

Heikki Salmela

LANGATTOMAN LAAJAKAISTAVERKON TOTEUTUS

WiMAX – tekniikalla Haapajärven alueelle

Opinnäytetyö

KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Marraskuu 2009

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Tekniikan toimipiste, Ylivieska	Aika Marraskuu 2009	Tekijä/tekijät Heikki Ilmari Salmela
Koulutusohjelma Tuotantotalous		
Työn nimi Langattoman laajakaistaverkon toteutus		
Työn ohjaaja Puomio Hannu	Sivumäärä 44 + 3	
Työelämäohjaaja Manninen Jani		
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena on parantaa laajakaistan saatavuutta Haapajärven haja-asutusalueilla. Työssä toteutetaan langaton laajakaistaverkko Haapajärven Pekkaperän ja Parkkilan alueille. Työn toimeksiantaja on Pohjanmaan Puhelin Oy.</p> <p>Työn tarkoitus on toteuttaa verkko suunnitelmasta aina toimivaan asiakaspäätelaitteeseen asti. Työssä käydään myös läpi liike- ja kannattavuuslaskelmat suunnitteluvaiheessa sekä verkon rakentamisen jälkeen.</p> <p>Ensimmäiseksi työssä tutustutaan käytettävään WiMAX – tekniikkaan ja standardeihin. Seuraavaksi työ suunnitellaan, jonka jälkeen se toteutetaan. Lopuksi pohditaan kokonaisuutta.</p>		

Asiasanat
WiMAX, radiomastot, langaton laajakaistaverkko

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Ylivieska, technology	Date November 2009	Author Heikki Ilmari Salmela
Degree programme Industrial Management		
Name of thesis Realization of Wireless broadband		
Instructor Puomio Hannu		Pages 44 + 3
Supervisor Manninen Jani		
<p>The aim of this thesis was to improve broadband access in Haapajärvi's scattered settlement area. In this thesis the Wireless Broadband Access were built to Pekkaperä and Parkkila. The client of this thesis was Pohjanmaan Puhelin Oy.</p> <p>The purpose of this thesis was to realize the Wireless Broadband Access from planning to full-working customers ending. This thesis includes also business and cost estimating in planning period and also after the installation period.</p> <p>The first part of the thesis is to explore the technology of WiMAX and also to its standards. The Second part is planning and after that to realize the Wireless Broadband Access. At the end to consider the whole big picture.</p>		
Key words WiMAX, radio masts, wireless broadband		

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

1. JOHDANTO	1
2. POHJANMAAN PUHELIN OY	3
3 LANGATON LAAJAKAISTATEKNIikka	6
3.1 MIKÄ ON WiMAX?.....	6
3.2 STANDARDIT JA MÄÄRITTELIJÄTAHOT.....	6
3.3 3,5 GHZ WiMAX- TEKNIikka	8
3.4 WiMAX – VERKON RAKENNE JA HALLINTA	8
3.4.1 Tukiasema	9
3.4.2 Tilaajapäätteet	11
3.4.3 Datarunkoverkko.....	13
3.5 LANGATTOMAT LAAJAKAISTATEKNIikat LÄHIVUOSINA	14
3.5.1 Mobiili- WiMAX	14
3.5.2 Seuraavan sukupolven mobiiliverkko	14
3.6 KUITU KOTIIN JA LANGATON LAAJAKAISTA OSANA VUODEN 2015 LAAJAKAISTASTRATEGIAA	15
4 JÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	17
4.1 LÄHTÖTILANNE JA TAVOITE	17
4.2 ENNALTA ARVIOIDUT LASKELMAT	18
4.2.1 Materiaalit (POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA).....	18
4.2.2 Työtunnit (POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA).....	18
4.2.3 Yksikköhinnat (POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA).....	19
4.2.4 Liike- ja kannattavuuslaskennan arviointi (POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)	21
4.2.5 Huomioitavaa PPO:n mastossa (POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA) ...	23
4.2.6 Huomioitavaa vuokramastossa (POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA) ...	24
4.3 PEITTOALUEKUVAT	24

4.4 LAITEVALMISTAJAN VALINTA (POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA).....	25
5 JÄRJESTELMÄN TOTEUTUS	28
5.1 JÄRJESTELMÄN TILAAMINEN (POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)	28
5.2 VALMISTELEVAT TYÖT.....	29
5.3 MASTOTYÖT.....	33
5.3.1 ½”-50 RFA-kaapelin asennus mastoon.....	34
5.3.2 Antennien ja radiolähettimien asennus mastoon, sekä antennien suuntaus	35
5.3.3 Maadoitukset ja viimeistely	36
5.4 KÄYTTÖNOTTO	36
6 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	38
6.1 TOTEUTUNUT VERKKO	38
6.2 VERKON KANNATTAVUUS JA TODELLISET KUSTANNUKSET (POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)	38
6.3 EPÄVARMUUSTEKIJÄT	40
6.4 TYÖN HYÖDYNTÄMINEN JATKOSSA.....	41
7 YHTEENVETO	42

LÄHTEET

LIITTEET (POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

BER	Bit Error Rates, Bittivirran virhesuhde
BWA	Broadband Wireless Acces, Langattomista laajakaistoista käytetty yleisnimitys
DSL	Digital Subscriber Line, Digitaalinen tilaajalinja
IDU	In-door unit, sisäyksikkö
IEC	International Electrotechnical Commission, Kansainvälinen sähköalan standardointijärjestö
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, Amerikkalainen standardi järjestö
IP	Internet Protocol, Internet protokolla
ISO	International Organization for Standardization, kansainvälinen standardisoimisjärjestö
IT	Informaatioteknologia, Tietotekniikka
Konserni	Konserni on kahden tai useamman yrityksen muodostama taloudellinen kokonaisuus
LOS	Line Of Sight, näköyhteys
LTE	Long Term Evolution, seuraavan sukupolven mobiiliverkko
MAC	Media Access Control, uniikki fyysinen laiteosoite
OSI	Open System Interface, Verkkoterminologia
PHY	Physical Layer, fyysinen/langaton tiedonsiirto
QoS	Quality of Service, Palvelun laadun tarkkailu
RF	Radio Frequency, Radiotaajuus
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Acces, Opinnäytetyössä käytetty tekniikka, perustuu IEEE 802.16-standardiin

1. JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on suunnitella ja toteuttaa langaton laajakaistaverkko täydentämään Haapajärven laajakaistapeittoaluetta sekä pystyä tarjoamaan laajakaistapalveluja uusille alueille. Työn tarkoituksena on tehdä verkko alusta loppuun, suunnittelusta ensimmäiseen toimivaan asiakaspäätteeseen asti.

Opinnäytetyön langaton laajakaistaverkko tehdään Haapajärvelle Parkkilan ja Pekkaperän alueille. Molemmat alueet sijaitsevat n. 10 km:n päässä Haapajärven keskustasta. Työssä käytetään Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX) -tekniikkaa, joka on varsin uusi, 2000-luvulla läpimurron tehnyt langaton tiedonsiirtotekniikka. Se on suunnattu lähinnä taajamiin, missä ei ole mahdollisuutta kupariverkossa toimivaan laajakaistaan eli Digital Subscriber Line (DSL)- tekniikkaan. WiMAX poikkeaa myös olemassa olevista langattomista ratkaisuista niin paljon, että se pohjaksi on kehitetty oma standardi.

Opinnäytetyön tilaajana toimii Pohjanmaan Puhelin Oy (kutsutaan myöhemmin nimellä PPO). PPO:lla on tällä hetkellä toiminnassa n. 20 WiMAX – tekniikalla toteutettua langatonta laajakaistaverkkoaluetta ympäri toimialuetta. PPO aloitti langattomien verkkojen kokeilun vuonna 2005 toteuttamalla Suomen ensimmäisen pilottiverkon Alvarionin BreezeMAX – tekniikalla.

