

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Juha Halminen

PITKÄNMATKAN LÄHIVERKKOYHTEYS

Tekniikka Pori

Tietotekniikan koulutusohjelma

Tietoliikennetekniikka

2008

TIIVISTELMÄ

PITKÄNMATKAN LÄHIVERKKOYHTEYS
Halminen Juha

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan Porin Yksikkö
Tekniikantie 2
28600 Pori

Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikan suuntautumisvaihtoehto
Työn valvoja: Juha Aromaa, DI
Sivumäärä: 30
Huhtikuu 2008
UDK: 004.73, 621.39

Avainsanat: WLAN, Langaton lähiverkko, Radiolinkki

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin langatonta lähiverkko-tekniikkaa niin käytännössä kuin teoriassa. Langattoman lähiverkon ominaisuuksia tarkasteltiin pidemmällä matkalla ottaen huomioon sääolosuhteet. Työssä vertailtiin myös erilaisia tekniikoita keskenään. Tietolähteinä käytettiin internetistä löydettyä materiaalia ja omista mittauksista saatuja tuloksia.

Käytännön mittauksista saatiin hyviä tuloksia langattoman lähiverkon kantomatkasta ja miten tarkasti antennit täytyi suunnata.

ABSTRACT

REMOTE LOCAL AREA NETWORK

Halminen Juha

SATAKUNTA UNIVERSITY

Unit of Technology in Pori

Tekniikantie 2

28600 Pori

Degree Program of Information Technology

Telecommunication Technology

Supervisor: Juha Aromaa, DI

Number of pages: 30

April 2008

UDC: 004.73, 621.39

Keywords: WLAN, Wireless local area network, Radio link

Wireless local area network technology was examined in this thesis, both in practice and in theory. WLAN characteristics related to long distance considering also the weather conditions were analysed. Different technologies were compared. Sources of information were mainly material from internet and results from measurement.

Measurements gave valuable information of WLAN's range and how to direct the antennas perfectly.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	2
SISÄLLYS	4
LYHENTEET.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 RADIOLINKKI.....	7
2.1 Desibeli-käsite.....	7
2.2 Signaalin häipyminen.....	8
3 WLAN TEORIAA.....	12
3.1 WLAN taajuuksia.....	12
3.2 WLAN-verkko standardeja.....	12
4 ANTENNIT	14
4.1 Ympärisäteilevä antenni.....	14
4.2 Suunta-antenni.....	15
4.3 Lautasantenni	16
5 WLAN-LIITTIMET.....	17
6 KÄYTÄNNÖN MITTAUKSET.....	18
6.1.1 Mittaukset 1 ja 2.....	19
6.1.2 Mittaus 3.....	22
6.2 Yhteenveto mittaustuloksista.....	23
7 LAITTEISTO.....	24
7.1 WLAN-laatikko.....	24
7.2 Lautasantenni.....	25
7.3 Liittimet.....	26
7.4 WLAN-kortti.....	26
7.5 Kannettava.....	27
YHTEENVETO.....	28
LÄHTEET:.....	29

LYHENTEET

WLAN	Wireless Local Area Network, Langaton lähiverkko
EIRP	Effective Isotropic Radiated Power, Isotrooppinen säteilyteho
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
FSL	Free Space Loss, Vapaantilan vaimennus
ISM	Industrial, Scientific and Medical
LOS	Line-Of-Sight, Näköyhteyslinkki
MPA	Maanpinta-aalto
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association, Monikan- toaaltomodulointi
RSL	Received Signal Level, Vastaanotettu signaalitaso
SM	Sähkömagneettinen säteily
Wimax	Worldwide Interoperability for Microwave Access

1 Johdanto

WLAN (Wireless Local Area Network) on yleistynyt kovaa vauhtia. Markkinoille on tulossa aina vain tiedonsiirroiltaan nopeampia WLAN-laitteita ja standardeja. Myös kantomatkat ovat pidentyneet linkkien välillä.

Tässä työssä käydään läpi WLAN-tekniikan teoriaa ja itse käytännön testauksia ja mittauksia. Myös WLAN:in toimintaan vaikuttavia tekijöitä tarkastellaan. Teoriaosuus käsittelee radiolinkkiä, jossa tarkastellaan aaltojen etenemistä ja eri ilmiöistä johtuvia tapahtumia yhteyden aikana. Myös antennit, niiden säteilykuviot ja antennivahvistukset käsitellään teoriassa. Kaikki nämä on hyvä tietää, että tiedetään minkälaista yhteyttä voisi laitteilla saada aikaiseksi.

Opinnäytetyön idea syntyi kiinnostuksesta saada toimimaan langaton lähiverkko pidemmällä matkalla, kuin normaalissa kiinteistö käytössä. Koulumme oli saanut lahjoituksena teleoperaattorin käyttämiä WLAN-laitteita, joilla on mahdollista luoda yhteys pidemmälle matkalle.

Käytössämme oli lautasantenni, yagi ja ympärisäteilevä antenni. Lisäksi käytössä oli Lucent WLAN-laitteita ja myös kannettava tietokone, jonka varustimme lisäantennipaikkaisella Lucent Silver-merkkisellä 11 Mbit/s WLAN -kortilla, joka tuli kannettavantietokoneen PCMCIA-porttiin.

Teoriassa tavoitteena on oppia ymmärtämään radiolinkin toimintaa, joka liittyy siten taas langattomaan verkkoon.

Tavoitteena käytännön kokeessa oli saada langaton lähiverkko toimimaan normaalia pidemmälle matkalle. Mittauksia pyrittäisiin tekemään erilaisissa sääolosuhteissa.

Tarkoituksena oli aluksi luoda yhteys kahden reitittimen välille, mutta mittauskohteen muututtua jouduimme luomaan yhteyden kannettavan ja reitittimen välille.

