



WLAN-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO

Simo Holm

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2014
Tietotekniikan koulutusoh-
jelma
Tietoliikennetekniikka ja tie-
toverkot

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikka ja tietoverkot

HOLM, SIMO:
WLAN-järjestelmän käyttöönotto

Opinnäytetyö 49 sivua
Huhtikuu 2014

Tässä opinnäytetyössä käsitellään vuonna 2013 Kalevan lukiolle tehtyä WLAN-järjestelmän käyttöönottoprojektia ja esitellään yleisesti WLANiin liittyviä käsitteitä, standardeja, ominaisuuksia, laitteita, suunnittelua, tietoturvaa, testausta ja ylläpitoa. Käyttöönottoprojektin tavoite oli saada yritykselle nykyaikainen ja keskitetysti hallittu WLAN-järjestelmä.

WLAN-järjestelmien käyttöönotto koostuu kolmesta osasta, suunnittelusta, asennuksista ja ylläpidosta. Suunnittelu alkaa vaatimusmäärittelyllä, jota seuraa katselmointi. Näiden perusteella tehdään laitevalinnat, peittoaluesuunnitelma ja mietitään konfiguroinnit tietoturvan ja palveluiden kannalta sekä valmistellaan kiinteä verkko WLANia varten. Tietoturva koostuu pääsynhallinnasta eli autentikoinnista, liikenteen hallinnasta ja salauksesta. Näiden vaiheiden jälkeen asennetaan ja konfiguroidaan laitteet suunnitelmien mukaisesti. Projektin onnistuminen pitää todentaa riittävällä testauksella sekä dokumentoida mahdollisimman tarkasti asiakasta ja ylläpitotoimia varten. Ylläpito pitää sisällään muun muassa laitteiden päivittämistä, vikatilanteiden selvitystä, konfiguraatiomuutosten tekemistä, uudelleensuunnittelua ja verkon valvomista.

Kalevan lukiolle rakennettiin Ruckus Wirelesin keskitetysti hallittu WLAN-järjestelmä, jossa on 15 tukiasemaa ja yksi WLAN-kontrolleri. Käytetty standardi oli 802.11n ja verkko toimii 2,4 GHz:n ja 5 GHz:n taajuusalueilla samanaikaisesti. Verkkoa testattiin kaikkialla yrityksen tiloissa onnistuneesti ja riittävän hyvillä tuloksilla molemmilla taajuuksilla.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in ICT Engineering
Option of Telecommunications and Networks

HOLM, SIMO:
WLAN System Installation

Bachelor's thesis 49 pages
April 2014

This thesis examines the WLAN System Installation project made for Kalevan lukio in year 2013. The goals of this project were to get modern and centralized WLAN system for the company. Thesis also introduces standards, specifications, devices, designing, network security, testing and management of WLAN in general.

A WLAN system installation consists of three parts, designing, installations and management. Designing starts with requirement specifications which is followed by the location review. They are used as a base for decisions of devices, coverage plan, configurations for network security and services. Network security consists authentication, traffic management and crypting. After these phases mounting, couplings and configurations are made according to the designing. Success of the project has to verify with required testing and documented accurately for customer and management. Management includes updating devices, fault analysis, configuration changes, redesigning and monitoring.

Project for Kalevan lukio was made with centralized WLAN system by Ruckus Wireless, which had 15 access points and a WLAN controller. Used standard was 802.11n and system had dual band network. The network was tested successfully in every locations of the company.

Key words: WLAN, wireless LAN, 802.11

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	WLAN - LANGATON LÄHIVERKKO	8
2.1	Määritelmä.....	8
2.2	Siirtotie.....	8
3	LANGATTOMAN LÄHIVERKON STANDARDIT – IEEE 802.11	9
3.1	IEEE 802.11.....	9
3.2	IEEE 802.11b - 2,4 GHz DSSS	10
3.3	IEEE 802.11a - 5 GHz OFDM.....	10
3.4	IEEE 802.11g - 2,4 GHz OFDM	10
3.5	IEEE 802.11n-2009 - 2,4 ja 5 GHz OFDM	11
3.5.1	MIMO - Multiple-Output Multiple-Output.....	11
3.5.2	OFDM - Monikantoaalto-modulointi.....	11
3.6	IEEE 802.11ac - 5 GHz OFDM.....	12
4	LANGATTOMAN LÄHIVERKON OMINAISUUKSIA	13
4.1	Radioaaltojen eteneminen.....	13
4.2	Kanavat, taajuusalueet ja kaistanleveydet.....	13
4.3	2,4 GHz:n taajuusalue.....	14
4.4	5 GHz:n taajuusalue.....	15
4.5	Teho	16
5	LANGATTOMAN LÄHIVERKON LAITTEET	18
5.1	Kiinteän verkon aktiivilaitteet	18
5.2	WLAN-tukiasemat.....	18
5.3	WLAN-kontrollerit	19
5.4	Päätelaitteet.....	20
6	LANGATTOMAN LÄHIVERKON VERKON SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	21
6.1	Vaatimusmäärittely	21
6.2	Verkkosuunnitelma.....	21
6.2.1	Langattoman verkon suunnittelu.....	21
6.2.2	WLAN-verkon integroiminen langalliseen verkkoon.....	22
6.3	WLAN-tietoturva.....	23
6.3.1	Autentikointi	23
6.3.2	Liikenteen hallinta.....	24
6.3.3	Salaus	24
6.4	Verkon asentaminen	25

6.5	Testaus ja dokumentointi	25
7	WLAN-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO KALEVAN LUKIOLLE.....	27
7.1	Suunnittelu	27
7.2	Verkon esivalmistelut	27
7.3	ZoneDirector 3000 -WLAN-kontrolleri	28
7.4	WLAN-kontrollerin fyysinen asennus.....	30
7.5	ZoneFlex 7363 -WLAN-tukiasema	31
7.6	Power Over Ethernet - PoE.....	33
7.7	Tukiasemien sijoittelu ja fyysinen asennus	34
7.8	WLAN-verkon konfigurointi	35
7.8.1	Ruckus Setup Wizard.....	35
7.8.2	ZoneDirector Configure	41
7.9	Verkon ylläpito	44
7.10	Verkon testaus ja suorituskyvyn toteaminen	46
8	POHDINTA.....	49
	LÄHTEET.....	50

LYHENTEET JA TERMIT

AAA	Authentication, Authorization, Accounting, käyttäjien tunnistus, valtuutus ja tapahtumien kirjaaminen
AES	Advanced Encryption Standard, vahva salausmenetelmä
AP	Access Point, yhteyspiste langattomasta lähiverkosta langaliseen
dBm	desibelimilliwatti, tehon mittayksikkö
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name System, nimiselvitys IP-osoitteen ja domaininimen välillä
ETSI	European Telecommunications Standards Institute, Eurooppalainen telestandardointijärjestö
FCC	Federal Communications Commission, USA:n tietoliikenteen viranomais- ja standardointijärjestö
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, standardointijärjestö
IP	Internet Protocol, Internet-kerroksen protokolla
LAN	Local Area Network, lähiverkko
MAC	Medium Access Control, kaistanvaraus
MIMO	Multiple Input Multiple Output, monilähetintekniikka, useamman rinnakkaisen lähettimen ja vastaanntominen käyttö
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing, monikantoaaltomodulointi
OSI	Open Systems Interconnection, tietoliikenteen referenssimalli
RADIUS	Remote Access Dial-In User Service, käyttäjätunnistusmenetelmä ja -protokolla
SSH	Secure Shell, sovelluskerroksen salausmenetelmä
SSID	Service Set Identifier, langattoman lähiverkon verkkotunnus
VLAN	Virtual LAN, virtuaalilähiverkko
WEP	Wired Equivalent Protocol, 802.11:n salausmenetelmä

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on esitellä langattomiin lähiverkkoihin liittyviä ja keskeisiä käsitteitä, standardeja ja ominaisuuksia sekä eritellä langattomien lähiverkkojen suunnittelun ja toteutuksen eri vaiheet.

Tämä opinnäytetyö on tehty Kalevan lukion kannatusyhdistys ry:n ylläpitämälle Kalevan lukiolle. Yrityksen toimeksianto opinnäytetyöntekijälle oli olla mukana WLAN-järjestelmän suunnittelussa ja katselmoinnissa sekä hoitaa WLAN-järjestelmän käyttöönotto asennuskohteessa ja tehdä asianmukainen dokumentaatio käyttöönoton vaiheista. Työn tavoitteena oli saada Kalevan lukiolle nykyaikainen ja vaatimukset täyttävä WLAN-verkko sekä antaa opinnäytetyöntekijälle alustavat valmiudet suunnitella ja toteuttaa WLAN-verkko jatkossa.

Työn aihe on rajattu WLANin peruskäsitteisiin, päästandardeihin ja WLAN-suunnittelun ja toteutuksen pääkohtiin. Lisäksi työssä on esitelty Kalevan lukiolle asennetun Ruckus Wirelessin WLAN-järjestelmän vaiheittainen käyttöönotto.

2 WLAN - LANGATON LÄHIVERKKO

2.1 Määritelmä

WLAN (Wireless Local Area Network) on lähiverkkotekniikka jolla voidaan toteuttaa langattomasti OSI-mallin fyysinen kerros, eli siirtomedia, verkkolaitteiden välillä.

WLANista käytetään yleisesti myös nimitystä Wifi, joka on tuotemerkki Wifi alliancen hyväksymille WLAN-laitteille. (Fleishman, 2005)

2.2 Siirtotie

Langattomat informaatio-signaalit kulkevat ilmateitse. Signaalit eivät tarvitse ilmaa siirtymiseen vaan ne kulkevat myös tyhjiössä. Langattoman verkon viestintää voi verrata ihmisen puheeseen. Mitä kauempana kaksi henkilöä ovat toisistaan, sitä hankalampi on kuulla toista, varsinkin kun välissä on melua. Signaaleilla on kuitenkin erityisominaisuuksia, joiden ansiosta ne voivat edetä pitkiäkin matkoja. (Geier 2004, 37)

Langattomia informaatio-signaaleja ei voi kuulla ihmiskorvalla, joten niiden tasoa voidaan vahvistaa häiritsemättä ihmiskorvaa. Lähetyksen laatu riippuu ilmatien esteistä, jotka heikentävät tai hajottavat signaalin voimakkuutta ja kantavuutta. (Geier 2004, 37)

Siirtotielle oleellisia asioita ovat taajuudet ja kanavat, joihin pureudutaan myöhemmin tässä työssä.

3 LANGATTOMAN LÄHIVERKON STANDARDIT – IEEE 802.11

Yleinen langattomien lähiverkkojen perusstandardi on IEEE:n määrittelemä 802.11 -standardi. Sen kehitys alkoi jo vuonna 1991, mutta se valmistui ja hyväksyttiin vuonna 1997. Eri valmistajien verkkotuotteiden yhteensopivuuden mahdollistaminen on IEEE 802.11 standardin tavoite. (Hovatta 2005, 11)

IEEE 802.11 -standardit voidaan jakaa laajennusosiin ja lisäominaisuuksiin. Laajennusosia ovat tällä hetkellä IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n ja 802.11ac.