Verkon suunnittelun ja rakentamisen lisäksi tarkoituksena on laskea liike- ja kannattavuuslaskelmia, joiden perusteella voidaan tarkastella verkon kannattavuutta ja siitä aiheutuvia kuluja yritykselle. Työssä otetaan huomioon materiaali- ja työkustannukset. Opinnäytetyön alussa tehdään arviointilaskelmat ja lopussa tarkistetaan laskelmat toteutuneilla kustannuksilla. Näin voidaan tarkastella arvioinnin ja todellisten kulujen heittoja. Tulevaisuutta ajatellen työ antaa suuren mahdollisuuden arvioida todellisia tulevia kuluja. Laskelmia varten tehdään useita Excel-pohjaisia laskureita, joita voi hyödyntää jatkossa helposti.

Työn varmasti yksi mielenkiintoisin kohta on mastotyöt osio, jossa esitellään miten työ tehdään mastossa. Antennit, kaapelit ja radiolähtimet asennetaan mastoon n. 70 metrin

korkeuteen. Mastotyö on erikoistyötä. Työ sisältää paljon kuvia asennuskohteista ja tapahtumista. Kuvat helpottavat tilanteen hahmottamista.

Lisäksi opinnäytetyössä käydään läpi WiMAX – tekniikan tulevaisuutta ja mitä haasteita tällä tekniikalla on mahdollisesti tulevaisuudessa.

Opinnäytetyössä ei porauduta syvälle WiMAX – tekniikan teoriaan, koska sitä on käsitelty syvällisesti aikaisemmissa WiMAX -opinnäytetöissä. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan lähinnä pintapuolisesti WiMAX – tekniikkaa. Pääpaino työssä on laskelmissa ja projektin läpiviennissä. Lähteinä käytetään alan kirjallisuutta ja paljon www-dokumentteja. Työtä tehdessä on ollut mielenkiintoista huomata se, että uusia uutisia tulee lähes viikoittain aiheeseen liittyen.

2. POHJANMAAN PUHELIN OY

Pohjanmaan Puhelin Oy omistaa PPO -konsernin emoyhtiön Pohjanmaan Puhelinosuuskunta PPO:n. Pohjanmaan Puhelin Oy on alueellinen Finnet-yhtiö, joka toimii verkko- ja palveluoperaattorina Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla sekä Länsi-Lapissa ja tuottaa operaattoripalveluja myös pohjoisessa Keski-Suomessa ja Kaustisen seutukunnassa.

Palvelutoimintaa on kaiken kaikkiaan yli 40 kunnan alueella. PPO tarjoaa nykyaikaisia tietoliikennepalveluja: kiinteän verkon palveluja sekä mobiili- ja tietoverkkopalveluja. PPO:n visiona on olla toimialueensa merkittävin ja kilpailukyisin tietoyhteiskuntapalveluiden kehittäjä, tuottaja, jakelija ja ylläpitäjä verkottuneessa toimintaympäristössä (PPO 2008)

PPO- konserniin kuuluvat seuraavat yritykset:

1. Pohjanmaan Puhelinosuuskunta PPO on PPO- konsernin emoyhtiö, joka omistaa Pohjanmaan Puhelin Oy:n.
2. Pohjanmaan Puhelin Oy on alueellinen Finnet- yhtiö, joka toimii verkko- ja palveluoperaattorina Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla sekä tuottaa operaattoripalveluja myös pohjoisessa Keski-Suomessa, Kaustisen seutukunnassa ja Länsi-Lapissa. Palvelutoiminta on 42 kunnan alueella. PPO tarjoaa asiakkaille nykyaikaisia tietoliikennepalveluja: kiinteän verkon palveluja sekä mobiili- ja tietoverkkopalveluja. PPO- konsernin liikevaihto vuonna 2007 oli 32,1 milj. euroa.
3. PPO Palvelut Oy tarjoaa kokonaispalveluna kotiasiakkaille ja pk-yrityksille kaikki tietoliikenneyhteydet: puhe-, data- ja langattomat palvelut, päätelaitteet, tietokoneet, ohjelmat, laajakaistaliittymät, Internet-palvelut ja turvapalvelut sekä kattavat it-

palvelut: palvelimet, tietojen varmennus- ja tallennuspalvelut sekä sovellusten etäkäyttöpalvelut.

4. Pohjanmaan Verkkopalvelut – PVP Oy tuottaa tietotekniikkapalveluja ja sähköisiä asiointipalveluja sekä alueportaali- ja verkkokauppapalveluja. PVP:n omistajia ovat 21 kuntaa ja Pohjanmaan Puhelin Oy.
5. Oulutel Oy on Pohjanmaan Puhelin Oy:n tytäryhtiö, joka vastaa it- ja ic-palveluiden myynnistä ja asiakkuuksista Oulun ja Länsi-Lapin talousalueilla.
6. Viske Oy tarjoaa yrityksille ja yhteisöille puhelinliikenteen vastaus- ja välityspalveluita, HD-palveluja sekä contact center – palveluja.
7. BCC Finland Oy on valtakunnallisesti toimiva suomalainen tietotekniikan palveluyritys, jonka kaksi pääliiketoiminta- aluetta ovat IT-infrajärjestelmät sekä CAD-tiedonhallintajärjestelmät. Yhtiöllä on vahvat siteet pääyhteistyökumppaneihinsa, jotka ovat HP, Autodesk ja Microsoft. BCC Finland Oy toimii kahdeksassa toimipisteessä eri puolella Suomea.
8. Telekarelia Oy on Telekarelia-ryhmän operatiivinen pääyhtiö. Telekarelia-ryhmä muodostuu Telekarelia Oy:stä, Outokummun Puhelin Oy:stä ja Kotikaupungin Puhelin Oy:stä. Telekarelia toimii verkko- ja palveluoperaattorina Pohjois-Karjalassa ja vastaa myös Outokummun Puhelin Oy:n palvelutoiminnasta. Palvelutoimintaa on yli 10 kunnan alueella. Telekarelia tarjoaa asiakkaille nykyaikaisia tietoliikennepalveluja: kiinteän verkon palveluja sekä mobiili-, ktv- ja tietoverkkopalveluja.

TAULUKKO 1. PPO:n tilinpäätöksen avainlukuja (PPO:n toimintakertomus vuodelta 2008)

PPO-Konsernin tunnuslukuja 2008	
Liikevaihto	40,7 milj. €
Tilikauden ylijäämä	7,2 milj. €
Investoinnit	26 milj. €
Liiketoiminnan tulos	4 milj. €
Tase	83,9 milj. €
Puhelinliittymät	36 011 kpl
Laajakaistaliittymät	30 527 kpl
KTV-liittymät	9 011 kpl
Henkilöstö	284

3 LANGATON LAAJAKAISTATEKNIikka

3.1 Mikä on WiMAX?

WiMAX on aito langatonlaajakaistayhteys, joka toimii IEEE 802.16-standardeja noudattaen. 802.16 on erittäin nopea, korkealla radiotaajuusalueella toimiva langaton verkkotekniikka. Tekniikka on suunniteltu erityisesti alueille, joilla kaapeliyhteyden rakentaminen olisi liian kallista tai hankalaa. Kantama voi olla kymmenien kilometrien luokkaa, mutta käytännössä maksimi on 10 km. Langaton laajakaistatekniikka kykenee jopa 100 Mbps tiedonsiirtonopeuteen. WiMAX:sta on kehitetty neljä eri standardia. Standardeja kehittää WiMAX Forum, jossa ovat mukana mm. Nokia, Ericsson, Nortel Networks ja Intel (Alanen 2008).