2 Radiolinkki

Radioaaltojen käyttöä valvoo Suomessa telehallintokeskus. Radioaaltojen taajuusalue käsittää taajuudet 3 kHz-3000 GHz. Taajuuksia on oltava tasapuolisesti käytössä eivätkä käyttöönotettavat laitteet saa häiritä muita järjestelmiä tai laitteita. Radioaallot ovat sähkömagneettista (SM) säteilyä, joka etenee valon nopeudella $c = 2,998 \times 10^8$ m/s tyhjiössä. Radiosäteilyä koskeva teoria kehitettiin 1800 luvulla. James Clerk Maxwell (1831–1879) julkaisi monille tutut Maxwellin yhtälöt vuonna 1864. Nämä yhtälöt ennustivat radioaaltojen olemassaolon. Ensimmäisenä kokeelliseen todistukseen pystyi Heinrich Hertz (1857–1894) vuonna 1888. Sähkömagneettiset aallot koostuvat sekä sähkö- että magneettikentästä. Säteilyn aallonpituus λ riippuu taajuudesta f seuraavasti

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

SM:lla säteilyllä on myös hiukkasluonne, joka selviää esimerkiksi diffraktio kokeella, jossa SM-säteilyä lähetetään kahden hyvin pienen raon läpi. SM-säteily syntyy sähköistä varausta kiihdyttäessä. Aallonpituuden tai taajuuden perusteella SM-säteilyn spektri jaetaan eri osa-alueisiin. [1]

Radioaallon etenemiseen vaikuttaa sekä taajuus että antennin etäisyys maanpinnasta. Tarpeeksi pieni antennin etäisyys maanpinnasta kytkeytyy teho tällöin voimakkaasti maanpinta-aaltoon (MPA), joka etenee maanpintaa pitkin vieden signaalin horisontin taakse, mutta vaimentuen edetessään. [1]

2.1 Desibeli-käsite

Desibelejä (dB) käytetään ilmaisemaan saman tehon käyttämistä sen kulkiessa esimerkiksi lähettimeltä vastaanottimelle. Voidaan myös ilmaista siten että suure on laaduton esimerkiksi tehojen suhteita logaritmisella asteikolla. Seuraava kaava antaa kahden tehon välisen suhteen desibeleissä.

$$P_{dB} = 10 \log \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$$

Hyvänä muistisääntönä voi pitää, että 3 desibelin lisäys tarkoittaa tehon kaksinkertaistamista. Yleensä radiotekniikassa käytetään yksiköitä dBW ja dBm, jotka ovat desibelisuureita, joissa vertailukohtana on 1W ja 1mW. Esimerkiksi lähetystehon ollessa 300W on se desibeleissä $10 \log(300W/1W) = 25 \text{ dBW}$

Toimivan verkon aikaansaamiseksi on hyvä tietää WLAN-tekniikan ja eri standardien toiminnan ymmärtämistä. WLAN koostuu radiosignaaleja lähettävistä laitteista ja radiosignaaleja vastaanottavista laitteista. [1]

2.2 Signaalin häipyminen

Häipymiseksi on määritelty vaiheen, polarisaation ja/tai signaalin voimakkuuden vaihteluksi ajan funktiona. Kaikkein perustavanlaatuisimmat määritelmät häipymiselle ovat nimetty etenemismekanismien termien avulla seuraavasti: taittuminen, heijastuminen, diffraktio, sironta, vaimeneminen ja radioaaltojen ohjaaminen. Nämä termit määrittävät mitattavien kenttäparametrien tilastollisen käyttäytymisen ajan suhteen, sekä häipymän riippuvuuden taajuudesta sekä paikasta. Kenttäparametreihin kuuluvat amplitudi, vaihe ja polarisaatio. Häipymän aikana vastaanotettu signaalitaso (RSL) pienenee, mikä johtaa kantoaalto-kohina-suhteen heikkenemiseen. Digitaalisissa järjestelmissä häipyminen huonontaa bittivirhe suhdetta, joka aiheuttaa virheitä purskeina.

Näköyhteys linkeillä yleisin häipymätyyppi on monitiehäipyminen. Se on suurin syy hajontaan, mikä aiheuttaa erityisesti ongelmia nopeissa digitaalisissa näköyhteyslinkeissä.

Jos radiosignaali etenee vapaassa tilassa, missä ei ole ilmakehää (määritelmä), niin polku jota signaali kulkee on suora viiva. Maapallon ilmakehässä edetessään radio säde kohtaa radallaan muutoksia ilmakehän taittumiskertoimissa, mikä aiheuttaa säteen polun kaareutumisen. Ilmakehän kaasut absorboivat sekä sirottavat eli hajauttavat radiosignaalin energiaa. Näiden ilmiöiden suuruus riippuu taajuudesta sekä korkeudesta suhteessa merenpintaan. Absorptiosta ja sironnasta tulee vakava tekijä siirtotiehäviöön yli 10 GHz taajuuksilla. [1], [2]

2.2.1 Radio signaalin vaimeneminen

Signaalin vaimenemisella (attenuation/path loss) tarkoitetaan tehon vähenemistä eli amplitudi pienenee. Amplitudi on signaalin aallon korkeus. Langattomissa yhteyksissä vaimenemiseen on monia syitä. Signaalien eri taajuuskomponentit vaimenevat eri tavalla. Korkeammilla taajuuksilla vaimeneminen on suurempaa kuin matalilla taajuuksilla. Vaimenemista voidaan tietysti vähentää erilaisilla vahvistimilla.

Vesihöyryn vaikutus vaimenemiseen on vahvimmillaan 22 GHz:n taajuusalueella ja alle 15 GHz:n taajuuksilla vesihöyryn vaikutus on selvästi pienempi. Hapen huippu vaikutus on 60 GHz:n alueella ja alle 30 GHz:n taajuuksilla vaikutus pienempää. Myös muut ympäristö tekijät vaikuttavat vaimenemiseen, kuten sumu, vesi- ja lumisade.

