

Aapo Sormunen

# Opas laajan langattoman lähiverkon suunnitteluun

Opinnäytetyö  
Tietotekniikan koulutusohjelma


Joulukuu 2010




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences		Opinnäytetyön päivämäärä  3.12.2010
Tekijä(t) Sormunen Aapo Aleks		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Tietotekniikan koulutusohjelma
Nimeke  Opas laajan langattoman lähiverkon suunnitteluun		
Tiivistelmä  Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia Concept.10:lle opas, jonka avulla on helppo luoda luotettavasti ja turvallisesti toimiva ja asiakkaan tarpeet täyttävä WLAN-ratkaisu. Opas käsittää asiakkaan tarpeiden alkukartoituksen, toimitilojen kartoitusmittauksen, uuden verkon konfiguroinnin sekä asiakkaalle toimitettujen järjestelmien dokumentoinnin tulevaisuutta varten.  Teoriaosuudet koostettiin kirjallisuuslähteiden avulla. Oppaan valmistuksessa käytettiin Ekahau-mittausohjelmaa, jonka avulla mitataan asiakkaan toimitilojen langattoman verkon kuuluvuutta. Dokumentointi koostettiin Microsoft Wordilla ja Visiolla. Visiossa olevat verkkokaaviot ja kuvaukset helpottavat tarpeellisten tietojen ylläpitoa.  Työn tekeminen onnistui hyvin, ja lopputuloksena syntynyt opas on otettu käyttöön Concept.10:n tuotannossa. Käytännön osuudessa luotiin kattava langaton lähiverkko Ristiinan lukiolle. Työ toteutettiin oppaan avulla ja näin saatiin toimivuus testattua myös käytännössä. Käytännön työ käsitti asiakkaan tarpeiden alkukartoituksen, laitteiden asennuksen ja konfiguroinnin sekä loppumittauksen.		
Asiasanat, (avainsanat)  WLAN, langattomat lähiverkot, opas, suunnittelu		
Sivumäärä 41	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Koivisto, Matti		Opinnäytetyön toimeksiantaja Concept.10

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  3. December 2010
<b>Author(s)</b> Sormunen Aapo Aleks	<b>Degree programme and option</b> Information Technology	
<b>Name of the bachelor's thesis</b>  A comprehensive guide to wide wireless LAN design		
<b>Abstract</b>  <p>The purpose of this Bachelor's thesis was to create a guide for Concept.10 enabling creating a secure and reliable WLAN solution that would be suitable for every customer. This guide consisted of identifying the customers needs, WLAN coverage measurements in the customer's facilities, configuring and documenting the network for future use.</p> <p>The theory of this Bachelor's thesis was based on literature sources. The software that was used creating this guide was Ekahau measurement tool, a software used to measure the audibility of the wireless network. Documentation was made with Microsoft Word with help of Microsoft Visio. Visio was used to create network diagrams and descriptions that help updating the necessary data in the future.</p> <p>The study was a success, and the resulting guide was already deployed in the production of Concept.10. The practical part of the study involved a wireless network that was created for Ristiina high school. The practical part was done with the help of this guide. The work included the survey of the customer's needs, equipment installation and configuration as well as the final measurement.</p>		
<b>Subject headings, (keywords)</b>  WLAN, wireless networks, guide, planning		
<b>Pages</b> 41	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>
<b>Remarks, notes on appendices</b>		
<b>Tutor</b> Koivisto, Matti	<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Concept.10	

# SISÄLTÖ

## LYHENTEET

1	JOHDANTO .....	1
2	LANGATTOMAT LÄHIVERKOT JA SEN STANDARDIT .....	2
2.1	802.11 .....	2
2.2	802.11b ja 802.11a .....	2
2.3	802.11g .....	3
2.4	802.11n .....	3
3	RADIOAALTOJEN ETENEMINEN .....	4
3.1	Vaimeneminen .....	5
3.2	Heijastuminen .....	5
3.3	Sironta .....	6
3.4	Häipyminen.....	6
3.5	Monitie-eteneminen .....	6
3.6	Taipuminen .....	6
4	LANGATTOMIEN VERKKOJEN TIETOTURVA.....	7
4.1	SSID .....	7
4.2	WEP-salaus.....	7
4.3	WPA-salaus .....	8
4.4	WPA2- ja muita salauksia .....	8
5	LANGATTOMIEN VERKKOJEN ERITYISPIIRTEET .....	8
5.1	PoE-tekniikka.....	8
5.2	Toistimet.....	9
5.3	WMesh-toiminnallisuus .....	9
6	LANGATTOMAN VERKON SUUNNITTELU .....	10
6.1	Asiakkaan lähtötilanne ja tarpeet .....	12
6.2	Käytössä olevat laitteet.....	12
6.3	Uudelta tulevalta verkolta tarvittavat ominaisuudet .....	12
6.4	Asiakkaan toimitilojen mittaaminen ja mittauslaitteiden käyttö .....	13
7	VERKON TOTEUTTAMINEN .....	19
7.1	Verkon ohjaus .....	20
7.2	Tukiasemat.....	21
7.3	Laitteiden konfigurointi.....	22

7.3.1	Laitteiden fyysinen kytkeminen .....	22
7.3.2	Kontrollerin konfigurointi .....	23
8	RISTIINAN LUKIO WLAN .....	30
8.1	Lähtötilanne ja tarpeet .....	30
8.2	Tilojen mittaaminen .....	30
8.3	Verkon toteutus ja konfigurointi .....	34
8.4	Asennuksen jälkeen .....	36
9	PÄÄTÄNTÖ .....	39
	LÄHTEET .....	40

## LYHENTEET

AES	Advanced Encryption Standard
AP	Accesspoint
CCK	Complementary Code Keying
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DSSS	Direct Sequency Spread Spectrum
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
HR-DSSS	High Rate / Direct Sequence Spread Spectrum Physical Layer
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protocol
MAC	Media Access Control
MIMO	Multiple-input multiple-output
OFDM	Orthogonal frequency division multiplexing
PBCC	Packet Binary Convutional Coding
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association
PoE	Power over Ethernet
RADIUS	Remote Authentication Dial In User Service ired Equivalent Privacy
SSID	Service set identifier
TKIP	Temporal Key Integrity Protocol
VLAN	Virtual Local Area Network
WEP	Wired Equivalent Privacy
WLAN	Wireless local area network
WPA	Wi-Fi Protected Access
WPA2	Wi-Fi Protected Access2

## 1 JOHDANTO

Langattomat lähiverkot (engl. WLAN eli Wireless Local Area Network) ovat jatkuvasti kehittyvä osa-alue tiedonsiirtotekniikassa. Uusia standardeja syntyy jatkuvasti, ja samalla nopeudet ja verkkojen kuuluvuudet kasvavat. Langattoman lähiverkon käyttö on helppoa, mutta siinä on myös haittapuolensa, kuten turvallisuus- ja kuuluvuusongelmat.

Yrityksmaailmassa langattomat lähiverkot ovat yhä useammin kannattavin vaihtoehto kattaa suuren yrityksen tilat, jotta jokainen työntekijä voi saada yhteyden helposti niin toimistossa kuin tuotantotiloissakin. Yhteys on saatava työntekijälle niin, että se toimii moitteettomasti ja sen käyttö on turvallista.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään langattomien verkkojen standardeihin, tietoturvaan sekä kuuluvuuteen. Työssä läpikäydään langattoman verkon suunnittelu ja sen toteutus yritys ympäristössä. Vaatimukset langattomille verkoille yritys ympäristössä ovat erilaiset kuin kotiympäristössä. Verkon on oltava kattava, ja kuuluvuuden on yllettävä paikkoihin, joihin langaton lähiverkko halutaan. Esimerkkitapauksessa käytettävät Ruckus Controllerit ja Ruckus WLAN-tukiasemat ovat laajoihin yritysverkkoihin tarkoitettuja laitteita, joilla voidaan laatia laadukas ja etähallittava langaton lähiverkko yritykselle.

Työssä laaditaan Concept.10-konsernille opas, jonka avulla on helppo luoda luotettavasti ja turvallisesti toimiva ja asiakkaan tarpeet täyttävä WLAN-ratkaisu. Opas pitää sisällään asiakkaan tarpeiden alkukartoituksen, asiakkaan toimitilojen mittauksen, laitteistojen konfiguroinnin ja asennuksen.

Työssä läpikäydään langattoman verkon teoriaa, standardeja ja kuuluvuutta. Myös salausmenetelmät ovat olennainen osa langattomia verkkoja. Työssä käsitellään, kuinka asiakkaan tarpeet, olemassa olevat ratkaisut ja käytössä olevat yhteydet huomioidaan sekä pohditaan, voidaanko niitä käyttää uudessa käyttöön otettavassa verkossa. Työssä laaditaan opas, joka sisältää työvaiheet asiakkaan tarpeiden kartoituksesta toteutukseen asti. Oppaan avulla rakennetaan kattava WLAN-verkko Ristiinan lukioon.

## **2 LANGATTOMAT LÄHIVERKOT JA SEN STANDARDIT**

WLAN-tekniikka on yleistynyt runsaasti standardien kehittymisen ja laitteiden halpeneamisen vuoksi. Langattomalla lähiverkolla tarkoitetaan jonkin yrityksen, kodin tai alueen lähiverkkoa, joka saadaan langattomasti siirrettyä radiotaajuuksia pitkin. Tämä tuo säästöä kaapelointikustannuksiin. Kaikissa nykyään markkinoilla olevissa kannettavissa tietokoneissa on WLAN-yhteys, joka kertoo WLAN:n suuresta suosiosta kuluttajien keskuudessa. Myös pöytäkoneisiin on saatavana erilaisia WLAN-vastaanottimia, jotka mahdollistavat langattoman verkon käytön. [2, s.11-18.]

IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11 on standardi langattomille WLAN-lähiverkoille. Vuosien saatossa standardiin on tullut useita versioita ja päivityksiä. Seuraavissa alaluvuissa käyn läpi kyseiset standardit aikajärjestyksessä vanhimmasta uusimpaan.[3, s4.]

### **2.1 802.11**

Langattomien lähiverkkojen käyttö ja kehittäminen samaan muotoon alkoi 1980-luvun puolivälissä Motorolan esiteltyä Altair-merkkisen tuotteen. Tuolloin oli olemassa myös muita suljettuja protokollia ja erilaisia verkkoja eri tarkoituksiin. IEEE-järjestön standardointiryhmä aloitti langattoman lähiverkon standardin kehittämisen vuonna 1990. Vuonna 1997 julkaistiin 802.11-standardin ensimmäinen versio, joka tuki nopeuksia 1 ja 2 Mbit/s ja toimi vapaalla 2,4 GHz taajuudella. 802.11-standardi määrittelee langattomille lähiverkoille yhteisen siirtotien varausmenetelmän eli MAC(Media Access Control, )in ja useita fyysisiä kerroksia. [2, s.11-18.]

### **2.2 802.11b ja 802.11a**

Vuonna 1999 julkaistu 802.11b-standardi nosti bittinopeuden 11 Mbit/s. Myöhemmin syksyllä 1999 julkaistussa 802.11a standardissa taajuutta nostettiin 5GHz:iin, sillä tarvittiin enemmän kaistaa verkkoyhteyksien nopeuksien kasvattamiseksi. Nopeus saatiin nostettua 54Mbit/s ja siirtotekniikassa määriteltiin uusi OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)-standardi. [2, s.11-18.]



### 2.3 802.11g

Vuonna 2003 IEEE standardoi 802.11g-standardin, joka oli yhteensopiva b-standardin kanssa, sillä a-standardi ei sitä ollut. Syynä tähän oli toimiminen eri taajuusalueilla. 802.11g-standardi käyttää tiedonsiirtoon CCK (Complementary Code Keying) -OFDM -tekniikkaa ja vaihtoehtoisesti PBCC (Packet Binary Convutional Coding) -tekniikkaa. 802.11g - standardi määrittää radiotaajuustekniikoista DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum), HR (High rate)-DSSS- ja OFDM-tekniikoita. 802.11g - standardi pystyy käyttämään 54 Mbit/s ja 11 Mbps nopeuksia ja käyttää 2,4 GHz:n taajuutta, joka mahdollistaa myös 802.11b-standardin kanssa liikennöinnin. [2, s.11-18; 3, s.176.]

### 2.4 802.11n

802.11n-standardi julkaistiin syyskuussa 2009 ja se sisältää parannuksia fyysiseen ja MAC-kerrokseen. Suurin tekijä on MIMO (Multiple Input Multiple Output)-tekniikka, joka lisää nopeutta ja luotettavuutta. MIMO-tekniikka hyödyntää signaalia käyttämällä useaa lähetys- ja vastaanottoantennia samanaikaisesti. Toinen parannus on vierekäiset kanavat yhteen sitova 40 MHz-toiminta, jolla saadaan kaksinkertainen tiedonsiirtonopeus. Lisäksi parannuksena on kehysten yhdistäminen, joka lisää suoritustehoa yhdistämällä paketteja. 802.11n-standardi kehitettiin vähentämään häiriöitä ja parantamaan laitteiden herkkyyttä. [2, s.11-18; 3, s.305.]

Taulukossa 1 on vedetty yhteen 802.11-standardiperheen eri standardien keskeisimmät ominaisuudet.

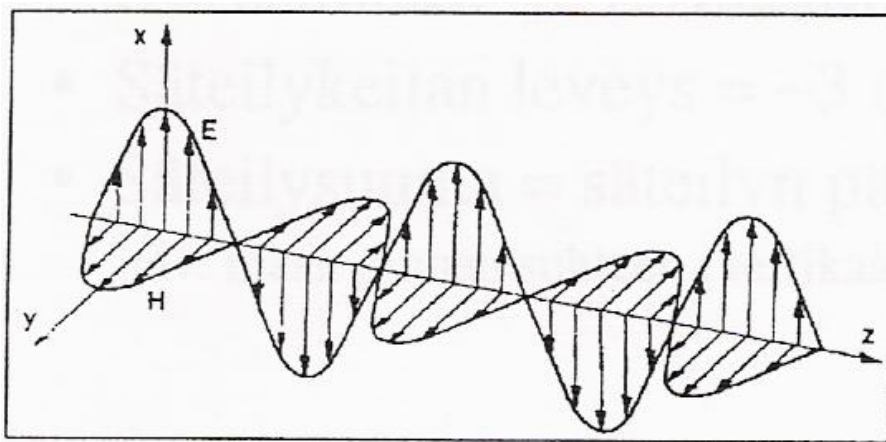
**Taulukko 1. IEEE 802.11 –standardit [1, s12; 4.]**

IEEE 802.11 -standardit	Ratifioitu	Hajaspekt-ri-tekniikka	Maksiminopeus	Taajuusalue	Kanavia yhteensä	Ei-päällekk. kanavia
802.11	1997	FHSS, DSSS	2 Mbit/s	2,4 GHz	14	3
802.11b	1999	DSSS	11 Mbit/s	2,4 GHz	14	3
802.11a	1999	OFDM	54 Mbit/s	5 GHz	12	12
802.11g	2003	OFDM	54 Mbit/s	2,4 GHz	12	3
802.11n	2009	DSSS, CCK, OFDM	300 Mbit/s	5 ja 2,4 GHz		

### 3 RADIOAALTOJEN ETENEMINEN

Opinnäytetyön olennaisena teoriaosana on radioaaltojen eteneminen ja kuuluvuus. Jotta moitteeton signaali saadaan paikkaan, jonne se on haluttu, joudutaan tutkimaan radioaaltojen ominaisuuksia ja etenemismuotoja.

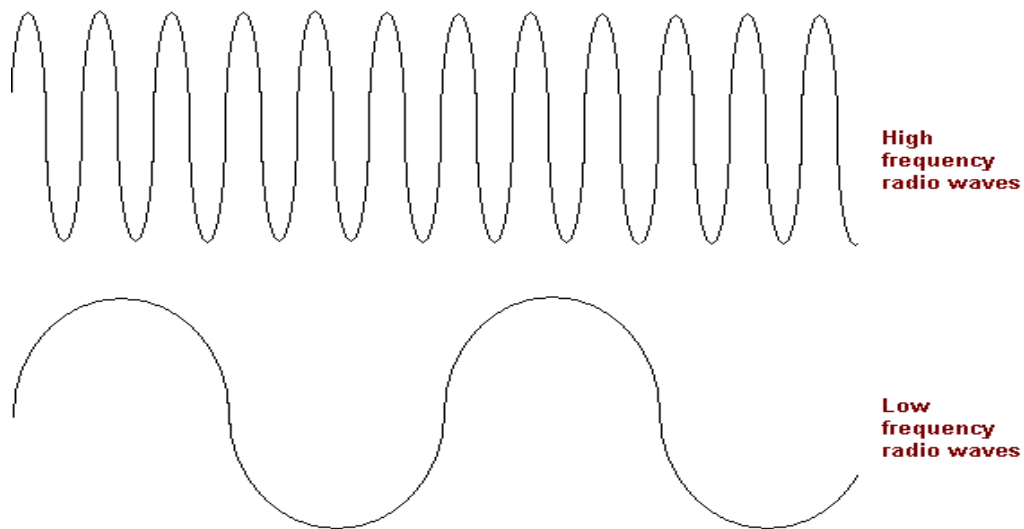
Radioaallot ovat värähtelevää elektromagneettista säteilyä, kuten kuvasta 1 voidaan todeta. Yksi aalto on sinimuotoinen, jolla on amplitudi, taajuus, aallonpituus, jakso ja vaihe.



