkon paketteja voi kuunnella jokainen joka on tarpeeksi lähellä kyseistä langatonta verkkoa, eikä kyseiseen temppuun tarvita wlan-adapteria ja lähiverkkojen pakettien etsivää ohjelmaa kummempaa työkalua. Näin ollen wlan-verkkoihin kehitettiin aluksi WEP-salaus, jonka avulla luotiin suojattuja verkkoja, mutta tekniikan (ja tekniikoiden) kehittyessä WEP-suojaus murrettiin, ja oltiin taas alkutekijöissä. WPA/WPA2-suojaus kehitettiin suojaamaan täysin eri lailla wlan-verkkoja, samalla ollen vaikeampia murtaa, kuin WEP-salaus.

2.2.2 WEP

WEP (Wired Equivalent Privacy) [2] -salaus kehitettiin 1997 suojaamaan wlan-verkkoja, ja toimi ensimmäisenä suojauskeinona wlan-verkoissa. WEP-suojaus käyttää avainta (joko 64/128/256 -bittistä) ja CRC-32 tarkistussummaa varmistaakseen lähetetyn/vastaanotetun paketin olevan aito, eikä väärennetty. WEP-avain on heksadesimaalilukujono, jonka pituus vaihtelee määrätyn avaimen pituuden ja 24-bittisen aloitusvektorin mukaisesti (eli 64 on 10 heksamerkkiä pitkä, 128 on 26 heksamerkkiä pitkä ja 256 on 58 heksamerkkiä pitkä).

- Standardi 64-bittinen WEP sisältää 40-bittisen avaimen + 24-bittisestä aloitusvektorin.
- 128-bittinen WEP sisältää 104-bittisen avaimen + 24-bittisestä aloitusvektorin.
- 256-bittinen WEP sisältää 232-bittisen avaimen + 24-bittisestä aloitusvektorin.

Vuoden 2001 alussa kryptoanalyytikot löysivät vakavia puutteita WEP-koodissa, jolloin yhteyden salauksen pystyy purkamaan helposti saatavilla olevilla työkaluilla. Vaikka vain muutamien kuukausin jälkeen julkaistuilla päivityksillä vakavimmat korjattiin WEP-suojauksesta, oli WEP-suojaus on helposti purettavissa. 2003 Wi-Fi Alliance ilmoitti, että WEP-suojaus on korvattu paremmalla ja tehokkaammalla WPA-suojauksella.

2.2.3 WPA / WPA2

WPA (Wi-Fi Protected Access) [3] -suojaus julkaistiin vuonna 2003 korvaamaan WEP-suojaus, jonka pahat tietoturvaongelmat löydettiin melkein WEP-suojauksen julkistuksen jälkeen. WPA-suojaus käyttää TKIP (Temporary Key Integer Protocol) -suojausta, joka toimii käyttäen esijaettua avainsanaa, josta lasketaan jokaiselle datapaketille oma suojauskoodi. Suojakoodi lasketaan vastaanottopäässä, jos koodi on oikein laskettu, voidaan data-paketti avata vastaanottopäässä. Koska TKIP perustuu WEP-salasmenetelmään, on siinäkin samat tietoturvaongelmat.

WPA2 julkaistiin sertifikoituna 13. maaliskuuta 2006 korvaamaan WPA, jotta päästäisiin eroon TKIP-suojauksen tietoturvaongelmista. WPA2 käyttää TKIP:n sijaan AES (Advanced Encryption Standard) -pohjaista CCMP (Counter Mode with Cipher Block Chaining Message Authentication Code Protocol) -suojausta, joka toimii myös WPA:ssa. CCMP on osa 802.11i-standardia, toisin kuin TKIP, AES:n avaimenhallinta ja sanoman yhteyntäisyyden toiminnot hoitaa sama komponentti, joka rakentuu AES:n 128-bittisen avaimen ympärille.

PSK (Pre Shared Key) on suunniteltu koti- ja pienyrityskäyttöön siten, ettei tarvita erillistä 802.1x -aitousserveriä. Jokainen langaton laite verkossa kryptaa verkkodatan käyttäen 256-bittistä avainta. Avain koostuu 64 heksadesimaaliluvusta tai 8-63-kirjaimisesta ASCII-merkistä. Jos avaimena käytetään ASCII-merkkejä, lasketaan 256-bittinen avain ASCII-merkeistä käyttämällä PBKDF2 (Password-Based Key Derivation Function) -salauksoodiin, käyttämällä SSID:tä (Service Set identifier) luomaan sattumanvaraisia bittejä sekä toistamalla HMAC-SHA1:stä (Hash-based Message Authentication Code – Secure Hash Algorithm) 4096 kertaa.

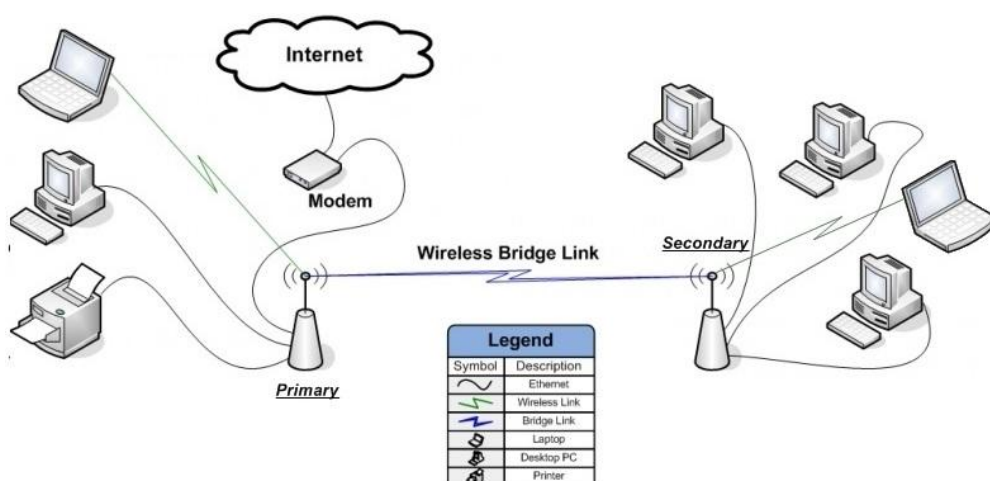
3 SILTAAMINEN (BRIDGING)

3.1 Lan-silta

Siltaaminen (Bridging) tarkoittaa kahden (tai useamman) reitittimen yhdistämistä lähiverkon yli siten, että 1 reititin toimii koko verkon DHCP-palvelimena antaen koko verkolle IP-osoitteet. Mutta kun lähiverkko laajenee toiseen paikkaan (esim. viereiseen rakennukseen tai ylempään kerrokseen) ja halutaan pitää verkkojen IP-osoitealueet samana, on toisen alueen reititin kytkettävä siltaus-tilaan. Siltaus-tilassa reititin on kytketty suoraan toiseen reitittimeen, joka hoitaa DHCP-toiminnot. Samalla siltaava reititin ohjaa oman verkkonsa ulospäin suuntautuvan nettiliikenteen toiselle reitittimelle jatkokäsittelyä varten. Koska siltaaminen edellyttää koko lähiverkon täyttämistä samalla datalla siksi, ettei siltaus tiedä verkon rakennetta (toisin kuin reitittäminen, joka tietää erittäin tarkasti, missä verkkopistokkeessa mikäkin laite sijaitsee). [6]

3.2 Wlan-silta

Wlan-silta on kahden (tai useamman) wlan-reitittimen avulla yhdistetyn lähiverkon yhdistämisen langattomasti. Näin saavutetaan kustannussäästöinä se, ettei tarvitse uutta lähiverkkojohtoa asentaa verkkojen välille.



Kuva 3. Wireless Bridge

Kuvassa 3 on kuvattuna pienverkko, jossa on verkkotulostin, muutamia pöytätietokoneita sekä pari kannettavaa tietokonetta. Pienverkon toinen osa on

kytketty modeemilla internetiin ja samalla jakaa verkkotulostinta lähiverkkoon. Kun taas toinen osa lähiverkosta voi joko sijaita toisessa rakennuksessa, johon ei ole vedetty omaa WAN (Wide Area Network) -yhteyttä. Isäntä wlan-reititin (kuvassa 3. vasemmalla) jakaa langattoman sillan kautta lähiverkkoyhteyden jolloin lähiverkon kaikki koneet saavat yhteyden internetiin, sekä mahdollisuuden käyttää verkkotulostinta.

Koska wlan-siltaus ei vaikuta itse wlan-verkon toimintoihin, on kyseisiin verkkoihin mahdollista kirjautua kannettavilla tietokoneilla, matkapuhelimilla ja muilla wlan-laitteilla. Tämän toiminnallisuuden avulla ei tarvitse toisia wlan-reitittimiä/tukiasemia langattoman lähiverkon jakamiseen mobiililaitteille. [7]

4 FIRMWAREN PÄIVITYSMAHDOLLISUUDET

4.1 Yleisesti

Firmwaren eli reitittimen käyttöjärjestelmän vaihtaminen / päivittäminen uudempaan, joka valmistajan tarjoamaan tai Internet -yhteisön tekemään, versioon joko parantaa laitteen toimintavarmuutta, lisää reitittimen toimintoja (esimerkiksi tuo mahdollisuuden käyttää reititintä pienenä ftp- / http-palvelimena) tai sitten vapauttaa reitittimen valmistajan lukitsemia toimintoja.

Firmware on yleensä valmistajan kehittämä, jonka voi yleensä vain päivittää uusimpaan versioon valmistajan nettisivuilta saatavan päivityksen muodossa. Jos reitittimen valmistaja on varautunut tuleviin päivityksiin, voi reitittimessä olla erillinen painike tai sivusto, jolla reititin tiedustelee, onko saatavilla päivitystä ja mahdollisesti myös päivittää itsensä. Muutamat valmistajat käyttävät muokattuja Linux-pohjaisia firmwareja omissa reitittimissään, joita voidaan päivittää Internet-yhteisöjen tekemillä firmware-päivityksillä. Näitä Linux-pohjaisia internetyhteisöjen tekemiä ja ilmaisia päivityksiä on monia, mutta jokaisella jakelulla on omat kannattajansa jotka päivittävät tietoja uusista (ja vanhoista) reitittimistä sekä jakavat tietoa, kuinka pelastaa väärin päivitetty reititin vastaamattomasta tilasta.

4.2 Erilaiset Firmware päivitys mahdollisuudet

4.2.1 OpenWRT

OpenWRT on muokattavista Linux-pohjaisista firmware-päivityksistä monipuolisin, jonka avulla voi saada reitittimen (joka on tarpeeksi tehokas kaikkiin toimintoihin) toimimaan kuin Linux-palvelin. Näitä palveluita on voi asentaa reitittimeen suoraan pakettienhallinnasta, jonka monet osat on siirretty suoraan OpenWRT:n pakettienhallintaan, joten pienen (http-, ftp-, jopa email-) palvelimen pystyttäminen on helppoa (mutta reitittimien omat tehot eivät välttämättä riitä täydelliseen tai edes vajavaan toimintaan).

OpenWRT:n sivuilta [9] löytyvästä luettelosta löytyy paljon jo tuettuja laitteita eri laitevalmistajilta. Samasta listasta löytyy lisää tietoja kyseisistä reitittimistä sekä niiden mahdollisista versioiden välisistä eroista (mikäli niitä löytyy). Samassa listassa löytyy myös tulevien tuettujen laitteiden luettelo samoilla tiedoilla, eli niihin on jo mahdollista asentaa firmwar-päivitys, mutta päivityksen täydellistä toimintaa ei voida taata (tällöin haluttuun reitittimeen asennettava päivityksen asentamine tapahtuu omalla vastuulla). Viimeisenä listataan mahdollisesti toimivat ja ei-tuetut reitittimet, joiden tukea ei joko ole testattu tai reitittimien sisältämä tekniikka ei ole Linux-käyttäjärjestelmille tuettuna.

4.2.2 DD-wrt

DD-wrt on toinen Linux-pohjainen OpenSource-vaihtoehto moniin wlan-reitittimiin, kuten Linksysin WRT-54GL (L merkitsee Linux-pohjaista firmwarea). DD-wrt on siis wlan-reitittimen oman käyttöjärjestelmän (firmwaren) vaihtoehto, jonka avulla laitteen käyttötapoja voidaan lisätä tai laitteen käyttövarmuutta voidaan parantaa. DD-wrt on suunniteltu toimimaan monien laitteiden kanssa (jotka tukevat linux-pohjaisten käyttöjärjestelmien [firmwaren] vaihtamista toiseen käyttöjärjestelmään). DD-wrt toimii kuten wlan-reitittimen oma käyttöjärjestelmä, etähallinta muodostetaan nettiselaimella, asetukset ovat käyttäjän muokattavissa ja asetusten muokattavuus on suurempi. DD-wrt on ilmainen kotikäyttäjille, ja kaupallisissa tarkoituksissa on lisenssin ostaminen suotavaa. Tosin Kaupallisessa versiossa laitteen wlan-parametrien konfiguroitavuus on täysin vapaata, jolloin wlan-reitittimen koko potentiaali on täysin käytettävissä.



Kuva 4. DD-wrt logo

DD-wrt:n ominaisuuksiin kuuluu:

- DD-wrt tukee yli 200 erilaista laitetta eri valmistajilta, esim. linksys, D-link, Netgear jne.
- Tämänhetkisten wlan-nopeuksien tuki (802.11a/b/g/n), joista nopeudet (300Mbit/s) vain jos itse laite tukee n-nopeutta.
- Ulkokäyttöön tarkoitettujen laitteiden tuki, jos laite on suunniteltu ulkotiloihin.
- VPN-tuki on integroitu suoraan käyttöjärjestelmään, ja tukee monia erilaisia VPN-reititysprotokollia.
- Hotspot-ratkaisut ovat tuettuna, eli monta laitetta joissa DD-wrt mahdollistavat suuremman wlan-alueen, jossa pääsee kirjautumaan verkkoon joko ilmaiseksi tai tietyn koodiavaimen avulla.
- Mahdollisuus monikielitukeen itse laitteissa, jos on tarvetta eri asentajien/huoltajien äidinkielen takia. Tuettuina kielinä löytyy mm. Englanti, Ranska, Ruotsi, Kiina (perinteinen ja yksinkertaistettu) jne.

4.2.3 Tomato

Tomato-firmware on tarkoitettu niihin reitittämiin, jossa on Broadcomin valmistamien langatton lähiverkkosovitin, joka on myös erittäin kevyt itse reitittimen suorittaa. Tuettavien reitittimien lista on lyhyt ja rajoittuu 4 valmistajan valittuihin reitittämiin, mutta näin on saatu erittäin toimiva ja kevyt firmware tiettyihin laitteisiin. Tomaton nettisivujen [10] perusteella Tomato tarvitsee hieman enemmän perehtymistä, kuinka reitittimen perustoiminnot saa kytettyä toimintaan, mutta koska jo firmwaren vaihtaminen Tomato-firmwareen vaatii jo osaamista ja tietämystä, on kyseiset toiminnot helposti

esitetty (ja nettisivulla saa perusasetukset laitettua toimintaan erittäin nopeasti).

4.2.4 *Muita WRt-firmwareja*

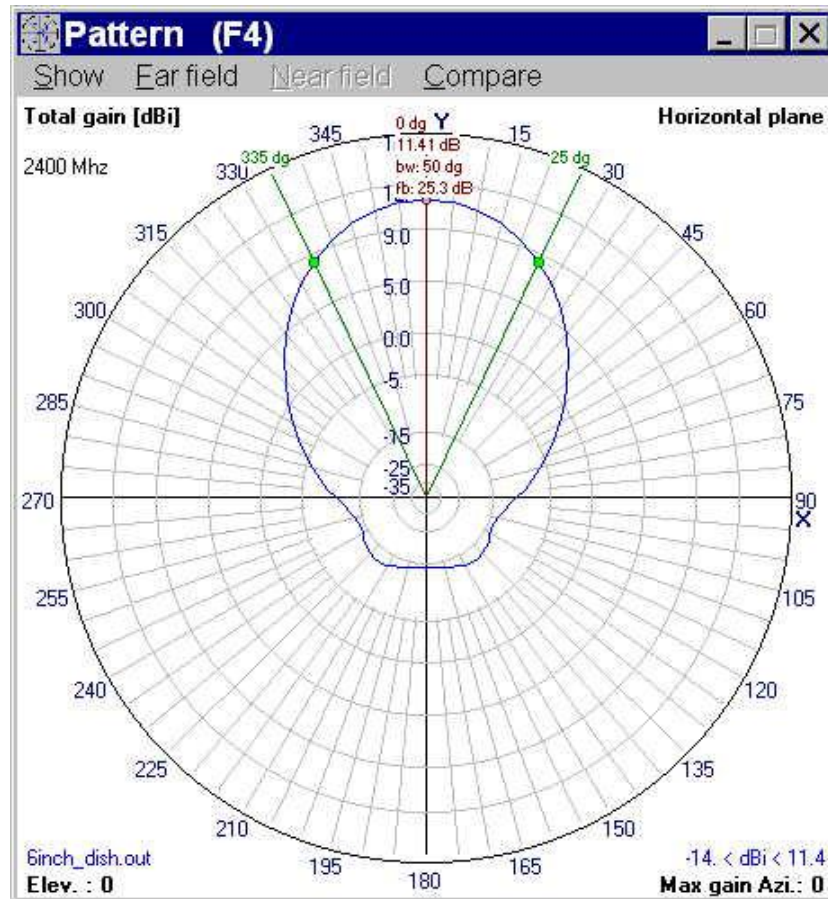
Muita WRT-pohjaisia firmwareja löytyy taatusti Internetin syövereistä, koska jokaisella valmistetulla reitittimellä löytyy joku käyttäjä, jonka vaatimuksia kyseinen reititin ei valmistajalta lähtiessään täytä. Näille Linux-osaajille on helppoa kehittää oma versionsa omalle laitteelleen olevasta käyttöjärjestelmästä joko valmiiksi tehdystä muokkaamalla tai sitten luomalla alusta asti käyttöliittymää myöten koko firmware / käyttöjärjestelmä. Tämän kappaleen yläpuolella olevat 3 jo mainittua firmware / käyttöjärjestelmää ovat yleisimmät käytössä olevat, ja samalla niiden tuki erillisille laitteille on jo erinomainen, joten en käsittele niitä tässä enempää.

5 SUUNTAUSANTENNIT WLAN-KÄYTÖSSÄ

5.1 Windsurfer, itse tehtävä paperi-folio suuntausantenni

5.1.1 *Windsurfer Ez-12 tee-itse suuntausantennivahvistin*

Windsurfer-antennivahvistin on www.freeantennas.com – sivuston tekijän kehittämä suuntausvahvistin wlan-antennien päälle. Kyseisen suuntausantennin koko (Liite 1 ja mukana liitteenä olevalla cd:llä) on noin A4-paperin kokoinen, ja kehittäjän mukaan vahvistus on 9 dBi. Saman kuvan koon kaksinkertaistamisella on tekijän mukaan vahvistus 12 dBi:n kokoluokkaa.

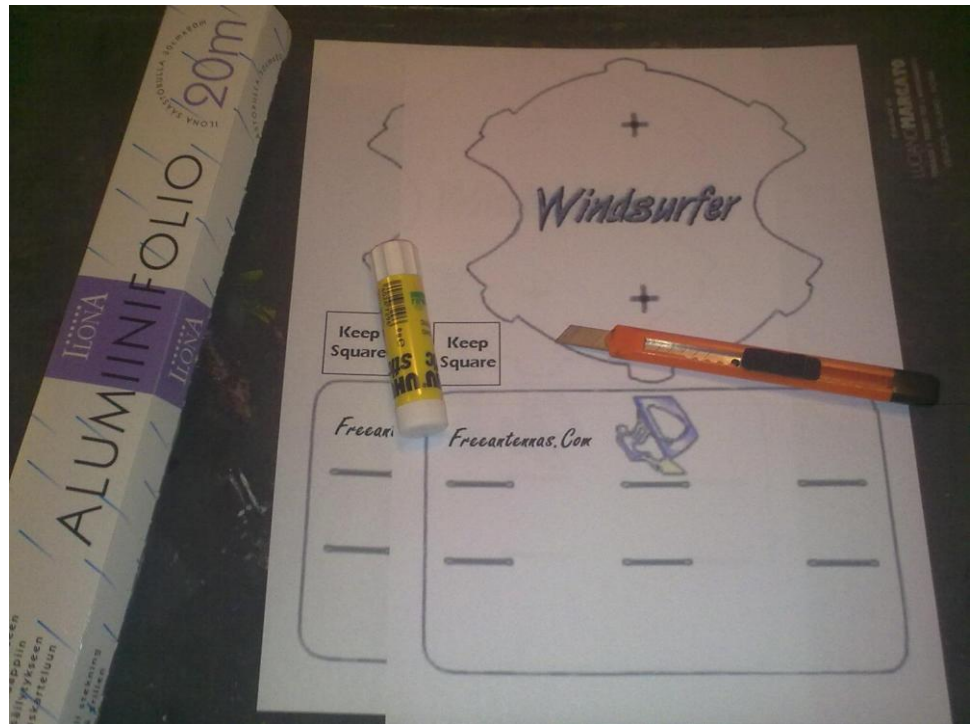


Kuva 5. 6-tuuman suuntausantennin horisonttikuva [8]

Kuvassa 5 on suuntausantennin kehittäjän suunnittelukuva, jossa on suunniteltu 6 tuuman (noin 15,4 cm) halkaisijalla olevan antennin dBi-lukema tietyllä suuntimalla. Tämän päättötyön myöhemmissä luvuissa testaan omia suuntausantenneja, joiden halkaisija on noin 22 cm. Kun tulostin omat suuntausantennini, tulostin ne A4-paperille suoraan kuvankatseluohjelman tulostuskomennolla. Sivustolla kehoitetaan kuitenkin antennien tulostamisen sijaan, että käyttää kuvanmuokkausohjelmaa ja muokata kuvan kokoa siten, että kuvassa mukana oleva neliö pysyy neliön muotoisena. Koska käytän oletettavasti kahta suuntausantennia per laite, on suuntaustehon paraneminen antennin kehittäjän mukaan hieman enemmän kuin 9 dBi:tä. Mutta mittaustilanteessa tietenkin selviää, onko vahvistus pitkillä matkoilla tarpeeksi iso.