Radiolinkit, joita kuvaillaan näköyhteys linkeiksi LOS (Line-Of-Sight) on vapaan tilan vaimennus (FSL) laskettavissa, jos tiedossa on taajuus:

$$FSL_{dB} = 20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)$$

tai

$$FSL_{dB} = 21.98 + 20 \log \left(\frac{d}{\lambda} \right)$$

Laskennallisesti helpoimpaan muotoon voidaan kaava laittaa, jos λ muutetaan taajuudeksi megahertseinä (MHz) ilmaisten sekä etäisyys kilometreinä (km) saadaan kaavasta seuraavanlainen:

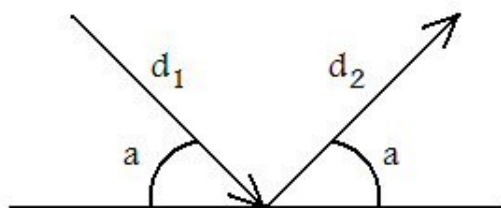
$$FSL_{dB} = 32.45 + 20 \log D_{km} + 20 \log F_{MHz}$$

Kaavalla voi laskea näköyhteys linkeille vaimennuksen. Huomioon kuitenkin täytyy ottaa, että sää on hyvä ja ympäristö on vapaa häiriötekijöistä. [2], [1]

2.2.2 Signaalin heijastuminen

Heijastumisessa (reflection) radioaallot heijastuvat osuessaan esteeseen, joka on tasainen suhteessa signaalin aallonpituuteen (Kuva 1). Heijastuneilla aalloilla tulo- ja heijastuskulma ovat yhtä suuret, kuten myös aallonpituus ja etenemisnopeus, kuin tulevilla aalloilla [2]

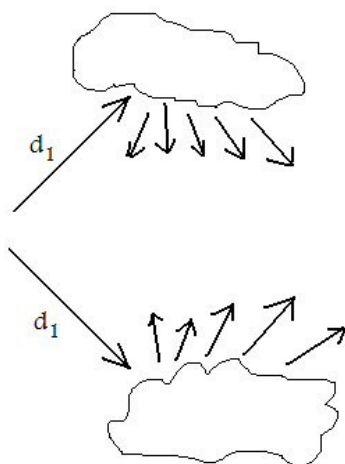
Kuva 1.



2.2.3 Signaalin sironta

Sirontaa (scattering) tapahtuu kun radioaallot osuvat epätasaiseen esteeseen, joka tarkoittaa sitä että osa radioaallon energiasta synnyttää uusia radioaaltoja eri suuntiin (Kuva 2). Signaalin sironta heikentää signaalia. [2]

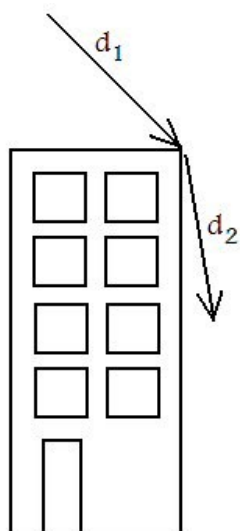
Kuva 2.



2.2.4 Signaalin taipuminen

Taipumisessa (diffraction) radioaallot taipuvat ja leviävät esteeseen osuessaan (Kuva 3). Taipumista tapahtuu erityisesti aaltoja huonosti läpäisevän ja tasaisen esteen kohdalla. Se kuinka paljon este aiheuttaa vaimenemista riippuu säteilyn esteeseen osuvan pinta-alan suhteesta etenevän säteilyrintaman energian kokonaisalaan sekä esteen diffraktio ominaisuuksista. [1], [2]

Kuva 3.



2.2.5 Signaalin monitie-eteneminen

Signaalin monitie-eteneminen (Multipath Propagation) aiheuttaa ongelmia ja virheitä tiedonsiirrossa, jotka johtuvat pulssien välisestä keskinäisvaikutuksesta. Vastaanotettu signaali vääristyy, leviää ja summautuu muihin signaaleihin sekä saman signaalin heijastuksiin. Eri tekniikat ovat eri tavalla herkkiä monitie-etenemisen aiheuttamille ongelmille. GSM-tekniikassa monitie-eteneminen joudutaan hoitamaan viiveitä käyttämällä, kun taas WLAN 802.11a, b, g käyttää OFDM-modulaatiota (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), joka ei juuri häiriinny monitie-etenemisestä. Uusin tuleva WLAN 802.11n versio tulee käyttämään monitie-etenemistä hyödykseen.

3 WLAN teoriaa

3.1 WLAN taajuuksia

Euroopassa on käytössä 13 kanavaa taajuuksilla 2,412 GHz-2,472 GHz ISM-alueella (Industrial, Scientific and medical), joista kolmea erillistä kanavaa voidaan käyttää WLAN:in käytössä. Euroopassa 2,4 GHz:n verkossa EIRP (effective Isotropic Radiated Power) saa olla korkeintaan lähetysteho +20 dBm eli 100mW. Tämä sisältää myös antenni antaman virran kasvun. 5GHz:n alueella EIRP on maasta riippuen 50–200 mW eli 17–23 dBm. Euroopan alueilla tukiasemissa lähetysteho saa olla korkeintaan 100mW [1]

Taulukko 1. 2.4 GHz taajuuksien kanavien myöntäminen vapaaseen käyttöön. (Alexander. 2005:65)

Kanavan numero	Taajuus GHz	NA (North-America)	ETSI	Japani
1	2.412	x	x	x
2	2.417	x	x	x
3	2.422	x	x	x
4	2.472	x	x	x
5	2.432	x	x	x
6	2.437	x	x	x
7	2.442	x	x	x
8	2.447	x	x	x
9	2.452	x	x	x
10	2.457	x	x	x
11	2.462	x	x	x
12	2.467		x	x
13	2.472		x	x
14	2.484			x

[4]

3.2 WLAN-verkko standardeja

3.2.1 802.11a, b

Ensimmäiset langattomat lähiverkkotekniikat olivat valmistajakohtaisia ratkaisuja ja nopeudeltaan 1-2 Mbps. IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) on ammatillinen järjestö, jonka toimii liittyy tietoliikenne- ja verkkostandardien

kehitys. IEEE on kehittänyt 802.X-standardit auttamaan verkkojen kehityksessä ja yhteensopivuudessa. IEEE julkaisi 802.11-standardin kesäkuussa 1997. Ensimmäinen hyväksytty versio tuki vain siirtonopeuksia 1Mbps ja 2 Mbps ja laitteiden yhteensopivuudessa oli myös parantamisen varaa.