**KUVA 1. Elektromagneettinen aaltoliike [5, s.9.]**

Sähkömagneettinen säteily etenee suoraviivaisesti ja vaimentumatta vain tyhjiössä, mutta käytännön ympäristöissä väliaine ja esteet vaikuttavat säteilyn kulkuun. Radioaaltojen etenemiseen ja niiden ominaisuuksiin vaikuttavat monet tekijät: vaimeneminen, heijastuminen, sironta, häipyminen, monitie-eteneminen, taipuminen ja doppler-ilmio. Näihin ominaisuuksiin vaikuttaa hyvin paljon myös signaalin taajuus.[6, s.51-55.]

Kuvassa 2 nähdään korkeataajuinen ja matalataajuinen signaali. Voidaan havaita, että mitä korkeampi taajuus, sitä pidemmän matkan joutuu signaali kulkemaan.



**KUVA 2. Radioaaltojen värähtelyä [7]**

### 3.1 Vaimeneminen

Vaimenemisella tarkoitetaan, että signaalin amplitudi ja teho pienenee. Amplitudin pienentyessä aallon korkeus pienenee. Ohjatuilla siirtoteilla voidaan vaimeneminen ilmoittaa desibeleinä etäisyyden suhteen. Ilmateitse siirtyessä on vaimenemisella useampia tekijöitä. Vaimenemisen vaikutukset riippuvat käytettävästä taajuudesta ja siirtoteistä. Signaalin eri taajuuskomponentit vaimenevat eri tavalla, joten signaalin muoto vääristyy. [8, s.19-25.]

Vaimeneminen asettaa vastaanottimelle sekä signaalin kululle haasteita. Vastaanotettavan signaalin on oltava tarpeeksi voimakas, jotta se pystytään vastaanottamaan. Vaimenemisen johdosta signaalia on vahvistettava toistimilla, jotta signaali ei vaimene ennen vastaanottoa. Signaali ei kuitenkaan saa olla liian voimakas, sillä liian voimakas signaali aiheuttaa vääristymiä eikä signaalia saada vastaanotettua oikein. [14, s.19-20.]

### 3.2 Heijastuminen

Heijastuminen tapahtuu säteilyn osuessa kahden väliaineen pintaan sopivassa kulmassa. Usein toinen aineista on ilma, ja säteily heijastuu optisesti kovasta aineesta niin kuin esimerkiksi peilistä. Tulokulman ollessa suuri vain osa säteilystä heijastuu ja osa taittuu toisen aineen sisään. Rakennusten rajapinnat ovat usein karkeita, ja heijastumista tapahtuu moneen suuntaan. [6, s.56-58; 8, s.26.]

### 3.3 Sironta

Sironnassa säteily hajaantuu erisuuntaisten aaltorintamien kimpuksi osuessaan pienen partikkeliin. Sironnassa osa tasoallon koherentista tehosta muuttuu epäkoherentimmaksi ja säteilee eri tavalla kuin aiemmin. Sähkömagneettisille aalloille sirontaa sanotaan difraktioksi. Aallon osa, joka osuu materiaaliin, kulkee joko aineen läpi (lasi), absorboituu materiaan (auringon polttama) tai siroaa (valo muuttaa suuntaansa seinästä, jotta seinä voidaan nähdä). Sironta heikentää signaalia, joka vaikeuttaa signaalin vastaanottoa. [8, s.33; 11; 13, s.188,197.]

### 3.4 Häipyminen

Häipymisellä tarkoitetaan signaalin vaimenemista, jota aiheutuu esimerkiksi, kun vastaanottajan ja lähettäjän liikkua samanaikaisesti kun signaalia vastaanotetaan. WLAN-verkoissa liikuttaessa tapahtuu välillä suuria häipymisiä. Häipymisessä signaalin amplitudi ja vaihe vaihtelevat voimakkaasti paikan funktiona jo lyhyelläkin matkalla. Häipymistä aiheuttavat myös rakennukset ja esteet maastossa. [8, s.29-31.]

### 3.5 Monitie-eteneminen

Monitie-etenemisellä tarkoitetaan signaalin etenemistä taittumalla tai siroamalla esteistä niin, että signaali saadaan vastaanottimeen. Monitie-etenemisessä vastaanotin vastaanottaa normaalien signaalien lisäksi heijastuneita signaaleja. Heijastuneet signaalit saapuvat viivästyneenä ja aiheuttavat vastaanottimessa virheitä ja signaalin eri komponentteja ei voida enää välttämättä tulkita oikein. [8, s36-40; 9, s.11.]

### 3.6 Taipuminen

Taipumisessa radioaallot taipuvat ja leviävät esteeseen osuessaan. Taipumista tapahtuu aaltoja huonosti läpäisevän ja aallonpituuden suhteen tasaisen esteen kohdalla. [14, s.32.]

Toisen aineen sisään tunkeutunut säteilyn osa taittuu rajapinnassa ja muuttaa kulmaansa rajapintojen taitekertoimien suhteessa. Tätä ilmiötä käytetään hyväksi esim. prismassa. [6, s.57.]

## 4 LANGATTOMIEN VERKKOJEN TIETOTURVA

Koska langattomat verkot perustuvat radioaaltoihin, joiden etenemistä on erittäin vaikea hallita, voi verkkoon liittyä myös henkilö tai taho, jolle yhteys ei kuulu. Langattomien verkkojen yksi suurimmista haitoista onkin sen turvattomuus, sillä kuuluvaa avointa verkkoa voi käyttää kuka tahansa, jolla on WLAN-laitteisto.

Langattomia verkkoja varten on luotu monia eri salauskeinoja, jotta verkko saataisiin turvalliseksi. Seuraavaksi esitellään keskeisimpiä langattoman lähiverkon salaus- ja tunnistus- eli autentikointimenetelmiä.

### 4.1 SSID

SSID (Service Set Identifier) tarkoittaa langattoman lähiverkon verkkotunnusta. Tämä helpottaa erottamaan eri verkot toisistaan ja sen perusteella asiakkaat kytkeytyvät haluamaansa langattomaan verkkoon. SSID-tunnus on korkeintaan 32 merkkiä pitkä ja sillä tarkoitetaan sitä verkon nimeä, joka on asetettu verkkoa lähettävään tukiasemaan. Oletuksena kaikissa tukiasemissa on olemassa jokin SSID, mutta suositeltavaa on vaihtaa se johonkin toiseen. SSID ei kuitenkaan tuo turvaa verkolle, sillä SSID:n tarkoituksena on vain, että tukiasema mainostaa lähetettävää verkkoa ja ilman salausta kuka tahansa voi liittyä verkkoon.

### 4.2 WEP-salaus

WEP (Wired Equivalent Privacy)-salauksessa asiakas tunnistetaan laitteistopohjaisesti. Tunnistaminen voi tapahtua avoimesti tai perustua jaettuun avaimeen tukiaseman ja asiakkaan välillä. Mikäli tunnistaminen on tarpeen, voidaan se toteuttaa esimerkiksi RADIUS-palvelimen kautta niin, että palvelin toimii useamman tyyppisen tunnistamisen perustana. WEP-salaus käyttää 40-, 104- tai 232-bittistä salausta, mutta RC4-salausprotokollassa olevan puutteen vuoksi joidenkin pakettien kehyksissä lähetetään salaamattomia bittejä, jonka vuoksi salausta on tullut helpoksi murtaa. WEP-salausta käyttävää verkkoa tarvitsee vain kuunnella, jonka jälkeen liikenteestä voidaan laskea salaustavain. [2, s.114-117; 3, s.317-318.]

### 4.3 WPA-salaus

WPA (Wi-Fi Protected Access)-salaukset metodi poistaa kokonaan WEP-salauksessa ilmenneet ongelmat, sillä staattisen avaimen sijasta TKIP (Temporal Key Integrity Protocol) korvaa WEP-salauksen käyttämän tukiaseman ja asiakkaalle manuaalisesti syötetyn 40-bittisen staattisen avainparin 128-bittisellä pakettikohtaisella salausavaimella. WEP-salauksessa ennustettavat avaimet poistuvat TKIP-avainta käytettäessä, koska avain luodaan dynaamisesti pakettikohtaisesti. [3, s.317,320.]

### 4.4 WPA2- ja muita salauksia

Vuonna 2004 julkaistu WPA2 (Wi-Fi Protected Access2)-salaukset menetelmä perustuu uusimpaan 802.11i standardiin. WPA2-salaukset menetelmä on paljon käytetty ja todettu turvallisimmaksi. Suurimpana erona WPA2-standardissa verrattuna WPA-standardiin on se, että RC4-algoritmi korvattiin CCMP-protokollalla (Counter Mode/cbc-MAC Protocol), joka perustuu AES (Advanced Encryption Standard) standardiin.

AES mahdollistaa 128-,192- ja 256-bittisten avaimien käyttämiseen, mutta WPA2-salaus käyttää 128-bittistä salausta. AES-salausta vastaan ei ole tiedossa yhtään hyökkäysmenetelmää ja tutkimusten mukaan tarvitaan  $2^{120}$  hyökkäystä purkua varten. [3, s.321; 12.]

## 5 LANGATTOMIEN VERKKOJEN ERITYISPIIRTEET

Tässä luvussa käydään läpi langattomille verkoille kuuluvia erityispiirteitä. Teoriassa käydään läpi langattomille verkoille kuuluvia tekniikoita ja ominaisuuksia, joita työssä on käyttänyt. Tekniikat ja ominaisuudet ovat tärkeitä onnistuneen langattoman verkon kannalta.

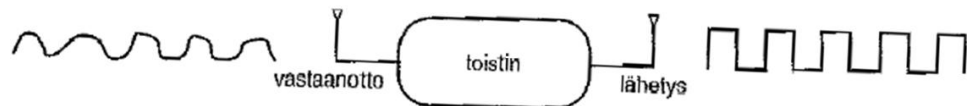
### 5.1 PoE-tekniikka

WLAN-tukiasemat ja toistimet tarvitsevat virtaa sekä yhteyden lähiverkkoon toimiakseen. IEEE 802.3af-standardi määrittelee PoE (Power over Ethernet)-järjestelmän, jossa yleiskaapelointia käytetään 48V tasajännitteen jakeluun WLAN-laitteille ja muihin lähiverkkoon liitettäville laitteille. PoE tuodaan laitteisiin erillisellä PoE-

muuntimella, joka liitetään kaapeloinnin välille, laitteeseen, johon sähköä halutaan syöttää ethernet-johdinta pitkin. Ethernet-johtimesta voidaan hyödyntää 4&5- ja 7&8-johdinpareja tai aktiivisia datajohtoja. [6, s.198-199.]

## 5.2 Toistimet

Langattomien toistimien tarkoituksena on poistaa erillisten yhdistävien kaapeleiden tarve tukiasemien välillä. Toistimen tarkoituksena on toistaa verkkosignaalia laajentaen jo olemassa olevan verkkoinfrastruktuurin kantamaa. Toistin ei liity fyysisesti verkkoon, vaan sen tehtävänä on olla vain signaalia toistava laite (kuva 3). Toistin vastaanottaa radiosignaaleja tukiasemalta, käyttäjälaitteelta tai toiselta toistimelta ja lähettää kehykset uudelleen. Näin verkko saadaan kuulumaan eteenpäin ilman yhteyttä itse verkkoon. [15, s.109.]

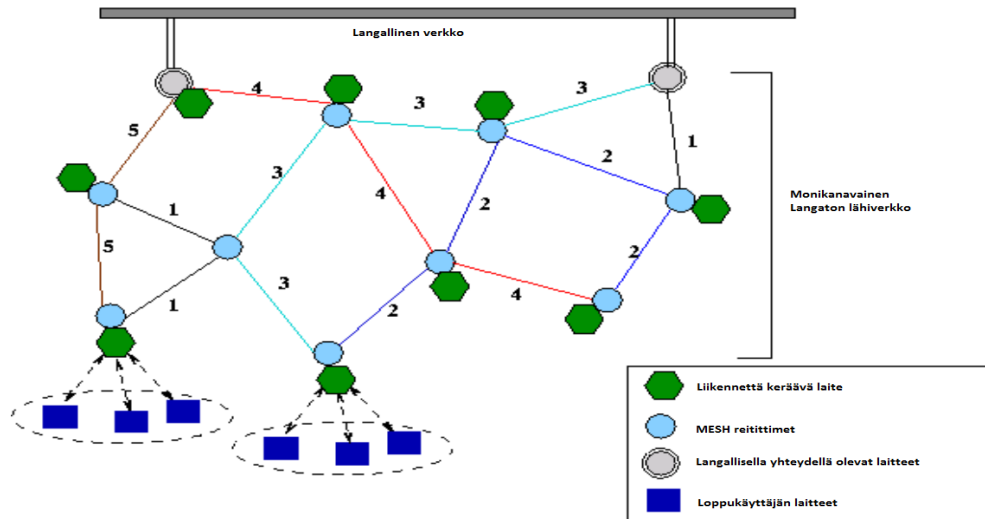


**KUVA 3. Toistimen pääperiaate [6, s.109.]**

## 5.3 WMesh-toiminnallisuus

WMesh (Wireless Mesh) on reitittävä langaton verkko. WMeshin sisällä liikkuminen ja tukiaseman vaihtaminen on mahdollista ilman yhteyden katkeamista. Wireless Mesh-toiminnossa paketit voivat kulkea useaa eri reittiä pitkin kahden pisteen välillä. Kun reitti havaitaan katkenneeksi, tulee käyttöön toissijainen reitti. [10]

Langaton Mesh-yhteys on hyödyllinen ominaisuus, mikäli tukiasema on kytkettävä tilaan, jossa ei ole lähiverkkokaapelointia. Opinnäytetyössä käytettävä Ruckus-laitteiden kontrolleri säätelee Mesh-verkon toimintaa ja optimoi reitityksen automaattisesti. Mesh-verkon käytössä automaattinen reititys tapahtuu signaalin laatuun ja kuormitukseen perustuen. Kuvassa 4 sivulla 10 mesh-verkon toiminnallisuus.



KUVA 4.WMesh [10]

## 6 LANGATTOMAN VERKON SUUNNITTELU

Opinnäytetyön päätarkoituksena on laatia työn toimeksiantajalle (Concept.10) opas, kuinka saadaan toteutettua toimiva ja asiakkaan tarpeet täyttävä WLAN-verkko. Esimerkkinä käytetään Concept.10:n WLAN M-tyyppisen tuotteen verkon rakennusta ja toteutetaan toimiva WLAN-verkko.

Concept.10 WLAN M on palvelu, jota Concept.10 tarjoaa asiakkailleen. WLAN M-verkon lisäksi on olemassa WLAN S- ja WLAN L- palvelut. WLAN S sisältää vain tukiaseman ilman ohjainyksikköä, ja WLAN L sisältää monia tukiasemia ja useita ohjainyksiköitä. Taulukossa 2 on listattu eri palveluiden ominaisuudet.

Taulukko 2. WLAN-palvelun ominaisuuksia[16]

WLAN-S	WLAN-M	WLAN-L
Alkukartoitus	Alkukartoitus	Alkukartoitus
1 kpl WLAN-tukiasema	2-4 kpl WLAN-tukiasemia	5-n kpl WLAN-tukiasemia
WLAN-verkon etähallinta	WLAN-verkon etähallinta	WLAN-verkon etähallinta
Yhden IP-verkon	2 tai useampia IP-verkkoja	2 tai useampia IP-verkkoja



Seuraavissa kappaleissa perehdytään Concept.10 WLAN M palveluun ja sen sisältöön ja käsitellään palveluun liittyviä asioita. Niissä käydään läpi myös se, mitä tarvitaan, ennen kuin WLAN M palvelu voidaan toteuttaa asiakkaalle. Lisäksi perehdytään siihen, mitä asiakkaalta halutaan tietää ennen verkon suunnittelua. Tämän jälkeen perehdytään käytössä oleviin laitteisiin ja ohjelmiin sekä niiden toiminnallisuuksiin, käyttöönottoon ja käyttöön.