Ensimmäiset WiMAX -ratkaisut toimivat 3,5 gigahertsin luvanvaraisella taajuudella. WiMAX – tilaajan kiinteistöön asennetaan langaton asiakaspäätelaite, jonka perään voidaan kytkeä esimerkiksi kodin lähiverkko. Tilaajan päätelaitteesta on langaton radioyhteys operaattorin mastossa sijaitsevaan tukiasemaan. Suoraa näköyhteyttä tukiasemien välillä ei välttämättä tarvita. Asiakkaalle asennetaan esimerkiksi talonsa katolle antenni, joka pystyy välittämään radiotaajuista dataa tukiaseman ja tilaajapään välillä. Koska tukiaseman ja tilaajan välinen siirto on langatonta, voidaan ajatella, että välistä puuttuu esimerkiksi ADSL – tekniikassa käytetty lankayhteys. 802.16 tekniikka toimii OSI-mallin kahdella alimmalla kerroksella (PHY ja MAC). (Alanen 2008)

3.2 Standardit ja määrittelijätahot

Melkein kaikki markkinoille tulevat laitteet noudattavat jotain standardia. Standardien tarkoitus on määrittellä miten jokin asia tulisi tehdä eli määrittää yhteiset pelisäännöt. Standardien hyödyllisyyttä voi mainita mm. näillä seikoilla:

- Valmistamisen eri osa-alueet voidaan eritellä rajapinnoiksi, mikä mahdollistaa erikoistumisen.
- Laitevalmistajilla on pienemmät investointiriskit ja nopeampi tuotekehitys.
- Kuluttajahinnat laskevat ja laitteiden yhteensopivuusongelmat vähenevät.
- Alihankinta tulee mahdolliseksi edellä olevasta syystä ja parantaa näin prosessin sisältöä.
- Laadunvalvonta yhteistyökumppania valittaessa helpottuu standardien asettaessa jo tietyt alkuarvot.

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

IEEE on kansainvälinen tekniikan alan järjestö, joka standardien laatimisen lisäksi harjoittaa laajaa julkaisutoimintaa, tieteellisten konferenssien järjestämistä sekä koulutusta. IEEE ei ole virallinen standardisointiorganisaatio kuten esimerkiksi ISO, mutta sen laatimat standardit ovat hyvin arvostettuja.

Monet IEEE-standardit päätyvät myös ISO/IEC-standardeiksi tai niitä käytetään pohjana ISO-standardisointityössä. IEEE:hen kuuluu yli 370 000 jäsentä yli 160 maasta. Suomessa vastaava taho on Suomen Standardoimisliitto SFS ry (Suomen Standardisointiliitto SFS ry). IEEE on myös vastuussa 802.16 standardoinnista. (Alanen 2008)

WiMAX – foorumi

WiMAX Forum on vuonna 2003 Nokian, Ensemble Communications Inc:n ja OFDM Forumin perustama voittoa tavoittelematon järjestö, jonka tarkoituksena on edistää IEEE 802.16-standardeihin pohjautuvan teknologian markkinoita. Tästä tulee teknologian nimi WiMAX. WiMAX-konsortion jäsenet myyvät 75 % tämän hetkisistä Broadband Wireless Access (BWA)-tuotteista (WiMAX forum 2003).

WiMAX – foorumin tavoitteena on myös huolehtia WiMAX -laitteiden yhteensopivuudesta määrittelemällä profiileja, joiden mukaisiksi laitevalmistajien tulisi tuotteensa toteuttaa. (Alanen 2008)

3.3 3,5 GHz Wimax- tekniikka

Alvarionin tekniikka tukee 3,5 GHz tekniikkaa, johon Suomessa jaetut taajuusluvut sopivat hyvin. 3,5 GHz taajuusalue on sovelias Suomeen harvan asutuksen, pitkän kantaman ja päätelaitteiden paremman saatavuuden vuoksi. Suomen Viestintävirasto jakoi taajuusalueen kolmeen lohkokoon:

- 3510 – 3538 MHz
- 3538 – 3566 MHz
- 3566 – 3590 MHz

Samalla taajuusalueella voi toimia kolme eri operaattoria. PPO:lla on toiminnassa alin vaihtoehto, eli 3566 – 3590 MHz. PPO:n WiMAX lähetykskaista on 24 MHz leveä jolloin verkon rakentaminen on haasteellisempaa. Verkko on toteutettava käyttäen kuutta kanavaa. Muut kaksi jaettua lähetykskaistaa ovat leveydeltään 28 MHz ja niiden kanssa voi käyttää seitsemää tai kahdeksaa kanavaa. Tilaajapäässä käytetään vastaanottotaajuutena -100 MHz annetusta taajuusalueesta, eli lähetykskaistajuuden ollessa 3481.750 MHz on vastaanottotaajuus 3381.750 MHz.

3.4 WiMAX – verkon rakenne ja hallinta

WiMAX – verkko rakentuu radiomaston ympärille. Maastossa sijaitsevat radiomastot mahdollistavat korkean paikan antennille. Yleensä radiomastot ovat korkeudeltaan 20 metristä aina yli 300 metriin. Parkkilan ja Pekkaperän asennukset tehdään n. 70 metrin korkeuteen. Mastoon asennetaan molemmissa kohteissa kaksi antennia, kaksi radiolähetintä ja kaapelit.

Maston juurella sijaitsee laitetila, jossa on yleensä eri operaattoreiden tukiasemia, siirtolaitteita, tasasuuntaaja, akkuja ja niin edelleen. Laitetilaan sijoitetaan myös WiMAX – verkon BreezeMAX – tukiasema, josta lähtee ½”- RFkaapeli mastoon. Kaapeli kiinnitetään mastossa olevaan kaapeli-arinaan asianmukaisilla kaapelikaarikiinnikkeillä. Kaapeli

vedetään haluttuun korkeuteen asti, johon WiMAX:n radiolähetin sijoitetaan. Radiolähettimestä johdetaan hyppykaapelilla signaali antenniin, joka säteilee alapään tukiasemalta tullutta dataa ympäristöön. Yksi antenni säteilee n. 90 ° ympäristöön. Kahdella antennilla saadaan peittoalueeksi n. 180°. Peittoalueen reuna on n. 10 km päähän antennista, mutta lähetysteho ja tiedonsiirtonaso heikkenevät huomattavasti kauemmaksi pääkeilasta mentäessä.



KUVA 1. Antenni, radiolähetin sekä hyppykaapeli Parkkilan mastossa. (Salmela 2009)

3.4.1 Tukiasema

Sisäyksikkö on BreezeMAX:in microbasestation (Kuva 2, alempi yksikkö). Sisäyksiköllä saadaan kontrolloitua kahta radioyksikköä ja antennia. Käyttösähkö on joko ~230V tai -48V DC.

Tukiasemasta löytyvät seuraavat liitännät:

1. Dataport, 10/100Base-T, johon saadaan yhdistettyä RJ-45 liitin. Tämä liitin on runkoverkon tiedonsiirtoportti esim. reitittimelle. Tätä liitintä käytetään yleensä hallintaan.
2. Mgmt eli management, 10/100Base-T, johon saadaan yhdistettyä RJ-45 liitin. Tämä liitin on myös hallintaportti, jota käytetään yleensä PC:n suoran kytkentään.
3. Mon eli sarjaportti, jolla saadaan monitoroitua ja configuroitua tukiasemaa.
4. Alarm in ja out. Tämä liitin mahdollistaa hälytyksen sisään- /ulostulon.
5. Odu 1 ja 2. Kaksi TNC – liitintä radioyksiköitä varten. Näistä liittimistä signaali vietään tukiasemalta antennille asti.



KUVA 2. BreezeMAX – tukiasema asennettuna. Kuvassa näkyy myös SAF CFM sisäyksikkö, jonka kautta WiMAX-tukiasema on reititetty. (Salmela 2009)

Tukiaseman ja tilaajan välinen siirto on langatonta. Tukiasema koostuu modeemista, radio-osasta ja antennista, jolloin se antaa pienimmän mahdollisen tukiasemaratkaisun.

