



LIIKKUVA TUKIASEMA

Mohamid Shaker

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2012
Tietotekniikka koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikka ja tietoverkot
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikka ja tietoverkko

SHAKER, MOHAMID: Liikkuva tukiasema

Opinnäytetyö 45 s.
Huhtikuu 2011

Tämä opinnäytetyö tehtiin Tampereen ammattikorkeakoulussa. Opinnäytetyön tavoitteena oli rakentaa liikkuva tukiasema, jolla voidaan tehdä puhelinsoitto alueilla, joissa ei ole toimivia GSM-tukiasemia. Tarkoituksena oli saada Internet-yhteys alueille, joista GSM- ja 3G-verkko katkeaa. Liikkuvan tukiaseman kautta voidaan päästä Internetiin, jonka kautta voidaan soittaa WLAN-puhelimella tai tietokoneella lanka- ja matkapuhelimiin.

Työn alkuosassa kerrotaan matkapuhelinten sukupolvien ominaisuuksista ja jokaisen sukupolven käyttämistä tekniikoista. Sen jälkeen kerrotaan antennien ominaisuuksista, eri antennityypistä ja jokaisen antennityypin peittoalueen muodosta.

2.4- ja 5 GHz ovat lisenssivapaita taajuuksia, mutta ne eivät ihan vapaita taajuuksia, koska ne sijaitsevat keskellä radioamatöörien taajuusalueita, joilla voi esiintyä hyvin voimakkaita häiriöitä. Työssä selvitettiin 2.4- ja 5 GHz taajuuksille sallitut säteilytehot Suomessa.

Suomessa on käytettävissä monta langatonta verkkoa, jotkut verkot on tarkoitettu kattamaan kaupunkimaisia asutusalueita tai harvaanasuttuja alueita. Työssä kerrotaan käytettävistä langattomista verkoista ja jokaisen verkon kattavuusalueista Suomessa.

Työ tuloksena saatiin liikkuva tukiasema, joka saa @450-laajakaistaverkkoa ja jakaa WLAN-yhteyttä monille päätelaitteille. Liikkuvaan tukiasemaan asennettiin akku, jolla saadaan liikkuva tukiasema toimimaan jopa kahdeksan tuntia ilman sähköä.

Asiasanat: Liikkuva tukiasema, @450-verkko, Antenni, ISM-taajuudet, Matkapuhelin sukupolvet

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Department of Computer Engineering
Telecommunication

SHAKER, MOHAMID: Portable Base Station

Bachelor's thesis 45 pages
March 2012

This Bachelor's thesis was made in Tampere University of Applied Sciences. The aim of the thesis was to build a portable base station that makes it possible to make phone calls in areas where there is no working GSM network. The goal was to access to the Internet in areas, which has no working a GSM or 3G networks. Via a portable base station we can access to the Internet, which can be use to make a phone calls by WLAN phone or computer to the landline phone or mobile phone.

The first part of thesis describes different mobile phone generation's features. Then thesis describes antenna's properties, different kinds of antennas and each kind of antenna's coverage area.

The 2.4 GHz and 5 GHz frequencies are free licence frequencies, but they are not free at all, because that they are located in the middle of the amateur radiofrequencies bands, in which severe disturbances may occur. The thesis describes 2.4 GHz and 5 GHz frequencies permitted power level in Finland.

There are many available wireless networks used in Finland, some of these networks are destined to cover urban areas and others are destined to cover a few inhabited areas. The thesis describes available wireless networks and each network coverage area in Finland.

As a result of this work we got portable base station that get @450 networks and spread WLAN connections. It is powered by battery and can used for as long as eight hours.

Key words: Portable Base Station, @450-Network, ISM Frequencies, Mobile Phone Generations

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	4
1.1	Tutkimuksen ongelmat	4
1.2	Ongelman ratkaisu	6
2	MATKAPUHELINTEN SUKUPOLVET	7
2.1	Ensimmäinen sukupolvi (1G)	7
2.2	Toinen sukupolvi (2G).....	8
2.3	Kolmas sukupolvi (3G).....	9
2.4	Neljäs sukupolvi (4G).....	9
3	ANTENNI	11
3.1	Antennin ominaisuudet	11
3.1.1	IR-laite.....	11
3.1.2	EIRP-tehot.....	11
3.1.3	Antennin vahvistus ja vaimennus.....	12
3.1.4	Vaaka- ja pystysuuntaisen säteilykeilan leveys	12
3.1.5	Polarisaatio.....	13
3.2	Antennityypit	14
3.2.1	Suuntaamaton antenni	14
3.2.2	Puolisuunta-antenni.....	15
3.2.2.1	Planner-antenni	15
3.2.2.2	Yagi-antenni.....	15
3.2.3	Suunta-antenni.....	16
4	ISM-TAAJUUSKAISTAT.....	17
5	@450-LAAJAKAISTAVERKKO	20
5.1	Mikä on @450-laajakaistaverkko	20
5.2	@450-verkon käyttöönotto Suomessa	20
5.3	@450-laajakaistaverkon modeemit	22
5.3.1	Pöytämodeemi.....	23
5.3.2	PCMCIA-korttimodeemi	24
5.3.3	USB-modeemi.....	25
5.3.4	TW-WLAN-reititin	26
5.4	@450-liittymän nopeudet ja hinnat	27
6	LIKKUVA TUKIASEMA	28
6.1	Liikkuvan tukiaseman suunnittelu	28
6.1.1	Langattoman verkon valinta.....	28
6.1.2	Puhelinsoitto liikkuvan tukiaseman kautta.....	30

6.2	Liikkuvan tukiaseman rakentaminen	32
6.2.1	Osien hankinta ja valinta	32
6.2.1.1	@450-modeemin.....	32
6.2.1.2	WLAN-tukiasema.....	32
6.2.1.3	Antennit	34
6.2.1.4	Akku.....	35
6.2.1.5	DC/DC-muuntaja	35
6.2.1.6	Power-over-Ethernet-kaapeli (PoE).....	36
6.2.1.7	Muut osat	37
6.2.2	Liikkuvan tukiaseman kytkentä	38
6.2.3	@450-laajakaistaverkon tilaaminen.....	40
6.2.4	Liikkuvan tukiaseman käyttöön ottaminen	41
7	YHTEENVETO	43
	LÄHTEET.....	44

LYHENNELUETTELO

1G	1st generation mobile networks
2G	2nd generation mobile networks
3G	3rd generation mobile networks
3GPP	3rd Generation Partnership Project
4G	4th generation mobile networks
ACA	Australian Communications Authority
AMPS	Advanced Mobile Phone System
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses in Japan
DC	Direct current
EIRP	Equivalent isotropically radiated power,
ERP	Equivalent radiated power
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FCC	Federal Communications Commission
Flash-OFDM	Fast Low-latency Access with Seamless Handoff, Orthogonal Frequency Division Multiplexing
FM	Frequency modulation
GSM	Global System for Mobile Communications
IC	Industry Canada
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IR	Intentional radiator
ISM	Industrial, Scientific and Medical
ITU-R	International Telecommunication Union Radiocommunicati- on Sector
LTE	Long Term Evolution
NMT	Nordic Mobile Telephony
QoS	Quality of Service
RF	Radio Frequency
TACS	Total Access Communication System
TDMA	Time Division Multiple Access
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless local area network
VoIP	Voice over Internet Protocol

1 JOHDANTO

Tukiasema (Base Station) tarkoittaa lähetintä ja vastaanotinta, joka toimii siltana paikalliselle langattomalle verkolle, tai se voi toimia yhdyskäyttävänä langallisen verkon ja langattoman verkon välissä.

Tukiasema on tavallisesti sijoitettu paikkaan, jossa on iso asukastiheys, jotta käyttäjät saavat parasta palvelua ja laatua. Se myös sijoitetaan korkeaan paikkaan tarjoamaan käyttäjille parempaa peittoaluetta. Tukiasemien määrä määräytyy käyttäjien lukumäärän mukaan, eli kaupungissa on enemmän tukiasemia kuin haja-asutusalueilla. Kun kaupungissa yksi tukiasema menee pois päältä, yhteys ei katkea kokonaan, se vain heikenee, koska toiset tukiasemat voivat korvata poissaolevan tukiaseman yhteydet. Haja-asutusalueilla tukiasemia on vähän, kun yksi tukiasema menee pois päältä, yhteys katkeaa kokonaan.

Haja-asutusalueiden jänniteverkon johdot on rakennettu avojohtoina, nämä johdot ovat alttiita talvimyrsky- ja lumikuormavaurioille. Esimerkiksi talvimyrsky kaataa puuta sähkölinjojen päälle, sähköverkko lakkaa toimimasta. Kun tukiasemasta katkeaa sähkövirta, yhteys menee pois päältä kolmen tunnin sisällä, koska tukiaseman akun varaus loppuu.

1.1 Tutkimuksen ongelmat

Alla olevat tekstit ovat Yle.fi websivulta oleva artikkeli:

”Sadat matkapuhelinverkon tukiasemat ovat edelleen poissa käytöstä myrskytuhojen vuoksi. Elisa ja Sonera arvioivat korjausten kestävän ainakin huomisen päivän. Soneran häiriökarttapalvelu on ollut epäkunnossa koko päivän.

Puhelinoperaattorien mukaan matkapuhelinverkon ongelmat jatkuvat Varsinais-Suomessa, Uudellamaalla ja Pirkanmaalla.

Sonera arvioi ongelmien koskevan tuhansia asiakkaita etenkin Varsinais-Suomessa ja Uudellamaalla. Soneran asiakkaat ovat olleet pimennossa, koska Soneran verkkosivujen häiriökartta on ollut poissa käytöstä koko päivän.

– Tämä on nolo juttu varsinkin kun karttaa tarvittaisiin juuri näissä tilanteissa. Kartta-palvelu korjaantunee huomisen aikana, kertoo viestintäjohtaja Tatu Tuominen.

Elisan mukaan useita satoja tukiasemia on vielä epäkunnossa lähinnä Uudellamaalla ja Varsinais-Suomessa. Kaatuneet puut hidastavat korjauksia ja varavoiman saamista tukiasemille.

– Heti kun sähköt palautuvat, tukiasemat käynnistyvät itseksensä tai ne käynnistetään etänä, Elisan kehitysjohtaja Seppo Huhtamäki kertoo.

Elisa arvioi, että tukiasemat saada toimintakuntoon huomisen aikana.

Radio- ja tv-kanavat ovat pääosin toimineet normaalisti. Digitan Porvoon täyte-lähettimen vika on mykistänyt radio Vegan lähetykset paikoin Porvoon seudulla sunnuntaina.

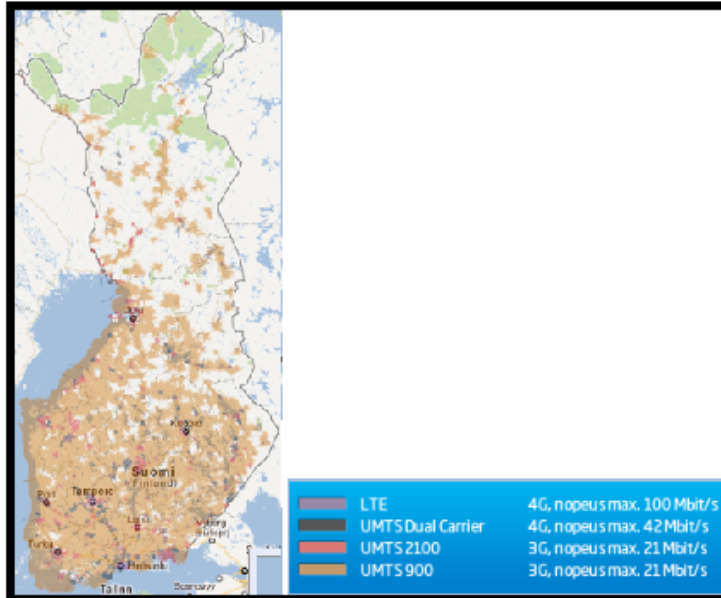
– Vikaa korjataan parhaillaan, kertoo Digitan viestintäjohtaja Minna Flink.

Lähetyksissä on ollut katkoja edelleen paikoin myös Etelä-Savossa ja lounais-saaristossa.”(Yle uutiset 2011)

Aina samat kysymykset tulevat ihmisten mieleen, mitä jos joku ei toimi? Mitä pitää tehdä? Onko meillä varasuunnitelma? Samoista kysymyksistä on tullut liikkuvan tukiaseman idea. Voidaanko tehdä puhelinsoitto kun GSM-verkko ei toimi syystä tai toisesta? Voidaanko tehdä puhelinsoitto katastrofitilanteissa kun GSM-verkko ei toimi ja myös alueelta, jossa sähköverkko katkeaa.

Kymmenen vuotta sitten ei kysytty, onko alueilla Internet-yhteyttä vaikka alue on messukohde tai lomakohde. Nykyajassa Internetillä on tärkeä rooli päivittäisten asioiden hoitamisessa kuten sähköposti, sosiaaliset mediat ja pankkiasiat, eli Internetistä on tullut ihmiselle erottamaton osa elämää.