WLAN M palvelu sisältää:

### **WLAN-tukiasemat**

- Concept.10 WLAN M-palveluun sisältyy 2-6 WLAN-tukiasemaa asiakkaan toimipisteeseen

### **Virransyöttöyksikkö PoE**

- Tukiaseman tarvitsema sähkö syötetään PoE-irransyöttöyksikön kautta WLAN-tukiasemille lähiverkon kaapelissa (CAT5 tai CAT6)

### **WLAN -verkon kartoitus ja suunnittelu**

- Ennen palvelun toteuttamista tehdään asiakkaan tiloissa kartoitus verkon peittoalueesta. Kartoituksen pohjalta tehdään verkkosuunnitelma tukiasemien sijoittamisesta asiakkaan toimitilaan.

### **WLAN-verkon käyttöönottomittaus**

- Käyttöönoton yhteydessä tehdään verkon peittoalueen mittaus, jolla varmistetaan verkon toimivuus asiakkaan tarpeiden mukaisesti.

### **Verkon valvonta**

- Verkon valvonta sisältää WLAN-tukiaseman valvonnan ja hallinnan etänä toimittajan verkonhallintakeskuksesta (NOC)

### **Ylläpitopalvelu**

- Ylläpitopalveluun sisältyy vian rajoitus ja korjaustoimenpiteen etähallinnan kautta.
- Asiakas voi ilmoittaa vioista toimittajalle puhelimitse tai sähköpostitse.
- Vikatilanteissa asiakkaan tulee varmistaa omien lähiverkon laitteiden toimivuus. [16]

## **6.1 Asiakkaan lähtötilanne ja tarpeet**

Kun asiakas on ilmoittanut haluavansa toimivan langattoman verkon yrityksensä, on selvítettävä asiakkaan tarpeet ja olemassa olevat yhteydet. Kartoituksessa selvitetään asiakkaan olemassa oleva datayhteys ja käytössä olevat verkkolaitteet, ja samalla WLAN-palvelun myyjä täyttää asiakkaan kartoitustietolomakkeen. Kartoituslomake auttaa asiantuntijaa verkon toteutuksessa.

Alkukartoituksen jälkeen asiakkaalta pyydetään pohjapiirros rakennuksesta, johon langaton verkkoyhteys halutaan. Pohjapiirroksen avulla tehdään asiakkaan toimitiloissa verkkomittaus, jolla varmistetaan verkon toimivuus asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Verkon mittauksen suorittaa asiantuntija paikan päällä.

## **6.2 Käytössä olevat laitteet**

Asiakkaalta pyritään saamaan kaikki mahdollinen tieto nykyisestä jo olemassa olevasta verkosta. Asiakkaalta pyydetään tieto käytössä olevasta verkosta, käytössä olevista verkkoyhteyksistä ja siitä, onko asiakkaalla olemassa olevaa langatonta verkkoa ja sen tukiasematietoja. Näin mahdollistetaan asiakkaan tarpeiden täyttäminen sekä mahdollisuus lisätä asiakkaalle hänen tarvitsemiaan verkon ominaisuuksia.

## **6.3 Uudelta tulevalta verkolta tarvittavat ominaisuudet**

Asiakkaan tehtyä pyynnön uudesta verkosta on pyrittävä saamaan tarkat tiedot siitä, mitä asiakas haluaa. Ensimmäisenä on varmistettava, minkälaiseen käyttöön uusi verkko tulee ja kuinka paljon yhteyksiä verkon on tarjottava. Asiakkaalta tarvitaan tieto, kuinka laajalle alueelle asiakas langattoman verkon haluaa. Salausjärjestelmät ovat tärkeitä. Mikäli puhutaan yrityksen sisäisestä verkosta, on taattava, että salaus on riittävä. Mikäli asiakas haluaa vierailijaverkon käyttöön, on tiedettävä, halutaanko käyttöön kertakäyttöisiä salasanoja vai halutaanko käyttöön täysin avoin vierasverkko ja asetetaanko sille rajoituksia.

## 6.4 Asiakkaan toimitilojen mittaaminen ja mittauslaitteiden käyttö

Asiakkaan kanssa tehdyn alkukartoituksen jälkeen voidaan suorittaa asiakkaan toimitilojen mittaus. Tällä tarkoitetaan mittausta, jossa kartoitetaan langattoman verkon signaalin moitteeton kulku sinne, mihin langaton verkkoyhteys halutaan. Tämän perusteella saadaan mitoitettua asiakkaalle varmasti toimiva verkko moitteettomilla yhteyksillä.

Mittauksessa käytetään Ekahaun SiteSurvey-ohjelmaa, joka on langattomien lähiverkkojen suunnitteluun ja mittaukseen tarkoitettu. Ohjelma asennetaan kannettavalle tietokoneelle, ja sen käyttöön tulee Ekahaun oma PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association)- väylään sopiva NIC-300-verkkokortti.

Ohjelma tarvitsee mitattavan kohteen pohjapiirroksen, joka syötetään kuvatiedostona. Ohjelmalle annetaan jonkun välin oikea pituus, jolloin ohjelma osaa laskea todellisilla mitoilla. Ennen mittausta käynnistetään yhteys tukiasemaan, ja ohjelma pingaa tukiasemaa ja laskee jatkuvasti datanopeutta, interferenssiä, verkon tilaa ja mahdollisia ongelmakohtia verkossa. Mikäli asiakkaalla on olemassa olevia tukiasemia, näyttää ohjelma myös niiden signaalien voimakkuudet, signaali-kohinasuhteen, SSID:n, käytettävän kanavan ja MAC-osoitteen. Asiakkaalle voidaan näyttää nyt, minkä vuoksi aiempi langaton yhteys on huono ja mitkä ovat sen ongelmakohtia. Ohjelma näyttää suuntaa antavan sijainnin uusille tuleville tukiasemille.

Mittauksessa käytettävä tukiasema konfiguroidaan niin, että tukiasema soveltuu mittaukseen. Konfiguroinnissa tukiasemalle asetetaan kiinteä IP-osoite, sekä asetetaan tukiasema Standalone-tilaan.

Ruckuksen tukiasemissa on olemassa suuntaava antennitekniikka. Jotta varmistutaan, että suuntaava antennitekniikka tulee käyttöön, asetetaan tietokoneen omalle langattomalle verkkokortille kiinteä IP-osoite, jonka gateway on tukiaseman IP.

Tukiaseman IP:	Tietokoneen WLAN:
192.168.0.1	192.168.0.5
	255.255.255.0
	192.168.0.1

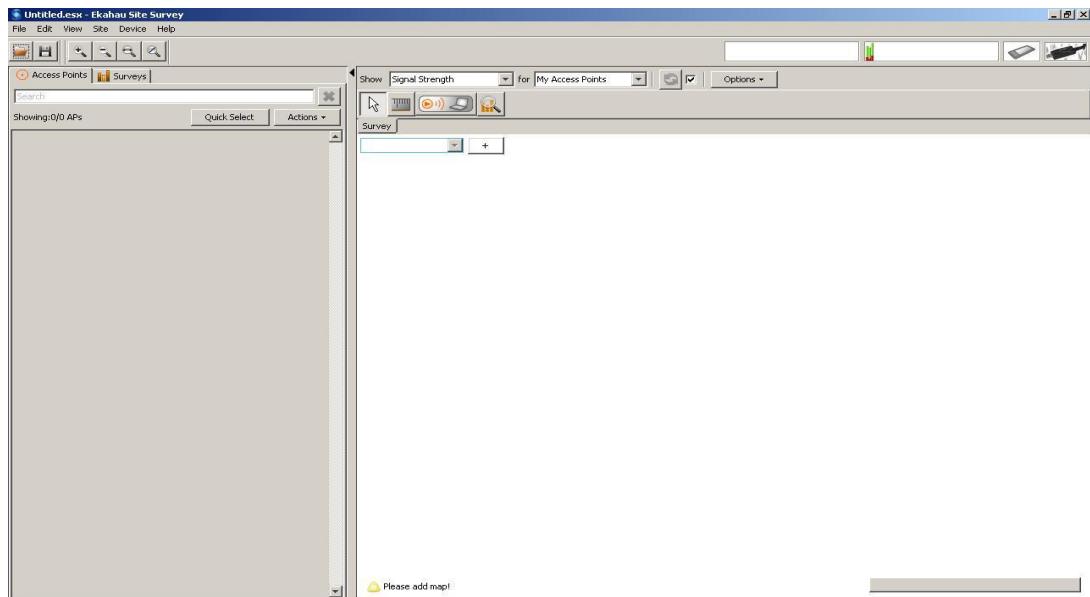
Kun IP-osoitteet on asetettu, voidaan komentorivin kautta suorittaa komento:

```
ping 192.168.0.1 -t
```

Ping-t komento lähettää *echo request*-paketin laitteelle ja laite vastaa siihen *echo reply*-paketilla. Kutsua lähetetään kyseiselle IP-osoitteelle niin kauan, kunnes komento keskeytetään Ctrl + c-näppäinvalinnalla.

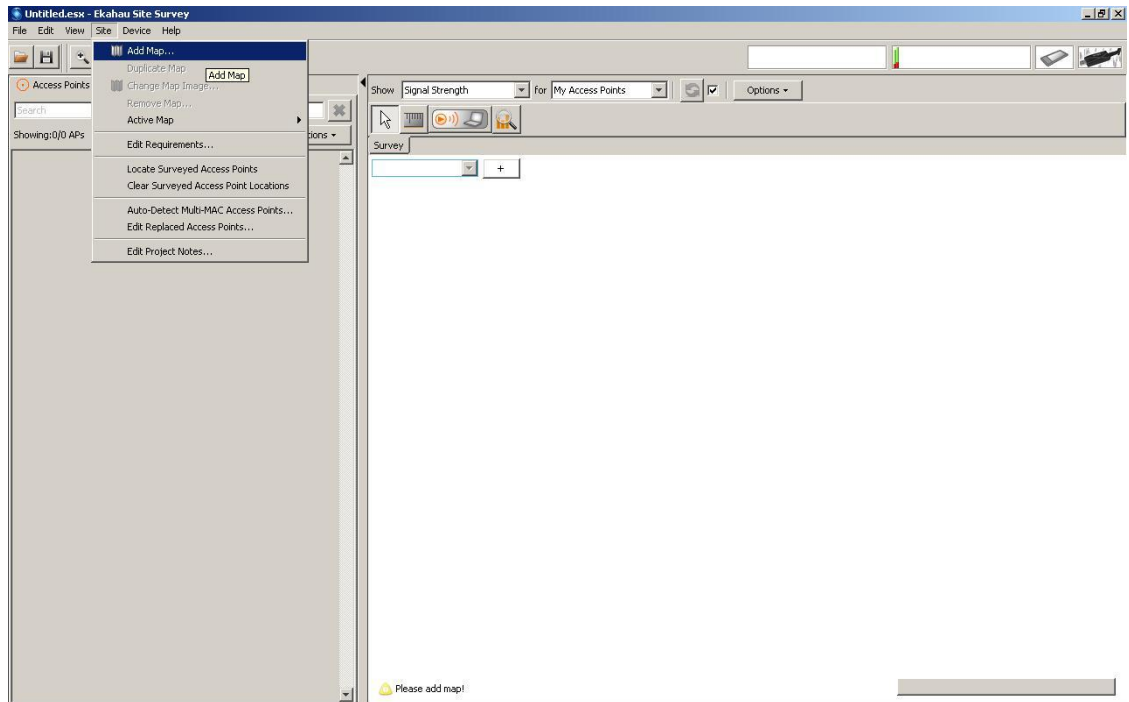
Ikkunan voi tämän jälkeen pienentää.

Seuraavana voidaan käynnistää itse ohjelma. Ohjelman alkuvalikon tulisi olla kuvan 5. mukainen.



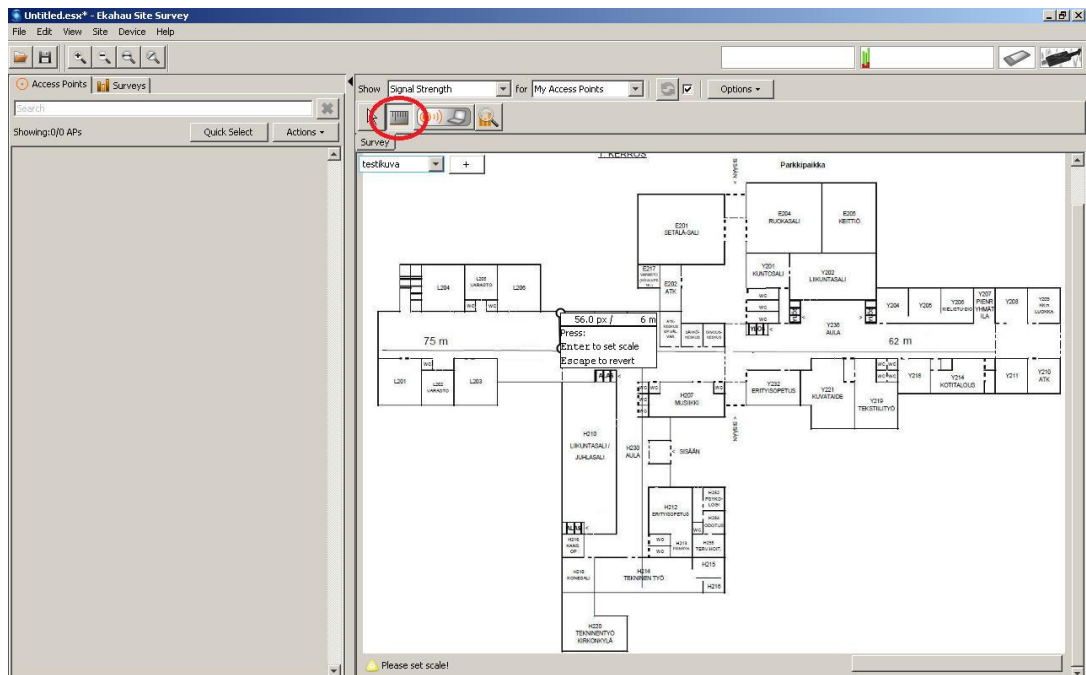
**KUVA 5. Ekahaun aloitus**

Ensimmäisenä ohjelmassa on ladattava asiakkaan tilan pohjakuva. Pohjakuva tulee olla \*.jpg muodossa tai \*.pdf muodossa. Kuvan lataaminen tapahtuu valikosta site/add map/valitse kartta/ add map. (kuva 6.)



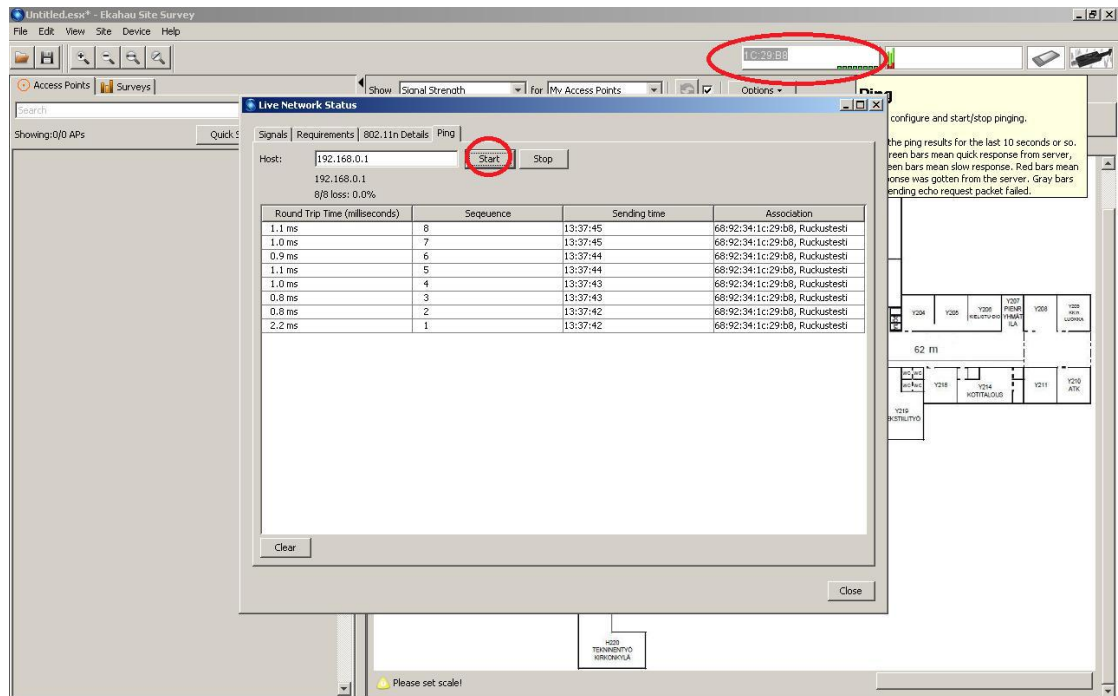
**KUVA 6. Pohjapiirustuksen lataus**

Kun pohjapiirustus on ladattu ohjelmaan, tulee sen näkyä kuvassa. Seuraavana asetetaan kuvaan mittasuhteet kuvan 7 avulla. Mittasuhteen asettaminen tapahtuu merkitystä valikosta. Kuvassa valitaan jonkin todellisen alueen välinen mittasuhte hiirtä apuna käyttäen.



