



Satakunnan ammattikorkeakoulu

Antti Rosendahl

PITKÄNMATKAN WLAN

Tekniikka Pori

Tietotekniikan koulutusohjelma

Tietoliikennetekniikka

2008

TIIVISTELMÄ

PITKÄNMATKAN WLAN
Rosendahl Antti

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan Porin Yksikkö
Tekniikantie 2
28600 Pori

Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikan suuntautumisvaihtoehto
Työn tilaaja: Samk Tekniikka Pori
Työn valvoja: Arto Mustonen
Sivumäärä: 34
Toukokuu 2008
UDK: 004.73, 621.39, 654.165

Avainsanat: Langattomat lähiverkot, WLAN, standardit

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin miten pitkiä yhteyksiä langattomalla lähiverkko-tekniikalla saadaan aikaiseksi, ja miten eri sääolosuhteet vaikuttavat yhteyteen.

Työssä tutustuttiin myös langattoman lähiverkon standardeihin ja tekniikkaan yleisellä tasolla. Tietolähteenä käytettiin materiaaleja internetistä, sekä itse käytännön kokeista syntyneitä mittaustuloksia.

Työn tuloksena saatiin erittäin paljon tietoa ja kokemusta pidemmälle matkalle luodusta lähiverkosta, sekä sen ongelmista kuten sääolosuhteista ja suuntaamisesta.

ABSTRACT

REMOTE LOCAL AREA NETWORK

Rosendahl Antti

SATAKUNTA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Faculty of Technology and Maritime Management Pori

Tekniikantie 2

28600 Pori

Degree Program of Information Technology

Telecommunication Technology

Commissioned by: Samk Tekniikka Pori

Supervisor: Arto Mustonen

Number of pages: 34

May 2008

UDC: 004.73, 621.39, 654.165

Keywords: Wireless local area networks, WLAN, Standards

The purpose of this thesis was to examine how long distances it is possible to cover by using wireless network technology connections and how different weather conditions affect the connection. Also the wireless network standards and general technology were studied in the thesis.

The sources of information for this thesis were material gathered from the internet and the measurement results of the practical research.

A lot of data and experience on long distance network connections was gathered as a result of this research. During the research, also information about the problems with the technology was gathered such being weather conditions and directing.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	2
SISÄLLYS 4	
1 JOHDANTO.....	6
2 WLAN-TEKNIikka.....	7
2.1 Rakenne 7	
2.2 Desibelit 8	
2.2.1 Antennien korkeuden laskeminen.....	8
2.3 WLAN taajuudet.....	10
2.4 Reitittimen käyttö toistimena.....	12
2.5 Yhdistettäessä taajuudet 2.4GHz ja 5GHz.....	14
3 WLAN-VERKKO STANDARDEJA.....	15
3.1 802.11 15	
3.2 802.11b 15	
3.3 802.11a 16	
3.4 802.11g 17	
3.5 Muut 802.11 Standardit.....	17
4 WLAN-ANTENNIT	18
4.1 Ympärisäteilevä antenni.....	18
4.2 Suunta-antenni.....	19
4.3 Lautasantenni	20
5 WLAN- LIITTIMET.....	21
6 KÄYTÄNNÖN MITTAUKSET.....	23
6.1.1 Mittaukset 1 ja 2.....	24
6.1.2 Mittaus 3.....	26
6.2 Yhteenveto mittaustuloksista.....	28
7 LAITTEISTO.....	29
7.1 WLAN-laatikko.....	29
7.2 Lautasantenni.....	30
7.3 Liittimet30	
7.4 WLAN –kortti.....	31
7.5 Kannettava.....	31
8 PITKÄN MATKAN WLAN-SOVELLUKSIA.....	32
YHTEENVETO.....	33
LÄHTEET: 34	

LYHENTEET

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

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on testata miten pitkiä yhteyksiä Wireless Local Area Network (WLAN) - tekniikalla saadaan aikaiseksi, ja miten eri sääolosuhteet vaikuttavat yhteyteen.

Opinnäytetyö pitää sisällään WLAN – tekniikan teoriaa ja itse käytännön testauksia ja mittauksia. Myös WLAN:n toimintaan vaikuttavia tekijöitä tarkastellaan.

Teoriaosuus käsittelee tekniikkaa, standardeja, sekä käytännön mittauksia pitkän matkan WLAN- yhteydestä. Myös antennit, niiden säteilykuviot ja antennivahvistukset käsitellään teoriassa. Kaikki nämä on hyvä tietää, jotta tiedetään, minkälaisia yhteyksiä laitteilla voidaan saada aikaiseksi.

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

Käytössä 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 kannettavan tietokoneen PCMCIA -porttiin.

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

Pitkän kantomatkan WLAN -yhteyttä voisi hyödyntää harvaan asutuilla alueilla, joilla ei ole suurempia maantieteellisiä esteitä, tai vaihtoehtoisesti taajamassa luomaan lähiverkkoja rakennusten välillä.

Projektin lopputuloksena saatiin tietoa pitkänmatkan WLAN – yhteydestä ja toimivuudesta eri olosuhteista.

2 WLAN-tekniikka

WLAN-tekniikan avulla pystytään rakentamaan langattomia lähiverkkoja rajatulle alueelle. Käytettäessä langattomia lähiverkkoja ei tarvita mitään erillistä siirtotietä sillä data liikkuu sähkömagneettisina aaltoina tukiasemien välillä. Tukiasemat voivat esimerkiksi olla liitettynä perinteiseen Ethernet-verkkoon.

Tukiasemat vastaanottavat, puskuroivat ja lähettävät dataa langallisen ja langattoman lähiverkon välillä. Jotta työasemalla pääsisi WLAN-verkkoon, tulee siinä olla WLAN-adapteri. WLAN-adapteri voi olla kiinteä, tietokoneeseen liitetty kortti tai valmiiksi emolevyyn integroitu ominaisuus. Korteissa on lähetin ja vastaanotin, joiden avulla voidaan toteuttaa radioyhteys toiseen laitteeseen. Lähes kaikissa uusissa tietokoneissa on nykyään valmiina WLAN-ominaisuus.

Nykyään on myös mahdollista liittää tietokoneen USB-porttiin WLAN-adapteri. WLAN-adapterissa on lähetin ja vastaanotin, joiden avulla voidaan toteuttaa yhteys toisesta tietokoneesta toiseen tukiaseman välityksellä.