3.4.2 Tilaajapäätteet

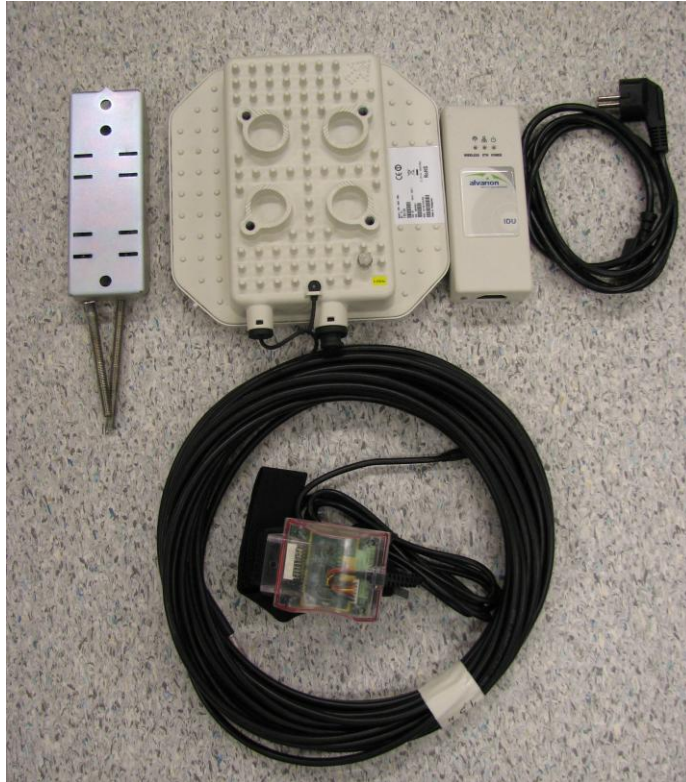
Tilaajapäätte koostuu seuraavista elementeistä (Kuva 4, kaikki tilaajapäätteen elementit):

1. Ulkoyksikkö, joka muodostuu radioyksiköstä ja antennista, suunnataan kohti tukiasemaa, esimerkiksi Parkkilassa kohti Parkkilan mastoa, jossa tukiasema ja antenni sijaitsevat. Tilaajapäätteen antenni on hyvin herkkä esimerkiksi tiheälle puustolle, joten sen sijoittaminen on mietittävä tarkkaan. Mitä korkeammalle antennin saa asennettua, sitä vähemmän se on vikaherkkä.
2. Kytöntäkaapeli, joka on normaalia CAT5 -kaapelia. Tällä kaapelilla saadaan yhteys ulkoyksikön ja sisäyksikön välille.
3. Sisäyksikkö (Kuva 3), johon ulkoyksiköltä tuleva kaapeli kytketään. Sisäyksikköön kytketään myös verkkovirta, sekä Ethernet – kaapeli oman koneen ja sisäyksikön välille.



KUVA 3. IDU-yksikkö (Manninen 2006)

4. Virtajohto, ~230V
5. Suuntauslaite (SAU-laite), jolla voidaan hienosäätää antennin asentoa ja havaita milloin on löydetty optimitasot.
6. Laitekaapeli sisäyksikön ja tietokoneen välille.



KUVA 4. Kuvassa näkyvät kaikki tilaajapääteen tarvitsemat elementit. Vasemmalta ylhäältä alkaen: Kiinnitysraudat antenniin, Antenni, Sisäyksikkö, Virtakaapeli. Alhaalla keskellä SAU-ohjauslaite ja ympärillä CAT5-kaapelia. (Manninen 2006)

Antennin asennuspaikka ja suuntaus ovat merkittäviä vaiheita asennuksessa. Suuntaamista varten pitää löytää optimikohta, joka on yleensä korkealla talon päädyssä, josta on estoton näkyvyys. Mitä paremman signaalin löytää sitä varmemmin yhteys tukiaseman ja tilaajapääteen välillä toimii. Tällöin laajakaistayhteyskin pelaa varmemmin.

Suuntauksella pyritään muodostamaan mahdollisimman hyvälaatuinen radio-yhteys tukiaseman ja tilaajapääteen välille. Signaalilaadun yksikkönä käytetään signaalin / kohinan suhdetta. Hyvänlaatuisen radio-yhteyden jälkeen voidaan muodostaa Internet-yhteys tietokoneella (Manninen 2009).

3.4.3 Datarunkoverkko

Datarunkoverkolla tarkoitetaan sitä verkkoa, jossa hyötydataa liikkuu WiMAX – tukiaseman ja palveluntarjoajan välillä. Tässä tapauksessa PPO on laajakaistapalvelun tarjoaja ja WiMAX – verkko käyttää PPO:n datarunkoverkkoa hyväksi yhteyksien siirrossa.

Datarunkoverkon tarkoituksena on siirtää Ethernet -pohjaista liikennettä. Datarunkoverkon aktiivisina komponentteina ovat kytkimet ja reitittimet, jotka siirtävät OSI -viitemallin L2 (siirtoyhteys) ja L3 (verkko) tasoista liikennettä. Tässä tapauksessa WiMAX -tukiaseman ja Internet-liikenteen terminointipisteen väliltä. (Ohrman 2004)

Datarunkoverkko on käsitteenä todella laaja ja se on tässä opinnäytetyössä pieni osa kokonaisuutta, joten sen laajempi pohtiminen ei ole tarpeellista.

Yhteydet datarunkoverkosta tukiasemalle

Pekkaperä

Lähinnä Pekkaperää oleva datarunkoverkon kytkentäpiste on PPO Haapajärven muuntoaseman laitetilassa. Linkkiaseman laitetilasta hyötykuorma siirrettiin PPO:n siirtoverkkoa hyväksikäyttäen Pekkaperän laitetilaan.

Parkkila

Parkkilasta yhteydet datarunkoverkkoon hoidettiin jo olemassa olevaa radiolinkkiyhteyttä hyväksikäyttäen.

3.5 Langattomat laajakaistatekniikat lähivuosina

3.5.1 Mobiili- WiMAX

Mobiliteettistandardi IEEE 802.16e on julkaistu helmikuussa 2006 ja se mahdollistaa sen, että päätelaite liikkuu tukiasemasta toiseen. (Sistonen 2005) Pääperiaatteena on, että pääsolusta vaihdettaessa naapurisoluun yhteys ei katkea solunvaihdon ajaksi. Eli mobiliteetti tapahtuu solusta toiseen, myös päätelaitteen liikkuminen solun sisällä on mahdollista.

Pohjanmaan Puhelin Oy ja Centria testaavat tällä hetkellä Mobiili WiMAX:n toimivuutta Ylivieskassa Kaisaniemen ja PPO:n toimipaikan välillä. Laitteina toimivat Nokia Siemensin laitteisto.

3.5.2 Seuraavan sukupolven mobiiliverkko

Yksi WiMAX -verkon haastavin kilpailija, Long Term Evolution (LTE) -verkko on yleisnimitys matkapuhelintekniikoille, jotka tulevat kolmannen sukupolven (3G) jälkeen. LTE on osa 3GPP-standardia. Verkon päämääränä on kaksisuuntainen 100 megabittia sekunnissa välittävä langaton yhteys. (Poropudas 2007)

LTE lisää verkko-operaattoreiden kapasiteettia, joten operaattorit voivat tarjota nopeampia mobiililaajakaistoja suuremmille asiakasmäärille edullisemmilla hinnoilla. Tämä mullistaa Euroopan mobiiliviestintämarkkinat (Bryssel 2009).

Vuoden 2010 aikana on mahdollista, että LTE – verkkoa on mahdollisuus päästä kokeilemaan Ylivieskan alueella. Tähän vaikuttava tekijä on TEKES:n mahdollisesti myöntämä hankerahoitus (Roininen 2009).

Long Term Evolution Advanced

LTE-advanced on LTE-verkon kehittyneempi versio, jolla pyritään vielä nopeampiin yhteyksiin. EU investoi 1. tammikuuta 2010 alkaen 18 miljoonaa euroa tutkimukseen, jolla kehitetään uutta 4G-mobiiliverkkojen sukupolvea. Euroopan komissio on juuri päättänyt alkaa rahoittaa LTE Advanced – tekniikan tutkimusta. Tämä tekniikka kasvattaa mobiilin internetin nopeuksia jopa satakertaisiksi nykyisiin 3G-verkkoihin verrattuna (Bryssel 2009).