Uusi versio julkaistiin 1999, jossa oli kaksi laajennusta alkuperäiseen verrattuna: IEEE 802.11a, joka tukee 54Mbps siirtonopeuksia 5GHz ISM alueella ja IEEE 802.11b, joka tukee 11Mbps siirtonopeuksia 2,4 GHz:n ISM alueella. [5], [6], [7]

3.2.2 802.11g

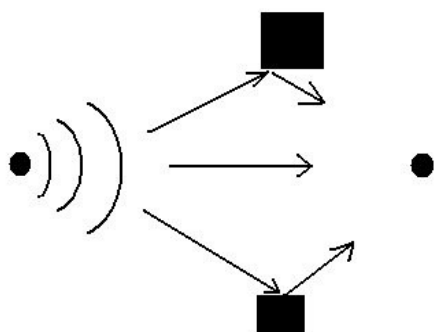
802.11g-standardi hyväksyttiin kesäkuussa 2003 ja se on nykyään yleisinkäytetty WLAN-standardi. Tarjolla on jopa 125 Mbps:n teoreettiseen bittinopeuden tarjoavia WLAN-asemia, jotka noudattavat 802.11g-standardia.

802.11g on yleisin tällä hetkellä käytössä olevista standardeista. Käytännössä nopeudet jäävät kuitenkin paljon alhaisemmiksi. 802.11g-standardit on yhteensopivia 802.11b-standardin mukaisten laitteiden kanssa. [4], [7]

3.2.3 802.11n

IEEE 802.11n-standardi on uusinta markkinoilla olevaa tekniikkaa. Ensimmäinen luonnos siitä hyväksyttiin tammikuussa 2006. Nopeudeksi 802.11n-standardilla päästään teoriassa jopa 540Mbps:n tiedonsiirtoon, mutta käytännössä tyypillinen nopeus on jopa 300 Mbps. Tämä tekniikkaa hyödyntää normaalisti haitallista monitie-etenemistä (Kuva 4). Monitie-etenemisen ansiosta signaalit, jotka kimpoavat esteistä voidaan käyttää hyödyksi tässä standardissa, joten kantavuus pitenee myös huomattavasti. [7]

Kuva 4.



4 Antennit

4.1 Ympärisäteilevä antenni

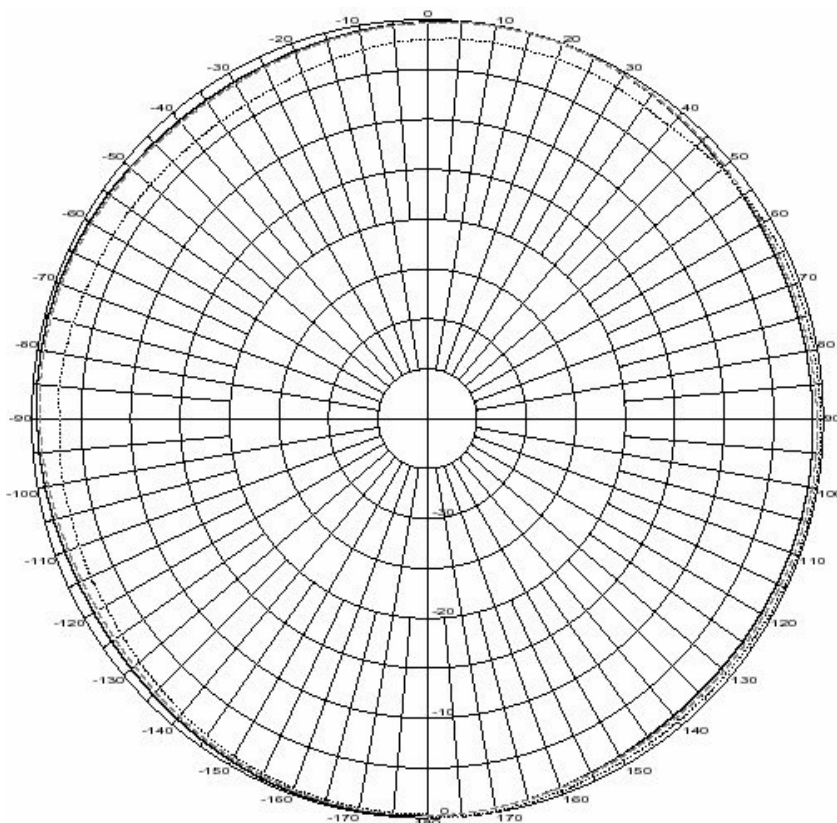
Monikanavainen (diversity) dipoli antenni on ympärisäteilevä (omnidirectional). Sen kantoalue ulottuu avoimessa tilassa horisontaalisesti ja vertikaalisesti yhtä pitkälle.

[6]