Vaikka nykyään 3G-verkon kattavuus on laaja, silti se ei peitä koko Suomea. Osa Etelä-Suomen alueista ja suurin osa Pohjois-Suomen alueista ei ole peitetty ollenkaan 3G-verkolla (kuva 1)



KUVA 1. 3G-verkon kattavuus Suomessa (Elisa Oy 2012)

1.2 Ongelman ratkaisu

Ennen kuin lähdetään etsimään ratkaisuja, tehdään ensin kysymyslista ongelmista, joille halutaan saada ratkaisuja. Kysymykset ovat:

- Miten voidaan soittaa katastrofitilanteissa kun GSM-verkko ei toimi
- Onko mahdollista saada Internet-yhteys alueilla, jotka eivät ole 3G-verkon peittoalueella
- Voiko Internet-yhteyttä saada ja jakaa sitä monille päätelaiteille ilman verkkosähköä

Kuten huomataan kysymyslistasta, ongelma on monimutkainen, mutta ratkaisu voi olla yksinkertainen. Ratkaisu ongelmaan saadaan rakentamalla liikkuva tukiasema, jolla saadaan Internet-yhteys muulta verkolta kuin 3G-verkolta, ja myös sillä voidaan jakaa WLAN-yhteys monille päätelaiteille. Liikkuvaan tukiasemaan voidaan asentaa akku, jotta sitä voidaan käyttää pitkän aikaa ilman sähköä.

2 MATKAPUHELINTEN SUKUPOLVET

Matkapuhelinten sukupolvet on jaettu neljään sukupolveen käytetyn tekniikan ja puhelinominaisuuksien mukaan. Ensimmäisen sukupolven puhelimet olivat analogisia johdottomia puhelimia, joissa puhelinlaitteen ja puhelinluurin välissä ei ole johtoa, vaan radiolinkki. Toisen sukupolven puhelimet olivat digitaalisia puhelimia, jotka perustuvat digitaaliseen tiedonsiirtoon. Kolmannen sukupolven puhelimet ovat kehittyneempiä kuin toisen sukupolven puhelimet, joilla on suurempi datasiirtokapasiteetti. Neljännen sukupolven puhelimet tukevat erilaisia verkkotekniikoita.

2.1 Ensimmäinen sukupolvi (1G)

Ensimmäisen sukupolven matkapuhelinverkot olivat aiemmin kehitetty solujärjestelmäksi. Langottomissa yhteyksissä käytettiin vain analogisia signaaleja, joita on käytetty normaalipuhelinta varten. 1G-verkossa puhe lähetetään käyttämällä taajuusmodulointia eli FM:ä, joka vain muuttaa kanta-aallon taajuutta audiosignaalin mukaan.

1G-järjestelmälle on myönnetty 25 MHz:n taajuuskaista, joka lähetetään tukiasemalta matkapuhelimeen. Toinen eri 25 MHz:n taajuuskaista on myönnetty lähettämiseen matkapuhelimista tukiasemalle. Nämä taajuusalueet ovat jaetut useille kanaville, jolloin jokainen soittaja käyttää yhtä kanavaa.

AMPS-järjestelmä oli ensimmäinen 1G-verkko, joka otettiin käyttöön Yhdysvalloissa heinäkuussa 1978. Tällaisessa järjestelmässä jokainen kanava on erotettu vierekkäiskanavista 30 KHz taajuusalueella. Tämä järjestelmä ei ollut tehokas, koska se rajoittaa puhelujen määrää, joita voidaan tehdä yhdellä kerralla. Tämän järjestelmän solun lähetimen teho oli rajoitettu tietylle alueelle, tämä mahdollistaa käyttämään samoja taajuuksia muihin soluihin, jotka olivat tarpeeksi kaukana toisistaan, etteivät häiritse toisiaan.

NMT-450 oli yhteispohjoismaisen radiopuhelinverkko, joka käyttää 450 MHz:n taajuusaluetta. NMT-450 aloitti toimintaansa Pohjoismaissa vuonna 1981. Myöhemmin vuonna 1985 Iso-Britannia aloitti toimintaansa TACS.

Ottamalla 2G-verkkoa käyttöön 1G-puhelimet tulevat kelvottomiksi, koska ne eivät olleet mukautettu uusiin 2G-standardeihin. 1G-verkolla on muita haittoja, kuten niiden turvallisuus on heikko salauksen puutteen vuoksi. Kuka tahansa voi vastaanottaa, viritää oikea taajuus ja kuunnella keskustelua. (Mobile phone technology 2012)

2.2 Toinen sukupolvi (2G)

Toinen sukupolvi oli loogisesti seuraava vaihe langattomien verkkojen kehittämisessä 1G:n jälkeen, joka käyttää pelkästään digitaalitekniikoita. 2G-verkko oli tarkoitettu tiheille asumisalueille, se käyttää monimutkaisempia menetelmiä, jotka voivat käsitellä suurempia puhelinsoittomääriä. Välttävät häiriöitä ja katkoja, jotka tapahtuvat soiton aikana kun soitto siirtyy solusta toiseen.

Vaikka monia 1G-verkon periaatteita on sovellettu 2G:n verkkoihin kuten solurakenteet, mutta siinä on signaalikäsittelyeroja. Esimerkiksi 2G-verkossa toimiva järjestelmä mahdollistaa monipuolisia palveluita ja salattuja liikenteitä. 2G-verkko pystyy tarjoamaan lisäominaisuuksia kuten soittajan henkilöllisyyden tunnustaminen ja tekstiviestin lähettäminen, joita 1G-verkko ei pysty tarjoamaan.

2G-verkon menestynein standardi oli GSM, jotta kehitettiin 1980 luvulla. GSM:n kaupallinen käyttö aloitettiin Euroopassa vuoden 1991 puolivälissä ja Suomessa vuonna 1992.

GSM-matkapuhelinjärjestelmä perustuu TDMA-tekniikkaan. Se toimii 890–960 MHz:n taajuusalueella, tämä taajuusalue on jaettu 124 kaksisuuntaiseen radiokanavaan. Jokainen radiokanava on jaettu kahdeksan aikaväliin, yhden aikavälin tiedonsiirtokapasiteetti on 9,6 Kbps, joka riittää hyvin puheen, tekstiviestin ja kuvaviestin välittämiseen. Esimerkiksi GSM-900:lla on käytettävissä kaksi taajuuskaistaa, joiden kaistanleveys on 25 MHz. Ensimmäinen taajuuskaista on 890–915 MHz, joka on tarkoitettu lähetystä varten matkapuhelimesta tukiasemaan. Toinen taajuuskaista on 935–960 MHz, joka tarkoitettu latausta varten tukiasemasta matkapuhelimeen. (Mobile phone technology 2012)

2.3 Kolmas sukupolvi (3G)

3G:n tärkeimmät ominaisuudet edellisiin sukupolviin verrattuna on paljon korkeampi tiedonsiirtotasoa ja suurempi kapasiteetti. 3G on suunniteltu käsittelemään digitaalisia tietoja, eli kun puhetta muutetaan digitaaliseen muotoon, se käsittelee sitä samalla tavalla kuin mitä tahansa digitaalista dataa.

3G käyttää pakettikytkentäteknikkaa, joka on tehokkaampi ja nopeampi kuin perinteinen piirikytkentäteknikka. Pakettikytkentäteknikka on tiedonsiirtomenetelmä, jossa data jaetaan paketeiksi tiedonsiirtoa varten.

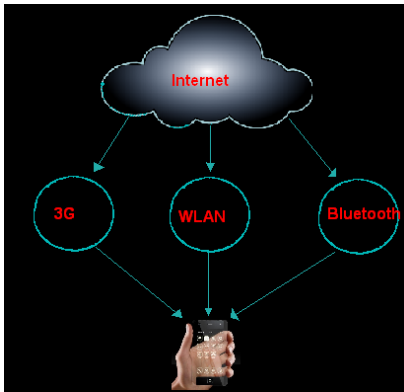
3G:lla on suurempi tiedonsiirtonopeus ja suurempi kaistanleveys. Käytännössä se tarkoittaa 3G-matkapuhelimet voivat tarjota asiakkaille laajan datapalvelun valikoiman, kuten langattoman Internet-liittymän ja multimediasovelluksia. 3G:n sovellukset ovat lähes rajattomat kuten TV-lähetyksiä, videopuheluita, Web-selaimia, sähköpostia, henkilöhakuja, faksi ja navigointikartat, kuvassa 2 on muutamia 3G-puhelimen sovelluksia. (Mobile phone technology 2012)



KUVA 2. 3G:n sovelluksia (3G-sovellukset)

2.4 Neljäs sukupolvi (4G)

4G on tuleva sukupolvi, se on yhdistelmä erilaisista verkoista, joissa 3G, GSM, WLAN, Bluetooth, VoIP ja muut järjestelmät yhdistetään yhdeksi virtuaaliseksi verkoksi. Se voi olla yhteydessä eri langattomiin lähiverkoihin, Bluetooth-laitteisiin ja matkapuhelinverkkoihin (kuva 3).



KUVA 3. Mielikuva 4G-verkoista

4G:n tavoitteena on tuoda maailmanlaajuisen täysin pakettipohjaisen langattoman tiedonsiirron, joka kattaa kaikki alueet, joita 3G ei kata. 4G:n arvioidut datansiirtonopeudet ovat 10–100 Mbps latausnopeus ja 5-20 Mbps lähetysnopeus. Se voi tarjota liikkeessä olevalle käyttäjälle jopa 20 Mbps latausnopeuden ja paikallaan jopa 1 Gbps, vaikka 3G tarjoaa liikkuvalla käyttäjälle 386 Kbps.(4G sukupolvi 2012)

LTE- ja WiMAX-tekniikka ovat 4G-sukupolven tärkeimmät tekniikat. LTE perustuu 3GPP-standardiin ja WiMAX perustuu IEEE-standardiin. LTE ja WiMAX käyttävät kehittyneitä antenni-tekniikoita, jotka parantavat verkon vastaanotto- ja suorituskykyä. Tällä hetkellä eivät kumpikaan näistä tekniikoista toimi nykyisellä matkapuhelintaajuudella, eivät myöskään tue äänipuheluja.

3 ANTENNI

Antenni on sähköinen laite, joka muuntaa sähkövirtaa radioaalloksi ja päinvastoin. Antennia yleensä käytetään lähettimen ja vastaanottimen kanssa. Lähetyksessä antenni muuntaa radiotaajuuden sähkövirran säteileväksi energiaksi. Vastaanotossa antenni kaappaa osan sähkömagneetin tehosta.

Antenni on tärkeä osa langattomassa tiedonsiirrossa. On tiedettävä etukäteen antennityypit ja niiden ominaisuudet, jotta saadaan parhaat tulokset eli paras lähetyksen ja vastaanoton teho.

3.1 Antennin ominaisuudet

3.1.1 IR-laite

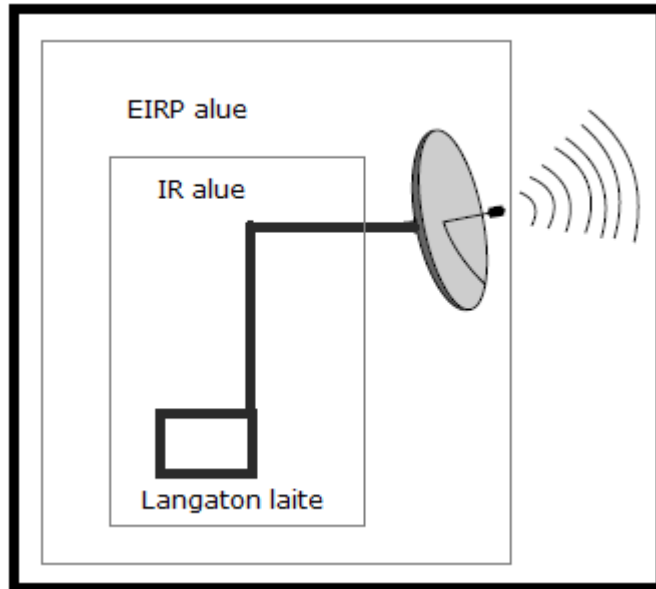
IR-laite on mikä tahansa komponentti langattomissa laitteissa kuten lähetin, vahvistin, kaapeli ja muut nupit. IR-laite päättyy missä antenni alkaa kuten langaton puhelin, matkapuhelin, langaton videokamera, langaton mikrofoni ja monet muut kuuluvat tähän luokkaan ovat esimerkkiä IR:sta. (Soyinka 2010, 55)

Valvontaviranomaiset määräävät suuret RF-tehotasot, jotta RF-laitteet eivät häiritse muita elektroniikan laitteita.

3.1.2 EIRP-tehot

EIRP on varsinainen tehon määrä, joka säteilee antennista, tai toisin sanoen se on todellinen isotrooppinen säteilyteho. Isotrooppi EIRP:ssa kuvaa ideaalista tilannetta, jossa oletetaan, että radioenergia jakautuu jokaiseen suuntaan tasaisesti. Tällainen ideaalinen tilanne ei tietenkään ole todellisessa maailmassa.