"LTE-tekniikan myötä matkapuhelimista tulee suorituskykyisiä matkatietokoneita. Miljoonat uudet käyttäjät saavat matkapuhelmiensa kautta pääsyn ultranopeaan Internetiin riippumatta siitä, missä he ovat. Digitaalitalous saa tästä huomattavia uusia mahdollisuuksia ja paljon kasvutilaa" (Bryssel 2009).

LTE Advanced -tekniikka kasvattaa mobiililaajakaistan nopeudet jopa yhteen gigatavuun sekunnissa, mikä mahdollistaa kehittyneiden online-palvelujen käyttämisen, esim. korkealaatuisen TV- tai videokuvan katsomisen "tien päällä" (Bryssel 2009).

3.6 Kuitu kotiin ja langaton laajakaista osana vuoden 2015 laajakaistastrategiaa

Kuitu kotiin

Yritysten ja kotitalouksien sähköisen tiedonsiirron tarpeet kasvavat ja niihin valokuitu tuo luotettavat ja toimintavarmat tietoliikennetyhteydet. Pohjanmaan Puhelin Oy panostaa huomattavasti laajan kuiturunkoverkon rakentamiseen omalle toimialueelle. Kuituverkkoa on rakennettu jo vuodesta 1986 alkaen ja runkoverkko alkaa olla kattavassa kunnossa. PPO tarjoaa asukkaille kuituverkon lähettyville mahdollisuutta ottaa Kuitu kotiin – liittymä. Uusille asutuskeskuksille kuitu kaivetaan tontille jo valmiiksi samalla kun sinne tuodaan muutkin kaapelit, kuten sähkö ja vesi (PPO 2009).

Laajakaista strategia 2015

Nopea laajakaistayhteys on nykypäivän peruspalvelua, joka tulee turvata kaikille. Ruotsissa valtio otti alun alkaen vastuun korkeatasoisen laajakaistan levittämisestä kaikkien kansalaisten ulottuville koko maassa, mutta Suomessa asia jätettiin alan yritysten hoidettavaksi. Suomessa operaattorit harjoittavat vain kannattavaa liiketoimintaa, joten harvaan asutuilla seuduilla on isoja puutteita nopeissa laajakaistayhteyksissä (Lindén 2008).

Nyt hallitus on muuttamassa linjaa Ruotsin mallin mukaiseksi. Uuden linjauksen mukaan 100 megabittiä sekunnissa välittävän laajakaistan tulee olla kaikkien kansalaisten sekä yritysten saatavilla koko maassa vuoteen 2015 mennessä. Hallituksen ohjelman mukaan nopeiden yhteyksien saatavuutta parannetaan edistämällä valokaapelien ja langattomien verkkojen rakentamista. Monipuolisten ja korkealaatuisten viestintäpalveluiden saatavuus varmistetaan koko maassa edistämällä verkkojen kehitystä julkisin varoin alueilla, jonne ei synny kaupallista tarjontaa (Lindén 2008).

4 JÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

4.1 Lähtötilanne ja tavoite

PPO:lla on paljon ennenäikaista kokemusta WiMAX – verkon toimivuudesta ja käytännöllisyydestä, sillä yrityksellä on käytössä n. 20 tukiasemaa ympäri toimialuetta. Opinnäytetyön tarkoituksena on parantaa Haapajärven peittoaluetta, koska ennen laajennusta Haapajärven keskustassa on toiminnassa vain yksi WiMAX – tukiasema.

Suunnitelmissa on ottaa käyttöön Parkkilan ja Pekkaperän mastot, joihin tullaan sijoittamaan WiMAX -tukiasemat. Parkkilan ja Pekkaperän tukiasemat laajentavat huomattavasti peittoaluetta Haapajärven ympäristön alueella ja tämä mahdollista huomattavasti paremman laajakaistapalvelujen tarjoamisen asiakkaille Haapajärven kunnan alueella.

Nykyinen Haapajärven alueen HVM-operaattori on purkamassa kiinteää verkkoansa pois Haapajärven alueelta, sekä nostanut laajakaistojen kk-maksuja. Tämä varmasti ärsyttää nykyisiä asiakkaita ja on suuri mahdollisuus, että heistä saadaan tulevia asiakkaita PPO:n tarjoamaan WiMAX – verkkoon (Roininen 2009).

Henkilökohtaisella tasolla WiMAX:sta ei ole muuta kokemusta, kuin satunnaiset asiakaspuolen asennukset ja viankorjaus, joten joudun tutustumaan WiMAX – tekniikkaan ja olemukseen perin pohjin toteuttaakseni hyvin palvelevan verkon Haapajärven asukkaille.

Tämän opinnäytetyön molemmat kohteet rakennetaan PPO:n omiin mastoihin, joten säästytään ylimääräisiltä vuokramaksuilta. Lyhyesti tavoitteena on tehdä WiMAX – verkon peittoalue, joka palvelee hyvin Haapajärven asukkaita, toimii varmasti ja tuottaa tulosta PPO:lle.

4.2 Ennalta arvioidut laskelmat

4.2.1 Materiaalit

(POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)

4.2.2 Työtunnit

(POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)

4.2.3 Yksikköhinnat

(POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)

4.2.4 Liike- ja kannattavuuslaskennan arviointi

(POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)

4.2.5 Huomioitavaa PPO:n mastossa

(POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)

4.2.6 Huomioitavaa vuokramastossa

(POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)

4.3 Peittoaluekuvat

Hyvin merkittävä osa kokonaisprojektia on peittoaluekuva (Liite 1). Peittoaluekuvista selviää tukiaseman peittoalue maastossa. Peittoaluekuva tilataan suunnittelijalta etukäteen ja voidaan havainnollistaa etukäteen mihin asti peittoalue on kattava ja saadaanko tarvittavat asiakasmäärät mukaan ja pystytäänkö ottamaan huomioon kaikki tarvittavat asiakkaat. Peittoaluekartta tehdään tietokoneohjelmalla, joka ottaa huomioon asennuskorkeuden ja maaston muodot.

Peittoaluekuvassa käytetään eri värejä selventämään kuinka paljon vaimennusta tulee pidemmälle mentäessä. Keltainen väri kuvaa parempaa kuin -65 dBm:ä, jolloin WiMAX:n toimivuus on todella varmaa. Maantieteellisesti kauemmaksi mentäessä väri muuttuu oranssiksi, jolloin tasot ovat -85 dBm:n ja -65 dBm:n välillä. Tällöin yhteyden pitäisi olla erittäin toimintavarma. Peittoaluekuvaa vielä kauemmaksi mentäessä seuraava väri on punainen, jolloin tasot ovat huonommat -95 dBm:ää. Tällöin toiminta on epävarmaa ja yhteyden toimivuus on hyvin tarkka esimerkiksi sääolosuhteista.

Peittoaluekartta antaa viitteitä siitä onko mahdollista saada yhteys toimimaan oman toimipaikan ja maston välillä. Peittoaluekartasta katsottaessa voi näyttää siltä, ettei yhteyttä olisi mahdollisuutta saada toimimaan, mutta aina kannattaa yrittää. PPO:n pisimmän

WiMAX -jätteen matka on tällä hetkellä 17,4 km ja tasot ovat -80 dBm:n luokkaa, joten yhteys on stabiili.

4.4 Laittevalmistajan valinta

(POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)

5 JÄRJESTELMÄN TOTEUTUS

5.1 Järjestelmän tilaaminen

(POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)

5.2 Valmistelevat työt

Valmistelemissa töissä pyritään ottamaan huomioon kaikki asiat, jotka helpottavat asentamista. Työmaalla ei tarvitsisi kuin tehdä töitä jolloin asennus suoriutuisi mahdollisimman vaivatta.