Kuva 5. Ympärisäteilevä antenni



Kuva 6. Ympärisäteilevän antennin suuntakuvio



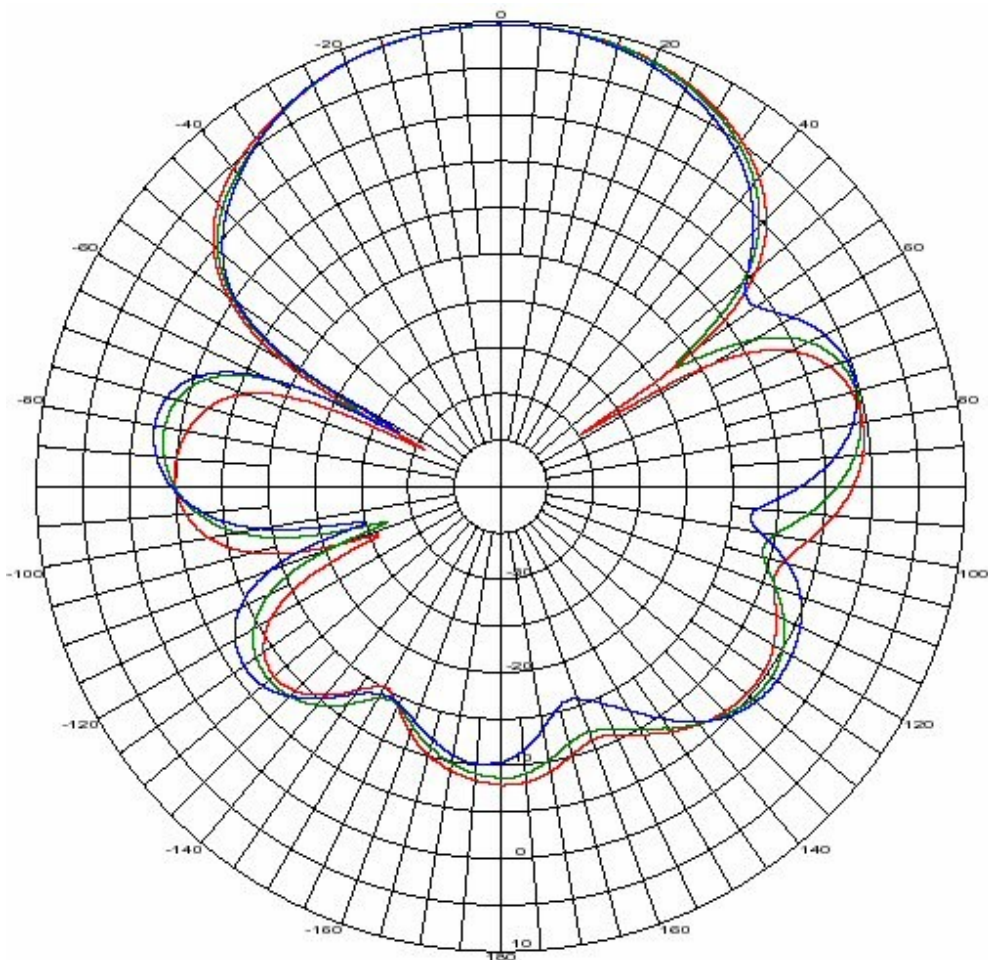
4.2 Suunta-antenni

Suuntaava (directional) antenni, kuten Yagi-antenni on hyödyllinen kun signaalia halutaan suunnata tiettyyn kohteeseen, kuten vaikka rakennuksesta toiseen. [6]

Kuva 7. Suunta-antennin



Kuva 8. Suunta-antennin suunta kuvio



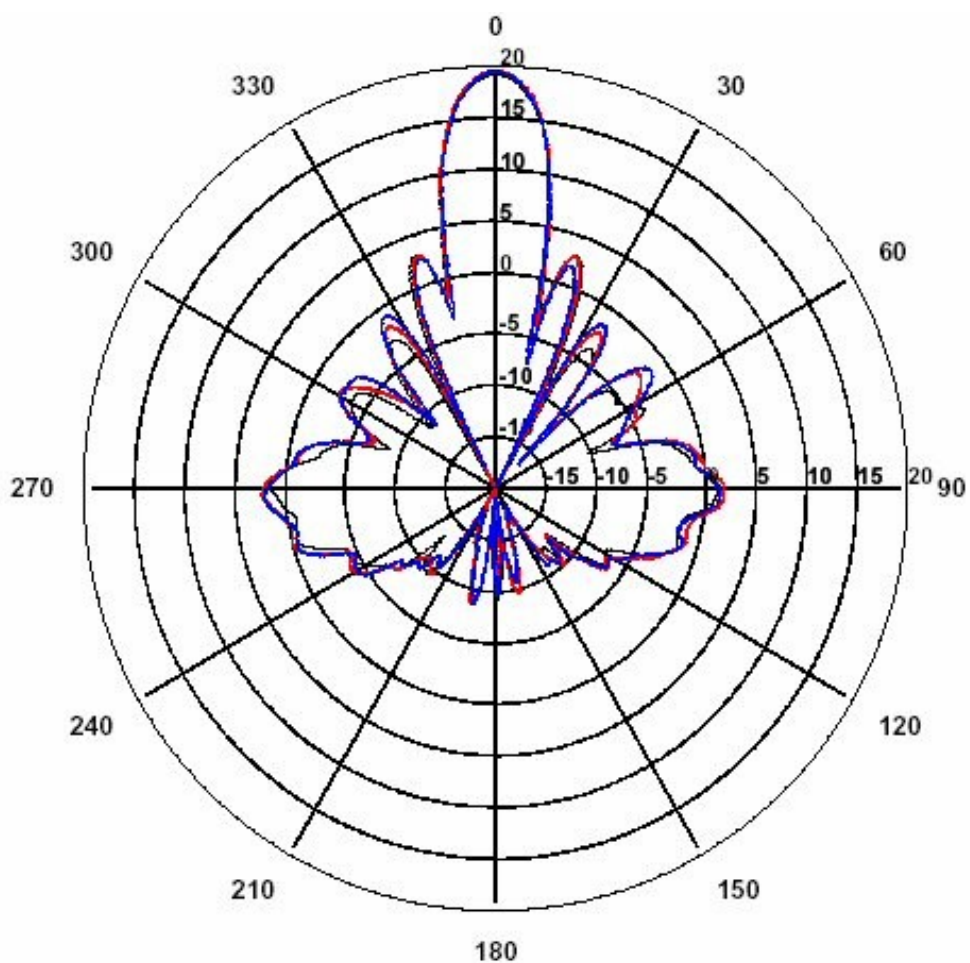
4.3 Lautasantenni

Tällä antenni tyypillä on hyvä tehdä pidemmän matkan linkkejä. Suunnataan toiseen linkkiin suoraan, koska säteilee enimmäkseen eteenpäin. [6]

Kuva 9. Lautasantenni



Kuva 10. Lautasantennin suunta kuvio



5 WLAN-liittimet

Yleisesti kaikki liittimet ovat 50 ohmisia. Liittimissä tapahtuva häviö riippuu paljolti siitä, miten liittimen valmistaja on onnistunut saamaan rakenteen niin, että 50 ohmin impedanssi toteutuu joka kohdassa. Impedanssin muutos saa aikaan signaalin heijastumisen takaisin. Muutamia erilaisia liittimiä: [6]

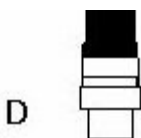
Kuva 11. A. Antennissa oleva N-runkoliitin



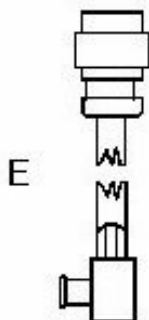
Kuva 12. B. N-pistoke, 10 mm paksulle kaapelille. C. Kaapeli, paksuus 10 mm



Kuva 13. D. N-jatkopistoke 10 mm paksulle kaapelille



Kuva 14. E. Adapterikaapeli ("pigtail") langattomaan verkkokorttiin



6 Käytännön mittaukset

Mittauksen tarkoituksena oli saada langaton lähiverkko toimimaan pitkällä matkalla (>300metriä). Alkuperäinen mittauspaikka piti olla sairaanhoito-oppilaitoksen asuntolan katolta mahdollisimman pitkälle, aina Pripoliin asti. Suunnitelmat kuitenkin kaatuivat, koska lupaa asuntolan katolle ei myönnetty verkkoristiriitojen vuoksi.

Aloimme etsiä toista mittauskohdetta, jossa olisi mahdollisuus internet-yhteyden mahdollisuus. Mittauspaikalla tuli olla esteetön näköyhteys mahdollisimman pitkälle. Löysimme sopivan mittauskohteen, joka oli Pinomäessä sijaitseva peltoaukea. Kohde oli mittauspaikkana hyvä, koska talon päässä oli kiinteä 1Mbps internetyhteys saatavilla, jolloin pystyimme toteamaan käytännössä internet-yhteyden toimivuuden, myös antenni oli sijoitettavissa kolmen metrin korkeuteen, joka mahdollisti yhteyden luomisen pidemmälle matkalle. Kannettavan tietokoneen päässä meillä oli erinomainen mahdollisuus siirrellä antennia paikasta toiseen myös eri etäisyyksillä. Käytössämme oli maastoauto, jotta pääsimme liikkumaan heikkokuntoisilla peltoteilla ja myös pellolla.

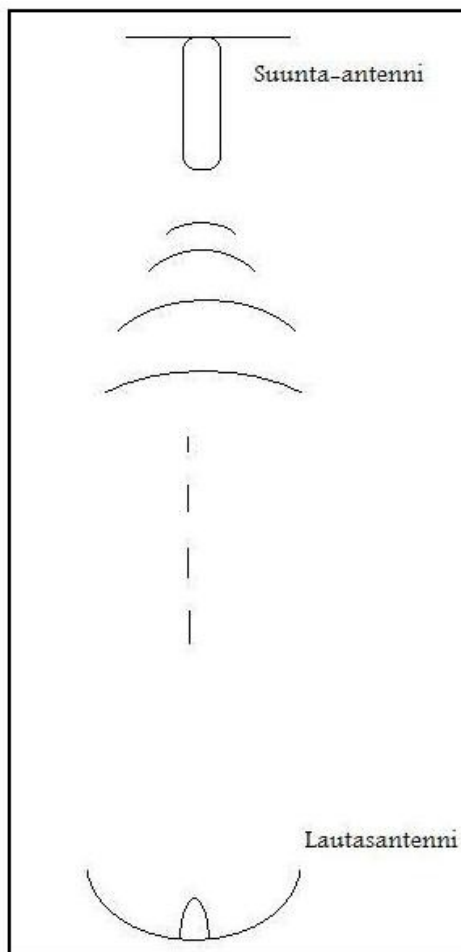
Mittauksia teimme eri sääolosuhteissa, aina lumisateesta poutasäähän. Kirjasimme mittaustulokset vain parhailta yhteydenluontipaikoilta. Saimme monesti yhteyden luoduksi yli kilometrin matkalta, mutta ne olivat usein vain hetkellisiä. Suuntaus osoittautui erittäin tarkaksi työksi ja mittauslaitteissamme oli aina pieni viive, joka hankaloitti työtä entisestään. Antennia piti kääntää aste kerrallaan ja odotella hetki, että löytyikö yhteys. Yhteyden saantiin aikaa kului useampi tunti. Kun yhteys saatiin luoduksi, piti antenni saada hyvin kiinni, jotta saisimme mittaustuloksia aikaiseksi. Kova tuuli haittasi antennin vakautta, koska suurehkoon lautasantenniin tuuli otti erittäin voimakkaasti kiinni.

Mittauksissa kirjasimme ylös WLAN-yhteysnopeuden, signaalin voimakkuudet, sekä käytännön internet-yhteysnopeuden. Saimme luoduksi hyviä yhteyksiä noin 700 metrin ja 1000 metrin matkoilta. Yhteyden kesto oli aina 45 minuutista 90 minuuttiin, jotta saimme luotettavaa mittaustietoa.

6.1.1 Mittaukset 1 ja 2

Mittaukset 1 ja 2 olemme mitanneet samasta mittauspisteestä. Mittauksessa 1 lautasantenni oli suunnattu kohtisuoraan vastakkaista suunta-antennia kohti (Kuva 15). Tässä mittauksessa välimatkana oli n. 769m (kuva 16). Mittauksessa saimme signaalin voimakkuudeksi 1-2 (asteikolla 1-5, 1 heikoin ja 5 paras) ja nopeudeksi 2-6 Mbit/s. Ilma oli pakkasen puolella n. -5 astetta ja lunta pyrytti normaalia enemmän.

Kuva 15.

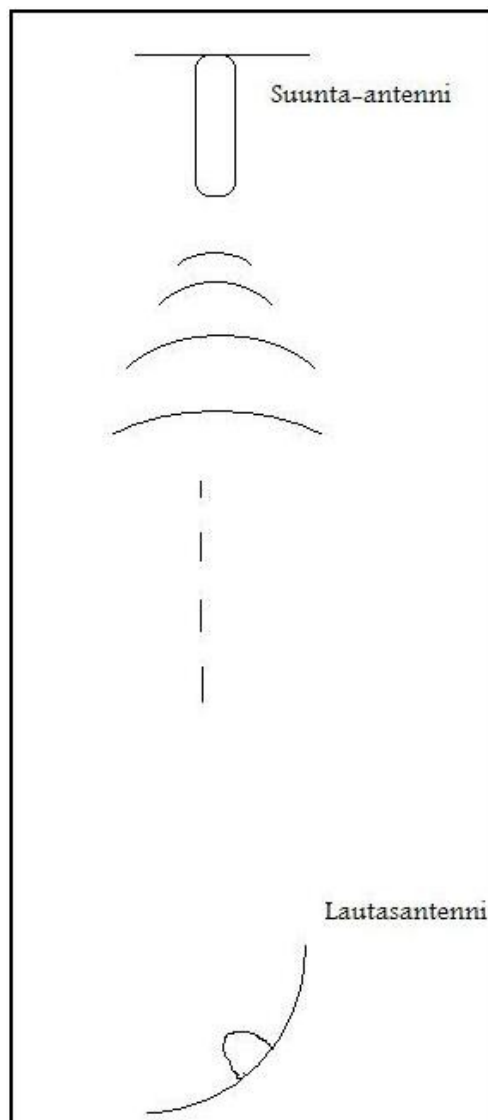


Kuva 16. Mittausmatka 769



Mittaus 2 oli mitattu samasta paikasta, kuin mittaus 1, mutta mittauksessa 2 lautasantenni oli suunnattu noin 30–40 astetta ”ohi” suunta-antennin (Kuva.17). Sääolot olivat hyvin samanlaiset kuin mittauksessa 1. Tässä mittauksessa saimme yllättävästi signaalin voimakkuudeksi 2 (asteikolla 1-5, 1 heikoin ja 5 paras) ja nopeudeksi 6-11 Mbit/s. Yhteys oli jotenkin parempi, kuin samoissa olosuhteissa suoritettu mittaus 1. Tästä huomasimme miten paljon eroa aikaiseksi tuli pelkällä suuntauksella.

Kuva 17.



6.1.2 Mittaus 3

Mittaus 3 suoritettiin yli kilometrin matkalta (Kuva 18). Tämä mittaus erosi mittauksista 1 ja 2 niin että suunta-antenni oli sijoitettu matalammalle. Vain 1,6 metriin maanpinnasta, kun taas mittauksissa 1 ja 2 oli korkeus ollut 3 metriä. Tässä mittauksessa lautasantenni oli suunnattu kohtisuoraan vastakkaista suunta-antennia kohti. (Kuva 15.) Sää olosuhteet mittauksessa 3 oli selkeä pakkassää. Signaalin voimakkuudeksi mittasimme 1 (asteikolla 1-5, 1 heikoin ja 5 paras) ja nopeudeksi 1-2 Mbit/s.

Kuva 18. Mittausmatkan 1049m



6.2 Yhteenveto mittaustuloksista

Mittaustuloksissa ja yhteyden saantiin säällä oli merkitystä, kuten myös antennien suuntauksilla ja antennin korkeudella maasta. Yhteyden etäisyys voi heittää muutamia metrejä, mutta muuten mittaus tulokset ovat hyvinkin varmoja, koska yhteyksien mittauksia tehtiin useita tunteja.

Taulukko 2. Mittauksista 1, 2 ja 3 tehty taulukko.

Mittaus	Antennin korkeudet maasta[m]		Linkin etäisyys n. [m]	Signaalin voimakkuus (1-5)	Nopeus [Mbit/s]	Sää	Mittausten kesto [min]
	Tietokone	Talo					
1	1,6	3	769	1-2	2-6	Keskiverto lumipyry	90
2	1,6	3	769	2	6-11	Keskiverto lumipyry	120
3	1,6	1,6	1049	1	1-2	Selkeä pakkassää	45

7 Laitteisto

Käytössämme oli lautasantenni, yagi ja ympärisäteilevä antenni. Lisäksi käytössä oli Lucent WLAN-laitteita ja myös kannettava tietokone, jonka varustimme lisäantennipaikkaisella Lucent Silver-merkkisellä 11 Mbit/s WLAN -kortilla, joka kytkettiin kannettavan tietokoneen PCMCIA -porttiin.

7.1 WLAN-laatikko

WLAN-laatikko sisältää kaksi Lucentin WLAN-reititintä. WLAN reitittimen laitettiin PCMCIA kortti, josta adapteri kaapelilla eli ”pigtail” kaapelilla johdettiin laatikon sisältä ulos.

Kuva 19. WLAN-laatikko



7.2 Lautasantenni

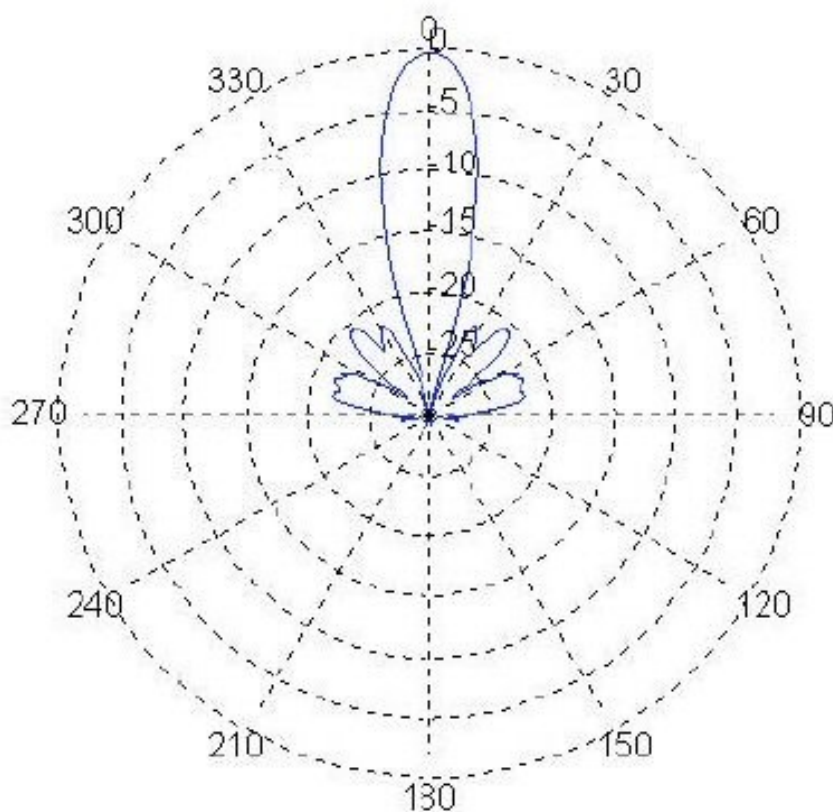
Käytössämme ollut lautasantenni suunnattuna kohteeseen (Kuva 20).

Tekniset tiedot käytössä olleeseen SP60/24 lautasantenniin:

Taulukko 2.

Tyyppi	Umpinainen paraabeli 600mm
Polarisaatio	Lineaarinen, 45 asteen asennus askelissa
Taajuus	2400-2485 MHz
Hyöty	21 dBi

Kuva 20. Suuntakuvio käytössä olleeseen lautasantenniin.



[8]

Kuva 21. WLAN-lautasantenni



7.3 Liittimet

Adapteri kaapeli, jota käytettiin PCMCIA kortin ja 10mm paksuisen ulkokäyttöön tarkoitetun antennikaapelin välissä.

Kuva 22. Pigtail-liitin



7.4 WLAN-kortti

Mittauksissa käytettiin Lucent silver WLAN korttia, joka sopii PCMCIA paikkaan.

Kuva 23. PCMCIA paikkaan tuleva WLAN-kortti



7.5 Kannettava

Käytössämme oli HP-merkkinen kannettava, joka toimi linkin toisessa päässä.

Kuva 24. HP kannettava



YHTEENVETO

Työssäni tutkin WLAN -tekniikka radiolinkkinä ja käytännön mittauksien avulla kantomatkaa. Linkin rakensin Pinomäkeen suurelle peltoaukealle, jossa oli hyvä tehdä koemittauksia.

Projektin lopputuloksena sain tietoa radiolinkistä ja signaalin erilaisista käyttäytymisistä. Havaintoja tein myös pitkänmatkan WLAN-yhteydestä ja toimivuudesta eriolosuhteista. Erityisesti suuntaaminen osoittautui tarkaksi työksi. Myös erilaiset ja uusimmat standardit tulivat tutuksi.

Pitkänmatkan WLAN-tekniikkaa voisi ajatella hyödyntävän niin, että saarella (joka sijaitaisi rannasta yli kilometrin päässä) olisi jokunen mökki tai vastaavasti pientä asumista. Vasta rannalla olisi tukipiste johon tulisi kiinteä liittymä esimerkiksi 2 Mbps. Rannan ja saaren välille tekisi linkin, jonka jälkeen jakaisi muille saarella oleville käyttäjille kaistan. Hyötynä olisi, että maksaisi vain yhdestä kiinteästä liittymästä esimerkiksi 3-5 talouden kesken.

Nykypäivänä kuitenkin jo moni operaattori tarjoaa helposti kytkettävää langatonta liittymää, joka käyttää GSM-verkkoa hyväksi, mutta kyseiselle saarelle ei välttämättä esimerkiksi nopeampi 3G verkko kantaisi, joten yhteys jäisi EDGE tasolle eli teoreettiselle nopeudelle 236,8 kbps.

Tulevaisuudessa langatonta verkkotekniikkaa tulee hallitsemaan Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access), koska se tarjoaa nopeutta ja pitkää välimatkaa linkkien välillä. Wimax:in kantomatka on teoreettisesti jopa 50 kilometriä, mutta käytännössä kantomatka on 20 kilometriä, joka sekin jo vaatii näköyhteyttä linkkien välillä. Yksi tukiasema voi tarjota nopeudeksi jopa 75 Mbps. Wimax käyttää taajuuksia 2-11 GHz riippuen standardista. Nyt yleisimmät taajuudet ovat Yhdysvalloissa 5,8 ja 2,5 GHz ja Euroopassa 3,5 GHz. Vielä liittymien hinnat ovat noin kaksi kertaa kalliimpia verrattuna ADSL ja mobiili-verkkoihin. Päätelaitteet ovat hinnaltaan lähellä samaa. Tänä vuonna odotettavasti Wimax:in käyttö lisääntyy huomattavasti hintojen lasiessa. Verkkojakin on kuitenkin tarjolla jo ympäri Suomea.

LÄHTEET:

- [1] Radiojärjestelmät, Ari Viinikainen, Jyväskylän yliopisto
Tietotekniikanlaitos.
Verkkodokumentti, viitattu 14.1.2008
Saatavissa: <http://www.mit.jyu.fi/arjuvi/opetus/tli347/tli245.pdf>
- [2] Siirtyvä tietoliikenne, Matti Juutilainen
Verkkodokumentti, viitattu 3.2.2008
Saatavissa: <http://www.it.lut.fi/kurssit/06-07/Ti5312600/luentokalvot/luento03.pdf>
- [3] Siirtyvä Tietoliikenne, Pekka Jäppinen, Lappeenrannan teknillinen
yliopisto.
Verkkodokumentti, viitattu 15.1.2008
Saatavissa: <http://www.it.lut.fi/kurssit/05-06/Ti5312600/materiaali/wlan-suorituskyky.pdf>
- [4] Laurean WLAN-asennussuunnitelma, Päivi Kyyro, Laurea-
Ammattikorkeakoulu.
Verkkodokumentti, viitattu 7.5.2007
Saatavissa:?
- [5] Langattomat lähiverkot, Ville Haanperä & Tiina Sinisalo,
Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Seminaarityö
Verkkodokumentti, viitattu 7.5.2007
Saatavissa: <http://www.it.lut.fi/kurssit/05-06/Ti5316800/seminaarit/WLAN.pdf>

- [6] WLAN antennit, kaapelit, liittimet ja ukkossuojat hinta ja saatavuustietoineen, Olavi Lantela & Minna Tiitinen, Helsingin ammattikorkeakoulu, sähkö- ja tietoliikennetekniikka, Ryhmätyö Verkkodokumentti, viitattu 1.3.2008
Saatavissa:
http://opetus.stadia.fi/uusitalo/WLAN/Esitykset2003S/WLAN_AntennitLiittimet_Word.PDF
- [7] WLAN-Langattomat lähiverkot, Tuomas Penttilä, Tampereen ammattikorkeakoulu, Tietotekniikan koulutusohjelma, Insinööriyö Verkkodokumentti, viitattu 27.2.2008
Saatavissa:
<https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/5362/Penttil%C3%A4.Tuomas.pdf?sequence=1>
- [8] Smarteq esite
Verkkodokumentti, viitattu 4.5.2008
Saatavissa: http://www.nowire.se/produktblad/antenn/SP60_24.pdf