EIRP on tehon loppusumma IR:sta lähtevä teho ja antennin aiheutuma passiivinen teho (kuva 4). Jokaisen maan valvontaviranomaiset määräävät suuret EIRP-tehot langattomille laitteille. (Soyinka 2010, 55 ja 56)



KUVA 4. Yksinkertainen langaton laite

3.1.3 Antennin vahvistus ja vaimennus

Antenni voi aiheuttaa vahvistusta tai vaimennusta RF-signaalin lähettimessä tai vastaanottimessa. Antennin aiheutuma vahvistus tai vaimennus on luonteeltaan passiivista, eli antenni ei aiheuta vahvistusta tai vaimennusta aktiivisesti. RF-signaalin vahvistumiseen ja vaimentumiseen ei käytetä mitään erillistä komponenttia kuten vahvistinta tai vaimenninta. Antenni vahvistaa signaalia, koska se keskittää ja ohjaa RF-signaali yhteen suuntaan. (Soyinka 2010, 56)

3.1.4 Vaaka- ja pystysuuntaisen säteilykeilan leveys

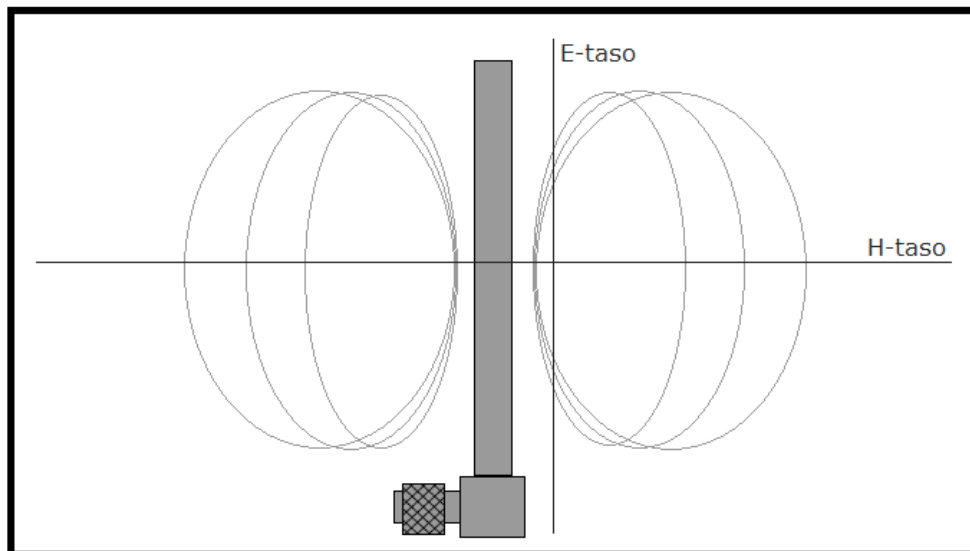
Vaaka- ja pystysuuntaisen säteilykeilan leveys mittaa asteina RF-signaalin ulottuvuutta, joka lähtee antennista vaaka- ja pystysuunnassa. Pystysuuntaisen säteilykeilan leveys on maan kohtisuorassa ja vaakasuuntaisen säteilykeilan leveys on maan rinnakkaisuunnassa. (Soyinka 2010, 57)

On tärkeä tietää antennin vaaka- ja pystysuuntaisen säteilykeilan leveys, kun halutaan tarjota kattavuutta tietyllä alueella. Käytännöllisesti kapean säteilykeilan leveyden antenni on suositumpi kuin leveän säteilykeilan leveyden antenni.

3.1.5 Polarisaatio

Sähkömagneettinen aalto muodostuu kahdesta komponentista: sähköisestä ja magneettisesta komponentista. Sähköistä komponenttia kutsutaan E-tasoksi ja magneettista kutsutaan H-tasoksi.

E-taso on antennin rinnakkaissuunnassa, H-taso on antennin ja E-tason kohtisuorassa suunnassa. Polarisaatio vaikuttaa fyysisesti antennin suuntaan. Kun antenni on suunnattu pystysuoraan, eli E-taso on maan kohtisuorassa suunnassa, kuten ympärisäteilevä antenni. Sitä kutsutaan pystypolarisoiduksi antenniksi (kuva 5). Vastaavasti, antennia kutsutaan vaakapolarisoiduksi antenniksi kun E-taso on maan rinnakkaissuunnassa, kuten Yagi-antenni. (Soyinka 2012, 57 ja 58)



KUVA 5. E- ja H-taso

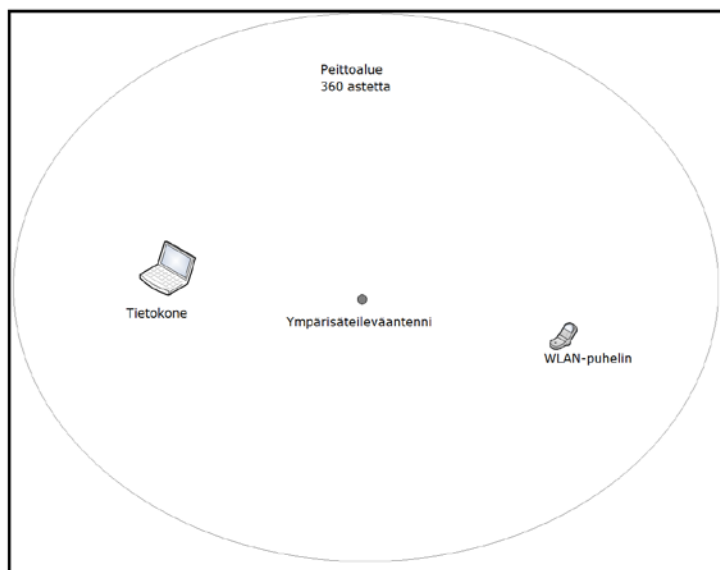
3.2 Antennityypit

Sovelluksen käyttötarkoitus ja käyttöympäristö määräävät antennien muodot ja ominaisuudet. Antennityypit on luokitettu kolmeen luokkaan: suuntaamaton, puolisuunta ja suunnattu.

3.2.1 Suuntaamaton antenni

Ympärisäteilevä antenni on hyvä esimerkki suuntaamattomasta antennista, joka lähettää ja vastaanottaa RF-signaaleja kaikkiin suuntiin. Se lähettää RF-signaaleja 360 astetta vaakasuunnassa ja 7- 80 asteen välissä pystysuunnassa. Nämä antennit ovat yksinkertaisia, halvempia, yleisimpiä ja ne löytyvät useimmissa langattomissa laitteissa. (Soyinka 2012, 59)

Yleisesti ympärisäteilevää antennia käytetään sisätiloissa, kuten huoneessa tai tilassa, jossa tarvitaan 360 asteen vaakatason kattavuutta (kuva 6). Monet ympärisäteilevät antennit on suunniteltu kiinnittäväksi laitteen sisälle kuten PCMCIA-korteissa ja PC-kortteissa.



KUVA 6. Ympärisäteilevä antenni peittoalue

3.2.2 Puolisuunta-antenni

On käytettävissä monenlaisia puolisuunta-antenneja, jotka lähetettävät ja vastaanottavat RF-signaaleja noin 180 asteen vaakasuuntaisen säteilykeilan leveydellä. Nämä antennit soveltuvat sisä- tai ulkokäyttöön, ne myös soveltuvat lyhyisiin tai keskipitkiin lähetyksiin ja vastaanottamisiin.

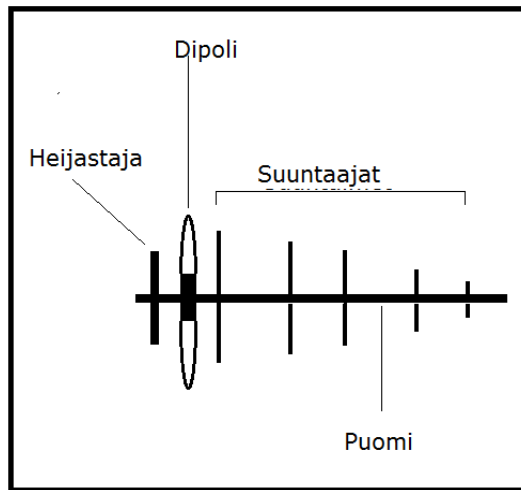
3.2.2.1 Planner-antenni

Puolisuunta-antennissa on erityinen alaluokka nimeltään Planner-antennit. Tavanomaisesti niillä ei ole tavallisten antennien rakennetta, ne ovat monen kokoisia ja muotoisia sekä niitä juotetaan piirilevyille. Ne voivat olla hyvin pieniä kuten matkapuhelimissa tai keskikokoisia kuten WLAN-tukiasemissa.

3.2.2.2 Yagi-antenni

Yagi-antennia käytetään yleisesti ulkokäyttöön. Se koostuu monesta elementistä, ensisijaisesti puomista, dipoli-johdosta, heijastajasta ja kahdesta tai useammasta suuntaajasta. Ne ovat erimuotoisia ja erikokoisia, mutta eroavat toisistaan puomin pituudesta ja suuntaajien lukumäärästä.

Dipoli-johdo toimii säteilijänä, dipolin takana olevat elementit ovat heijastajat ja edessä ovat suuntaajat (kuva 7). Heijastajat ja suuntaajat vaikuttavat eniten antennin ominaisuuksiin, esimerkiksi lisäämällä suuntaajien lukumäärää voidaan vaikuttaa antennin signaalin vahvistukseen. Kun halutaan nostaa antennivahvistusta, lisätään antennin suuntaajien lukumäärää.



KUVA 7. Yagi-antenni

3.2.3 Suunta-antenni

Suunta-antennit keskittävät RF-signaalit erityisesti hyvin yhteen suuntaan. Niiden lähe-
tyksen ja vastaanoton vaakasuuntaisen säteilykeilan leveys on 4–5 asteen välillä ja pys-
tysuuntaisen säteilykeilan leveys on 4–21 asteen välillä. (Soyinka 2010, 61)

Suunta-antennit tarjoavat yleensä korkean signaalivahvistuksen, ja niiden peittoalueet
ovat kartion muotoisia. Suunta-antennit soveltuvat hyvin keski- ja pitkänmatkaan lähe-
tyksiin ja vastaanottimiin. Sen takia suunta-antenneista sopivat hyvin point-to-point
sovelluksiin.

Esimerkiksi point-to-point sovelluksissa tarvitaan kaksi antennia, jotta asennetaan huo-
lellisesti, siten että antennit välttävät tarpeettomia RF-signaaleja. Sen lisäksi jokainen
antenni sijoitetaan paikkaan johon saadaan niiden välillä parhaat näköyhteydet.

4 ISM-TAAJUUSKAISTAT

ISM-termi on tullut sanoista (Industrial, Scientific, and Mediacal), ISM-taajuusalue on maailman laajuinen radiotaajuuskaista, joka on tarkoitettu teollisuuden, tieteen ja lääketieteen käyttämille laitteille, ja laitteiden käyttämiä taajuuksia eivät vaadi erillistä lupaa.

Lisenssivapauden vuoksi ISM-alueita käytetään myös paljon langattomaan tietoliikenteen käyttöön. ISM-kaistalla toimivia lyhyen kantaman tietoliikennelaitteet ovat esimerkiksi Bluetooth- ja WLAN-laitteet.

Valvontaviranomainen rajoittaa ISM-taajuuskaistojen lähettimen tehoa ja säteilytehoja (ERP ja EIRP). Jokaisessa maassa on jokaiselle taajuuskaistalle erilaiset rajoitukset ja käyttökohteet. Seuraavaksi on eri maiden valvontaviranomaisten luettelo:

- ETSI on eurooppalaisen telealan standardisoimisjärjestö
- FCC on Yhdysvaltain telehallintovirasto
- ACA on Australian telealan viranomainen
- IC on Kanadan teollisuudenala
- ARIB on Japanin radioteollisuus- ja yritysjärjestö

Maailman johtava sähköisiä taajuuksia säätelevä elin on ITU-R, joka on määritellyt ISM-taajuuskaistat maailmanlaajuisesti yleisellä tasolla. Yleisesti ilmoitetaan vain ISM-taajuuksien keskitaajuus, kanavien jako ja maksimi siirtonopeus. Eniten tunnettuja ja käytettyjä ISM- taajuuskaistoja ovat 5,4GHz, 2,45 GHz, 838MHz, 915MHz ja 433MHz. Taulukossa 1 on esitetty ISM- taajuuskaistat ja keskitaajuudet.

TAULUKKO 1. ITU-R:n määritelmät taajuuskaistat (Viestintävirasto)

Keskitaajuus	Taajuuskaista
6,780 MHz	6,765 – 6,795 MHz
13,560 MHz	13,553 – 13,567 MHz
27,120 MHz	26,957 – 27,283 MHz
40,680 MHz	40,66 – 40,70 MHz
433,920 MHz	433,05 – 434,79 MHz
915 MHz	902 – 928 MHz
2,450 GHz	2,400 – 2,500 GHz
24,125 GHz	24,000 – 24,250 GHz
61,250 GHz	61 – 61,500 GHz
122,5 GHz	122 – 123 GHz
245 GHz	244 – 246 GHz

Liikenne- ja viestintäministeriön alaisena oleva viestintävirasto toimii Suomessa valvontaviranomaisena, joka on määrittelyt taajuuskaistat ja niiden lähettimen - ja säteilytehot (ERP ja EIRP).

Alla olevassa taulukossa 2 on esitetty Suomessa sallitut taajuudet ja niille sallitut säteilytehot ja rajoitukset. Radiolähettimen säteilyteho on lähettimen teho ja antennin vahvistuksen summa vähennettynä siirtolinjojen vaimennuksella. Säteilytehon enimmäismäärä on määrätty ERP-yksikköinä vertaamalla sitä dipoli-antenniin tai EIRP-yksikköinä vertaamalla sitä isotrooppiseen antenniin. Toimintasuhde on lähettimen suhteellinen lähetysaika yhden tunnin jaksossa.

TAULUKKO 2. Suomessa on asetetut säteilytehot ja rajoitukset lupavapaille taajuuksille. (Viestintävirasto)

Taajuuskaistat	Säteilyteho	Tarkkaavaisuus
26,825 – 27,255 MHz	≤ 100mW ERP	Ei rajoitusta
40,660 – 40,790 MHz	≤ 100mW ERP	Ei rajoitusta
138,200 – 138,450 MHz	≤ 500mW ERP	Toimintasuhde ≤ 10 %
433,050 – 434,790 MHz	≤ 25mW ERP	Toimintasuhde ≤ 10 %.
433,050 – 434,790 MHz	≤ 1mW ERP	Ei rajoitusta
434,040 – 434,790 MHz	≤ 10mW ERP	Ei rajoitusta
468,200 MHz	≤ 500mW ERP	Ei rajoitusta
868,000 – 869,600 MHz	≤ 25mW ERP	≤ 0,1 %
868,700 – 869,200 MHz	≤ 25mW ERP	≤ 0,1 %
869,300 – 869,400 MHz	≤ 10mW ERP	Ei rajoitusta
869,400 – 869,650 MHz	≤ 500mW ERP	≤ 10 %
869,700 – 870,000 MHz	≤ 5mW ERP	Ei rajoitusta
2,400 – 2,483 GHz	≤ 10mW EIRP	Ei rajoitusta
5,725 – 5,875 GHz	≤ 25mW EIRP	Ei rajoitusta
24,00 – 24,25 GHz	≤ 100mW EIRP	Ei rajoitusta
61,00 – 61,50 GHz	≤ 100mW EIRP	Ei rajoitusta
122 – 123 GHz	≤ 100mW EIRP	Ei rajoitusta
244 – 246 GHz	≤ 100mW EIRP	Ei rajoitusta

Taulukossa 3 on esitetyt laajakaistaisille datasiirtolaitteille säteilytehojen tasot ja niiden rajoitukset Suomessa.

TAULUKKO 3. Suomessa on asetetut säteilytehot ja rajoitukset esitetyt laajakaistaisille datasiirtolaitteille (Viestintävirasto)

Taajuuskaistat	Säteilyteho	Tarkkaavaisuus
2,4–2,483 GHz	≤ 100mW EIRP	Ei rajoitusta
5,15–5,35 GHz	≤ 100mW EIRP	Ei rajoitusta
5,47–5,725 GHz	≤ 100mW EIRP	Ei rajoitusta

5 @450-LAAJAKAISTAVERKKO

5.1 Mikä on @450-laajakaistaverkko

@450-laajakaistaverkko on langaton verkko, joka käyttää 450 MHz digitaalista taajuus- aluetta, verkko on rakennettu FLASH-OFDM-tekniikalla ja se tunnetaan nimellä @450- verkko. Se käyttää 450 megahertsin kantoaaltoja, jotka kantavat pidemmälle kuin 3G- verkon käyttämät suuremmat taajuudet kantoaallot. Sen takia @450-verkko on järkevä ratkaisu harvaanasutuille alueille.

@450-verkolla on laaja maantieteellinen peittoalue, se voi saada helposti FLASH- OFDM-modeemin avulla. Sen voi saada ihan missä tahansa Suomen alueella esimerkiksi mökillä, veneessä, kotona tai töissä. @450-verkon kattavuusalue on noin 99 % Suomen väestöstä, eli @450-verkko toimii melkein koko Suomessa, paitsi Ahvenanmaan alueel- la.(Datame 2012)

5.2 @450-verkon käyttöönotto Suomessa

Suomen valtioneuvosto myönsi 22.6.2005 Digita Oy:lle 450MHz-taajuusalueen digitaalisen matkaviestinverkon toimiluvan. Digita Oy toimii verkossa verkko-operaationa. Samana vuonna Digita käynnisti koeverkon ja suunnittelutyön pääkaupunkiseudulla. Koeverkko toimi pääkaupunkiseudulla viiden tukiaseman voimin. Tukiasemat ovat si- joitettu Helsingin, Espoon, Vantaan ja Järvenpään alueilla. Koeverkolla saavutettu ver- kon kattavuus on ollut ennako-odotusten mukaisesti varsin laaja.

Digita Oy:n tavoitteena on, että Suomi on maailmaan ensimmäinen maa, jossa on koko maata kattava langaton laajakaistaverkko. Vuonna 2008 Digita Oy ilmoitti aloitteensa @450 rakentamisen alueilla, joilla ei ole nopeita tietoliikenne yhteyksiä. Monilla näissä alueissa ADSL-liittymien tarjonta on puutteellinen.

Digita pyrki saamaan @450-verkon avatuksi vuoden 2006 loppuun mennessä. Alkuun verkko on käytössä pohjoisessa ja rannikkoseuduilla. Digitan suunnitelma oli, että vuoden 2009 loppuun mennessä @450-verkko kattaa koko Suomen.

Digita Oy avasi @450-verkkoa kaupalliseen käyttöön huhtikuun alussa vuonna 2007. Digita tarjosi palvelun yhteistyössä M&P System Ltd:n ja Fujitsu Service Oy:n kanssa. Päätelaitteita on tuonut Suomeen Brightpoint Finland Oy.

@450-verkko laajentui Suomessa vuodessa 2007 hyvässä tahdissa. Esimerkiksi Viitasaaren kunnassa on rakennettu ensimmäinen @450-verkon tukiasema syyskuussa 2007, jolloin laajakaista saatiin Keitele-järven ranta-alueille sekä Kymönkoski-Toulat-alueelle. Etuna oli laajakaistan liittymän ostajalle mobiili liittymä, jonka voi ottaa mukaan veneilyyn, mökkeilyyn, autoon tai kotiin. Toinen esimerkki Savonlinnassa Fujitsu Service Oy aloitti projektin Itä-Savon sairaanhoitopiirin kanssa. Projektin tarkoituksena oli kehittää kotona annettavaa hoitoa ja palvelua. Esimerkiksi tehostaa kotihoidon työntekijöiden ajankäyttöä niin, että kirjaaminen ja asioiden loppuun hoitaminen on mahdollista toteuttaa asiakkaiden kotona.

Helsingin kaupungin liikennelaitos HKL kokeili Digitan @450-verkkoa joukkoliikenteessä. Kokeilu onnistui hyvin nopeuttamaan joukkoliikennettä tarjoamalla järjestelmään kytketylle ajoneuvolle tarvittaessa liikennevaloetuuden. Matkustajille se tarjoaa ajantasaista joukkoliikennettä, tietoa matkan aikana sekä maksuttoman väylän Internetiin.

Samana vuonna eli 2007, TeliaSonera Finland Oyj ja Digita Oy allekirjoittivat sopimuksen laajakaista palveluiden palveluoperoinnista Digitan @450-laajakaistaverkossa. Sopimus oli Soneralle tärkeä, koska sen kanssa Sonera täydentää palveluidensa laajaa valikoimaa ja saatavuutta mahdollistamalla palveluiden tarjoamisen myös 3G- verkon peittoalueen ulkopuolella Digitan verkon kokopeittoalueella. Digitalle sopimus TeliaSoneran kanssa on merkittävä askel vastaamaan langattoman @450-laajakaista kova kysyntään.

LynxNet Oy aloitti joulukuun alusta vuonna 2009 Digitan @450-laajakaistaverkon palveluoperaattorina. LynxNet osti M&P System Oy:ltä sen palvelu operaattori liiketoi-

minnan langattomassa @450-laajakaistaverkossa. Lynx-netille on @450-palvelu operaattorina erinomaiset mahdollisuudet kehittää omaa liiketoimintaansa.

Academica Oy ja Digita Oy vahvistivat yhteistyössä @450-laajakaista liiketoiminnassa syyskuun 2009. Academica Oy tarjoaa yrityksille laajavalikoima ICT-palveluita, ja langaton laajakaista täydentää Academica palvelu valikoima.

Kesäkuun 2010 Digita päätti, ettei se itse enää jatkaa @450-laajakaista liiketoiminta kahdesta syystä:

- @450-verkon kaupallisen käyttö ei vastannut odotuksia suhteessa koko maan kattavaan verkkoon, liittymiä oli vain 18000, tavoite oli 100 000.
- Päätelaitteiden tarjonta ja niiden saatavuus ovat olleet ennakoitua heikompaa.

Digita Oy ja Datame Oy vuoden 2010 lopussa allekirjoittivat liiketoiminta siirto sopimuksen. @450-verkon kaupan liiketoiminta ja toimintalupa siirtyi Datame Oy:n hallintaan 9.3.2011 alkaen. Datame Oy jatkaa laajakaistan liiketoimintaa toistaiseksi nykyisillä Flash-OFDM-teknologialla. @450-laajakaistaverkon asiakkaat ovat jatkaneet sopimusta Datamen kanssa.(Digitan tiedotteet 2011)

5.3 @450-laajakaistaverkon modeemit

@450-laajakaistaverkon vastaanoton ja lähettämisen varten tarvitaan tietokoneeseen soveltava modeemia. Tällä hetkellä on myynnissä kolme erilaista modeemia:

- Pöytämodeemi
- PCMCIA- korttimodeemi
- USB-modeemi

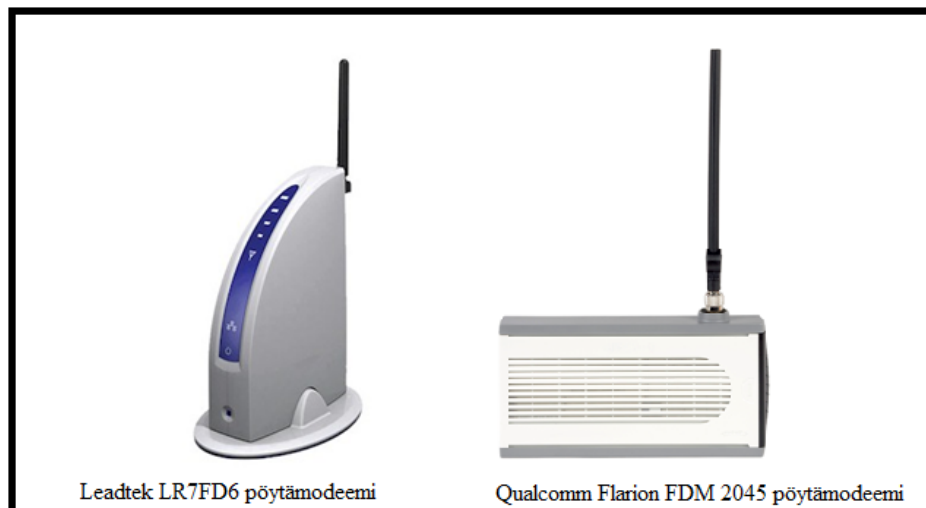
5.3.1 Pöytämodeemi

Käytössä olevia pöytämodeemeja on kaksi, mutta ominaisuuksiltaan varsin samankaltaisia

- Qualcomm Flarion FDM 2045
- Leadtek LR7FD6

FDM 2045 malli on Qualcomm Flarionin valmistama pöytämodeemi, joka soveltuu kiinteään käyttöön (kuva 8). Modeemi voidaan liittää tietokoneeseen Ethernet- tai USB-liitännän kautta. Mukana on CD-asennuslevy, joka sisältää USB:n ajurit. Se sopii kaikkiin käyttöjärjestelmiin Windowsiin, Linuxiin ja Macintoshiin. Sen ominaisuudet ovat:

- Verkkoteknologia Flash-OFDM-tekniikka
- Maksimi latausnopeus 5.3MB ja maksimi lähetys nopeus 1.8MB
- Portit USB 1.1 ja Ethernet- liitin
- Tietokoneella on oltava vähintään 166MHz prosessori, 128MB välimuisti ja 2MB kovalevy
- Toimii 5V käyttöjännitteellä ja 2.2 A virralla
- Antennin liitäntäadapteri TCN- liitin



KUVA 8. Leadtek- ja Qualcomm-pöytämodeemi (Sonera @450-pöytämodeemi 2012)

LR7FD6 malli on Leadtek Researchin valmistama pöytämodeemi (kuva 8), periaatteessa ominaisuuksia ovat samanlaisia kuin FDM 2045 malli. Se soveltuu myös kiinteään

käyttöön ja voidaan liittää tietokoneeseen vain Ethernet- liitännän kautta. Sen ominaisuudet ovat:

- Verkko-tekniikka Flash-OFDM-tekniikka
- Maksimi latausnopeus 5.3 MB ja maksimi lähetys nopeus 1.8 MB
- Ethernet-liitin
- Tietokoneella on oltava vähintään 166 MHz prosessori, 128 MB välimuisti ja 2MB kovalevytilaa
- Toimii 9V käyttöjännitteellä ja 1A virralla
- antennin liitäntäadapteri TCN-liitin

5.3.2 PCMCIA-korttimodeemi

Qualcomm ja Leadtek Research valmistavat PCMCIA-korttimodeemia (kuva 9), joka soveltuu liikkuvaan käyttöön esimerkiksi henkilölle, joka liikkuu autossa, junassa tai bussissa. PCMCIA-korttimodeemi on peruskortti modeemi, joka soveltuu kannattaviin tietokoneisiin.



KUVA 9. Leadtekin ja Qualcommin PCMCIA-korttimodeemi (Sonera @450 PCMCIA-korttimodeemi 2012)

Tietokoneessa täytyy olla PCMCIA-korttipaikka, jota laitteita voi käyttää. Tietokoneeseen täytyy asentaa ajurit CD-asennuslevyltä, joka tulee laitteen kanssa. Laite tukee kaikki käyttöjärjestelmiä Windows, Mac OS ja Linux. Hyvillä kuuluvuus alueilla yh-

teydet voidaan saada PCMCIA-korttimodeemin omalla antennilla. Pidemmän etäisyyden päässä on käytettävää suunta-antennia SSMB-liitännän kautta. Ominaisuudet ovat:

- Verkkoteknologia Flash-OFDM tekniikka
- Maksimi latausnopeus 1-1.5Mb ja lähetysnopeus 0,3-0,5MB
- Tietokoneessa pitää olla PCMCIA- korttipaikka, 600MHz prosessori, 128MB ja 80MB kiintolevytila
- Toimii 3.3V käyttöjännitteellä ja maksimi virralla 0.9A
- Liitäntäadapteri SSMB-liitin

5.3.3 USB-modeemi

Leadtek valmistaa USB-modeemia, joka soveltuu kannattaviin sekä pöytätietokoneisiin, joilla on USB-portti (kuva 10). Tietokoneeseen täytyy asentaa ajurit CD-asennuslevyltä, joka tulee laitteen mukana. Laite tukee käyttöjärjestelmiä Windows ja Linux. USB- modeemissa on MHC-liitin, johon voidaan liittää ulkoinen antenni sisäisen antennin korvaajaksi.

- Verkkoteknologia Flash-OFDM tekniikka
- Maksimi latausnopeus 5.3Mb ja lähetysnopeus 1.8MB



KUVA 10. Leadtek valmistama USB- modeemi (Sonera @450 USB-modeemi 2012)

USB- modeemin ja PCMCIA-korttimodeemin mukana tulee Mobility Manger-ohjelma. Mobility Manger-ohjelmalla voidaan nähdä yhteyden tila, yhteyden kestoaika, signaalin voimakkuus, signaalin laatu ja lähetyt ja vastaanotetut (kuva 11).



KUVA 11. Mobility Manger-ohjelma

5.3.4 TW-WLAN-reititin

W-3G/4G reititin on laite, joka mahdollistaa @450-laajakaistayhteyden jakamisen useammalle tietokoneelle langattomasti. Laitteessa on USB- ja PCMCIA-liitäntä, sekä LAN-portti, jolla voidaan jakaa myös verkkokaapeleiden kautta useammalle tietokoneelle (kuva 12).



KUVA 12. TW-WLAN-Reititin (Sonera @450 WLAN-tukiasema 2012)

5.4 @450-liittymän nopeudet ja hinnat

Alla olevassa tekstissä löydetään liittymien nopeudet ja hinnat. Tällä hetkellä eri operaattorit tarjoavat samanlaiset liittymänopeudet ja hinnat. Nämä hinnat ovat Mobilus-operaattorin 2010 julkaisut liittymien nopeudet, hinnat, avausmaksut, laitteet ja muut palvelut:

Nopeudet	kk-maksut
-----------------	------------------

512 Kbps	38,00€kk
----------	----------

1 Mbps	39,90€kk
--------	----------

2 Mbps	49,90€kk
--------	----------

Lisäpalvelut

Yhdyskäyttävä	75,00€kk
---------------	----------

Kiinteä IP-osoite	10,00€kk
-------------------	----------

Liittymien avausmaksut

Liittymien	39,00€
------------	--------

Kiinteän IP-osoite	70,00€
--------------------	--------

6 LIIKKUVA TUKIASEMA

6.1 Liikkuvan tukiaseman suunnittelu

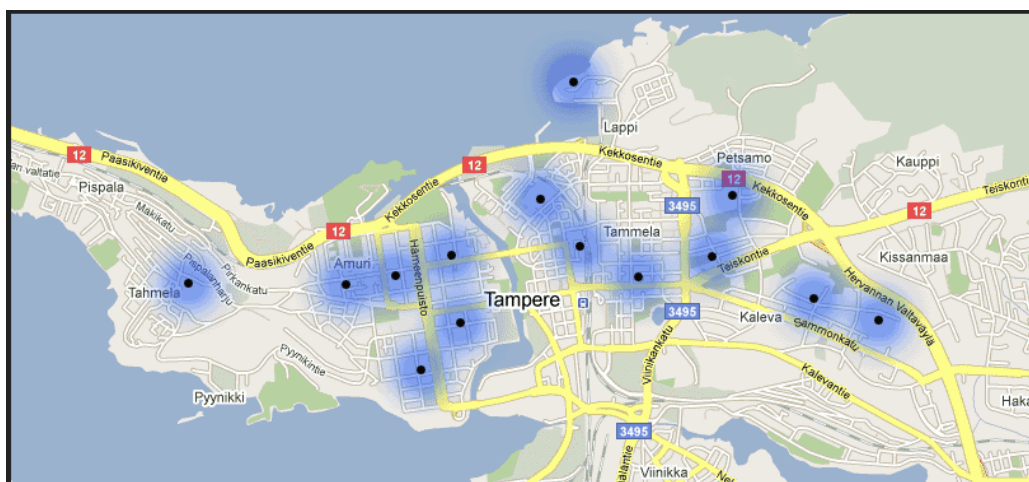
6.1.1 Langattoman verkon valinta

Ennen liikkuvan tukiaseman suunnittelemista pitäisi saada selville, mitkä langattomat verkot ovat saatavilla Suomessa. Viestintäviraston 2010 julkaisun mukaan, Suomessa on neljä langatonta verkkoa, jotka ovat: WLAN-, WiMAX-, 3G/GSM- ja @450-verkko (taulukko 4).

TAULUKKO 4. @450-, WiMAX- ja WLAN-verkkopalvelujen katavuusvertailu

Teleyritys	Liittymän nimi	Alue, jossa tar	Lisätiedot
Academica Oy	@450	Koko Suomi	Saatavuus: Digita @450-verkko.
Academica Oy	Mobiililaajakaista	Koko Suomi	Saatavuus: Elisa GSM/3G-verkko.
Aina Group Oy	Aina Reissunetti	Koko Suomi	Saatavuus: DNA GSM/3G-verkko.
Airnetti Systems	@450	Koko Suomi	Saatavuus: Digita @450-verkko.
Bothnia Broadband	BoB Langaton	Maalahti	
Bothnia Broadband	BoB Wimax	Maalahti	Wimax.
Dicame Oy	Mobiilidata	Koko Suomi	Saatavuus: DNA GSM/3G-verkko
DNA Oy	Nettikaista	Koko Suomi	Saatavuus: DNA GSM/3G-verkko
Elisa Oyj	Mobiililaajakaista	Koko Suomi	Saatavuus: Elisa GSM/3G-verkko.
Etelä-Satakunnan Puhelin Oy	Kopteri-laajakaista	Sastamala	WLAN
Haminan Energia Oy	Haminetti Langaton	Hamina	WLAN
Haminan Energia Oy	Haminetti WiMAX	Hamina	Wimax
Iisalmen Puhelin Oy	IPY Laajakaista W	Iisalmi	Wimax
Imageworld	IW Langaton Laajakaista	Kuopio	WLAN
KaamosCenter	450Netti	Koko Suomi	Saatavuus: Digita @450-verkko.
Kainuun Puhelinosuuskunta	KPO Laajakaista Wimax	Kainuun seutu	Wimax
Kemiön Puhelin Oy	Langaton Laajakaista	Kemiönsaari	Wimax
Kokkolan Puhelin Oy	KOPU Laajakaista Wimax	Kruunupyylä, Ve	Wimax
Lestijärven kunta	KaseNet WLAN	Kaustisen seut	WLAN
Lanworld Finland Oy	Kotikanava WLAN	Tampere	WLAN
Loviisan Puhelin Oy	Sulo Sukkula	Koko Suomi	Saatavuus: DNA GSM/3G-verkko.
Loviisan Puhelin Oy	Sulo WLAN/WiMAX	Porvoo	WLAN/Wimax
Mikkelin Puhelin Oyj	MPY Laajakaista eSavo	Etelä-Savo	Wimax
Mobilus Oy	Mobiili Laajakaista	Koko Suomi	Saatavuus: Digita @450-verkko.
Mäntsälän Sähkö Oy	MSOYNET WLAN	Mäntsälä	WLAN
Nebula	@450 Laajakaista	Koko Suomi	Saatavuus: Digita @450-verkko.
Netsor	@450 Laajakaista	Koko Suomi	Saatavuus: Digita @450-verkko.
Netsor	WDSL Laajakaista	Rautalampi	Wimax
Nyttab Oy	Surfnet @450	Koko Suomi	Saatavuus: Digita @450-verkko.
Paraisten Puhelin Oy	Parnet	Parainen	Wimax
Pohjanmaan Puhelin Oy	PPO	Kokkola, Siika	Wimax
Pohjanmaan Puhelin Oy	PPO Langaton Laajakaista	Ylitornio	Wimax
Pohjois-Hämeen Puhelin Oy	PHPOY @450	Koko Suomi	Saatavuus: Digita @450-verkko.
Saaristoverkot Oy	WiMAX	Turun saaristo	Wimax. Vähintään 12kk sopimus.
Saaristoverkot Oy	@450	Koko Suomi	Saatavuus: Digita @450-verkko.
Saunalahti Group Oyj	Mobiililaajakaista	Koko Suomi	Saatavuus: Elisa GSM/3G-verkko.
Savonlinnan Puhelin Oy	SPY Laajakaista @450	Koko Suomi	Saatavuus: Digita @450-verkko.
Savonlinnan Puhelin Oy	SPY Langaton Laajakaista	Itä-Suomi	Wimax
Savonlinnan Puhelin Oy	Saimaa Aina Reissunetti	Koko Suomi	Saatavuus: DNA GSM/3G-verkko.
Tele Finland	Netti	Koko Suomi	Saatavuus: Sonera GSM/3G-verkko.
TeliaSonera Finland Oyj	Sonera Liikkuva Laajakaista	Koko Suomi	Saatavuus: Sonera GSM/3G-verkko.
TeliaSonera Finland Oyj	Sonera Laajakaista Langaton	Koko Suomi	Saatavuus: Digita @450-verkko.
Welho (SW Television Oy)	Wekkula Mobiililaajakaista	Koko Suomi	Saatavuus: DNA GSM/3G-verkko.
WLANnet Finland	Langaton Liittymä	Tampere	WLAN

WLAN-verkko on langaton lähiverkkotekniikka, jossa käytettävät taajuualueet ovat 2,4 GHz ja 5 GHz. WLAN-verkon kantama-alue on lyhyt 200–300 metriä ja lisääntennilla voi saada pidempää kantama-aluetta. Jotkut kunnat ovat avanneet avoimia WLAN-verkkoja, jotka kattavat kunnan kaupunkimaisia asutuksia, kuten ravintolat ja kahvilat tai lentoasemat, tarjoavat joko maksutta tai maksua vastaan asiakkailleen WLAN-palvelua käytettäväksi esimerkiksi kannettavilla tietokoneilla ja älymatkapuhelimilla. Esimerkiksi LanWord Finland operaattori tarjoaa maksullista WLAN-verkkoja Tampereella (kuva 13). WLAN:n huonot puolet ovat lyhyet kantamat ja ovat saatavilla vain muutamassa kaupungissa.

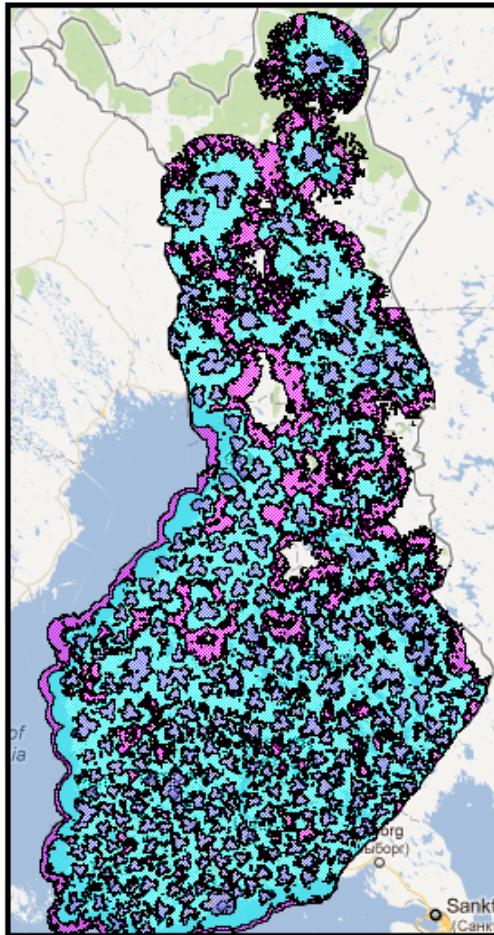


KUVA 13. LanWord Finland operaattorin tarjoama WLAN-verkkoja Tampereella

WiMAX on langaton verkko, jonka toimintaa voidaan verrata WLAN-verkkoon, mutta sen toiminta-alue on huomattavasti suurempi. Teoreettinen kantama-alue täydellisessä olosuhteissa on 50 km, mutta käytännössä se on 20 km ja vaatii toimiakseen suoran näköyhteyden tukiasemaan. (WiMAX 2012)

WiMAX-verkot sijaitsevat maantieteellisesti joka puolella Suomessa. Pääosin verkkoja on rakennettu haja-asutusalueille, joilla ei ole olemassa olevaa verkkoinfrastruktuuria. Joitakin WiMAX-verkkoja löytyy kuitenkin myös kaupungeissa, kuten esimerkiksi Turussa. Verkon huono puoli on, että sitä ei ole saatavilla kaikilla Suomen alueella (taulukko 4).

@450-laajakaistaverkko mahdollistaa tietoliikenneyhteydet langattomasti koko Suomen alueella. Sen perusteella päätettiin rakentaa liikkuva tukiasema @450-verkolla. Verkon kattavuusalue on laaja ja kattaa melkein koko Suomen (kuva 14). Sen lisäksi @450-laajakaistan toimintavarmuus on hyvä, esimerkiksi sääolot ja vuodenaajat eivät merkittävästi vaikuta verkon toimintavarmuuteen.(Datame Oy 2012)



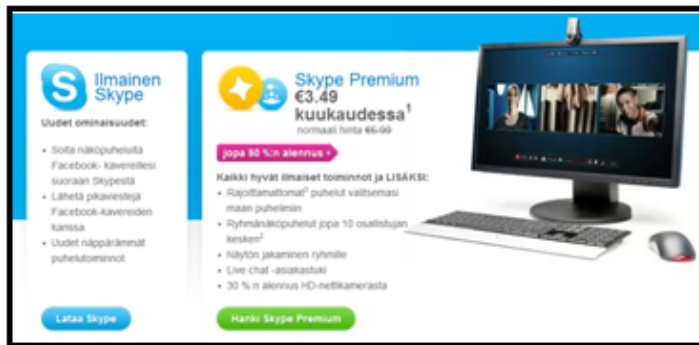
KUVA 14. @450-laajakasiaverkon peittoalue Suomessa. (Datame 2011)

6.1.2 Puhelinsoitto liikkuvan tukiaseman kautta

Monet palveluntarjoajat tarjoavat sovelluksia, joilla pystytään tekemään puhelinsoittoja sovelluksen toisiin käyttäjiin sekä lanka- että GSM-puhelimiin. Skype-sovellus ja PC-Telephone-sovellus ovat hyviä esimerkkejä näistä sovelluksista.

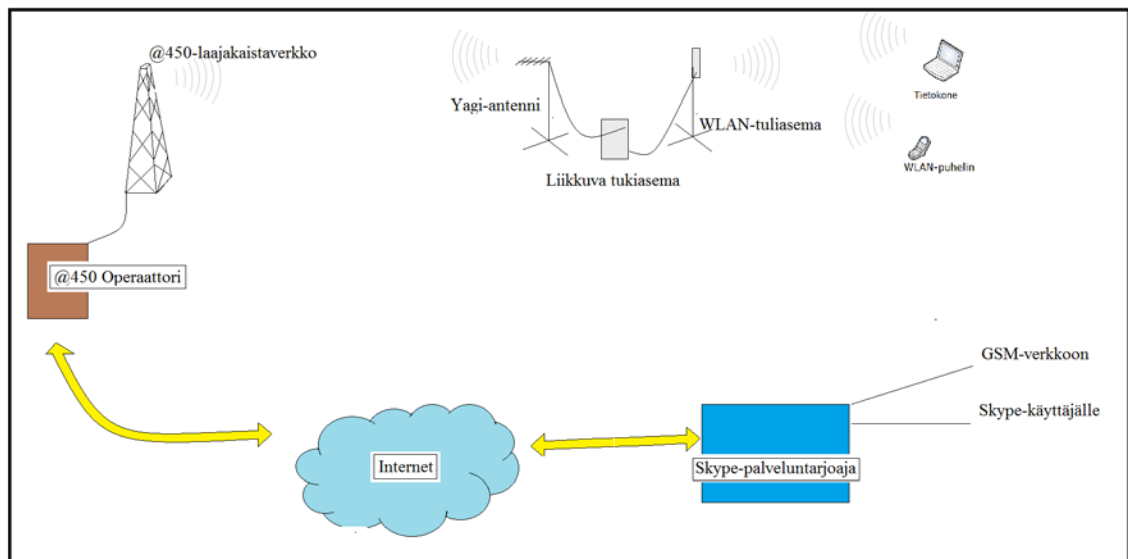
Skype on ilmainen tietokoneohjelma, jolla käyttäjä voi soittaa suoraan tietokoneeltaan, älypuhelimeltaan tai WLAN-puhelimeltaan puhelut, jotka välitetään Internetin kautta.

Skype-sivulta www.skype.com voidaan ladata ohjelma, joka asennetaan tietokoneeseen tai älypuhelimelle, jonka avulla voidaan soittaa Internetin kautta (kuva 15).



KUVA 15. Skype-sovelluksen lataamisen sivu (Skype 2012)

Päätelaitteen, Internet-yhteyden ja Skype-sovelluksen kautta voidaan tehdä puhelinsoitto, käyttäjältä vain vaaditaan tilin luominen ja palvelimelle kirjautuminen. Kuvassa 16 näkyy puhelinsoiton kulkutie.



KUVA 16. Puhelinsoiton tekeminen liikkuvan tukiaseman kautta

6.2 Liikkuvan tukiaseman rakentaminen

6.2.1 Osien hankinta ja valinta

Tukiaseman rakentamisessa suurin osa ajasta meni osien valitsemiseen ja ostamiseen. Projektin budjetti oli rajoitettu, sen takia oli löydettävä mahdollisimman edulliset hinnat. Jotkut osat oli saatu koulusta, ostettu kaupasta tai huutonetistä.

6.2.1.1 @450-modeemin

Liikkuvan tukiaseman liittäminen @450-verkkoon tarvitaan modeemi, joita tällä hetkellä on kolme eri versiota: pöytämodeemi, korttimodeemi ja USB-modeemi. Jokaisella modeemilla on erilaisia ominaisuuksia. Pöytämodeemia käytetään kiinteään käyttöön, jolla on Ethernet- ja USB-liitäntä, se saa virtansa erilliseltä virtalähteeltä. USB-modeemi on pienikokoinen ja se ei tarvitse erillistä virtalähdettä.

Liikkuvaan tukiasemaan valitaan pöytämodeemi vaikka se tarvitsee erillistä virtalähdettä, koska se voidaan liittää helposti WLAN-tukiasemaan Ethernet-liittimen kautta. Siihen voidaan kytkeä Yagi-antenni TNC-liittimeen, jolla voidaan saada @450-verkkoyhteys heikoilla lähetysalueilla.

6.2.1.2 WLAN-tukiasema

WLAN-tukiasema käytön tarkoituksena on yksinkertaisesti jakaa WLAN-yhteys päätelaitteisiin, kuten WLAN-puhelimiin ja tietokoneisiin. Se on tärkeä liikkuvatukiaseman suunnittelussa ja ennen sen valitsemista, tulee useita toimintaan vaikuttavia asioita, joita pitäisi ottaa huomioon, kuten käytön tarkoitus, laitteen käytön olosuhteet, siirtotaajuus ja sähkösyötöt.

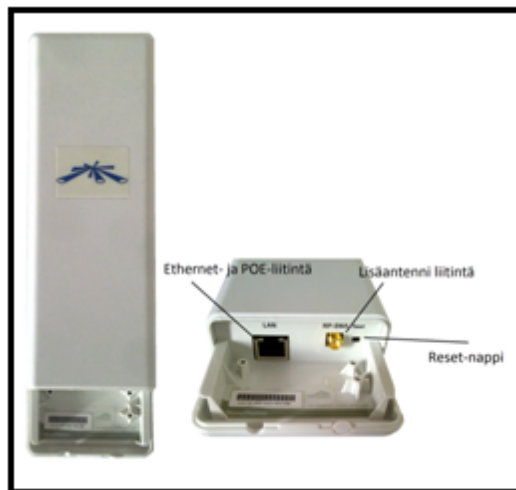
On aiheellista harkita WLAN-verkon siirtotaajuutta, eli mikä tulee valituksi 2,4GHz tai 5GHz. Esimerkiksi 5GHz taajuudella on parempi suorituskyky kuin 2,4GHz taajuudel-

la, koska 5GHz taajuudella on vähemmän häiriöitä, mutta 5 GHz taajuuden kantama on lyhyempi. Sen takia valittiin 2,4GHz-siirtotaajuus, koska sillä on pidempi kantama.

Nanostation2 on yksinkertainen ja tehokas WLAN-tukiasema (kuva 17), joka toimii 2,4 GHz taajuudella. Se on pieni laite, joka on suunniteltu ulkotilakäyttöön. Valmistajan mukaan se kestää melkein kaikissa sääolosuhteissa kuten korkea- ja matalalämpötiloissa (+20 - +70 C) kestää myös lumi- ja vesisateissa.

Nanostation2 toimii 12V jännitteellä ja 1A virtalähteellä, joka saa virtansa Power-Over-Ethernet:n kautta, jolloin käyttöjännite kulkee Ethernet-kaapelilla. Power-Over-Ethernet avulla voidaan asentaa laite korkeaan paikkaan kuten kattoon tai maastoon helposti.

Nanostation2 toimii siltana, reitittimenä, tukiasemana tai toistimena. Se tukee QoS-tekniikkaa, jolla tarkoitetaan tietoliikenteen luokittelua ja priorisointia kuten VoIP-liikennettä kun liikenteessä on muita sovelluksia, jotka aiheuttavat äänikatkoja soiton aikana.

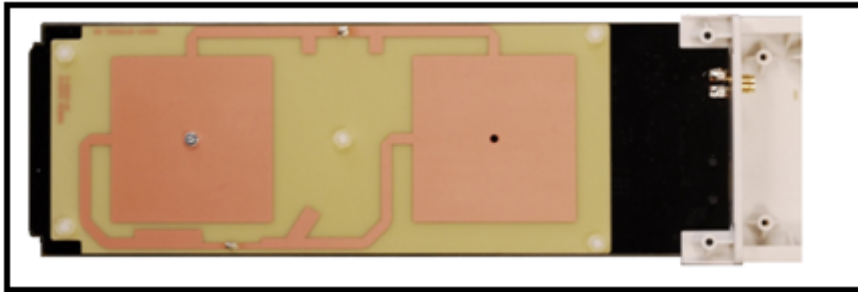


KUVA 17. Nanostation 2

6.2.1.3 Antennit

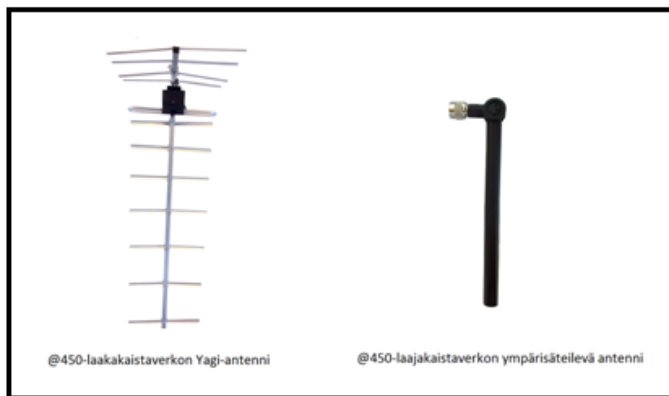
Antenni on tärkeä osa liikkuvan tukiaseman rakenteessa, ja käytetään kolme erilaista antennia: Planner-antenni WLAN-jakamisen varten, ympärisäteilevä- tai Yagi-antenni @450-verkon lähettämisen ja vastaanottamisen varten.

Planner-antennilla jaetaan 2,4 GHz:n WLAN päätelaitteisiin, joka on valmiiksi asennettu Nanostation2:ssä (kuva 18), tämän antennin lähetysteho on 10dBi. Tällä antennilla saadaan kaksinkertaista suurempi kantamaa kuin ympärisäteilevä antenni, joka käytetään monissa WLAN- tukiasemissa.



KUVA 18. Planner-antenni Nanstation2:ssä

Liikkuva tukiasema keskustelee @450-työaseman kanssa aina sen antennin kautta, antennit voi olla ympärisäteilevällä antennilla tai Yagi-antennilla (kuva 19). Voidaan käyttää jompikumpia antennia, esimerkiksi hyvissä kuuluvuusalueissa voi käyttää molempia antennia, mutta heikossa kuuluvuusalueissa yhteys saadaan ainoastaan Yagi-antennilla.



KUVA 19. @450-laajakaistaverkon Yagi- ja ympärisäteilevä antenni

6.2.1.4 Akku

Liikkuvan tukiaseman tarkoituksena olla täysin akulla toimiva, jolloin ei tarvitse sähköverkkoa vain kun halutaan ladata akkua uudestaan. Akun vaatimukset eivät ole suuret, eikä ole tärkeä millaista akkua käytetään. Siihen vaaditaan vain sopivaa lähdejännitettä, jolla saadaan @450-modeemi ja WLAN-tukiasema toimimaan. Akku ei saa olla liian iso tai painava koska liikkuvatukiasemassa on rajallinen tila, ja sen lisäksi pystyy liikuttamaan paikasta toiseen.