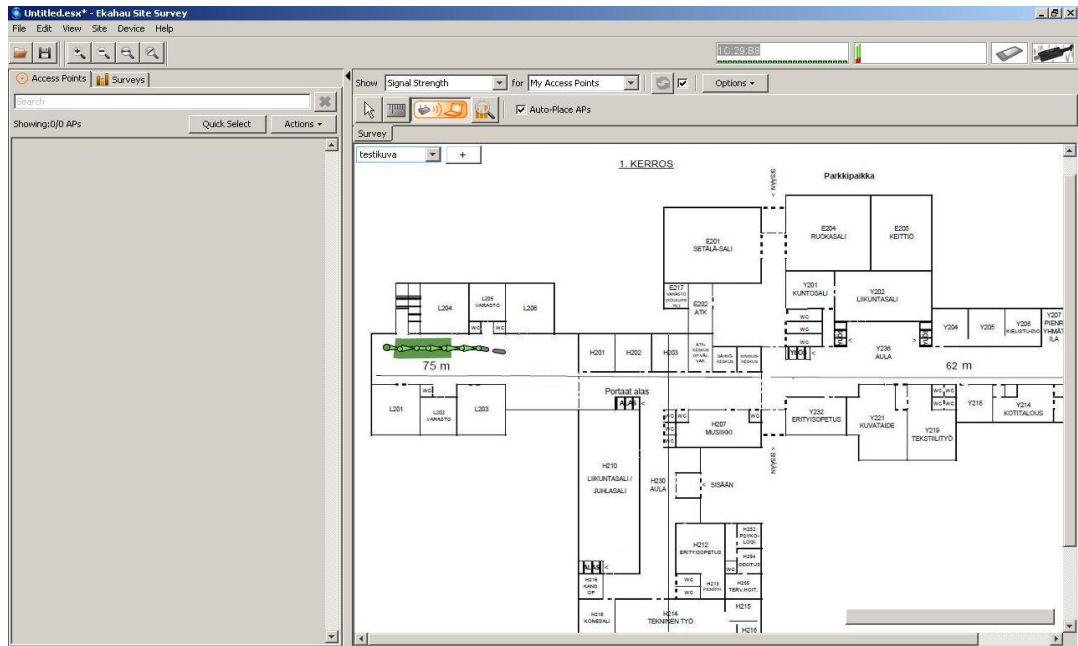
**KUVA 7. Mittasuhteiden asettaminen**

Seuraavaksi aloitetaan ohjelman käyttö. Ennen mittauksen aloittamista käynnistetään ping-komento ohjelmalla, jotta ohjelma osaa ottaa tukiasemaan yhteyden. Tämä tapahtuu oikeassa yläkulmassa olevasta PING-laatikosta (kuva 8). Asetetaan kohtaan ”host” tukiaseman IP, joka tässä tapauksessa on 192.168.0.1, ja painetaan start-painiketta. Tämän jälkeen voidaan pienentää ikkuna taustalle.



**KUVA 8. Pingaaminen**

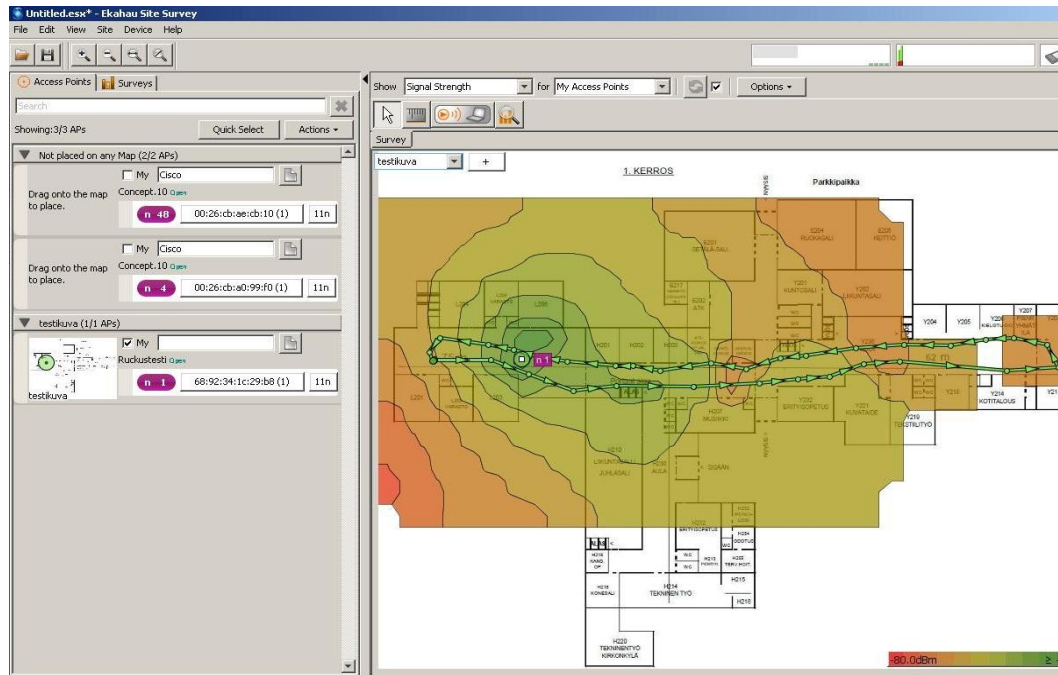
Kun ohjelma lähettää ping-paketteja (ICMP) tukiasemaan, voidaan aloittaa mittaaminen. Mittaaminen tapahtuu kulkemalla asiakkaan tiloissa samalla klikaten karttaa kohdissa, joissa kulkee. Kuljettu matka näkyy kuvan 9 mukaisesti.



### KUVA 9. Mittauksen suorittaminen

Kun kohde on mitattu, klikataan hiiren oikealla näppäimellä, jolloin mittaus päättyy ja verkon kuva piirtyy näyttöön. Näkyviin saadaan kaikki kohteessa olevat tukiasemat ja niiden vaikutukset verkkoon. Jotta oikea mittaustulos saadaan, valitaan jo käytössä olevat tukiasemat pois käytöstä ja käytetään vain mittauksessa käytettävää tukiasemaa. Tärkeimpiä ominaisuuksia verkkoa mitattaessa on huomioida kuvan 10 mukainen ”Signal Strength”.

Lopuksi ohjelma piirtää lopullisen kuvan mittauksesta, ja voidaan nähdä yhteysnopeus, signaalin voimakkuus ja paljon muita vaihtoehtoja. [17]



**KUVA 10. Signal strength**

Ohjelman piirrettyä kuvan, näkyy kuvan alalaidassa kuvan 11 mukainen palkki. Palkista on helppo havaita signaalinvoimakkuus. Taulukossa 3 on lueteltu lähetystehot, joita WLAN-tekniikka käyttää. Yli -50dBm voimakkuudet voidaan laskea riittäviksi. Kuvasta 10 voidaan havaita, että tukiaseman lähettämä signaali, on riittävä sille asetetulle paikalle.



**KUVA 11. Signaalin teho(dBm)**

**Taulukko 3. Signaalinvoimakkuus [18, s6.]**

Teho dBm	Teho mW
-20 dBm	0.1 mW
-30 dBm	0.001 mW
-40 dBm	0.0001 mW
-50 dBm	0.00001 mW
-60 dBm	0.000001mW
-70 dBm	0.0000001mW
-80 dBm	0.00000001mW



## 7 VERKON TOTEUTTAMINEN

Kun asiakkaan kanssa on keskusteltu tämän tarpeista ja toiveista, siirrytään laitteisiin, joita on saatavilla ja asiakkaan tarpeet voidaan täyttää. Tässä työssä käytettävänä laitteistona ovat Ruckus-valmistajan laitteet, joita maahantuo Daimler. Laitteistot ovat helppokäyttöisiä ja sisältävät kehittyntä antennitekniikkaa. Etuna on pitkä kuuluvuus toimivan verkon lisäksi. Tukiasemat toimivat sekä keskitetysti hallitussa verkossa että itsenäisesti ilman ohjainta, mikäli on tarvetta.

Taulukossa 4 on kontrollerin ominaisuudet, joita Concept.10 käyttää toteutuksissa. Taulukosta on havaittavissa tukiasemien ominaisuuksia, etenkin tiedonsiirtonopeus ja antennielementtien määrät ratkaisevat asiakkaan tarpeiden mukaan.

**Taulukko 4. Kontrollerin ominaisuudet**

Hallittavien tukiasemien määrä	6, 12, 25, 50
Mitat	25cm(p)x15,93cm(l)x3,86cm(k)
Verkkoliitäntä	2 x 10/100/1000 Mbit/s
Autom. radio- ja antenniasetusten säätö	√
Dynaaminen PSK	√
SmartMesh -verkon reititys	√
Autentikointimenetelmä	802.1X, sisäinen tietokanta
Ulkoiset AAA - palvelimet	ActiveDirectory, RADIUS, LDAP (Captive Portal)
Vierailijaverkko / Kirjautumisportaali	√
Graafinen karttanäkymä	Tukiasemat, päätelaitteet, signaalivoimakkuus
DHCP -palvelin	√
Tukiasemien hallintaliikenne	L2/L3-yhteydellä
Langattoman verkon liikenne	Ei kulje kontrollerin kautta
SSID -määrä	32
Hallinta	HTTPS, SNMP
VLAN -tuki	802.1Q (per BSSID)
Ei - toivottujen laitteiden havaitseminen	√

## 7.1 Verkon ohjaus

Pääsääntönä on, että mikäli asiakkaalle tulee enemmän kuin kolme tukiasemaa, on näille saatava oma kontrolleri, joka ohjaa ja säätelee tukiasemia. Kontrolleria voidaan etähallita asiakkaalla olevan verkkoyhteyden kautta tämän julkisen IP:n kautta. Tämä säästää kustannuksia yritykselle ja yhteyden palveluntarjoajalle.

Käytettävänä kontrollerina WLAN M-tyypin verkoissa käytetään Ruckus-valmistajan ZONEDIRECTOR 1000-kontrolleria, joka on markkinoidensa ensimmäisiä keskitetysti hallittavia kontrollereita. Kontrollerilla voidaan ohjata 6, 12, 25 tai 50 tukiasemaa riippuen lisenssistä. Kontrolleri tulee päivittää uusimpaan versioonsa, kun se otetaan käyttöön. Muut päivitykset tukiasemiin kontrolleri hoitaa itse.

Kontrollerin edut:

- Keskitetty hallinta helpottaa langattoman verkon ylläpitoa ja laajentamista.
- Tukiasemien sijaan hallitaan ja konfiguroidaan vain yhtä laitetta.
- Asetukset ja ohjelmistopäivitykset tehdään kontrolleriin, joka siirtää päivitettyt tiedot kaikkiin tukiasemiin.
- Laitteiden lisääminen on helppoa, kontrolleri päivittää ne automaattisesti.
- Kontrolleri raportoi vikatilanteista.
- Etähallinta. Verkon muokkaaminen ja uusien ominaisuuksien luonti tapahtuu nopeasti muun liikenteen siitä häiriintymättä.
- Salaukset, guest-listat, salasanat, kertakäyttöavaimet.
- Selaimen uudelleenohjaus (redirecting).
- Kontrolleri havaitsee, missä käyttäjä on ja ohjaa käyttäjän automaattisesti tukiasemalle, jossa on paras kuuluvuus.
- Ajastetut verkot (voidaan valita aika, jolloin verkko on toiminnassa).
- Kaistan rajoitus esim. vierailijaverkkoihin.

## 7.2 Tukiasemat

Tukiasemina käytetään Ruckus ZONEFLEX-tukiasemia. Taulukossa 5 on lueteltu tukiasemat ja niiden ominaisuudet. Asiakkaan ympäristöön valitaan tukiasema, joka mahdollistaa mahdollisimman suuren tiedonsiirron vaativissakin olosuhteissa. Tietysti on otettava huomioon asiakkaan toiveet verkolta.

Tukiasemien ominaisuuksia ajatellen antennielementtien määrä on tärkeää, sillä tukiasema säteilee ympärilleen sitä enemmän, mitä enemmän sillä on säteileviä antennia. Tämä on otettava huomioon, kun tukiasemia sijoitetaan.

**Taulukko 5. Tukiasemien ominaisuudet**

Malli	<b>2942</b>	<b>7343</b>	<b>7363</b>	<b>7962</b>
Toimintatila	Itsenäinen/ZD-kontrollerin kanssa	Itsenäinen/ZD-kontrollerin kanssa	Itsenäinen/ZD-kontrollerin kanssa	Itsenäinen/ZD-kontrollerin kanssa
WiFi standardi	802.11b/g	802.11b/g/n	802.11b/g/n	802.11a/b/g/n
Lähiverkkoliitäntä	2 x 10/100 Mbit/s	1 x 10/100/1000, 2 x 10/100	1 x 10/100/1000, 2 x 10/100	2 x 10/100/1000 Mbit/s
Tiedonsiirtonopeus (max)	54 Mbit/s	300 Mbit/s	600 Mbit/s	600 Mbit/s
Virransyöttö	Virtalähde tai PoE (802.3af)	Virtalähde tai PoE (802.3af)	Virtalähde tai PoE (802.3af)	Virtalähde tai PoE (802.3af)
Tietoturva	WPA2-AES, WPA, WEP	WPA2-AES, WPA, WEP	WPA2-AES, WPA, WEP	WPA2-AES, WPA, WEP
Antennielementit	12	8	14	19
Antennin vahv./häiriöiden vaim.	9dBi/-20dB	4dBi/-10dB	4dBi/-10dB	7dBi/-15dB
SmartMesh-tuki	√	√	√	√
Asennusympäristö	Seinä/katto/pöytä	Seinä/katto/pöytä	Seinä/katto/pöytä	Seinä/katto/pöytä
Hallinta	FlexMaster, Zone Director, standalone	FlexMaster, Zone Director, standalone	FlexMaster, Zone Director, standalone	FlexMaster, Zone Director, standalone
Hallintaprotokollat	HTTPS, SNMP, TR-069	HTTPS, SNMP, TR-069	HTTPS, SNMP, TR-069	HTTPS, SNMP, TR-069
SSID/WLAN	8	8	8	16
Käyttötarkoitus	Kokoushuoneet, vierailijaverkko	Toimistotilat	Keskisuuret tuotantotilat, salit	Suuret tuotantotilat

### 7.3 Laitteiden konfigurointi

Tässä ohjeessa konfiguroidaan Ruckus Zonedirector-kontrolleri perustilaan, jossa on normaali Concept.10:n mukainen toiminnallisuus. Ohjeessa oletetaan, että kontrollerin konfigurointia edeltää Concept.10 WLAN M-verkon rakennus asiakkaalle.

Ennen asiantuntijan konfigurointia on oltava tiedossa asiakkaalle tulevat verkon osoitteet, nimipalvelimet ja muut tarvittavat etukäteistiedot. Ensi kertaa otettaessa yhteys kontrolleriin, on tiedettävä kontrollerin nykyinen (tai mikäli ensiasennus, default:192.168.0.1) ip-osoite, käyttäjätunnus ja salasana (default: super/sp-admin).

#### 7.3.1 Laitteiden fyysinen kytkeminen

Laitteita kytkiessä tulee tietää, millaiseen käyttöön tukiasema ja/tai kontrolleri tulee. Tämä pitää huomioida siksi, että virtoja kytkiessä tukiasema aktivoituu standalone-tilaan, jos sillä ei ole ollut aktiivista yhteyttä kontrolleriin. Standalone-tila voi myös olla haluttu, jos asiakkaalle ei asenneta lainkaan kontrolleria. Tällöin tukiasemaa ei saa kytkeä kontrolleriin missään vaiheessa, sillä tällöin se menee tilaan, jossa tukiasema etsii kontrolleria eikä löydä yhteyttä siihen. Jos näin tapahtuu, on tukiasema palautettava tehdasasetuksille ”reset”-painikkeesta.

Standalone-tukiasema tulee kytkeä ainoastaan kontrolleriin kiinni konfigurointia varten. Jos AP (AccessPoint, tukiasema) kytketään verkkoyhteyteen, josta se saa DHCP:llä osoitteen, hakee se osoitteen ja mahdollinen konfigurointiyhteys katkeaa, tai sitä ei default ip-osoitteella saada lainkaan. Tällöin pitää tukiaseman ip-osoite tarkistaa esim. DSLAM:stä, tai käynnistää tukiasema uudelleen ilman verkkoyhteyttä.