Tilatut tuotteet toimitetaan PPO:n keskusvarastolle pahvilaatikoihin pakattuna. Seuraavaksi tarvikkeet kirjataan sisään PPO:n varastotietokantaan ja ilmoitetaan saapuneeksi. Tämän jälkeen tavarat toimitetaan niiden oikeisiin paikoille Parkkilaan ja Pekkaperälle.

Antennit toimitetaan pahvilaatikoissa ja ne ovat täysin pelkistetyt. Antenniin pitää asentaa mastokiinnike, jolla antenni asennetaan maston paarteeseen kiinni (Kuvassa 5 nähdään antenni ja radiolähetin asennettuina mastoon). Mastokiinnike mahdollistaa antennin tiltauksen. Myös radiolähettimet toimitetaan ilman mastokiinnikkeitä ja ne pitää asentaa jälkikäteen.



KUVA 5. Antenni ja radiolähetin asennettuina Pekkaperän mastoon kiinnikkeillä. (Salmela 2009)

Tukiaseman asentaminen

BreezeMAX – tukiasema (kuvassa 2) asennetaan 19”-asennusrautaan seinään ja tämän jälkeen se sähköistetään. Mukana tulee 1,5 x 2 mm² sähkökaapelia, jota käytetään hyödyksi. Toisessa päässä sähkökaapelia on valmis liitin, joka kytketään tukiasemaan ja toinen pää tasasuuntaajan sisälle 6 ampeeriin sulakkeeseen kiinni. Tukiasema toimii – 48 DC.

½”-kaapelin veto

Radiosignaalin välittämiseksi alhaalta ylös käytetään ½”-50 RFA –kaapelia (kuvassa 6). Kaapeli toimitetaan 500 metrin keloissa ja sitä käsitellään omalla kaapelikärryllä, jossa kela pääsee pyörimään vapaasti. Kaapeli vedetään suoraksi maastoon haluttuihin pätkiin. Parkkilan ja Pekkaperän tapauksissa 80 metrin pätkät riittävät mainiosti.

Kaapeli muodostuu seuraavasti:

- Päälyskerros, joka on muovia ja suojaa kaapelin sisusta kosteudelta
- Korrugoitu kupariputki
- Vaahdotettu polyteeni
- Kupariydin

(Draka 2009).



KUVA 6. RFA 1/2"-50 kaapeli kuorittuna. (Draka 2009)

½”-liittimen teko

½”-kaapelin päähän pitää tehdä liitin mallia naaras LCF12-50, joka soveltuu RFA -kaapelityypille ja samalla hyppykaapelin liittimelle, joka on vastaavasti uros RG58 N-liittimelle. Liittimien tekoon on oma erikoistyökalu. ½”-kaapeliin liittintä tehtäessä tarvitaan puukkoa, sivuleikkureita ja liittintyökalua. Kaapelin pää tulee kuoria ja leikata sopivan pituiseksi ja kaapelin kuparivaippaa tulee levittää liittimen ympärille. ½”-liitin on kaksiosainen ja kosteussuojattu.

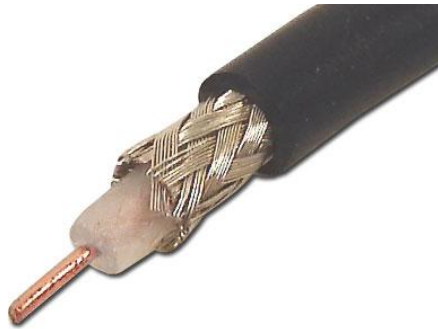


KUVA 7. LCF12-50 naarasliitin, joka on tehty ½”-50 RFA-kaapeliin. (Salmela 2009)

Hyppykaapeli

Hyppykaapelin tekoon käytetään 50 ohmin RG58-koaksaalikaapelia (kuvassa 8). Kaapeli muodostuu seuraavista kerroksista:

- Suojakerros, joka on kumia ja suojaa kaapelia kosteudelta
- Punottu kupari tai teräsvaippa, joka estää terävät iskut ja estää kaapelia venymästä.
- Suojamuovi
- Ydinkupari



KUVA 8. RG58-koaksaalikaapeli kuorittuna (Paratronic Oy 2009)

RG58-koaksaalikaapelia ei voi suositella käytettäväksi pitkillä vedoilla, koska siinä on todella huono vaimennus matkan kasvaessa pitemmäksi. Esimerkiksi ilmailutaajuuksilla 108 - 137 MHz käytettäessä RG58-kaapelia puolet tehoista katoaa kaapeliin jo noin 15 m matkalla (Paratronic Oy).



KUVA 9. RG58-koaksaalikaapeliin tehty N-liitin (Salmela 2009)

Kuvassa 9 nähdään RG-58-koaksaalikaapeliin tehty N-liitin, jolla välitetään signaali radiolähtimestä anteniin.



KUVA 10. Antennit ja radiolähttimet valmisteltuna (Salmela 2009)

Kuvassa 10 näkyy antennit ja radiolähttimet valmisteltuna mastoon nostoa varten. Koko valmistelu-operaatio kestää yleensä noin tunnin per paikka. Tunnin aikana saadaan kaikki kiinnikkeet kiinnitettyä antenneihin ja radiolähttimeen, sekä hyppykaapelit valmistettua. Myös maadoitukset on laitettu valmiiksi kiinni antenneihin ja radiolähttimiin. Lopuksi antennit ja radiolähttimet on ripustettu roikkumaan omasta nostoliinasta, jotta niiden käsittely helpottuu mastossa. Nostoliinan päässä on pikalukolla varustettu palosalpa, jolloin kiinnittäminen mastoon sujuu nopeasti ja turvallisesti.

5.3 Mastotyöt

Mastotyöllä tarkoitetaan maston pystytys- tai purkutyötä, antennien nostoa tai laskua, lentoestovalojen asennus- tai vaihtotyötä, aaltoputkien ja kaapelien asennusta sekä näiden laitteiden ja maston kunnossapitoon liittyviä töitä (Työturvallisuuskeskus 2004).

Mastotyöntekijän täytyy olla 18 vuotta täyttänyt henkilö, jolla on oltava voimassa kirjallinen mastotyölupa. Luvan myöntäminen edellyttää lääkärintodistusta. Luvan mastotöihin myöntää mastotöistä vastaava esimies todettuaan henkilön riittävän ammattitaitoiseksi ja sopivaksi mastotyöhön. Mastotyöntekijällä on oltava voimassaoleva ensiapukoulutus. Mastoon kiipeäminen perustuu vapaaehtoisuuteen (Työturvallisuuskeskus 2004).

Mastotyöt vaativat tekijältään kovaa fyysistä kuntoa ja erityistä tarkkavaisuutta. Mastotyöt altistavat työntekijän fyysisiin rasituksiin, ilmasto-olosuhteiden vaihteluun, henkiseen kuormitukseen, radiotaajuiseen säteilyyn, tapaturmavaaroihin ja matkatyöhön. Mastotyöt suoritetaan yleensä 2 - 5 hengen tiimissä ja tällöin pitää ottaa huomioon monta muuttuvaa tekijää. Kaikki ovat vastuussa toisistaan ja työt tehdään täysin yhteistyöllä.

5.3.1 ½”-50 RFA-kaapelin asennus mastoon

½”-50 RFA kaapeli vedetään mastoon käyttämällä vinssiä, narua ja väkipyörää. ½”-kaapeli vedetään maastoon suoraksi maston juurelta alkaen. Tämän jälkeen ½”-kaapelin pää kiinnitetään vetonaruun kaapelisukkaan ja nosto voi alkaa. Kaapeli hinataan varovasti haluttuun korkeuteen, jonka jälkeen se kiinnitetään kaarikiinnikkeillä maston kaapeliarinaan kiinni, kuten voimme tarkastella asiaa kuvasta 11.