Liikkuvatukiasemaan on valittu moottoripyörän akku (kuva 20). Valmistajan mukaan akun lähdejännite on 12V tasajännitettä ja suurin antama virta on 17A tunnissa, joka sopii hyvin olla käyttöjännitteeksi @450-modeemille ja WLAN-tukiasemalle.

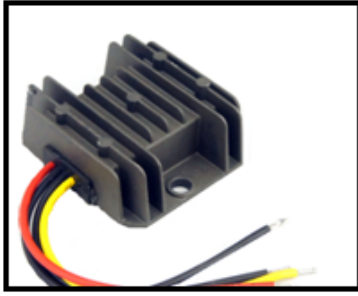


KUVA 20. Liikkuvatukiaseman akku

6.2.1.5 DC/DC-muuntaja

DC/DC-muuntaja on elektroninen piiri, joka muuntaa jännitetason toiseksi jännitetasoksi. Liikkuvatukiasemassa on kaksi osalaitetta, jotka saavat virtansa akulta: WLAN-tukiasema ja @450-pöytämodeemi.

WLAN-tukiaseman käyttöjännite on 12V tasajännite, jonka virta on sama kuin akun lähteväjännite. @450-modeemin käyttöjännite on 5V tasajännite, joka on 7 voltia pienempi kuin akun lähdejännite. Akun lähdejännite saadaan pienennettyä 5V käyttöjännitteeksi DC/DC-muuntajalla (kuva 21).



KUVA 21. DC/DC-muuntaja

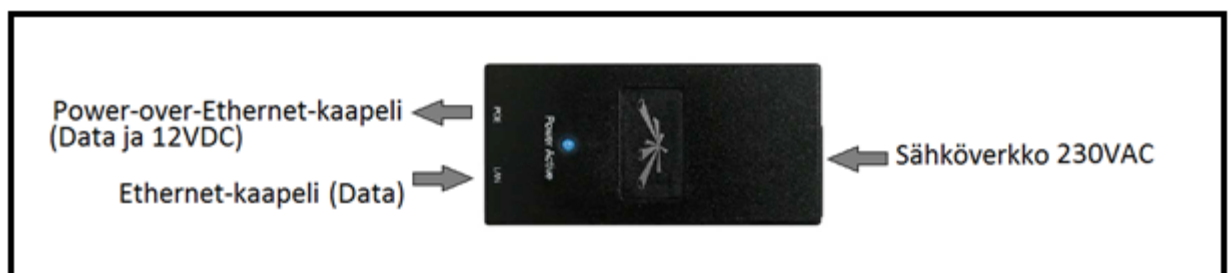
DC/DC-muuntajan ominaisuudet:

- Sisäänmenojännite 12/24V tasajännite
- Lähtöjännite 5V tasajännite
- Maksimi lähtövirta 5A
- Hyötysuhde 90 %
- Vedenpitävä

6.2.1.6 Power-over-Ethernet-kaapeli (PoE)

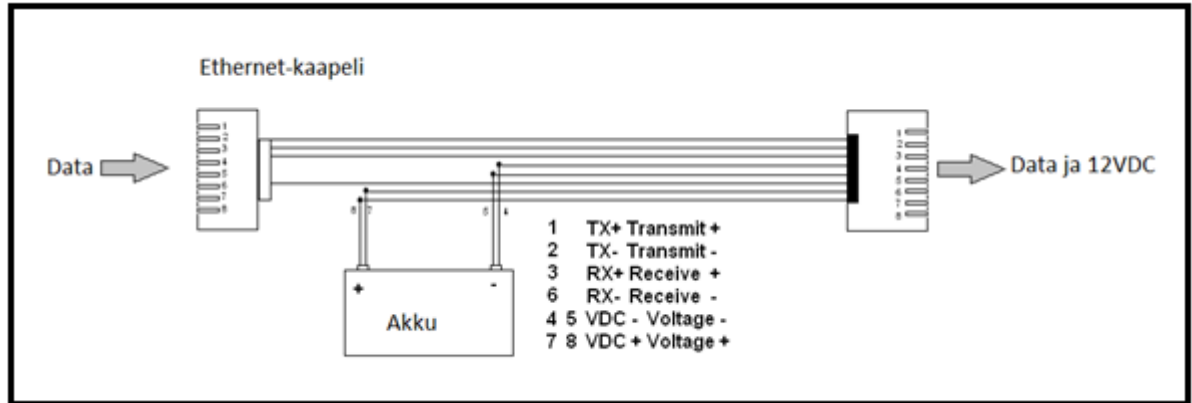
Power-Over-Ethernet (PoE) tarkoitetaan tekniikka, jolla verkkolaitteiden käyttöjännite syötetään Ethernet-kaapelin kautta ilman erillisiä sähkökaapeleita. Ethernet-kaapelissa on neljä johdinparia, jossa kaksi johdinparia käytetty datan siirtymiseen ja muut johdinparia ovat käyttämättömiä, joita voidaan käyttää käyttöjännitteen siirtymiseen.

WLAN-tukiaseman toimii 12V käyttöjännitteellä, jonka se saa PoE:n kautta. Se saa PoE erillisellä PoE-adapterilla, johon liitetään Ethernet-kaapeli ja sähköverkon kaapeli (kuva 22).



KUVA 22. PoE-adapteri

Kuten sanottiin aikaisemmin, akulta lähteväjännite on samansuuruinen kuin WLAN-tukiaseman käyttöjännitettä. Ethernet-kaapelista voidaan hyödyntää 4 & 5- ja 7 & 8-johdinparia, joilla voidaan siirtää WLAN-tukiaseman käyttöjännitettä (kuva 23).



KUVA 23. PoE-kaapeli

6.2.1.7 Muut osat

Liikkuvatukiasemaan hankittiin muita osia kuten:

- Akkulaturi liikkuvatukiaseman akun lataamiseen (kuva 24)
- Vedenpitävä sähköasennuslaatikko
- Kytkimet, WLAN-tukiasemalle ja @450-modeemille
- Masto, johon kiinnitetään Yagi-antenni ja WLAN-tukiasema

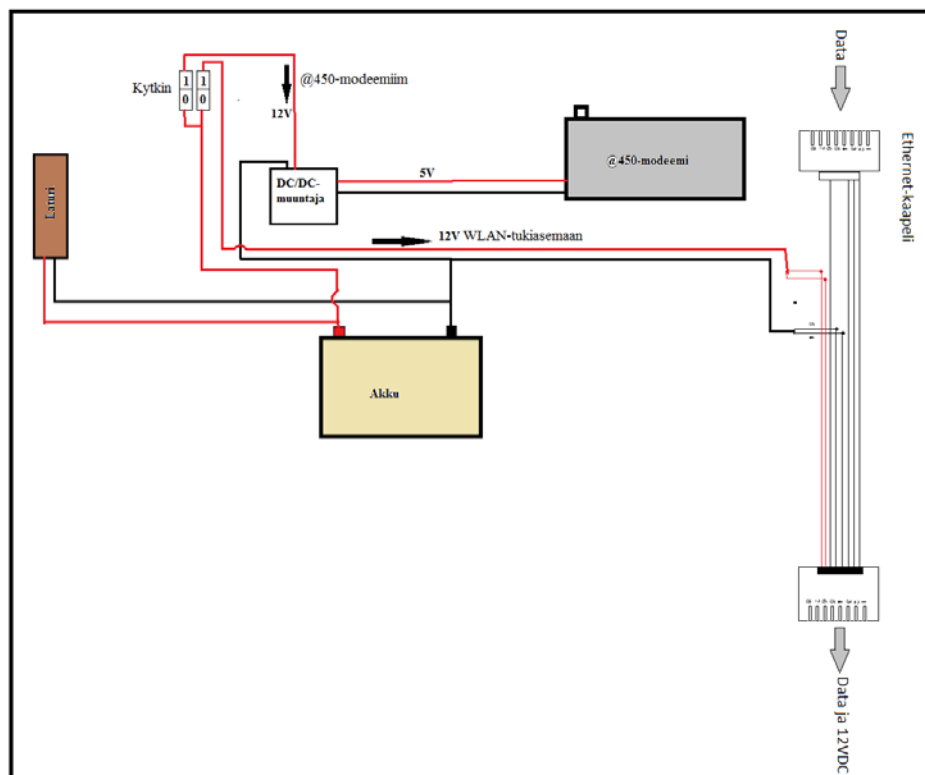


KUVA 24. Akkulaturi

6.2.2 Liikkuvan tukiaseman kytkentä

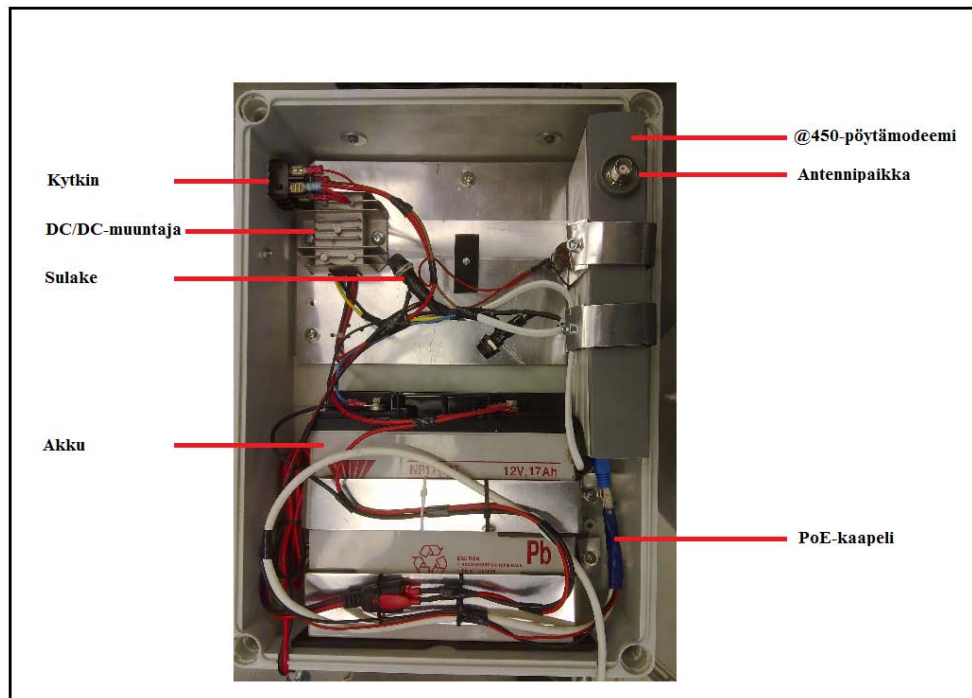
Liikkuva tukiasema toimii kolmella tärkeällä osalla: @450-pöytämodeemilla, akulla ja WLAN-aseamalla, joten @450-pöytämodeemi ja WLAN-tukiasema ottavat virtansa akulta. Sähköisen kytkennän suunnittelu aloitetaan selvittämällä @450-pöytämodeemin ja WLAN-tukiaseman käyttöjännitteet sekä paljonko akulta lähtee jännitettä.

Akulta lähtee 12V jännitettä, joka sopii hyvin WLAN-tukiaseman käyttöjännitteeksi. Kun WLAN-tukiasema ottaa virtansa PoE-kaapelin kautta, kytketään Ethernet-kaapelin johdot 7 & 8 akun plussa-napaan ja 4 & 5 miinus-napaan. @450-modeemi toimii 5V jännitteellä, joten muunnetaan akulta lähtevä 12V jännitettä 5V jännitteeksi DC/DC-muuntajalla. Kuvassa 25 näkyy liikkuvan tukiaseman kytkentä.



KUVA 25. Liikkuvan tukiaseman kytkentä

Kun kytkentä on suunniteltu, ei muuta kuin sijoitetaan jokaisen osan sähköasennuslaatikkoon. Kuvassa 26 näkyy liikkuvan tukiaseman jokaisen osan sijoittaminen sähköasennuslaatikossa.



KUVA 26. Liikkuvan tukiaseman osat

Kuvassa 27 on liikkuva tukiasema edestä ja sivulta otettu kuva.



KUVA 27. Liikkuva tukiasema

6.2.3 @450-laajakaistaverkon tilaaminen

Datame Oy:n asiakkaita @450-verkossa ovat palveluoperaattorit, jotka myyvät verkon palveluita kuluttajille. Datame Oy ei siis tarjoa verkon palveluita suoraan kuluttajille. Kuluttajien asiakasliittymiin liittyvissä kysymyksissä tulee ottaa yhteyttä palveluoperaattoreiden omiin asiakaspalveluihin. Alla olevassa taulukossa 5 on vertailu tarjolla olevia operaattoreita ja liittymiä.

TAULUKKO 5. @450-laajaksitaverkon olevat operaattorit ja liittymät (Liittymät 2012)

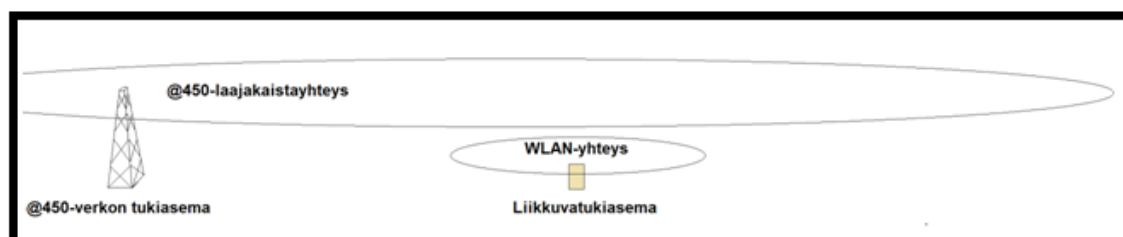
Palveluntarjoaja ↓	Liittymä	Latausnopeus	Lähetysnopeus	Priorisoitu*	Siirtorajoitus**	Hinta €/kk ↓
AirNet	512/256	512 kbps	256 kpbs	✗	5 Gt/kk	33,00 € Avaus: 39,00 €
AirNet	1024/512	1024 kbps	512 kpbs	✗	5 Gt/kk	39,90 € Avaus: 39,00 €
AirNet	1024/512	1024 kbps	512 kpbs	✓	10 Gt/kk	75,00 € Avaus: 39,00 €
Datanator@450	512/256 Liittymä	512 kbps	256 kpbs	✗	5 Gt/kk	38,00 € Avaus: 39,00 €
Datanator@450	1024/512 Liittymä	1024 kbps	512 kpbs	✗	5 Gt/kk	48,00 € Avaus: 39,00 €
Datanator@450	1024/512 Liittymä	1024 kbps	512 kpbs	✓	10 Gt/kk	75,00 € Avaus: 39,00 €
Louhi	Cool	512 kbps	256 kpbs	✗	5 Gt/kk	39,04 € Avaus: 38,98 €
Louhi	Plus	1024 kbps	512 kpbs	✗	5 Gt/kk	46,36 € Avaus: 38,98 €
Louhi	Pro	1024 kbps	512 kpbs	✓	7 Gt/kk	79,91 € Avaus: 38,98 €
LynxNet	512/256k	512 kbps	256 kpbs	✗	5 Gt/kk	38,00 € Avaus: 39,00 €
LynxNet	1M/512k	1024 kbps	512 kpbs	✗	5 Gt/kk	39,90 € Avaus: 39,00 €
LynxNet	1M/512k +	1024 kbps	512 kpbs	✓	10 Gt/kk	75,00 € Avaus: 39,00 €
M & P Systems	512/256 Liittymä	512 kbps	256 kpbs	✗	5 Gt/kk	38,00 € Avaus: 39,00 €
M & P Systems	1024/512 Liittymä	1024 kbps	512 kpbs	✗	5 Gt/kk	39,90 € Avaus: 39,00 €
M & P Systems	1024/512 Liittymä	1024 kbps	512 kpbs	✓	10 Gt/kk	75,00 € Avaus: 39,00 €
Mobile.fi	Lite	512 kbps	256 kpbs	✗	5 Gt/kk	41,20 € Avaus: 39,00 €
Mobile.fi	Standard	1024 kbps	512 kpbs	✗	5 Gt/kk	46,20 € Avaus: 39,00 €
Mobile.fi	Pro	1024 kbps	512 kpbs	✓	10 Gt/kk	75,00 € Avaus: 39,00 €
Mobilus	Starttikaista	512 kbps	256 kpbs	✗	5 Gt/kk	44,90 € Avaus: 39,90 €
Mobilus	Aktiivikaista	1024 kbps	512 kpbs	✗	5 Gt/kk	49,90 € Avaus: 39,90 €
Sonera	Laajakaista Langaton	1024 kbps	512 kpbs	✗	5 Gt/kk	39,90 € Avaus: 129,00 €
Sonera	Business Internet Wireless	1024 kbps	512 kpbs	✓	10 Gt/kk	80,52 € Avaus: 123,00 €

* Priorisoitu liittymä saa tukiaseman ruuhkatilanteissa kaistaa käyttöön ei-priorisoituja enemmän.
 ** Siirtorajoituksen ylittämisen jälkeen liittymän prioriteetti laskee, ja liittymän toiminta saattaa heikentyä.

Liittymä voidaan tilata operaattorilta Internetin kautta, operaattorille lähetetään sähköpostia, jolle laitetaan halutun liittymän nopeus, modeeminsarjanumero ja tunniste, sen lisäksi lähetetään tilaajan tiedot, kuten henkilötiedot jos tilaaja on henkilö, Y-tunnus jos tilaaja on firma.

6.2.4 Liikkuvan tukiaseman käyttöön ottaminen

Liikkuva tukiasema toimii kahdella erilaisella verkolla @450-laajakaistayhteydellä ja WLAN-lähiverkko-yhteydellä (kuva 28). WLAN jakamiseen käytettiin 2.4 GHz:n vapaataajuus, mutta siihen taajuuteen on asetettu määräyksiä ja rajoituksia. Kun halutaan saada lisäkattavuusalue WLAN-tukiasemaan, kytketään lisäantenni WLAN-päätelaitteeseen, mutta on otettava huomioon Suomen viestintäviraston määräyksiä. Esimerkiksi 100mW EIRP eli (=20dBm) on määrittänyt suureksi sallituksi säteilytehoksi 2.4 GHz:lle.

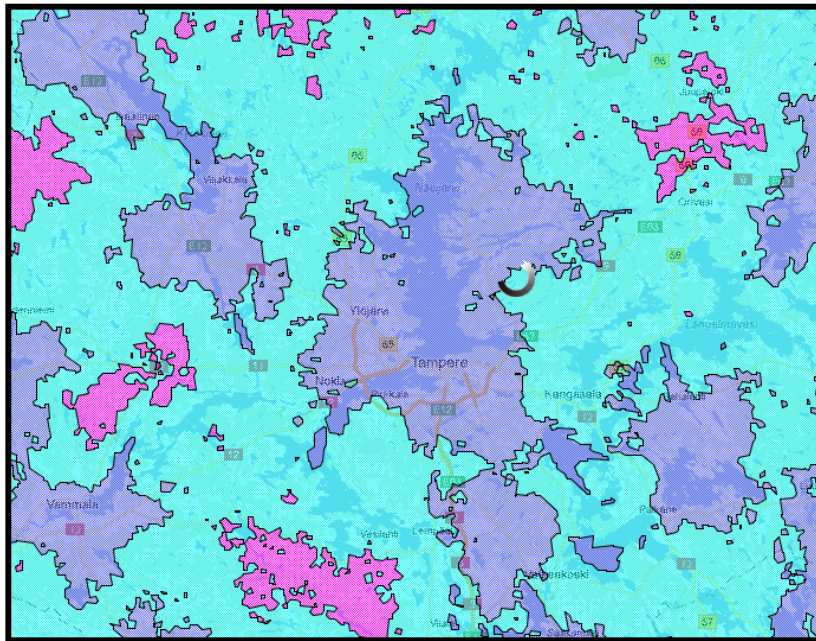


KUVA 28. Liikkuvatukiaseman toimivat yhteydet

Liikkuva tukiasema on aina heikkomassa asemassa @450-tukiasemaan nähden. Liikkuva tukiasema yleensä lähettää ja vastaanottaa @450-laajakaistaverkkoa ympärisäteilevällä antennilla, mutta joskus tarvitsee kytkeä lisäantenni, että saadaan lisää lähetys- ja vastaanottotehoa. On otettava huomioon ympäristöä, johon tukiasema sijoitetaan, esimerkiksi esteet ja etäisyydet, liikkuvan tukiaseman ja @450-tukiaseman välissä.

@450-laajakaistaverkolla on iso lähetysteho, joka mahdollistaa yhteyden siirtymisen pitkiin matkoihin noin 50 – 60 km. Kuten kerrottiin aikaisemmin @450-laajakaistaverkko kattaa suurimman osan Suomen alueista. Kattavuusalue voidaan hakea karttapalvelusta www.datame.fi/karttapalvelu.html.

Kuvassa 29 näkyy kolme erilaista kuuluvuusaluetta, jotka merkitsevät @450-verkon toimivuutta eritilanteissa. Tummansinisissä alueissa kuuluvuus on erinomaisen hyvä. Liikkuvaa tukiasemaa voidaan käyttää sisätiloissa sekä ulkona. Vaaleansinisissä alueissa kuuluvuus on hyvä, jos liikkuva tukiasema on ulkona tai viemällä sen ympärisäteilevä-antenni kiinteistön ulkopuolelle jatkojohdolla. Vaaleanpunaisissa alueissa tarvitaan Yagi-antenni yhteyden saamiseksi. Hyvän yhteyden saamiseksi on asennettava Yagi-antenni tiettyyn suuntaan ja sopivaan sijoituskorkeuteen.



KUVA 29. @450-laajakasiaverkon kattavuusalueet (Datame 2011)

7 YHTEENVETO

Talvimyrsky aiheuttaa sähkökatkoja, jotka saattavat aiheuttaa GSM-tukiasemien sammumisen. GSM-tukiasemilla on akkuja, jotka jäävät toimimaan kolme tuntia sähkökatkon jälkeen. Kolmen tunnin akkuvaraus on niin pieni verrattuna huollon kestävyYTEEN. Huoltomiehet eivät pääse heti korjaamaan katkoja, eli korjaus alkaa kun talvimyrsky loppuu. Se voi kestää useita päiviä ennen kun saadaan sähköverkko kuntoon.

Liikkuvan tukiaseman suunnittelu ja toteuttaminen eivät olleet yksinkertaisia. Suunnittelun alku vaiheessa oli kaksi vaihtoehtoa saada Internet-yhteys liikkuvalla tukiasemalle. Ensimmäinen vaihtoehto oli saada Internet-yhteys etäiseltä 3G-tukiasemalta, joka vahvistetaan toistimilla. Toinen vaihtoehto oli saada Internet-yhteys muulta verkolta kuin 3G-verkko. 3G-verkon vahvistaminen oli vaikea toteuttaa, koska 3G-verkon taajuus ei ole tarkoitettu yksittäisille toistimille, vaan toimiluvanvaraisille matkaviestinverkoille. Viestintävirasto ei myönnä yksittäisiä radiolupia matkaviestinverkon toistimien hallussapitoon ja käyttöön. Silloin päätettiin toteuttaa liikkuvan tukiaseman @450-laajakaistaverkolla, jolla on laaja maantieteellinen peitto.

Opinnäytetyö onnistui hyvin. Ennen opinnäytetyön tekemistä itselläni ei ollut paljon tietoa langattomista verkoista Suomessa eikä ISM-taajuuksista. Työn tekemisen aikana olen saanut myös paljon tietoa antennista ja @450-verkosta.

Työn aikana ei tullut yhtään virhettä, se johtui hyvästä suunnittelusta ja järjestelmällisyydestä. Työssä haasteellista oli saada budjettiin sopivat hinnat liikkuvan tukiaseman osista, sen takia jouduin istumaan tunteja etsien osia huutonetistä ja ulkomaalaisista web-sivuista. Liikkuvan tukiaseman kokoamiseen ja sähköiseen kytkentään ei mennyt paljon aikaa.

Työn tuloksena syntyi toimiva liikkuva tukiasema, joka toimi ennakko odotuksia paremmin. Se saa @450-laajakaistaverkkoa ja jakaa WLAN-yhteyttä, joka toimii jopa kahdeksan tuntia täysillä tehoilla ilman sähköä.

LÄHTEET

3G.sovellukset[www-sivu]. Luettu19.3.2012.

<http://imageshack.us/photo/my-images/27/imagehob.jpg>

4G sukupolvi[www-sivu]. Luettu19.3.2012

<http://fi.wikipedia.org/wiki/4G>

Datame [www-sivu]. Luettu 19.3.2012

<http://www.datame.fi/index.php?id=14>

Digitan tiedotteet [www-sivu]. Luettu 20.7.2011

http://www.digita.fi/yritykset/yhtio/media/tiedotteet/2009?423_o=40

Elisa Oy.2012 [www-sivu]. Luettu 16.3.2012

<http://www.elisa.fi/kuuluvuus/index.php?map=4g>

ITU. International Telecommunication Union.[www-sivu]. Luettu 19.3.2012

<http://www.itu.int/ITU-R/terrestrial/faq/index.html#g005>

Matkapuhelinten sukupolvet[www-sivu]. Luettu 19.3.2012.

<http://www.netlab.tkk.fi/opetus/s38118/s99/htyo/47/index.shtml>

Mobile phone technology[www-sivu]. Luettu 19.3.2012.

<http://www.mobile-phone-directory.org/Technology/>

Sonera @450 PCMCIA-korttimodeemi [www-sivu]. Luettu 19.3.2012

http://www5.sonera.fi/ohjeet/PCMCIA-kortti_%28@450%29

Sonera @450 USB-modeemi [www-sivu]. Luettu 19.3.2012

http://www5.sonera.fi/ohjeet/USB-modeemi_%28@450%29

Sonera @450 WLAN-tukiasema [www-sivu]. Luettu 19.3.2012

http://www5.sonera.fi/ohjeet/WLAN-tukiasema_%28@450%29

Sonera @450-pöytämodeemi [www-sivu]. Luettu 19.3.2012

http://www5.sonera.fi/ohjeet/P%C3%B6yt%C3%A4modeemi_%28@450%29

Soyinka, W. 2010. Wireless Network Administration. The McGraw-Hill Companies.

Viestintävirasto[www-sivu]. Luettu 19.3.2012

http://www.ficora.fi/attachments/suomimq/5xxaIP6YL/Maarays_15AB2011M.pdf

Yle uutiset. 2012 [www-sivu]. Luettu 16.3.2012.

http://yle.fi/uutiset/teemat/talvimyrsky/2011/12/matkapuhelinverkossa_edelleen_ongelmia_3129790.html