Kontrolleriin kytkettynä alkaa AP:n ohjelmistopäivitys eikä yhteyttä laitteiden välillä saa katkaista. Mikäli yhteys katkeaa kesken päivityksen, voi tukiasema mennä tilaan, jossa siihen ei saada enää yhteyttä. Tällöin tukiasema pitää lähettää maahantuojalle, sillä normaali ”reset” ei toimi. Tästä syystä ethernet-kaapelia ei saa kytkeä konfigurointivaiheessa kiinni, niin että laite saa itselleen ip-osoitteen verkosta.

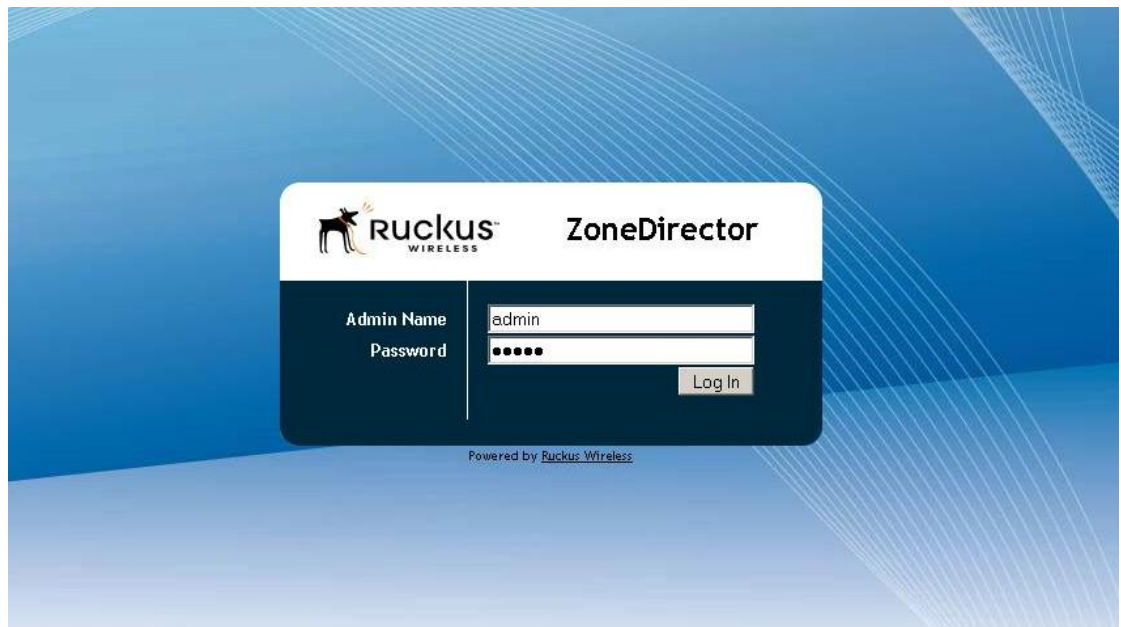
On pidettävä huolta, ettei kontrolleria eikä AP:ta kytketä toimivaan lähiverkko/internet-yhteyteen ennen konfigurointia. Kontrollerin Dashboard-osiosta näkee,

missä tilassa tukiasemat ovat. Uusia tukiasemia varten kontrolleri tulee päivittää uusimpaan ohjelmistoversioon tai kontrolleri ei tunnista tukiasemia oikein.

### 7.3.2 Kontrollerin konfigurointi

Seuraavissa kappaleissa perehdytään kontrollerin ominaisuuksiin ja sen konfigurointiin asiakasympäristöön. Tutustutaan kontrollerin tärkeimpiin ominaisuuksiin verkon ylläpidon kannalta sekä siihen, mitä usein tarvitsee muokata ongelmatilanteissa.

Kirjautuminen kontrolleriin tapahtuu Kuvan 12 tavalla. Kirjautumistunnus oletuksena on admin ja salasana admin. Oletustunnukset on vaihdettava konfiguroinnin yhteydessä.



**KUVA 12. Kirjautuminen**

Kirjaututtaessa kontrolleriin ensimmäinen välilehti on monitorointipaneeli (Kuva 13), jossa on havaittavissa koko kontrollerin tapahtumat tietyllä aikavälillä. Tästä nähdään esimerkiksi, missä tilassa tukiasemat ovat sekä mihin tukiasemaan käyttäjä on kirjautunut. Kirjautuminen nähdään käyttäjän MAC-osoitteen perusteella.

The screenshot shows the Ruckus ZoneDirector Dashboard in a Mozilla Firefox browser. The dashboard is titled "Dashboard - admin@10.1.87.2 (Ruckus) - ZoneDirector - Mozilla Firefox". The main content area is divided into several sections:

- System Overview:** Displays system details for Ruckus, including IP Address (10.1.87.2), MAC Address (00:24:82:2E13C8B0), Uptime (1d 23h 12m), Licensed APs (6), SN (130903000407), and Version (8.2.0.0 build 53).
- Most Recent User Activities:** A table showing user actions with columns for Date/Time, Severity, and User Activities. Recent activities include users joining and disconnecting from WLANs.
- Most Recent System Activities:** A table showing system events with columns for Date/Time, Severity, and Activities. Recent events include the detection of new Rogue devices and a Rogue device being deployed on a radio.
- Most Frequently Used Access Points:** A table showing MAC Address, IP Address, Description, Model, and Clients. The top entry is MAC 00:25:c4:3c:5b:40, IP 10.1.87.84, Model Typydll, and 1 client.
- Usage Summary:** A table showing Max Concurrent Users (1), Bytes Transmitted (2.51M / 42.3M), Average Signal (%), and # of Rogue Devices (2).
- Support:** Provides contact information for Ruckus Wireless, including Company, Email (support@ruckuswireless.com), and Support URL (http://support.ruckuswireless.com/).

### KUVA 13. Dashboard-välilehti

Tällä välilehdellä voidaan tutkia kontrollerin eri osa-alueita ennen konfigurointia. Välilehdellä ei voi tehdä muutoksia, vaan sen tehtävä on ainoastaan olla informatiivinen osa kontrolleria.

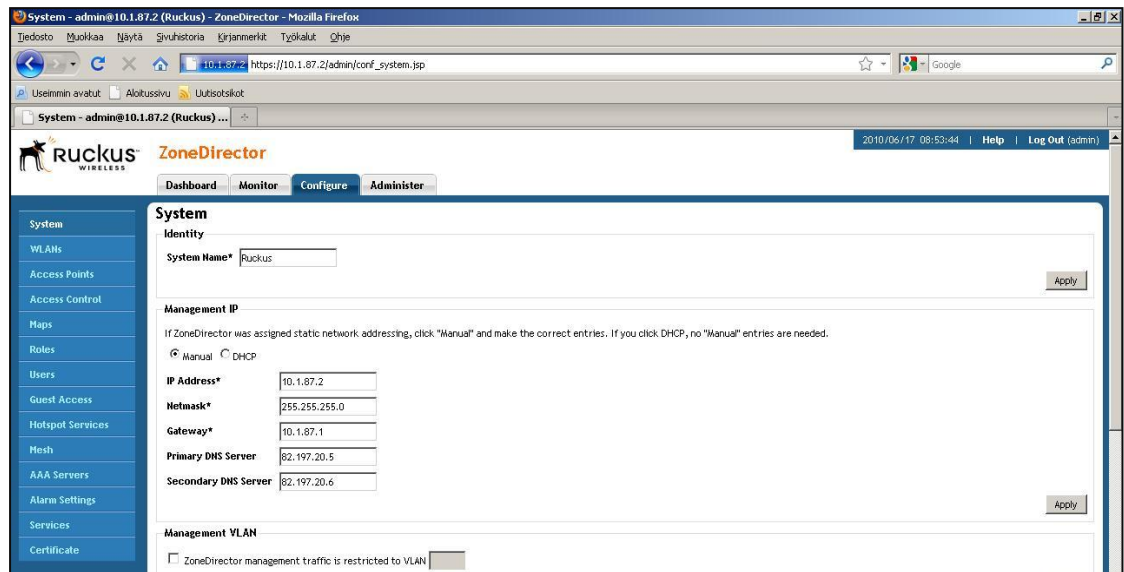
Kuvan 14. mukaisella välilehdellä voidaan havaita viimeiset tapahtumat ja nähdä käytössä olevat tukiasemat.

The screenshot shows the Ruckus ZoneDirector Monitor page in a Mozilla Firefox browser. The page is titled "Access Points - admin@10.1.87.2 (Ruckus) - ZoneDirector - Mozilla Firefox". The main content area is divided into several sections:

- Access Points:** A table listing currently active access points with columns for MAC Address, Device Name, Description, Model, Status, Mesh Mode, IP Address, VLAN, Channel, and Clients. The table shows one active AP with MAC 00:25:c4:3c:5b:40, Model Typydll, and 1 client.
- Events/Activities:** A table showing recent events with columns for Date/Time, Severity, and User Activities. Recent events include users joining and disconnecting from WLANs, and the detection of new Rogue devices.

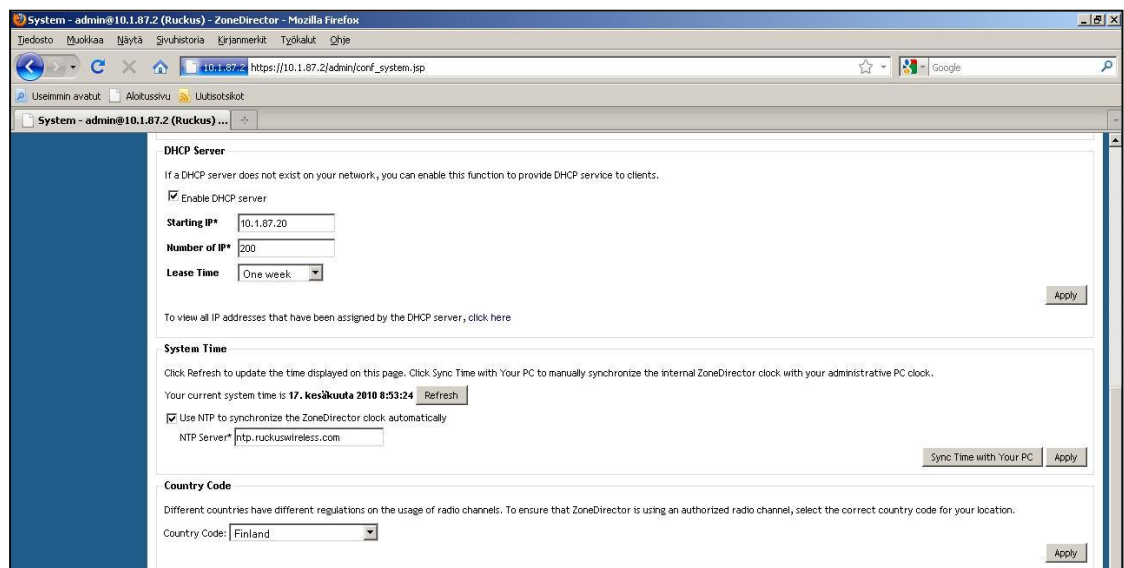
### KUVA 14. Monitor

Kuvan 15. mukaisella välilehdellä konfiguroidaan kontrollerin ip-osoite, aliverkon peite, gateway ja nimipalvelimet. System name-osioon on hyvä merkitä tulevan asiakkaan nimi.



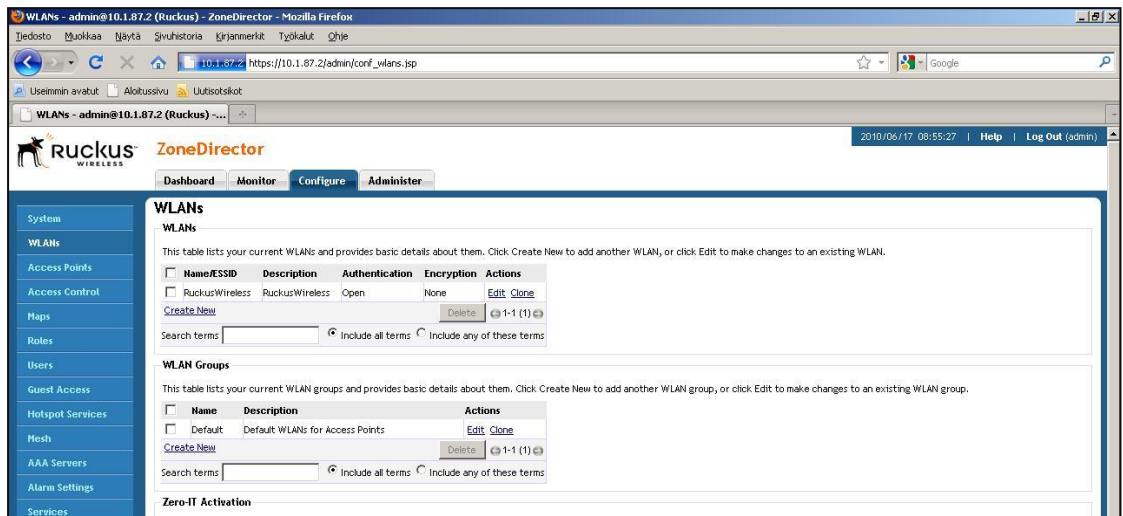
**KUVA 15. Configure System**

Samassa osiossa määritellään DHCP päälle kuvan 16 mukaisesti. Käytännössä voidaan pitää, että asiakkaalle varataan verkon alkupäästä kiinteät osoitteet, ja esimerkiksi 10.1.87.20- alkaen DHCP jakaa osoitteet. Kontrollerin osoite tulee olla muotoa 10.1.X.2 (etähallinta). Country Code (Maakoodi)-kohta on maakohtainen ja muutettava muotoon: Finland. Apply-painikkeen painamisen jälkeen kontrolleri käynnistyy uudelleen.



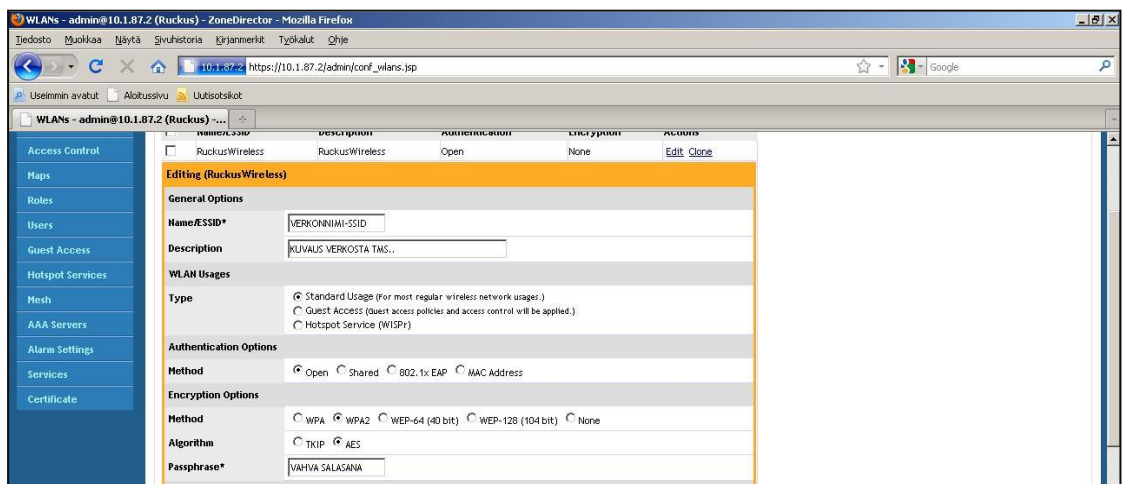
**KUVA 16. DHCP**

Kuvan 17 mukaisessa WLANs-osiossa muodostetaan asiakkaalle varsinainen langaton verkko. Painamalla kohtaa ”EDIT”, voi muokata jo olemassa olevaa verkkoa, tai ”CREATE NEW” tekee kokonaan uuden WLAN-verkon.