Vaikka radioaalto-tekniikka ei vaadikaan näköyhteyttä päättien ja lähettimen välille, fyysiset esteet, kuten esimerkiksi seinät, ihmiset, ovet ja puut heikentävät signaalin etenemistä. Lisäksi radioaaltojen etenemiseen vaikuttavat vaimennus, heijastukset, monitie-eteneminen, taipuminen ja sironta.

2.1 Rakenne

Wlan:in tarkoituksena on tarjota lähiverkkoyhteys, joka toimii ilman hankalia johtoja. WLAN voi olla joko kokonaan langaton tai langallisen verkon jatkeena toimiva verkko. WLAN verkkoa jossa on myös muita tekniikoita kuin langaton tekniikka, kutsutaan infrastruktuuri wlan:ksi.

Sisätiloissa kantama rajoittavat erilaiset rakenteet, kuten seinät. Ulkotiloissa saavutetaan IEEE 802.11 standardin mukaisilla laitteilla 2,4ghz taajuusalueella tavanomaisella integroidulla ympärisäteilevällä antennilla noin 150–300 metrin kantama. Sisätiloissa kantama jää usein rakenteista riippuen jopa yhteen huoneeseen.

2.2 Desibelit

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. Kaava (3.2.1.1) antaa kahden tehon välisen suhteen desibeleissä.

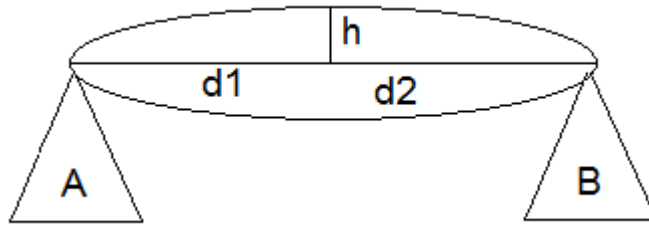
$$P_{dB} = 10 \log \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$$

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.

2.2.1 Antennien korkeuden laskeminen

Suora näköyhteys lähetin- ja vastaanotinantennien välille on saatava aikaan linkkijännitteen mitoituksessa käytetyllä taajuusalueella sekä niiden väli vapaaksi esteistä ns. Fresnellin 1. vyöhykkeen vähintään 60 prosentin alueelta. Näin välimaastoon sattuvista esteistä heijastuvat radioaallot eivät suoraan etenevään aaltoon verrattuna tule perille sellaisessa vaiheessa, että ne merkittävästi vaimentaisivat suoraan etenevää aaltoa.



Kuva 1. Antennien korkeuden laskenta

$$h = 17,3 \cdot \sqrt{\frac{d1 \cdot d2}{f(d1 + d2)}}$$

Kaava 1

h = Fresnelin alueen säde mittauspisteestä (m)

$d1$ = mittauskohdasta matka pisteeseen A (m)

$d2$ = mittauskohdasta matka pisteeseen B (m)

f = taajuus (MHz)

$f = 2,4\text{GHz} = 2400\text{MHz}$

$d1 = d2 = 700\text{m}(1000\text{m})$

Tässä on laskettu, paljonko pitäisi olla antennien korkeus 700 metrin matkalla, jotta yhteyden luonti onnistuisi hyvin.

$$h = 17,3 \cdot \sqrt{\frac{350 \cdot 350}{2400 \cdot 700}} = 4,67\text{m}$$

Käytännössä $4,67\text{m} \cdot 0,6 = 2,8\text{m}$

Tässä on laskettu, paljonko pitäisi olla antennien korkeus 1000 metrin matkalla, jotta yhteyden luonti onnistuisi hyvin.

$$h = 17,3 \cdot \sqrt{\frac{500 \cdot 500}{2400 \cdot 1000}} = 5,58\text{m}$$

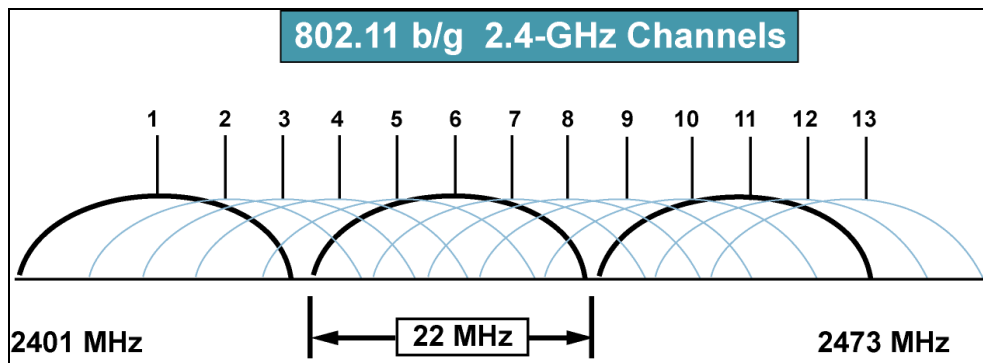
$$\text{Käytännössä } 5,58\text{m} \cdot 0,6 = 3,3\text{m}$$

Näistä laskuista selviää syy miksi luotu yhteys ei toiminut täydellä teholla. Antennit olisi pitänyt sijoittaa molemmissa päissä paljon korkeammalle, jolloin olisi saavutettu parempi yhteys-nopeus.

2.3 WLAN taajuudet

Euroopassa on käytössä 13 kanavaa taajuuksilla 2,412 GHz – 2,472 GHz ISM – alueella (Industrial, Scientific and medical), joista kolmea erillistä kanavaa voidaan käyttää WLANin 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 [2]

Jokainen kanava on 22MHz leveä. Kanavista vain kolme ei mene päällekkäin jonkun muun kanavan kanssa: 1, 6 ja 11.



Kuva 11. Kanavien päällekkäisyydet.

Taulukko 1 2.4 GHz taajuuksien kanavien myöntäminen vapaaseen käyttöön.

(Alexander. 2005:65)

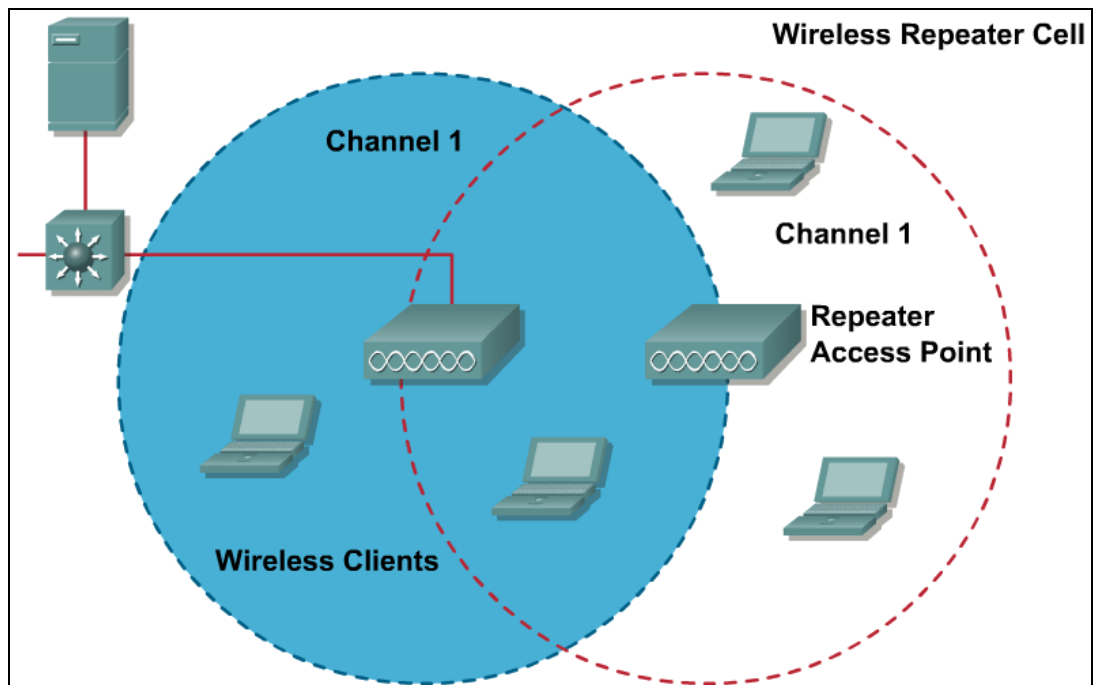
Kanavan numero	Taajuus GHz	NA (North-America)	ETSI	Japani
1	2.412	x	x	x
2	2.417	x	x	x
3	2.422	x	x	x
4	2.472	x	x	x
5	2.432	x	x	x
6	2.437	x	x	x
7	2.442	x	x	x
8	2.447	x	x	x
9	2.452	x	x	x
10	2.457	x	x	x
11	2.462	x	x	x
12	2.467		x	x
13	2.472		x	x
14	2.484			x

2.4 Reitittimen käyttö toistimena

Langattoman verkon laajennus onnistuu parhaiten, kun käytetään WLAN-reititintä toistimena varsinkin silloin kun langallista lähiverkkoa ei ole mahdollista käyttää. Langaton-toistin on yksinkertaisesti WLAN-reititin, joka ei ole kytkettynä langalliseen lähiverkkoon. Tämä rakenne vaatii 50 prosentit ylikuulumisen kahden reitittimen välille, jossa ensimmäinen reititin on kytketty langalliseen lähiverkkoon ja toinen reititin on määritelty toistimeksi.

Verkkoon kytketyn laitteen, jonka tarkoitus on viestiä keskenään muiden verkkoon kuuluvien laitteiden kanssa, täytyy käyttää samaa SSID:tä. Toistinreititin käyttää myös samaa kanavaa kuin pääreititin.

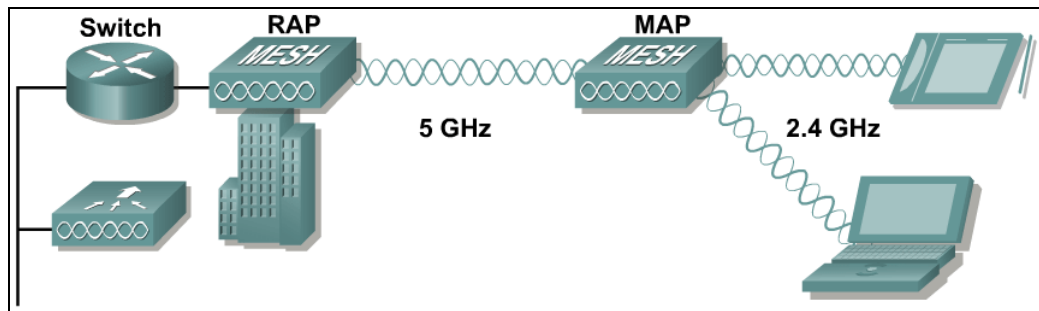
Vastaanottoon ja uudelleenlähetykseen kuluva aika aiheuttaa suorituskyvyn putoamisen noin puoleen.



Kuva 2.4 Reitittimen käyttö toistimena

2.5 Yhdistettäessä taajuudet 2.4GHz ja 5GHz.

Luotaessa suurempia langattomia lähiverkkoja, käytetään usein yhdessä kahta eri WLAN-standardin omaavaa verkkoa. 802.11a eli 5GHz:n radiolinkkiä käytetään siirtämään tieto kahden langattoman pääreitittimen välillä, kun taas käyttäjiä varten on käytössä 2.4GHz:n taajuudella toimiva yhteys jonka standardi on 802.11g. Pääyhteys toimii ainoastaan reitittimien välillä ja se ei keskustele käyttäjien kanssa lainkaan, vaikka jollain käyttäjällä olisikin käytössä 802.11a-standardin omaava laite.



Kuva 2.5 Kaksi radiojärjestelmää yhdistettynä.

3 WLAN-verkko standardeja

3.1 802.11

Ensimmäinen WLAN-tekniikka, jonka nimellinen nopeus oli 1 tai 2 megabittiä sekunnissa. 802.11 toimi vapaalla 2,4 gigahertsin taajuudella.

IEEE julkaisi 26.7.1997 ensimmäisen WLAN-standardinsa, joka käytti nimeä 802.11. IEEE esitteli jo vuonna 1990 ensimmäisen versionsa standardista, josta kehittyi kuuden eri version kautta 1997 julkaistu 802.11-standardi. 802.11 määrittää pääasiassa OSI-mallin fyysisen kerroksen ja siirtokerroksen alemman osan, joka tunnetaan nimellä MAC (Media Access Control). Standardin määrittelemät verkkoyhteyksien nopeudet ovat 1 Mbps ja 2 Mbps. 802.11 toimii 2,4 - 2,4835 GHz:n taajuudella ja määrittelee välitystekniikoiksi infrapunaa ja radiotaajuuden. Radiotaajuustekniikoista ovat käytössä suorasekvenssihajaspektri- (DSSS) ja taajuushyppelyhajaspektritekniikat (FHSS). DSSS-tekniikan tiedonsiirto tapahtuu lähettämällä tieto 11-bittisiä sarjoja (Barkerin sarja) verkkokojeiden välillä. Verkkotopologioiksi standardi määrittelee AdHoc-verkon, jossa mobiiliasemat (ms) ovat suoraan yhteydessä toisiinsa sekä infrastruktuurin, jossa mobiiliasemat liikennöivät tukiasemien (Access point, AP) kautta.

3.2 802.11b

Nimellinen nopeus on 11 megabittiä sekunnissa. 802.11 toimii vapaalla 2,4 gigahertsin taajuudella.

Jatkuvasti kehittyvien verkkosovellusten ja langattomien verkkojen laajentuneen käytön takia 802.11 standardin määrittämät nopeudet kävivät auttamatta liian hitaiksi ja tarvittiin uusi standardi, joka vastaisi paremmin käyttäjien ja sovellusten vaatimuksiin.

Vastauksena näihin haasteisiin IEEE julkaisi uuden 802.11b standardin vuonna 1999. Standardi, joka käyttää myös nimeä 802.11hr (high rate), määrittelee verkkoyhteyden nopeudeksi 5,5 Mbps ja 11 Mbps, mikä tekee 802.11b:stä huomattavasti edeltäjänsä nopeamman. Yhteys toimii edelleen samalla 2,4 GHz:n taajuudella, mutta toteuttaa tiedonsiirrossa CCK-tekniikkaa (complement code keying). Tämä tarkoittaa, että tieto lähetetään 64:n 8-bittisen koodisanan sarjoina. Sarjamuodossa kullakin koodisanalla on oma matemaattinen merkityksensä. Vaihtoehtoisena siirtotekniikkana 802.11b tarjoaa PBCC-tekniikan (packet binary convolutional coding) ja tukee edeltäjänsä siirtotekniikkaa (Barkerin sarja).

3.3 802.11a

Vapaalla ylempällä ISM ("industrial, scientific and medical": 5725.0–5875.0 MHz) taajuusalueella toimiva verkkotekniikka, jonka nimellisa nopeus on 54 megabittia sekunnissa.

IEEE julkaisi syksyllä 1999 myös toisen standardin. 802.11a-standardi koki edeltäjiinsä verrattuna suurempia muutoksia. Määritetty toimintataajuus on 5 GHz, aiemman 2,4 GHz:n sijaan. Taajuutta nostettiin, koska tarvittiin lisää kaistaa verkkoyhteyksien nopeuksien kasvattamiseksi. Myös siirtotekniikka koki muutoksen. Uusi standardi määritteli tiedonsiirtoa varten OFDM-tekniikan (orthogonal frequency division multiplexing), joka perustuu signaalin jakamiseen pienempiin alasiinaaleihin. Jaetut signaalit siirretään yhtäjaksoisesti eri taajuuksilla. Muutoksien myötä saatiin verkkoyhteyksien nopeus kasvatettua 54 Mbps:ään.

802.11a standardi ei edusta huolimatta ole kokenut 802.11b:n kaltaista suosiota. Tähän on syynä hinnoiltaan kalliimmat verkkolaitteet ja korkeamman taajuuden aiheuttama kantaman pienentyminen verrattuna samoissa oloissa käytettyyn 802.11b:n.

3.4 802.11g

802.11g-standardi on käytännössä syrjäyttänyt vanhemman b-standardin yleisessä käytössä. Tämän standardin mukaiset laitteet toimivat a-version tapaan 54Mbps:n nopeudella, mutta 2,4GHz:n taajuudella. Lisäksi se on täysin yhteensopiva aikaisemman 802.11b-standardin kanssa. A-versio ei ollut yhteensopiva b-standardin kanssa. 802.11g-laitteet sopivat paikkoihin, joissa vaaditaan suurta kaistaa, esimerkiksi messuhalleihin tai auditorioihin.

Vuonna 2000 IEEE-työryhmä perusti erillisen tutkimusryhmän kehittämään 802.11b-standardin laajennusta. Vuonna 2003 IEEE ratifioi tutkimustyön tuloksena 802.11g-standardinsa. 802.11g-standardi on risteytys 802.11a ja 802.11b standardeista, koska se käyttää tiedonsiirtoon CCK-OFDM-tekniikkaa ja tarjoaa vaihtoehtoiseksi siirtotavaksi PBCC-tekniikan. Standardi määrittää radiotaajuustekniikoista DSSS, HR-DSSS ja OFDM tekniikat. Se kykenee liikennöimään nopeuksilla 54 Mbps ja 11 Mbps, käyttää 2,4 GHz:n taajuutta, ja on siksi täysin yhteensopiva vanhemman 802.11b-standardin kanssa.

3.5 Muut 802.11 Standardit

IEEE on julkaissut 802.11-standardeista myös lisäominaisuuksia sisältäviä standardeja. 802.11e on kehitetty parantamaan WLAN-verkon soveltuvuutta multimediapalveluihin. 802.11f standardi pyrkii parantamaan WLAN-verkoissa eri valmistajien välistä yhteensopivuutta. Se määrittelee liikenteen liityntäpisteiden välissä. 802.11h-standardi puolestaan sisältää lisämääritykset 5GHz:n taajuusalueen käytölle Euroopassa. 802.11i-standardi on kehitetty parantamaan tietoturvaa ja 802.11j sisältää Japania koskevat laajennukset. 802.11d-standardi on kehitetty, jotta 802.11-standardin mukaisia laitteita voitaisiin käyttää maissa, joissa niitä ei saa käyttää. 802.11k on puolestaan parannus WLAN -järjestelmän hallintaan ja 802.11x on lähiverkkojen pääsyn valvontastandardi.

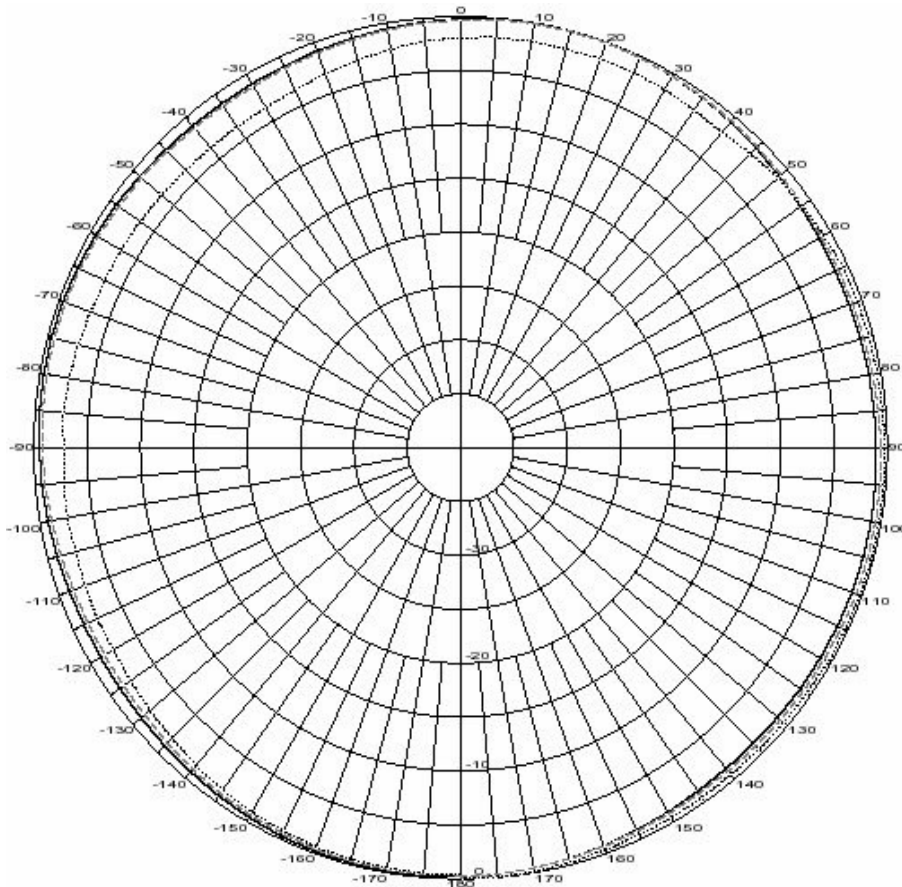
4 WLAN-Antennit

4.1 Ympärisäteilevä antenni

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



Kuva 2 Ympärisäteilevä antenni



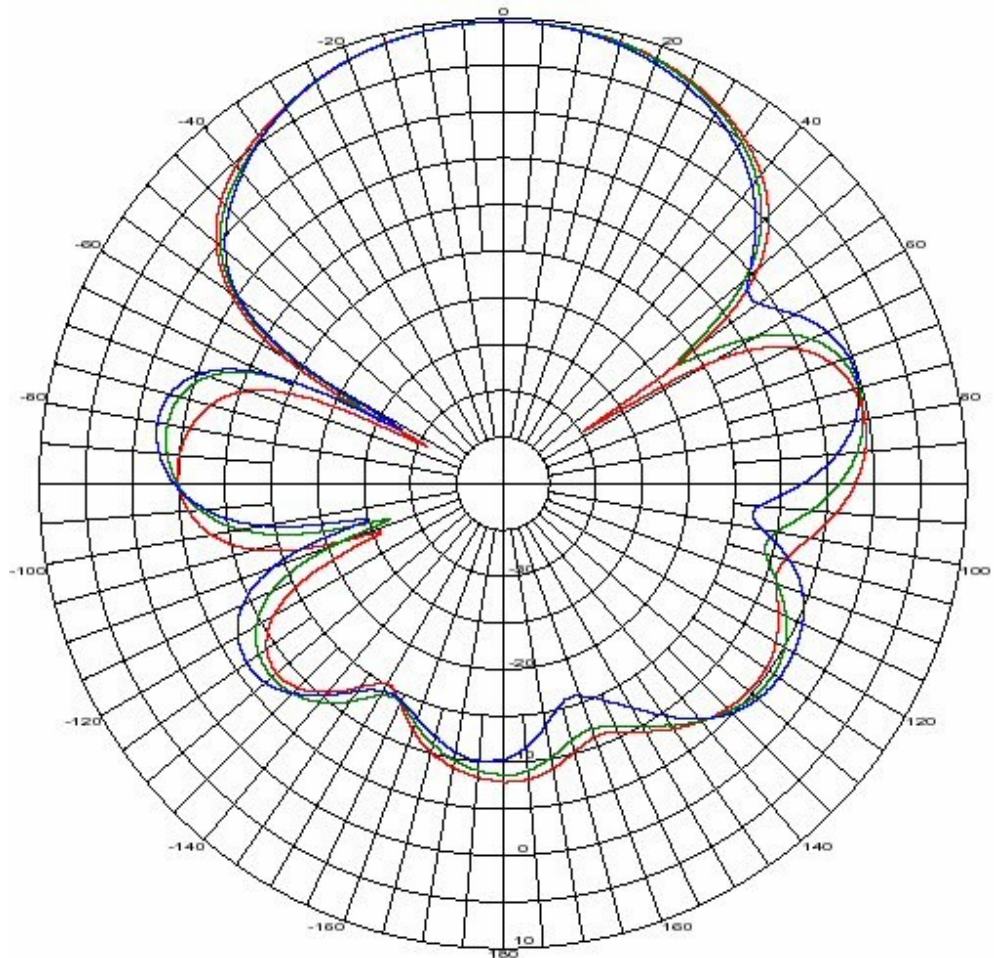
Kuva 3 Ympärisäteilevän antennin suunta kuvio

4.2 Suunta-antenni

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



Kuva 4 Suunta-antenni



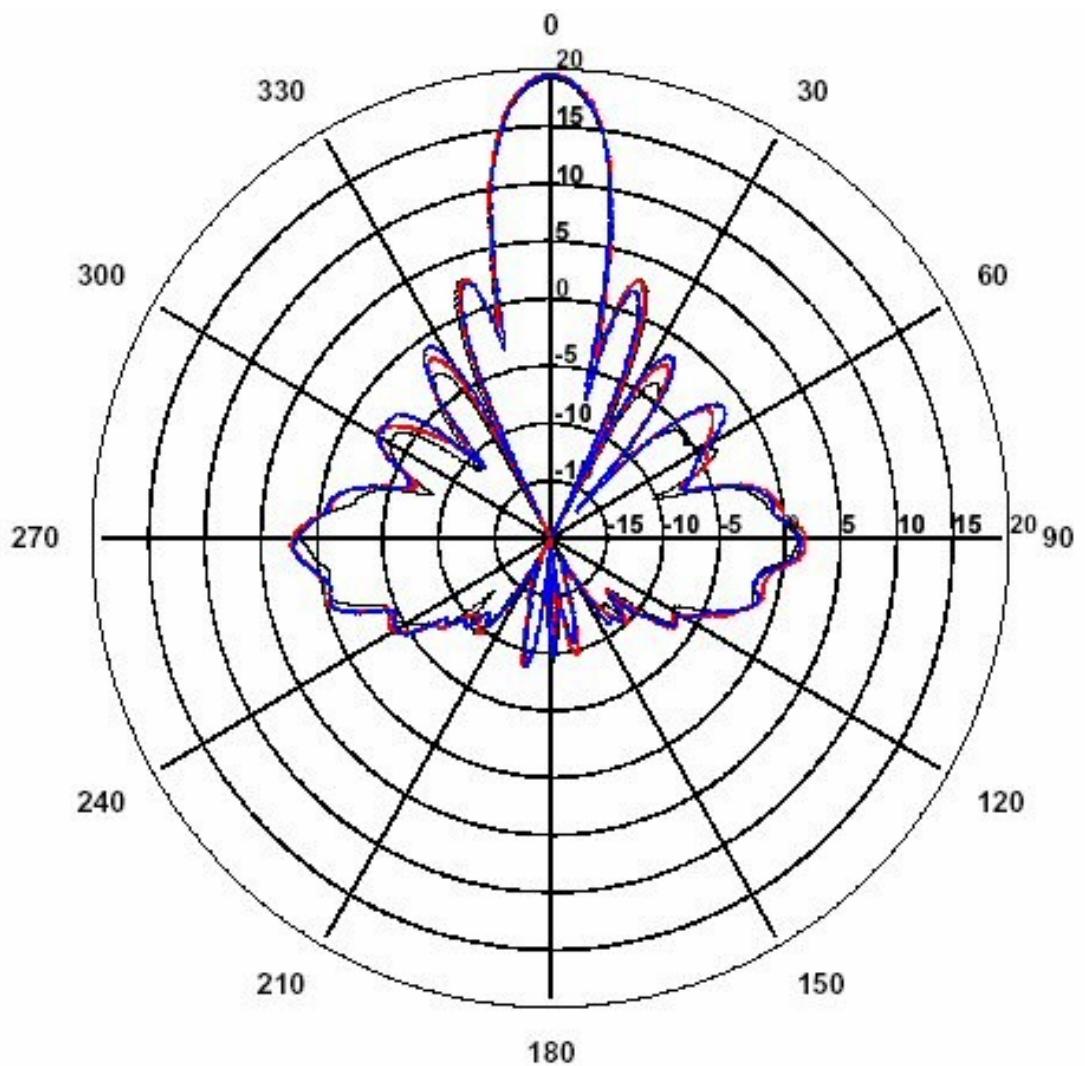
Kuva 5 Suunta-antennin suunta kuvio

4.3 Lautasantenni

Tällä antenni tyypillä on hyvä tehdä pitemmän matkan linkkejä. Suunnataan toiseen linkkiin suoraan, koska säteilee enimmäkseen eteenpäin.



Kuva 6 Lautasantenni

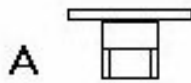


Kuva 7 Lautasantennin suunta kuvio

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.

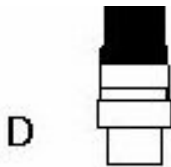
Muutamia erilaisia liittimiä:



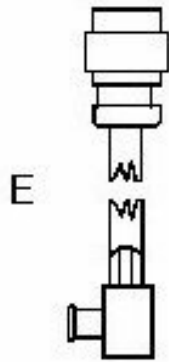
Kuva 8. A. Antennissa oleva N-runkoliitin



Kuva 9 B. N-pistoke, 10 mm paksulle kaapelille. C. Kaapeli, paksuus 10 mm



Kuva 10 D. N-jatkopistoke 10 mm paksulle kaapelille



Kuva 11. Adapterikaapeli ("pigtail") langattomaan verkkokorttiin

[4]

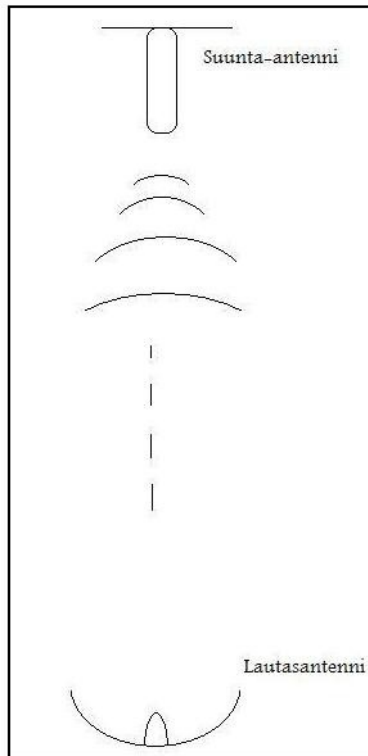
6 Käytännön mittaukset

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. Siksi alettiin etsiä toista mittauskohdetta, jossa olisi internet-yhteys mahdollisuus. Mittauspaikalla tuli olla esteetön näköyhteys mahdollisimman pitkälle. Sopiva mittauskohde, löydettiin Pinomäessä sijaitsevalta peltoaukealta. Kohde oli mittauspaikkana hyvä, koska talon päässä oli internetyhteys saatavilla, jolloin pystyttiin toteamaan käytännössä internet-yhteyden toimivuuden. Antenni oli sijoitettavissa kolmen metrin korkeuteen, joka mahdollisti yhteyden luomisen pidemmälle matkalle. Kannettavan tietokoneen päässä oli erinomainen mahdollisuus siirrellä antennia paikasta toiseen myös eri etäisyyksillä. Käytössä oli maastoauto, jolla pääsi liikkumaan heikkokuntoisilla peltoteilla ja myös pellolla.

Mittauksia tehtiin eri sääolosuhteissa, aina lumisateesta poutasäähän. Mittaustulokset lisättiin vain parhailta yhteydenluontipaikoilta. Usein yhteys saatiin luotua yli kilometrin matkalta, mutta se oli vain hetkellinen. Suuntaus osoittautui erittäin tarkaksi työksi ja mittauslaitteissa 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 saatiin mittaustuloksia. Kova tuuli haittasi antennin vakautta, koska suurehkoon lautasantenniin tuuli otti erittäin voimakkaasti kiinni. Mittauksissa kirjattiin ylös WLAN-yhteysnopeus, signaalin voimakkuus, sekä käytännön internet-yhteysnopeus. Hyviä yhteyksiä saatiin luotua noin 700 metrin ja 1000 metrin matkoilta. Yhteyden kesto oli aina 45 minuutista 90 minuuttiin, jotta saatiin luotettavaa mittaustietoa.

6.1.1 Mittaukset 1 ja 2

Mittaukset 1 ja 2 on mitattu samasta mittauspisteestä. Mittauksessa 1 lautasantenni oli suunnattu kohtisuoraan vastakkaista suunta-antennia kohti (Kuva. 55). Tässä mittauksessa välimatka oli n. 770m (kuva 679). Mittauksessa saatiin signaalin voimakkuudeksi 1-2 (asteikolla 1-5) ja nopeudeksi 2-6 Mbit/s. Ilma oli pakkasen puolella n. -5 astetta ja lunta pyrytti normaalia enemmän.

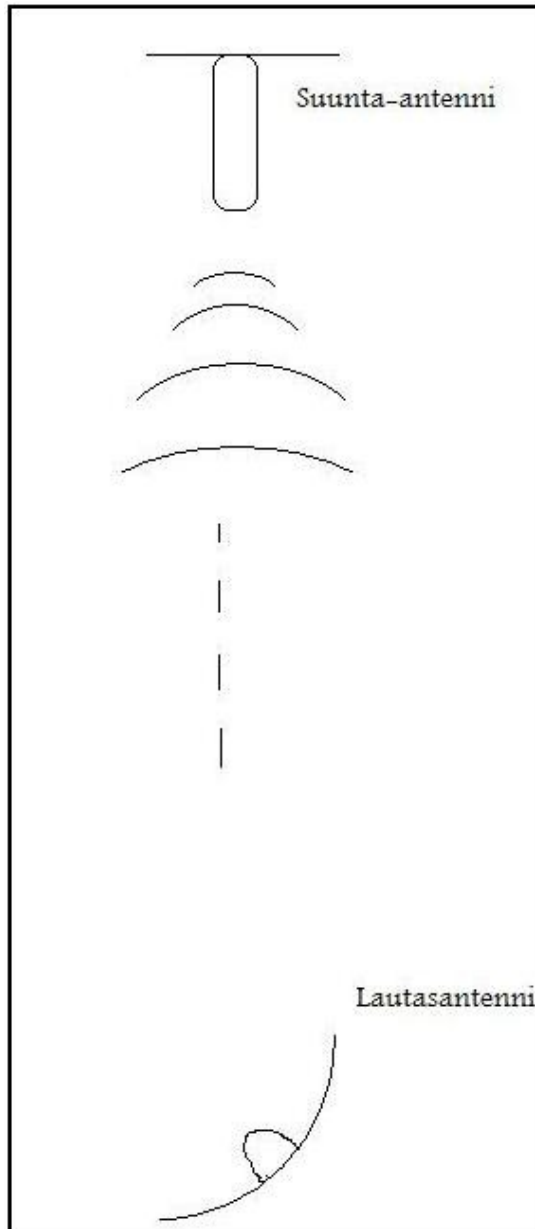


Kuva. 12 Mittaus 1



Kuva 13 Mittausmatka 769

Mittaus 2 on mitattu samasta paikasta, kuin mittaus 1, mutta mittauksessa 2 lautasantenni oli suunnattu noin 30-40 astetta ”ohi” suunta-antennin (Kuva.56). Sää-olot olivat hyvin samanlaiset kuin mittauksessa 1. Tässä mittauksessa saatiin yllättävästi signaalin voimakkuudeksi 2 (asteikolla 1-5) ja nopeudeksi 6-11 Mbit/s. Yhteys oli jotenkin parempi, kuin samoissa olosuhteissa suoritettu mittaus 1. Tästä huomattiin miten paljon eroa tuli pelkällä suuntauksella.



Kuva. 14 Mittaus 2

6.1.2 Mittaus 3

Mittaus 3 suoritettiin yli kilometrin matkalta (Kuva 57). 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. Sääolosuhteena mittauksessa 3 oli selkeä pakkassää. Signaalin voimakkuudeksi saatiin 1 (asteikolla 1-5) ja nopeudeksi 1-2 Mbit/s.



Kuva 15. Mittausmatkan 1049m

6.2 Yhteenveto mittaustuloksista

Mittaustuloksissa ja yhteyden saantiin oli säällä 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. Taulukossa 22 on yhteenveto mittaustuloksista.

Taulukko 2. Yhteenveto mittauksista 1,2 ja 3.

Mittaus	Antennin korkeudet [m]		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

Käytössä oli lautasantenni, yagi ja ympärisäteilevä antenni. Lisäksi käytössä oli Lucent WLAN –laitteita ja myös kannettava tietokone, joka varustettiin lisäantennipaikkaisella Lucent Silver -merkkisellä 11 Mbit/s WLAN -kortilla, joka tuli kannettavan tietokoneen PCMCIA -porttiin.

7.1 WLAN-laatikko

WLAN-laatikko sisältää kaksi Lucentin WLAN-reititintä.

Kuva 16 WLAN-laatikko



7.2 Lautasantenni

Kuva 17 WLAN-lautasantenni



7.3 Liittimet

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

Kuva 18 Pigtail-liitin



7.4 WLAN –kortti

Kuva 18 PCMCIA paikkaan tuleva WLAN-kortti



7.5 Kannettava

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

Kuva 19 HP kannettava



8 Pitkän matkan WLAN-sovelluksia

WLAN-tekniikkaa pidemmälle matkalle voisi toteuttaa helposti taajaman ulkopuolella. Esimerkiksi voisi ajatella niin, että merellä sijaitsevassa saarella jossa olisi jokunen mökki tai vastaavasti asutusta luotaisiin langaton lähiverkko hyödyntäen 2.4GHz:iä käyttävää 802.11g standardia. Vastarannan ja saaren välille taas luotaisiin linkki joka käyttäisi 5GHz:n taajuudella toimivaa 802.11a verkkoa, jossa rannan päässä oleva reititin olisi kytkettynä langalliseen verkkoon, esimerkiksi adsl-linjaan. Näin saataisiin saaren kaikille asukkaille internet-yhteys yhden hieman nopeamman yhteyden maksulla.

Nykypäivänä kuitenkin operaattorit tarjoavat helposti kytkettäviä langattomia yhteyksiä, jotka käyttävät GSM-verkkoa hyväkseen. Yleisimpänä gprs-yhteys, jonka nopeus jää n. 40-50kbit/s (eli modeemi yhteyden luokkaa), sitä on mahdollista käyttää myös EDGE-nopeudella, jolloin käytännön nopeus nousee 150-200kbit/s. Nykyään tarjolla on 3G-yhteys, jolla päästään lähes laajakaistan siirtonopeuksille, mutta tällä hetkellä 3G toimii täydellä nopeudella vain kaupunkien keskustojen läheisyydessä ja kantoalueen ulkopuolella nopeus tippuu EDGE-tasolle.

Uusin kehityksen alla oleva langaton laajakaistatekniikka on ns. WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access). WiMAX perustuu IEEE 802-sarjan avoimeen 802.16 standardiin, joka valmistui syksyllä 2001 ja julkaistiin 8.4.2002. Standardin kehitys on jatkunut koko ajan ja sen viimeisin versio IEEE Std 802.16–2004 hyväksyttiin kesäkuussa 2004.

WiMAX-tekniikan tarkoituksena on tarjota käyttäjille liikennöintinopeuksiltaan nykyisiä kaapelimodeemi- ja DSL-yhteyksiä vastaava langaton verkkoyhteys, jonka käyttö ei ole sidoksissa esimerkiksi rakennuskohtaisiin rajoihin. Käytännössä WiMAXin toimintaa voidaan verrata WLAN-verkkoon, mutta sen toiminta-alue on huomattavasti suurempi. Teoreettinen kantama voi optimaalisissa olosuhteissa olla jopa viisikymmentä kilometriä – käytännössä kolmenkymmenen kilometrin ylittäminen lienee kuitenkin epävarmaa, ja yhteydet yli 20 kilometrin etäisyyksiltä vaativat toimiakseen suoran näköyhteyden tukiasemaan. Kantamaan vaikuttavat radioaaltojen etenemistä vaimentavat fyysiset esteet sekä vaikeat sääolosuhteet, kuten vesi- tai lumisade ja sumu.

YHTEENVETO

Työssä tutkittiin WLAN -tekniikan standardeja ja teoriassa suunniteltujen ja käytännön mittauksella testattiin kantomatkaa. Yhteys suunniteltiin teoriassa ja käytännön yhteys luotiin Pinomäkeen suurelle peltoaukealle, jossa oli hyvä tehdä koemittauksia.

Projektin lopputuloksena saatiin tietoa langattoman yhteyden standardeista ja yhteyden luonnista radiolinkkinä. Saatiin kokemusta pitkämatkan WLAN-tekniikan periaatteista ja erilaisista ongelmista, jotka johtuivat suuntaamisesta tai sääolosuhteista.

WLAN-tekniikkaa pidemmälle matkalle voisi toteuttaa esimerkiksi taajaman ulkopuolella, jossa asutus on harvempaa. Maksettaisiin vain yhdestä paremmasta linjasta ja jaettaisiin yhteyttä suunnattavilla antennilla taloihin tai talo rykelmiin. Sitä voisi myös hyödyntää luomalla lähiverkkoja rannikolta saariin ja saarista taas edelleen toisille saarille.

Nykypäivänä puhelin- ja laajakaistaoperaattorit tarjoavat lisääntyvässä määrin WLAN-tekniikan ns. korvaajaksi 3G- ja GPRS-yhteyksiä. 3G-yhteys on lähes yhtä nopea kuin kiinteä laajakaista, mutta 3G-kattavuusalueet eivät tällä hetkellä ulotu kovinkaan kauas isompien kaupunkien keskustoista, jolloin yhteyden maksimi nopeus jää vain n. 240 kilobittin sekunnissa.

LÄHTEET:

- [1] Laurean WLAN-asennussuunnitelma, Päivi Kyyro, Laurea-
Ammattikorkeakoulu.
Verkkodokumentti
Saatavissa:
- [2] Radiojärjestelmät, Ari Viinikainen, Jyväskylän yliopisto
Tietotekniikanlaitos.
Verkkodokumentti
Saatavissa: <http://www.mit.jyu.fi/arjuvi/opetus/tli347/tli245.pdf>
- [3] WLAN Langattomat lähiverkot, Tuomas Penttilä, Tampereen
ammattikorkeakoulu, Tietotekniikan koulutusohjelma, Insinööriyö
Verkkodokumentti
Saatavissa:
[https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/5362/Penttil%C3%A4.Tuoaa
s.pdf?sequence=1](https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/5362/Penttil%C3%A4.Tuoaa%20s.pdf?sequence=1)
- [4] Siirtyvä Tietoliikenne, Pekka Jäppinen, Lappeenrannan teknillinen
yliopisto.
Verkkodokumentti
Saatavissa: [http://www.it.lut.fi/kurssit/05-
06/Ti5312600/materiaali/wlan-suorituskyky.pdf](http://www.it.lut.fi/kurssit/05-06/Ti5312600/materiaali/wlan-suorituskyky.pdf)
- [5] Siirtyvä tietoliikenne, Matti Juutilainen
Verkkodokumentti
Saatavissa:
<http://www.it.lut.fi/kurssit/06-07/Ti5312600/luentokalvot/luento03.pdf>

- [6] Langattomat lähiverkot, Ville Haanperä & Tiina Sinisalo,
Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Seminaarityö
Verkkodokumentti
Saatavissa: <http://www.it.lut.fi/kurssit/05-06/Ti5316800/seminaarit/WLAN.pdf>
- [7] WLAN antennit, kaapelit, liittimet ja ukkossuojat hinta ja
saatavuustietoineen, Olavi Lantela & Minna Tiitinen, Helsingin
ammattikorkeakoulu, sähkö- ja tietoliikennetekniikka, Ryhmätyö
Verkkodokumentti
Saatavissa:
http://opetus.stadia.fi/uusitalo/WLAN/Esitykset2003S/WLAN_AntennitLiittimet_Word.PDF