3.1 IEEE 802.11

Alkuperäinen IEEE 802.11 -standardi määritteli aluksi langattoman lähiverkon käyttötaajuudeksi 2,4 GHz ja käyttönopeudeksi 1 ja 2 Mbit/s. Standardi määrittelee kolme erilaista siirtomenetelmää, jotka ovat; taajuushyppely (FHSS), suorasekvenssi (DSSS) ja infrapunatekniikat. Verkkotopologioiksi standardi esittää ad-hoc-verkon ja infrastruktuuriverkon. (Hovatta 2005, 11)

Ad-hoc-verkon toiminta perustuu siihen, että jokainen verkon työasema voi lähettää suoraan tiedon toiselle samassa verkossa olevalle työasemalle. Tällainen verkko soveltuu pienelle ryhmälle, joka toimii lyhyen kantaman alueella. (Hovatta 2005, 11)

Infrastruktuuriverkko on langaton lähiverkko, joka on vähintään yhdellä tukiasemalla yhdistetty langalliseen verkkoon. Tukiasema pitää huolen, että kaikki sen alueella olevat työasemat ovat yhteydessä tukiaseman kautta koko verkkoon. Tukiasemia yhdistävää väylää kutsutaan jakelujärjestelmäksi, joka on Ethernet-lähiverkko tai jonkin langaton järjestelmä. Mikrosoluksi kutsutaan yhden tukiaseman kattamaa aluetta, jonka alueella työasemat jakavat tiedonsiirtokaistan keskenään. (Hovatta 2005, 11)

Mikrosoluilla, jotka toimivat samalla taajuusalueella ja käyttävät samaa kanavaa, tulee olla etäisyyttä toisiinsa nähden, etteivät ne aiheuta häiriötä keskenään. Samalla taajuus-

alueella mikrosolut voivat kuitenkin toimia lomittain, käyttäen eri kanavia. Mikrosolujen käyttämien kanavien välissä täytyy olla vähintään kaksi vapaata kanavaa. (Hovatta 2005, 11)

3.2 IEEE 802.11b - 2,4 GHz DSSS

Tiedonsiirtonopeuksia kasvattamaan kehitettiin vuonna 1999 ratifioitiin "High Rate" IEEE 802.11b -standardi, joka mahdollisti 5,5 Mbit/s ja 11 Mbit/s maksimisiirtonopeudet. Käyttötaajuutena pysyi 2,4 GHz. Standardi käyttää tiedonsiirrossa suorasekvenssitekniikkaa ja se sopii yhteen muiden suorasekvenssitekniikkaa käyttävien laitteiden kanssa, esimerkiksi IEEE 802.11g -standardia käyttävien laitteiden kanssa. (Hovatta 2005, 11)

3.3 IEEE 802.11a - 5 GHz OFDM

IEEE 802.11b rinnalla ratifioitu IEEE 802.11a mahdollisti huomattavasti suuremmat tiedonsiirtonopeudet, maksimissaan 54 Mbit/s. Standardi käyttää 5 GHz taajuusalueita, jossa on enemmän häiriöttömiä kanavia verrattuna 2,4 GHz taajuusalueen standardeihin. 5 GHz taajuusalueesta seurauksena on pienempi peittoalue, kun käytetään samaa lähtötehoa, kuin 2,4 GHz taajuutta käyttävillä laitteilla. Siirtotekniikkana IEEE 802.11a käyttää monikanta-aaltomodulointia (OFDM). Suuren tiedonsiirtokapasiteetin ja useiden häiriöttömien kanavien ansiosta soveltuu raskaisiin langattomiin sovelluksiin ja esimerkkinä suurten käyttäjämäärien palvelemiseen Voice over WLAN -verkkopuheluissa (VoWLAN). (Hovatta 2005, 11)

3.4 IEEE 802.11g - 2,4 GHz OFDM

IEEE 802.11g -standardi ratifioitiin IEEE:n toimesta vuonna 2003. Se on yhteensopiva IEEE 802.11b:n kanssa, koska se käyttää samaa 2,4 GHz käyttötaajuutta. Teoreettinen maksiminopeus ylittää 54 Mb/s:iin OFDM:ää hyväksikäyttäen. Suorituskyvyltään standardi on yhdistelmä IEEE 802.11a- ja IEEE 802.11b -laajennuksia, kun sen kantama on

yhtä hyvä kuin b-laajennuksella ja nopeus yhtä hyvä kuin a-laajennuksella. Yhteensopi-
vuus IEEE 802.11b:n kanssa mahdollisti helpon langattoman verkon päivityksen b-
laajennuksesta g-laajennuksen laitteisiin yksinkertaisilla laiteohjelmistopäivityksillä.
(Geier 2004, 127)

3.5 IEEE 802.11n-2009 - 2,4 ja 5 GHz OFDM

IEEE 802.11n-2009 -standardi, yleisesti lyhennetty IEEE 802.11n, julkaistiin vuonna
2009. Se käyttää useita antennia nostaa tiedonsiirtonopeuksia ja mahdollistaa
kaksi kertaa suuremman 40 MHz:n kaistanleveyden. IEEE 802.11n on laajennus IEEE
802.11-2007 standardille. Sen tarkoitus on parantaa verkon suorituskykyä edellisiin
802.11a ja 802.11g laajennuksiin verrattuna merkittävästi 54 Mbit/s -nopeudesta jopa
600 Mbit/s:iin, silloin kun käytetään neljää antennia ja 40 MHz kaistanleveyttä. (IEEE
802.11-2012)

3.5.1 MIMO - Multiple-Output Multiple-Input

IEEE 802.11n toi ensimmäistä kertaa 802.11 -standardiin mukaan usean MIMO-
tekniikan, eli usean antennin käyttämisen signaalin lähettämiseen ja vastaanottamiseen.
Edelliset 802.11 -standardit tukivat vain yhden antennin käyttöä, mutta IEEE 802.11n
tukee maksimissaan neljän antennin käyttöä. Neljän antennin käyttö nelinkertaistaa tie-
donsiirtonopeudet kun lähetettävää dataa voidaan lähettää rinnan neljää eri signaalia
pitkin. Signaalin pilkkominen lähettäjällä ja kasaaminen takaisin yhdeksi datavirraksi
vastaanottajapäässä tapahtuu esimerkiksi käyttämällä tilajakoista kanavointia (SDM,
Spatial Division Multiplexing).

3.5.2 OFDM - Monikantoaaltomodulointi

802.11a -standardissa ensimmäistä kertaa käytetty OFDM, Orthogonal Frequency Divi-
sion Multiplexing, on fyysisen kerroksen modulointitekniikka, jota käytetään 802.11g ja
myös uusimmassa 802.11n -standardissa. OFDM:ssä, kuten muissakin taajuuskanavoin-

titekniikoissa siirrettävä data jaetaan eri taajuuksiin alikanaviin, joita käytetään rinnakkain. OFDM:ssä kanavien taajuusspektrit valitaan siten, että kunkin keskitaajuudella muiden kanavien spektri on nolla, koska ortogonaalisten signaalien ristikorrelaatio on nolla. OFDM:ssä ei tästä syystä käytetä varokaistaa (Guard Band) alikanavien välistä. (Puska 2005, 40)

3.6 IEEE 802.11ac - 5 GHz OFDM

802.11ac -laajennus on esitelty vuonna 2012 ja saanut hyväksynnän 7.1.2014. Sen tarkoitus on lisätä verkon suorituskykyä verrattuna 802.11n -laajennukseen. 802.11ac käyttää vain 5 GHz:n taajuusaluetta, mutta se tukee 20, 40, 80 ja 160 MHz:n kaistanleveyksiä, joista suurimmalla päästään yhdellä antennilla 866,7 Mbit/s kaistannopeuteen. Laajennus tukee myös 8 antennin multi-user MIMOa (MU-MIMO), jolla voidaan teoriassa päästä 6,7 Gbit/s kaistannopeuteen. Uusia laitteita, jotka tukevat 802.11ac -laajennusta on jo tullut markkinoille. (IEEE 802.11ac)

4 LANGATTOMAN LÄHIVERKON OMINAISUUKSIA

4.1 Radioaaltojen eteneminen

Ainoastaan tyhjiössä radioaallot voivat edetä vaimentumatta ja suoraviivaisesti. Sisätiloissa radioaaltojen etenemiseen vaikuttavat vaimennus, heijastukset, ja monitie-eteneminen ja ulkoilmassa näiden lisäksi saattavat vaikuttaa taipuminen ja sironta.

Radioaaltojen vaimentumiseen käytetään vapaan tilan vaimenemisen kaavaa, jossa vaimeneminen on esitetty desibeleinä. Vapaan tilan vaimennus on esitetty kaavassa 1.

$$L[\text{db}] = 92,45 + 20\log_{10}(f) + 20\log_{10}(d), \quad (1)$$

jossa taajuus f annetaan gigahertzeinä ja etäisyys d annetaan kilometreinä. (Puska 2005, 56)

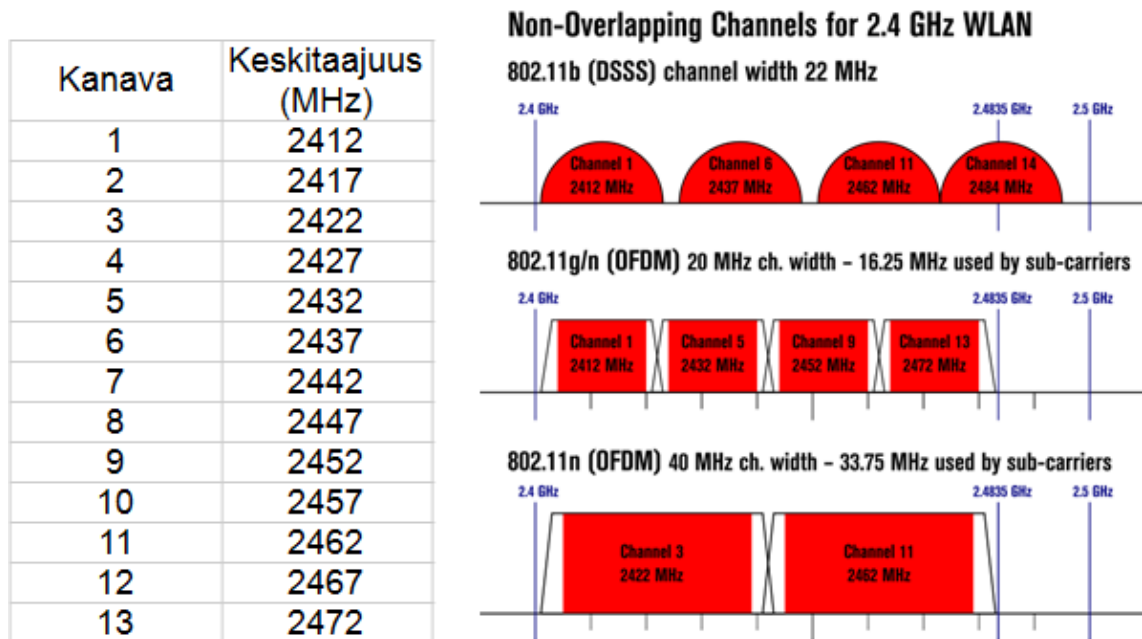
4.2 Kanavat, taajuusalueet ja kaistanleveydet

IEEE-standardien käyttämät taajuusalueet langattomille lähiverkoille ovat 2,4 GHz ja 5 GHz. Lisäksi Yhdysvalloissa on käytössä 3,6 GHz ja 4,9 GHz -taajuusalueet 802.11y -standardin mukaisesti. Vielä julkaisematon 802.11ad standardoi 60 GHz taajuusalueen, mutta se on toistaiseksi vasta kehitysvaiheessa. (IEEE 802.11-2012, IEEE 802.11y-2008)

Suuremman 5 GHz taajuusalueen edut 2,4 GHz taajuusalueeseen verrattuna ovat sen suurempi kaistanopeus, kun suuremmalla taajuudella dataa mahtuu kulkemaan tiheämmin sekä se, että 5 GHz taajuusalueella voi toimia 19 tukiasemaa täysin häiritsemättä toisiaan kun 2,4 GHz taajuusalueella mahtuu 4 tukiasemaa toimimaan häiriöttä. 2,4 GHz taajuusalue on myös ruuhkaisempi sillä monet muut laitteet käyttävät samoja taajuuksia kuten mikroaaltouunit, itkuhälyttimet ja langattomat kotipuhelimet. 2,4 GHz taajuusalueen etuihin kuuluvat parempi kantoalue ja esteiden läpäisykyky. (Mikro PC.) (Geier 2004, 128-129.)

4.3 2,4 GHz:n taajuusalue

2,4 GHz:n taajuusalueella langattomien lähiverkkojen yhteydessä tarkoitetaan ISM-taajuusaluetta, joka kattaa taajuudet 2 400 - 2 483,5 MHz. ISM-taajuusalue on maailmanlaajuinen radiotaajuuskaista, jonka käyttäminen ei vaadi erillistä lupaa. (Viestintävirasto s. 101.) Kuvassa 1 on esitetty miten kanavat jakautuvat taajuusalueelle ja kuinka samaan aikaan voi olla häiriöttä tukiasemia eri standardeilla ja kaistanleveydellä



KUVA 1. WLAN 2,4 GHz taajuusalueella (IEEE 802.11-2007)

Yleisesti käytetään kanavia 1, 6 ja 11, joilla saavutetaan tilanne, että kolme tukiasemaa 20 MHz:n kaistanleveydellä voi toimia toisiaan häiritsemättä. On kuitenkin mahdollista saada tilanne, jossa neljä tukiasemaa toimii häiritsemättä toisiaan kun valitaan kanavat 1, 5, 9 ja 13.