KUVA 17. Configure/WLANs

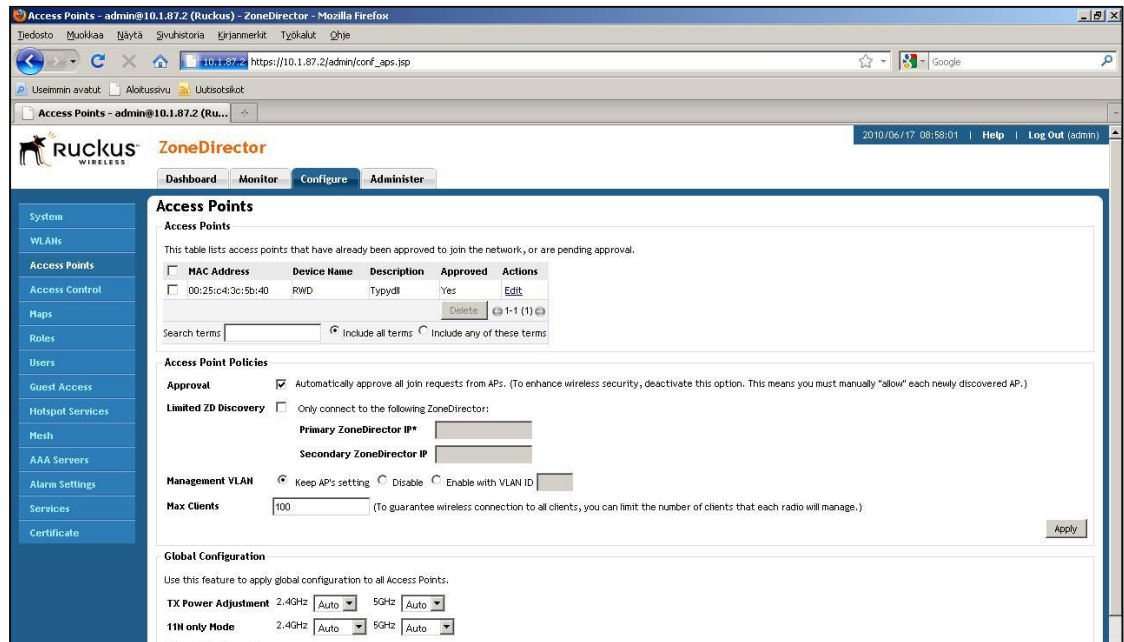
SSID (wlan-verkon tunnus) on nimettävä asiakkaan toiveiden mukaan ja kohtaan Description tulee kuvaus verkosta (Kuva 18). Wlan Usages/type:ssä (Verkon käyttötapa) määritellään, onko verkko normaaliverkko vai vierailijaverkko. ”Standard usage”-kohtaa käytetään, ellei kyseessä ole vierailijaverkko. Authentication options-kohdasta valitaan salausmenetelmiksi Open. Encryption-kohdasta WPA2, algorithm AES ja vahva salasana.



KUVA 18. SSID

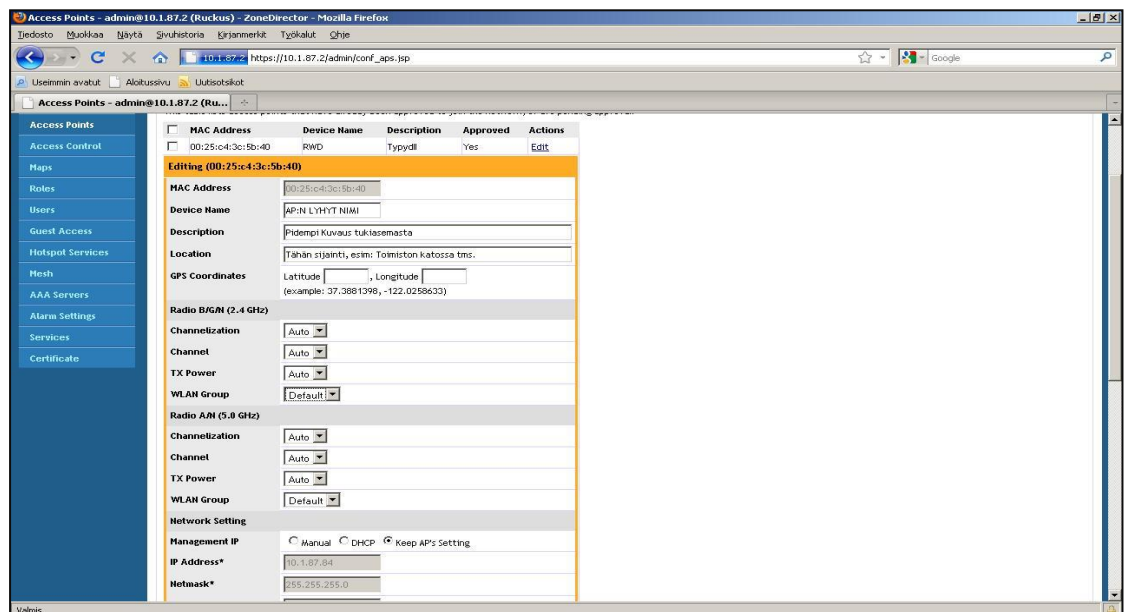


Tukiasemien ominaisuuksia muutetaan kohdassa Access points. Kuvassa 19 alhaalla globaalit muuttujat, joita ei yleensä tarvitse muuttaa.



**KUVA 19. Configure**

Tukiasemien ominaisuudet tulee määrittellä Kuvan 20 mukaisesti. Nimeäminen tapahtuu niin, että ne ovat kuvaavia ja niiden perusteella tulee tietää, missä tukiasema on ja onko kyseessä seinä vai kattoasennus. On helppoa määrittää ongelma, kun tiedetään tukiasemien tarkat sijainnit. Tukiaseman nimi määrittellään kohdassa device name, lyhyt kuvaava nimi.



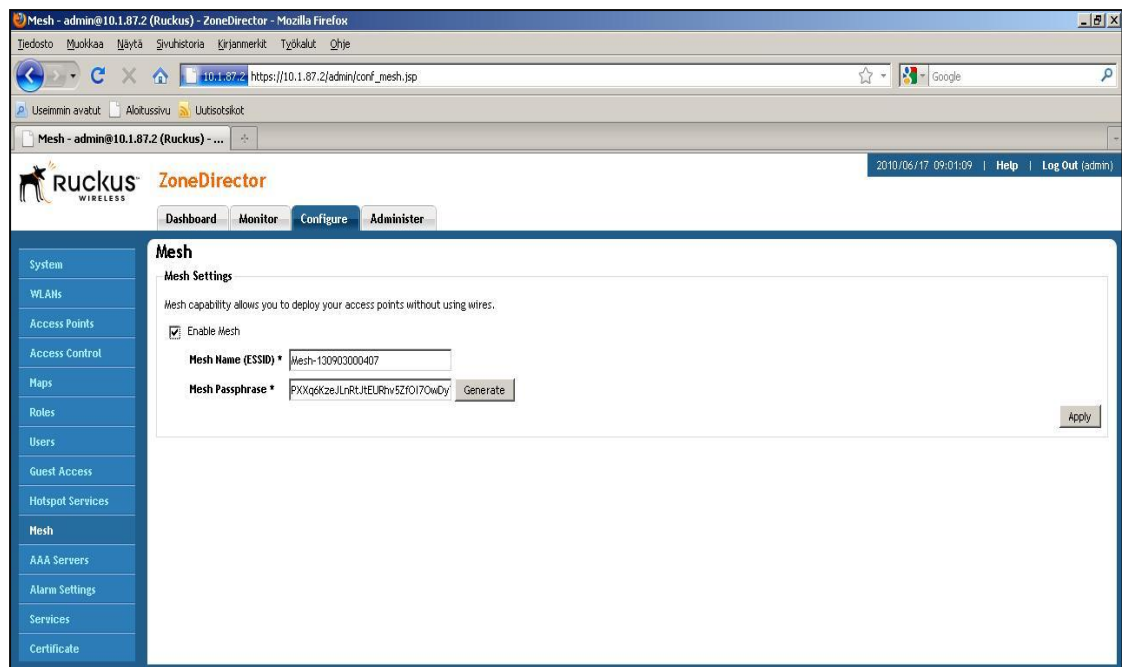
**KUVA 20. Configure/Access Points**

Kuvan 20 tärkeimpiä kohtia ovat:

- Description: pidempi kuvaus tukiasemasta.
- Location: Kohteen sijainti kiinteistössä.
- GPS Coordinates: voidaan määrittellä, mikäli on kyse suuremmasta kiinteistöstä ja joudutaan navigoimaan.

Radio 2.4GHz ja 5GHz kohtiin ei tehdä muutoksia, ellei asiakas tai ympäristö muuten sitä vaadi. Ruckuksen automatiikka säätelee taajuudet tarvittaessa.

MESH-toiminnallisuus otetaan käyttöön kuvan 21 mukaisesti, jos halutaan verkon toimivan niin, että lähiverkkoyhteyden jostain syystä katketessa kontrolleri yrittää muodostaa verkon muiden tukiasemien kautta. Tämä kannattaa olla päällä, jos tukiasemia on yli kolme. Ominaisuutta ei saa pois päältä suoraan tästä osiosta, kun se on kerran kytketty. Mesh name ja mesh passphrase muodostuvat automaattisesti tukiasemiin ja näin mahdollistaa yhteyden tukiasemien välillä.



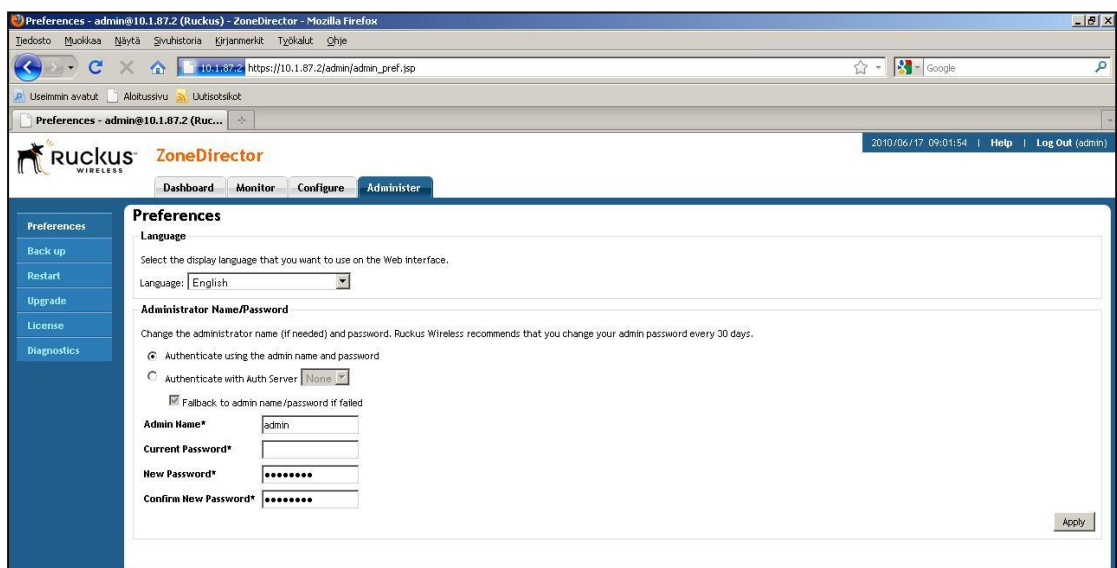
**KUVA 21. Mesh**

Kuvan 22 mukaisessa osiossa määritellään mm. salasana ja käyttäjätunnus, joita tarvitaan, kun kontrolleria hallinnoidaan. DEFAULT-tunnukset on vaihdettava aina. Näin vältetään ikäviltä muutoksilta, joita ei haluta.

Kontrolleri päivitetään kohdasta UPGRADE. Tähän päivitykseen tarvittava tiedosto on saatavilla maahantuojalta tai valmistajalta. Uusissa kontrollereissa viimeisin versio yleensä on asennettuna, mutta jos tukiasemat eivät tunnistu oikein, kontrolleri on päivitettävä. Kontrolleri hoitaa tämän päivityksen jälkeen varsinaisten tukiasemien päivityksen itse. Päivitettäessä on muistettava, ettei virtoja saa sammuttaa laitteista kesken päivityksen.

Kontrollerin ja tukiasemien konfiguroinnin jälkeen voidaan asiakkaan verkko toteuttaa. Kontrolleri sijoitetaan yrityksen atk-laitetilaan, jossa se voidaan kytkeä kytkimeen, jonka takana tukiasemat ovat. Kontrolleri havaitsee tukiasemat verkosta, vaikka ne olisivat erillisten laitteiden takana. On huolehdittava siitä, että kontrolleri ja tukiasemat kuuluvat samaan VLANiin, jotta ne toimivat keskenään. Tukiasemat voidaan kytkeä pelkän ethernet-kaapelin taakse, sillä PoE-laitteilla saadaan virta siirrettyä ethernet kaapelia pitkin itse tukiasemaan.

Kytkenään jälkeen piirretään Microsoft Visiolla kaavio asiakkaalle kytketyistä laitteista. Tämä helpottaa verkon ylläpitoa, sillä asiakkaan ilmoitettua viasta voidaan katsoa kaaviosta oleellinen tieto asiakkaan verkosta. Kaavioon on laitettu asiakkaan tiedot, verkkojen IP:t, salasanat, laitteistojen MAC-numerot sekä WLAN-verkkojen tiedot.



**KUVA 22. Administer osio**

## **8 RISTIINAN LUKIO WLAN**

Opinnäytetyön käytännön osuutena käytetään Ristiinan lukiolle toteutettua langatonta lähiverkkoa. Lukion langaton lähiverkko toteutettiin teoriassa käydyn oppaan avulla. Seuraavissa luvuissa käydään vaihe vaiheelta läpi verkon toteutus.

### **8.1 Lähtötilanne ja tarpeet**

Lukion tehtyä pyynnön toimivasta langattomasta lähiverkosta, lähdettiin liikkeelle nykytilanteesta sekä uudelta verkolta tarvittavista ominaisuuksista.

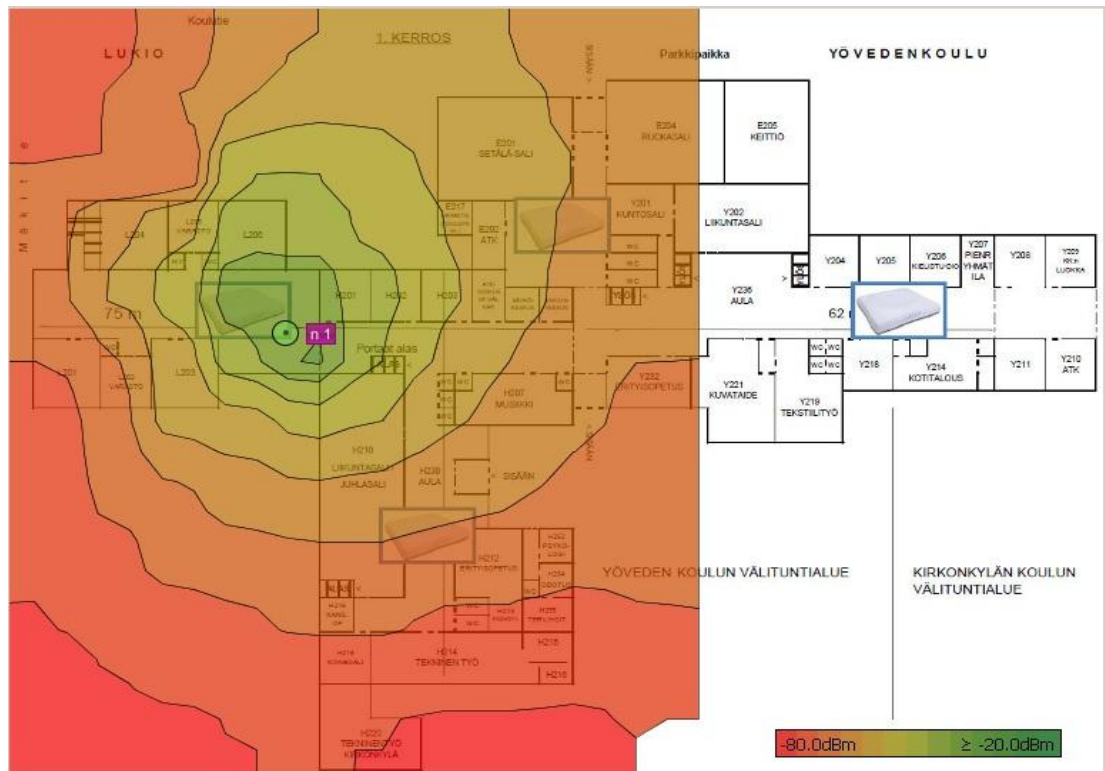
Lukiolla oli olemassa jo Concept.10:n tarjoamia verkkoyhteyksiä, joten ongelmaa verkon rakentamiselle ei ollut. Ennestään lukiossa ei ollut muita langattomia laitteita, joten vieraita verkkoja ei myöskään olisi.

Uuden langattoman lähiverkon tarkoituksena olisi olla oppilaiden käytössä. Verkko tulisi siis yleiseen surffailu- ja opiskelukäyttöön. Myös opettajat saisivat oman verkon käyttöönsä opetusta varten.

### **8.2 Tilojen mittaaminen**

Alkuselvityksen jälkeen suoritettiin kartoitusmittaus, jolla selvitettiin tarvittavien tukiasemien määrä ja verkon riittävä kuuluvuus tiloissa, jonne se haluttiin. Mittaus suoritettiin ennalta konfiguroidulla mittauslaitteella.

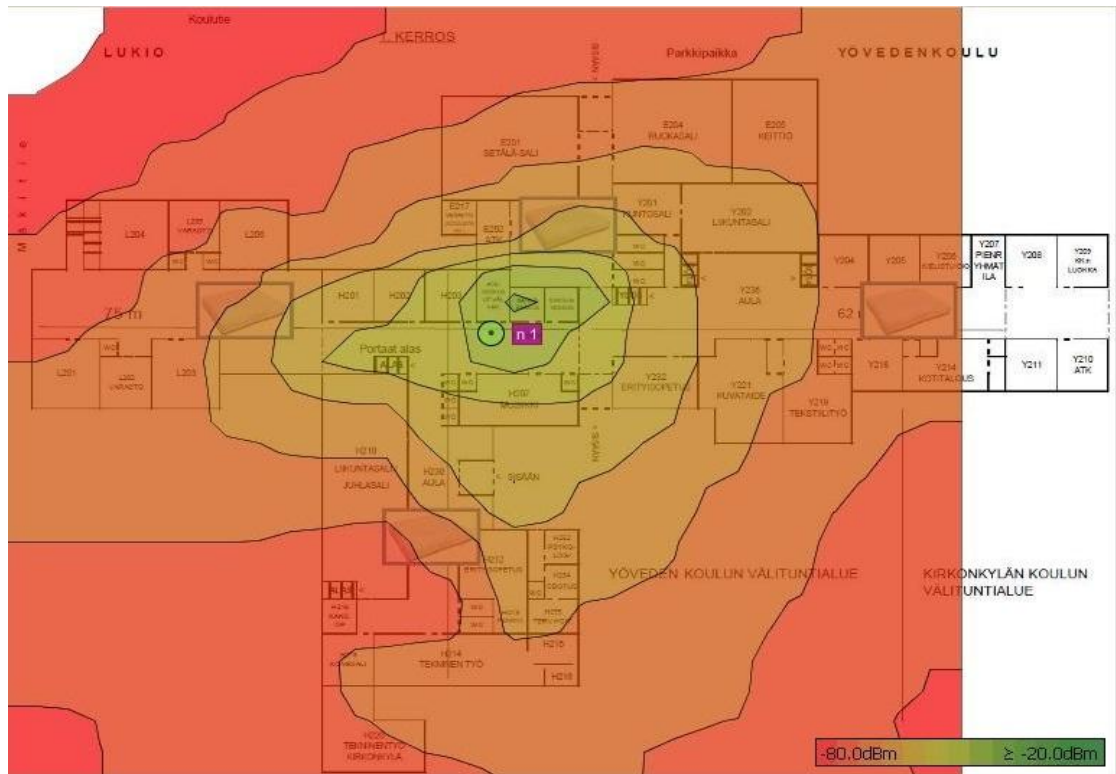
Ennen asiakkaan kartoitusta, ovat asiantuntijat laatineet tukiasemien realistiset paikat, joissa signaalin tulisi olla halutunlainen. Ennalta laaditut paikat helpottavat kartoitusmittauksen tekijää. Kartoitusmittaus aloitettiin paikoista, jonne kartan mukaiset tukiasemat oli asetettu.



**KUVA 23. Mittaus 1**

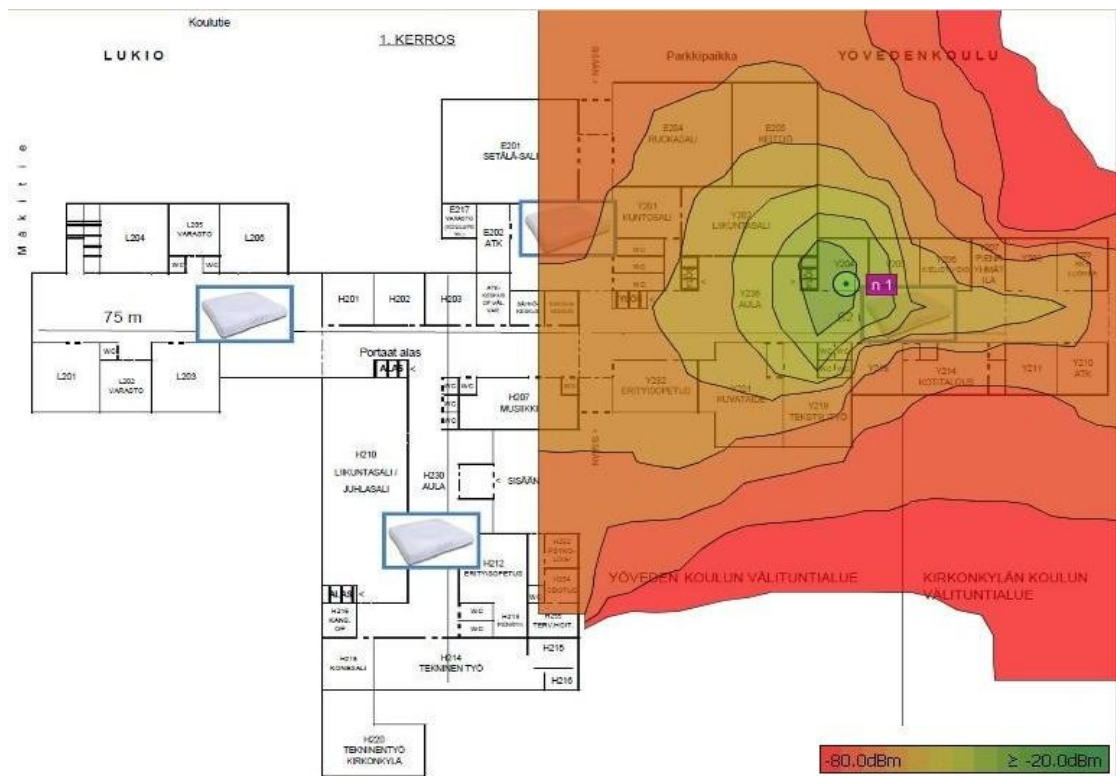
Jotta varmistuttiin, että lukioon saadaan kunnollinen joka paikan kattava WLAN-verkko, täytyi mittaus tehdä paikkoihin, joihin tukiasemia ei alun perin suunniteltu.

Siirryttyä keskelle koulua, näytti kuvan 23 mittaus, että kiviseinät vaimentavat signaalia niin paljon, että keskelle koulua, oli asetettava 2 tukiasemaa. Kuvan 24 mittaus antoi suuntaa sille, että kohdalle (n1) täytyisi asentaa yksi tukiasema, sekä ylemmäksi suunnitellulle paikalle yksi tukiasema.



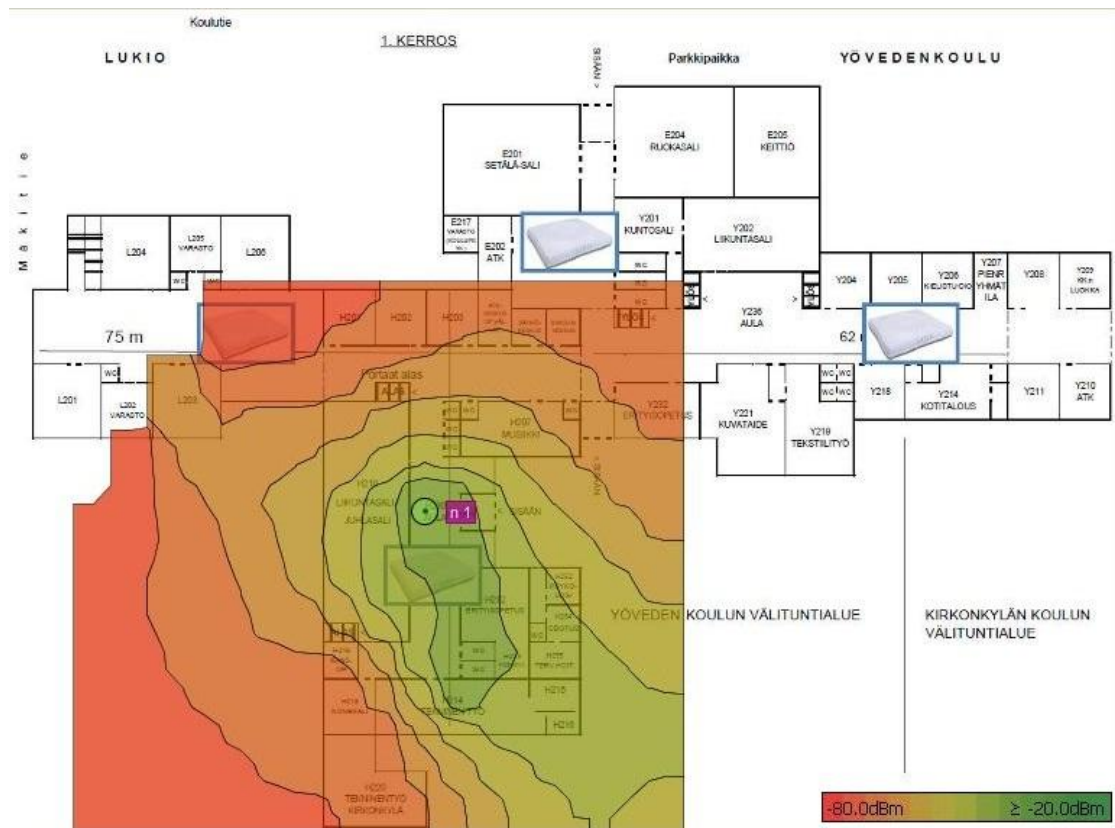
KUVA 24. Mittaus 2

Kuvasta 25 voidaan havaita, että ennalta suunnitellulle paikalle voidaan asentaa tukiasema.



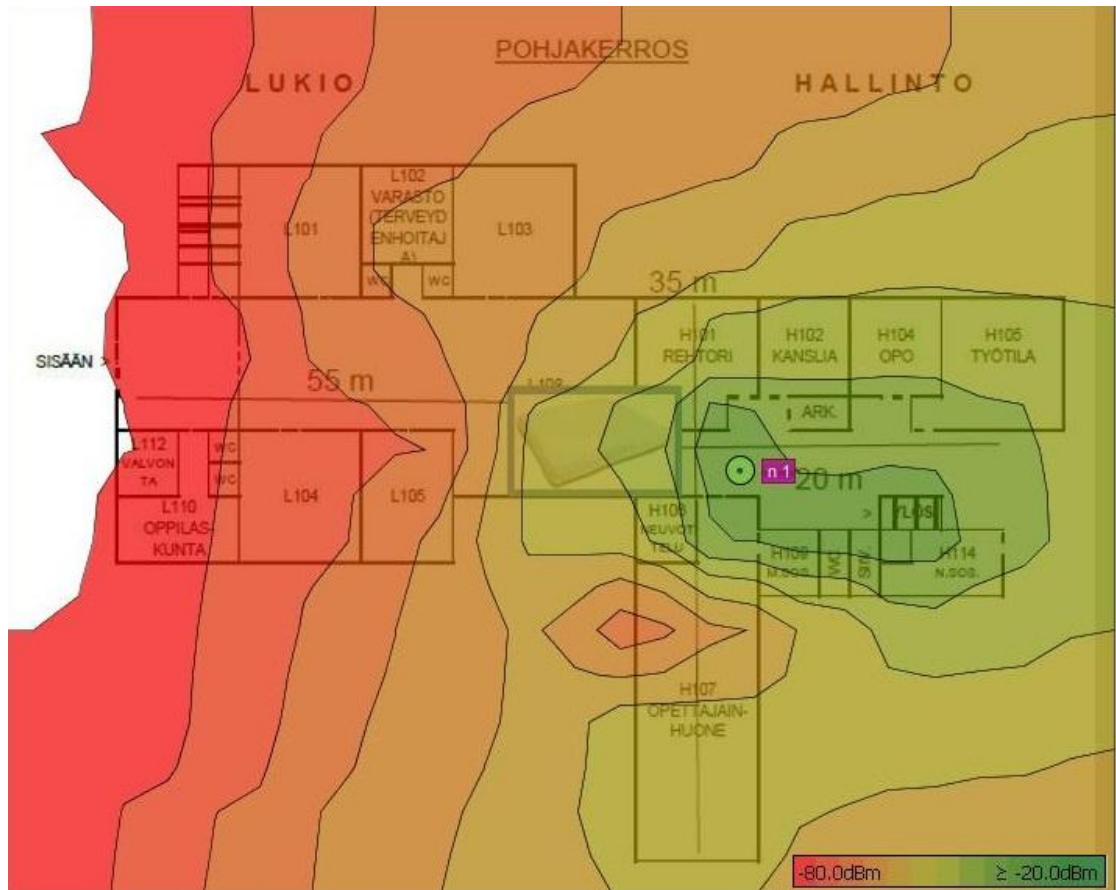
KUVA 25. Mittaus 3

Seuraavassa mittauskuvasta 26 voidaan havaita, että edistynyt ja suuntautuva antennitekniikka käyttäytyy niin, että tarpeen tullen tukiasema ohjaa signaalin siihen suuntaan, jossa sitä tarvitaan.



**KUVA 26. Mittaus 4**

Lukion pohjakerroksessa suoritettiin myös mittaus (Kuva 27.), joka antoi tuloksen, joka toimi arvioidulla tavalla.



**KUVA 27. Mittaus 5**

Mittauksen jälkeen arvioitiin mittausten perusteella tukiasemien todellinen tarvittava määrä, jotta verkko vastaisi asiakkaan vaatimuksia. Asiantuntijat päätyivät siihen, että koulun yläkertaan asennettaisiin 5 tukiasemaa ja alakertaan 1 tukiasema. Tukiasemien asennetut paikat näkyvät kuvista 28 ja 29.

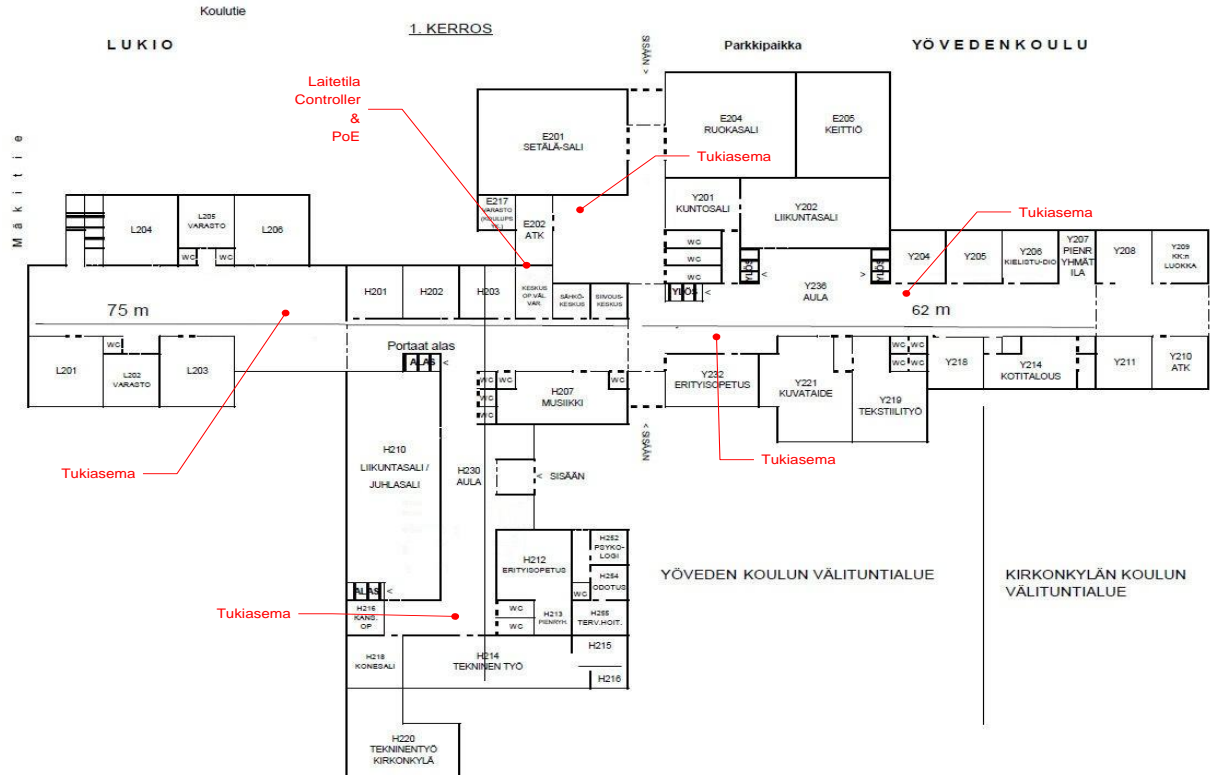
### 8.3 Verkon toteutus ja konfigurointi

Tilojen mittauksen jälkeen voitiin aloittaa itse verkon konfigurointi. Asiakkaalle toimitettiin kuusi Ruckus 7363-tukiasemaa ja yksi Ruckus Zonedirector 1000- kontrolleri.