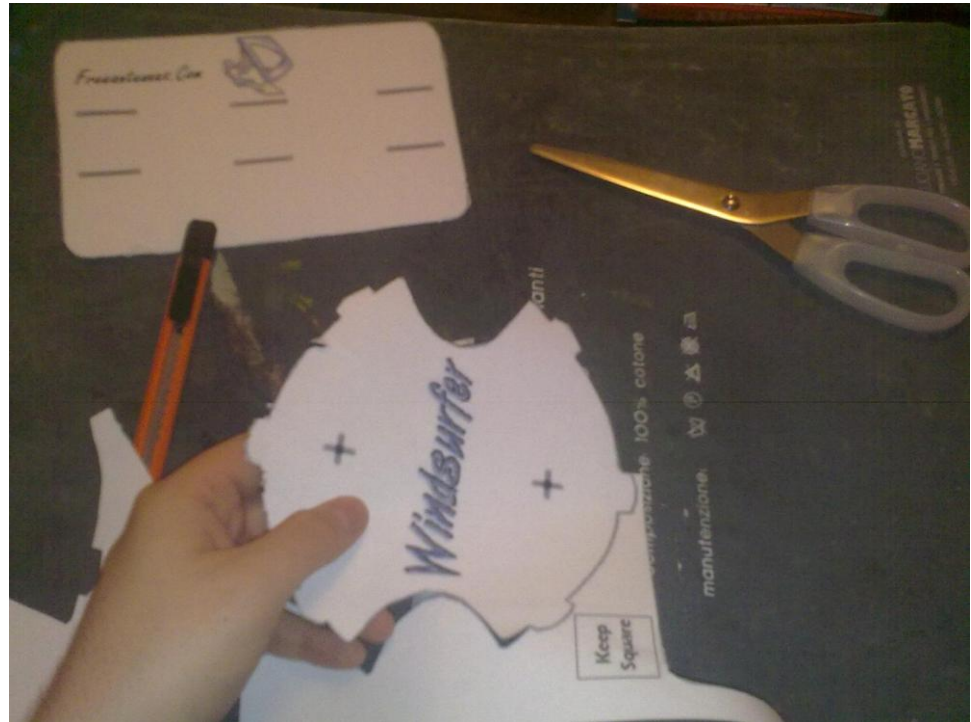
5.1.2 Suuntausantennin teko

Tässä osassa teen valmiiksi 2 suuntausantennia käyttämäni Linksys WRT54-GL EU -reitittimen 2 wlan-antennien päälle laitettavaksi, jotka testataan myöhemmin tässä päättötyössä.



Kuva 6. Tarvikkeet

Kuvassa 6 ovat kaikki tarvittavat materiaalit ja apuvälineet (saksia lukuun ottamatta). Tulostin liitteestä 1 olevan kuvan kaksi kertaa värillisenä suoraan tiedostosta, hankin alumiinifoliota (jota tarvitaan antennin suuntauksessa) noin 20 m (mutta tarvitsin vain A4-paperin kokoisen palan per antennivahvistin), puikkoliiman alumiinifolion liimaamiseksi suuntausantennin takapuolelle sekä mattoveitsen, saksen ja alustan, joka on kestävä.



Kuva 7. Ensimmäiset osat irroitettuna

Kuvassa 7 on suuntausantennin osien irrottaminen aloitettu aluksi mattoveit-
sellä, ja jatkettu irrotusta saksilla. Koska paperiset osat ovat vain rakenteelli-
set, ei niiden osien hienotarkka irrottaminen ole tarpeen.



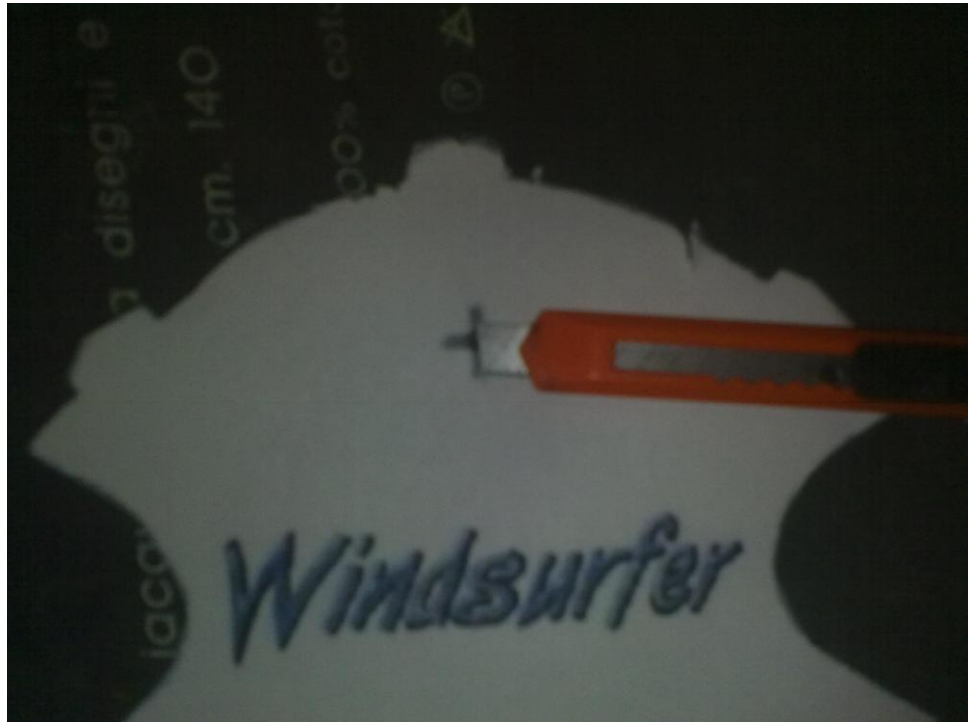
Kuva 8. Keskeiset osat irrotettu

Kuvassa 8 on kahden suuntausantennin paperiset osat irrotettu A4-arkeista, joihin ne oli tulostettuna, ja asetettu vierekkäin omien vastakappaleiden kanssa.



Kuva 9. Reikien tekeminen

Kuvassa 9 avataan reiät taustapaperiin mattoveitsellä, joka riittää avaamaan reiän tarvittavan kokoiseksi. Taustapaperiin kiinnitetään takapuolelle alumiinifolio ja antennikiinnitysrunko-kartio Windsurfer-tekstillä etupuolelle.



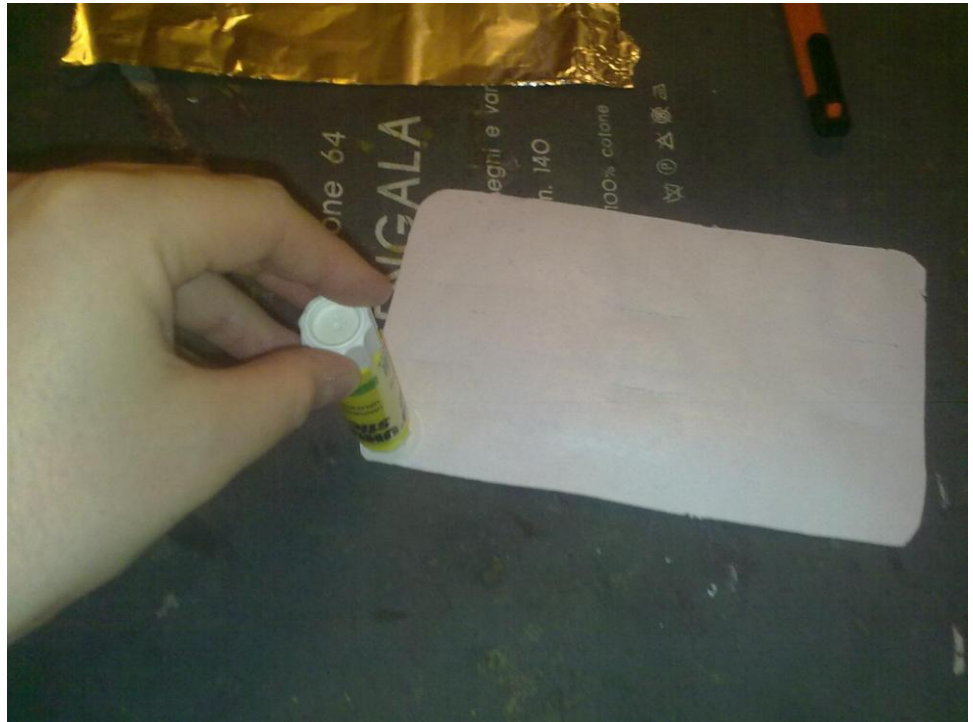
Kuva 10. Reikien teko antennikiinnityspaperiin

Kuvassa 10 on reikien tekoa mattoveitsellä antennikiinnityspaperiin, joiden reiät asetetaan jo olemassa olevien wlan-antennien päälle. Tässä kohtaa on huomattava, että tarvittava "risti" saattaa olla käyttämälle reittimen wlan-antennille liian pieni, joten on varauduttava suurentamaan reikiä, kun koko suuntausantenni on jo rakennettuna.



Kuva 11. Taustalevyt alumiinifolion päällä

Kuvan 11 mukaisena leikkasin alumiinifoliota hieman takalevyä isomman palasen (laitoin molemmat taka-osat samaan aikaan turhan alumiinifolion tuhlauksen välttämiseksi). Kyseisen alumiinifolion palaset toimivat suuntausantennin wlan-signaalien suuntaajina, jotka on taivutettu loppuvaiheessa tiettyyn kaarevuuteen kaarevan antenni-pidikeosan avulla.



Kuva 12. Takalevyn liiman lisäys

Kuvassa 12 lisään liimaa takalevyyn ennen foliopalan lisäämistä ja suuntaantennin kokoamista, jotta seuraavan kuvan liimauksen tasaaminen suoriutuisi mahdollisimman helposti, kun liima on jo levitetty tehokkaasti koko pohjan alalle.



Kuva 13. Liiman tasaaminen

Liiman tasaaminen ja varmistus, että alumiinifolio tarttuu takalevyyn, tapahtui käyttäen pyöreätä lyijykynänteroitinta (toisena vaihtoehtona olisi ollut joku te-la tai sitten käyttää takalevyä isompaa painoa esim. paksu kirja). Tämän vaiheen avulla taattiin, ettei alumiinifolio putoa pois takalevyn päältä.



Kuva 14. Antennitukirungon lisääminen

Kuvassa 14 Laitettiin ensimmäiset pienet lisäkkeet (kolme kappaletta per sivu, kuusi yhteensä), jotka painetaan takalevyn läpi rakenteen kokoamista varten. Itse huomasin, että tämä vaihe kannattaa suorittaa ennen kuin liittää folion takapaneeliin, sillä muuten joudut tekemään folioon reikiä kiinnitykselle (jonka jouduin tekemään vain yhteen vahvistimista).



Kuva 15. Takakuva rakenteesta

Kuva 15:ssä on kuvattuna pienet lisäkkeet rakenteen takapuolelta. Samalla niiden liimapintaa on painettu kiinni alumiinifolion pintaan. Tässä kohtaan huomasin oman virheeni ja seuraavan antennivahvistimen kiinnitin toisin, ettei näitä rumia jälkiä jää takakanteen.



Kuva 16. Valmis (alla) ja tekemätön (yllä)

Kuva 16 esittää valmiin ja vielä tekemättömän suuntausvahvistimen erot. Valmis suuntausvahvistin on hieman kaareva, koska niin saavutetaan suuntaavuus tiettyyn suuntaan.



Kuva 17. Etu- ja takapuoli

Kuva 17 on valmiin suuntausantennin etu- ja takapuoli. Kuvassa näkyy myös, miten rakenne on kiinnitetty alumiinifolioon.



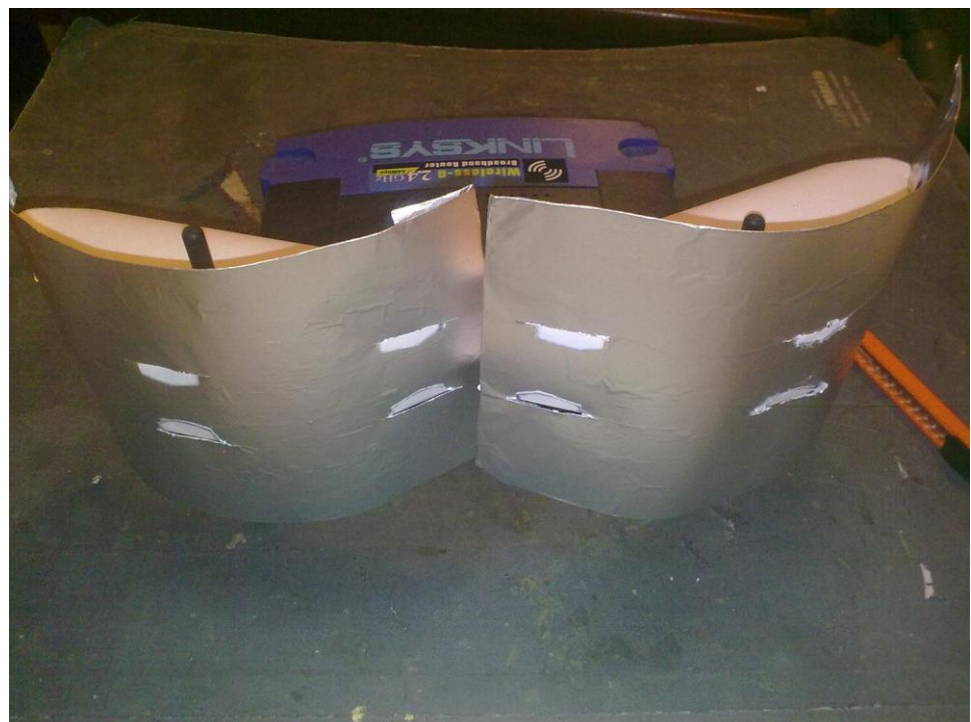
Kuva 18. Reunat taitettu

Kuvassa 18 on viimeistely taittamalla alumiinifolio rakennetta vasten, sillä repsottavat reunat eivät näyttäneet ammattimaisilta. Toki trimmaamalla ylimääräisen osan pois kokonaan näyttää vielä paremmalta, mutta koska folio toimii heijastimena, en tässä vaiheessa rakentamista nähnyt trimmaamista tarpeelliseksi.



Kuva 19. Testiasennus etupuolelta

Kuvassa 19 on testattu suuntausantenneja päättötyön yhdessä wlan-reitittimessä. Suuntausvahvistus tapahtuu kyseisessä kuvassa kuvaajan suuntaan.



Kuva 20. Testiasennus takapuolelta

Viimeisessä rakennekuvassa 20 on vielä takapuolinen kuva suuntausantenneista. Tässä kuvassa suuntausvahvistus tapahtuu kuvaajasta poispäin katseleluuntaan.

5.2 Yagi-antenni

5.2.1 Yleistä tietoa

Yagi-antennityyppi toimii siten, että antennin runkoon on asennettu eripituisia poikittaisia tankoja, joista pisin tanko on aina antennin kärjessä. Keskellä olevat tangot ovat säteilijöitä ja päässä olevat tangot ovat kerääjiä. Yagi-antennit ovat yleisesti käytössä TV-signaalien vastaanottamisessa, esim. DVB-T antenni on Yagi-antenni. Myös radioamatöörit käyttävät Yagi-antenneja. Itse Yagi-antennit voivat olla joko horisontaalisesti- tai vertikaalipolarisoituja, sekä näiden yhdistelmiä, jolloin saavutetaan parhain mahdollinen vastaanotto ilman antennin fyysisen paikan muuttamista (signaali ei välttämättä saavuta vastaanottoa samassa polarisaatiossa kuin miten se on lähetetty).

5.2.2 Tietoja testissä olevasta koulusta lainaamasta YAGI-antennista

Koulusta lainaamani YAGI-antenni on Cison valmistama ulko ja sisäkäyttöön tarkoitettu 13 dBi:n vahvistuskertoimella varustettu antenni. Antennin tuotetunnus on Cisco Air-Ant 1949 [13] ja omaa seuraavanlaiset datatiedot: Suljettu Yagi-tyylinen antenni, käyttöalueena 2400-2484 MHz (eli normaali wlan-alue), sisä ja ulkokäyttöön tarkoitettu, Gain (vahvistus) 13,5 dBi, pystypolarisaatio, 3 dB:n toimivuusraja vaakatasossa 30 astetta sekä pystytasossa 30 astetta, kiinteään kaapelin pituus 0,91 m, antennin mitat 41,9 cm x 7,6 cm sekä maksimi tuulen kestävyys 201,2 km/h (noin 55,88 m/s).

Kyseinen antenni oli koulussa point-to-point-testauksen käyttökohteena, mutta testipäivänä antenni oli kuljetuslaatikossaan ja oli heiveröisen laatikon sisällä hyvin suojattu. Itse antenni oli kevyen tuntuinen, ja oli kiinnitetynä seinäkiinnikkeissään, jolloin laitoin testauksen ajaksi antennin oman kuljetuslaatikkonsa päälle, ettei antenni päässyt liikkumaan. Kuva 21 näyttää, miten olin testikokoonpanossa kytkenyt antennin reitittimeeni testauksen ajaksi, samanaikaisesti otin reitittimen toisen antennin irti, ettei se häiritse testauksen aikana.



kuva 21. Yagi-antenni kytkettynä reitittimeen

6 WLAN-LAITTEIDEN VALMISTELEMINEN

6.1 Laite 1: Linksys WRT54-GL EU

6.1.1 Yleistä tietoa

Tämä laite tulee olemaan isäntälaitte, jonka tehtävänä on luoda kyseinen wlan-verkko, johon orjalaite kytkeytyy wlan-verkon kautta. Olen omistanut kyseisen laitteen jo 3 vuotta, ja se on toiminut minulla palomuurilaitteena internetin ja sisäverkon välillä. Kyseisen laitteen korvasi, samoihin aikoihin kun aloitin tämän päättötyön tekemisen, toinen palomuurilaitte, joka hajosi 9 kk:n käytön jälkeen. Joten palomuurina minulla oli hetken aikaa päättötyössä käytössä oleva laite, jonka lopulta korvasi saman valmistajan tytäryhtiön tekemä laite, jonka käyttöalueena on jo HD-videokuvan streamaaminen langallisen että langattoman verkon ylitse palomuuritoiminnan yhteydessä. Nyt kun palomuurilaitte vaihtui parempaan, päätti hyvin palvellut palomuurilaitteeni lopettaa toimintansa, joten laitteen uudelleen päivittäminen vaati hieman erityistaitoja, joita käsittelen kappaleessa 6.1.4.

6.1.2 Firmwären päivitys

Firmwären päivityksen aloitin resetoimalla laitteen perustilaan. Tämä toimenpide suoritetaan seuraavasti:

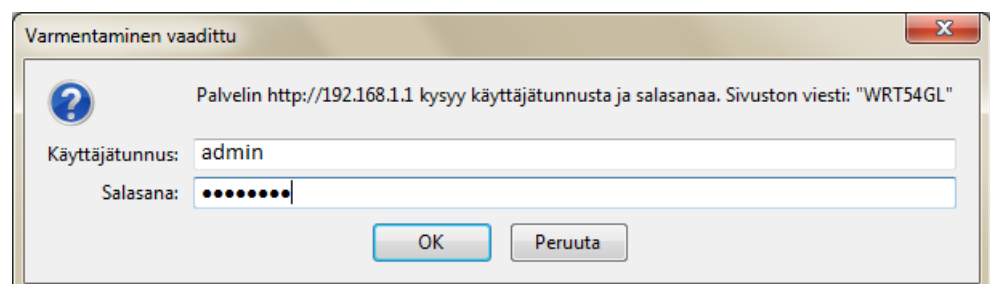
- Etsitään laitteen reset-kytkin.
- Painetaan reset-kytkin pohjaan 30 sekunnin ajan.
- 30 sekunnin jälkeen virtajohto irrotetaan laitteesta, ja edelleen pidetään reset-kytkintä pohjaan painettuna.
- Tätä jatketaan 30 sekuntia, jonka jälkeen kytketään virtajohto takaisin laitteeseen.
- Vielä tämänkin aikana pidetään 30 sekuntia reset-kytkintä pohjassa, eli yhteensä noin 90 sekuntia.