40 MHz kaistanleveydellä 2,4 GHz:n taajuusalueella voi häiriöttömästi toimia kaksi tukiasemaa kun käytetään kanavia 3 ja 11. Kanavien nimeämiseen voidaan käyttää myös sellaista järjestelmää, että kerrotaan mitä kahta 20 MHz:n kanavaa yksi 40 MHz:n kanava käyttää. Esimerkiksi 40 MHz:n kanava 3 koostuu kanavista 1 ja 5, kanava 4 koostuu kanavista 2 ja 6 jne. Osa laitteista käyttää sellaista numerointia kuten taulukossa 1, jossa on esitelty TP-LINK WR740N laitteella asetetut kanavat 40 MHz kaistanleveydet 2,4 GHz:n alueella luettuna inSSIDer -ohjelmalla.

TAULUKKO 1. TP-LINK WR740N:n kanavanumerointi 40 MHz:n kaistanleveydellä

Laitteeseen konfiguroitu kanava	Laitteen käyttämät kanavat 40 MHz: kaistanleveydellä
1	1+5
2	2+6
3	3 (20 MHz)
4	4+8
5	5+9
6	6+10
7	7+3
8	8+12
9	9+13
10	10 (20 MHz)
11	11+7
12	12 (20 MHz)
13	13 (20 MHz)

Kun laitteeseen asettaa kanavan 3, 10, 12 tai 13, niin laite käyttää automaattisesti 20 MHz:n kaistanleveyttä huolimatta siitä, että on asetettu käytettäväksi 40 MHz:n kaistanleveys.

4.4 5 GHz:n taajuusalue

5 GHz:n taajuusalueen käyttö langattomissa lähiverkoissa vaihtelee maa-alueittain. Eurooppalainen standardi(ETSI 301 893 v1.7.1) käsittää taajuudet välillä 5,150-5,725 GHz. joka on jaettu kahteen eri alueeseen, A ja B. Alueet ovat lisenssivapaita ja käytössä kaikille julkisille ja yksityisille käyttäjille.

Alue A sisältää 8 kanavaa, jotka on tarkoitettu vain sisätilakäyttöön. Ensimmäinen kanavanumero on 36 ja sen keskitaajuus on 5,180 GHz. Kanavat on sijoitettu 20 MHz:n välein ja kanavanumerot ovat neljän välein. Ensimmäiset 8 kanavaa ovat siis numeroitu kanaviksi 36-64.

Alue B sisältää 11 kanavaa kanavanumeroilla 100-140, jotka on tarkoitettu ulko- ja sisäkäyttöön. Kanavan 100 keskitaajuus on 5,500 GHz ja viimeisen kanavan keskitaajuus

on 5,700 GHz. Yleisesti WLAN-laitteet, jotka tukevat 5 GHz:n taajuusalueita, käyttävät näitä yhtätoista ulko- ja sisätilakäyttöön tarkoitettuja kanavia oletuksena. Mikäli käytössä on 20 MHz kaistanleveys, niin tukiasemia voi olla 11 lähes häiriöttömästi. Kun taas kaistanleveytenä on 40 MHz, niin tukiasemia voi olla häiriöttömästi kuusi kappaletta. Kanavat ja niiden keskitaajuudet on esitetty taulukossa 2.

TAULUKKO 2. 5 GHz:n taajuusalueen kanavat (IEEE 802.11-2012)

	Kanava	Keskitaajuus (MHz)		Kanava	Keskitaajuus (MHz)
A-alue	36	5180	B-alue	100	5500
	40	5200		104	5520
	44	5220		108	5540
	48	5240		112	5560
	52	5260		116	5580
	56	5280		120	5600
	60	5300		124	5620
	64	5320		128	5640
				132	5660
				136	5680
				140	5700

4.5 Teho

Tehorajoitukset vaihtelevat maa-alueittain. Suomessa viestintävirasto on määrännyt Euroopan standardin(ETSI 301 893 v1.7.1) mukaisesti, 2,4 GHz:n taajuusalueella laaja-kaistaisien datasiirtolaitteiden efektiiviseksi säteilytehorajoitukseksi 100 mW, joka on noin 20 dBm.

5 GHz:n taajuusalueella käytetään kahta säteilytehorajoitusta. Alueen A taajuuksilla on 200 mW:n (23 dBm) ja alueen B taajuuksilla 1 watin (30 dBm), efektiivinen säteilytehorajoitus. 5 GHz:n taajuusalueella on käytettävä lähettimen tehonsäätöä (TPC, Transmission Power Control), jonka häiriönlieventämiskerroin on vähintään 3 desibeliä laitteen suurimmalla lähetysteholla. Mikäli häiriönlievennöstä ei käytetä, on tehorojoitus 3 desibeliä alhaisempi kuin normaalisti. Lisäksi tukiasemissa on käytettävä dynaamista taajuuden valitsinta (DFS, Dynamic Frequency Selection). (Viestintävirasto 2013)

Efektiiivinen säteilytehorajoitus tarkoittaa sitä, että lähetysteho dBm ja antennin vahvistus dBi on laskettu yhteen. Antennilla ei pysty WLAN-tukiasemalta tulevaa lähetysteho nostamaan, mutta antennilla voi kohdentaa signaalin pienelle alueelle jolloin, efektiiivinen säteilyteho nousee mahdollisesti yli rajoitusten. Joten kun kohdennusta pienennetään, niin lähetysteho täytyy samalla laskea, jotta pysytään säteilytehorajoituksissa. Esimerkiksi kohdennus 5 % alueelle ympärisäteilevään antenniin verrattuna tarkoittaa 20-kertaista vahvistusta, eli n.13 desibeliä. Tällöin esimerkiksi 20 dBm:n rajoitusalueella täytyy tukiaseman lähetysteho laskea 7 dBm:ään. (Elepal) (Cisco 2008)

5 LANGATTOMAN LÄHIVERKON LAITTEET

Langaton lähiverkko koostuu pääasiassa yhdestä tai useammasta WLAN-tukiasemasta (Access Point), mahdollisista WLAN-kontrollereista (WLAN-controller) ja päätelaitteista (client), pois lukien Ad-hoc-verkot, jotka koostuvat pelkästään päätelaitteista. Yleensä langaton lähiverkko toteutetaan aiemmin asennetun kiinteän lähiverkon laajennukseksi. Tästä syystä langattoman lähiverkon laitteiksi voidaan kutsua myös normaalit kiinteän lähiverkon aktiivilaitteet kuten kytkimet, reitittimet, palomuurit ja palvelimet. (Hovatta 2005, 13)

5.1 Kiinteän verkon aktiivilaitteet

Nykyaikainen, tähtimäistä topologiaa käyttävä, kiinteä Ethernet -lähiverkko, jonka osaksi langaton lähiverkko yleensä asennetaan, koostuu erilaisista aktiivilaitteista. Reitittimet toimivat OSI-mallin tasolla 3 ja ohjaavat ulkomaailmasta tulevaa ja menevää liikennettä, ip-osoitteiden perusteella, sekä kiinteistön sisällä eri aliverkkojen välistä liikennettä. Kytkimet toimivat OSI-mallin tasolla 2 ja ohjaavat aliverkkojen sisäistä liikennettä, mac-osoitteiden ja vlan-tagien avulla, ja yhdistää kiinteistöjen ristikytkentäkaapit toisiinsa. Palvelimet tarjoavat myös langattomalle lähiverkolle palveluja samaan tapaan kuin langallisellekin, kunhan yhteys palvelimelta langattoman lähiverkon päätelaitteille on kunnossa. (Sähkötieto 2005, 11-13)

Langattoman lähiverkon suunnittelussa ja asennuksessa valmiin, kiinteän lähiverkon kytkimet, reitittimet ja palvelimet ovat tärkeässä roolissa, kun tukiasemat ja mahdollinen WLAN-kontrolleri ottavat yhteyden toisiinsa.

5.2 WLAN-tukiasemat

WLAN-tukiasema (Access Point) on laite, jolla langattoman lähiverkon radioverkko toteutetaan. Tukiasema toimii siltana kiinteän lähiverkon ja päätelaitteen välillä. Tukiaseman tehtävä on siis välittää langallisen lähiverkon liikenne langattomasti WLAN-

verkkoon liittyneeseen päätelaitteeseen. Jos tukiasema ei ole keskitetysti hallittu WLAN-kontrollerilla, niin tukiaseman tehtäviin kuuluu mm. yhteyden salaamiseen ja käyttäjän autentikointiin liittyviä toimintoja. (Hovatta 2005, 13)

WLAN-tukiasemien ominaisuudet vaihtelevat suuresti, koska WLAN-tekniikkaa käytetään monenlaisissa ympäristöissä ja monenlaisiin käyttötarkoituksiin. Eri käyttötarkoitukset vaativat erilaisia ominaisuuksia, esimerkiksi kodeissa etäisyydet ovat lyhyitä ja päätelaitteita on vähän, kun taas yrityksissä voi olla sisä- ja ulkotiloja, joissa päätelaitteita voi olla suuri määrä ja etäisyydet pitkiä. (Hovatta 2005, 13)

Osa tukiasemista on niin sanottuja thin access point-laitteita, jotka ovat tarkoitettu toimivaksi vain WLAN-kontrollerin kanssa. Osa tukiasemista voidaan käyttää itsenäisesti tai halutessaan WLAN-kontrollerin avulla.

5.3 WLAN-kontrollerit

WLAN-kontrollerit ovat laitteita joita käytetään useasta WLAN-tukiasemasta koostuvan verkon keskitettyyn hallintaan. WLAN-kontrolleriin on keskitetty toimintoja, joita aiemmin on toteutettu hajautetusti WLAN-tukiasemissa. Näin tukiasemista saa tehtyä toiminnallisuudeltaan ja rakenteeltaan kevyempiä ja halvempia valmistaa. Keskitetysti hallitun ratkaisun edut ilmenevät verkon hallinnassa, kun esimerkiksi WLAN-tukiasemien firmware-ohjelmistot voidaan päivittää kaikkiin laitteisiin WLAN-kontrollerin avulla. Myös WLANien luonti, pääsilylistat ja salaukset voidaan tehdä kerralla WLAN-kontrollerin kautta monen tukiaseman verkkoon. WLAN-tukiasemien vaihto helpottuu huomattavasti kun uuden voi vaihtaa rikkoutuneen tilalle ja se hakee automaattisesti asetukset WLAN-kontrollerilta, ilman ylläpitäjän tekemiä lisäkonfiguraatioita. Keskitetysti hallituissa ratkaisuisissa on usein radioverkon kanavasunnittelua automatisoivia toimintoja ja WLAN-tukiasemien välistä liikkuvuutta kehittäviä ratkaisuja. (Hovatta 2005, 16-17)

5.4 Päätelaitteet

Päätelaitteilla (client) tarkoitetaan kaikkia mahdollisia laitteita, jotka voivat liittyä lähiverkkoon langattomasti WLANin kautta. Kyseessä voi olla esimerkiksi kannettava tietokone, tablet-tietokone, älypuhelin tai mikä tahansa laite, jossa on ulkoinen tai sisäinen langaton-verkkosovitin, joka on tukiasemaa vastaavan 802.11 -standardin mukainen.

6 LANGATTOMAN LÄHIVERKON VERKON SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

6.1 Vaatimusmäärittely

Vaatimusmäärittelyn tarkoituksena on kartoittaa verkon käyttötarkoitukset suorituskyvyltään, kattavuusalueeltaan ja tietoturvaltaan. Päätelaitteiden määrä, sijainti ja heidän käyttämiensä palveluiden asettamat vaatimukset ovat vaatimusmäärittelyssä keskeisellä sijalla. (Hovatta 2005, 18)

Verkkosuunnittelijan on olennaista saada yksityiskohtaiset pohjakartat asennuskohteesta ja sen jokaisesta kerroksesta. Valmiina olevan langattoman ja kiinteään verkkoon liittyvä dokumentaatio on myös tärkeässä osassa kun vaatimusmäärittelystä siirrytään verkkosuunnitelman tekoon. (Hovatta 2005, 19)

Tietoturvan osalta voidaan vaatimusmäärittelyssä esittää kuinka suojattu tai suojaamaton langattomasta verkosta halutaan. Vaatimukset voivat vaihdella paljonkin. Esimerkiksi puolustusvoimien langattomalle verkolle asetetaan erilaiset tietoturva vaatimukset kuin kahvilan julkiselle verkolle. (Hovatta 2005, 19)

6.2 Verkkosuunnitelma

Verkkosuunnitelma koostuu kahdesta eri osiosta; langattoman verkon suunnittelusta ja sen yhdistämisestä langalliseen verkkoon.

6.2.1 Langattoman verkon suunnittelu

WLAN-verkkosuunnitelma kattaa tukiasemien mallin, tukiasemien sijainnit ja suunnituksen, virransyöttötavan tukiasemille, peittoaluemittaukset ja WLAN-tekniikan käyttöä.

WLAN-verkkosuunnittelu aloitetaan yleensä katselmoinnilla, jossa tutustutaan asennuskohteeseen ja selvitetään mahdollisia tukiasemien asennuspaikkoja, verkkorasioiden ja sähköpistokkeiden sijainteja sekä seinien materiaaleja ja paksuuksia. Katselmoinnin jälkeen arvioidaan peittoalueet ohjelmistolla, esimerkiksi SiteSurvey, joka tukiasemien ominaisuuksien ja rakennuksen muotojen perusteella laskee signaalivoimakkuuksia kohteen eri alueilla. Myös tukiasemien asento on hyvä ottaa huomioon peittoalueen suunnittelussa. Tässä vaiheessa voidaan ohjelmistossa sijoitella tukiasemat, niin että ne kattavat vähintään alueet, jotka ovat vaatimusmäärittelyssä esitetty. Yleensä ei tyydytä pelkästään ohjelmistolla arvioituihin signaalivoimakkuuksiin vaan tehdään mittauksia käsin asennuskohteessa. (Backman 2010b)

Langattoman verkon suunnitelmassa pitää ottaa myös verkkorasioiden sijainti ja tukiasemien virransyöttö huomioon. Tukiaseman virransyöttö voidaan hoitaa PoE-tekniikalla, jos virtapistokkeita ei ole asennuspaikan lähellä. Jos tukiasema halutaan sijoittaa paikkaan, jossa ei verkkorasioita ole, voidaan yhteys toteuttaa "mesh"-tekniikalla. Tällöin tukiaseman peittoalueella olevat muut tukiasemat hoitavat liikenteen langattomasti tukiasemalta toiselle ja sitä myötä langalliseen verkkoon. (Backman ym. 2010b)

WLAN-tekniikana käytetään tällä hetkellä lähes poikkeuksetta 802.11n-standardia, koska se on hyvin yhteensopiva vanhojen standardien päätelaitteiden kanssa. Se myös mahdollistaa samanaikaisen 2,4 GHz:n ja 5 GHz:n taajuusalueiden käytön, jolloin vanhemmat laitteet käyttävät 2,4 GHz:n aluetta ja uudemmat nopeampaa ja häiriösietoisempaa 5 GHz:n taajuusaluetta. (Backman ym. 2010b)

6.2.2 WLAN-verkon integroiminen langalliseen verkkoon

WLAN-verkon integroiminen langalliseen verkkoon on tietoturvan kannalta verkkosuunnittelun tärkein osa. Verkkosuunnitelmassa määritellään vaatimusmäärittelyn mukaisesti esimerkiksi kuinka WLAN-verkko sijoitetaan kohteen ip-suunnitelmaan, mitä todentamista ja salausta käytetään, käytetäänkö useita WLAN-verkkoja, miten reititys on toteutettu sekä mitä ja ketkä voivat käyttää sisäisiä eri palveluita.

6.3 WLAN-tietoturva

Tietoturva on yksi keskeisimmistä asioista osana langattomien lähiverkkojen suunnittelua ja toteutusta. WLAN-verkkojen tietoturvaan kuuluu kaksi asiaa; käyttäjien todentaminen eli autentikointi ja liikenteen salaaminen. Lisäksi autentikoinnin yhteydessä määritellään liikenteen hallinta ja pääsyylistat.

6.3.1 Autentikointi

WLAN-verkossa on hyvä olla jonkinlainen pääsynhallinta. Yleisesti pääsynhallinta on toteutettu web-autentikoinnilla, 802.1x-standardiin pohjautuvalla autentikoinnilla tai PSK:lla (Pre Shared Key), missä kaikki käyttäjät käyttävät yhteistä avainta. Suositukseksi on, että ei käytettäisiin PSK:ta, koska silloin verkon sisällä tieto on salaamatonta kaikkien niiden kesken, jotka PSK:n tietävät. Kaikilla pitäisi olla oma käyttäjätunnus ja salasana. (Backman ym. 2010a)

802.1x on turvallisin autentikointikeino, mutta se vaatii usein kehittyneempää tai kalliimpaa WLAN-järjestelmää. 802.1x:ssä todennus tapahtuu EAP-viesteillä AAA-palvelimelle, joka on yleensä RADIUS-palvelin. Se on liitetty käyttäjätietokantaan, joka sisältää tiedot asiakkaista ja käyttöoikeuksista, esimerkiksi Windowsin AD:hen. (IEEE 802.1x)

Web-autentikointi on helppo ja suosittu tapa hoitaa autentikointi WLAN-verkossa, koska se ei normaalisti vaadi päätelaitteelta 802.1x -tukea. Web-autentikointi tapahtuu selaimessa kirjautumissivun kautta, jonka pystyy väärentämään, jolloin käyttäjätunnuksia ja salasanoja voidaan kaapata. Tätä kuitenkin tapahtuu harvoin. Käyttäjätietokanta voi olla paikallinen esim. WLAN-kontrollerissa tai ulkoinen RADIUS-palvelin. (Backman ym. 2010a)

Kalliimmat ja kehittyneemmät WLAN-järjestelmät voivat mahdollistaa useiden eri SSID:iden käytön, esimerkiksi "vieraat" ja "hallinto", erilaisilla tietoturva-asetuksilla. Esimerkiksi vierasverkossa voi käyttää web-autentikointia ja hallintoverkossa 802.1x:ää ja päästää käyttäjä eri VLANeihin. (Backman ym. 2010a)

6.3.2 Liikenteen hallinta

Verkon ylläpitäjän on hyvä tiedostaa mihin verkkoon käyttäjä pääsee autentikoinnin jälkeen. Yleensä WLAN-verkot on toteutettu niin, että niistä pääsee vain ulkoverkkoon, mutta on käytännön syistä hyvä sallia joitakin palveluita sisäverkon puolella, esimerkiksi tulostimia. Pääsyylistoilla voi normaaliin tapaan, estää eri sisäisten tai ulkoisten palveluiden käytön. (Backman ym. 2010a)

Verkon toimivuutta voi parantaa esimerkiksi MAC-estoilla, mikäli jotkin päätelaitteet esittävät kohtuuttoman määrän pyyntöjä sekunnissa. Myös tukiaseman läpi kulkevan datan nopeutta voidaan säädellä, jotta verkosta riittäisi kaistaa kaikille käyttäjille. Lisäksi on hyvä estää päätelaitteita toimimasta DHCP-palvelimena ja koneita liikennöimästä toistensa kanssa ilman tukiaseman viestinvälitystä. (Backman ym. 2010a)

6.3.3 Salaus

WLAN-verkossa oleva liikenne halutaan yleensä salata. Yleensä Web-autentikoidussa verkossa ei käytetä salausta, mutta turvallisuutta voidaan tarjota verkkotasolla VPN-tekniikan avulla. 802.1x-verkoissa salaus tapahtuu radiotiellä. Yleisesti käytössä on kaksi salausten menetelmää WPA-TKIP ja WPA2-AES, joista jälkimmäinen on tällä hetkellä paras. Molemmat salausten menetelmät ovat kuitenkin parempi kuin esimerkiksi web-autentikointi. (Backman ym. 2010a)

Välimalleja WPA-AES ja WPA2-TKIP ei suositella käytettäväksi, sillä ne saattavat sekoittaa käyttäjää. Voi aiheutua tilanteita, joissa käyttäjä joutuu itse päätelaitteeltaan valitsemaan mitä salausta käyttää, mikäli WLAN-verkossa on sallittu useita salausmenetelmiä. Tällä hetkellä pitäisi siirtyä käyttämään vain WPA2-AES -salausta sillä, ne laitteet jotka eivät sitä tue ovat niin vanhoja, että ne ovat pelkästään jo tietoturvariski. (Backman ym. 2010a)

6.4 Verkon asentaminen

Asennusvaiheessa jatketaan siitä mihin suunnittelussa päädyttiin. Tässä vaiheessa päätetään tukiasemien lopulliset paikat, asennetaan ja konfiguroidaan WLAN-tukiasemat ja WLAN-kontrollerit sekä asennetaan mahdolliset antennit ja suunnataan ne oikein. Asennukset pyritään tekemään suunnittelun aikana laaditun verkkosuunnitelman mukaisesti. Asennusvaiheessa pitää tietää mitkä tukiasemat ottavat virransa PoE-tekniikalla, jotta mahdolliset PoE-injektorit osataan asentaa oikein tai mahdollisesti liittää ne tukiasemat PoE:ta tukeviin kytkimiin, jotka sitä tarvitsevat. Tukiasemissa tulee usein seinä- tai kattokiinnitykseen soveltuvat kiinnitystarvikkeet. Tukiasemien asennuksessa tulee ottaa huomioon mihin asentoon tukiasema verkkosuunnitelman mukaisesti tulee asentaa. (Hovatta 2005, 25)

WLAN-tukiasemissa, tai kontrollerissa, on konfigurointia varten useimmiten selainkäyttöliittymä, sarjaporttiliittymä ja telnet - tai SSH-komentoriviyhteys. Verkkoyhteyttä hyödyntävien hallintakäyttöliittymien käyttämiseksi tukiasemalla tai kontrollerilla pitää olla IP-osoite, jotta laitteeseen saadaan hallintayhteys. Laitteet olisi hyvä esikonfiguroida suljetussa verkossa ennen lopullista asennusta. Mikäli käytössä on kontrolleripohjainen ratkaisu, ei yksittäisiä tukiasemia tarvitse konfiguroida. Konfigurointi tehdään verkkosuunnitelman mukaisesti ottaen huomioon myös kaikki tietoturvaan liittyvät asiat. (Hovatta 2005, 25)

6.5 Testaus ja dokumentointi

Testauksen tarkoitus on näyttää toteen, onko verkko yhtä suorituskykyinen kuin vaatimusmäärittelyssä on määritelty. Testauksen voi tehdä monella tapaa. Peittoaluetestauksen voi tehdä esimerkiksi yksittäisellä kannettavalla tietokoneella laskemalla signaalitasoja eri tiloissa, jotka asiakas on määrittänyt verkon käyttöalueiksi. Noin -70 dBm:n signaalitasoa voidaan pitää yleisesti riittävänä. WLAN-kontrollerin mittaustyökaluilla voi myös mitata kuuluvuuksia ja esimerkiksi sitä, jos tukiasemat on sijoitettu liian lähelle toisiaan. (Backman ym. 2010b)

Dokumentointi asennusvaiheessa on ylläpidon ja vianhaun kannalta erityisen tärkeää. Asennuksen yhteydessä on hyvä päivittää ja täydentää suunnitteludokumentit vastaamaan käyttöönotettavan verkon tilannetta. Päivitettäviin dokumentteihin kuuluvat muun muassa yleiskaapeloinnin piirustukset joihin lisätään tarkat rasiamerkinnyt, langattoman verkon looginen topologiakuva, laiteluettelot nimineen, MAC-osoitteineen, sarjanumeroineen, IP-osoitteineen ja sijoitustietoineen.

7 WLAN-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO KALEVAN LUKIOLLE

7.1 Suunnittelu

Yrityksellä oli tarve saada toimiva ja suorituskykyinen langaton verkko yrityksen tiloihin. Suunnittelu alkoi erilaisten vaihtoehtojen kartoituksella. Ulkopuolinen tietotekniikka-alan yritys kävi tekemässä katselmoinnin ja esisuunnittelman miten heidän esimerkkilaitteensa tulisi asentaa ja kattaisi kaikki yrityksen tilat. Näiden tietojen pohjalta tehtiin arvio kuinka monta tukiasemaa tarvitaan ja miten ne kannattaa sijoittaa, jotta kateetaan vähintään kriittiset alueet, joille halutaan hyvä kuuluvuus. Päätös WLAN-kontrollerin käytöstä tuli selväksi jo suunnittelun alkuvaiheissa.

Tarjouskilpailun jälkeen päätettiin käyttää Ruckus Wireless -merkkistä verkkoratkaisua, joka sisälsi ZoneDirector 3000 - WLAN-kontrollerin ja 15 kappaletta ZoneFlex 7363 WLAN-tukiasemia.

Langattoman verkon IP-suunnittelu ja verkon laitteiden konfigurointi sekä kytkennät päätettiin tehdä opinnäytetyön tekijän toimesta. Fyysiset asennukset suoritti yrityksen huoltomestari opinnäytetyöntekijän valvonnassa.

7.2 Verkon esivalmistelut

Tarve langattomalle verkolle lisäsi tiedonsiirtonopeuden vaatimuksia, joten yritykselle hankittiin ennen langattoman verkon asennusta nopea kuituyhteys 100 Mbit/s downlink- ja uplink -nopeudella. WLAN-tukiasemia varten hankittiin myös uusi HP:n 2530-24G -mallinen kytkin. Power Over Ethernetiä tukevaa kytkintä myös harkittiin, mutta lähes kaikkien tukiasemien alustavat sijoituspaikat olivat verkkovirran läheisyydessä, joten tarvetta suuressa määrin virran kuljettamisesta verkkokaapelia pitkin ei ollut. Päätöstä tuki myös se, että tukiasemien ristikytkentäliitynnät sijoittuivat kolmeen eri ristikytkentäkaappiin, joten PoE-kytkimiä olisi pitänyt hankkia kolme kappaletta.

Verkkoa konfiguroitiin tietoturvan kannalta uusiksi, jotta WLAN-tukiasemat ja samalla langaton verkko olisi omassa virtuaalisessa lähiverkossaan ilman pääsyä kriittisiin järjestelmiin. Tämän virtuaaliverkon nimi oli “Opiskelijaverkko”, johon myös langaton lähiverkko sisällytettiin. Tämä VLAN oli olemassa jo valmiiksi ja sisälsi muunmuassa opiskelijoiden käyttöön tarkoitettua käytäväkoneita sekä atk-luokan koneet. IP-alue tällä verkolle oli kuitenkin liian pieni, kun aliverkkopeitteenä oli 24 (255.255.255.0), johon mahtuu vain 254 laiteosoitetta, joista n. 50 oli jo varattuna. Verkkoa laajennettiin, jonka jälkeen aliverkkopeitteenä oli 22 (255.255.252.0). Muutos aiheutti toimia muunmuassa palomuriin, toimialuekontrolleriin ja yksittäisiin työasemiin, joihin oli IP-asetukset laitettu käsin ilman DHCP:tä. IP-osoitteita tämän jälkeen käytössä oli 1024, joista mm. verkko-osoite, broadcast-osoite, yhdyskäytävä, kiinteät laitteet sekä WLAN-verkkolaitteet varaavat osan. Langattoman verkon käyttäjille on n. 950 vapaata osoitetta käytettävissä, joka riittää toistaiseksi hyvin. DHCP-palvelimelta poissuljetaan muutama IP-osoite palvelimia ja kontrolleria varten.

Ennen langattoman verkon asennusta tähän “Opiskelijaverkkoon” asennettiin myös DHCP-palvelin eräälle Windows Server 2008 R2 -palvelimelle, mikä helpottaa WLAN-kontrollerin ja WLAN-tukiasemien asennusta huomattavasti. Samalla myös langattomaan verkkoon liittyvät laitteet saavat IP-osoitteensa automaattisesti.

7.3 ZoneDirector 3000 -WLAN-kontrolleri

Ruckus Wirelesin ZoneDirector 3000 -WLAN-kontrolleri toimii keskitettynä ohjausjärjestelmänä Ruckus ZoneFlex -WLAN-tukiasemille. Se käyttää Ruckuksen omaa Smart/OS -käyttöjärjestelmää. Kuvassa 2 on esitetty WLAN-kontrollerin etupaneeli.



KUVA 2. ZoneDirector 3000 (ZoneDirector3000 User Guide 9.6)

Laite sisältää;

- virtanapin ja virtapiuhan portin, jotka sijaitsevat laitteen takana.
- F/D-napin, jolla voi palauttaa laitteen tehdasasetuksiin painamalla sitä vähintään 5 sekunnin ajan.
- Reset-napin, jota painamalla vähintään kahden sekunnin ajan voi uudelleen-käynnistää laitteen
- USB-portin, vain huoltoa varten
- Console-portin, joka mallista riippuen on joko RJ-45 -portti tai micro-usb.
- 10/100/1000 Mbit/s Ethernet-portteja, 2 kappaletta.

Pakkaus sisältää myös seuraavat johdot;

- virtajohto, 1 kpl
- verkkokaapeli, 1 kpl

Valojen selitykset esitetty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. ZoneDirector3000 valojen selitykset.

	Valon tila	Tarkoitus
Power	Vihreä	Laite saa virtaa.
	ei valoa	Laite ei saa virtaa.
Status	Pysyvä vihreä	Normaali tila.
	Vilkuva vihreä	Laitetta ei ole konfiguroitu.
	Pysyvä punainen	Laite pois päältä, mutta on virroissa.
	Vilkuva punainen	Laite on käynnistymässä tai sulkeutumassa.
Ethernet link	Pysyvä vihreä tai keltainen	Portti on yhdistetty laitteeseen.
	Vilkuva vihreä tai keltainen	Portti lähettää tai vastaanottaa liikennettä.
	ei valoa	Ei ole kaapelia yhdistetty tai ei saa linkkisygnäalia
Ethernet rate	Keltainen	Portti on yhdistetty 1000 Mbit/s -laitteeseen.
	Vihreä	Portti on yhdistetty 10 tai 100 Mbit/s -laitteeseen.

7.4 WLAN-kontrollerin fyysinen asennus

Zone Director 3000 -WLAN -kontrolleri asennetaan ristikytkentäkaappiin tukevasti esimerkiksi paketin mukana tulleilla kiinnitystarvikkeilla. Ristikytkentäkaapin tuuletuksesta on hyvä pitää huolta ja tietoturvan takia pääsy tilaan, jossa ristikytkentäkaappi sijaitsee, pitäisi olla lukkojen takana. Fyysinen asennus sisältää myös virtapiuhan kytkemisen asianmukaisella tavalla. Kuvassa 3 on WLAN-kontrolleri asennettuna ristikytkentäkaappiin.



KUVA 3. ZoneDirector 3000 asennettuna ristikytkentäkaappiin.

7.5 ZoneFlex 7363 -WLAN-tukiasema

Ruckus Wirelessin ZoneFlex 7363 on uusinta 802.11n -standardia käyttävä WLAN-tukiasema. Se käyttää Ruckus Wirelessin patentoitua BeamFlex™ antennitekniikkaa, mikä mahdollistaa langattomien signaalien kulkemisen häiriöiden ohi ja pidentää kantamaa, nopeutta ja verkon kapasiteettia. Tukiasema on kaksitaajuinen (Dual Band), eli se tukee 5 GHz ja 2,4 GHz:n samanaikaista käyttöä. Laitteen teoreettinen maksiminopeus on 600 Mbit/s ja tukee 100 päätelaitetta samanaikaisesti. Sitä voidaan käyttää yksinään sekä ZoneDirector -WLAN -kontrollerin tai FlexMaster -hallinnan kanssa.



KUVA 4. ZoneFlex 7363 -WLAN-tukiaseman etupaneeli.

Pakkauksen sisältö:

- ZoneFlex -tukiasema
- Ohjelmistolisenssikäyttöehdot ja tuotetakuutietoja, englanniksi
- Asennuksen pikaopas, englanniksi
- Kaapelisuoja
- Kiinnitystarvikkeet
- (Verkkokaapelit ja virta-adapterit ja -piuhat ovat valinnaisia tuotteita, jotka sisältyvät tai eivät sisälly, riippuen jälleenmyyjästä)

ZoneFlex 7363 -tukiaseman, kuvan 4 mukaisen, etupaneelin valojen selitykset on esitelty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. ZoneFlex -tukiaseman etupaneelin valojen selitykset.

	Valon tila	Selitys
PWR LED	Ei valoa	Pois päältä.
	Keltainen	Käynnistyminen käynnissä.
	Vihreä	Päällä.
OPT LED	Ei käytössä tässä mallissa.	
DIR LED	Ei valoa	Tukiasema ei ole keskitetysti hallittu (standalone mode).
	Vihreä	Hallittu ZoneDirectorilla.
	Hitaasti vilkkuva vihreä	Tukiasema on hallittu ZoneDirectorilla, mutta ei saa yhteyttä siihen.
	Nopeasti vilkkuva vihreä	Tukiasema on hallittu ZoneDirectorilla ja parhailaan vastaanottaa asetuksia tai järjestelmäpäivitystä.
2.4G LED ja 5G LED	Ei valoa	Langaton verkko pois päältä.
	Vihreä	Langaton verkko päällä ja yksi päätelaite on liittynyt ja signaalin taso on hyvä. (RSSI \geq 15)
	Vilkkuva vihreä	Langaton verkkon on päällä, mutta yhtään päätelaitetta ei ole liittynyt.
	Keltainen	Langaton verkko päällä ja yksi päätelaite on liittynyt, mutta signaalin taso on huono. (RSSI $<$ 15)

Takapaneelista löytyy hard reset nappi, kolme ethernet-porttia, joista kaksi porttia on nopeudeltaan 10/100 ja yksi on 10/100/1000, joka tukee 802.3af-standardin power over ethernetiä. Lisäksi myös liitäntä 12V/1,25A -virtalähteelle.

7.6 Power Over Ethernet - PoE

Power over Ethernet -tekniikalla voidaan hoitaa virransyöttö laitteelle ethernet-kaapelin välityksellä. IEEE 802.3af ja IEEE 802.3at -standardit määrittelee, että ethernet-kaapelin oltava vähintään CAT5-tasoa sekä kuinka suuret tehontarpeet ja jännitteet voivat olla. PoE tukee maksimissaan 15,4 watin tehoa ja jännitteenä 44 voltia. PoE+ sallii

tehon olla 25,5. Laitteet säätävät itse käyttöjännitteen ja virran sopivaksi.(IEEE 802.3af, IEEE 802.3at)

Virransyöttö ethernet-kaapelin kautta voidaan hoitaa joko kytkimellä, joka tukee PoE:ta tai PoE-injektorilla, joka laitetaan liitettävän laitteen ja kytkimen väliin.

7.7 Tukiasemien sijoittelu ja fyysinen asennus

Tukiaseman sijoittelun suunnittelussa otettiin huomioon, ulkopuolisen yrityksen tekemä katselmointi, josta saatiin karkea arvio miten tukiasemat kannattaisi sijoittaa. Tähän yhdistettiin kriittisten alueiden kattaminen hyvin ja muiden alueiden kattaminen kohtuullisesti. Kolmantena asiana sijoitteluun vaikutti valmiit kytkennät virransyötön ja kaapeloinnin kannalta. Tukiasemien asentoon käytettiin valmistajan antamia suosituksia.

Ennen asennuksia tehtiin tukiasemista taulukko, johon kirjattiin tukiaseman nimi, sijainti, ristikytkennän tunnus ja mac-osoite. Tämä helpottaa huomattavasti vikatilanteiden selvitystä. Tukiasemien asennukseen käytettiin mukana tulleita kiinnitystarvikkeita. Ensin tehtiin pahvista malli, johon merkataan tukiaseman pohjassa olevat kiinnityspaikat. Käsikäyttöisellä porakoneella kaksi reikää seinään sapluunan mukaisesti, jonka jälkeen reikiin asetettiin mukana tulleet kiinnitystarvikkeet. Asennuksessa piti ottaa huomioon tukiaseman asento, jotta kuuluvuus olisi paras mahdollinen, kaikki tukiasemat asennettiin seinälle pystyasentoon.

Tukiasemaan liitettiin sopivan mittainen ethernet-kaapeli nopeimpaan 10/100/1000 -porttiin. Tukiasemien sijoittelussa oli otettu huomioon, että 14:lle laitteelle saadaan virta erillisellä virtalähteellä tukiaseman läheltä. Yhden tukiaseman virransyöttöön käytettiin PoE-injektorilla, joka sijoitettiin ristikytkentäkaappiin kytkimen ja tukiaseman välille. Tukiasemien mukana tulleilla johtosuojilla voi suojata tarvittaessa liitännät, mikä parantaa hieman laitteen ulkomuotoa.

7.8 WLAN-verkon konfigurointi

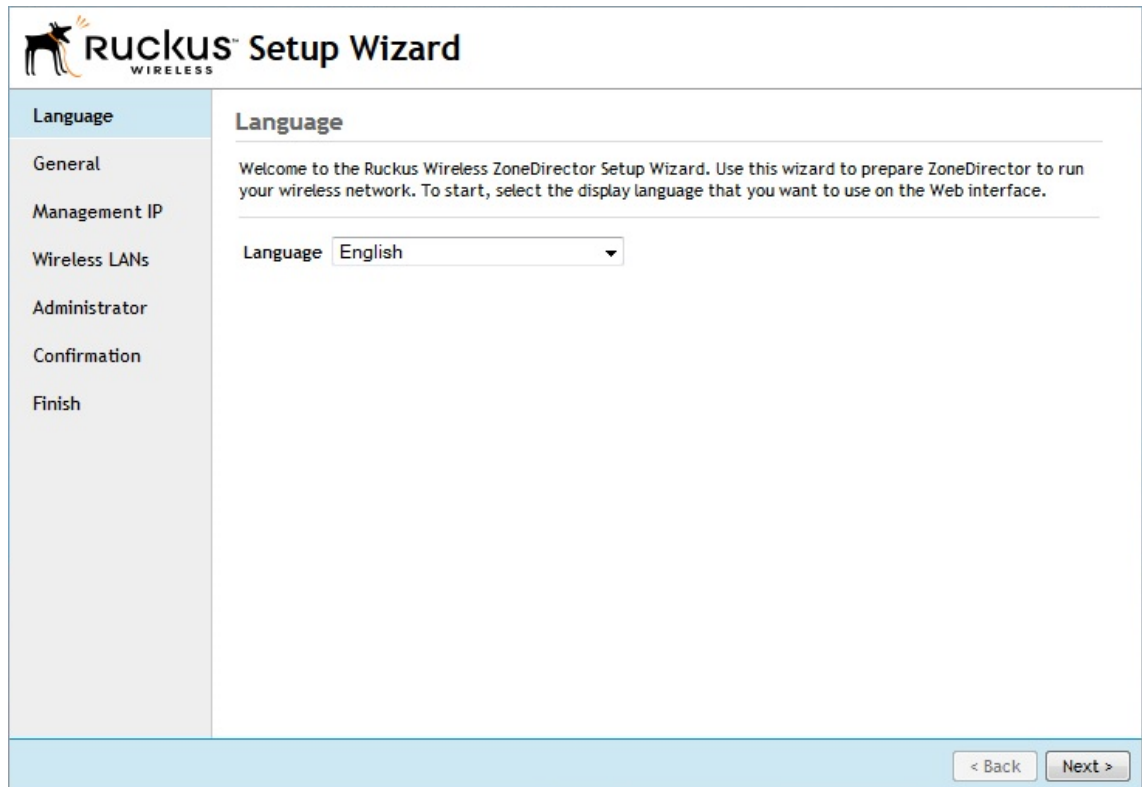
WLAN-verkon konfigurointi aloitettiin kytkemällä WLAN-kontrolleri yrityksen sisäverkon kytkimeen, jonka portti oli asetettu tiettyyn VLANiin, johon myös kaikki tukiasemat liitettiin myöhemmin. Konfigurointiin käytettiin kannettavaa tietokonetta, joka liitettiin langallisesti konfigurointia varten tähän samaan VLANiin. DHCP:n avulla kontrolleri ja tietokone saavat automaattisesti IP-osoitteet samasta verkosta.

Konfigurointiin käytetty tietokone, jossa on käyttöjärjestelmänä Windows 7, löysi heti kontrollerin resurssienhallinnan Verkko-osiosta. Web-hallinta internet-selaimeen aukeaa kontrollerin kuvaketta klikkaamalla. Mikäli kontrolleria ei näy suoraan Verkko-osiosta, niin sitä voi myös etsiä esimerkiksi Advanced IP Scannerilla -ohjelmalla. IP-osoitteen voi syöttää suoraan selaimeen, jonka jälkeen web-hallinta aukeaa.

Tietoturvasyistä tässä opinnäytetyössä ei voida esittää tarkasti esimerkiksi IP-osoitteita tai konfigurointia ja verkon rakennetta.

7.8.1 Ruckus Setup Wizard

Konfiguroitaessa ensimmäistä kertaa avautuu web-hallinnassa Ruckus Setup Wizard, jossa käydään kontrollerin peruskonfigurointi vaihe vaiheelta. Konfigurointi alkaa kielten valinnalla (Kuva 5). Suomea ei ollut valittavissa ainakaan tässä kontrollerin käyttöjärjestelmän versiossa.



The screenshot shows the Ruckus Setup Wizard interface. At the top left is the Ruckus logo (a stylized animal head) and the text "RUCKUS™ Setup Wizard WIRELESS". A vertical sidebar on the left contains a list of steps: "Language", "General", "Management IP", "Wireless LANs", "Administrator", "Confirmation", and "Finish". The "Language" step is currently selected and highlighted. The main content area is titled "Language" and contains a welcome message: "Welcome to the Ruckus Wireless ZoneDirector Setup Wizard. Use this wizard to prepare ZoneDirector to run your wireless network. To start, select the display language that you want to use on the Web interface." Below the message is a "Language" label followed by a dropdown menu showing "English". At the bottom right of the interface are two buttons: "< Back" and "Next >".

KUVA 5. Ruckus Setup Wizardin kielivalinta.

Yleistä-osiossa (Kuva 6) päätetään kontrollerin nimi ja valitaan maa, jossa järjestelmää käytetään. Maavalinta on tärkeä olla oikein, sillä se määrittää aluekohtaiset rajoitukset ja asetukset oikein tehojen ja kanavien kannalta. Mesh jätettiin pois toistaiseksi kun kaikille tukiasemille saadaan helposti ethernet-kaapeli kytkettyä.

RUCKUS™ Setup Wizard
WIRELESS

Language

General

Enter a system name for ZoneDirector. The name should be between 1 and 32 characters--numbers and letters--but not including spaces.

System Name

Country Code

ZoneDirector provides mesh capability. Each mesh-enabled ZoneDirector requires a unique name (SSID) for the mesh WLAN for the backbone traffic.

Enable Mesh

< Back Next >

KUVA 6. Ruckus Setup Wizardin Yleistä-osio.

Management IP-osiossa (Kuva 7) määritetään kontrollerille IP-asetukset. Kontrollerilla kannattaa olla kiinteä IP-osoite, jotta web-hallintaan pääsy olisi ylläpidon kannalta helppointa. Tässä vaiheessa päätettiin määrittellä kiinteä IP-osoite tässä osiossa. Myöhemmin kiinteä IP-osoite määriteltiin DHCP-palvelimella vastaamaan kontrollerin MAC-osoitetta. IP-osoitteeksi valittiin sellainen, joka on etukäteen poissuljettu DHCP-palvelimelta, jotta mikään muu laite ei voi automaattisesti sitä saada. Samalla määritetään aliverkonpeite, yhdyskäytävä ja DNS-osoitteet vastaamaan VLANin arvoja, jossa parhaillaan kontrolleri on. Kuvasta 7 on peitetty tietoturvan takia osoitetiedot.

KUVA 7. Ruckus Setup Wizardin Management IP-osio.

Wireless LANs-osiossa (Kuva 8) luodaan ensimmäinen langaton verkko. Tässä vaiheessa pääsynchronointina on vain open, eli avoin tai WPA-PSK, eli esijaettu salasana. Tässä vaiheessa luotiin yksi langaton verkko SSID:llä ”Kalevan lukio”. Guest WLANia ei tässä vaiheessa luotu. Lisää WLANeja voi luoda ja muuttaa pääsynchronointakeinoja Setup Wizardin jälkeen.

RUCKUS™ Setup Wizard
WIRELESS

Language
General
Management IP
Wireless LANs
Administrator
Confirmation
Finish

Wireless LANs

If you make no changes to the default settings, a default WLAN "Wireless 1" with Open authentication is created. You can change it to a secure WLAN by choosing WPA_PSK authentication and providing a passphrase. Optionally, a "Guest" WLAN can be created for temporary guest access. (More WLANs can be added later, for restricted use.)

Wireless 1-- Create your first Wireless LAN

Name (ESSID) * Kalevan lukio

Authentication Open WPA_PSK

WPA Passphrase * *****

Guest WLAN-- Temporary access for visitors.

< Back Next >

KUVA 8. Ruckus Setup Wizardin Wireless LANs-osio.

Administrator-osiossa (Kuva 9) asetetaan ylläpitäjän käyttäjänimi ja salasana, joilla tulevaisuudessa web-hallintaan pääsee käsiksi Setup Wizardin jälkeen. Samalla voi tehdä käyttäjätilejä esimerkiksi alemman tason ylläpitäjäominaisuuksilla. Tässä vaiheessa ei ollut tarpeellista tehdä muita käyttäjätilejä.

RUCKUS™ Setup Wizard
WIRELESS

Language
General
Management IP
Wireless LANs
Administrator
Confirmation
Finish

Administrator

Enter an "Admin" user name and password that permits administrative access to the Web interface. (Use this information to log into the Web interface after this setup is complete, to further configure your new wireless network.)

Admin Name *

Password *

Confirm Password *

Use these features (optional) to create a single network user account at this time. (Or, if you prefer, use the Web interface to create user accounts at a later time.)

Create a user account

< Back Next >

KUVA 9. Ruckus Setup Wizardin Administrator-osio.

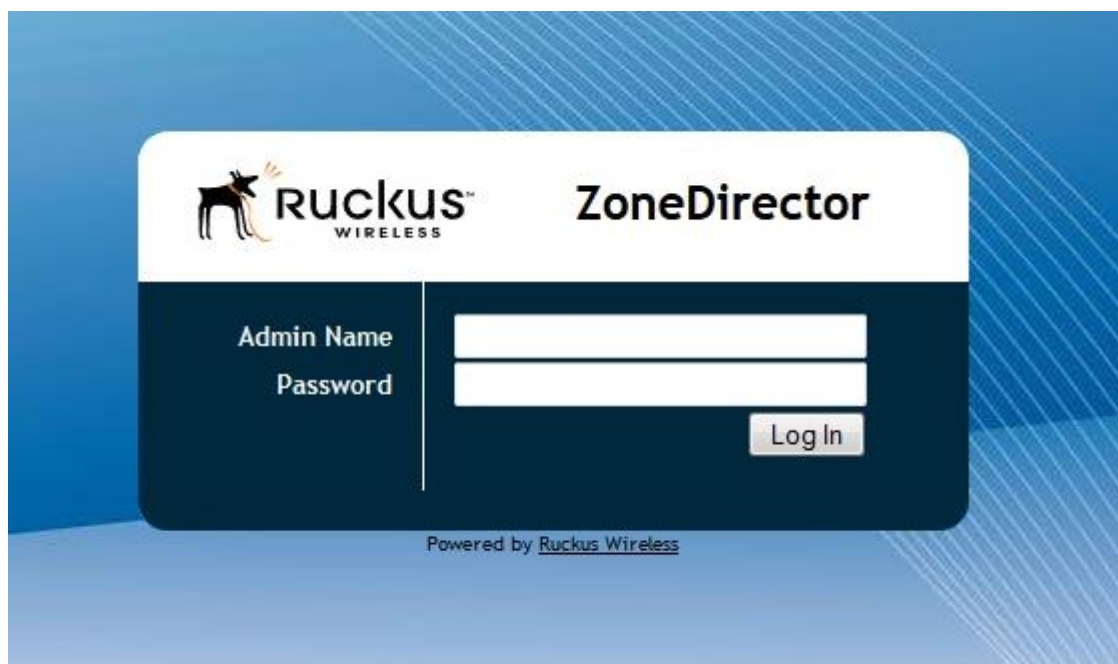
Viimeisessä Confirmation-osiossa (Kuva 10) on koostettu konfiguroidut asiat. Tämän jälkeen kirjautuminen tapahtuu ylläpidon käyttäjätunnuksella ja salasanalla. Mikäli IP on muutettu nykyisestä täytyy uusi IP-osoite syöttää internet-selaimeen, jotta web-hallintaan pääsee.

Confirmation	Confirmation
Language	<p>Confirmation</p> <p>Please review the following settings. If changes need to be made, click Back to edit your settings. If the settings are ready for use, click Finish.</p> <hr/> <p>System Name ZoneDirector3000</p> <p>Management IP [REDACTED]</p> <p>Wireless LANs Wireless 1, Kalevan lukio, will be created (Zero-IT Activation enabled)</p> <p>Mesh Mesh capability is disabled</p> <p>Administrator Account admin will be created</p> <p>System Time System time will be automatically set. (Your current PC time is 16. elokuuta 2013 14:21:31)</p> <p>* After completing the setup wizard, please check the Ruckus Wireless Support Web site for the latest software updates.</p>
General	
Management IP	
Wireless LANs	
Administrator	
Confirmation	
Finish	

KUVA 10. Ruckus Setup Wizardin Confirmation-osio.

7.8.2 ZoneDirector Configure

Seuraavat konfiguroinnin vaiheet suoritetaan web-hallinnan Configure-välilehdellä. Web-hallintaan pääsee normaalisti kontrollerille määritetyllä IP-osoitteella internet-selaimen kautta samassa VLANissa olevalla tietokoneella. Kirjautuminen suoritetaan Setup Wizardin aikana tehdyllä administrator-tunnuksella. Kirjautumisruutu on esitetty kuvassa 11. Kirjautumisen jälkeen valitaan Configure-välilehti.



KUVA 11. Web-hallinnan kirjautumisruutu.

System-osion Management Access Control –kohdassa määriteltiin mistä IP-osoitteista on pääsy WLAN-kontrollerin web-hallintaan. Säännöt pätevät saman VLANin langallisiin laitteisiin oletuksena. Säännön voi myös lisätä erikseen WLANeihin. Konfiguroitaessa tehtiin säännöt, että ainoastaan kahdelta palvelimelta ja yhdestä MAC-osoitteelle kytketystä IP-osoitteesta on pääsy Web-hallintaan.

WLANS-valikko (Kuva 12) luotiin kaksi uutta WLANia. Toinen on ylläpitotoimia varten ja sen SSID on otettu pois näkyvistä. Kolmas WLAN on tehty yrityksen omia kannettavia varten. Esimerkiksi sille on asetettu suurempi prioriteetti kuin ”Kalevan lukio” –WLANille, joka on tarkoitettu opiskelijoiden käyttöön. Pääsyylistat ovat myös erilaiset. Jokaisen WLANin pääsynhallintana käytettiin toistaiseksi PSK:ta WPA-AES salauksella.

WLANs

This table lists your current WLANs and provides basic details about them. Click Create New to add another WLAN, or click Edit to make changes to an existing WLAN.

Name	ESSID	Description	Authentication	Encryption	Actions
		Management	Open	WPA2	Edit Close
	Kalevan kúlo	Kalevan kúlo	Open	WPA2	Edit Close
	KL-verkkö2	koulun omille opiskelijakoneille	Open	WPA2	Edit Close

Create New [button] [button] 1-3 (3) [button]

Search terms: [input] [radio] Include all terms [radio] Include any of these terms

WLAN Groups

This table lists your current WLAN groups and provides basic details about them. Click Create New to add another WLAN group, or click Edit to make changes to an existing WLAN group.

Name	Description	Actions
Default	Default WLANs for Access Points	Edit Close

Create New [button] [button] 1-1 (1) [button]

Search terms: [input] [radio] Include all terms [radio] Include any of these terms

Zero-IT Activation

Zero-IT Activation simplifies the configuration of users' wireless settings. Ask users to connect their wireless devices to the wired network, and then go to the Activation URL shown below. After they download and run the Zero-IT Activation application, their wireless devices will be configured automatically for WLANs that support Zero-IT activation.

Activation URL: [input]

Authentication Server: [Local Database] [button]

Dynamic PSK

To provide maximum security, each user is assigned a unique pre-shared key (PSK) when they activate their wireless access. You can set when the PSK should expire, at which time users will be prompted to reactivate their wireless access.

PSK Expiration: [Unlimited] [button]

Dynamic PSK Batch Generation

Dynamic PSK batch generation provides two facilities: to create multiple Dynamic PSKs at once. You can specify the number of Dynamic PSKs to create or upload a profile file (*.csv) which contains information necessary to create Dynamic PSKs. Once the generation is done, a result file will be downloaded for your reference. To download an example of profile, click here. The maximum allowable number of Dynamic PSKs is 5000.

A WLAN with Dynamic PSK enabled in the Default Role is needed before performing Dynamic PSK Batch Generation.

KUVA 12. Web-hallinnan Configure-vúlilehden WLANs-valikko.

Access Points-valikossa voi esimerkiksi muuttaa kúyttüjemüarüaa mitü yhteen tukiasemaan voi kerralla yhdistüeú. Pienentüemüllü tütü varmistetaan se, ettü yksi tukiasema ei kuormitu liikaa. Esimerkiksi jos on erikseen hankittu yksi parempi tukiasema, voidaan sen tukiaseman kúyttüjemüarüaa ja muita asetuksia süatüeú erilailla.

Access Control-valikossa (Kuva 13) voidaan müarittüeú WLANien püussylistat. Esimerkiksi RDP, eli etütyöpöytyhteyden protokolla kiellettiin kaikista IP-osoitteista. Püussylistojen avulla kiellettiin püassy toiseen VLANiin muutamaa tulostinta ja palvelua luukuunottamatta. Püussylistat tüytyy liittüeú WLANs-osiossa haluttuihin WLANeihin. Web-hallintaan püassy rajoitettiin myös püussylistoilla.

Access Control

L2/MAC Access Control

You can define L2/MAC access control lists and apply them to WLANs later. Set up a L2/MAC access control list to allow or deny wireless devices based on their MAC addresses.

Name	Description	Restriction	Actions
			Edit Close

Create New [button] [button] 0-0 (0) [button]

Search terms: [input] [radio] Include all terms [radio] Include any of these terms

L3/4/IP address Access Control

You can define L3/4/IP address access control lists and apply them to WLANs later. Set up a L3/4/IP address access control list to allow or deny wireless devices based on their IP addresses.

Name	Description	Default Mode	Actions
		Allow all by default	Edit Close
		Allow all by default	Edit Close
		Allow all by default	Edit Close

Create New [button] [button] 1-3 (3) [button]

Search terms: [input] [radio] Include all terms [radio] Include any of these terms

Blocked Clients

This table lists client devices that are blocked from the WLAN. To unblock a client and allow it to access the WLAN, delete it from the list. To view a list of currently active clients, click here.

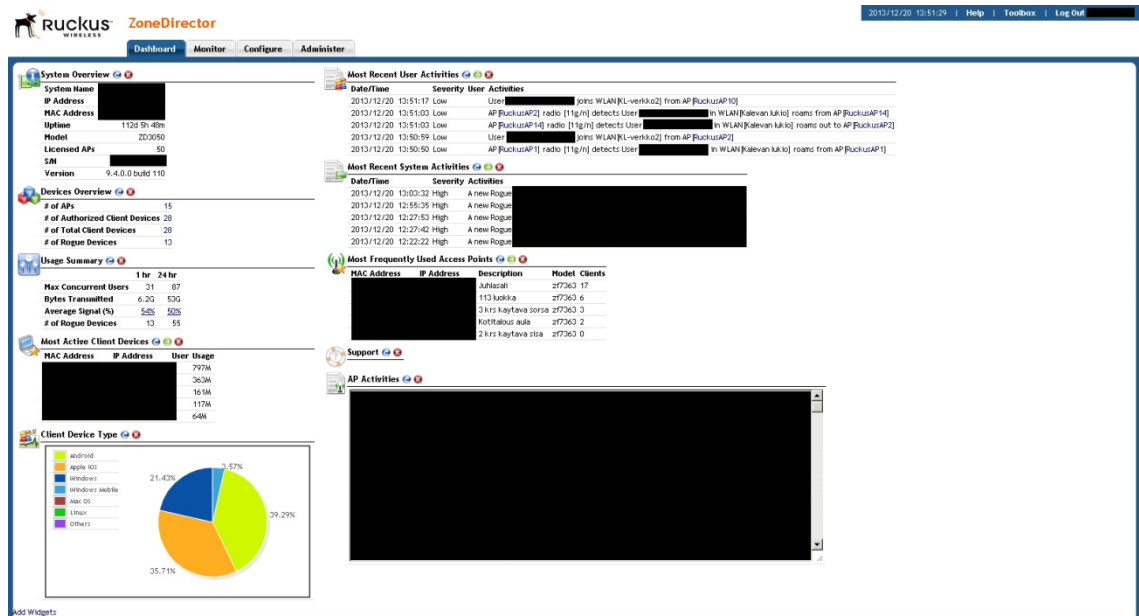
Client MAC Address	Actions
	Edit Close

Search terms: [input] [radio] Include all terms [radio] Include any of these terms

KUVA 13. Web-hallinnan Configure-vúlilehden Access Control-valikko.

7.9 Verkon ylläpito

Web-hallinnan oletusnäky, Dashboard-välilehti, sisältää ylläpidon kannalta tärkeitä tietoja. Esimerkiksi kuinka monta tukiasemaa on tällä hetkellä toiminnassa, datan määrän kuinka paljon viimeisen tunnin ja 24 tunnin aikana dataa on siirtynyt langattoman verkon kautta. Lisäksi voidaan nähdä mitkä viisi laitetta ovat siirtäneet eniten dataa ja kuinka paljon. Dashboard pitää myös yllä häiritsevien ulkopuolisten verkkojen tilaa sekä pitää kirjaa tukiasemien ja käyttäjien viime aikaisesta toiminnasta. Esimerkiksi käyttäjien tukiasemalta tukiasemalle siirtyminen ja tukiasemien kanavanmuutokset kirjautuvat järjestelmään. Dashboard-välilehti esitetty kuvassa 14.



KUVA 14. Web-hallinnan Dashboard-välilehti.

Tukiasemat ja kontrolleri löytävät automaattisesti toisensa kun ne ovat sijoitettu samaan aliverkkoon. Yksittäisten tukiasemien toimivuuden voi todeta tukiasemien valoista tai web-hallinnan Monitor-välilehdeiltä Access Points-osiosta (Kuva 15). Statuksena tulisi olla ”Connected”.

Access Points

This table lists all currently active access points, and highlights basic details, such as number of clients per AP. Below are a table of currently managed AP groups and an AP-specific table of events and activities.

MAC Address	Device Name	Description	Location	Model	Status	Mesh Mode	IP Address	External IP:Port	VLAN	Channel	Clients	Action
RuckusAP7	1 krs kaytava ssa			ZF7363	Connected	Disabled			112 (11a/m-40), 11 (11g/m-20)	0	0	
RuckusAP12	3 krs kaytava ssa			ZF7363	Connected	Disabled			132 (11a/m-40), 11 (11g/m-20)	0	0	
RuckusAP5	2 krs kaytava ssa			ZF7363	Connected	Disabled			100 (11a/m-40), 11 (11g/m-20)	0	0	
RuckusAP10	3 krs kaytava ssa			ZF7363	Connected	Disabled			108 (11a/m-40), 6 (11g/m-20)	2	2	
RuckusAP4	Kotiläius aala			ZF7363	Connected	Disabled			124 (11a/m-40), 11 (11g/m-20)	3	3	
RuckusAP2	113 luokka			ZF7363	Connected	Disabled			116 (11a/m-40), 6 (11g/m-20)	6	6	
RuckusAP11	203 luokka			ZF7363	Connected	Disabled			112 (11a/m-40), 11 (11g/m-20)	0	0	
RuckusAP13	Museoalthen			ZF7363	Connected	Disabled			116 (11a/m-40), 11 (11g/m-20)	0	0	
RuckusAP14	Pyykivaasto			ZF7363	Connected	Disabled			136 (11a/m-40), 11 (11g/m-20)	0	0	
RuckusAP1	Juhlasali			ZF7363	Connected	Disabled			116 (11a/m-40), 11 (11g/m-20)	18	18	
RuckusAP8	1 krs kaytava ssa			ZF7363	Connected	Disabled			100 (11a/m-40), 11 (11g/m-20)	0	0	
RuckusAP3	Ruokala			ZF7363	Connected	Disabled			100 (11a/m-40), 11 (11g/m-20)	0	0	
RuckusAP15	Oppilaskunta			ZF7363	Connected	Disabled			108 (11a/m-40), 11 (11g/m-20)	0	0	
RuckusAP6	Aula			ZF7363	Connected	Disabled			124 (11a/m-40), 6 (11g/m-20)	0	0	
RuckusAP7	2 krs kaytava ssa			ZF7363	Connected	Disabled			116 (11a/m-40), 11 (11g/m-20)	0	0	

Currently Managed AP Groups

Member	Device Name/Description	APs	Clients	Status	Action
System Default	System default group for Access Points	15	29		

Events/Activities

Date/Time	Severity	User	Activities
2013/12/20 13:52:46	Low		
2013/12/20 13:52:46	Low		
2013/12/20 13:52:45	Low		
2013/12/20 13:52:45	Low		
2013/12/20 13:52:38	Low		
2013/12/20 13:52:37	Low		
2013/12/20 13:52:37	Low		
2013/12/20 13:52:20	Low		
2013/12/20 13:52:20	Low		
2013/12/20 13:52:15	Low		
2013/12/20 13:52:09	Low		
2013/12/20 13:52:09	Low		
2013/12/20 13:52:07	Low		
2013/12/20 13:52:06	Low		
2013/12/20 13:52:04	Low		

KUVA 15. Web-hallinnan Monitor-välilehden Access Points-valikko.

Access Points –valikosta nähdään esimerkiksi myös mille kanaville tukiasemat on aset-
tunut, kuinka monta käyttäjää kussakin tukiasemassa on liittyneenä.

Lisätietoja käyttäjistä voi tarkastella Monitor-välilehden Currently Active Clients –
valikosta (Kuva 16). Langattoman verkon aktiivisista käyttäjistä nähdään tiedot esimer-
kiksi MAC-osoitteesta, käyttöjärjestelmätyypistä, WLANista sekä kanavasta ja signaa-
livahvuudesta.

Currently Active Clients

This table lists all currently connected client devices. Only those devices with a status of "authorized" are permitted access to the network. To prevent an "unauthorized" client from attempting to connect to your network, click Block. To troubleshoot a problematic connection, click Delete. (That client can then reconnect to the WLAN.)
To show a list of blocked clients, click here.

MAC Address	OS/Type	Host Name	User/IP	Access Point	WLAN	ACCESS VLAN	Channel	Radio	Signal (%)	Status	Auth Method	Action	
	Android			Juhlasali	Kalevan kuko 1	1	802.11g/n	54s	Authorized	OPEN	X		
	iOS			Juhlasali	Kalevan kuko 1	1	802.11g/n	25s	Authorized	OPEN	X		
	Windows 8			113 luokka	KL-verkko2	1	6	802.11g/n	32s	Authorized	OPEN	X	
	Windows Phone 7			Juhlasali	Kalevan kuko 1	1	802.11g/n	62s	Authorized	OPEN	X		
	Android			Juhlasali	Kalevan kuko 1	1	802.11g/n	27s	Authorized	OPEN	X		
	Windows 8			113 luokka	KL-verkko2	1	6	802.11g/n	50s	Authorized	OPEN	X	
	Android			Juhlasali	Kalevan kuko 1	1	802.11g/n	62s	Authorized	OPEN	X		
	Windows 8			113 luokka	KL-verkko2	1	6	802.11g/n	62s	Authorized	OPEN	X	
	3 krs kaytava ssa			113 luokka	KL-verkko2	1	6	802.11g/n	35s	Authorized	OPEN	X	
	Windows 8			113 luokka	KL-verkko2	1	6	802.11g/n	27s	Authorized	OPEN	X	
	Android			Juhlasali	Kalevan kuko 1	1	802.11g/n	32s	Authorized	OPEN	X		
	Android			Juhlasali	Kalevan kuko 1	1	802.11g/n	24s	Authorized	OPEN	X		
	iOS			Juhlasali	Kalevan kuko 1	116	802.11a/n	67s	Authorized	OPEN	X		
	iOS			113 luokka	Kalevan kuko 1	6	802.11g/n	20s	Authorized	OPEN	X		
	Android			Juhlasali	Kalevan kuko 1	1	802.11g/n	54s	Authorized	OPEN	X		

Events/Activities

Date/Time	Severity	User	Activities
2013/12/20 13:53:03	Low		
2013/12/20 13:53:03	Low		
2013/12/20 13:52:54	Low		
2013/12/20 13:52:50	Low		
2013/12/20 13:52:50	Low		
2013/12/20 13:52:46	Low		
2013/12/20 13:52:46	Low		
2013/12/20 13:52:45	Low		
2013/12/20 13:52:45	Low		
2013/12/20 13:52:37	Low		
2013/12/20 13:52:37	Low		
2013/12/20 13:52:20	Low		
2013/12/20 13:52:20	Low		
2013/12/20 13:52:15	Low		

KUVA 16. Web-hallinnan Monitor-välilehden Currently Active Clients-valikko.

Administer välilehdellä voi vaihtaa ylläpitäjän tunnuksen ja salasanan sekä tallentaa ja ladata varmuuskopion WLAN-kontrollerin asetuksista sekä palauttaa tehdasasetukset. Asetusmuutoksien jälkeen on tärkeää tallentaa varmuuskopio WLAN-kontrollin asetuksista, mikäli kontrolleri joudutaan vaihtamaan laiterikon takia. Se säästää huomattavasti aikaa ja vaivaa. Administer-välilehdeltä voidaan myös päivittää käyttöjärjestelmän versio upgrade-valikosta sekä rekisteröidä laite registration-valikosta.

Oikeassa ylänurkassa oleva toolbox-valikko avaa erilaisia verkon seurantavälineitä, jotka on esitetty kuvassa 17. Mittauksien aikaväliä voidaan muuttaa, jotta saadaan pidemmällä aikavälillä esimerkiksi käyttäjämääristä ja datansiirrosta tilastoa. Sieltä saa myös auki Network Connectivity –ruudun, jolla voi tehdä vian selvitystä ping- ja trace-route -komentoilla.



KUVA 17. Toolbox-valikon seuranta- ja vianetsintävälineet.

7.10 Verkon testaus ja suorituskyvyn toteaminen

Verkon peittoalueen testaus suoritettiin kahdella eri tavalla. Ensimmäinen tapa oli mittaamalla signaalivahvuus eri tiloissa käyttämällä ZoneDirector3000- WLAN-kontrollerin web-hallintaa. Käyttäjän laite sijoitettiin eri tiloihin ja hallinnasta katsottiin signaalin taso. Yksikkönä WLAN-kontrollerin web-hallinta käytti prosentteja. Mittaukset tehtiin vain 2,4 GHz:n taajuudella. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Signaalivahvuuksien mittaus 1.

Tilan tunnus	Signaalivahvuus, %
309	45
113	45
102	47
202	54
310	57
304	59
106	64
211	67
209	67
302	69
204	79
201	84
203	87
114	87
101	87
303	89
301	94
307	99
305	99

Mittaus 1 ei antanut tarpeeksi tarkkoja tuloksia, eikä prosenteista voinut kovin helposti tehdä johtopäätöksiä mikä signaalivahvuus olisi desibelimilliwatteina. Saatavilla ollut käyttäjälaiteen verkkokortti ei myöskään tukenut 5 GHz:n taajuusalueita.

Toinen mittaus suoritettiin Qualcomm Atheros AR5BWB222 Wireless Network Adapter –verkkokortilla ja inSSIDer 3.1.2.1 -ohjelmalla. Signaalivahvuuden yksikkönä oli desibelimilliwatti (dBm). Mittaus suoritettiin kaikissa tiloissa, joissa WLAN-verkon tulisi toimia. Mittauksessa testattiin molempia, 2,4 GHz:n ja 5 GHz:n, taajuusalueita. Mittaustulokset on esitelty taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Signaalivahvuuksien mittaus 2.

Tilan tunnus	Tilan tyyppi	2,4 GHz, signaalivahvuus (dBm)	5 GHz, signaalivahvuus (dBm)
	kotitalousluokka	-55	-50
	ruokala	-73	-44
	kabinetti	-82	-53
	museaalinen	-55	-44
	kemianluokka	-59	-49
	fysiikanluokka	-50	-55
	aula	-52	-40
	siiven neuvottelutila	-55	-64
	siiven 2. kerros	-57	-74
juhlasali	lavalta (sermi alhaalla)	-61	-76
juhlasali	keskeltä	-61	-67
juhlasali	takaa	-60	-53
114	luokka	-54	-46
113	luokka	-62	-36
101	luokka	-59	-53
112	hiljainen työtila	-50	-56
208	kuvataideluokka	-60	-50
209	kuvataideluokka	-50	-62
201	luokka	-50	-52
202	luokka	-58	-50
211	luokka	-56	-51
203	luokka	-63	-38
204	luokka	-50	-50
301	luokka	-57	-52
307	tietokoneiluokka	-55	-50
302	luokka	-51	-62
309	luokka	-52	-62
303	luokka	-50	-52
310	luokka	-62	-50
304	luokka	-61	-50
305	luokka	-61	-41

Mittauksen 2 tulokset osoittivat, että vain yhdessä sijainnissa signaalivahvuus jäi alle -70:n desibelimilliwatin, jota voidaan pitää rajana hyvälle kuuluvuudelle. Huonoimmasakin tilassa testilaite toimi hyvin. Lisäksi samassa sijainnissa päästiin 5 GHz:n taajuudella -53 dBm:n signaalivahvuuteen.

8 POHDINTA

Testien ja niiden tuloksien perusteella verkko on toistaiseksi riittävä yrityksen tarpeisiin. Kun käyttäjämäärät ja -laitteet kasvavat pääsee verkko paremmin testiin. Jatkossa monitoroinnin avulla voidaan seurata mitkä tukiasemat kuormittuvat eniten, jolloin voidaan joko lisätä tai hankkia paremman suorituskyvyn tukiasemia suosituille alueille. Esimerkiksi juhlasalin käyttäjäkapasiteettia tullaan nostamaan paremmilla laitteilla, kun siihen on tarvetta.

Muutaman vuoden sisällä tullaan myös luopumaan g-standardista, ja 2,4 GHz:n verkosta ja siirrytään täysin n- ja ac-standardin verkkolaitteisiin. Tekniikan kehittyessä pitää myös verkkoa suunnitella uudelleen, kun laitteiden ominaisuudet muuttuvat. Lisätutkimuksen aihetta voisi olla siinä kuinka hyvin verkko kestää tarkoituksenmukaista häirintää erilaisilla häirintälaitteilla. Tällä hetkellä jo viereisten yritysten 2,4 GHz:n verkot kuuluvat rakennetun verkon alueelle. Niiden aiheuttamat häiriöt luultavasti poistuvat kun siirrytään pelkästään 5 GHz:n taajuusalueelle.

LÄHTEET

- Backman. W., Mattila V., Nisso. J., Laiho. M., Sipilä. S., Saarinen. M., Backa. T., Tuovinen. T. 2010a. WLAN-verkon tietoturva. Luettu 21.3.2014.
<https://info.funet.fi/wiki/display/avoin/BCP+WLAN-verkon+tietoturva>
- Backman. W., Mattila V., Tuovinen. T., Sipilä. S., Laiho. M., Backa. T. 2010b. WLAN-verkon suunnittelu ja rakentaminen. Luettu 21.3.2014.
<https://info.funet.fi/wiki/display/avoin/BCP+WLAN-verkon+suunnittelu+ja+rakentaminen>
- Cisco. 2008. RF Power Values. Luettu 11.2.2014.
http://www.cisco.com/en/US/tech/tk722/tk809/technologies_tech_note09186a00800e90fe.shtml
- Elepal. 2002. Luettu 11.2.2014. <http://www.elepal.fi/antennit/wlanout.html>
- Fleishman. G, 2005
http://wifinetnews.com/archives/2005/11/wi-fi_stands_fornothing_and_everything.html,
luettu 5.3.2014
- Geier. J. 2004. Langattomat verkot. Helsinki: Edita Prima Oy. ISBN 951-826-789-8.
- Hovatta, T. 2005. WLAN-tekniikat ja -käyttösovellukset toimitilakiinteistössä. Espoo: Sähköinfo Oy. ISBN 952-5382-95-8.
- IEEE 802.11-2012 –standardin julkaisu. 2012. Luettu 21.3.2014.
<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.11-2012.pdf>
- IEEE 802.11ac-2013. 2013. ISBN 9780738188607
- Laakso. H. 23.5.2011. Näin parannat langattoman lähiverkkosi nopeutta. Luettu 11.2.2014.
http://www.mikropc.net/kaikki_uutiset/nain+parannat+langattoman+lahiverkkosi+nopeutta/a630968?articlepage=2
- Puska. M. 2005. Langattomat lähiverkot. Jyväskylä: Talentum Media Oy. ISBN 952-14-0934-7.
- Sähkötieto, 2005: Kiinteistöjen lähiverkot. Espoo: Sähköinfo. ISBN 952-5600-13-0
- Viestintävirasto. 2014. Taajuusjakotaulukko. Luettu 8.10.2013.
https://www.viestintavirasto.fi/attachments/Taajuusjakotaulukko_31122013.pdf
- Viestintävirasto. 2013 Määräys 15 luvasta vapaiden radiolähettimien yhteistaajuuksista ja käytöstä. Luettu 11.2.2014.
<https://www.viestintavirasto.fi/attachments/Viestintavirasto15AF2013M.PDF>
- ZoneDirector 3000 Data Sheet. Luettu 11.2.2014.
<http://c541678.r78.cf2.rackcdn.com/datasheets/ds-zonedirector-3000.pdf>

ZoneDirector 3000 User Guide 9.6. Luettu 11.2.2014.

<https://support.ruckuswireless.com/documents/357-zonedirector-release-9-6-user-guide/download>

ZoneFlex 7363 indoor user guide 9.6. Luettu 11.2.2014.

<https://support.ruckuswireless.com/documents/295-zoneflex-release-9-6-indoor-ap-user-guide/download>