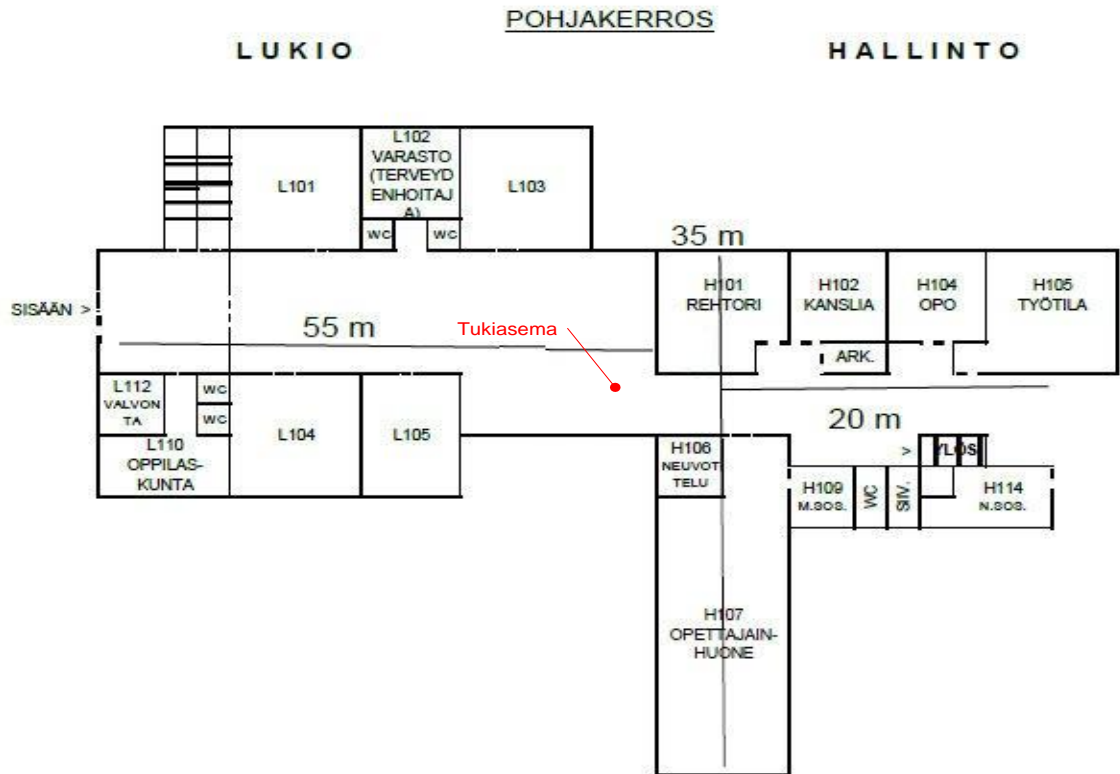
Lukiolla lähiverkko oli laaja, joten erillistä kaapelointia tukiasemille ei tarvinnut vetää. Tukiasemat kytkettiin koulun lähiverkkoon ja sijoitettiin kuvan 28 ja kuvan 29 tavalla; jokainen omaan verkkopisteeseensä. ATK-laitetilassa olevalta reitittimeltä merkittiin jokainen tukiasema ja syötettiin virta tukiasemiin PoE-laitteiden avulla. Erillisiä muuntajia tukiasemiin ei siis tarvinnut kytkeä.



Virtojen kytkemisen jälkeen päivittyivät tukiasemat uusimpaan versioonsa, ja samalla voitiin seurata kontrollerilta reaaliajassa, mikä tukiasemien tilanne on.



KUVA 28. Sijoitetut tukiasemat yläkerrassa



**KUVA 29. Sijoitettu tukiasema alakerrassa**

Kontrolleri konfiguroitiin asiakkaan toivomalla tavalla. Verkkoon tuli suojattu opiskelijaverkko, jossa jokaiselle opiskelijalle luotiin oma tunnus langattoman verkon käyttöä varten. Käyttäjille jaettiin IP-osoitteet kontrollerilta.

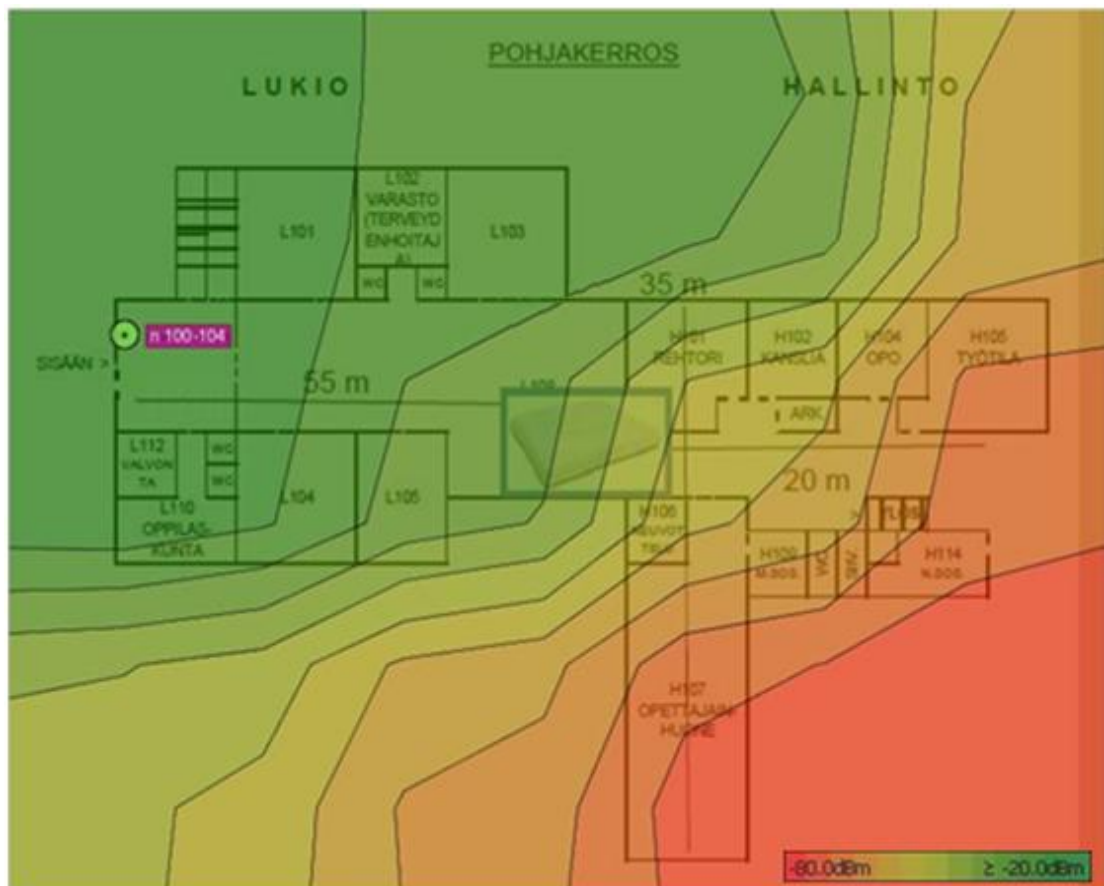
Opettajia varten verkkoon luotiin suojattu verkko, jonne opettajat pääsivät käyttämällä yhtä samaa salasanaa. Langaton verkko oli kuitenkin oppilasverkossa tietoturvasyistä, sillä hallinnon verkkoon ei verkkoa kytketty.

#### **8.4 Asennuksen jälkeen**

Kun verkko oli asennettu ja konfiguroitu, todettiin verkko valmiiksi ja toimivaksi. Tämän jälkeen täytyi suorittaa vielä loppumittaus koulun tiloissa. Kuvista 30 ja 31 voitiin havaita, että verkko toimi laadukkaasti ja nopeasti siellä, minne se oli haluttu. Kuvan 30 keskellä näkyvät katve-alueet eivät vaikuttaneet, sillä kyseisellä alueella ei yhteyttä tarvita. Kuvan 31 oikeassa reunassa oli yhteys huono, kyseisissä paikoissa ei yhteyttä myöskään tarvittu, joten lopputulos oli asiakkaan toivoma.



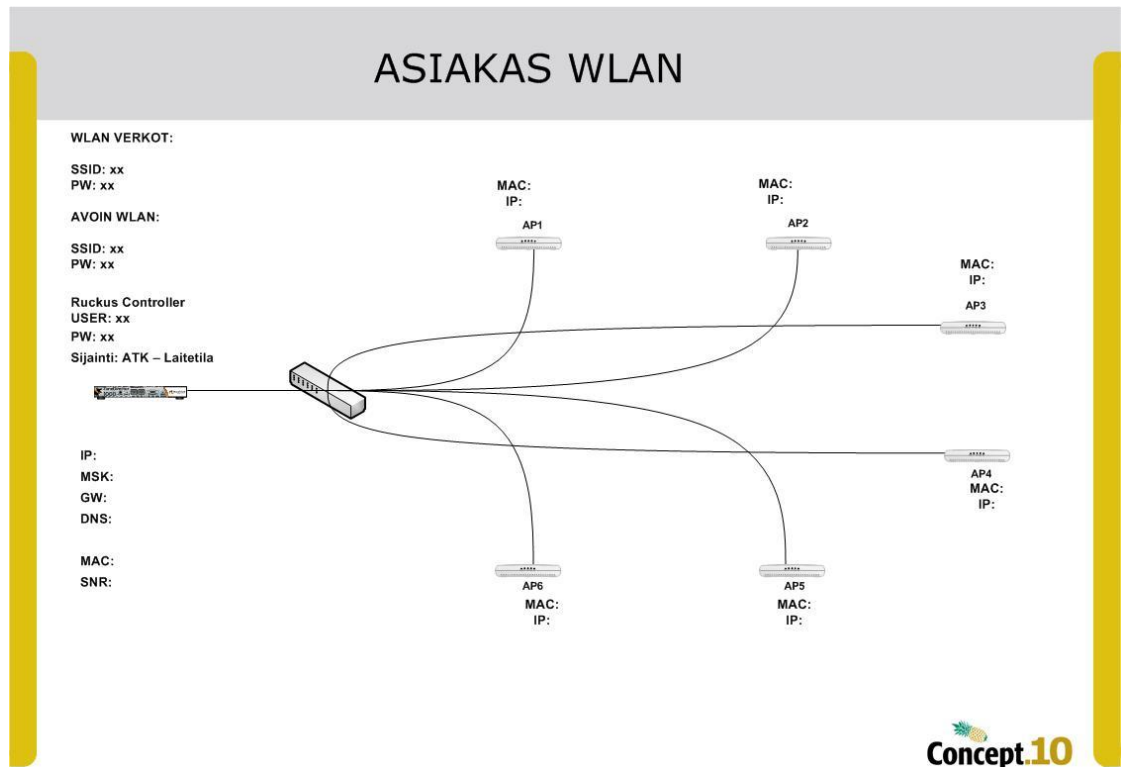
KUVA 30. Yläkerran loppumitta



KUVA 31. Alakerran loppumitta

Kun asennus oli suoritettu, piirrettiin Microsoft Vision avulla asiakkaan lopullinen verkkokuva kuvan 32 mukaisesti. Tämän helpottaa vikatilanteissa, kun tiedetään tukiasemien tarkat tiedot ja paikat.

Kuvaan on piirretty tukiasemat ja kirjoitettu niiden nimet, MAC:it ja IP-osoitteet. Kuvassa näkyy myös kontrollerin IP-osoite ja sijainti. Kuvan vasemmassa laidassa näkyy myös olemassa olevat WLAN-verkot sekä niiden salasanat ja SSID:t.



**KUVA 32. Asiakkaan verkkokuva**

## 9 PÄÄTÄNTÖ

Opinnäytetyön päällimmäisenä tarkoituksena oli luoda toimiva ja hyödyllinen opas, jonka avulla saadaan laadukkaasti toimiva WLAN-ratkaisu asiakkaalle. Opas auttaa Concept.10-yrityksessä työskenteleviä asiantuntijoita toteuttamaan asiakkaalle verkon niin, että verkon toteutuksesta jää oikeanlaiset dokumentaatiot.

Työssä läpikäytyt teoriaosuudet olivat olennainen osa työtä. Teoriaosuudet auttoivat työn tekemistä ja antoivat tietoja, jotka oli otettava käytännössä huomioon. Mitattaessa kuuluvuuksia ja suunniteltaessa langatonta lähiverkkoa on radioaaltojen etenemismenetelmät ja ominaisuudet tiedettävä.

Käytännön kohteena käytettiin Ristiinan lukiota, jonne toteutettiin langaton lähiverkko. Aikataulullisesti työ ei aivan sujunut, hallinnolliset ongelmat vaativat aikaa ennen käytännön toteutusta. Kun lupa verkon toteuttamiseen hallinnolta sitten saatiin, Concept.10 toteutti verkon nopeasti.

Opas onnistui hyvin, ja sille on Concept.10:n tuotannolla käyttöä. Opas soveltuu laajan tai hieman pienemmänkin WLAN-verkon toteutukseen. Opas sisältää runsaasti kuvia, joka tekee käytännön toteutuksesta helppoa. Opas valmistui asetetussa aikataulussa.

WLAN-verkkojen tulevaisuutta ajatellen ovat keskitetyt hallittavat järjestelmät kasvavassa suosiossa, sillä kontrolleri tarjoaa nopean verkon laajennuksen ja verkon etähallinnan. Etähallinta auttaa palvelun ostavassa yrityksessä siten, että langattomien verkkojen osaamista ei tarvita.

**LÄHTEET**

- 1 Halonen, Juho-Miikka. Keskitetysti hallittavan langattomanverkon suunnittelu. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. 2010.
- 2 Juutilainen, Matti. Siirtyvä tietoliikenne: Langaton lähiverkko. Verkko-dokumentti. <http://www.it.lut.fi/kurssit/03-04/010651000/luennot/wlan.pdf>. Luettu 11.10.2010.
- 3 Granlund, Kaj. Tietoliikenne. Docendo Finland Oy, 2007.
- 4 White Paper. 802.11n Next-Generation Wireless LAN Technology [http://80211n.com/white\\_paper/802\\_11n-WP100-R.pdf](http://80211n.com/white_paper/802_11n-WP100-R.pdf) . Luettu 12.11.2010.
- 5 Mustonen Sami. WLAN-antenni ajoneuvokäyttöön. Opinnäytetyö. Ka-jaanin ammattikorkeakoulu. 2006.
- 6 Puska, Matti. Langattomat lähiverkot. Helsinki: Talentum, 2005.
- 7 Qualitative Reasoning Group Northwestern University. Verkkodoku-mentti. [www.qrg.northwestern.edu/projects/vss/docs/media/Communications/frequency.gif](http://www.qrg.northwestern.edu/projects/vss/docs/media/Communications/frequency.gif). Luettu 8.10.2010.
- 8 Matti Juutilainen. Siirtyvä tietoliikenne: Radiotekniikan perusteet: Sig-naalien eteneminen <http://www2.it.lut.fi/kurssit/06-07/Ti5312600/luentokalvot/luento03.pdf>
- 9 Jokinen, Janne. Langattomien sensoriverkkojen toimintamatkan ja kan-tavuuden tutkimus. Opinnäytetyö. Savonia-ammattikorkeakoulu. 2007.

- 10 Hyacinth: An IEEE 802.11-based Multi-channel Wireless Mesh Network. Verkkodokumentti. <http://www.ecsl.cs.sunysb.edu/multichannel>. Luettu 18.10.2010.
- 11 Amatööriastronomia. Verkkodokumentti. <http://personal.inet.fi/tiede/tahti/diffraktio/index.html>. Julkaistu 2008. Luettu 21.10.2010.
- 12 Deploying Wi-Fi Protected Access and WPA2 in the Enterprises. Verkkodokumentti. [http://www.wi-fi.org/files/wp\\_9\\_WPA-WPA2%20Implementation\\_2-27-05.pdf](http://www.wi-fi.org/files/wp_9_WPA-WPA2%20Implementation_2-27-05.pdf). Julkaistu 2005. Luettu 15.11.2010.
- 13 Räisänen, Antti. Lehto, Arto. Radiotekniikan perusteet. Helsinki. Otatieto. 12 Painos. 2007.
- 14 Porras, Jari. Langaton tietoliikenne, Signaalien eteneminen. Lappeenranta teknillinen yliopisto. Verkkodokumentti. <http://www2.it.lut.fi/courses/08-09/CT30A2600/luennot/CT30A2600%20luento3%20Signaalien%20eteneminen.pdf>. Luettu 15.11.2010.
- 15 Geier, Jim. Langattomat verkot, perusteet. Helsinki. Edita. 2005.
- 16 Concept.10 Intranet.
- 17 Ekahau Site Survey. Ekahau Site Survey user guide. Verkkodokumentti. <http://www.ekahau.com/images/stories/documents/ess-50-1-a4-2.pdf> Luettu 15.11.2010.
- 18 Satuma Oy. WLAN järjestelmän suunnittelu. Verkkodokumentti [http://www.satuma.fi/Satuma\\_WLAN\\_ohje.pdf](http://www.satuma.fi/Satuma_WLAN_ohje.pdf). Luettu 18.11.2010.