Kun laitteen kokonaisresetointi on valmis, laitetaan tietokoneesta lähiverkko-kaapeli kiinni reitittimeen suoraan ja määritellään reititintyyppin mukainen kiinteä IP-osoite tietokoneelle (tämä tärkeää ettei tietokoneen IP-osoite vaihdu kesken firmware-päivityksen ja riki reititintä).

Omassa tapauksessa tietokoneelle jouduin laittamaan kyseiset arvot:

- IP-osoite: 192.168.1.90
- Netmask: 255.255.255.0

Näiden asetusten jälkeen on aika aloittaa itse toiminta laitteen firmwären päivitykseen.



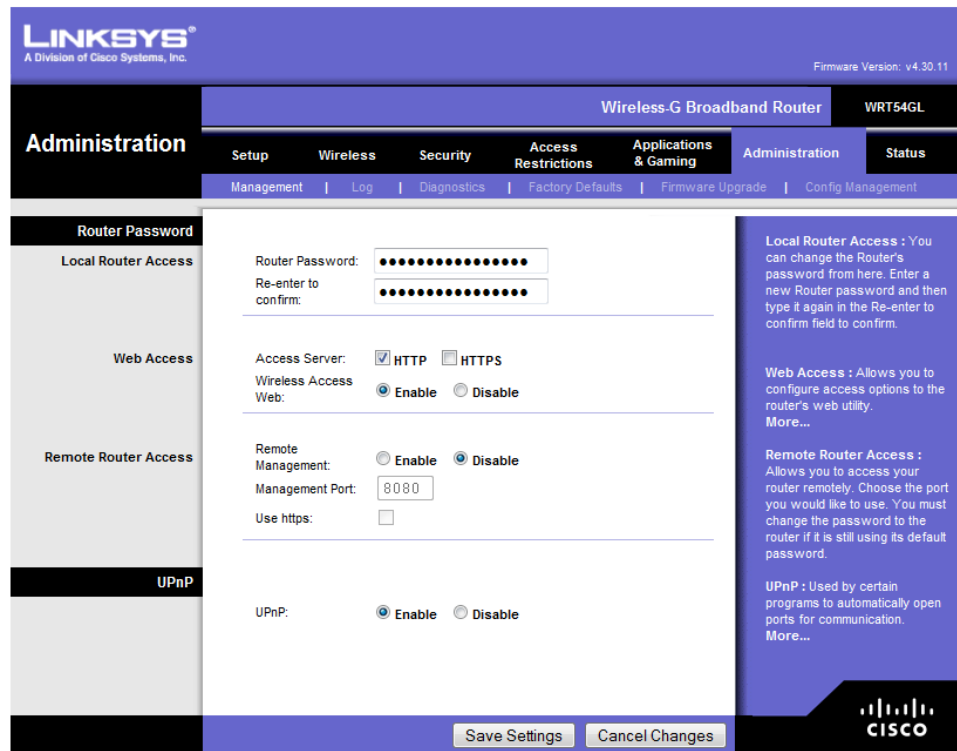
Kuva 22. Salasana-kyselylomake

Ensiksi kirjaudutaan reitittimeen osoitteella <http://192.168.1.1> ja laitetaan tunnukseksi: "admin" ja salasanaksi: joko tyhjää tai "admin".

The screenshot shows the Linksys WRT54GL router's web interface. The top navigation bar includes 'Setup', 'Wireless', 'Security', 'Access Restrictions', 'Applications & Gaming', 'Administration', and 'Status'. The 'Setup' menu is expanded to show 'Basic Setup', 'DDNS', 'MAC Address Clone', and 'Advanced Routing'. The 'Internet Setup' section is active, showing 'Automatic Configuration - DHCP' settings. The 'Router IP' section shows the Local IP Address as 192.168.1.1 and the Subnet Mask as 255.255.255.0. The DHCP Server is enabled, with a Starting IP Address of 192.168.1.100 and a Maximum Number of DHCP Users of 50. The IP Address Range is 192.168.1.100 to 149. The Client Lease Time is 0 minutes. The Time Zone is set to (GMT-08:00) Pacific Time (USA & Canada).

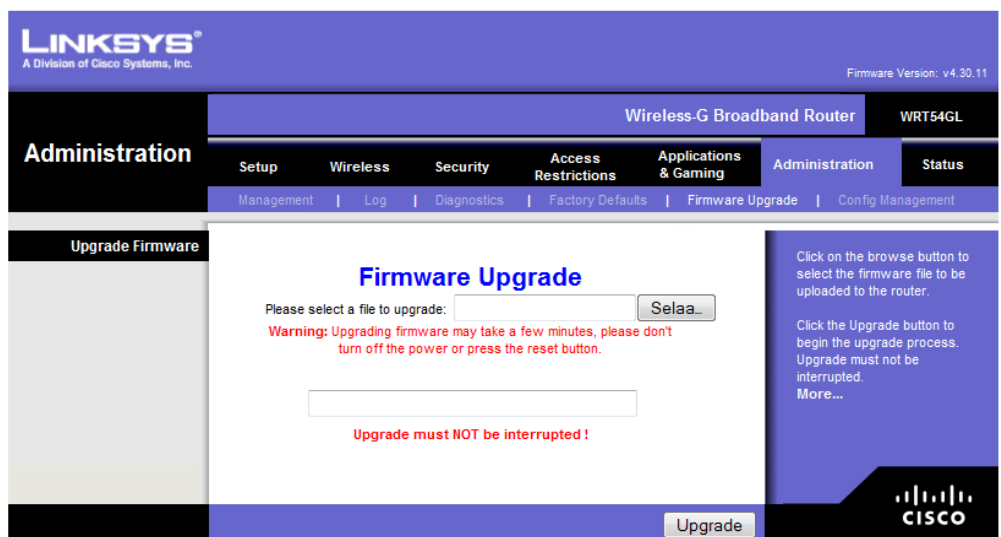
Kuva 23. Perusikkuna

Kun salasana kyselyikkuna on mennyt sallitusti ohi, avautuu kuva 23 mukainen ikkuna, jossa näkyy reitittimen DHCP-palvelimen osoite-alue ja reitittimen nimi. Tästä ikkunasta edetään heti "Administrator"-välilehdelle, painamalla kyseistä kohtaa.



Kuva 24. Administrator-pääsivu

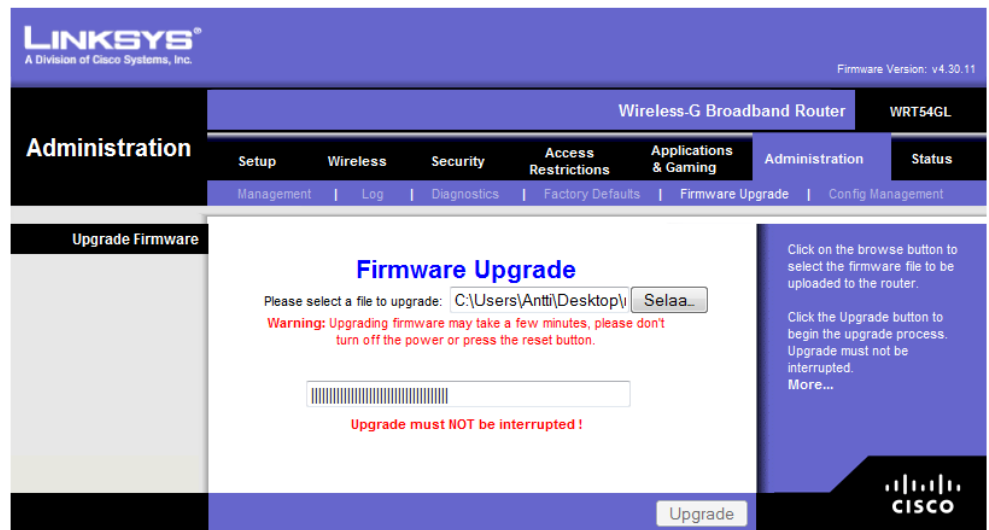
Administrator-välilehden avautuneessa välilehdessä näkyy reitittimen salasan vaihtamisen kohta sekä mitä kautta reititintä etäkäytetään. Tästä ikkunasta kuitenkin jatketaan eteenpäin ala-välilehteen "Firmware Upgrade".



Kuva 25. Firmware Upgrade

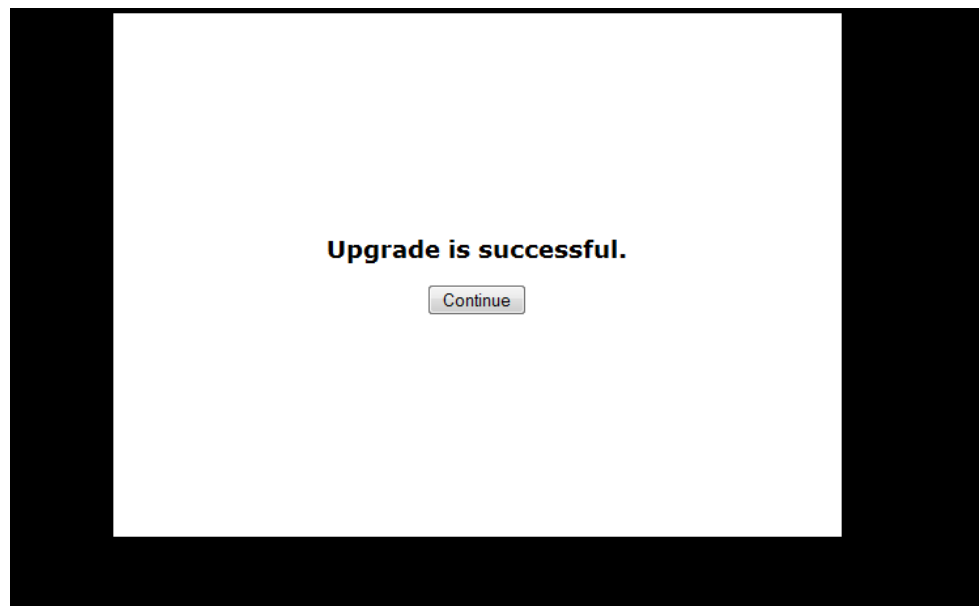
Tässä ikkunassa lähtee eteenpäin reitittimen päivittäminen. Painamalla "selaa" avautuu ikkuna, josta haetaan oikea firmware-image-tiedosto (esim. dd-

wrt.v24_mini_generic). Kun tiedosto on valittu, voidaan painaa ”Upgrade”-painiketta sivun alalaidassa. Tämä toimenpide kestää muutaman minuutin, jonka aikana ei saa sulkea nettiselainta, konetta tai reititintä.



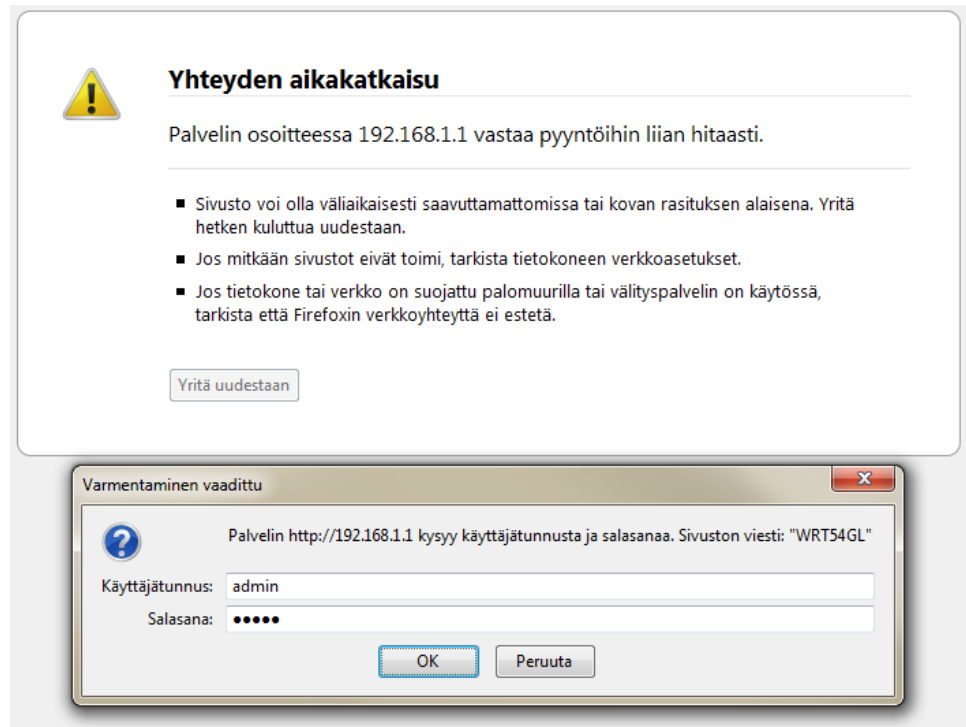
Kuva 26. Firmware-päivitys on kesken.

Kuvan 26 mukaisessa ikkunassa siirtyy koneelta firmware-tiedosto reitittimelle.



Kuva 27. Valmista

Kuvan 27 mukainen ikkuna tulee esiin, kun päivitys on onnistunut. Tämän jälkeen odotetaan 2 minuuttia, että reititin ehtii uudelleenkäynnistyä.



Kuva 28. Uusintayritys sisäänkirjautumisessa

Kun kuvan 27 painiketta "continue" painaa, reititin käynnistyy uudelleen, ja 2 minuutin jälkeen on aika kirjautua sisään päivitetyn firmwaren kanssa. Tunnus on "root" ja salasana on "admin" DD-wrt:n tapauksessa. Onnistuneen sisäänkirjautumisen jälkeen avatuu kuvan 28 mukainen näkymä, joka näyttää, että päivitys on onnistunut.

Firmware: DD-WRT v24-sp2 (10/10/09) mini
Time: 00:03:13 up 3 min, load average: 0.08, 0.10, 0.04
WAN IP: 0.0.0.0

dd-wrt.com ... control panel

Setup | **Wireless** | Services | Security | Access Restrictions | NAT / QoS | Administration | Status

System Information

| Router | | Services | |
|--------------|----------------------|---------------|----------|
| Router Name | WRT54GL | DHCP Server | Enabled |
| Router Model | Linksys WRT54G/GL/GS | WRT-radauth | Disabled |
| LAN MAC | 00:18:39:C6:6A:8E | Sputnik Agent | Disabled |
| WAN MAC | 00:18:39:C6:6A:8F | | |
| Wireless MAC | 00:18:39:C6:6A:90 | | |
| WAN IP | 0.0.0.0 | | |
| LAN IP | 192.168.1.1 | | |

| Wireless | | Memory | |
|----------|---------|-----------------|-------------------|
| Radio | Error | Total Available | 12.7 MB / 16.0 MB |
| Mode | AP | Free | 3.8 MB / 12.7 MB |
| Network | Mixed | Used | 8.9 MB / 12.7 MB |
| SSID | linksys | Buffers | 1.3 MB / 8.9 MB |
| Channel | 11 | Cached | 3.7 MB / 8.9 MB |
| TX Power | 71 mW | Active | 2.9 MB / 8.9 MB |
| Rate | 54 Mbps | Inactive | 2.1 MB / 8.9 MB |

| Wireless Packet Info | |
|----------------------|------------------|
| Received (RX) | 0 OK, no error |
| Transmitted (TX) | 482 OK, no error |

Wireless

Clients


| MAC Address | Interface | Uptime | TX Rate | RX Rate | Signal | Noise | SNR | Signal Quality |
|-------------|-----------|--------|---------|---------|--------|-------|-----|----------------|
| - None - | | | | | | | | |


DHCP

DHCP Clients

| Host Name | IP Address | MAC Address | Client Lease Time |
|-----------|------------|-------------|-------------------|
| - None - | | | |

Auto-Refresh is On


You may also donate through the Moneybookers account mb@dd-wrt.com



Kuva 29. Aloitusruutu DD-wrt-firmwaressa.

Kuvan 29 mukaisen sivun ilmaantuminen tarkoittaa, että firmware-päivitys on suoritettu onnistuneesti. Samalla sivulla näkyy myös laitteen MAC-osoitteet eri verkkoyhteyksille, DHCP-palvelimeen kytkeytyneet laitteet IP- ja MAC-osoitteineen, sivun muina tietoina näkyy laitteen muistin tila, langattoman verkon tekniset arvot ja mahdollinen WAN-osoite. Tämän sivun saa piilotettua asetuksista salasanan taakse, jottei ulkopuoliset pääsevät näkemään tietoja.

6.1.3 Asetukset isäntälaitteen toimintaa varten

Isäntälaitteen toimintaan saamiseksi tarvitaan seuraavat asetukset kuntoon ja laitetaan seuraaviin paikkoihin:

The screenshot shows the dd-wrt.com control panel with the following settings:

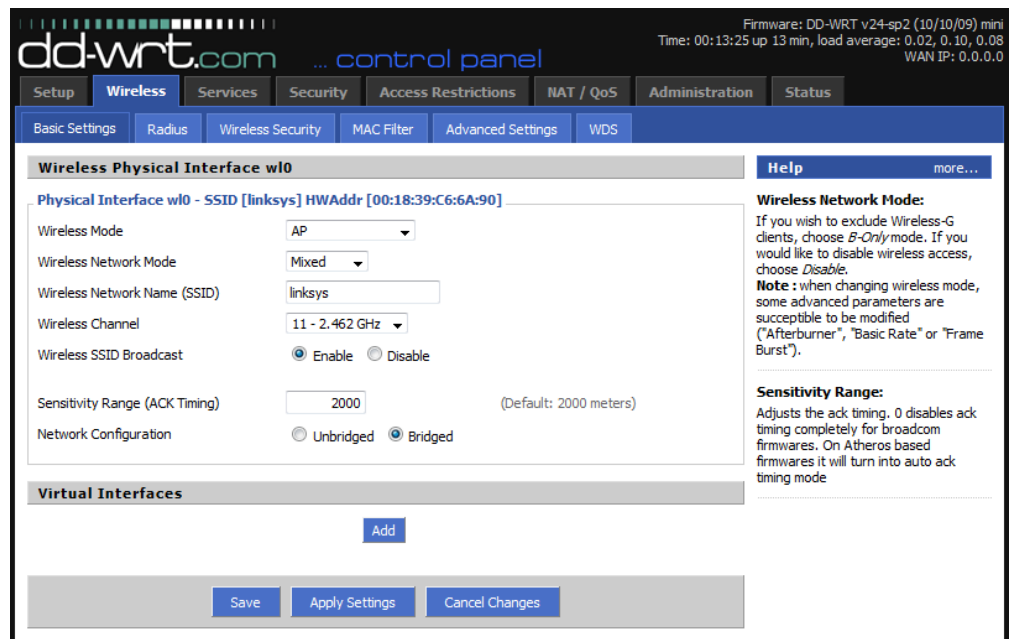
- WAN Setup**
 - WAN Connection Type: Automatic Configuration - DHCP
 - STP: Enable Disable
 - Optional Settings:
 - Router Name: WRT54GL
 - Host Name:
 - Domain Name:
 - MTU: Auto (1500)
- Network Setup**
 - Router IP:
 - Local IP Address: 192 . 168 . 1 . 1
 - Subnet Mask: 255 . 255 . 255 . 0
 - Gateway: 0 . 0 . 0 . 0
 - Local DNS: 0 . 0 . 0 . 0
 - Network Address Server Settings (DHCP):
 - DHCP Type: DHCP Server
 - DHCP Server: Enable Disable
 - Start IP Address: 192.168.1.100
 - Maximum DHCP Users: 50
 - Client Lease Time: 0 minutes
 - Static DNS 1: 0 . 0 . 0 . 0
 - Static DNS 2: 0 . 0 . 0 . 0
 - Static DNS 3: 0 . 0 . 0 . 0
 - WINS: 0 . 0 . 0 . 0
 - Use DNSMasq for DHCP:
 - Use DNSMasq for DNS:
 - DHCP-Authoritative:
 - Time Settings:
 - NTP Client: Enable Disable
 - Time Zone: UTC+02:00
 - Summer Time (DST): none
 - Server IP/Name: time.windows.com

Buttons at the bottom: Save, Apply Settings, Cancel Changes.

Kuva 30. Setup-valikko, Basic-setup alivalikko.

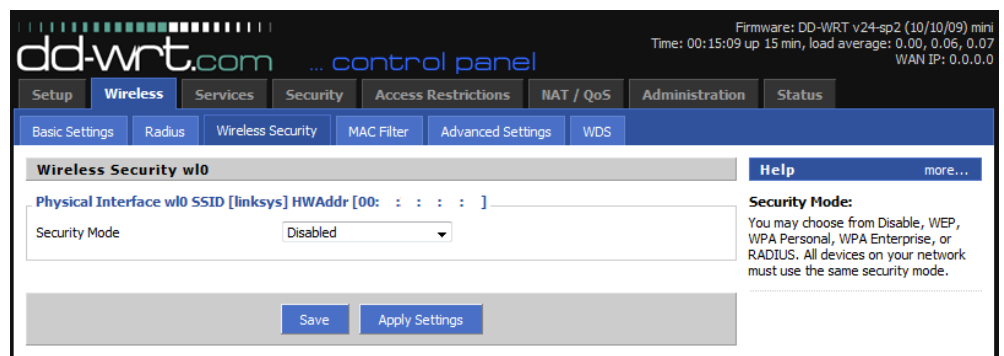
Laitteen hallinta-IP-osoite säilyy muuttumattomana (tässä tapauksessa 192.168.1.1), koska tämä laite hoitaa dhcp-palvelimen toiminnut omassa verkossaan että sillatussa verkossa. Laitteen aliverkko säilyy muuttumattomana (tässä tapauksessa 255.255.255.0), mutta samalla pitää huomioida, kuinka monta laitetta molempiin reitittämiin kytketään. Kuvassa 30 nämä ase-

tukset ovat kohdassa "Network Setup". Niihin ei tarvitse puuttua, ellei oma verkko rakennu eri ip-osoitealueisiin. DHCP-asetukseen ei tarvitse koskea, jos ensiasetuksen 50 riittää. Staattisen DNS-palvelinten lisääminen on tarpeellista vain, jos ei niitä haeta WAN-yhteyden kautta (Staattiset DNS-palvelimet laitetaan aina ensiksi laitteen kenttiin, ja sitten vasta tulevat mahdolliset WAN-portin kautta haettut).



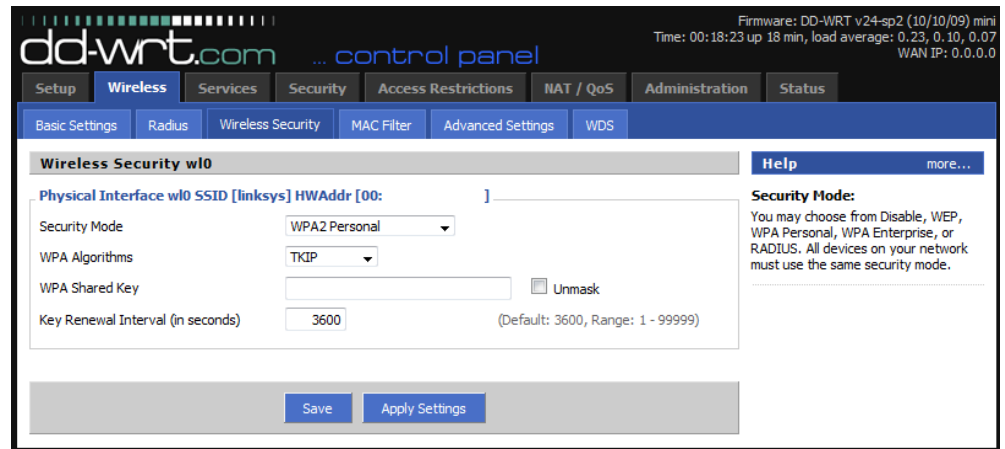
Kuva 31. Wireless-valikko, Basic-setup alivalikko.

Kuvan 31 valintamahdollisuutena on laitteen langattoman lähiverkon asetukset firmwaren vaihtamisen jälkeen. SSID-tunnus valitaan oman verkon mukaisesti ja kirjataan talteen orja-laitteelle samaksi. Tässä sivussa alempana näkyvä "bridged"-valinta on siltaus langallisen ja langattoman verkon välille, joten siihen ei tarvitse koskea.



Kuva 32. Wireless-valikko, Wireless Security -alivalikko.

Kuvan 32 mukaisesti wlan-yhteydellä ei ole suojausta päällä, mutta tähän tehtävään otetaan WPA2 personal käyttöön valikosta hiirellä valitsemalla.



Kuva 33. Wireless-valikko, Wireless Security alivalikko 2.

Kuvan 33 mukaisesti valitaan WPA2 personal AES –algoritmilla parhaimman mahdollisen suojauksen saamiseksi ja salasana kirjataan talteen orjalaitteen asetuksia varten. Lisäksi mahdollista MAC-osoitteen tarkistustoimenpiteitä varten kirjataan kaikkien laiteiden MAC-osoitteet talteen, jottei luvattomat tietokoneen pääse kirjautumaan verkkoon (MAC-osoite ei riitä pelkääntään varmistamaan verkon turvallisuutta, ja voi pahimmassa tapauksessa hidastaa verkon nopeutta). Tämä valikko löytyy Wireless-valikosta ”Mac filter” –alivalikosta.

6.1.4 Päivitys laitteen kunnosta 13.5.2010

Viimeisen kuukauden ajan laite on ollut ongelmia täynnä, ja firmwaren päivittäminen takaisin laitteen alkuperäiseen ei toiminut ollenkaan. Pahimpana mahdollisena vikana on laitteen wlan-verkkokortti, joka lopetti toimintansa kokonaan. Samalla laitteen langallisten verkkojen tiedostonsiirtonopeus on puolittunut alkuperäisestä, eli oletan laitteen menneen rikki. Olen vaihtamassa kyseisen laitteen toiseen, mutta kyseisissä laitteissa ei ole ulkoisia antennia, niin tämän laitteen osalta on päättötyö lopussa.

6.1.5 Päivitys 22.11.2011

Onnistuneen firmwaren uudelleenpäivityksen jälkeen sain laitteen toimintakuntoiseksi käyttämällä DD-wrt:n wikin [11] mukaisilla ohjeilla käyttäen TFTP-ohjelmaa. TFTP-ohjelma asennetaan Windows 7 tietokoneille näiden ohjeiden avulla:

- Avataan "Ohjauspaneeli" (Control Panel) "Käynnistä"-valikon (Start Menu) kautta, ja siirrytään "Ohjelmat"-valikkoon (Programs).
- Ohjelmista valitaan "Ohjelmat ja Lisäosat" (Programs and Features) ja sieltä "Käynnistä ja sammuta Windowsin lisäosia" (Turn Windows features on or off) vasemmasta reunasta. Avautumisessa menee hetki.
- Avautuneessa ikkunassa Etsitään "TFTP-asiakas" (TFTP-client) ja painetaan "ok", ohjelma asentuu osaksi komento-kehotetta.

Kun TFTP-asiakasohjelman asennus on onnistunut, pitää reitittimelle tehdä kokonaisvaltainen uudelleenkäynnistys näiden ohjeiden mukaisesti:

- Etsitään laitteen reset-kytkin.
- Painetaan reset-kytkin pohjaan 30 sekunnin ajan.
- 30 sekunnin jälkeen virtajohto irrotetaan laitteesta, ja edelleen pidetään reset-kytkintä pohjaan painettuna.
- Tätä jatketaan 30 sekuntia, jonka jälkeen kytketään virtajohto takaisin laitteeseen.
- Vielä tämänkin aikana pidetään 30 sekuntia reset-kytkintä pohjassa, eli yhteensä noin 90 sekuntia.

Kun laitteen kokonaisresetointi on valmis, laitetaan tietokoneesta lähiverkko-kaapeli kiinni reitittimeen suoraan, ja määritellään reititintyyppin mukainen kiinteä IP-osoite tietokoneelle (tämä tärkeää ettei tietokoneen IP-osoite vaihdu kesken firmware-päivityksen ja riki reititintä).

Omassa tapauksessa tietokoneelle jouduin laittamaan kyseiset arvot, jotta yhteys reitittimelle olisi taattu:

```
- IP-osoite: 192.168.1.90
  Netmask: 255.255.255.0
```

Näiden jälkeen kokeillaan, vastaako reititin ping-paketteihin käyttämällä komentokehotetta.

```
ping -t -w 2 192.168.1.1
```

Kaava 1. ping-työkalun käyttö.

Kaavan 1 mukaisesti ping-työkalu aloittaa jatkuvan ja lyhennetyn ping-kyselyn reitittimelle. Tämä suoritetaan siksi, että nähdään, milloin reititin on käynnistynyt

Seuraavaksi etsitään reitittimen valmistajan sivuilta reitittimen alkuperäinen firmware, ja ladataan se tietokoneelle helposti muistettavaan hakemistopaikkaan (esim. työpöydällä olevaan kansioon), samalla käynnistetään komentokehote Järjestelmänvalvojan oikeuksilla ja suoritetaan seuraava komento ARP-taulukon tyhjentämiseksi.

```
arp -p 192.168.1.1 aa-bb-cc-dd-ee-ff
```

Kaava 2. arp-taulukosta poistetaan entinen reitittimen fyysinen osoite.

Kun kyseinen toiminto on suoritettu, jatketaan komentokehoitteen käyttämistä etsimällä luotu kansio johon tallennettiin laitevalmistajan firmware, sekä tässä tapauksessa DD-wrt:n firmware. Kun kansio löydettiin komentokehoitteella, kirjoitettiin seuraava käsky.

```
ping 192.168.1.1
```

Kaava 3. Ping-käskyllä yhteyden toteaminen

Uudella ping-komennolla todetaan yhteyden olevan olemassa, jotta seuraava käsky voidaan suorittaa.

```
tftp -i 192.168.1.1 PUT code.bin code.bin
```

Kaava 4. TFTP-ohjelman käyttö

Tftp-ohjelmalle annetaan käsky siirtää tiettyyn ip-osoitteeseen PUT-komennon avulla tiedosto "code.bin", joka korvaa laitteessa olevan firmwaren. Komennon suorituksen aikana ei anneta mitään tietoja yhteyden tilasta, ainoa tieto tulee ohjelman suoritettua "Transfer complete" tai sitten "failure..." . Jos Tftp-siirto onnistui ping-käskeyn vastaanminen keskeytyy ja reititin käynnistyy uudelleen, jonka jälkeen reitittimeen saa yhteyden nettiselaimen kautta. Mutta jos siirto epäonnistuu, DDwrt wikipedia -sivuston mukaan nettiadapterin nopeuden vaihtaminen "10 Mbps half duplex" –moodiin saattaa auttaa. Tämän suorituksen jälkeen asensin normaalisti DD-wrt –firmwaren nettikäyttöliittymän kautta, joka suoriutui onnistuneesti.

6.2 Laite 2 koulun WAP54G (2 kappaletta)

6.2.1 Yleistä tietoa

Tämä laite tulee olemaan orjalaite, joka kytkeytyy wlan-verkon kautta isäntälaitteen wlan-verkkoon. Kokeilin koulussa laitteiden toimivuutta ja huomasi lehtori Jukka Louhelaisen kanssa, ettei koulun laitteisiin saa minkäänlaista yhteyttä muodostettua. Kokeiltuamme 3 eri pöytä tietokonetta, 2 eri Ciscon järeää reititintä (ilman Ciscon kytkintä, sekä kytkimen kanssa), huomasimme laitteiden olevan ohjelmallisesti rikki. Kappaleen 6.1.5 ohjeen avulla saisi nämäkin laitteet korjattua.

6.2.2 Firmwaren päivitys

Nämä asetukset on käyty kappaleessa 6.1.2, mutta kertauksen vuoksi laitan ne tähän uudestaan. Firmwaren päivittämisen aloitin resetoimalla laitteen perustilaan, tämä toimenpide suoritetaan seuraavasti:

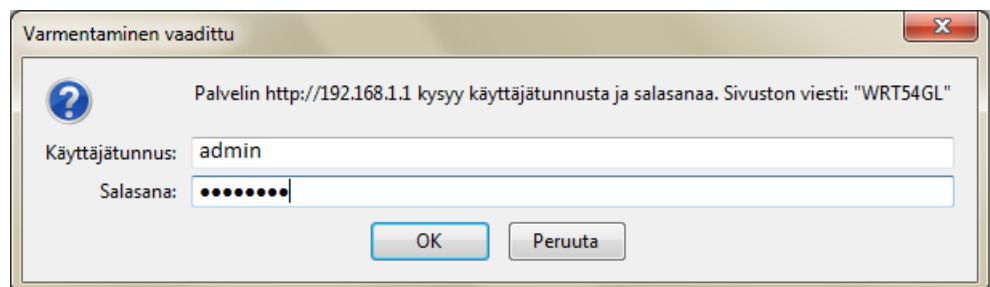
- Etsitään laitteen reset-kytkin laitteen takapaneelista.
- Painetaan reset-kytkin pohjaan 30 sekunnin ajan.
- 30 sekunnin jälkeen virtajohto irrotetaan laitteesta, ja edelleen pidetään reset-kytkintä pohjaan painettuna.
- Tätä jatketaan 30 sekuntia, jonka jälkeen kytketään virtajohto takaisin laitteeseen.
- Vielä tämänkin aikana pidetään 30 sekuntia reset-kytkintä pohjassa, eli yhteensä noin 90 sekuntia.

Kun laitteen kokonaisresetointi on valmis, laitetaan tietokoneesta lähiverkko-kaapeli kiinni reitittimeen suoraan ja määritellään reititintyyppin mukainen kiinteä IP-osoite tietokoneelle (tämä tärkeää ettei tietokoneen IP-osoite vaihdu kesken firmware-päivityksen ja riko reititintä).

Omassa tapauksessa tietokoneelle jouduin laittamaan kyseiset arvot:

- IP-osoite: 192.168.1.90
- Netmask: 255.255.255.0

Näiden asetusten jälkeen on aika aloittaa itse toiminta laitteen firmwaren päivittämiseksi.



kuva 34. Salasana-kyselylomake

Ensiksi kirjaudutaan reitittimeen osoitteella <http://192.168.1.1> ja laitetaan tunnuksiksi "admin" ja salasanaksi: joko tyhjää tai "admin".

LINKSYS
A Division of Cisco Systems, Inc. Firmware Version: v4.30.11

Setup | Wireless-G Broadband Router | WRT54GL

Setup | Wireless | Security | Access Restrictions | Applications & Gaming | Administration | Status

Basic Setup | DHCP | MAC Address Clone | Advanced Routing

Internet Setup

Internet Connection Type: Automatic Configuration - DHCP

Optional Settings (required by some ISPs)

Router Name: WRT54GL
Host Name:
Domain Name:
MTU: Auto
Size: 1500

Network Setup

Router IP

Local IP Address: 192 . 168 . 1 . 1
Subnet Mask: 255 . 255 . 255 . 0

Network Address Server Settings (DHCP)

DHCP Server: Enable Disable
Starting IP Address: 192.168.1.100
Maximum Number of DHCP Users: 50
IP Address Range: 192.168.1.100 to 149
Client Lease Time: 0 minutes (0 means one day)
Static DNS 1: 0 . 0 . 0 . 0
Static DNS 2: 0 . 0 . 0 . 0
Static DNS 3: 0 . 0 . 0 . 0
WINS: 0 . 0 . 0 . 0

Time Setting

Time Zone: (GMT-08:00) Pacific Time (USA & Canada)

Automatic Configuration - DHCP
DHCP: This setting is most commonly used by Cable operators.
Host Name: Enter the host name provided by your ISP.
Domain Name: Enter the domain name provided by your ISP. **More...**
Local IP Address: This is the address of the router.
Subnet Mask: This is the subnet mask of the router.
DHCP Server: Allows the router to manage your IP addresses.
Starting IP Address: The address you would like to start with.
Maximum number of DHCP Users: You may limit the number of addresses your router hands out. **More...**
Time Setting: Choose the time zone you are in. The router can

Kuva 35. Perusikkuna

Kun salasanakyselyikkuna on mennyt sallitusti ohi, avautuu kuva 35 mukainen ikkuna, jossa näkyy reitittimen DHCP-palvelimen osoite-alue ja reitittimen nimi. Tästä ikkunasta edetään heti "Administator"-välilehdelle, painamalla kyseistä kohtaa.

LINKSYS
A Division of Cisco Systems, Inc. Firmware Version: v4.30.11

Administration | Wireless-G Broadband Router | WRT54GL

Setup | Wireless | Security | Access Restrictions | Applications & Gaming | Administration | Status

Management | Log | Diagnostics | Factory Defaults | Firmware Upgrade | Config Management

Router Password

Local Router Access

Router Password: ●●●●●●●●
Re-enter to confirm: ●●●●●●●●

Web Access

Access Server: HTTP HTTPS
Wireless Access Web: Enable Disable

Remote Router Access

Remote Management: Enable Disable
Management Port: 8080
Use https:

UPnP

UPnP: Enable Disable

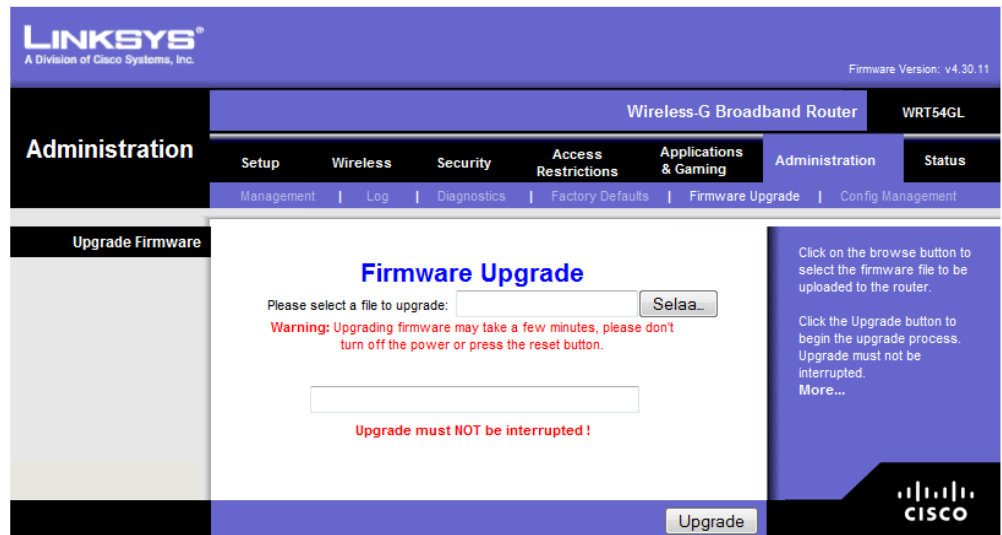
Local Router Access: You can change the Router's password from here. Enter a new Router password and then type it again in the Re-enter to confirm field to confirm.
Web Access: Allows you to configure access options to the router's web utility. **More...**
Remote Router Access: Allows you to access your router remotely. Choose the port you would like to use. You must change the password to the router if it is still using its default password.
UPnP: Used by certain programs to automatically open ports for communication. **More...**

Save Settings | Cancel Changes

CISCO

Kuva 36. Administator-pääsivu

Kuvan 36 Administator-välilehden avautuneessa välilehdessä näkyy reitittimen salasanan vaihtamisen kohta sekä mitä kautta reititintä etäkäytetään. Tästä ikkunasta kuitenkin jatketaan eteenpäin ala-välilehteen ”Firmware Upgrade”.



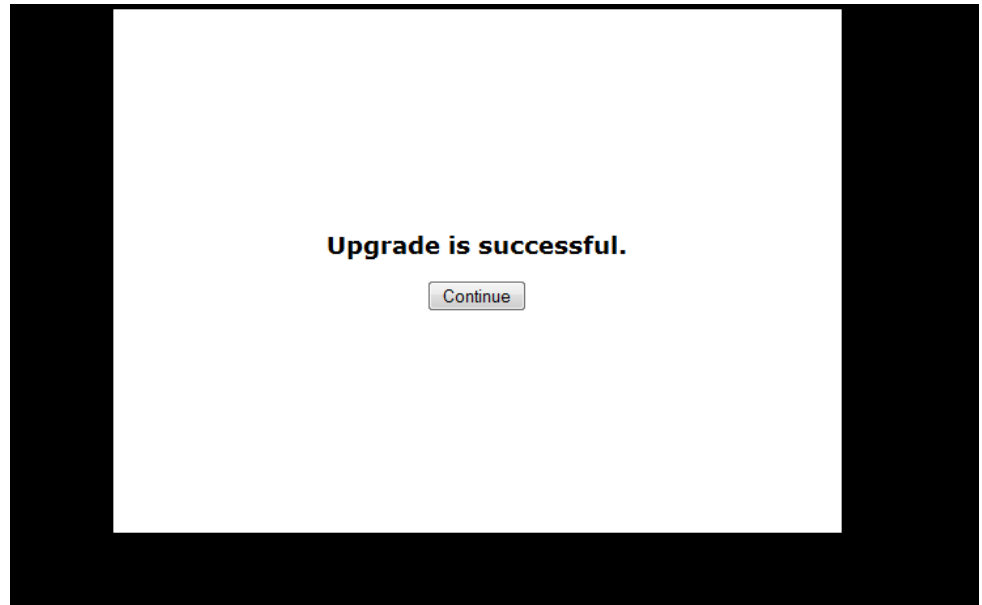
Kuva 37. Firmware Upgrade

Tässä ikkunassa lähtee eteenpäin reitittimen päivittäminen. Painamalla ”selaa” avautuu ikkuna, josta haetaan oikea firmware-image -tiedosto (esim. oman reitittimeni dd-wrt.v24_mini_generic). Kun tiedosto on valittu, voidaan painaa ”Upgrade”-painiketta sivun alalaidassa. Tämä toimenpide kestää muutaman minuutin, jonka aikana ei saa sulkea nettiselainta, konetta tai reititintä.



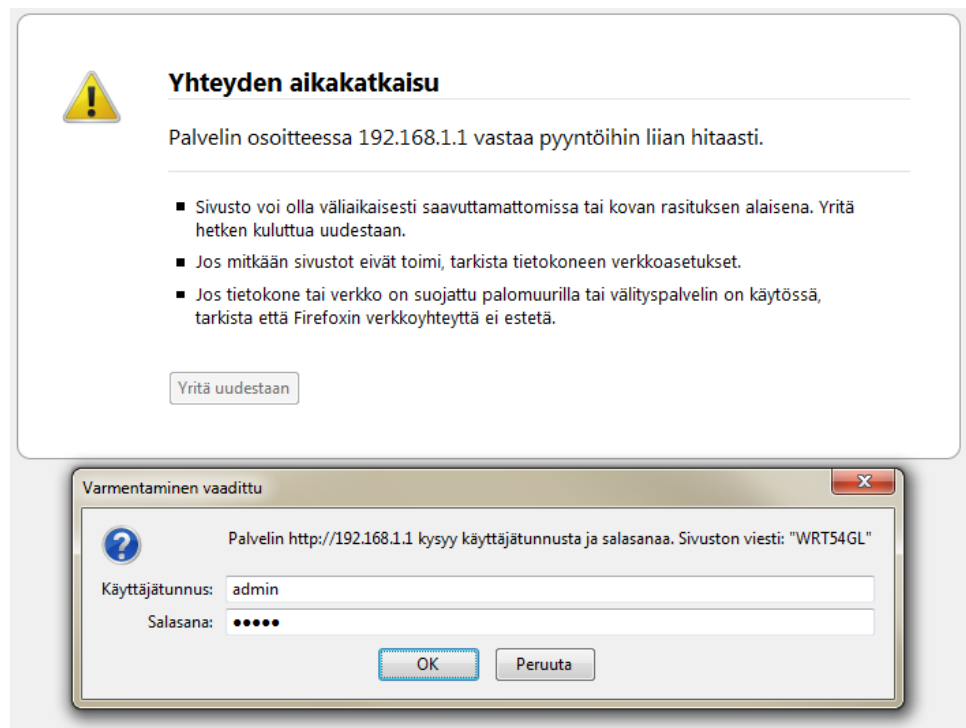
Kuva 38. Firmware-päivitys on kesken.

Kuvan 38 mukaisessa ikkunassa siirtyy koneelta firmware-tiedosto reitittimelle.



Kuva 39. Valmista

Kuvan 39 mukainen ikkuna tulee esiin, kun päivitys on onnistunut. Tämän jälkeen odotaan 2 minuuttia, että reititin ehtii uudelleenkäynnistyä.



Kuva 40. Uusintayritys sisään kirjautumisessa

Kun kuvan 40 painiketta "continue" painaa, reititin käynnistyy uudelleen, ja 2 minuutin jälkeen on aika kirjautua sisään päivitetyn firmwaren kanssa. Tunnus on "root" ja salasana on "admin" DD-wrt:n tapauksessa. Onnistuneen sisään kirjautumisen jälkeen avautuu kuvan 41 mukainen näkymä, joka näyttää, että päivitys on onnistunut.

The screenshot shows the DD-WRT control panel interface. At the top, there's a navigation menu with tabs: Setup, Wireless, Services, Security, Access Restrictions, NAT / QoS, Administration, and Status. The main content area is titled "System Information" and is divided into several sections:

- Router:**
 - Router Name: WRT54GL
 - Router Model: Linksys WRT54G/GL/GS
 - LAN MAC: 00:18:39:C6:6A:8E
 - WAN MAC: 00:18:39:C6:6A:8F
 - Wireless MAC: 00:18:39:C6:6A:90
 - WAN IP: 0.0.0.0
 - LAN IP: 192.168.1.1
- Services:**
 - DHCP Server: Enabled
 - WRT-radauth: Disabled
 - Sputnik Agent: Disabled
- Memory:**
 - Total Available: 12.7 MB / 16.0 MB
 - Free: 3.8 MB / 12.7 MB
 - Used: 8.9 MB / 12.7 MB
 - Buffers: 1.3 MB / 8.9 MB
 - Cached: 3.7 MB / 8.9 MB
 - Active: 2.9 MB / 8.9 MB
 - Inactive: 2.1 MB / 8.9 MB
- Space Usage:**
 - JFFS2: (Not mounted)
- Wireless:**
 - Radio: Error
 - Mode: AP
 - Network: Mixed
 - SSID: linksys
 - Channel: 11
 - TX Power: 71 mW
 - Rate: 54 Mbps
- Wireless Packet Info:**
 - Received (RX): 0 OK, no error
 - Transmitted (TX): 482 OK, no error
- Wireless Clients:**
 - Table with columns: MAC Address, Interface, Uptime, TX Rate, RX Rate, Signal, Noise, SNR, Signal Quality. Current status: - None -
- DHCP Clients:**
 - Table with columns: Host Name, IP Address, MAC Address, Client Lease Time. Current status: - None -

At the bottom of the page, there's a "Auto-Refresh is On" button, a "DD-WRT PayPal Donate" button, and a "DONATE WITH moneybookers" button. A note says: "You may also donate through the Moneybookers account mb@dd-wrt.com".

Kuva 41. Aloitusruutu DD-wrt-firmwaressa.

Kuvan 41 mukaisen sivun ilmaantuminen tarkoittaa, että firmware-päivitys on suoritettu onnistuneesti. Samalla sivulla näkyy myös laitteen MAC-osoitteet eri verkkoyhteyksille, DHCP-palvelimeen kytkeytyneet laitteet IP- ja MAC-osoitteineen, sivun muina tietoina näkyy laitteen muistin tila, langattoman

verkon tekniset arvot ja mahdollinen WAN-osoite. Tämän sivun saa piilotettua asetuksista salasanan taakse, jottei ulkopuoliset pääsevät näkemään tietoja.

6.2.3 Asetukset Isäntä-laitteen toimintaa varten

Nämä asetukset on käyty kappaleessa 6.1.3, mutta kertauksen vuoksi laitan ne tähän uudestaan. Isäntä-laitteen toimintaan saamiseksi tarvitaan seuraavat asetukset kuntoon ja laitetaan seuraaviin paikkoihin:

dd-wrt.com ... control panel

Firmware: DD-WRT v24-sp2 (10/10/09) mini
Time: 00:03:15 up 3 min, load average: 0.11, 0.13, 0.05
WAN IP: 0.0.0.0

Setup | Wireless | Services | Security | Access Restrictions | NAT / QoS | Administration | Status

Basic Setup | DDNS | MAC Address Clone | Advanced Routing | VLANs | Networking | EoIP Tunnel

WAN Setup

WAN Connection Type

Connection Type: Automatic Configuration - DHCP

STP: Enable Disable

Optional Settings

Router Name: WRT54GL

Host Name:

Domain Name:

MTU: Auto

Network Setup

Router IP

Local IP Address: 192 . 168 . 1 . 1

Subnet Mask: 255 . 255 . 255 . 0

Gateway: 0 . 0 . 0 . 0

Local DNS: 0 . 0 . 0 . 0

Network Address Server Settings (DHCP)

DHCP Type: DHCP Server

DHCP Server: Enable Disable

Start IP Address: 192.168.1.100

Maximum DHCP Users: 50

Client Lease Time: 0 minutes

Static DNS 1: 0 . 0 . 0 . 0

Static DNS 2: 0 . 0 . 0 . 0

Static DNS 3: 0 . 0 . 0 . 0

WINS: 0 . 0 . 0 . 0

Use DNSMasq for DHCP:

Use DNSMasq for DNS:

DHCP-Authoritative:

Time Settings

NTP Client: Enable Disable

Time Zone: UTC+02:00

Summer Time (DST): none

Server IP/Name: time.windows.com

Help more...

Automatic Configuration - DHCP:
This setting is most commonly used by Cable operators.

Host Name:
Enter the host name provided by your ISP.

Domain Name:
Enter the domain name provided by your ISP.

Local IP Address:
This is the address of the router.

Subnet Mask:
This is the subnet mask of the router.

DHCP Server:
Allows the router to manage your IP addresses.

Start IP Address:
The address you would like to start with.

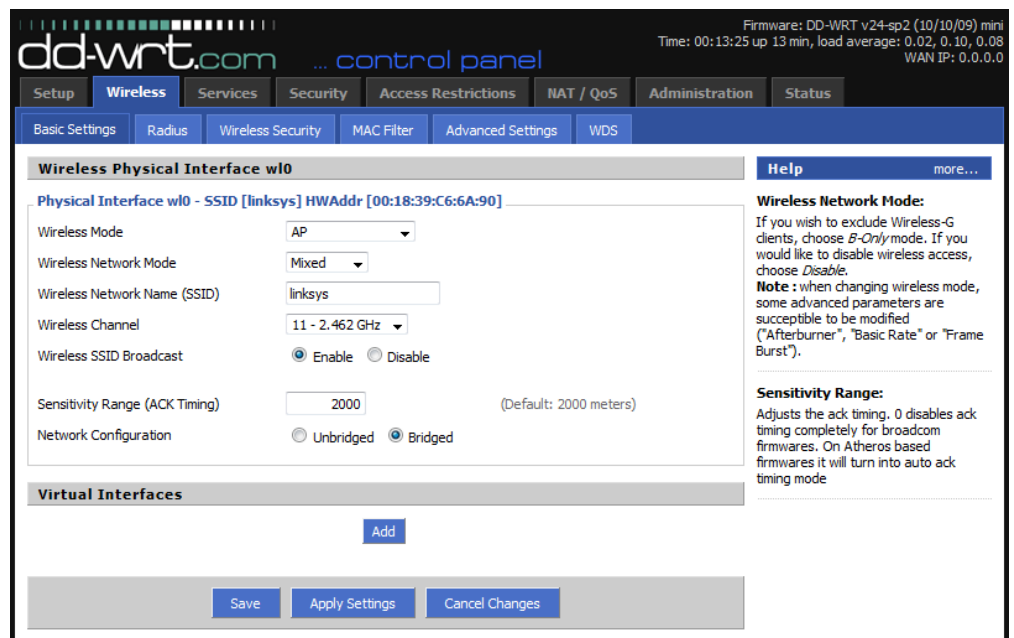
Maximum DHCP Users:
You may limit the number of addresses your router hands out. 0 means only predefined static leases will be handed out.

Time Settings:
Choose the time zone you are in and Summer Time (DST) period. The router can use local time or UTC time.

Save Apply Settings Cancel Changes

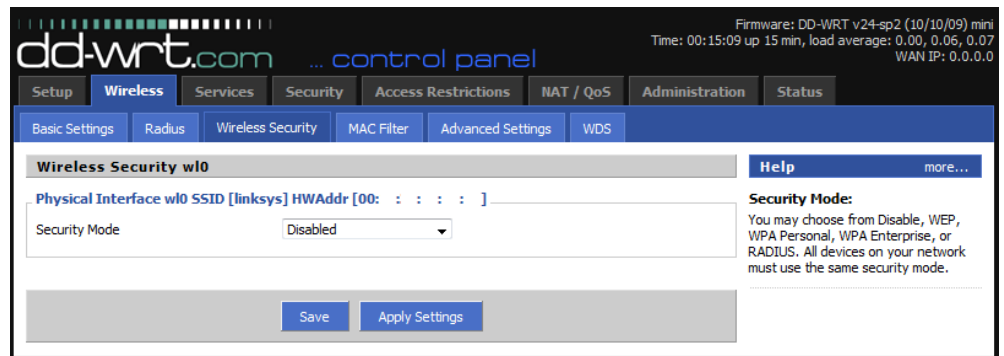
Kuva 42. Setup-valikko, Basic-setup alivalikko.

Laitteen hallinta-, ja IP-osoite säilyvät muuttumattomana (omassa tapauksessa 192.168.1.1), koska tämä laite hoitaa dhcp-palvelimen toiminnut omassa verkossaan että sillatussa verkossa. Laitteen aliverkko säilyy muuttumattomana (omassa tapauksessa 255.255.255.0), mutta samalla pitää huomioida kuinka monta laitetta molempiin reitittimiin kytketään. Kuvassa 42 nämä asetukset ovat kohdassa "Network Setup" niihin ei tarvinne puuttua, ellei oma verkko rakennu eri ip-osoitealueisiin. DHCP-asetukseen tarvitsee vain koskea, jos aikoo rakentaa verkon mahdollisimman monelle koneelle ja ensiasetuksen 50 samanaikaista konetta ei riitä. Staattisen DNS-palvelinten lisääminen on tarpeellista vain, jos ei niitä haeta WAN-yhteyden kautta (Staattiset DNS-palvelimet laitetaan aina ensiksi laitteen kenttiin, ja sitten vasta tulevat mahdolliset WAN-portin kautta haettut).



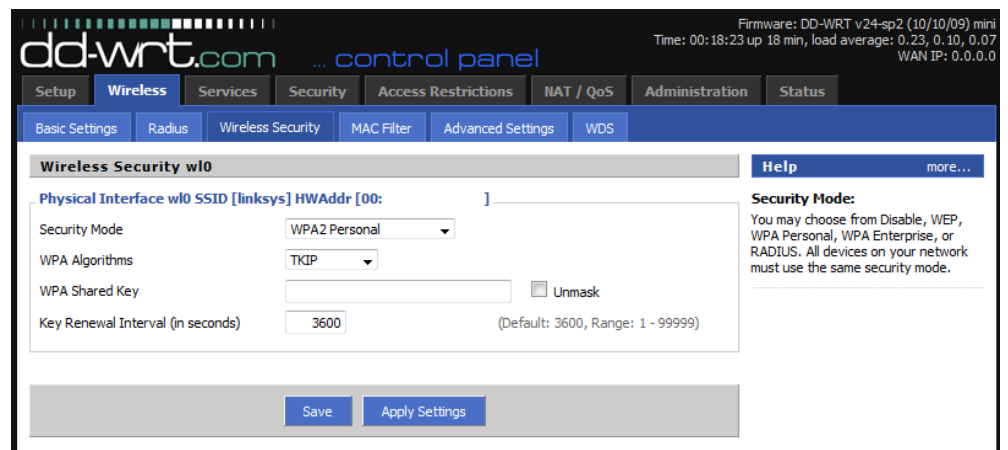
Kuva 43. Wireless-valikko, Basic-setup alivalikko.

Kuvan 43 valintamahdollisuutena on laitteen langattoman lähiverkon asetukset firmwaren vaihtamisen jälkeen. SSID-tunnus valitaan oman verkon mukaisesti, ja kirjataan talteen orja-laitteelle samaksi. Tässä sivussa alempana näkyvä "bridged"-valinta on siltaus langallisen ja langattoman verkon välille, joten siihen ei tarvitse koskea.



Kuva 44. Wireless-valikko, Wireless Security -alivalikko.

Kuvan 44 mukaisesti wlan-yhteydellä ei ole suojausta päällä, mutta tähän tehtävään otetaan WPA2 personal käyttöön valikosta hiirellä valitsemalla.

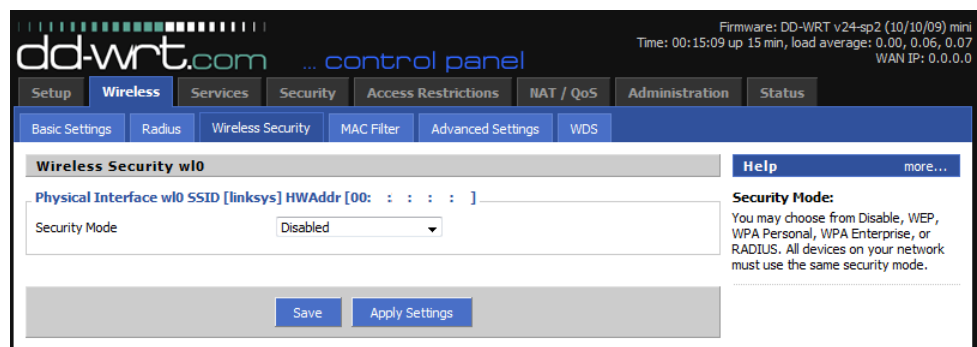


Kuva 45. Wireless-valikko, Wireless Security alivalikko 2.

Kuvan 45 mukaisesti valitaan WPA2 personal AES –algoritmilla parhaimman mahdollisen suojauksen saamiseksi, ja salasana kirjataan talteen orjalaitteen asetuksia varten. Lisäksi mahdollista MAC-osoitteen tarkistustoimenpiteitä varten kirjataan kaikkien laiteiden MAC-osoitteet talteen, jottei luvattomat tietokoneen pääse kirjautumaan verkkoon (MAC-osoite ei riitä pelkääntään varmistamaan verkon turvallisuutta, ja voi pahimmassa tapauksessa hidastaa verkon nopeutta). Tämä valikko löytyy Wireless-valikosta ”Mac filter” –alivalikosta.

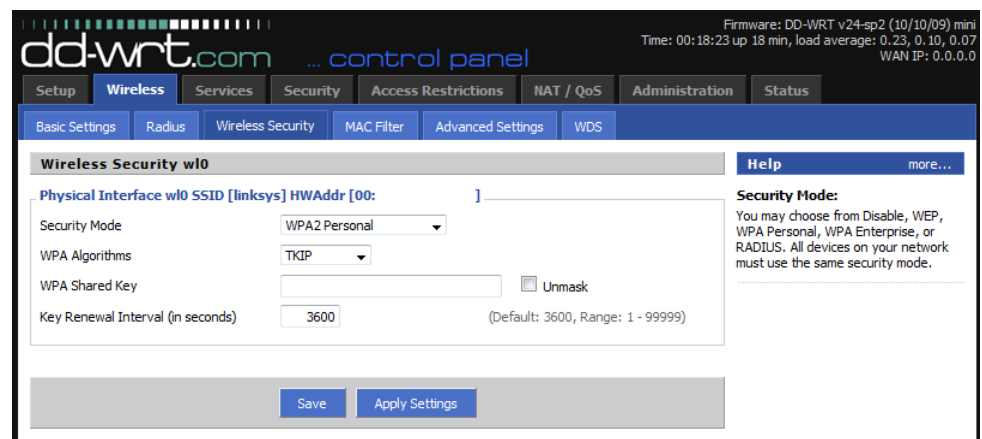
6.2.4 Asetukset Orja-laitteen toimintaa varten

Tämän laitteen asetukset luodaan käyttäen Client Bridged – DD-WRT Wiki – sivun [12] ohjeiden mukaan ovat seuraavanlaiset: Aluksi suoritetaan laitteelle kokonaisvaltainen resetointi ja sitten asennetaan jo annettujen ohjeiden mukaan DD-WRT –firmware. Heti kun reititin on käynnistynyt, kirjaudutaan sisään oletustunnuksella ”admin” ja oletussalasanalla ”admin” sisään ja sitten vaihdetaan ne vastaamaan verkon suojauksen tasoa. Sitten mennään Kuvan 45 osoittamaan langattomien verkkojen wireless security-sivulle (tänne siksi ettei verkon säädöt anna virheilmoitusta).



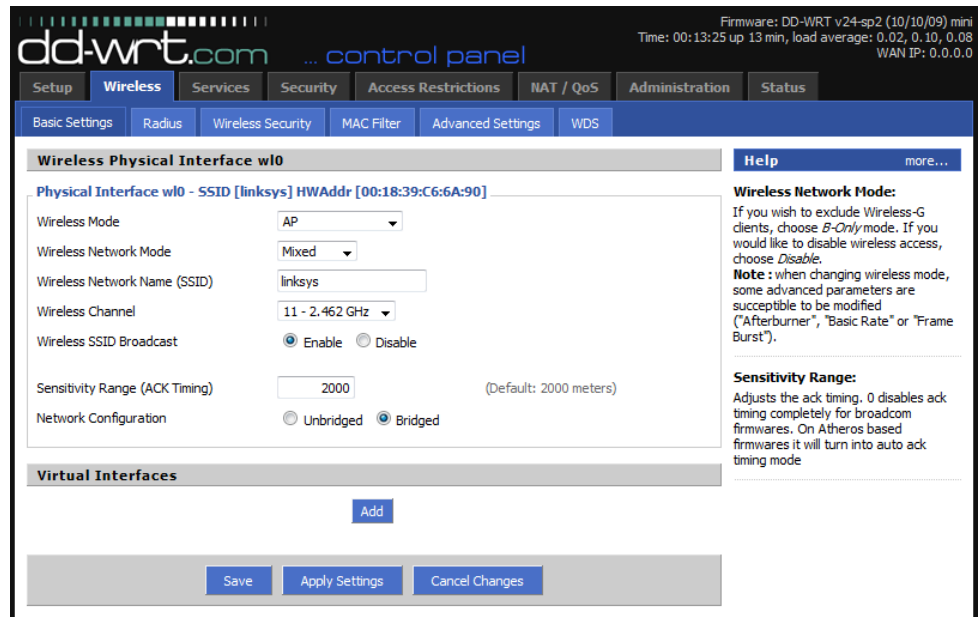
Kuva 46. Wireless-valikko, Wireless security alivalikko.

Kuva 46:n mukaisessa valikossa valitaan WPA 2 personal niin kuin isäntä-reitittimeen on laitettu.



Kuva 47. Wireless-valikko, Wireless security alivalikko.

Tässä valikossa laitetaan langattoman verkon salasana isäntä-reitittimen verkon salasana. Samalla huomataan, että salasana on merkki riippuvainen! tämän jälkeen painetaan save ja tallentaa asetukset.



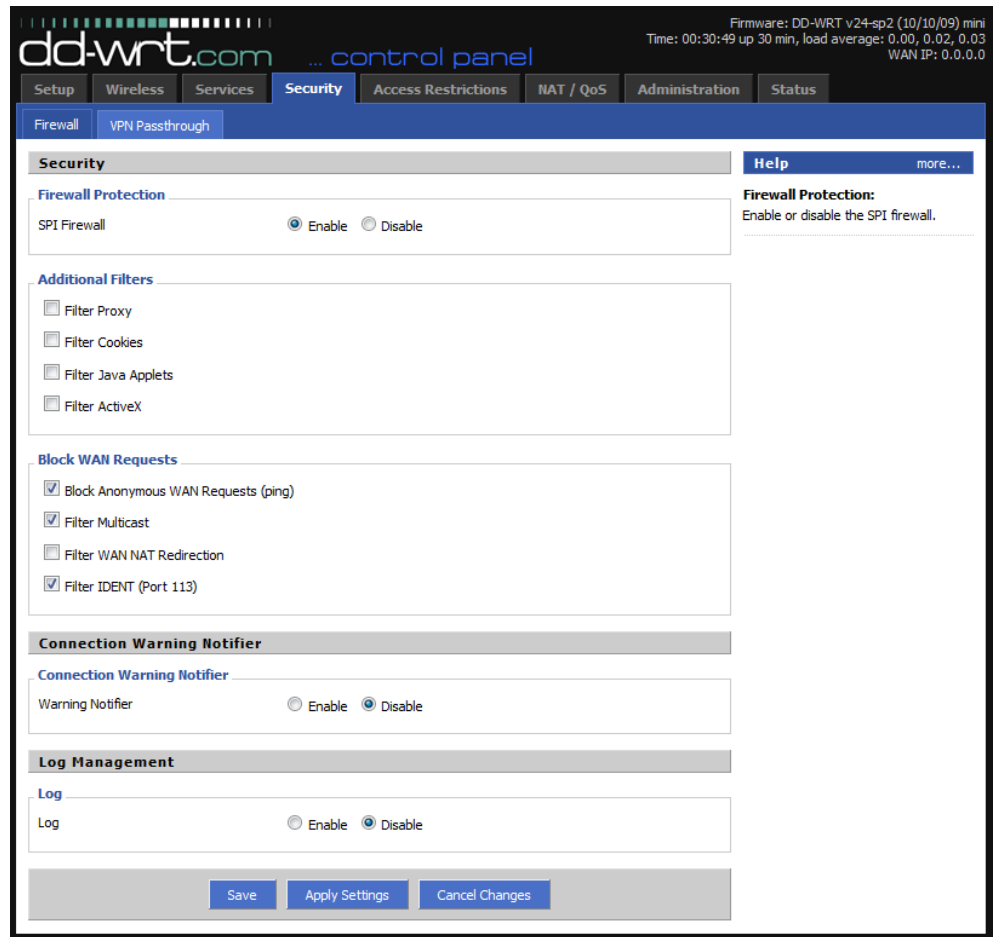
Kuva 48. Wireless-valikko, basic setup -alivalikko.

Kuvassa 48 on palattu perusasetusten sivulle ja tänne laitetaan Isäntä-reitittimen langattoman verkon SSID (huomaa että kyseinen verkkonimi on merkiriippuvainen!) ja "Wireless Mode" -asetuksesta laitetaan päälle "client bridge" -asetus päälle. Tarkistetaan, että asetukset vastaavat isäntä-reitittimen asetuksia (paitsi "wireless Mode"). Painetaan save ja tallennetaan asetukset reitittimelle. Tämän jälkeen painetaan apply, kun laitetaan asetukset toimintaan. Tarkistetaan vielä kerran langattoman verkon SSID, salasana, suojaustaso ja että laite on "client bridge"-moodissa.

The screenshot shows the dd-wrt.com control panel interface. At the top, there are navigation tabs for Setup, Wireless, Services, Security, Access Restrictions, NAT / QoS, Administration, and Status. Below these are sub-tabs for Basic Setup, DDNS, MAC Address Clone, Advanced Routing, VLANs, Networking, and EoIP Tunnel. The main content area is divided into three sections: WAN Setup, Network Setup, and Network Address Server Settings (DHCP). The WAN Setup section includes WAN Connection Type (Automatic Configuration - DHCP) and STP (Disable). The Network Setup section includes Router IP (Local IP Address: 192.168.1.1, Subnet Mask: 255.255.255.0, Gateway: 0.0.0.0, Local DNS: 0.0.0.0). The DHCP section includes DHCP Type (DHCP Server), DHCP Server (Enable), Start IP Address (192.168.1.100), Maximum DHCP Users (50), Client Lease Time (0 minutes), Static DNS 1, 2, and 3 (all 0.0.0.0), WINS (all 0.0.0.0), and checkboxes for Use DNSMasq for DHCP, DNS, and DHCP-Authoritative. The Time Settings section includes NTP Client (Enable), Time Zone (UTC+02:00), Summer Time (DST) (none), and Server IP/Name (time.windows.com). A Help sidebar on the right provides detailed explanations for various settings like Automatic Configuration - DHCP, Host Name, Domain Name, Local IP Address, Subnet Mask, DHCP Server, Start IP Address, Maximum DHCP Users, and Time Settings. At the bottom, there are buttons for Save, Apply Settings, and Cancel Changes.

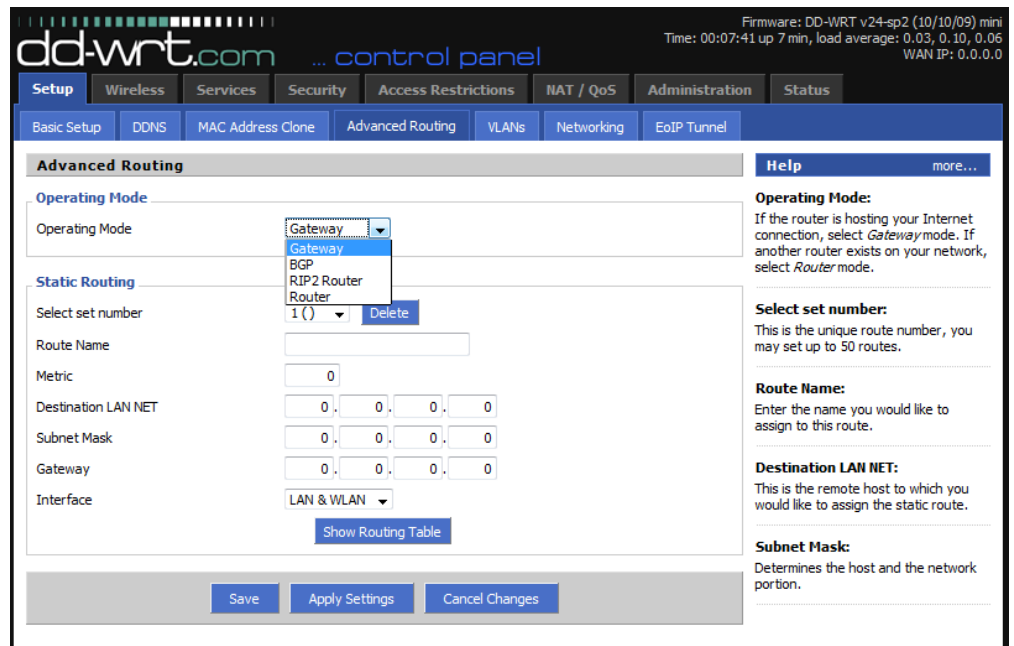
Kuva 49. Setup-valikko, basic setup alivalikko.

Kuva 49:n mukaisesti mennään Setup-valikkoon ja vaihdetaan reitittimen hallinta-ip-osoite toiseksi kuin oletuksena oleva 192.168.1.1 (esimerkki tapauksessa 192.168.1.2). Samalla laitetaan subnet samaksi kuin isäntäreitittimellä (eli 255.255.255.0). Toisin kuin isäntä-laitteella laitetaan Gateway-kohtaan isäntälaitteen osoite eli 192.168.1.1. Painetaan apply hyväksyäkseni muutokset, ja mennään nettiselaimella asettamaan reitittimen ip-osoitteeseen (tässä tapauksessa 192.168.1.2) ja kirjaudutaan sisään.



Kuva 50. Security-valikko, Firewall alivalikko.

Seuraavaksi valitaan Security-välilehti kuvan 50 mukainen, ja siellä "Wan block Requests" -kohdassa valitaan "filter multicast" ja muut täpät otetaan pois. Tämän jälkeen painetaan save asetusten tallentamiseksi ja annetaan sivun latautua uudelleen. Seuraavaksi samalla sivulla poistetaan SPI firewall pois käytöstä ja painetaan apply, jotta asetukset tulevat voimaan.



Kuva 51. Setup-valikko, Advanced routing alivalikko.

Seuraavaksi mennään Setup-välilehdelle ja siellä sitten Advanced routing –alalehdelle, ja täällä vaihdetaan ylimmän kohdan valikosta ”gateway” ja vaihdetaan se ”router” –asetukselle. Tämän jälkeen painetaan apply asetuksen päällelaittamiseksi. Viimeisenä laitetaan oma kone takaisin hakemaan dhcp:ltä ip-osoite ja asetukset ovat valmiita.

7 WLAN-YHTEYDEN TOIMINNALLISUUDEN TESTIT JA TULOKSET

7.1 Wlan-yhteyden toiminnallisuuden kokeilut etäisyydellä 1m.

Tällä kohdalla testataan yhteyden olevan toiminnassa ennen oikeiden testi- en suorittamista.

7.1.1 Wlan-yhteyden testaus

Kappaleen 6.1.5 korjauksen jälkeen wlan-yhteyden testasin ottamalla yhteyden reitittimen etähallintaan wlan-verkon ylitse ja suoritin muutama testi-siirron yhteyden toiminnan varmistamiseksi. Yhtenä testinä kokeilin, kuinka pitkälle wlan-verkko ylettää keittiön ikkunasta parkkipaikan suuntaan, kun matkaa on noin 50 metriä puuston lävitse.

7.1.2 Wlan-yhteyden testaus tulokset, "dd-wrt"-testiverkko

Kaikki tämän alakappaleen matkat ovat suuntaa-antavia ja tulokset ovat myös suuntaa-antavia. Samaan aikaan Inssider-verkkoanalyysiohjelma tallensi logi-tiedostoihin naapurien wlan-verkkoja, mutta niitä ei käsitellä tässä enempää. Verkon kokeiluluoteesta johtuen kaikki tiedonsiirtotestit jätettiin suorittamatta. Wrt54GL-EU-wlan-purkki laitettiin olohuoneen keskellä olevan pöydän päällä olevan jakkaran päälle, huoneen dimensiot 8x5 m, ulkoseinät puu+tiiliverhous, rivitalon kolmas asunto. Ensiksi testattiin Nokia 5800XpressMusic -puhelimien wlan-signaalitasojen perusteella, että ilman Windsurfer-antennisuuntaajia wlan-signaali loppui arviolta 10 m päästä etuovesta (10 m + 6 m olohuoneesta etuovelle).

Kun Windsurfer-antennisuuntaajat laitettiin samaan laitteeseen (ja suunnattiin oletettuun kulkusuuntaan), kasvoi Nokia 5800 XpressMusic wlan-signaalitason perusteella signaali vasta noin 25 m päässä etuovesta. Seuraavana laitettiin Inssider-ohjelmalla + Hp pavilion dv6827eo kannettavalla tietokoneella tallentamaan wlan-signaalitasoja logitiedostoon "ei apua_keskella_olohuone.gpx" (liitteenä mukana tulevalla cd:llä) ilman Windsurfer-antennisuuntaajia. Samalla katsottiin myös Windowsin omaa wlan-verkkojen tasoja. Tuloksista hämmästytti ensimmäisenä se, että kyseinen wlan-verkko säilyi Windowsin näkemänä, jos oli ns. suora näköyhteys ikkunasta sisään olohuoneeseen 10 m korkeammalta ja 50 m päässä olevalta postilaatikkoriviltä, tosin verkon taso heilui 1 ja 2 palkin välillä, viiden ollessa maksimi.

Inssider-ohjelman wlan-tasojen heikkeneminen alkoi heti asunnosta ulos astuessa. Asunnon sisällä mitattiin noin -50 dB, mutta ulkopuolella teho tippui jo -83 dB:iin ja siirryttäessä hieman sivulle wlan tippui -91 dB:iin mutta nousi takaisin -85 dB:iin, kun oli saavutettu ennalta määritelty postilaatikkorivi. Seuraavaksi palattiin takaisin asunnolle ja laitettiin Windsurfer-antennisuuntaimet reitittimen wlan-antenneihin ja tallennettiin Inssiderin logitiedostoon "apu_keskella_olohuone.gpx" (myös liitteenä tulevalla cd:llä). Windowsin omalla wlan-verkkojen tasomittarilla saavutettiin Windsurfer-antennisuuntaimilla 3-palkkia paljon pidemmälle ulkona, ja verkko katosi vasta, kun siirryttiin ennalta määritetyn postilaatikkorivin vieressä sijainneen autotien toiselle puolelle. Arviolta noin 5 metrin kasvu ilman Windsurfer-antennisuuntaimia. Windowsin wlan-verkon taso heilui ulkona 3 ja 1 välillä,

viiden ollessa maksimi. Inssider-mittausohjelmalla saavutettiin melkein samat dB-lukemat, paitsi että postilaatikkorivin kohdalla oli vain -87 dB:n lukemia ja tie toisella puolella -91 dB.

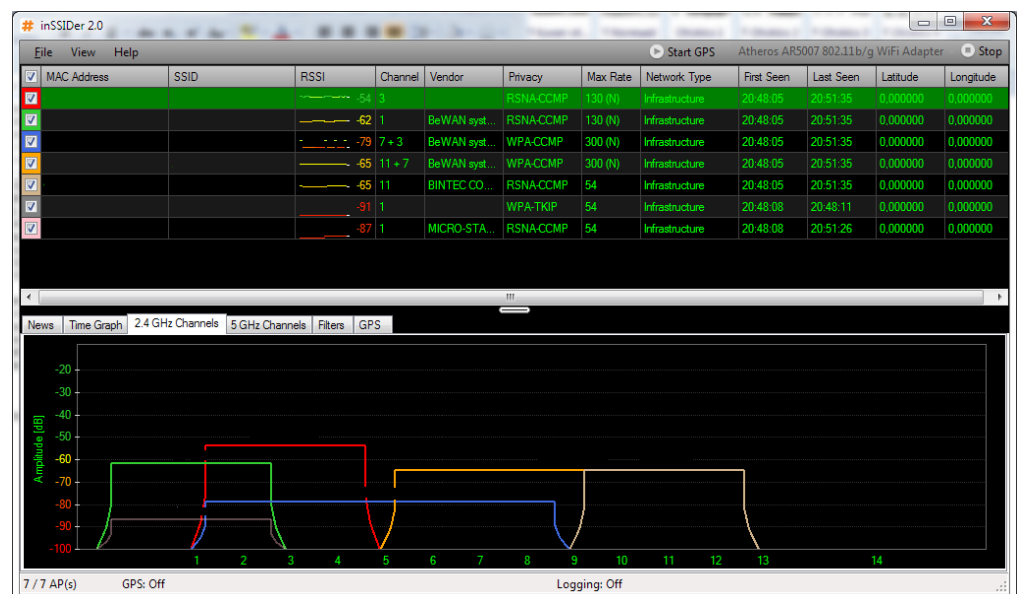
7.2 Wlan-yhteystestit esittely ja mittauksen tulokset eri etäisyyksillä.

7.2.1 Miten mittaukset tehtiin

Mittaukset tehdään kolmella tapaa käyttäen Inssider-ohjelmaa ja sen ilmoittaman wlan-signaalin tason dB sekä yhteysnopeuden kirjoittamista logeihin, iperf-ohjelmaa sekä 4 erikokoisen tiedoston siirtoa valituilla matkoilla. Nopeusmittaukset suoritetaan 3 kertaa, ja 3 mittauksen keskiarvosta tulee aina yhden tiedostokoon mittaustulos.

7.2.2 Inssider

inssider on Metageek.net -sivustolta saatava wlan-analysointityökalu, jonka ilmaisversio näyttää ympärillä olevien wlan-tukiasemien tietoja, joita ovat MAC-osoite, SSID, wlan-kanava, valittu suojaus, nopeusluokka, sekä signaalin vahvuus. Kuvassa 52 on Inssider-ohjelma käynnistettynä ja tietoturvasuuden takia yksityiset tiedot poistettuna. Kuvassa ylhäällä näkyvät eriteltyinä jokaisen wlan-tukiaseman tiedot, ja alhaalla taas näkyy 2,4GHz taajuusalueen alana eri tukiasemien käyttämät wlan-taajuuskanavat. Tämä ikkuna tulee ruuhkaiseksi, mitä enemmän tukiasemia Inssider löytää, mutta se ei myöskään poista jo löydettyä tukiasemia tehdäkseen tilaa uusille.



Kuva 52. Inssider-perusnäkyä.

Inssider osaa myös tallentaa gps-paikantimen tiedot, jos semmoinen on liitetty tietokoneeseen, jotta myöhemmin voi katsoa karttaohjelmalla, missä kohtaa mikäkin tukiasema löydettiin. Tätä ominaisuutta tarvitaan ulkona kuuluvien tukiasemien kuuluvuusalueiden mittaamisessa, joten sisätiloissa tapahtuvaan mittaukseen tätä toimintoa ei tarvita. Inssider-ohjelmalle on saatavilla noin 70 usd:n arvoinen wlan-mittaustyökalu, joka on riittävän tarkka ammattimaiseen wlan-signaalin analyysiin (esim tällä laitteella ja ohjelmalla pystyy erottamaan mikroaaltouunin aiheuttaman häiriön wlan-signaalista). Itse testaamisessa käytän tämän ohjelman RSSI-toiminnallisuutta (eli signaalin tehon kaaviota) mittaustuloksissa.

7.2.3 Iperf

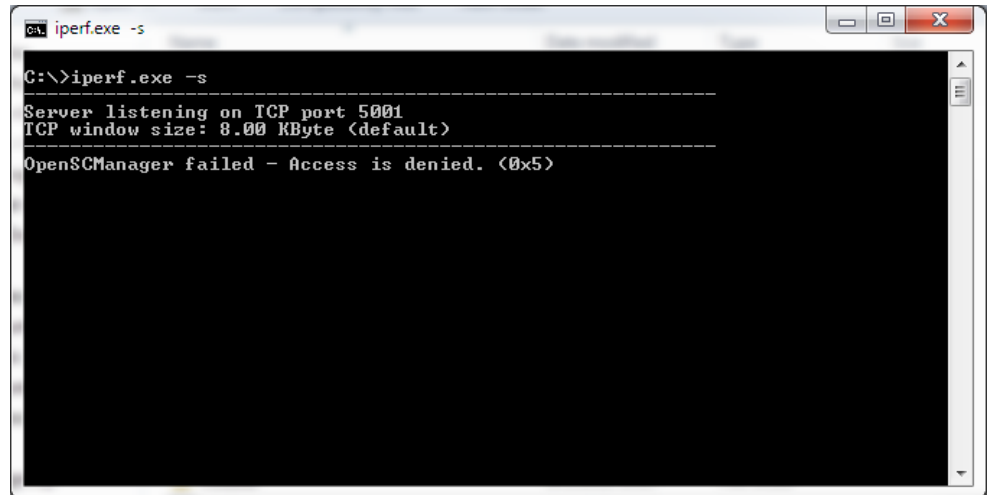
iperfin Windows-versio on dos-pohjainen ohjelma, joka on luotu verkkoyhteyden nopeuden mittaamiseen. Ohjelmasta löytyy java-pohjainen hiirellä käytettävä ohjelma, mutta pikaisen kokeilun jälkeen dos-pohjainen käyttöliittymä on huomattavasti parempi. Ohjelmasta löytyy Linux- ja Mac-versiot, mutta en käy niiden versioita läpi, sillä toiminnallisuus on sama kuin Windows-versiossa. Windows-version ohjelma toimii komentokehötteen kautta ja vaatii erilaisia parametreja toimiakseen. Iperf vaatii aina kaksi tietokonetta testaukseen, toinen koneista toimii serverinä ja toinen koneista toimii clientinä, joka hoitaa varsinaisen testauksen.

Käytän Windows 7-käyttöjärjestelmää, joten komennot, jotka nyt laitan, eivät välttämättä ole samoja eri Windows-versioissa. Ensiksi mennään iperfin kansioon, ja sieltä valitaan kansio bin, josta löytyy dos-ohjelma. Tässä kansiossa ollessa painetaan näppäimistöä ctrl- ja shift-painikkeet alas ja oikealla hiiripainikkeella valitaan aukeavasta valikosta "avaa komentokehote tähän" (open command window here). Muussa tapauksessa avataan komentokehoite normaalisti käynnistä-valikosta ja sitten etsitään kyseinen kansio. Komentokehoite avautuu suoraan oikeaan kansioon voi ohjelman suorittaminen alkaa.

c:>Iperf -s

Kaava 5. Iperf-ohjelman serverin käsky

Tämän kaavan 5 (radikaalisti lyhennetty esimerkkiä varten) komento `iperf -s` aloittaa iperf-ohjelman suorittamisne serverinä TCP-pakettien mittausta varten. Kuva 52 näyttää, miltä serveri ollessaan käynnissä näyttää.



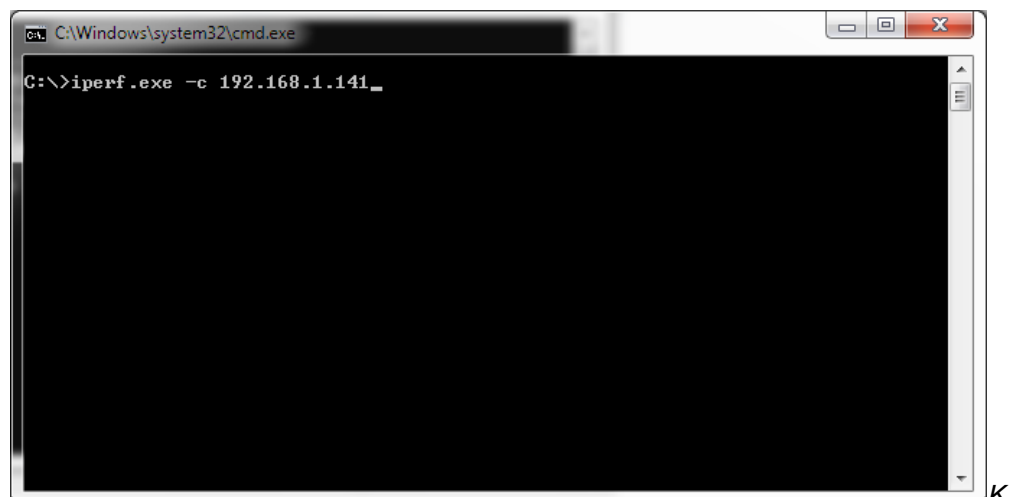
```
C:\>iperf.exe -s
-----
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 8.00 KByte (default)
-----
OpenSCManager failed - Access is denied. (0x5)
```

Kuva 53. Iperf-serveri käynnissä.

Seuraavaksi avataan client-koneella iperf-kansioon ja avataan komentokohde ja seuraavalla kaavalla 6, ja kuvassa 54, kirjoitetaan koneelle ja suoritetaan se. (Kyseinen ip-osoite on minun testikäytössä olleen tietokoneen ip-osoite, joten vaihda kyseinen osoite omaa vastaavaksi).

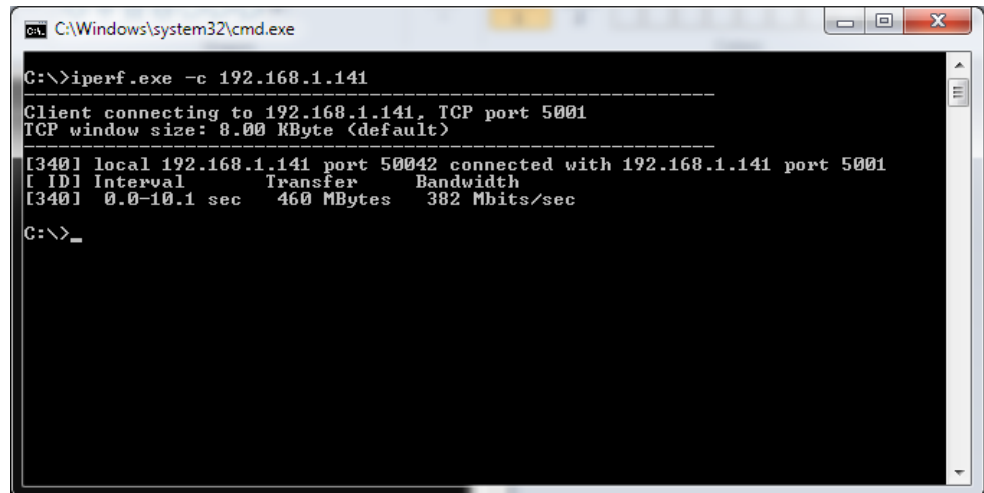
```
c:>iperf -c 192.168.1.141
```

Kaava 6. Iperf-ohjelman clientin käsky jossa ip-osoite on serverin.



```
C:\>iperf.exe -c 192.168.1.141_
```

Kuva 54. Iperf-client käynnitys.

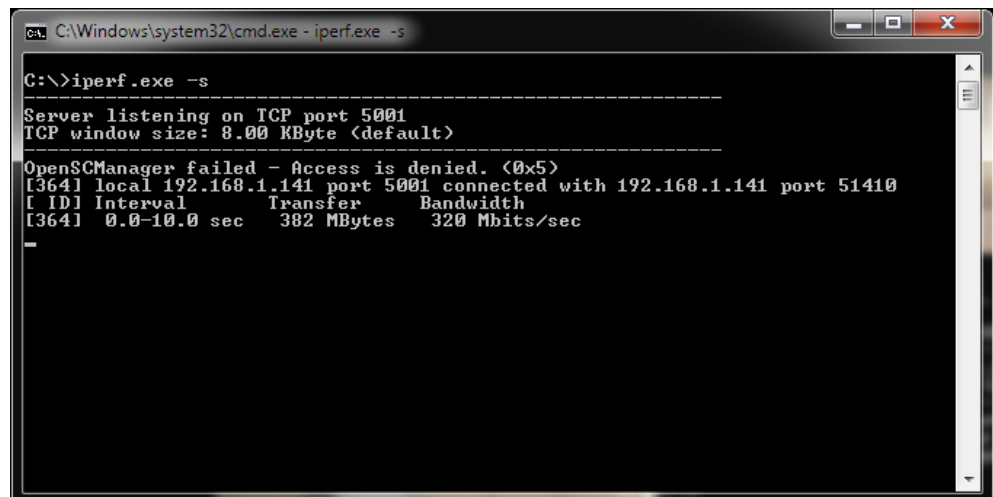


```

C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\>iperf.exe -c 192.168.1.141
-----
Client connecting to 192.168.1.141, TCP port 5001
TCP window size: 8.00 KByte (default)
-----
[340] local 192.168.1.141 port 50042 connected with 192.168.1.141 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[340] 0.0-10.1 sec  460 MBytes  382 Mbits/sec
C:\>_

```

Kuva 55. Iperf-client käynnissä.



```

C:\Windows\system32\cmd.exe - iperf.exe -s
C:\>iperf.exe -s
-----
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 8.00 KByte (default)
-----
OpenSCManager failed - Access is denied. (0x5)
[364] local 192.168.1.141 port 5001 connected with 192.168.1.141 port 51410
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[364] 0.0-10.0 sec  382 MBytes  320 Mbits/sec
-

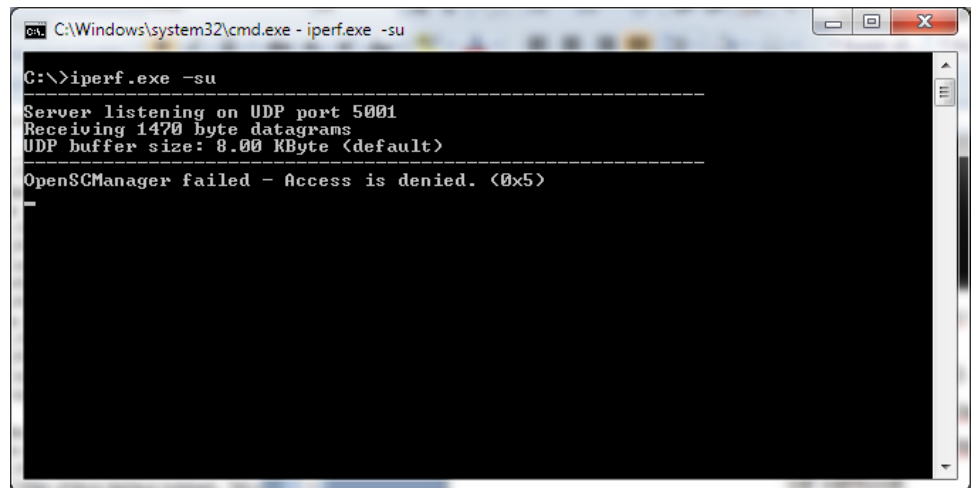
```

Kuva 56. Iperf-server tulos

Tässä kuvassa 55 on client suorittanut itsensä ja ilmaisee saavutetun nopeuden 302 Mbits/sec (serveri ja client samassa koneessa). Tämä pikainen testi oli siis TCP-yhteyksiä varten, ja UDP-yhteyksiä varten komennot ja kuvat vaihtuvat. Kuvassa 56 näkyy serverin tulos samasta testistä. Kaava 7 ja kuva 57 näyttävät, miten UDP-testiserveri käynnitetään.

c:>|perf -su

Kaava 7. Iperf-ohjelman serverin UDP-käsky.



```

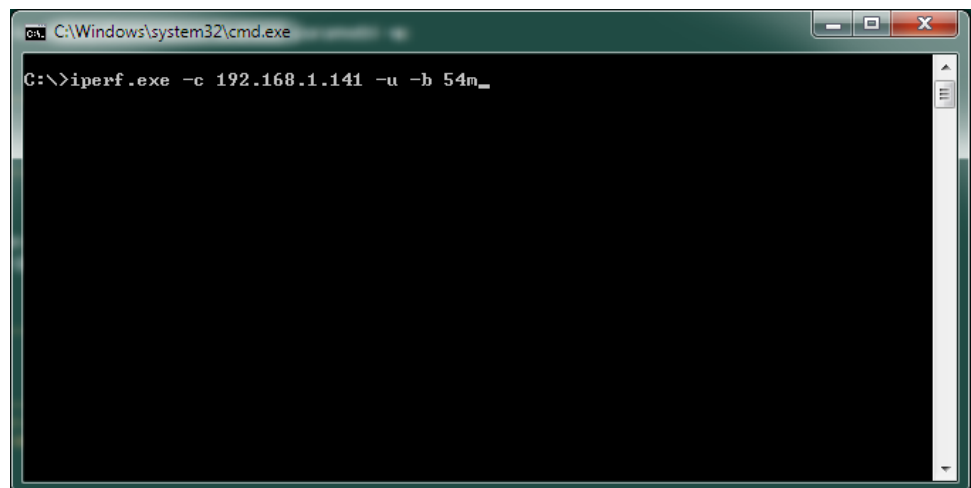
C:\Windows\system32\cmd.exe - iperf.exe -su
C:\>iperf.exe -su
-----
Server listening on UDP port 5001
Receiving 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 8.00 KByte (default)
-----
OpenSCManager failed - Access is denied. (0x5)
-

```

Kuva 57. Iperf-serveri UDP käynnissä.

c:>|perf -c 192.168.1.141 -u -b 54m

Kaava 8. Iperf-ohjelman clientin UDP-käsky.



```

C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\>iperf.exe -c 192.168.1.141 -u -b 54m_

```

Kuva 58. Iperf-clienti käynnistys.

Kaava 8 näyttää syntaksin, jolla udp-testi käynnistetään clientillä. Kuvissa 58 ja 59 näkyy testin tulos client-koneen komentokehoitteesta, kun taas kuvassa 60 näkyy serverin tulos.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\>iperf.exe -c 192.168.1.141 -u -b 54m
-----
Client connecting to 192.168.1.141, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 8.00 KByte (default)
-----
[352] local 192.168.1.141 port 55728 connected with 192.168.1.141 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[352]  0.0-10.0 sec  51.9 MBytes  43.5 Mbits/sec
[352] Server Report:
[352]  0.0-10.0 sec  29.6 MBytes  24.8 Mbits/sec  8.734 ms 15891/37019 (43%)
[352] Sent 37019 datagrams
C:\>

```

Kuva 59. Iperf-clienti UDP tulokset.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\>iperf.exe -s
-----
Server listening on UDP port 5001
Receiving 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 8.00 KByte (default)
-----
OpenSCManager failed - Access is denied. (0x5)
[324] local 192.168.1.141 port 5001 connected with 192.168.1.141 port 55728
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth      Jitter    Lost/Total Datagrams
[324]  0.0-10.0 sec  29.6 MBytes  24.8 Mbits/sec  8.734 ms 15891/37019 (43%)
recvfrom failed: Interrupted function call.
C:\>

```

Kuva 60. Iperf-server UDP tulokset.

Sain tämän ohjeen tekemiseen hyvät neuvot nopeustesti.fi:n nettisivun iperf-osiosta [13], ja ne tarjosivat pikaiset ohjeet perusteisiin.

7.2.4 Testitiedostot

Tiedostot joita käytetään ovat seuraavat:

- 10 Mnull, testitiedosto 10 Mt kokoinen, ladattu <ftp.funet.fi/dev/> -osoitteesta.
- 100 MNull, testitiedosto 100 Mt kokoinen, ladattu <ftp.funet.fi/dev/> -osoitteesta.
- 1 GNull, testitiedosto 1 Gt kokoinen, ladattu <ftp.funet.fi/dev/> -osoitteesta.

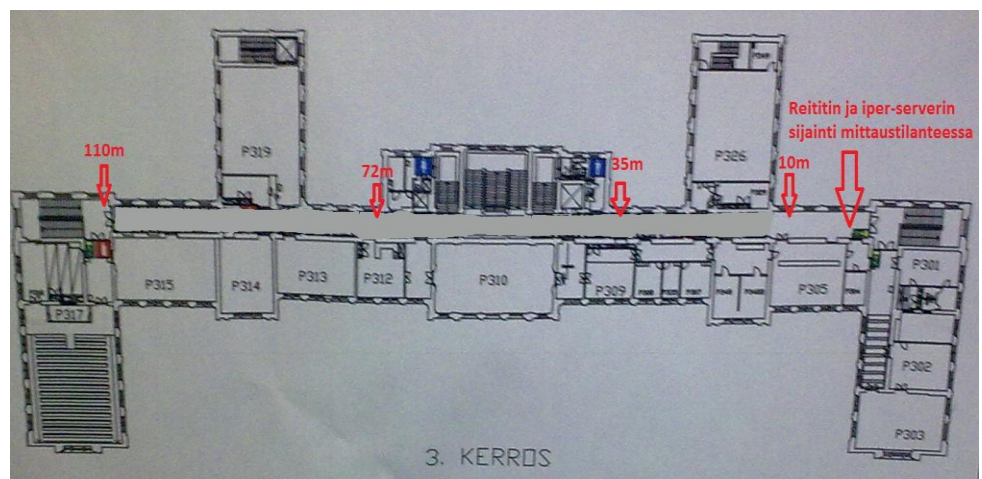
- 8 Gigabyte.txt, tekstitiedosto 8 Gt kokoinen, luotu Windowsin työkaluilla.

Näiden tiedostojen siirron kesto mitataan kellolla ja keskiarvosta lasketaan tiedonsiirtonopeus.

Testaustilanteen lyhyen ajan vuoksi jätin testaamatta testitiedostoilla nopeuden, kun iperf-testiohjelma suoritti asian niiden korvaavana testinä.

7.2.5 Testattavan laitteiston esittely.

Testiympäristönä käytin Metropolia Ammattikorkeakoulun pääkoulun 3 kerroksen pitkää käytävää, kyseinen käytävä valikoitui testialueeksi sen takia että käytävällä ei ole mainittavaa esteitä (muita kuin luokkaan meneviä opiskelijoita) ja ulkona oli testitilanteen aikana -25 c lämpötila, jota laitteet ja testaajat eivät olisi kestäneet.



Kuva 61. Muokattu kuvaus testitilanteesta.

Kuvassa 61 on karkeasti laitettuna, missä oli testilaitteisto kullakin mittaushetkellä. Alkaen vasemmalta kohti kuvan oikeaa laitaa: 110 metrin mittauspiste, joka sijaitsee lasiovien takana, mittauspäivänä kyseisen paikan luona oli myös jokin henkilökunnan kahvitilaisuus jota yritin olla häiritsemättä. Seuraavana tulee 72 metrin mittauspiste, joka sijaitsee henkilökunnan wc:n ja luokan P319 välissä ikkunoiden kohdalla. Seuraavan 35 metrin mittauspiste sijaintipaikallaan henkilökunnan wc:n, rappujen ylös, alas ja taas ylös sekä toisen henkilökunnan wc:n jälkeen ikkunoiden vieressä. Viimeinen (tai ensimmäinen) mittauspiste on 10 metrin päässä reitittimestä ja iperf-serverin toimineesta kannettavasta tietokoneesta.



Kuva 62. Testilaitteisto ennen testejä.

Kuvassa 62 on testattavat antennit ja käytetyt kannettavat tietokoneet esillä. Alkaen vasemmalta: Linksys WRT54GL-EU reititin DD-WRT-firmwarella, pahvilaatikossa Cisco Yagi -antenni mallinimeltään Air-Ant1949, pahvilaatikon päällä 2 kpl windsurfer kotitalousfolio / paperisuuntaus-vahvistimia ja antennien yläpuolella 2 kpl HP:n kannettavia, joista vasemmanpuoleinen kuuluu minulle ja oikeanpuoleinen kaverilleni. Molemmissa kannettavissa oli Windows 7 pro 64 bittinen käyttöjärjestelmä ja serverinä ollut laite oli kytketty lähiverkkojohtolla reitittimeen ja langaton verkkokortti pois päältä. Mittaustilanteissa reititin suunnattiin kohti käytävää (kuvasta 62 katsoen oikealle), jolloin mittaustilanne oli kohtalaisen tasainen.



Kuva 63.Reititin ja Windsurfer-suuntausantennit.

Kuvassa 63 on testausvaiheessa 2 olevan kotitalousfolio / paperista tehdyt suuntausantennit suunnattuna kohti käytävää. Tämän testausvaiheen aikana testauksesta suorittanut kannettavasta loppui akku viimeisen testin kohdalla, jolloin joudun tyytymään yhteen mittaukseen kolmen testauksen ja niiden keskiarvon perusteella.



Kuva 64.Reititin ja Cisco Yagi -antenni.

Kuvassa 64 on mittaustilanteen jälkeen kuvattuna, millainen oli oman reitittimeni ja Ciscon Yagi -antennin yhdistelmä. Mittaustilanteessa poistin omaa reitittimestä muut antennit pois ja kiinnitin Ciscon antennin toiseen reitittimen antenniporteista. Suuntausantenni oli laitettuna oman pahvilaatikkonsa päälle ja suunnattuna kohti käytävää. Jokaisen antennivaihdon jälkeen suoritettiin testimittaus noin 1 metrin päästä, jotta todettiin laitteiston toimivan.

Mitatut etäisyydet ovat juoksumetreinä, kun tarpeeksi pitkää mittanauhaa en löytänyt ja mitattauksissa olleet laitteet kärsivät myös muiden langattomien verkkojen häiriöistä. Mittaukset suoritettiin niin, että ensiksi oli pelkkä reititin ja sitten reitittimen antenneihin kiinnitettiin Windsurfer- kotitalousfoli / paperi –suuntausantennit ja sitten lopuksi otettiin antennit pois ja kiinnitettiin Cisco Yagi -suuntausantenni reitittimeen.

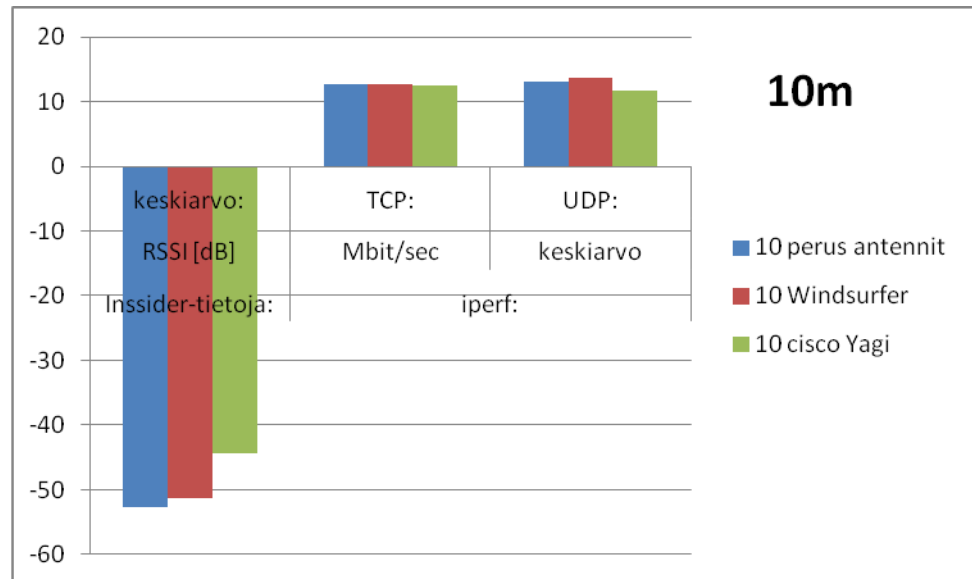
7.2.6 Etäisyys 10 metriä

10 metrin etäisyydellä olevat mittaukset suoritettiin jokainen antenni-variaatio kerrallaan, ja seuraavanlainen datamäärä tuli aikaiseksi. 10 metrin päässä reitittimestä ja iperf-serverin toimineesta kannettavasta tietokoneesta.

Taulukko 1. 10 metrin mittaustulokset.

| Mittaus: | Etäisyys | tukiasemaan: | Inssider-tietoja: | iperf: | | signal strength |
|----------|----------------|-----------------------|-------------------|----------|-----------|-----------------|
| | (juoksumetriä) | | RSSI [dB] | Mbit/sec | keskiarvo | |
| | [m] | | keskiarvo: | TCP: | UDP: | |
| 2. | 10 | perus antennit | -52,6667 | 12,6333 | 13,1000 | 96 % |
| 8. | 10 | Windsurfer | -51,3333 | 12,6667 | 13,7000 | 100 % |
| 14. | 10 | cisco Yagi | -44,3333 | 12,5000 | 11,6333 | 100 % |

Kuten taulukko 1:stä selviää, erot eri antennien välillä eivät muodostu ratkaisevaksi näin lyhyellä matkalla. Inssider näyttää, että yagi-suuntausantennilla on loistava teho ja ero on noin -6 dB parempi kuin windsurferilla ja -7 dB parempi kuin perusantenneilla. Mutta iperf-kaistantestausohjelma taas näyttää, että windsurfer-antenneilla oleva ratkaisu antaisi tällä etäisyydellä parhaimman nopeuden langattomalle verkolle. Eroa tosin ei ole runsaasti, joten voitto on lievä. Windowsin omalla mittarilla näkyi, että signaalin vahvuus oli 100 % sekä windsurfer- että yagi-suuntausantenneilla, mikä luo mukavan taakuun siitä, että windsurfer toimii ainakin lyhyellä etäisyydellä.



Kuva 65. Taulukko 1 graafisena.

Kuvan 65 sisältää taulukon 1 sisällön graafisena esityksenä, ja tukee omia huomioitani, ettei kyseisellä etäisyydellä ole eroja.

7.2.7 Etäisyys 35 metriä

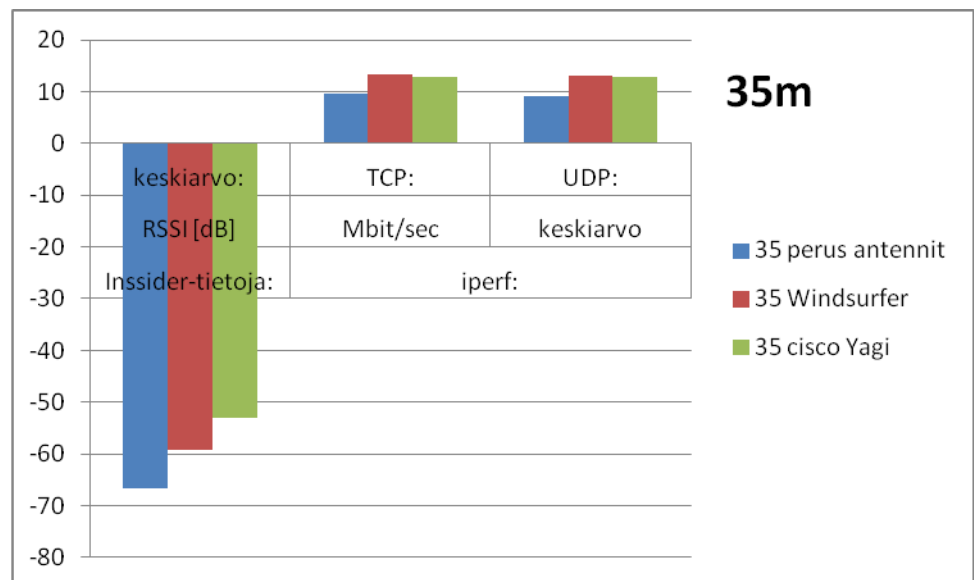
35 metrin etäisyydellä olevat mittaukset suoritettiin jokainen antenni-variaatio kerrallaan, ja seuraavanlainen datamäärä tuli aikaiseksi. 35 metrin mittauspiste oli sijaintipaikallaan henkilökunnan wc:n, rappujen ylös, alas ja taas ylös sekä toisen henkilökunnan wc:n jälkeen ikkunoiden vieressä.

Taulukko 2. 35 metrin mittaustulokset

| Mittaus: | Etäisyys (juoksumetriä) [m] | tukiasemaan: [m] | Inssider-tietoja: | iperf: | | signal strenght |
|----------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|----------|-----------|--------------------|
| | | | RSSI [dB] | Mbit/sec | keskiarvo | |
| | | | keskiarvo: | TCP: | UDP: | |
| 3. | 35 | perus antennit | -66,6667 | 9,6933 | 9,2467 | 68 % |
| 9. | 35 | Windsurfer | -59,3333 | 13,3667 | 13,1667 | 88 % |
| 15. | 35 | cisco Yagi | -53,0000 | 12,8667 | 12,9000 | 98 % |

Kuten taulukko 2:stä selviää, erot eri antennien välillä alkavat näkyä. Inssider näyttää että yagi-suuntausantennilla on edelleen loistava teho, ja ero on noin -6 dB parempi kuin windsurferilla eli eroa ei näy edelliseen etäisyyteen nähden, ja -13 dB parempi kuin perusantenneilla. Mutta iperf-kaistantestausohjelma taas näyttää että windsurfer-antenneilla oleva ratkaisu antaisi tälläkin etäisyydellä parhaimman nopeuden langattomalle verkolle, eroa alkaa jo muodostua suuntaus-antennien ja normalin reitittimen

antennien välille. Windowsin omalla mittarilla näkyi että signaalin vahvuus alkoi jo tippua kaikilla vaihtoehdoilla, mutta yagi-suuntausantennilla kyseinen pudotus oli vain 2 %:n luokkaa, kun taas windsurferilla pudotus oli 12 % ja normaalilla antennilla pudotus on jo huikea 32 %. Tämä etäisyys alkaa jo muodostaa eroa normaalin ympäri säteilebn antennin ja suuntausantennien välille.



Kuva 66. Taulukko 2 graafisena.

Kuvan 66 sisältää taulukon 2 sisällön graafisena esityksenä, ja tukee omia huomioitani että windsurfer- ja yagi-antennit ovat tasoissa.

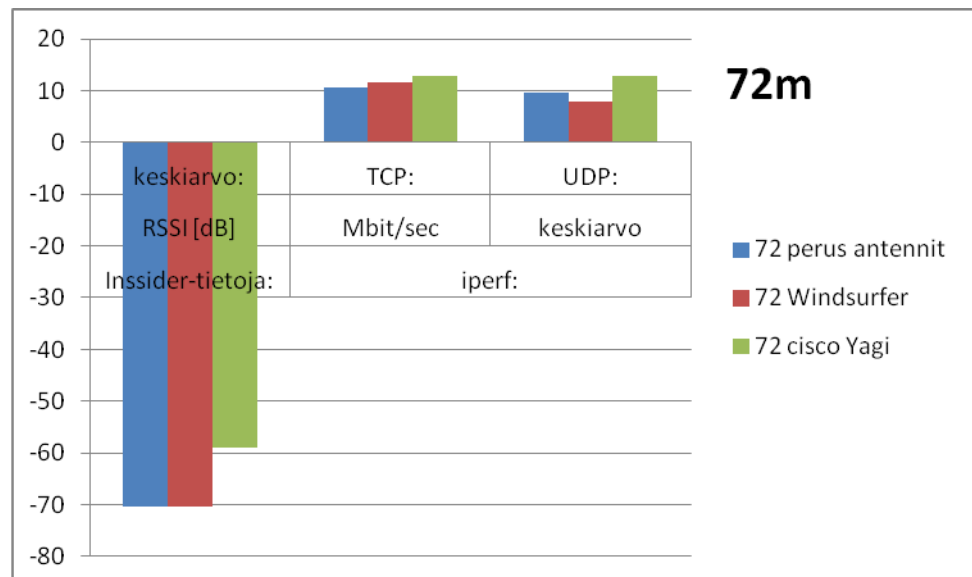
7.2.8 Etäisyys 72 metriä

72 metrin etäisyydellä olevat mittaukset suoritettiin jokainen antennivariaatio kerrallaan, ja seuraavanlainen datamäärä tuli aikaiseksi. 72 metrin mittauspiste joka sijaitsee henkilökunnan wc:n ja luokan P319 välissä ikkunoiden kohdalla.

Taulukko 3. 72 metrin mittaustulokset

| Mittaus: | Etäisyys | tukiasemaan: | Inssider-tietoja: | iperf: | | signal strenght |
|----------|----------------|----------------|-------------------|----------|-----------|-----------------|
| | (juoksumetriä) | | RSSI [dB] | Mbit/sec | keskiarvo | |
| | [m] | | keskiarvo: | TCP: | UDP: | |
| 4. | 72 | perus antennit | -70,3333 | 10,6367 | 9,6333 | 52 % |
| 10. | 72 | Windsurfer | -70,3333 | 11,5333 | 7,8967 | 64 % |
| 16. | 72 | cisco Yagi | -59,0000 | 12,8000 | 12,8667 | 86 % |

Kuten taulukosta 3 selviää, erot eri antennien välillä muuttuvat odotetusti. Insider näyttää että yagi-suuntausantennilla on edelleenkin loistavaa tehoa ja ero on noin -11 dB parempi kuin windsurferilla eli eroa alkaa jo muodostua, ja -11 dB parempi kuin perusantenneilla, joka näyttää parantaneen signaaliaan. Mutta iperf-kaistantestausohjelma taas näyttää, että yagi-suuntausantenneilla oleva ratkaisu antaisi tällä etäisyydellä parhaimman nopeuden langattomalle verkolle, eroa muodostuu windsurferin ja yagin välille noin 1 Mbit/sec luokkaa TCP:n kautta, mutta 5 Mbit/sec UDP:n kautta. Normaalin reitittimen lukemat ovat taaskin jäljessä, mutta ovat parantaneet tehoaan. Windowsin omalla mittarilla näkyi että signaalin vahvuus jatkoi tipumistaan kaikilla vaihtoehdoilla, yagi-suuntausantennilla kyseinen pudotus oli 14 %:n luokkaa, kun taas windsurferilla pudotus on jo 24 % ja normaalilla antennilla pudotus on jo huikea 14 % edellisistä arvoistaan.



Kuva 67. Taulukko 3 graafisena.

Kuvan 67 sisältää taulukon 3 sisällön graafisena esityksenä, ja tukee omia huomioitani, että windsurfer-antenni antaa paremman tehon kuin perusantenni, ja yagi-antenni on hyvä pitkällä etäisyydellä.

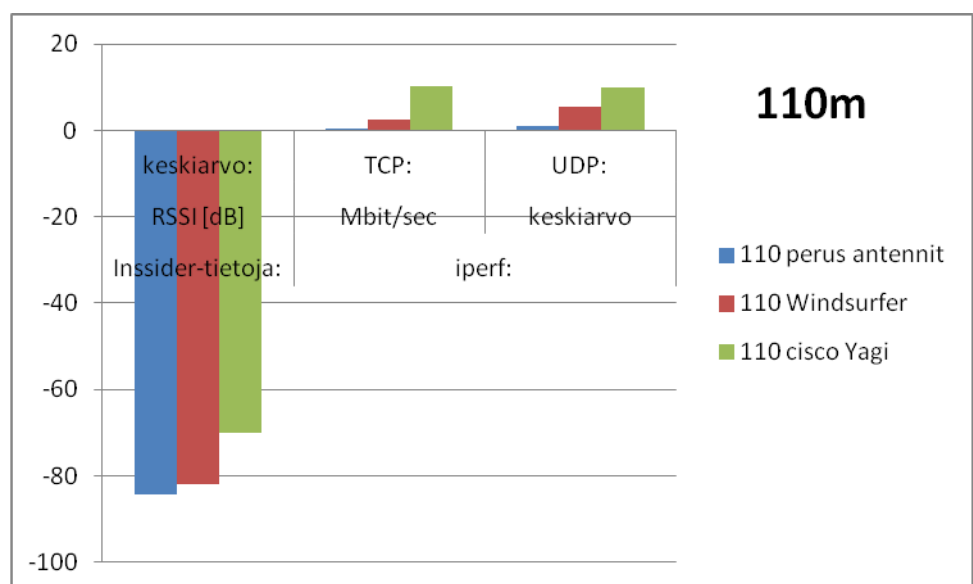
7.2.9 Etäisyys 110 metriä

110 metrin etäisyydellä olevat mittaukset suoritettiin jokainen antennivariaatio kerrallaan, ja seuraavanlainen datamäärä tuli aikaiseksi. 110 metrin mittauspiste, joka sijaitsee lasiovien takana. Tällä mittauskerralla windsurferin kanssa kannettavan akusta loppui varaus, mutta sain yhden testin läpi ennen koneen hyttymistä.

Taulukko 4. 110 metrin mittaustulokset

| Mittaus: | Etäisyys (juoksumetriä) [m] | tukiasemaan: | Inssider-tietoja: RSSI [dB] keskiarvo: | iperf: | | signal strenght |
|----------|-----------------------------------|----------------|--|----------|-----------|--------------------|
| | | | | Mbit/sec | keskiarvo | |
| | | | | TCP: | UDP: | |
| 5. | 110 | perus antennit | -84,3333 | 0,2716 | 0,9987 | 32 % |
| 11. | 110 | Windsurfer | -82,0000 | 2,4500 | 5,5900 | 34 % |
| 17. | 110 | cisco Yagi | -70,0000 | 10,2567 | 9,8367 | 70 % |

Kuten taulukosta 4 selviää, erot eri antennien välillä muuttuvat jo etäisyyden kasvettua suureksi sekä lasioven muodastaman esteen takia tulokset ovat laskeneet runsaasti. Inssider näyttää, että jo perusantennille liian korkeita lukemia, jotta signaali olisi luotettava, windsurfer-suuntausantenni on vain hieman parempi kuin normaali antenni tällä etäisyydellä, mutta yagi näyttää yliveraisuutensa säilyttäen vielä maltillisen tehon. Mutta iperf-kaistantestausohjelma taas näyttää jo hälyttäviä lukemia normaalille antennille, joita voisi pitää jo yhdeyden katkeamisen merkkeinä, windsurfer näyttää yliveraisuutensa perusantenneihin nähden ja ylläpitää vielä ”sujuvaa” verkkoyhteyttä tcp:n ja udp:n ylitse. Yagi-antennin 13 dB:n vahvistus näkyy tässä testissä edelleen hyvänä kaistana verrattuna muihin vertailussa oleviin antenneihin. Windowsin omalla mittarilla näkyi, että normaaliantenneilla varustettu signaali oli jo Windosin mielestä katkennut ja windsurfer oli melko lähellä katkeamista. Yagi-antennilla vahvuuden tippuminen jatkoi edelleen maltillista 16 % lukemaa.



Kuva 68. Taulukko 4 graafisena.

Kuvan 68 sisältää taulukon 4 sisällön graafisena esityksenä, ja kyseinen taulukko tukee omia huomioitani, että normaali antenni on jo niin huonolla signaalilla, ettei yhteyttä käytännössä ole, windsurfer-antenni antaa juuri ja juuri paremman kuuluvuuden, mutta antaa enemmän kaistaa kuin perusantenni, ja yagi-antenni on edelleen hyvä pitkällä etäisyydellä.

8 LOPPUYHTEENVETO

Tämän päättötyön alussa en tiennyt wlan-silloista, niiden rakenteesta, luomisesta mitään, mutta minulla oli jonkinlainen tietämys, miten Cisco/Linksysin Linux-pohjaisten reitittimien firmwaren päivittäminen suoritetaan. Päättötyön aikana pääsin sinuiksi wlan-tekniikan synnystä, suojaustekniikoista, erilaisista verkoista sekä verkon perusrakenteesta. Firmware-käyttäjärjestelmäpäivitysten suorittaminen, viantarkistus ja rikkoutuneiden reitittimien korjauksesta pääsin oman reitittimen rikkoutumisen myötä sinuiksi ja oli omiltaosin helppo korjata tarkkojen ohjeiden avulla, joita löytyi firmwaren tekijöiden wiki-sivustosta.

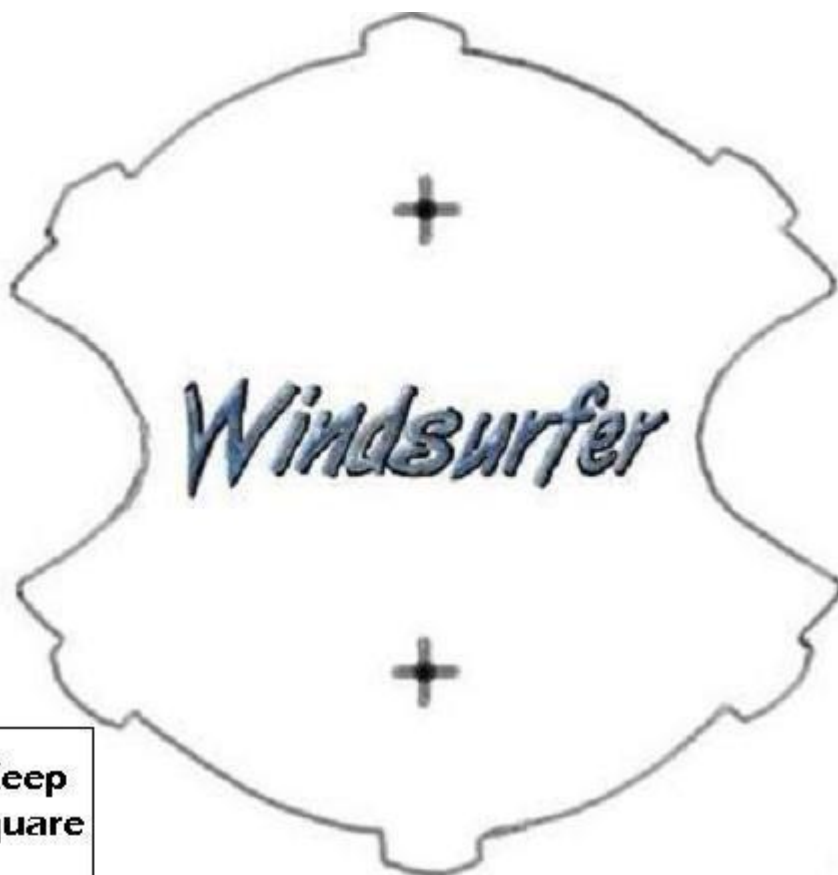
Wlan-sillan luomisen ohjeiden, jotka löysin firmwaren tekijöiden wikin avulla, pystyin luomaan verkon kahden reitittimen välille helposti ja nopeasti. Antennitestauksessa olin skeptinen Internetistä löytämälleni Windsurfer-antennisuuntausvahvistimelle, mutta testauslaitteessa huomasin kyseisen suuntausvahvistimen antavan muutaman kriittisen megabitin / sekunnissa wlan-siltaan pitkällä matkalla (noin 100 m) verrattuna testauslaitteen omiin ympärisäteileviin antenneihin. Kouluta lainaamani suuntausantennilla kokeilin, miten ammattilaisesti suunniteltu ja rakennettu ostoantenni suoriutuu kyseisillä markoilla. Testien aikana huomasin, ettei etäisyydet testeissäni riittäneet ostoantennin maksimimatkan testaamiseen, mutta olin hyvin vaikuttunut ettei kyseinen ostoantenni hävinnyt siirtonopeudessa ollenkaan paperista ja alumiinifoliosta suunniteltuun antenniin.

VIITELUETTELO

- [1] Wireless Lan [verkkodokumentti] 26.2.2010 [viitattu 26.2.2010]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Wlan_adhoc.png
http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_LAN .
- [2] Wired Equivalent Privacy [verkkodokumentti] 26.2.2010 [viitattu 26.2.2010]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Wired_Equivalent_Privacy .
- [3] Wi-Fi Protected Access [verkkodokumentti] 26.2.2010 [viitattu 26.2.2010]. Saatavuus: http://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi_Protected_Access .
- [4] Wi-Fi Alliance [verkkodokumentti] 26.2.2010 [viitattu 26.2.2010]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi_Alliance .
- [5] Wireless-Network [verkkokuva] 27.2.2010 [viitattu 27.2.2010]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Wireless_network.jpg .
- [6] Bridging (networking) [verkkodokumentti] 27.2.2010 [viitattu 27.2.2010]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Network_bridge .
- [7] Wireless Bridge [verkkodokumentti] 27.2.2010 [viitattu 27.2.2010]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_bridge .
- [8] 6inch_plot_horiz [verkkokuva] 28.2.2010 [viitattu 28.2.2010]. Saatavissa: <http://www.freeantennas.com/projects/template2/index.html> .
- [9] OpenWRT – firmwarea tukevien ja tulevien tuettavien laitteiden luettelo. [verkkolinkki] 22.11.2011 [viitattu 22.11.2011]. Saatavissa: <http://wiki.openwrt.org/toh/start> .
- [10] Tomato – firmwaren nettisivusto. [verkkolinkki] 22.11.2011 [viitattu 22.11.2011]. Saatavissa: <http://www.polarcloud.com/tomato> .
- [11] DD-WRT – Recover from a bad flash – ohjeet [verkkolinkki] 22.11.2011 [viitattu 22.11.2011]. Saatavissa: http://www.dd-wrt.com/wiki/index.php/Recover_from_a_Bad_Flash .
- [12] Client Bridged – DD.-WRT Wiki nettisivusto. [verkkolinkki] 29.1.2012 [viitattu 29.1.2012]. Saatavissa: http://www.dd-wrt.com/wiki/index.php/Client_Bridged.
- [13] Iperf –ohje, nopeustesti.fi nettisivusto. [verkkolinkki] 30.1.2012 [viitattu 30.1.2012]. Saatavissa: <http://www.nopeustesti.fi/iperf.php> .

- [14] Cisco Air-Ant 1949 tuotesivusto nettisivusto. [verkkolinkki] 7.2.2012 [viitattu 7.2.2012]. Saatavissa: <http://www.cisco.com/en/US/docs/wireless/antenna/installation/guide/ant1949.html> .

Liite 1: EZ-12 Windsurfer Wlan-suuntaantenni



Keep Square