KUVA 11. 2 kpl ½”-50 RFA -kaapeli KL18/2 kiinnikkeellä asennettuna kaapeliarinaan (Salmela 2009)

5.3.2 Antennien ja radiolähettimien asennus mastoon, sekä antennien suuntaus

Antennit ja radiolähetimet nostetaan mastoon käyttäen vinssiä, narua ja väkipyörää. Antennit ja radiolähetimet ovat kiinnitettynä liinoihin, joka helpottaa niiden siirtelyä mastossa. Antennit asennetaan peittoaluekuvassa näkyvään suuntaan. Suunta tarkistetaan kompassilla ja karttakuvan avulla. Antenni asennetaan mastossa olevaan paarteeseen mukana tulevien asennusrautojen avulla. Sovittu korkeus nähdään toimenpideparametrissa. Kuvasta 12 voimme nähdä radiolähettimen ja antennien valmiin asennuksen. Kuvassa 12 on myös kaikki liittimet asennettuna ja teipattuna.

Radiolähetin pyritään asentamaan mahdollisimman lähelle antennia, jotta hyppykaapelin pituudeksi tulisi mahdollisimman lyhyt. Lisäksi radiolähetin pyritään asentamaan liittimet alaspäin, jottei tulevaisuudessa tulisi kosteus- ja jäätymisongelmia liittimien lähetyville. Kaikki liitokset teipataan lisäksi tähän tarkoitukseen tehdyllä vulkanoituvalla teipillä, joka vulkanoituu liittimen ympärille antaen näin erittäin hyvän kosteussuojan liittimelle. Teippi venytetään liittimen ympärille jolloin teippi sulautuu itseensä. Tällöin muodostuu yhtenäinen ja elastinen pinta.



KUVA 12. Pekkerän A-solun antenni, sekä radio-osa asennettuna maston paarteeseen. (Salmela 2009)

5.3.3 Maadoitukset ja viimeistely

Mastossa olevat komponentit ovat hyvin kalliita ja niitä pyritään suojelemaan kaikilta ylimääräisiltä häiriötekijöiltä. Tähän torjuntaan käytetään maadoituksia, jäänestorautoja, teippauksia jne.

Kaikki mastoon tulevat komponentit maadoitetaan erikseen mastossa sijaitsevaan maakaapeliin, joka tulee alhaalta maakerroksen alapuolelta ylös latvaan asti. Tällä tavalla suojaudutaan ukkosta vastaan, saadaan aikaan häiriönpoistoja. Näin kaikki komponentit ovat myös samassa potentiaalissa keskenään alhaalla laitetilassa ja ylhäällä mastossa. Maadoitukseen käytetään mastossa 16mm²-KEV kuparikaapelia. Kuparikaapelin päähän tehdään sopivan kokoinen maadoituskenkä. Kuparikaapelin pää kuoritaan ja maadoituskenkä puristetaan KEV -kaapelin päähän. Käytännön maadoitusta voidaan tarkastella kuvasta 13.



KUVA 13. Kuvassa näkyvät maadoitukset. Radio-osasta ja antennista on vedetty maakaapelit maston päämaahan. (Salmela 2009)

5.4 Käyttöönotto

Verkon ollessa fyysisesti mastossa ja laitetilassa aloitetaan käyttöönotto. Aluksi määritellään tukiaseman asetukset, jonka varaan koko verkon toiminta perustuu. BreezeMAX – tukiasemaan päästään kiinni CAT5-kaapelilla ja laitteen mukana tulevilla omalla kaapelilla. Kaikki asetukset tehdään kannettavalla tietokoneella ja laitteen omalla selainpohjaisella ohjelmalla.

Ensimmäinen vaihe konfiguroinnissa on hallintayhteyden määrittelemine.

Hallintayhteydellä saadaan tukiasemaa hallittua myös etäkätöllä esim. Surpass HiT 7020 kautta. Hallintayhteyttä määritellessä syötetään tukiasemaan halutut IP-osoitteet ja Vlan ID.

Seuraavaksi otetaan käyttöön radiolähetin ja määritellään sektoreiden lukumäärä. Lisäksi määritellään taajuudet eri sektoreihin.

Profiloinnissa tehdään eri käyttäjäprofiilit, joilla määritellään käyttäjien nopeudet ja palvelun laatumääritykset (QoS).

Käyttönoton onnistuneen määrittelyn jälkeen Haapajärven Parkkilan ja Pekkaperän tukiasemat ovat hallittavissa Ylivieskasta PPO:n hallintaverkosta esimerkiksi omalta tietokoneelta.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Toteutunut verkko

Pekkaperän ja Parkkilan verkko saatiin tehtyä aikataulun mukaan. Verkko on toimiva ja molempiin tukiasemiin on saatu tilaajia. Ensimmäiset kiinnostuneet asiakkaat tulivat kyselemään verkosta jo rakennusvaiheessa.

Rakennettu verkko laajensi huomattavasti langattoman laajakaistaverkon peittoaluetta Haapajärven lähikylissä ja laajakaistan saatavuus parani huomattavasti. Verkko on toiminut tähän asti loistavasti eikä viankorjausta ole tarvinnut suorittaa vielä kertaakaan.

6.2 Verkon kannattavuus ja todelliset kustannukset

(POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)

6.3 Epävarmuustekijät

WiMAX – verkko sisältää epävarmuustekijöitä, jotka johtuvat korkeasta 3,5 GHz lähetystaajuudesta. Korkeampi taajuus mahdollistaa leveämmän radiotaajuuskanavan ja antaa paremmat nopeudet, mutta myös herkentää toimivuutta. Esimerkiksi huonot sääolosuhteet voivat katkaista heikon signaalin kokonaan. Oikein rankka lumimyräkkä tai tiheä vesisade voivat katkaista yhteyden asiakkaan ja maston välillä. Myös keväällä suunnattu antenni voi alkaa toimia kesällä epävarmemmin, jos esimerkiksi edessä olevat koivut saavat lehdet. Syksyllä puiden tiputtaessa lehdet toimii yhteys jälleen paremmin.

Häiriöt muodostuvat yleisesti, kun kaksi tai useampia signaaleja ovat toisiaan liian läheisellä tai jopa samalla taajuudella. Signaalien etäisyys ja tasot vaikuttavat siihen, kuinka paljon ne häiritsevät vastaanotettua signaalia. Yleisimmäksi ongelmaksi on osoittautunut vierekkäisten kanavien aiheuttamat häiriöt. Häiriöt vaikuttavat suoraan verkon toimivuuteen, kuten esim. bittivirran virhesuhde (BER) -tasoon, datasiirtonopeuteen, palvelulaadun heikentymiseen sekä solun palvelualueen pientymiseen. Tyypillinen häiriötilanne, joka osoittautui yleiseksi myös mittauksien

aikana, oli naapurikanavan aiheuttama häiriö. Tämä vaikutti niin, että signaalin taso oli erittäin hyvä, mutta BER -mittauksen antamat tulokset olivat erittäin huonoja muihin linkkijänteisiin verrattuna. Tämä korostaa taajuussuunnittelun tärkeyttä (Manninen 2009).

Sää-olosuhteista on hyvä mainita myös ukkonen, jonka aiheuttama salama saattaa aiheuttaa laitteiden rikkoontumisia. Äärimmäinen vaihtoehto voisi olla jopa laitetilän palaminen ukkosen johdosta. Kaikki mastoon asennettavat tarvikkeet on maadoitettu erikseen maston omaan maakaapeliin, joka on johdettu maasta maston latvaan saakka.

6.4 Työn hyödyntäminen jatkossa

Verkko rakennettiin onnistuneesti Haapajärven ympäristöön ja näin saatiin uusia asiakkaita PPO:lle. Tyytyväiset asiakkaat puhuvat asiasta varmasti keskenään ja näin saadaan kysyntää myös uusille alueille. Työssä kävi ilmi, että WiMAX – tekniikalla rakennettu verkko on peittoalueeltaan suuri ja sen voi rakentaa pienillä kustannuksilla nopeasti. Tästä johtuen voidaan reagoida nopeasti ihmisten tarpeisiin ja tarjota uusille alueille laajakaistapalveluja.

Opinnäytetyössä käytetyt Excel-pohjaiset taulukot ovat todellisia ja niillä voidaan tulevaisuudessa tarkastella kustannuksia etukäteen ja samalla laskea kannattavuus uudelle verkolle.

Tulevaisuus tulee olemaan arvoitus johtuen alan todella nopeasta kehitymisestä. Tällä hetkellä pitäisin WiMAX – tekniikan pahimpana kilpailijana tulevaa LTE-verkkoa. Nokia on antanut tiedotteen liittyen WiMAX – tekniikan tulevaisuuteen.

Vanjoki kertoo Nokian mielipiteen olevan, että WiMAX – tekniikka hautautuu tulevan LTE -verkon jalkoihin vuoteen 2015 mennessä. Vanjoki kuvailee asiaa teollisuusstandardien väliseksi taisteluksi, jossa toinen selviytyy ja toinen häviää kokonaan. Nokia on myös ilmoittanut lopettaneensa ainoan WiMAX -standardia tukevan laitteensa N810-nettilaudan WiMAX -version tuotannon. (Vanjoki 2009.)

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa langaton laajakaistaverkko täydentämään Haapajärven laajakaistapeittoaluetta ja pystyä tarjoamaan laajakaistapalveluja uusille alueille. Lisäksi tarkoituksena oli arvioida liike- ja kannattavuuslaskelmia, sekä tarkastaa lopuksi laskelmat. Opinnäytetyön päätepiste oli ensimmäinen toimiva asiakaspääte.

Aloitettuani opinnäytetyön edettiin suunnitelman mukaan. Aluksi tarkastettiin aikataulu milloin verkon pitäisi olla toimintakunnossa. Tämän perusteella osasin tilata tarvittavat komponentit ja tarkistaa pientarvikkeiden riittävyyden. WiMAX – antennit, tukiasemaja lähettimiä odotellessa oli aikaa arvioida tulevia kustannuksia ja perehtyä WiMAX – tekniikkaan.

Tavaroiden tullessa varastolle oli minulla jo selkeä kuva siitä, kuinka työ-osuus pitäisi suorittaa. Työn suorittaminen muuttui hieman arvioidun osalta – kuten aina. Kesälomien ja muiden kiireiden vuoksi jouduimme suorittamaan työt kolmen hengen tiimissä, mutta työporukan dynaamisuuden ansiosta onnistuimme siinä loistavasti! Työt tehtiin annettujen aika-taulujen mukaan ja verkko alkoi toimia ongelmitta molemmissa kohteissa.

Asennusten jälkeen oli aika laskea toteutuneet kulut ja verrata niitä arvioituihin laskelmiin. Omat arvioinnit osuivat yllättävän lähelle toteutuneita laskelmia. Opinnäytetyön tekemisen jälkeen minulla on näkemys verkon suunnittelemisesta, toteuttamisesta, kustannuksista, ja tuloista. Tämä antaa varmuutta seuraavan projektin suorittamiseen.

Kokonaisuutena voidaan todeta, että niin opinnäytetyön aihe kuin itse työn tekeminenkin olivat sopivasti haastavia ja erittäin opettavaisia. Työstä sai todella hyvän kokonaiskuvan aiheesta. Työ saatiin tehtyä onnistuneesti ja kaikki halutut elementit ovat mukana. Työssä pääsi käyttämään hyödyksi opiskellen hankittuja taitoja ja tietoja.

Haluan kiittää Pohjanmaan Puhelin Oy:tä, joka antoi mahdollisuuden suorittaa opinnäytetyöni, sekä antoi minulle mahdollisuuden työskennellä opiskelun ohella. Lisäksi haluan kiittää PPO:n dynaamisia mastomiehiä: Sami Pietilää, Jukka-Pekka Mäntylää ja

Tommi Lämsää, jotka olivat mukana rakentamassa verkkoa Haapajärvelle. Erityisesti haluan kiittää Jari Roinista ja Jani Mannista, jotka toimivat opinnäytetyön ohjaajina työnantajan puolesta. Lisäksi haluan kiittää koko siirtolaitetiimiä tuesta ja neuvoista.

LÄHTEET

Alanen, Olli, 2008. WiMAX. PowerPoint esitys.
University of Jyväskylä.

Bryssel, 2009, EU:lta 18 miljoonan euron lisäinvestoinnit ultranopeaan mobiili-internettiin.
WWW-dokumentti.Saatavilla:
<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/1238&format=DOC&aged=0&language=FI&guiLanguage=en>. Luettu 31.10.2009

Draka. Kaapelit. WWW-dokumentti.
Saatavissa: <http://82.118.193.107/slo/pdf/0232125.pdf>. Luettu 26.10.2009.

Ohrman, Frank. 2005. WiMAX handbook.
United States of America: The McGraw-Hill Companies.

Kärnä, Petteri. 2004. Finnet tutkimusprojekti 042, WiMAX v1.0. Luottamuksellinen.
OMNITELE LTD.

Sistonen, Sakari. 2005. Finnet tutkimusprojekti 051, BWA/WiMAX – testaus.
Luottamuksellinen. OMNITELE LTD.

Lindén, Suvi. 2008. Hallituksen laajakaistastrategian muuttaminen. WWW-dokumentti.
Saatavissa:http://www.eduskunta.fi/faktatmp/utatmp/akxtmp/kk_677_2008_p.shtml
Luettu: 26.10.2009.

Paratronic Oy. Kaapeleiden vaimennus. WWW-dokumentti.
Saatavissa: <http://www.paratronic.fi/vaimennus.shtml>. Luettu 18.9.2009.

Pohjanmaan PPO Oy. Toimintakertomus 2008

Pohjanmaan PPO Oy. WWW-dokumentit.
Saatavilla: <http://www.ppo.fi>. Luettu 30.10.2009

Poropudas, Timo. Nokia Siemens hautaa oman wimaxin. WWW-dokumentti.
Saatavissa: <http://www.digitoday.fi/mobiili/2009/07/27/nokia-siemens-hautaa-oman-wimaxin/200917067/66>. Luettu: 26.10.2009.

Poropudas, Timo, 2007. 3G LTE:hen uppoaa 13,5 miljardia 7 vuodessa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.itviikko.fi/talous/2007/03/01/3g-ltehen-uppoaa-135-miljardia-7-vuodessa/20075336/7>. Luettu 30.10.2009.

Pursiainen, Harri. Laajakaista kaikkien ulottuville. WWW-dokumentti.
Saatavissa:
<http://web.eduskunta.fi/dman/Document.phx?documentId=uj32508155359391&cmd=download>. Luettu: 1.10.2009.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. IEEE. WWW-sivusto.

Saatavissa: <http://www.sfs.fi/it/standardisointityo/muut/ieee.html>. Luettu 2.10.2009.

Työturvallisuuskeskus. Mastotyön työsuojeluohjeet 2004.
Aaltospaino, Tampere, 2. painos 2004.

Vanjoki, Anssi. 2009. WiMaxin tulevaisuus on synkkä. WWW-dokumentti.
Saatavissa: <http://www.digitoday.fi/mobiili/2009/04/02/nokian-vanjoki-wimaxin-tulevaisuus-on-synkka/20098688/66>. Luettu 10.10.2009

WiMAX forum. 2003. WWW – sivusto.
Saatavissa: <http://www.wimaxforum.org/home>. Luettu 10.8.2009.

Haastattelut

Manninen, Jani. 2009. Siirtolaitepäällikkö. Pohjanmaan Puhelin Oy. Ylivieska.

Roininen, Jari. 2009. Suunnitteluinsinööri. Pohjanmaan Puhelin Oy. Ylivieska.

LIITTEET

LIITE 1 Peittoaluekuva Pekkaperältä (POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)

LIITE 2 Kannattavuuslaskuri (POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)

(POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)

(POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA)