

Tuomo Kilpeläinen

Langattoman verkon käyttöönotto ja ylläpito

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tietotekniikka

Insinööriytyö

13.5.2013

Tekijä Otsikko	Tuomo Kilpeläinen Langattoman verkon käyttöönotto ja ylläpito
Sivumäärä Aika	46 sivua + 2liitettä 13.5.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	tietotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	tietoverkot ja tietoliikenne
Ohjaajat	toimitusjohtaja Jari Vanhanen yliopettaja Matti Puska
<p>Tämän insinööriyön tavoitteena oli rakentaa yrityskäyttöön suunniteltu langaton verkko sekä dokumentoida verkon suunnitteluun ja käyttöönottoon kuuluvat toimenpiteet niin, että langattomiin verkkoihin perehtynyt henkilö voi toistaa verkon työtä seuraamalla. Dokumentoitua verkkoa ei sellaisenaan rakennettu kenellekään asiakkaalle, vaan verkko räätälöidään aina asiakkaiden tarpeiden ja toiveiden mukaan.</p> <p>Työssä on käytetty laitevalmistaja Motorolan RFS6000- ja RFS7000-kontrollereita, Motorolan WING 5.4 -arkkitehtuuria, sekä arkkitehtuurin kanssa yhteensopivia Motorolan AP-6521-tukiasemia. Motorolan kontrollerit ovat yrityskäyttöön suunniteltuja kytkimiä, joilla voidaan hallita keskitetysti käyttäjä- ja laitemäärältään suuria, eri toimipisteissä sijaitsevia langattomia verkkoja.</p> <p>Langattoman verkon käyttöönoton työvaiheet pääpiirteissään ovat tukiasemien liittäminen kontrolleriin, laitteistoprofiilien luonti, langattomien verkkojen määrittäminen ja liittäminen profiileihin, RF-domainien määrittäminen sekä verkon dokumentoiminen ja ylläpitäminen.</p>	
Avainsanat	WLAN, käyttöönotto, ylläpito

Author Title	Tuomo Kilpeläinen Deployment and maintenance of Wireless LAN
Number of Pages Date	46 pages + 2 appendices 13 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Information Technology
Specialisation option	Information and Communications Technology
Instructors	Jari Vanhanen, Managing Director Matti Puska, Principal Lecturer
<p>The goal of the project described in this thesis was to design and deploy wireless local area network aimed for enterprise usage. The procedures which were designed and deployed are documented so that this thesis alone can be used to reproduce a similar network and tailor it according to customers' needs. The documented network covers all the basic features of typical deployment making this this thesis ideal reference for future WLAN projects.</p> <p>The equipment used in this project were Motorola's RFS6000 and RFS7000 controllers and Motorola's AP-6521 access points which all are compatible with Motorola's WiNG 5.4 architecture. Both RFS6000 and RFS7000 are controllers designed for enterprise level deployments. These controllers can upkeep vast networks and numerous users and devices from multiple locations while still maintaining single point management.</p> <p>In conclusion, the procedures described in this documentation are access point adoption, creation of profiles, establishment of RF-domains and wireless local area networks, combining these elements for successful deployment and documenting and maintaining the deployed network.</p>	
Keywords	WLAN, deployment, management

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Langaton lähiverkko	2
2.1	Topologiat	2
2.1.1	Monipisteyhteys	2
2.1.2	Point-to-Point-silta	2
2.2	Standardit	3
2.3	Liikenteen ja verkkoavainten salausteknologiat	4
2.3.1	Wired Equivalent Privacy	4
2.3.2	Wi-Fi Protected Access	4
2.3.3	Counter Mode Encryption with CBC-MAC Data Origin Authenticity Protocol	5
2.4	Radio- ja antennitekniikka	5
2.4.1	Signaalin kantavuus ja voimakkuus	5
2.4.2	Muut signaaliin vaikuttavat tekijät	6
2.4.3	Kanavat	6
2.4.4	Ympärisäteilevät antennit	7
2.4.5	Suunta-antennit	8
2.5	Keskitetty hallintamalli	8
2.5.1	Network Operations Center -malli	9
2.5.2	Toimintaperiaate	10
3	Käytettävä laitteisto	12
3.1	RFS7000	12
3.1.1	Laitteen fyysiset liitännät	12
3.1.2	Käyttöliittymät	13
3.2	AP-6521	13
3.3	MC75A	14
4	Tukiasemien hyväksyminen	15
4.1	Tukiasemien hyväksyminen käyttäen DHCP:tä	15
4.1.1	Optio numero 191	16

4.1.2	Optiot numero 189 ja 192	17
4.2	Tukiasemien hyväksyminen ilman DHCP-optioita	17
4.2.1	Hyväksyminen käyttäen nimipalvelua	17
4.2.2	Hyväksyminen esiasennuksen avulla	18
5	Kontrollerin perusasetukset	19
5.1	Hallintayhteyden muodostaminen	19
5.2	Lisenssit	20
5.3	Laitteistoprofiilit	21
5.3.1	Virtuaalilähiverkon luonti	23
5.3.2	Langattoman verkon luonti	24
5.3.3	Langattoman verkon määrittäminen profiiliin	27
5.4	Oletusprofiilit	28
5.5	Profiilien valinnan automatisointi	29
5.6	Profiilien ylikirjoitus	30
5.7	RF-domainit	31
5.8	Ilmasilta	34
6	Yleisimmät ylläpito-ominaisuudet	35
6.1	Laitteiden ylläpito	36
6.2	Syslogin ja NTP:n käyttöönotto	40
6.3	Kokoonpanon varmuuskopiointi	41
6.4	Kokoonpanon dokumentointi	43
7	Päätelmät	44
	Lähteet	45
	Liitteet	
	Liite 1. Motorola AP-6521-tukiasema tunnuslukuina	
	Liite 2. RFS7000-kontrolleri tunnuslukuina	

Lyhenteet

AAP	<i>Adaptive Access Point</i> . Itsenäiseen toimintaan pystyvä tukiasema.
AES	<i>Advanced Encryption Standard</i> . Salausmenetelmä.
AP	<i>Access Point</i> . Tukiasema.
ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange</i> . Merkitistö.
Cat5	<i>Category 5 cable</i> . Parikaapeli.
CCMP	<i>Counter Cipher Mode with Block Chaining Message Authentication Code Protocol</i> . Lohkosalausmenetelmä.
DHCP	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i> . IP-asetusten jakojärjestelmä.
DNS	<i>Dynamic Name System</i> . Nimipalvelujärjestelmä.
DSSS	<i>Direct-Sequence Spread Spectrum</i> . Suorasekvenssitekniikka.
GE	<i>Gigabit Ethernet</i> . Ethernet-verkkotekniikka.
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i> . Web-protokolla.
HTTPS	<i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i> . Turvattu web-protokolla.
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> . Standardointijärjestö.
ISM	<i>Industrial, Scientific, Medical</i> . Vapaasti käytettävissä oleva taajuusalue.
LAN	<i>Local Area Network</i> . Lähiverkko.
MAC	<i>Media Access Control</i> . Kaistanvaraus.
MIMO	<i>Multiple-Input Multiple-Output</i> . Monilähetintekniikka.

MINT	<i>Medium Independent Network Transport.</i> Hallintaprotokolla.
NTP	<i>Network Time Protocol.</i> Kellon synkronointiprotokolla.
OFDM	<i>Orthogonal Frequency-Division Multiplexing.</i> Moniaaltomodulointi.
OSI	<i>Open Systems Interconnection.</i> Tietoliikenteen referenssimalli.
PoE	<i>Power over Ethernet.</i> Virranjakojärjestelmä.
RC4	<i>Rivest Cipher.</i> Jonosalaus.
RF	<i>Radio Frequency.</i> Radiotaajuus.
SFP	<i>Small Form-Factor Pluggable.</i> Lähetintyyppi.
SSH	<i>Secure Shell.</i> Sovelluskehysten salausmenetelmä.
SSID	<i>Service Set Identifier.</i> Langattoman verkon tunnus.
TKIP	<i>Temporal Key Integrity Protocol.</i> WEP-tietoturvaparannukset.
UDP	<i>User Datagram Protocol.</i> Yhteydetön kuljetusprotokolla.
U-NII	<i>The Unlicensed National Information Infrastructure.</i> Vapaasti käytettävät taajuualueet.
URL	<i>Uniform Resource Locator.</i> Web-osoite.
USB	<i>Universal Serial Bus.</i> Sarjaliitäntä.
VLAN	<i>Virtual Local Area Network.</i> Virtuaaliverkko.
WEP	<i>Wired Equivalent Privacy.</i> 802.11 salausmenetelmä.
WiNG	<i>Wireless Next Generation.</i> Motorolan arkkitehtuuri.

WLAN *Wireless Local Area Network*. Langaton lähiverkko.

WPA *Wi-Fi Protected Access*. 802.11-tietoturvalaajennus.

1 Johdanto

Insinööriyössä perehdytään Motorolan RFS6000- ja RFS7000-kontrollereissa käytettävään arkkitehtuuriin, WiNG 5.4:ään eli Wireless Next Generationiin (WiNG 2012). Motorolan RFS6000 ja RFS7000 ovat yrityskäyttöön suunnattuja kytkimiä, joilla voidaan hallita suuria, jopa 96 000 käyttäjää palvelevia langattomia verkkoja, jotka voivat sijaita eri toimipisteissä. WiNG 5.4 on arkkitehtuuri, joka mahdollistaa langattomien verkkojen käyttöönoton ja hallinnan joko Flash-pohjalle rakennetun selainkäyttöliittymän avulla tai vaihtoehtoisesti suoraan komentoriviltä.

Toimeksiantaja

Insinööriyöni toimeksiantajana on Viilee.net Oy. Yritys on helsinkiläinen ohjelmistotalo, joka valmistaa tietojärjestelmäsovelluksia ja asentaa niiden käyttöön tarvittavia tietoliikennejärjestelmiä. Yrityksen pääsääntöisiä asiakkaita ovat kaupan alan yksittäismyymälät ja ketjut.

Insinööriyön tavoite

Insinööriyön tavoitteena on suunnitella ja käyttöönottaa langaton verkko käyttäen Motorolan RFS7000-kontrolleria ja AP-6521-tukiasemia. Verkkoa tullaan käyttämään pääsääntöisesti Motorolan MC75A-käsipäätteillä. Verkon tarkoitus on palvella langattomia käsipäätteitä sekä mahdollistaa ilmasiltojen käyttö. Tukiasemien asetukset ajetaan automaattisesti ja ylläpito tapahtuu etähallintana. Langaton verkko suunnitellaan siten, että se skaalautuu aina yhden toimipisteen pienyrityksistä kansainvälisiin ketjuihin, joiden toimipisteet voivat sijaita maantieteellisesti etäällä toisistaan. Dokumentoin verkon suunnitteluun ja käyttöönottoon kuuluvat toimenpiteet, minkä pohjalta luotua mallia voidaan käyttää uusissa projekteissa.

2 Langaton lähiverkko

Luvun kaksi alaluvuissa esittelen teorioita ja standardeja, jotka mielestäni kuuluvat langattoman verkon suunnittelussa, käyttöönotossa ja ylläpidossa tarvittaviin perustietoihin.

2.1 Topologiat

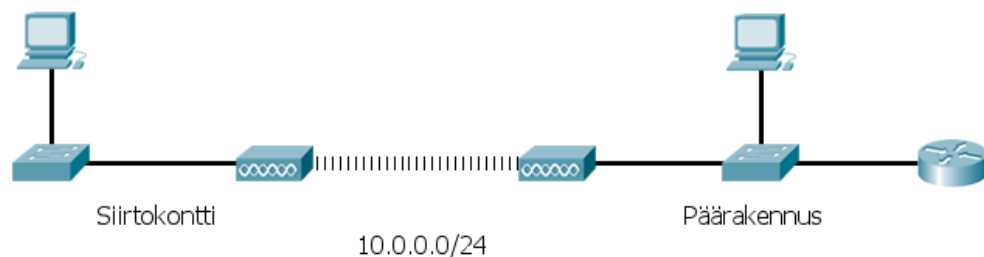
2.1.1 Monipisteyhteys

Perinteisimmillään langattomalla verkolla tarkoitetaan fyysisesti lähiverkkoon liitettyjä tukiasemia, jotka mahdollistavat langattomilla verkkokorteilla varustettujen päätelaitteiden liittämisen lähiverkkoon ilman erillistä kaapelointia (Geier 2005, 38).

Monipisteyhteudessa päätelaitteen verkkokortti muodostaa yhteyden lähimpään tukiasemaan ja saa näin yhteyden lähiverkon palveluihin sekä käyttäjiin. Mikäli päätelaite siirretään alueelle, jossa samaa langatonta verkkoa mainostava toinen tukiasema tarjoaa vahvemman signaalin, liittyy päätelaite tähän tukiasemaan parhaan mahdollisen yhteyden ylläpitämiseksi. (Mts. 38.)

2.1.2 Point-to-Point-silta

Jos asennuskohteen lähiverkon fyysinen kaapelointi ei kata jokaisen tukiaseman sijaintia, voidaan osalta kaapelitöistä välttyä käyttämällä kahden tai useamman tukiaseman välille muodostettua siltaa. Kuvion 1 esimerkissä päärakennuksen lähiverkon laitteet on yhdistetty sillan avulla tilapäisenä toimistona toimivan siirtokontin verkkolaitteisiin. Sillan käyttöä kannattaa harkita eritoten tilanteissa, joissa lähiverkon kaapelointi ei ole kustannustehokasta.



Kuvio 1. Päärakennuksen lähiverkkoa on jatkettu ilmasillan avulla siirtokontissa oleviin tiloihin.

Samassa aliverkossa olevien siltaavien tukiasemien välinen liikenne toimii automaattisesti MAC-osoitteiden (Media Access Control) avulla, mutta mikäli sillan toinen pää käyttää eri aliverkkoa, tarvitaan reitittämiseen kykenevä verkkolaite. Siltaavissa tukiasemissa voidaan käyttää ympärisäteileviä antennuja, mutta tukiasemien etäisyyden kasvaessa päästään suuntaavilla antennilla parempiin yhteysnopeuksiin. (Puska 2005, 176–177.)

2.2 Standardit

Seuraavaksi esittelen lyhyesti kolme Institute of Electrical and Electronics Engineersin (IEEE) ratifioimaa standardia. Tässä insinööriyössä käytettävä standardi on 802.11g.

IEEE 802.11b

Vuonna 1999 IEEE:n ratifioima 802.11b on alkuperäisen vuonna 1997 julkaistun 802.11-standardin toinen kehitysaskel. 802.11b nosti langattomien verkkojen bittinopeuden kahdesta Mbit/s:stä yhteentoista Mbit/s:iin. 802.11b käyttää ainoastaan 2,4 GHz:n radiotaajuutta ja suorasekvenssihajaspektritekniikkaa eli Direct-Sequence Spread Spectrumia (DSSS). (Puska 2005, 15–16.)

IEEE 802.11g

802.11g on vuonna 2003 ratifioitu standardi, joka mahdollistaa bittinopeuden 54 Mbit/s. Bittinopeus 54 Mbit/s oli saavutettu jo 802.11a:n avulla, mutta koska kyseinen standardi käytti 5 GHz U-NII (Unlicensed National Information Infrastructure) -taajuuksia, rajoittui sen käyttö lähinnä Pohjois-Amerikkaan. Erotan 802.11a:sta 802.11g käyttää 2,4 GHz:n ISM (Industrial, Scientific, Medical) -taajuutta, ja tämän ansiosta sen käyttö tuli mahdolliseksi myös Euroopassa. (Puska 2005, 15–16.)

IEEE 802.11n

802.11n on IEEE:n vuonna 2009 ratifioima standardi, joka käyttää sekä 2,4 GHz:n että 5 GHz:n radiotaajuuksia. Uutena ominaisuutena verrattuna aikaisempiin 802.11b- ja 802.11g-standardiin, 802.11n tukee multiple-input multiple-output (MIMO) -järjestelmää, jossa lähetettävä bittivirta voidaan jakaa useammalle antennille. Myös käytettävien ka-

navien kaistanleveyttä kasvatettiin 20 MHz:stä 40 MHz:iin. Edellä mainittujen muutoksien ansiosta 802.11n-verkossa voidaan saavuttaa huomattavasti suurempia bittinopeuksia. (IEEE 802.11n-2009.)

2.3 Liikenteen ja verkkoavainten salausteknologiat

2.3.1 Wired Equivalent Privacy

WEP (Wired Equivalent Privacy) on joko 40- tai 104-bittiseen avaimen perustuva symmetrinen salausmenetelmä. Käytettäessä WEP-salausta käytössä olevaa avainta ei koskaan lähetetä verkon yli, sen sijaan WEP-tunnistuksessa käytetään menetelmää, jossa yhteyspiste lähettää päätelaitteen pyynnöstä satunnaisen haastetekstin. Päätelaite salaa haastetekstin omalla avaimella ja lähettää sen takaisin yhteyspisteelle. Yhteyspiste purkaa takaisin saamansa haasteen omalla avaimella ja vertaa sitä lähettämäänsä haasteeseen. Mikäli haastetekstit ovat identtiset, tunnistus hyväksytään. (Puska 2005, 74.)

WEP-salausta ei voida käyttää tietoturvakriittisissä verkoissa, koska salauksen purkaminen onnistuu yleisesti saatavilla olevilla ohjelmilla riippuen verkon kuormasta, jopa muutamassa minuutissa. Vaikka WEP ei tarjoa samaa tietoturvaa kuin uudemmat salausmenetelmät, kuten WPA 1.0 (Wi-Fi Protected Access) ja WPA 2.0, voidaan sitä käyttää päätelaitteen tunnistukseen. Nykyaikaisilla päätelaitteilla, kuten matkapuhelimilla tai kannettavilla tietokoneilla salaamattomaan langattomaan verkkoon liittyminen on helppoa eikä vaadi juurikaan tuntemusta tietotekniikasta. Tästä syystä jo yksinkertaisella salauksella voidaan estää suurin osa luvattomasta käytöstä. (Mts. 81–82.)

2.3.2 Wi-Fi Protected Access

Wi-Fi Protected Access on Wi-Fi Alliances-standardi. WPA:n ominaisuuksiin kuuluvat dynaamiset avaimet ja kaksisuuntainen todennus. Ajoittain vaihtuvat dynaamiset avaimet tekevät WPA-salauksen murtamisesta vaikeampaa kuin sen edeltäjän WEP-salauksen murtaminen oli. Alkuperäinen WPA 1.0 on yhteenveto IEEE:n ratifioimasta 802.11i-standardista. (Geier 2005, 184.)

Eroten edeltäjästään WPA 2.0 on täysin yhteensopiva 802.11i-standardin kanssa. WPA 2.0 mahdollistaa myös WPA 1.0:n käyttämän TKIPin (Temporary Key Integrity Protocol) ja sen käyttämä RC4:n (Rivest Cipher 4) korvaamisen turvallisemmalla CCMP:llä (Counter Mode Encryption with CBC-MAC Data Origin Authenticity Protocol). (Mts. 184.)

2.3.3 Counter Mode Encryption with CBC-MAC Data Origin Authenticity Protocol

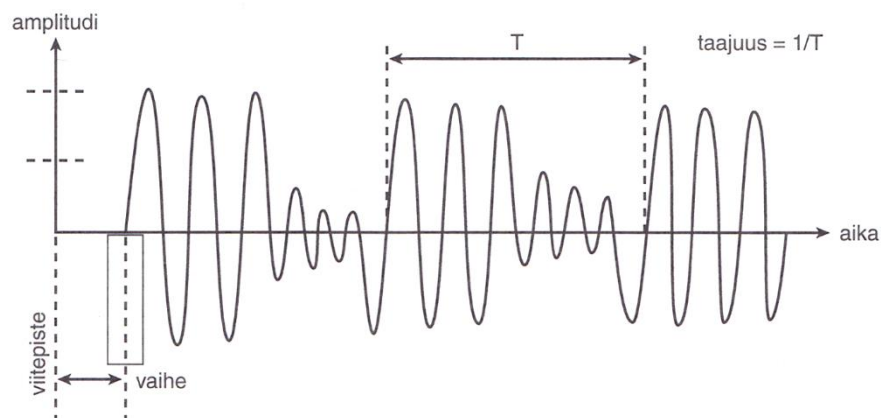
CCMP on vahvalla AES (Advanced Encryption Standard) -salauksella toteutettu lohko-salaus, joka käyttää Rijndael-algoritmia sekä 128, 192 ja 256 bitin salausavainta. (Puska 2005, 84.)

CCMP-lohkosalauksen heikkoutena on AES-salaukseen vaadittavan prosessoritehon kulutus verrattuna aikaisempaan TKIP-järjestelmään. Käytännössä AES vaatii toimiakseen rinnakkaisen prosessorin, minkä takia vanhempi laitteisto ei välttämättä pysty hyödyntämään CCM-lohkosalausta edes ohjelmistopäivityksen jälkeen. (Geier 2005, 184.)

2.4 Radio- ja antennitekniikka

2.4.1 Signaalin kantavuus ja voimakkuus

Työssä käytettävät laitteistot hyödyntävät tiedonsiirrossa radiotaajuuksilla toimivia signaaleja. Nämä signaalit ovat sähkömagneettisia aaltoja, joiden peruskomponentteihin kuuluvat taajuus, vaihe ja amplitudi. Peruskomponentit on havainnollistettu kuviossa 2. (Geier 2005, 70.)



Kuvio 2. Signaali esitettynä aika-amplitudi-akselilla (Geier 2005, 71).

Taajuus ilmaisee, kuinka monta kertaa signaali ehtii värähdellä yhdessä sekunnissa. Taajuuden yksikkönä käytetään hertsiä, mutta koska varsinkin tietoliikenteessä käytettävät taajuudet ovat suuria, lisätään yksikön eteen tarvittava kerrannaisyksikkö, kuten esimerkiksi 2,4 GHz. Aallonpituus ilmaisee yhden värähtelyn pituuden. Vaihe on kahden aallon tai aallon ja viitepisteen välinen ero. (Mts. 72.)

Amplitudi ilmaisee signaalin voimakkuuden, ja voimakkaampi signaali vaatii tehokkaamman signaalin lähettäjän. Signaalin amplitudi vaimenee logaritmisesti signaalin edetessä väliaineessa, kuten ilma, tämän takia signaalin tehotasoja käsitellään logaritmisella desibeliasteikolla. (Puska 2005, 54.) Väliaineena toimivan ilman lisäksi signaalin kantavuuteen vaikuttavat myös rakenteet, jotka signaali joutuu läpäisemään. Puurakenteisessa rakennuksessa yksittäinen tukiasema voi hyvin kuulua useamman seinän läpi, kun taas raskaammat rakenteet, esimerkiksi metalli ja betoni, vaimentavat signaalia paljon tehokkaammin.

2.4.2 Muut signaaliin vaikuttavat tekijät

Luonnollisen vaimenemisen lisäksi signaalin laatu saattaa kärsiä myös ulkoisista tekijöistä. Yksi ulkoisista tekijöistä on interferenssi. Interferenssi on tapahtuma, jossa tukiaseman kuuluvuusalueella on radiosignaalia lähettävä laite, joka käyttää samaa taajuutta ja vaihetta kuin langattoman verkon laitteet. Interferenssiä voi hallita sammuttamalla mahdollisuuksien mukaan langattomaan verkkoon kuulumattomia säteilijöitä. (Geier 2005, 73–74.) Interferenssi kannattaa huomioida myös langattomia verkkoja suunniteltaessa, koska asennuskohteesta riippuen interferenssin määrä saattaa vaihdella 2,4 GHz:n ja 5 GHz:n taajuuksilla.

Toinen yleisesti signaalin laatuun vaikuttava tekijä on heijastuminen. Heijastumisesta puhutaan silloin, kun asiakaslaitteen ja tukiaseman välinen signaali ei kulje kokonaisuudessaan samaa reittiä, vaan osa siitä heijastuu kuuluvuusalueella olevista seinistä ja esineistä tullen perille viiveellä. Heijastumista aiheuttavien pintojen poistaminen voi olla hankalaa, mutta ongelmaa voi yrittää lieventää joko sijoittamalla tilan tukiasemat uudelleen tai käyttämällä tukiasemia, joissa on useampi antenni ja ohjelmisto, joka osaa ottaa käyttöön vastaanotetuista signaaleista paremman. (Mts. 74–76.)

Heijastumisen, kuten myös interferenssin, kasvaessa virheitten määrä signaalin moduloinnissa kasvaa. Moduloinnissa syntyneet virheet huomataan virheentarkistuksessa, minkä jälkeen väärin vastaanotetut datakehukset joudutaan lähettämään uudestaan. (Mts. 74.)

2.4.3 Kanavat

Insinööriyössä käytettävä 802.11g-standardi käyttää taajuuskanavoinnissa monikantoaaltomodulointia eli Orthogonal Frequency Division Multiplexausta (OFDM). OFDM

mahdollistaa Suomessa kolme rinnan käytettävää toisistaan erillään olevaa kanavaa. (Puska 2005, 40.)

Toisistaan erillään olevat kanavat 1, 6 ja 11 mahdollistavat kanavien määrittelyn tukiasemiin siten, että yleisesti käytössä olevien ympärisäteilevien antennien kentät voivat leikata toisensa ilman häiriöitä (mts. 40).

2.4.4 Ympärisäteilevät antennit

Ympärisäteilevä antenni on nimensä mukaisesti antenni, jonka on tarkoitus lähettää ja vastaanottaa radiosignaalia ympäriltään. Ympärisäteileviä antennejä voidaan käyttää tilanteissa, joissa tukiasema tai tukiasemat sijoitetaan katettavien alueiden keskeisiin pisteisiin. Yleisiä ympärisäteileviä antennityyppejä ovat dipoli-, levy- ja sauva-antennit. (Puska 2005, 60–63.)

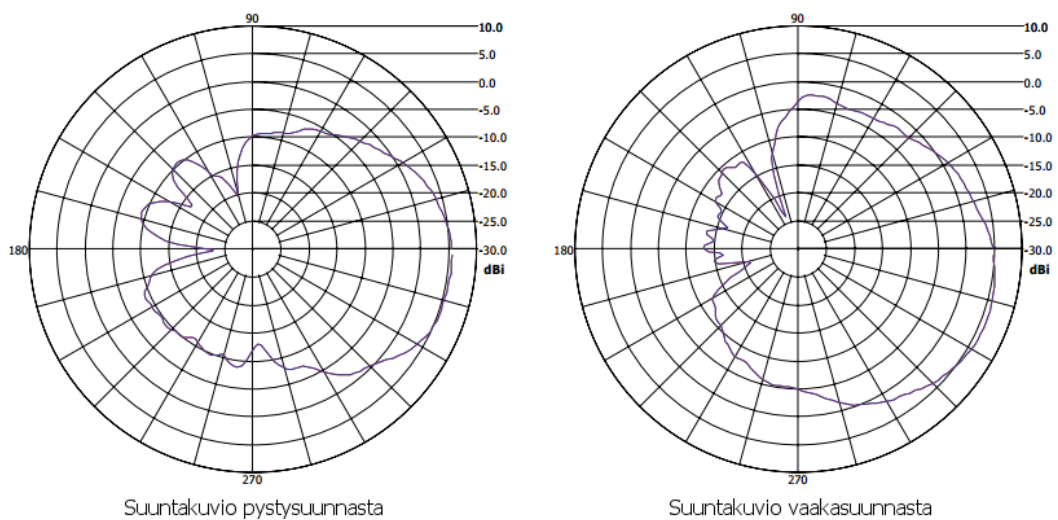
Vaikka ympärisäteilevät antennit lähettävät ja vastaanottavat signaalia ympäriltään, tulee niiden asettelussa ottaa huomioon mahdolliset vaaka- ja pystysuorat erot. Kuviossa 3 on Motorolan ympärisäteilevä dipoliantenni ML-2452-APA-01. Rakenteensa ansiosta sen pystysuuntainen lähetyskuviot on huomattavasti vaakasuuntaista lähetyskuviota kaapeampi, ja se muodostaa katvealueen antennin juuren suuntaan. Tämän takia antenni kannattaa asentaa osoittamaan alaspäin. Antennin vahvistus on 3,41 dBi. (Enterprise Wireless LAN Antenna, 2011.)



Kuvio 3. Tukiasema AP-6521 ja ML-2452-APA2-01-dipoliantennit.

2.4.5 Suunta-antennit

Ympärisäteilevästä antennista poiketen suunta-antennit on suunniteltu lähettämään ja vastaanottamaan radiosignaalia kapeammalla keilalla kuin ympärisäteilevät antennit. Kuviossa 4 näkyvät Motorolan ML-2499-7PNA2-01R-paneeliantennin suuntakuviot. ML-2499-7PNA2-01R-suunta-antennin valmistajan ilmoittama vahvistus on 6,5 dBi:ä, mutta sen -3 dB:n kulmaksi vaaka- ja pystytasossa on ilmoitettu vain 60°. Antennin pysty- ja vaakasuuntakuviot eivät ole identtiset, mikä tulee huomioida antennia asennettaessa. (Enterprise Wireless LAN Antenna 2011.)



Kuvio 4. ML-2499-7PNA2-01R-paneeliantennin suuntakuviot (Enterprise Wireless LAN Antenna 2011, muokattu).

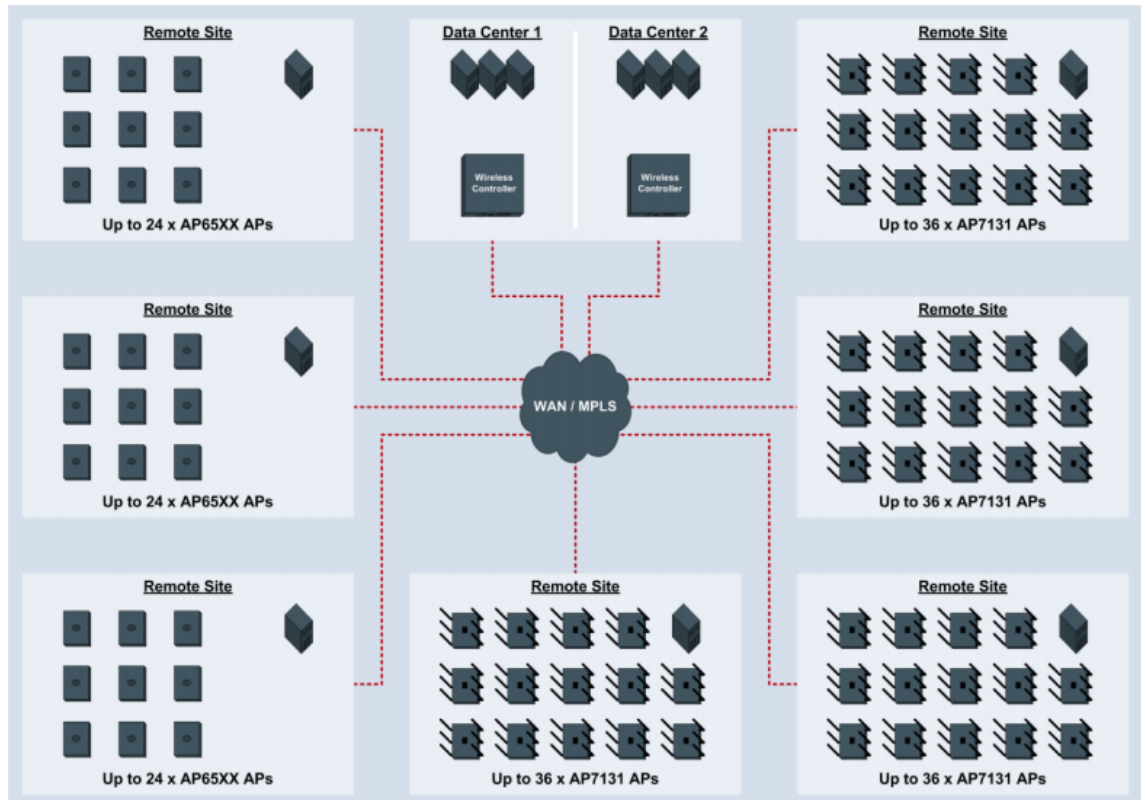
Jos suuntaavaa antennia käytetään ilmasillan muodostamiseen, pitää sillan kumpikin pää rakentaa saman valmistajan antennilla. Kun suuntaavaa antennia käytetään monipisteyhteyden muodostamiseen, tulee huomioida myös asiakaslaitteen lähetysteho. (Puska 2005, 63.)

2.5 Keskitetty hallintamalli

Seuraavissa luvuissa tutustaan keskitettyyn langattomien verkkojen hallintamalliin ja sen toimintaperiaatteeseen Motorolan WiNG 5.4 -ympäristössä.

2.5.1 Network Operations Center -malli

Keskitetyllä langattomien verkkojen hallinnalla tarkoitetaan mallia, jossa langattomien verkkojen tukiasemat ovat yhteydessä yhteen kontrolleriin tai kontrolleriryhmään, joka sijoitetaan hallintakeskukseen eli NOC:iin (Network Operations Center) tai konesaliin (kuvio 5). Motorola käyttää keskitetystä langattomien verkkojen hallintamallista nimitystä NOC-malli. (WiNG 5.X How-To Guide NOC Deployments 2012, 4.)



Kuvio 5. Motorolan NOC-malli (WiNG 5.X How-To Guide NOC Deployments 2012, 4).

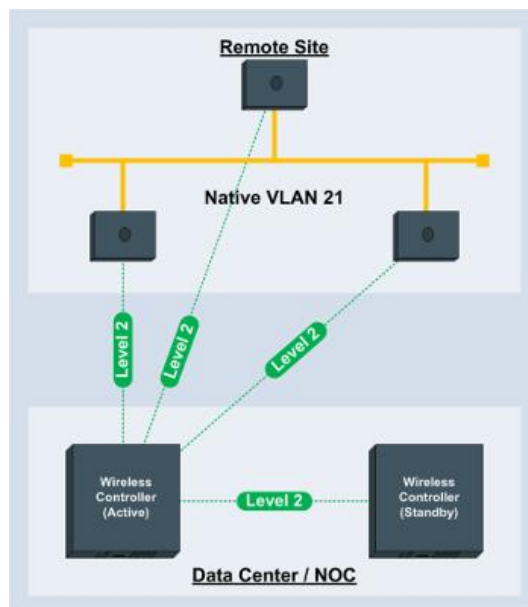
NOC-mallin etuja verrattuna niihin malleihin, joissa jokaisella kohteella on oma kontrollerinsa tai malliin, jossa tukiasemat toimivat itsenäisesti, ovat hyvä skaalautuvuus ja keskitetty hallinta. Motorolan NOC-malli skaalautuu aina 4096 erilliseen asennuskohteeseen eli RF-domainiin, jossa kussakin voi olla enimmillään 24 AP65xx-tukiasemaa tai 36 AP71x1-tukiasemaa. Mikäli asennuskohteeseen tulee enemmän tukiasemia, kannattaa RF-domain pilkkoa pienempiin osiin, esimerkiksi eri rakennuksiin tai kerroksiin. (Mts. 4.)

NOC-mallissa liikenne reititetään paikallisesti kussakin RF-domainissa, mikä vähentää kontrollerin ja RF-domainin aiheuttamaa kuormitusta kohteen tietoliikenneyhteyksille.

Paikallisesti tapahtuva reititys mahdollistaa mallin käyttöönoton myös kohteissa, joissa tietoliikenneyhteydet ovat rajalliset. (Mts. 4.)

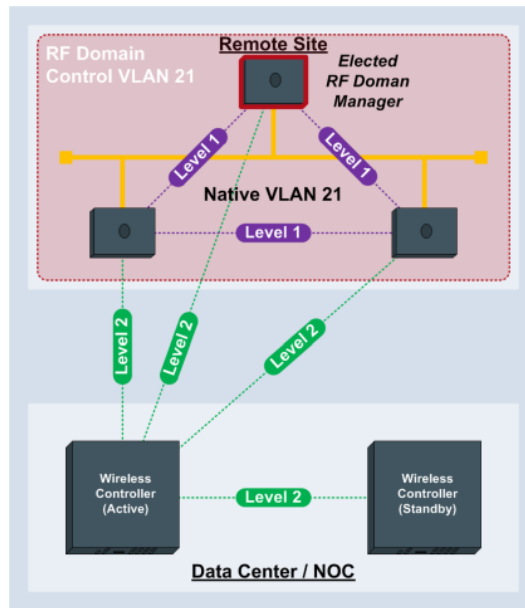
2.5.2 Toimintaperiaate

Motorolan NOC-malli perustuu MINT-tason (Medium Independent Network Transport) yksi ja kaksi linkkeihin. Kun asennuskohteen tukiasemat käynnistetään, muodostavat ne ensin MINT-tason kaksi yhteyden kontrolleriin käyttäen joko DHCP:n (Dynamic Host Configuration Protocol) tai DNS:n (Dynamic Name System) kautta saatuja tai manuaalisesti määriteltyjä hyväksymistietoja (engl. adoptio information) (kuvio 6). (WiNG 5.X How-To Guide NOC Deployments 2012, 5.)



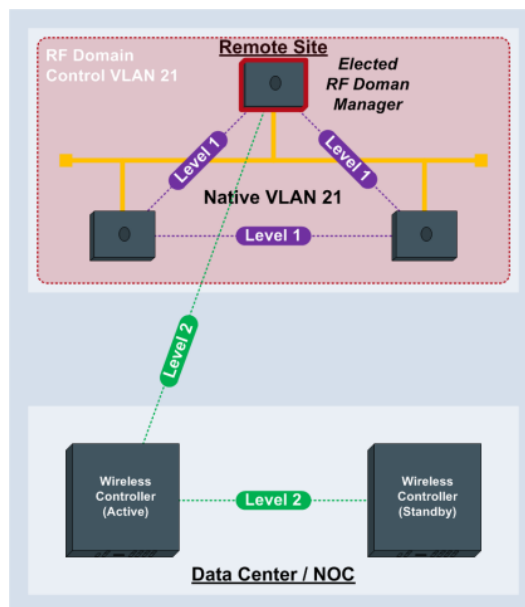
Kuvio 6. MINT-tason kaksi yhteydet tukiasemista kontrollerille (WiNG 5.X How-To Guide NOC Deployments 2012, 4).

Kun MINT-tason kaksi yhteys on muodostettu ja kontrolleri on varmistanut, että tukiasema käyttää yhteensopivaa ohjelmistoversiota, lataa kontrolleri tukiasemille asetukset sekä RF-domainin. Kun tukiasemat ovat saaneet asetuksensa ja RF-domainin, muodostavat ne RF-domainin sisällä MINT-tason yksi yhteydet toistensa välille. Tämän jälkeen tukiasemat valitsevat RF-domain -managerin (kuvio 7). (Mts. 6.)



Kuvio 7. RF-domainin sisällä muodostetut MINT-tason yksi yhteydet (WiNG 5.X How-To Guide NOC Deployments 2012, 6).

Kun RF-domain -manageri on valittu, tiputtavat tukiasemat manageria lukuun ottamatta MINT-tason kaksi yhteyden kontrollerille. Tämän jälkeen RF-domain -manageri vastaa kontrollerin ja kyseisen RF-domainin välisestä ylläpitoliikenteestä (kuvio 8). (Mts. 7.)



Kuvio 8. Lopputilanne, jossa vain RF-domain -manageri säilyttää suoran yhteyden kontrollerille (WiNG 5.X How-To Guide NOC Deployments 2012, 7).

3 Käytettävä laitteisto

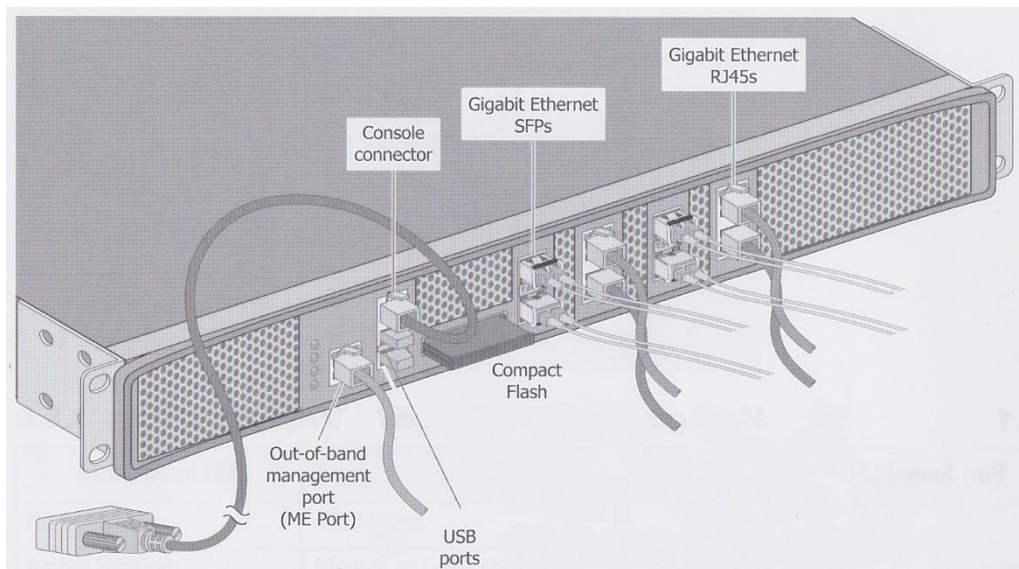
Luvun kolme alaluvuissa esittelen pääpiirteittäin työssä käytettävän laitteiston.

3.1 RFS7000

Motorolan RFS7000 on langattomien verkkojen hallinnointiin suunniteltu kontrolleri. Kontrollerissa voidaan käyttää Motorolan WiNG 5.4 -arkkitehtuuria. Motorolan RFS7000 on yrityskäyttöön suunnattu laite, ja sillä voidaan hallita suuria, jopa 96 000 käyttäjää palvelevia langattomia verkkoja, jotka voivat sijaita eri toimipisteissä. (RFS7000 Wireless RF Switch 2013.)

3.1.1 Laitteen fyysiset liitännät

Laitteen fyysiset liitännät on sijoitettu virtaliitintää lukuun ottamatta etupaneeliin. Verkoliitintöjä varten etupaneelissa on neljä Gigabit Ethernet (GE) -porttia ja neljä Small form-factor pluggable (SFP) -porttia. Poiketen RFS6000-mallista kontrollerin ethernet-portit eivät tue Pover over Ethernetiä (PoE). (RFS7000 Series RF Switch Installation Guide, 2008.)



Kuvio 9. RFS7000-kontrollerin fyysiset liitännät (RFS7000 Series RF Switch Installation Guide 2008).

Hallintaliitäntää varten etupaneelissa on konsoliportti sekä Out-of-band -hallintaportti. Kontrolleriin voidaan myös liittää yksi Compact Flash -kortti ja kaksi USB-muistia (Universal Serial Bus). Fyysisten liitäntöjen sijoittelu on havainnollistettu kuviossa 9.

3.1.2 Käyttöliittymät

Kontrollerin hallinta onnistuu joko komentorivipohjaisen Cisco IOS:n avulla tai graafisen verkkokäyttöliittymän avulla. Graafisen verkkokäyttöliittymän käyttö edellyttää selaimen, kuten Microsoft Internet Explorerin tai Mozilla Firefoxin käyttöä. Komentorivipohjaista käyttöliittymää voidaan etähallita Secure Shellin (SSH) tai Telnet-asiakasohjelman avulla sekä paikallisesti suoraan konsoliportista pääte-emulaattorin kanssa.

WiNG 5.4:n graafinen verkkokäyttöliittymä perustuu Flash-teknologiaan, mikä tulee huomioida selainta valittaessa. Selaimesta pitää löytyä Flash-liitäntä. Graafista verkkokäyttöliittymää voidaan käyttää perinteisen HTTP-protokollan yli (Hypertext Transfer Protocol), mutta suojatun HTTPS-protokollan (Hypertext Transfer Protocol Secure) käyttö on suositeltavaa, jos yhteys otetaan julkisessa verkossa. (Motorola Solutions WiNG 5.2.2 Access Point System Reference Guide 2012.)

Laajalti tunnetun Ciscon IOS -käyttöliittymän sijaan tässä insinööriyössä perehdytään vähemmän tunnettuun graafiseen verkkokäyttöliittymään. Tietoturvasyistä kaikki työssä käyttämäni kuvionkaappaukset verkkokäyttöliittymästä on otettu tuotantolaitteiden sijasta kehitysympäristön RFS6000-kontrollerista.

3.2 AP-6521

Insinööriyössä käytetään Motorolan WiNG 5.4 yhteensopivia tukiasemia AP-6521-60010-WR ja AP-6521-60020-WR. Adaptiivisena tukiasemana AP-6521-mallia voidaan käyttää myös ilman kontrolleria (WiNG 5.4 Cheat Sheet RF Domain Manager vs. Virtual Controller vs. Standalone AP 2011). Tällöin laitteen hallinta onnistuu joko verkkokäyttöliittymän tai konsoliliittymän kautta. AP-6521-60020-WR-tukiasema (kuvio 10) käyttää ulkoisia antennejä. Toisin sanoen käytettävät antennit voidaan valita asennuskohteen asettamien vaatimusten mukaan. Motorolan AP-6521-60010-WR on varustettu sisäisillä ympärisäteilevillä antennilla. AP-6521-mallin fyysisiin liitäntöihin kuuluu GE/PoE-verkkoportti, konsoliportti sekä pinnit 48 voltin tasavirtalähteelle. (AP-6521 Series Access Point Installation Guide 2011.)



Kuvio 10. Motorolan AP-6521-tukiasema.

Power over Ethernet mahdollistaa keskitetyn virranjakelun tukiasemille, mikä helpottaa langattoman verkon asennusta sekä vianhallintaa. Keskitetyssä järjestelmässä tukiasemat voidaan tarvittaessa sammuttaa keskitetysti. Myös tukiasemien kaapelointi yksinkertaistuu, kun käyttöjännite voidaan syöttää Cat5-kaapelia (Category 5 Cable) tai sitä parempaa kaapelia käyttäen. Kytkimen sijasta voidaan Power over Ethernetiä hyödyntää myös käyttämällä erillisiä virtainjektoreita. AP-6521:n tehonkulutus on maksimissaan 12,95 wattia, mikä tarkoittaa 270 milliampeeria 48 voltin jännitteellä (AP-6521 Series Access Point Installation Guide 2011). Jos virransyöttö tehdään kytkimen avulla, tulee tukiasemien yhteenlaskettu virrankulutus ottaa huomioon. Tukiaseman tarkemmat tiedot ovat liitteessä 1.

3.3 MC75A

Insinööriyön langaton verkko suunnitellaan Motorolan MC75A-käsipäätteitä varten, mutta koska kyseinen laite käyttää IEEE 802.11g-standardia, voidaan verkossa käyttää mitä tahansa IEEE 802.11g-standardin täyttävää laitetta (Product Spec Sheet MC75A Series 2013).

4 Tukiasemien hyväksyminen

Jotta tukiasemia voidaan hallita kontrollerilta, tukiaseman ja kontrollerin välille pitää muodostaa yhteys (engl. association), mikä tapahtuu kontrollerin hyväksyessä tukiaseman. WiNG 5.4 käyttää hyväksymiseen ja yhteyden ylläpitämiseen MINT-protokollaa (Medium Independent Network Transport). MINT-protokollan verkkoliikenne tapahtuu OSI-mallin (Open Systems Interconnection) verkkokerroksella, ja se käyttää UDP-portteja (User Datagram Protocol) 24576 ja 24577. (WiNG 5.0 Cheat Sheet Protocols & Ports 2010; WiNG 5.X How-To Guide WiNG 4.X Access Point Migration 2012, 17–21.)

Jos yhteys muodostetaan OSI-mallin siirtokerroksessa, puhutaan paikallisesta kontrollerista, joka on samassa aliverkossa tukiasemien kanssa. OSI-mallin verkkokerroksella yhteys muodostuu tukiaseman ja keskitetyn kontrollerin välille. Näistä jälkimmäistä voidaan käyttää ratkaisussa, joissa tukiasemia on asennettu eri aliverkkoihin. (Mts. 17.)

Paikallisen ja keskitetyn kontrollerin lisäksi yhteys voidaan muodostaa MINT-protokollan tasoilla yksi ja kaksi. MINT-tasolla kaksi yhdistyneet tukiasemat näkevät vain omaan RF-domainiin (Radio Frequency) kuuluvat tukiasemat, mikä pienentää tukiaseman sisäistä MINT-reititystaulua. Vaihtoehtoisesti MINT-tasolla yksi muodostetuissa yhteyksissä yksittäisen tukiaseman MINT-reititystaulu sisältää kaikki samalla tasolla olevat tukiasemat riippumatta, ovatko ne samassa RF-domainissa. (WiNG 5.X Best Practices & Recommendations 2012, 7.)

4.1 Tukiasemien hyväksyminen käyttäen DHCP:tä

DHCP:n avulla tapahtuva hyväksyminen perustuu optioihin, jotka välitetään tukiasemalle verkkoasetusten yhteydessä. Mikäli tukiasemien IP-osoitteet voidaan määrittää DHCP:n avulla, on loogisinta käyttää optioita tukiasemien yhdistämiseen. Mahdollisuus lisätä DHCP-paketteihin optioita on useimmissa kaupallisissa DHCP-palveluissa, kuten Cisco IOS, Microsoft DHCP ja Linux ISC, mutta kuluttajatason laitteistoa käytettäessä tilanne kannattaa tarkistaa tapauskohtaisesti. (WiNG 5.X How-To Guide WiNG 4.X Access Point Migration 2012, 17.)

4.1.1 Optio numero 191

WiNG 5.4 käyttää hyväksymiseen optiota numero 191. Optioon voidaan sisällyttää useampi IP-osoite, jolloin tukiasemalle voidaan välittää tieto useamman kontrollerin osoitteesta. Mikäli tukiasemalle on määritelty dynaamisen nimipalvelimen osoite, voidaan IP-osoitteen sijasta käyttää myös Uniform Resource Locatoria (URL). Option 191 käyttöä on havainnollistettu taulukossa 1. Option 191 avulla yhteys muodostetaan ja ylläpidetään käyttäen MINT-protokollaa ja UDP-portteja 24576 ja 24577. (WiNG 5.X How-To Guide WiNG 4.X Access Point Migration 2012, 18.)

Taulukko 1. Esimerkkejä option 191 käytöstä paikallisen kontrollerin kanssa.

Optio	Formaatti	Esimerkki
191	ASCII / String	pool1=10.0.0.1
		pool1=10.0.0.1,10.0.1.1
		pool1=kontrollerin.osoite.fi

Kontrollerin osoitteen lisäksi optiossa voidaan välittää arvoja, jotka määrittävät, onko kyseessä paikallinen vai keskitetty kontrolleri (taulukko 2), mitä UDP-porttia käytetään ja mitkä yhteyden ylläpitämisessä käytettävien ajastimien arvot ovat. Eri arvot erotellaan toisistaan puolipisteillä. (Mts. 18.)

Taulukko 2. Esimerkkejä option 191 käytöstä keskitetyn kontrollerin kanssa.

Optio	Formaatti	Esimerkki
191	ASCII / String	pool1=10.0.0.1;level=2
		pool1=10.0.0.1;level=2;upd-port=23456
		pool1=10.0.0.1;level=2;hello-interval=30;adjacency-hold-time=90

Keskitetty kontrolleri ilmaistaan muuttujalla level ja sen arvolla 2. Hello-interval kertoo kontrollerille lähetettävien hallintapakettien välin sekunneissa ja adjacency-hold-time, kuinka kauan kontrollerilta odotetaan vastausta ennen yhteyden purkamista. (Mts. 18.)

4.1.2 Optiot numero 189 ja 192

Motorolan vanhempi WiNG-arkkitehtuuri 4.x käyttää option 191 sijasta kahta optiota, 189:ää ja 192:ta. Optioista etummainen määrittelee Auto Discoveryn -tilan ja jälkimmäinen kontrollerin osoitteen. Optiot 189 ja 192 ovat yhteensopivia WiNG 5.4:n kanssa, mutta niiden käyttämiselle option 191 sijasta ei mielestäni ole perusteita. WiNG 5.4 käyttää optioista 198 ja 192 termiä Legacy Adoption. (WiNG 5.X How-To Guide WiNG 4.X Access Point Migration 2012, 17.)

WiNG 5.4:n käyttöönotettava optio 191 mahdollistaa kahden eri arkkitehtuurin ylläpidon samanaikaisesti käyttäen sekä vanhoja optioita että uutta optiota. Yhteensopivuutta testattaessa kävi kuitenkin ilmi, että ainakin WiNG-versiota 4.3.1.0-016R käyttävät tukiasemat menettivät yhteyden vanhaan kontrolleriin, kun DHCP:lle lisättiin optio 191. WiNG 5.4-arkkitehtuuria käyttävien tukiasemien kanssa samaa ongelmaa ei ilmaantunut.

4.2 Tukiasemien hyväksyminen ilman DHCP-optioita

Jos käytössä oleva laitteisto ei mahdollista DHCP-optioiden käyttöä, voidaan tukiasemien hyväksymisessä käyttää muita keinoja. Seuraavissa alaluvuissa esittelen, miten nimipalvelinta voidaan käyttää hyväksymistietojen välityksessä ja miten hyväksymistiedot voidaan tarvittaessa syöttää laitteen profiiliin esiasennuksen yhteydessä.

4.2.1 Hyväksyminen käyttäen nimipalvelua

Jos WiNG 5.4 yhteensopiva tukiasema ei saa DHCP-optioiden mukana tietoa kontrollerin osoitteesta, etsii se kontrolleria automaattisesti nimipalvelimen avulla käyden läpi jokaisen tason tarkimmasta laajimpaan taulukon 3 mukaisesti. Oletuksena nimipalveluun perustuvassa hyväksymisessä on se, että kontrollerin IP-osoite on sidottu verkkotunnuksen motorola-wlc:n taakse. (WiNG 5.X How-To Guide WiNG 4.X Access Point Migration 2012, 20.)

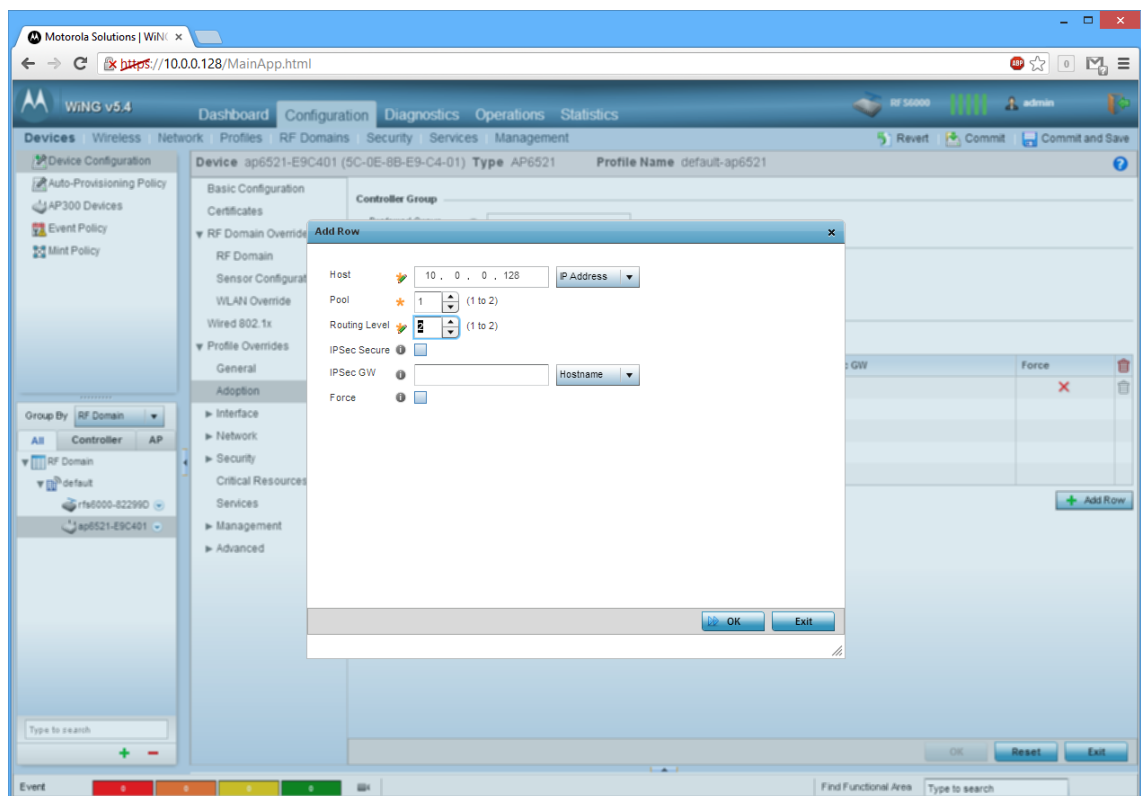
Taulukko 3. Verkkotunnukset, joista tukiasema etsii kontrolleria verkosta esimerkki.verkko.fi.

Prioriteetti	Käytettävä verkkotunnus
korkein	motorola-wlc.esimerkki.verkko.fi
	motorola-wlc.verkko.fi
matalin	motorola-wlc.fi

Nimipalveluun perustuvaa hyväksymistä käytettäessä on syytä muistaa, että muodostuva yhteys tapahtuu MINT-tasolla yksi. Mikäli tämä yhteys halutaan korottaa MINT-tasolle kaksi, pitää tukiasemalle määrittellä kontrollerin osoite laitekohtaiseen profiiliin. (Mts. 20.)

4.2.2 Hyväksyminen esiasennuksen avulla

Mikäli yksikään edellä mainituista hyväksymismenetelmistä ei ole käytettävissä kohdeverkossa, voidaan yhteys tukiaseman ja kontrollerin välille muodostaa määrittämällä kontrollerin osoite tukiasemaan. Jos esiasennus voidaan tehdä verkossa, jossa automaattinen hyväksyminen on käytettävissä, voidaan kontrollerin osoite määrittellä tukiaseman yleiseen tai laitteistokohtaiseen profiiliin, kuten kuviossa 11. Näin säästetään aikaa, kun jokaista tukiasemaa ei tarvitse säätää yksitellen. Laitekohtaiseen profiiliin asennetulla kontrollerin osoitteella voidaan ehkäistä myös tilanne, jossa hyväksymistietojen automaattinen välitys kohdeverkossa estyy. (WiNG 5.X How-To Guide WiNG 4.X Access Point Migration 2012, 21.)



Kuvio 11. Kontrollerin osoitteen määrittäminen tukiasemalle.

Hyväksymistieto määritetään Configuration-välilehdellä joko kohdasta Devices tai Profiles riippuen, halutaanko asetus määritellä laite- vai profiilikohteisesti. Halutun kontrollerin osoite lisätään kenttään, joka aukeaa etsimällä valikosta kohta Adoption ja valitsemalla Add Row.

5 Kontrollerin perusasetukset

Luvussa viisi esittelen ne vaiheet, jotka tarvitaan yksinkertaisen langattoman verkon luomiseen. Lähden liikkeelle tilanteesta, jossa kontrolleri ja tukiasemat ovat paikoillaan ja tukiasemien hyväksyminen on suoritettu.

5.1 Hallintayhteyden muodostaminen

Jotta kontrolleria voidaan hallita graafisen verkkokäyttöliittymän kautta, pitää kontrollerille määrittää toimiva hallintaosoite. Hallintaosoitetta voidaan käyttää myös osoitteena, josta tukiasemat löytävät kontrollerin ja muodostavat yhteyden. Riippuen verkkoympäristöstä, johon kontrolleri asennetaan, voidaan hallintaosoite määrittää myös Out-of-band -hallintaportille.

Hallintaosoite on mielestäni loogisinta määrittää käyttäen kontrollerin konsoliporttia ja Ciscon IOS -komentoja. Console-portin käytöstä saadaan se etu, että hallintaosoitteen vaihtaminen ei katkaise yhteyttä kontrolleriin. Kuviossa 12 kontrollerin hallintaosoite 10.0.0.128 määritellään virtuaalilähiverkolle yksi käyttäen konsoliporttia ja Ciscon IOS -komentoja. Lopuksi uusi asetus otetaan käyttöön komennolla commit ja tallennetaan aloituskokoonpanoon komennolla write memory. (WiNG 5 Lab Guide 2012, 12.)

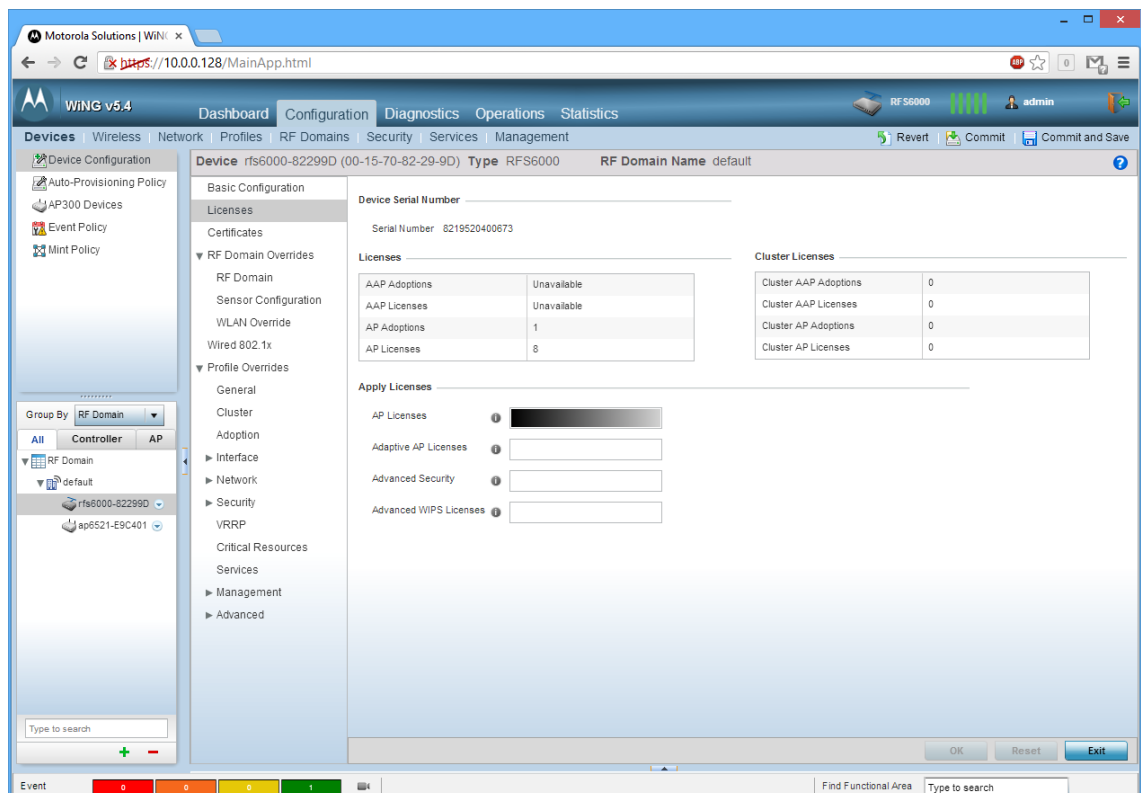
```
rfs6000-82299D>enable
rfs6000-82299D#configure terminal
rfs6000-82299D(config)#rfs6000 00-15-70-82-29-9D
rfs6000-82299D(config-device-00-15-70-82-29-9D)#interface vlan 1
rfs6000-82299D(config-device-00-15-70-82-29-9D-if-vlan1)#ip address 10.0.0.128/24
rfs6000-82299D(config-device-00-15-70-82-29-9D-if-vlan1)#commit
rfs6000-82299D(config-device-00-15-70-82-29-9D-if-vlan1)#write memory
```

Kuvio 12. Hallintaosoitteen määrittäminen virtuaalilähiverkkoon numero yksi.

Kuvion 12 esimerkissä on syytä huomioida, että rivillä kolme oleva MAC-osoite on yksilöllinen kullekin laitteelle. Mikäli kontrollerille annettu osoite on eri aliverkossa kuin etähallintaan käytettävä pääte, pitää myös reitityksen toimivuus ottaa huomioon.

5.2 Lisenssit

Jotta Motorolan RFS7000-kontrollerilla voidaan hallita tukiasemia, pitää siihen määrittää lisenssi. Valittavia lisenssejä ovat Adaptive Access Point- (AAP) ja Access Point (AP) -lisenssit. RFS7000-kontrollerissa ei tule mukana lisenssiä, mikä tarkoittaa, että sen testaaminen ei onnistu ilman lisäinvestointia. Sen sijaan RFS6000-kontrolleri sisältää lisenssin, jolla voidaan hyväksyä kahdeksan AP-tason laitetta. (EMEA WING 5 Technical Training 2011.)



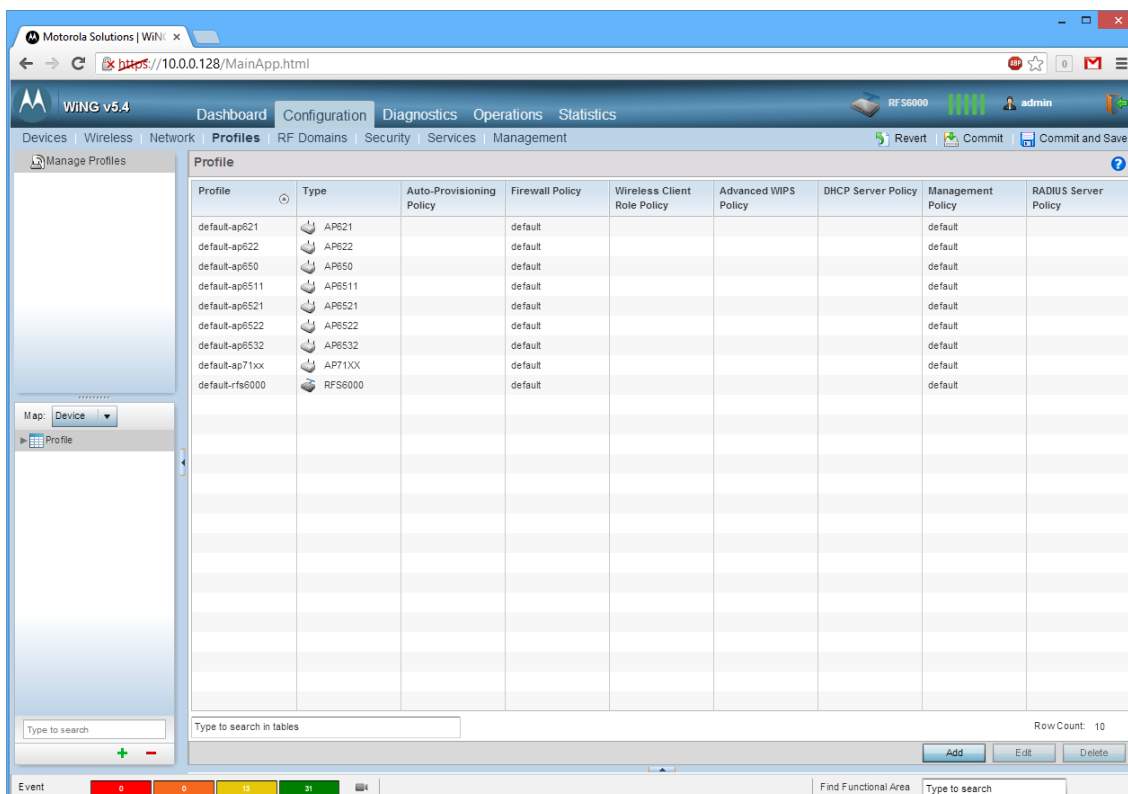
Kuvio 13. Lisenssien hallinta. AP Licenses-kenttä on peitetty tietoturvasyistä.

Koska lisenssit ovat laitekohtaisia, ei niitä voi määrittää profiileihin. Kontrollerin lisenssi määritellään Configuration-välilehdellä kohdasta Devices suoraan kontrollerin asetukseen. Lisenssiavaimen voi asettaa kohdasta Licenses (kuvio 13). Samalta sivulta voi myös tarkistaa, kuinka monta laitetta nykyisellä lisenssillä voidaan hallita ja kuinka monta laitetta nykyistä lisenssiä käyttää.

5.3 Laitteistoprofiilit

Kontrollerin kanssa yhdistyneitä laitteita hallitaan profiilien tai laitekohtaisten asetusten kautta. Profiili on joukko käyttäjän tietyille laitetypille määrittämiä asetuksia. Laiteshallinnan helpottamiseksi profiileja kannattaa mielestäni käyttää siten, että jokaista asiakasta, kiinteistöä tai esimerkiksi käyttötarkoitusta varten on oma profiilinsa. Mitä yleiskäytännöllisempi profiili on, sitä useammalle laitteelle se voidaan määrittää. Näin edellä mainittua profiilia käyttäviä laitteiden asetuksia voidaan muokata keskitetysti. Mikäli jokaiselle laitteelle olisi määritelty laitekohtaiset asetukset, pitäisi asetusmuutos määritellä jokaiselle laitteelle erikseen. (WiNG 5 Cheat Sheet Configuration Model 2010.)

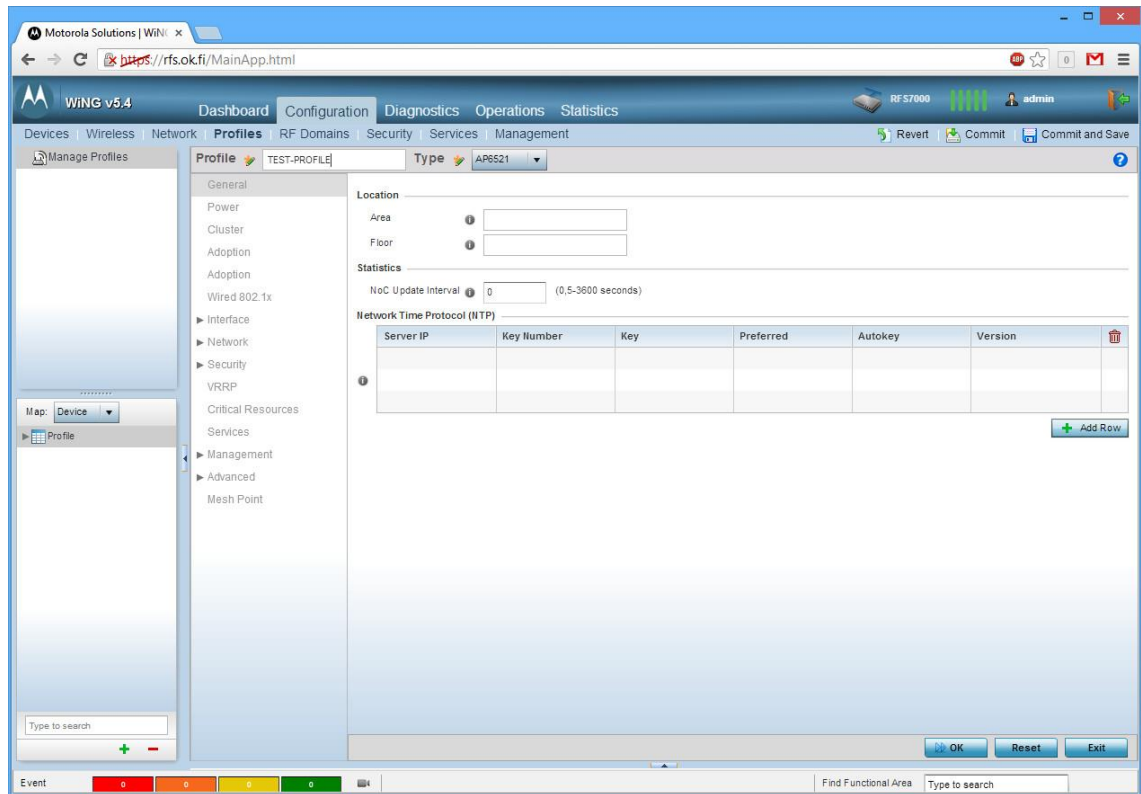
Uusien profiilien luominen ja vanhojen hallitseminen tapahtuu Configuration-välilehdellä kohdasta Profiles (kuvio 14) joko valitsemalla Add tai Edit. Uutta profiilia luotaessa pakollisia tietoja ovat profiilin nimi sekä laitetyyppi (kuvio 15), jolle profiili luodaan. Profiili hyväksytään valitsemalla OK, jonka jälkeen muutos pitää vielä ottaa käyttöön valitsemalla Commit. (WiNG 5 Lab Guide 2012, 52.)



The screenshot shows the WiNG 5.4 configuration interface. The main content area displays a table of profiles. The table has the following columns: Profile, Type, Auto-Provisioning Policy, Firewall Policy, Wireless Client Role Policy, Advanced WIPS Policy, DHCP Server Policy, Management Policy, and RADIUS Server Policy. The table contains 10 rows of data, all with 'default' values for the policy columns. The interface also includes a search bar, a 'Row Count: 10' indicator, and buttons for 'Add', 'Edit', and 'Delete'.

Profile	Type	Auto-Provisioning Policy	Firewall Policy	Wireless Client Role Policy	Advanced WIPS Policy	DHCP Server Policy	Management Policy	RADIUS Server Policy
default-ap621	AP621		default				default	
default-ap622	AP622		default				default	
default-ap650	AP650		default				default	
default-ap6511	AP6511		default				default	
default-ap6521	AP6521		default				default	
default-ap6522	AP6522		default				default	
default-ap6532	AP6532		default				default	
default-ap71xx	AP71XX		default				default	
default-rfs6000	RFS6000		default				default	

Kuvio 14. Laitteistoprofiilien listaus.

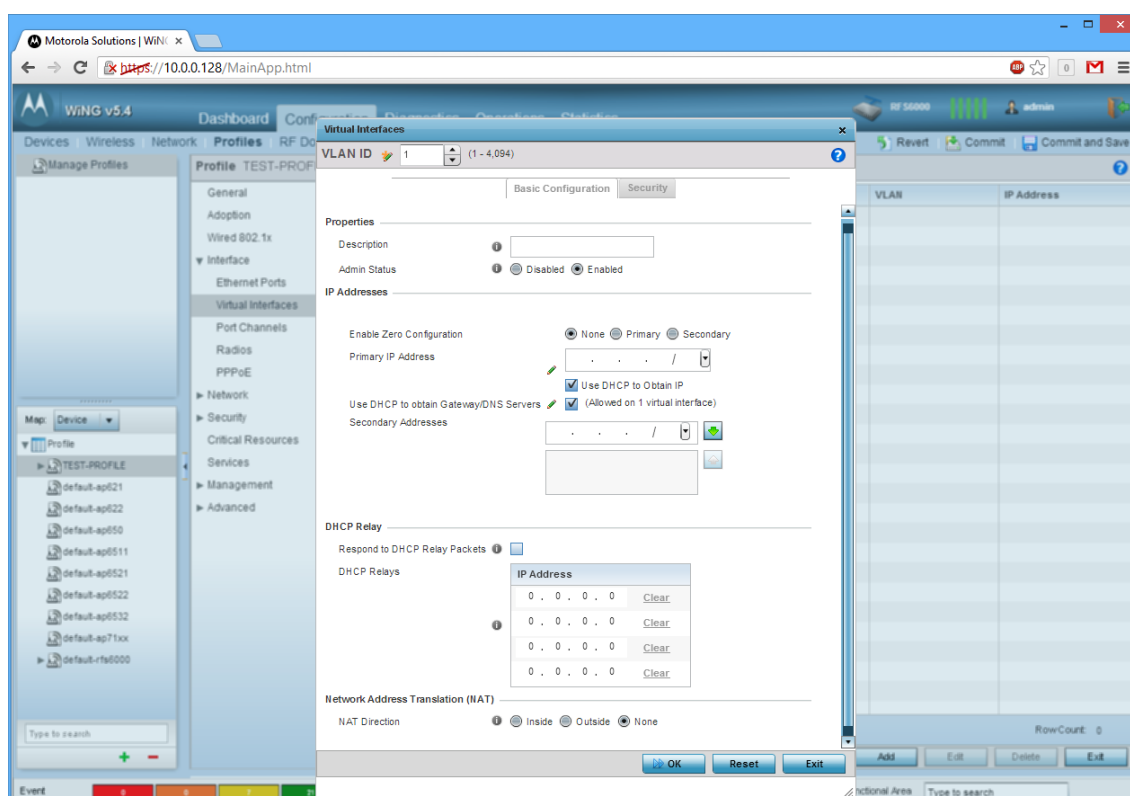


Kuvio 15. Uuden profiilin luominen AP-6521-laitteistolle.

Profiilien kopiointiin ei ole olemassa työkalua graafisen verkkokäyttöliittymän puolella. Mikäli kontrollerille halutaan luoda uusi profiili, joka perustuu jo olemassa olevaan, kannattaa profiilin kopioiminen tehdä komentokehoteen puolella leikkaa-liimaa-periaatteella.

5.3.1 Virtuaalilähiverkon luonti

Motorolan AP-6521-tukiasema ei hae oletusarvoisesti itselleen IP-osoitetta DHCP:n avulla. IP-osoitteen määrittäminen tukiasemalle voidaan tehdä määrittämällä laitteen profiiliin tai laitekohtaiseen asetukseen virtuaalilähiverkko, jonka IP-osoite haetaan DHCP-palvelimelta. Kuviossa 16 profiiliin TEST-PROFILE määritellään VLAN 1 (Virtual Local Area Network), joka saa IP-osoitteen, oletusyhdyskäytävän ja nimipalvelimen osoitteen DHCP-palvelimelta. (WiNG 5 Lab Guide 2012, 52.)



Kuvio 16. Virtuaalilähiverkon määrittäminen profiiliin.

5.3.2 Langattoman verkon luonti

Langattomien verkkojen luonti ja hallinta tapahtuu Configuration-välilehdellä kohdasta Wireless ja Wireless LANs (kuvio 17). Wireless LANs -näkyvä antaa listan kaikista kontrollerille määritetyistä langattomista verkoista ja niiden perustiedoista. Lukuun ottamatta langattoman verkon nimeä kaikki tiedot on muokattavissa. (WiNG 5 Lab Guide 2012, 64–66.)

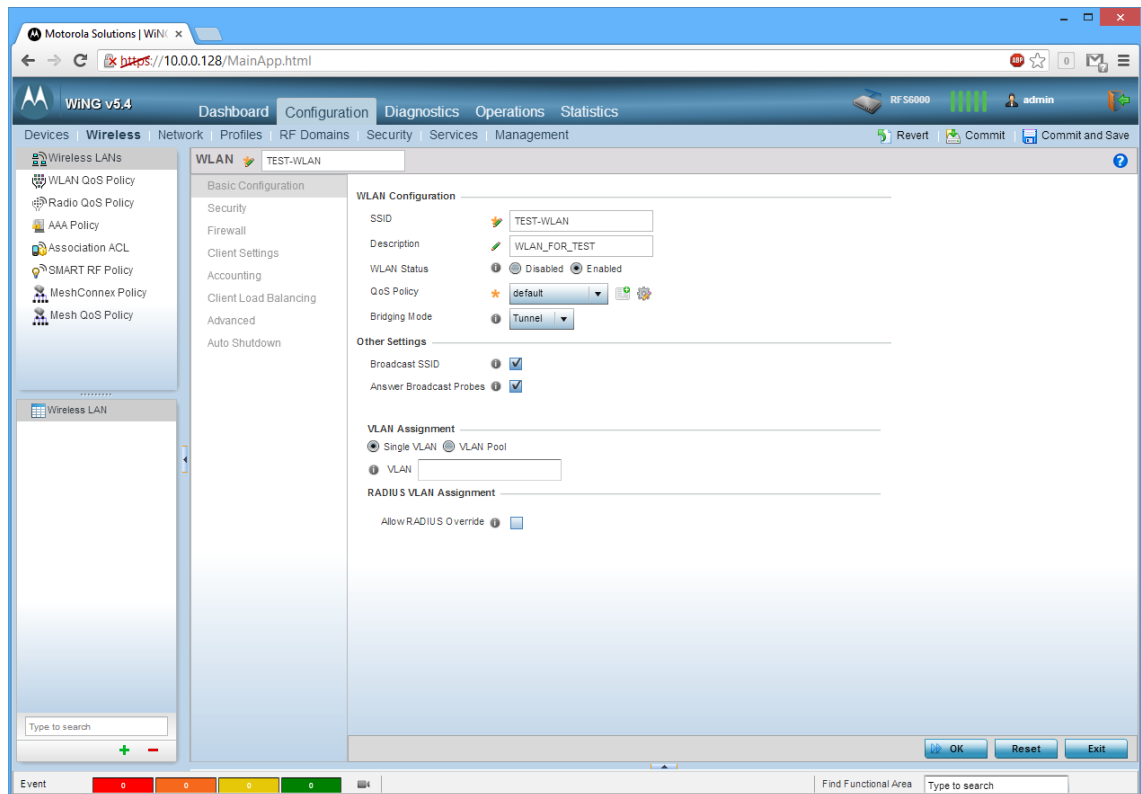
The screenshot shows the WiNG 5.4 configuration interface. The main content area displays the 'Wireless LANs' configuration page. A table lists the configured WLANs:

WLAN	SSID	Description	WLAN Status	VLAN Pool	Bridging Mode	Authentication Type	Encryption Type	QoS Policy	Association ACL
TEST-WLAN	TEST-WLAN	WLAN_FOR_TEST	Enabled	1	Tunnel	None	CCMP	default	

The interface also includes a search bar at the bottom of the table and a status bar at the very bottom with an event log and a search field.

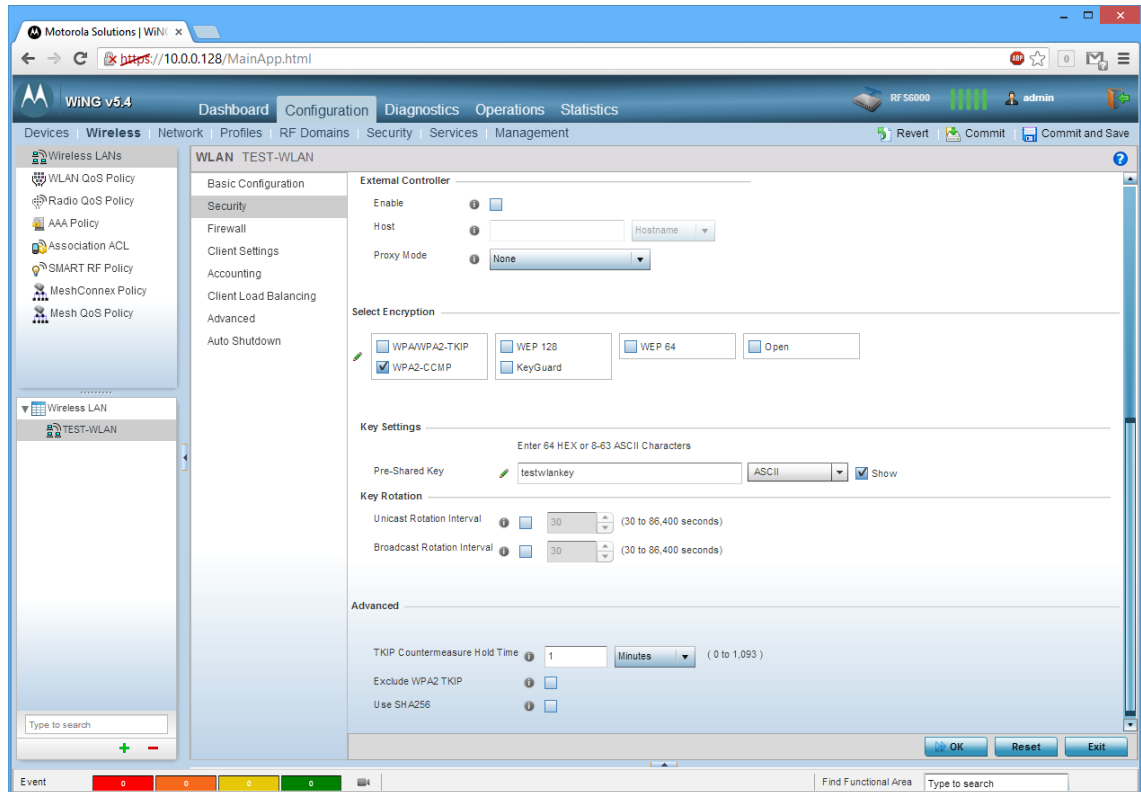
Kuvio 17. Langattomien verkkojen luonti- ja hallintänäkyvä.

Kuviossa 18 uudelle langattomalle verkolle on määritelty nimi TEST-WLAN (Wireless Local Area Network), myös verkon SSID (Service Set Identifier) on TEST-WLAN. Muut langattomalle verkolle määritetyt asetukset ovat laitevalmistajan määrittämässä perustiloissa. Langattoman verkon luonti hyväksytään valitsemalla OK. (Mts. 64–66.)



Kuvio 18. Langattoman verkon perusasetusten määrittely Wireless-näkymästä.

Langattoman verkon turva-asetukset määritellään kohdasta Security. Kuviossa 19 langattomalle verkolle TEST-WLAN on valittu WPA2-CCMP-salaus, ja sille on määritely ASCII-muodossa (American Standard Code for Information Interchange) annettu avain testwlankey. (Mts. 64–66.)



Kuvio 19. Langattoman verkon turva-asetusten määrittäminen.

Langatonta verkkoa luodessa on syytä huomioida, että Security-asetuksien muokkaaminen onnistuu vain jo luoduille langattomille verkoilla (mts. 64–66). Kuvion 19 langaton verkko on luotu kuviossa 18.

5.3.3 Langattoman verkon määrittäminen profiiliin

Langattoman verkon voi ottaa käyttöön joko profiili- tai laitetasolla. Tämän lisäksi RF-domainit mahdollistavat profiilista poikkeavat yhtä aluetta koskevat langattomien verkkojen muutokset. Langattoman verkon määrittäminen profiiliin tapahtuu Configuration-välilehdellä kohdasta Profiles. Haluttu profiili aukaistaan valitsemalla se joko oikealle aukeavasta listasta tai vasemmalla olevasta valikosta. Kun haluttu profiili on valittu, siirrytään profiilin asetuksissa kohtaan Interfaces ja Radios, kuten kuviossa 20. (WiNG 5 Lab Guide 2012, 67–68.)

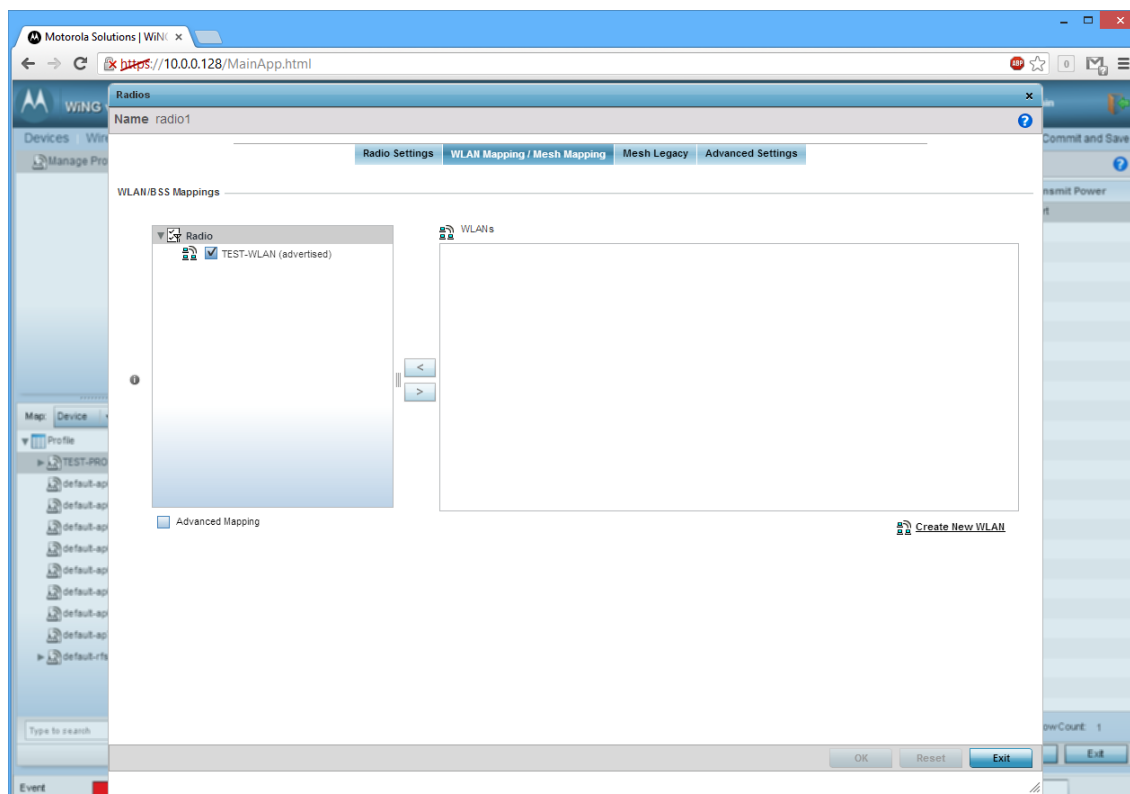
The screenshot shows the WiNG v5.4 configuration interface. The browser address bar displays <https://10.0.0.128/MainApp.html>. The interface includes a navigation menu with options like Dashboard, Configuration, Diagnostics, Operations, and Statistics. The main content area is titled 'Profile TEST-PROFILE Type AP6521'. On the left, there is a tree view showing various configuration sections: General, Adoption, Wired 802.1x, Interface, Ethernet Ports, Virtual Interfaces, Port Channels, Radios, PPPoE, Network, Security, Critical Resources, Services, Management, Settings, Firmware, Heartbeat, and Advanced. The 'Radios' section is currently selected, displaying a table with the following data:

Name	Type	Description	Admin Status	RF Mode	Channel	Transmit Power
radio1	Radio	radio1	Enabled	2.4 GHz WLAN	smart	smart

At the bottom of the interface, there is an 'Event' bar with colored indicators and a search field labeled 'Find Functional Area'.

Kuvio 20. Laitetyypin AP-6521 radiot profiilissa TEST-PROFILE.

Kuvion 20 näkymä kertoo kyseiseen profiiliin sidotun laitetyyppin radioiden määrään. Langaton verkko määritellään radioon, mikä tapahtuu valitsemalla radio listalta joko kaksoisnapauttamalla radiota hiirellä tai valitsemalla sivun oikeasta alareunasta Edit. Radion muokkaaminen avaa uuden ikkunan, josta valitsemalla WLAN Mapping / Mesh Mapping päästään kuvion 21 mukaiseen tilaan. (Mts. 67–68.)



Kuvio 21. Langattoman verkon määrittäminen profiilin radioasetuksiin.

Langattoman verkon lopullinen määrittäminen tapahtuu valitsemalla langaton verkko oikeanpuoleisesta valikosta WLANs ja painamalla vasemmalle osoittavaa nuolta. Mikäli asetuksiin tehtiin muutoksia, hyväksytään ne valitsemalla sivun oikeasta alareunasta OK. Mikäli radioon halutaan tehdä muita muutoksia, kuten määrittellä lähetysteho, taajuus tai käytettävä kanava, voidaan se tehdä Radio Settings -välilehdellä. (Mts. 67–68.)

5.4 Oletusprofiilit

Oletusprofiili on laitteistokohtainen konfiguraatio, joka ajetaan tukiasemalle, mikäli profiilien automaattivarustus ei ole käytössä tai tukiasema ei täytä minkään automaattivarustussäännön kriteerejä. Oletusprofiililla taataan, että kontrollerilla on vähintään yksi konfi-

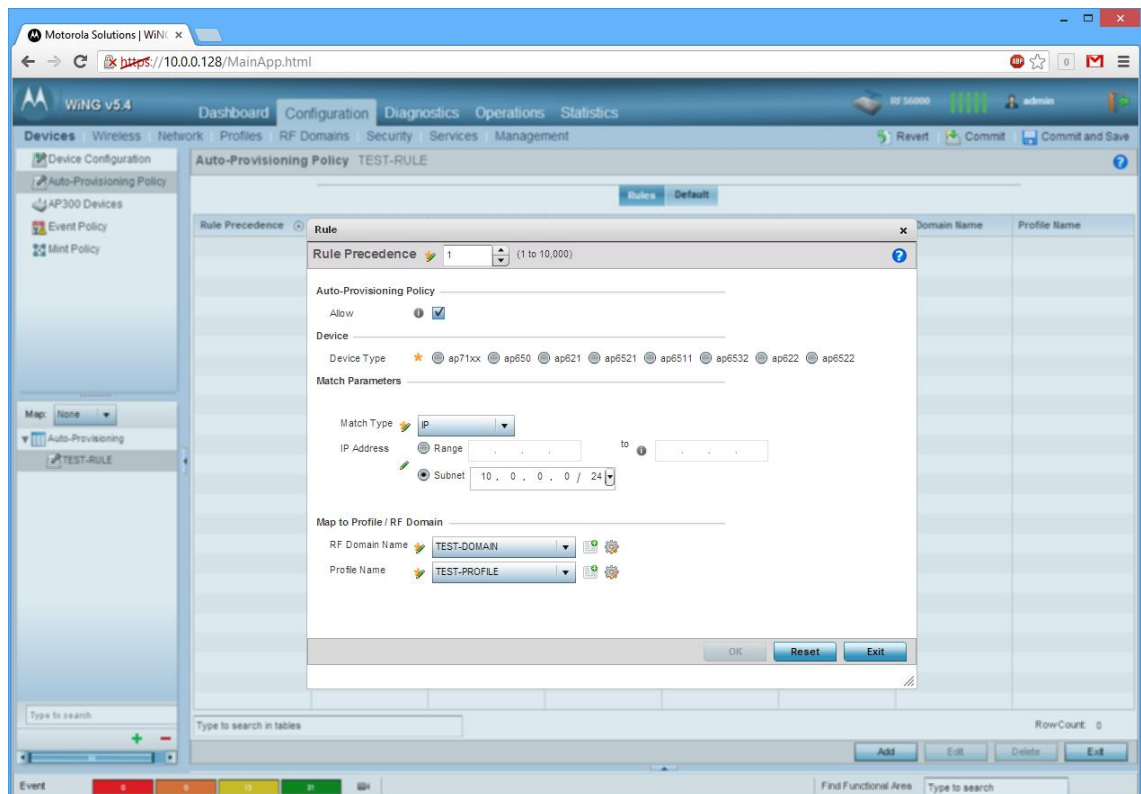
guraatio jokaista laitetyppeä kohti. Profiilien lisäksi WiNG 5.4 määrittää uudelle tukiasemalle myös RF-domainin. Mikäli Auto-Provision Policy ei voi määrittää tukiasemalle RF-domainia, käytetään oletus-RF-domainia. (WiNG 5.X How-To Guide NOC Deployments 2012, 38.)

Oletusprofiileihin voidaan syöttää verkon käyttöönottoa helpottavia asetuksia, esimerkiksi oletus-WLAN ja kontrollerin osoite, jolloin nimipalvelimen avulla hyväksytyt tukiasemat voivat muodostaa tason kaksi yhteyden kontrollerin kanssa. RF-domainiin sidotun maa-asetuksen vaihtaminen vaatii aina tukiaseman uudelleenkäynnistämistä (mts. 38), siksi oletus-RF-domainiin mielestäni kannattaa suoraan määrittää yleisin käytössä oleva maa.

5.5 Profiilien valinnan automatisointi

Koska WiNG 5.4:n arkkitehtuuri tukee useampaa samalle laitetypille suunnattua laitteistoprofiilia, on oikean profiilin ajamiseen asiakas- tai kohdekohtaisesti kiinnitettävä huomiota. Profiilien valintaa voidaan automatisoida käyttämällä Auto-Provision Policy -ominaisuutta. Auto-Provision Policy perustuu listaan sääntöjä, joihin tukiasemaa verrataan tietyssä järjestyksessä. Kun listalta löytyy ensimmäinen sääntö, jonka kriteerit tukiasema täyttää, varustaa kontrolleri tukiasemalle tälle säännölle määrätyn profiilin ja RF-domainin automaattisesti. (WiNG 5.X Feature Guide Auto-Provisioning Policies 2012, 5–6.)

Profiilien valinnan automatisointi tapahtuu Configuration-välilehdellä kohdasta Devices ja Auto-Provision Policies. Ensin kontrollerille luodaan Policy valitsemalla Add, jonka jälkeen Policyyn voidaan luoda sääntö painamalla uudestaan Add. Kuvio 22 havainnollistaa säännön, jossa kaikille verkkoon 10.0.0.0/24 kuuluville AP-6521-tukiasemille määritellään profiili TEST_PROFILE ja TEST-DOMAIN RF-domain. (Mts. 5–7.)



Kuvio 22. IP-osoitteisiin perustuvan säännön määrittäminen.

Edellä mainittujen kriteerien lisäksi sääntö voidaan määritellä hyväksymään kaikki tietyt malliset laitteet. Säännöt indeksoidaan numeroiden mukaan ja luetaan numerojärjestyksessä pienimmästä suurimpaan. Sääntöjä luotaessa kannattaa numeroinnissa jättää sääntöjen välille vapaita numeroita, näin uusien sääntöjen lisääminen ei vaikuta jo luotujen sääntöjen numerointiin. (Mts. 11.)

5.6 Profiilien ylikirjoitus

Yleiset laitteistoprofiilit mahdollistavat tukiasemien vaivattoman ylläpidon, ja kokemuksiensa perusteella niiden käyttö on suositeltavaa ainakin kohde- tai asiakastasolla. Joskus kuitenkin tulee vastaan tilanteita, jolloin yleisen laitteistoprofiilin yksittäinen tukiasema

tarvitsee muutoksen. Tätä varten WiNG 5.4 on kehittänyt profiilien ylikirjoituksen. Ylikirjoituksella tukiasemalle voidaan määrittellä joko yleisestä profiilista poikkeavia tai siitä puuttuvia asetuksia. Ylikirjoituksen yhteydessä ei luoda uutta profiilia, vaan asetukset määritellään tukiasemalle samoin kuin käytössä oleva profiili ja RF-domain. (WiNG 5.X How-To Guide NOC Deployments 2012, 53–58.)

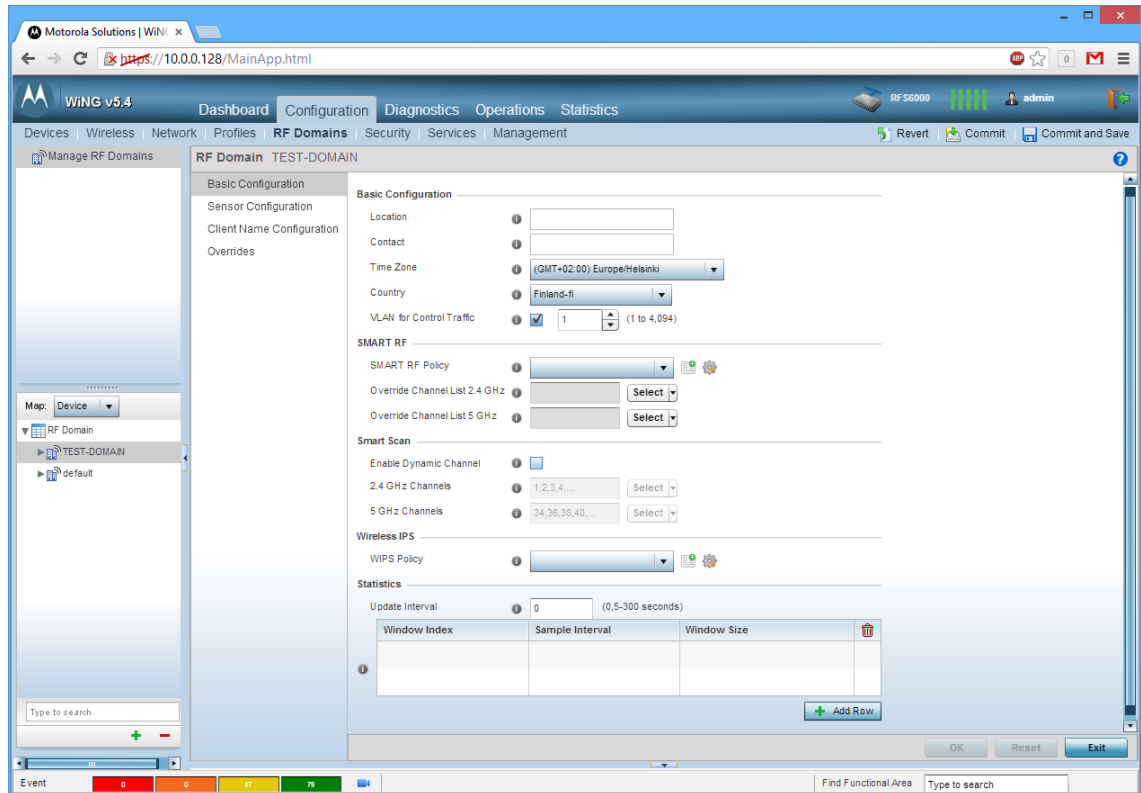
Profiilien ylikirjoituksen toiminta perustuu eri lähteistä saatujen asetusten priorisointiin. Tukiasema lukee ensin sille määrätystä profiilista perusasetukset ja tämän jälkeen tarkistaa, onko sille määritelty laitekohtaisia asetuksia. Mikäli tukiasema löytää laitekohtaisen asetuksen, kirjoittaa se tilanteestaan riippuen joko profiilista tulleen tiedon päälle tai sen jatkoksi. Profiilin ylikirjoitus tapahtuu Configuration-välilehden kohdasta Devices. (Mts. 53–58.)

5.7 RF-domainit

RF-domainien avulla hallinnoidaan yhtenäisen alueen, kuten toimipisteen tai kerroksen maakohtaisia asetuksia, ja sitä kautta maata koskevia radioliikennesäädöksiä. RF-domainien avulla voidaan hallita myös SMART-RF -asetuksia, kuten kanavien valinnan automatisointia ja katvealueiden dynaamista täyttöä. (WiNG 5.0 Cheat Sheet RF Domains: Managing RF Domains 2010; WiNG 5.X Cheat Sheet Smart-RF 2011, 9,12.)

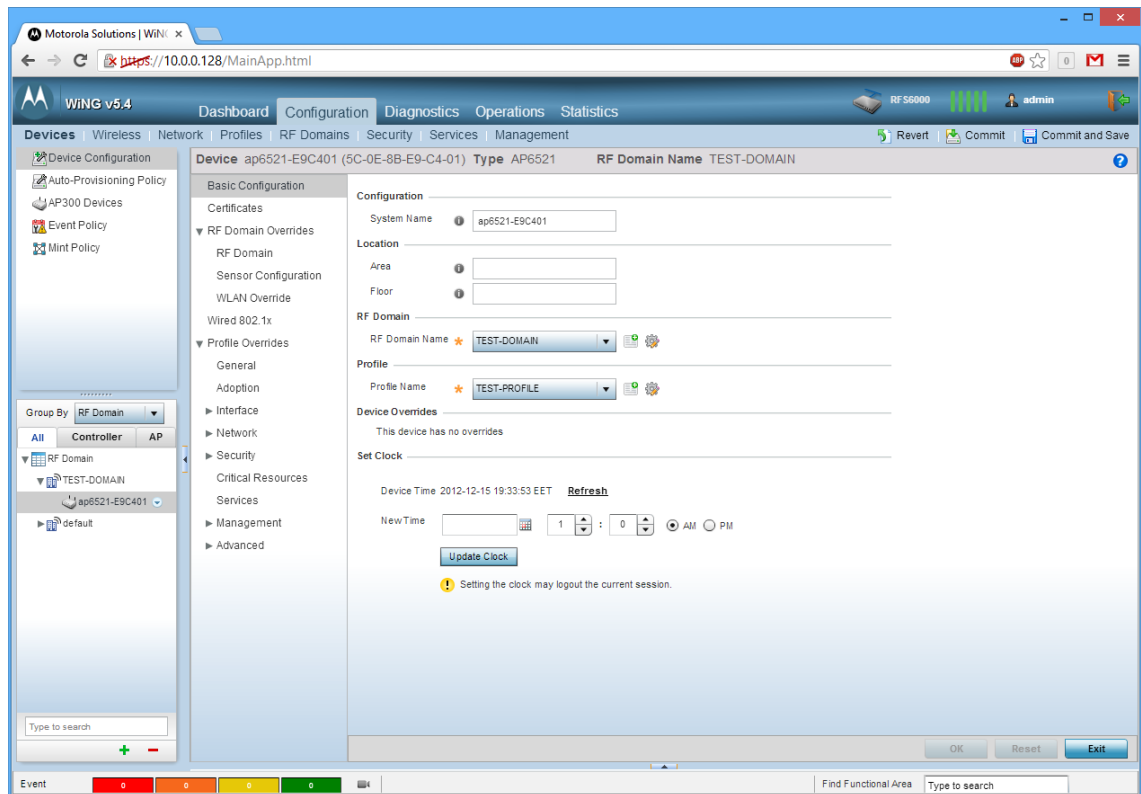
Jokainen tukiasema tai kontrolleri voi kuulua kerrallaan ainoastaan yhteen domainiin. Mikäli tukiasemalle ei ole määritelty RF-domainia, käytetään kontrollerin default-RF-domainia. RF-domainien määrittäminen voidaan automatisoida käyttämällä profiilien valinnan automatisointia eli Auto-Provision Policyä. (WiNG 5.0 Cheat Sheet RF Domains: Managing RF Domains 2010.)

RF-domainien hallinnointi tapahtuu Coffiguration-välilehdellä kohdasta RF-Domains. Kuviossa 23 kontrollerille määritellään uusi RF-Domain nimeltä TEST-DOMAIN. Uuden maa-asetuksen käyttöönotto vaatii laitteelta aina uudelleenkäynnistystä, mikä tulee ottaa huomioon, jos laitteiden RF-domaineja vaihdetaan tuotantoverkossa. (WiNG 5.0 Cheat Sheet RF Domains: Managing RF Domains 2010.)



Kuvio 23. RF-domainin lisääminen.

RF-Domainin määrittäminen laitteelle tapahtuu kuvion 24 mukaisesti Configuration-välilehdellä kohdasta Devices ja Basic Configuration. RF-domaineja määrittäessä on syytä huomioida, että käytettävää RF-domainia ei voi määrittellä profiilin avulla. (WiNG 5.0 Cheat Sheet RF Domains: Managing RF Domains 2010.)

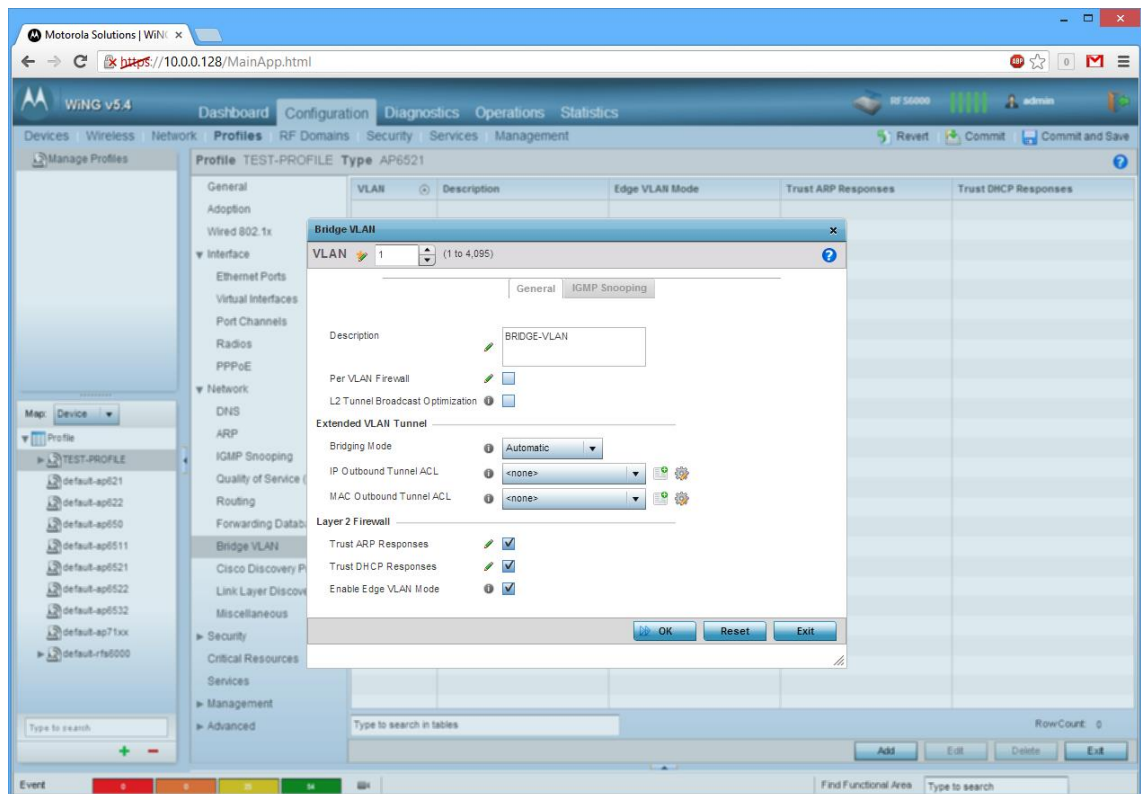


Kuvio 24. RF-domainin ja profiilin määrittäminen tukiasemalle.

Edellä mainittujen toimintojen lisäksi RF-domainit mahdollistavat myös aluekohtaiset yli- kirjoitukset, joiden avulla profiilista poikkeavien asetusten, kuten SSID- ja VLAN-asetusten käyttöönotto onnistuu vaivatta aluekohtaisesti. (WiNG 5.0 Cheat Sheet RF Domains: Managing RF Domains 2010.)

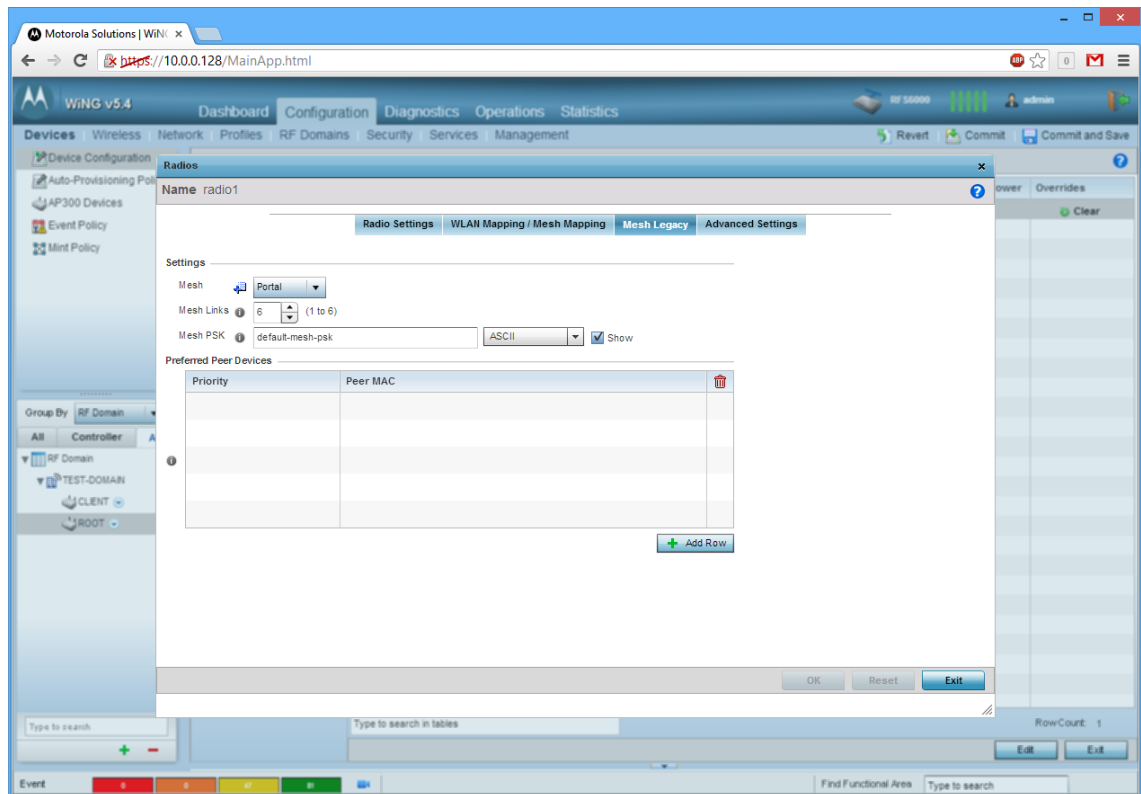
5.8 Ilmasilta

Ilmasillan määrittäminen AP-6521-tukiasemalle on kaksivaiheinen prosessi. Ilmasillan määrittäminen aloitetaan luomalla sillassa käytettävään profiiliin Configuration-välilehdellä halutun profiilin kohdasta Bridge VLAN (kuvio 25). Bridge VLAN:in Bridging Modeksi määritellään Tunnel ja palomuuriasetuksista sallitaan kaikki kolme asetusta. (Motorola Solutions WiNG 5.2.2 Access Point System Reference Guide 2012.)



Kuvio 25. Bridge VLAN.

Bridge VLAN ei itsessään muodosta siltaa kahden tukiaseman välille, vaan tämä määritellään laitekohtaisesti sillan muodostavien tukiasemien radioihin välilehdellä Mesh Legacy. Juurena toimivan tukiaseman Mesh-tilaksi määritellään Portal (kuvio 26) ja asiakstukiaseman tilaksi Client. (WiNG 5.1 How-To Guide 1 Hop Mesh 2011.)



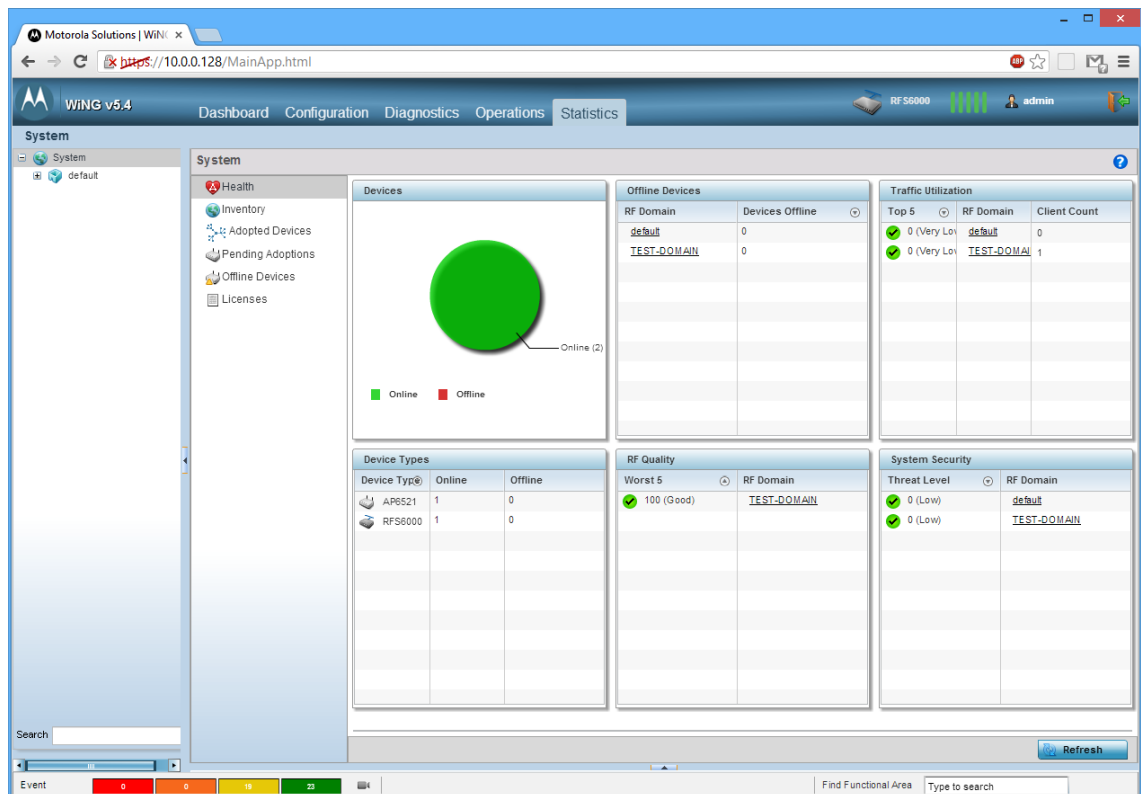
Kuvio 26. Mesh-asetusten määrittäminen juurilaitteeseen.

6 Yleisimmät ylläpito-ominaisuudet

Seuraavissa alaluvuissa esittelen graafisen verkkokäyttöliittymän tarjoamia verkon ja laitteiston ylläpitoa helpottamaan suunniteltuja ominaisuuksia. Kahdessa viimeisessä alaluvussa käyn läpi kokoonpanon varmuuskopiointiin ja dokumentointiin liittyvät vaiheet.

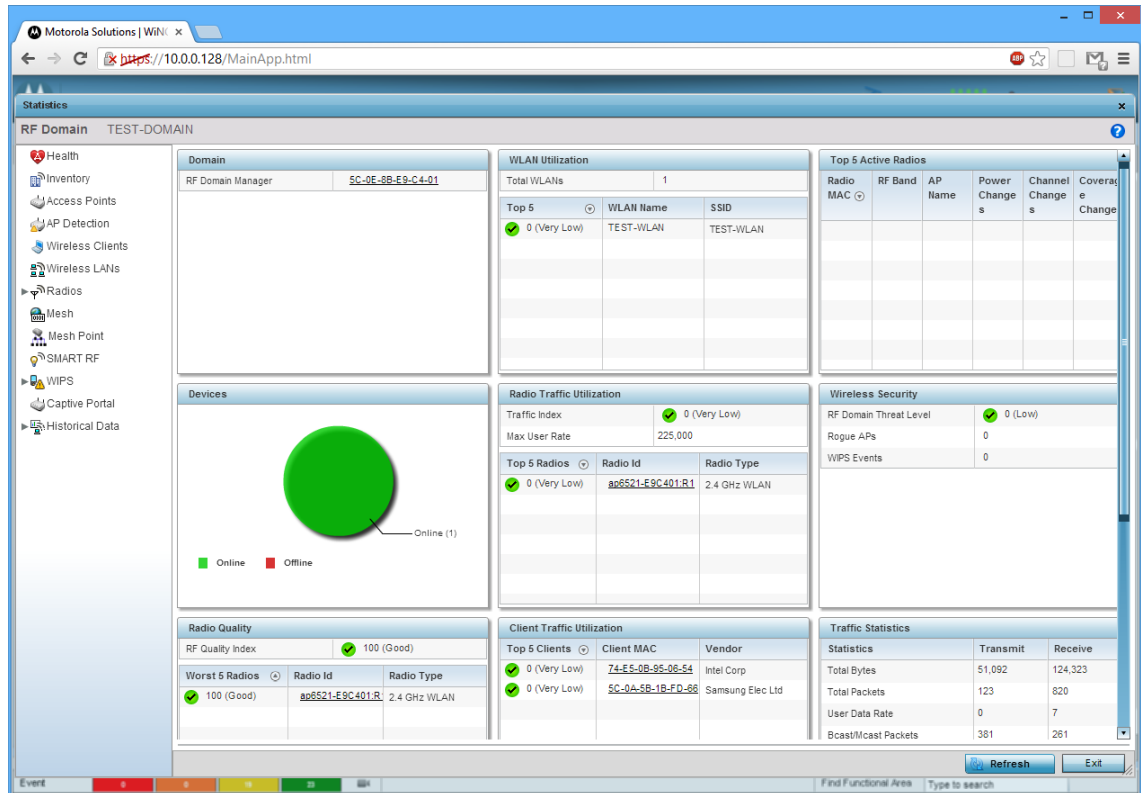
6.1 Laitteiden ylläpito

Laitteiden ylläpidon seurantaan tarvittavat työkalut ovat Statistics-välilehdellä. Statistics-välilehti avaa käyttöliittymään Health-näkymän (kuvio 27), josta voidaan nopeasti nähdä verkossa olevien laitteiden lisäksi verkon muuta tilastoa, esimerkiksi verkon käyttöön ja laatuun liittyviä tietoja. (Motorola Solutions WiNG 5.2.2 Access Point System Reference Guide 2012.)



Kuvio 27. Health-näkymä, joka näyttää, että kaikki kontrollerin tuntemat laitteet on verkossa.

Mikäli hallittavien laitteiden tilastoja halutaan tarkastella RF-domain -tasolla, on tämä mahdollista Health-näkymän kautta valitsemalla haluttu RF-domain Offline Devices -listasta (kuvio 28). RF-domainien tarkastelu onnistuu myös näkymän vasemman reunan listasta, mikäli halutussa RF-domainissa on vähintään yksi aktiivinen laite. (Motorola Solutions WING 5.2.2 Access Point System Reference Guide 2012.)



Kuvio 28. TEST-DOMAIN RF-domainin tilastoja.

Kuviossa 29 on Adopted Devices -näkökulma. Tämä näkökulma antaa listan laitteista, joilla on aktiivinen yhteys kontrolleriin näkökulman lataushetkellä. Vastaavasti Offline Devices -näkökulma antaa listan laitteista, jotka on joskus hyväksytty kontrolleriin, mutta joilla ei ole aktiivista yhteyttä. Adopted Devices -näkökulman listalta on luettavissa myös tilastoja kustakin laitteesta, näistä merkittävimpiä ovat mielestäni kunkin laitteen RF-domain, käynnistys- ja hyväksymisaika. (Motorola Solutions WiNG 5.2.2 Access Point System Reference Guide 2012.)

Adopted Device	Type	RF Domain Name	Model Number	Config Status	Config Errors	Adaptor Hostname	Adoption Time	Startup Time
ap6521-E9C401	AP6521	TEST-DOMAIN	AP-6521-600	configured		rfe6000-82299D	Sat Dec 15 20	Sat Dec 15 201

Kuvio 29. Adopted Devices -näkökulma antaa listan kaikista kontrolleriin hyväksytyistä laitteista.

Tarkempiin kuvion 30 esittämiin laitekohtaisiin tietoihin pääsee käsiksi valitsemalla Adopted Devices -listalta haluamansa laitteen tai etsimällä sen näkymän vasemmasta reunasta valikon alta. (Motorola Solutions WiNG 5.2.2 Access Point System Reference Guide 2012.)

The screenshot shows the Motorola Solutions WiNG 5.2.2 Access Point System Reference Guide interface. The main window displays the Statistics page for an Access Point with ID 5C-0E-8B-E9-C4-01. The interface is divided into several sections:

- Device Details:** A table showing key information about the device.

Hostname	ap6521-E9C401
Device MAC	5C-0E-8B-E9-C4-01
Type	AP6521
Model Number	AP-6521-60020-WR
RF Domain Name	TEST-DOMAIN
Version	5.4.0.0-047R
Uptime	0 days, 00 hours 12 minutes
CPU	MIPS 24Kc V7.4
RAM	53064 kB
System Clock	2012-12-15 13:45:52 EET
- Radio Utilization Index:** A table showing the utilization of the radio.

Utilization	Radio Id	Radio Type
0 (Very Low)	ap6521-E9C401.R1	2.4 GHz WLAN

Parameter	Transmit	Receive
Total Bytes	67,156	174,108
Total Packets	158	1,197
Total Dropped	0	
- Radio RF Quality Index:** A table showing the RF quality of the radio.

RF Quality Index	Radio Id	Radio Type
13 (Very Poor)	ap6521-E9C401.R1	2.4 GHz WLAN
- Client RF Quality Index:** A table showing the RF quality of the clients.

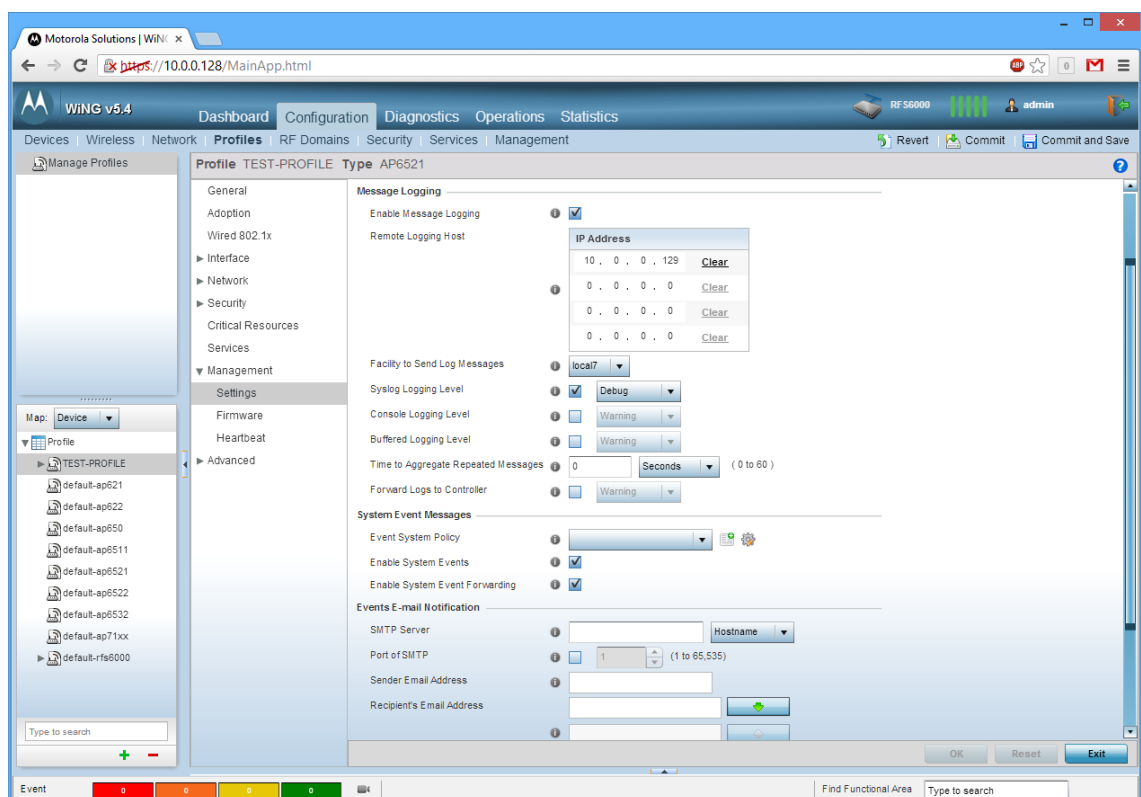
Worst 5	Client MAC	Retry Rate
0 (Very Poor)	5C-0A-5B-1B-FD-66	900
26 (Poor)	74-E5-0B-95-06-54	133

The interface also includes a left-hand navigation menu with options like Health, Device, AP Upgrade, AP Detection, Wireless Clients, Wireless LANs, Radios, Mesh, Interfaces, RTLS, PPPoE, Critical Resources, Network, Firewall, Certificates, WIPS, Sensor Servers, Captive Portal, Network Time, and Load Balancing. At the bottom right, there are 'Refresh' and 'Exit' buttons.

Kuvio 30. Testitukiaseman tilastoja.

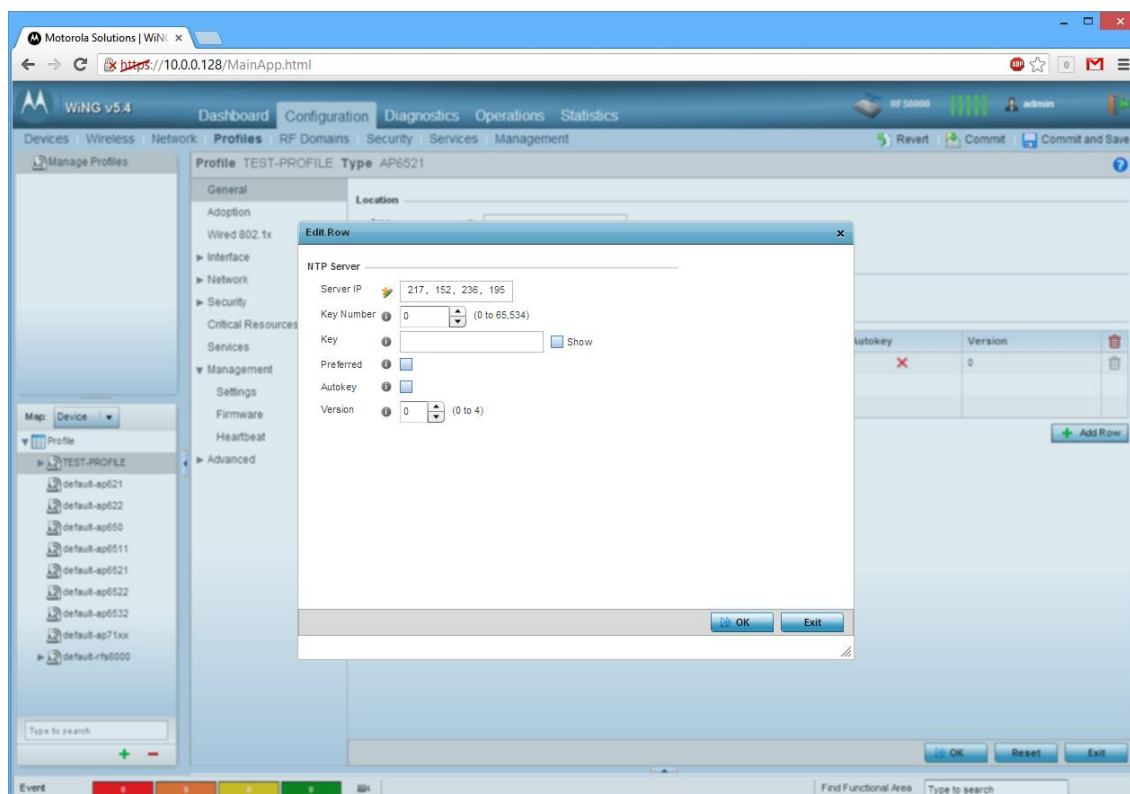
6.2 Syslogin ja NTP:n käyttöönotto

Syslog on kätevä työkalu laitteistojen lähettämien ilmoitusten tarkasteluun. Profiiliin sidottu tapahtumien lokitus määritellään Configuration-välilehdellä kohdasta Profiles ja halutun profiilin alta kohdasta Management ja Settings. Jos lokitus halutaan määrittellä laitekohtaisesti, tapahtuu se vastaavasti Configuration-välilehdellä kohdasta Devices. Kuviossa 31 TEST-PROFILE-profiiliin on määritetty profiilikohtainen lokitus, jossa kaikki Debug-tason ja sitä korkeammat tapahtumat lähetetään lokipalvelimelle IP-osoitteeseen 10.0.0.129. (Motorola Solutions WiNG 5.2.2 Access Point System Reference Guide 2012.)



Kuvio 31. Syslog-palvelimen osoitteen määrittäminen TEST-PROFILE-profiiliin.

Jotta lokitetut tapahtumat voidaan yhdistää verkossa havaittuihin muutoksiin, pitää tapahtumiin liittää aikaleimat. Network Time Protocol (NTP) mahdollista verkossa olevien laitteiden kellojen synkronisoinnin keskenään. NTP-palvelimen osoitteen voi määrittellä joko profiiliin tai yksittäiselle laitteelle. Profiiliin määriteltävä NTP-palvelimen osoite lisätään kuvion 32 tilasta Configuration-välilehdellä kohdasta Profiles halutun profiilin kohtaan General. (Motorola Solutions WiNG 5.2.2 Access Point System Reference Guide 2012.)



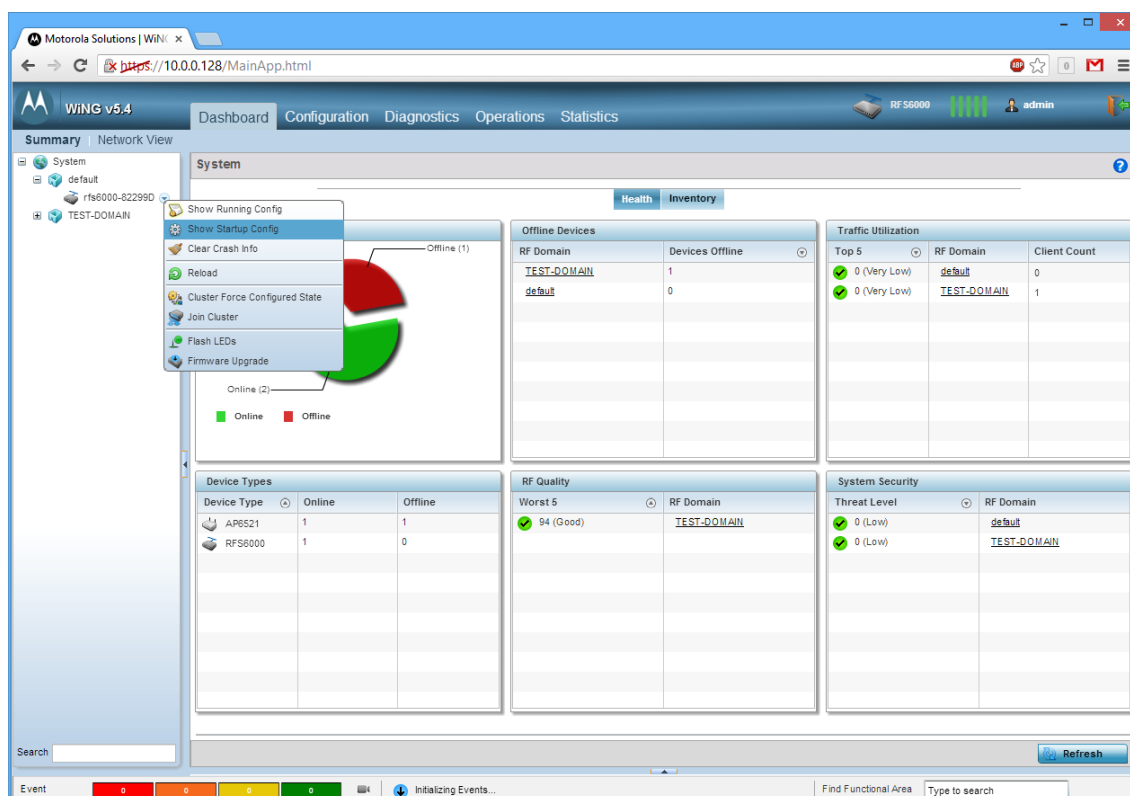
Kuvio 32. Profiiliin TEST-PROFILE määritelty NTP-palvelimen osoite.

NTP-palvelimen osoitteen voi määrittää myös URL-muodossa, mutta tämä on mahdollista vain käyttämällä komentokehotetta ja Ciscon IOS:ää. (Motorola Solutions WiNG 5.2.2 Access Point System Reference Guide 2012.)

6.3 Kokoontalon varmuuskopiointi

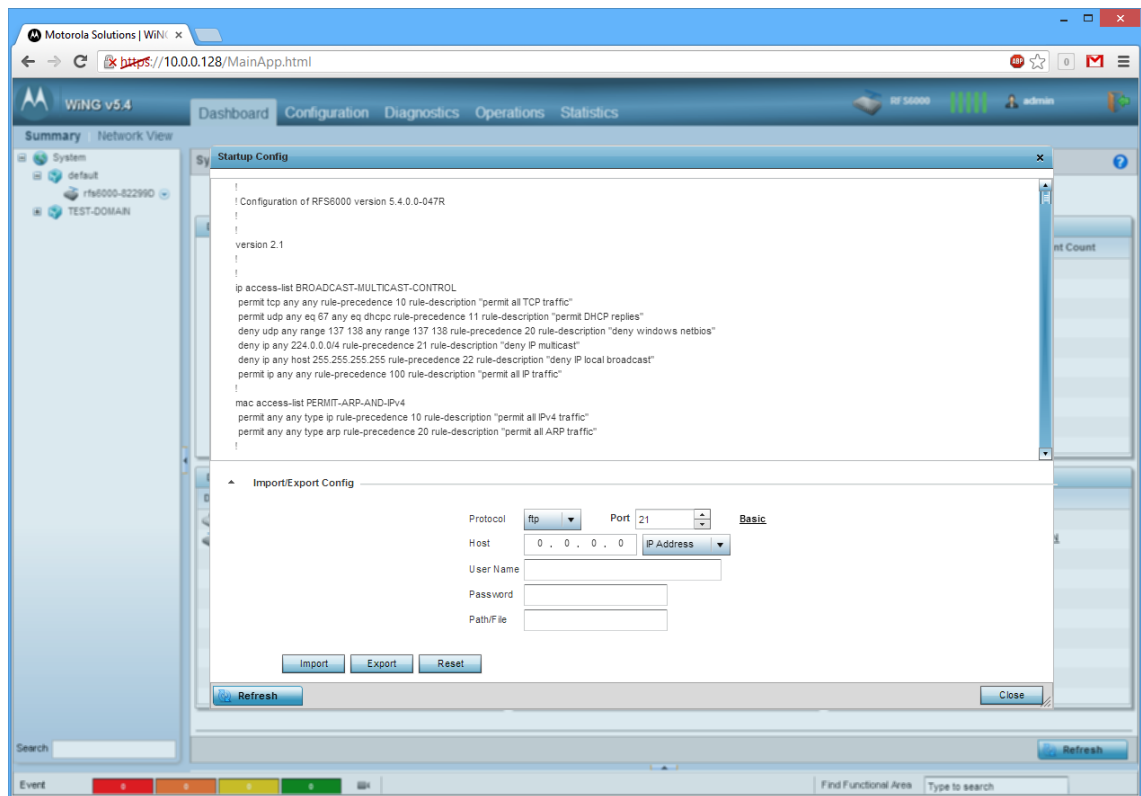
Kokoontalon varmuuskopioiden ottaminen voidaan tehdä etsimällä ensin kontrolleri Dashboard-välilehdellä Summary-näkymän vasemmasta sarakkeesta. Tämän jälkeen painetaan kontrollerin nimen vieressä olevaa alaspäin osoittavaa nuolta. Nuolen painaminen avaa listan (kuvio 33), josta kontrollerille voidaan antaa käskyjä, kuten ohjelmiston

päivittäminen, uudelleenkäynnistäminen tai näyttää laitteen Running Config ja Startup Config. Listasta valitaan Running Config, jos kokoonpanosta halutaan nähdä senhetkiset asetukset. Startup Config näyttää asetukset, jotka otetaan käyttöön, kun kontrolleri käynnistetään uudestaan. Mikäli edellinen kokoonpanomuutos on otettu käyttöön valitsemalla Commit and Save, ovat Running- ja Startup-asetukset identtiset. (Motorola Solutions WiNG 5.2.2 Access Point System Reference Guide 2012.)



Kuvio 33. Kontrollerin Startup Config -tiedoston avaus.

Yksinkertaisuudessaan Show Running- tai Startup Configuration -toiminto tulostaa avautuvaan ikkunaan saman informaation, joka saadaan, kun kontrollerille komentokehotteeseen kirjoitetaan show running-config tai show startup-config. Erona komentokehotteeseen toiminnon tila antaa mahdollisuuden tallentaa sen hetkisen kokoonpanon eri kohteisiin, joista merkittävimpiä ovat FTP-palvelin, USB-muistitikku ja pääte, jolta graafista käyttöliittymää ajetaan (kuvio 34). Kun tallennuskohde on määritelty, kokoonpanon varmuuskopiointi aloitetaan valitsemalla Export. (Motorola Solutions WiNG 5.2.2 Access Point System Reference Guide 2012.)



Kuvio 34. Startup Config sekä tuonti- ja vientiminaisuudet.

Samasta tilasta voidaan kontrollerille palauttaa myös aikaisemmin tehty kokoonpano valitsemalla Import. Henkilökohtaisesti olen kuitenkin sitä mieltä, että kyseinen toimenpide kannattaa tehdä komentokehotteelta, jolloin kokoonpanossa olevista mahdollisista virheistä saadaan välitön palaute.

6.4 Kokoonpanon dokumentointi

WiNG 5.4 ei itsessään tarjoa mahdollisuutta lisätä vapaasti kokoonpanon yhteyteen kommenttirivejä. Täten vaikka kokonaisuuksille, kuten virtuaalilähiverkoille, langattomille verkoille tai profiileille voikin määrittää kuvauksen, jää suurin osa kokoonpanon asetuksista ilman tarkempaa dokumentointia. Mikäli kokoonpano halutaan dokumentoida ilman rajoituksia, pitää tämä tehdä graafisen käyttöliittymän ulkopuolella. Graafisen käyttöliittymän ulkopuolella tehty dokumentointi onnistuu helposti lisäämällä kokoonpanosta otettuun Startup Configiin kommenttirivejä, jotka aloitetaan #-merkillä. Dokumentoinnista on syytä huomioida se, että mikäli dokumentoitu kokoonpano palautetaan kontrolleriin, eivät kommentoidut rivit jää kontrollerin muistiin.

7 Päätelmät

Tämän insinööriyön tavoitteena oli perehtyä Motorolan WiNG 5.4 -arkkitehtuuriin käyttäen Motorolan RFS7000- ja RFS6000-kontrollereita yhdessä AP-6521-tukiasemien kanssa. Työssä käytiin läpi kontrollerin vaatimat työvaiheet alkaen langattoman verkon käyttöönotosta aina sen ylläpitoon. Työvaiheet esiteltiin aikajärjestyksessä ja dokumentoitiin niin, että tietoliikenneorientoitunut henkilö voi toistaa verkon työtä seuraamalla.

Motorolan RFS7000 ja testiympäristössä käytössä ollut RFS6000 toimivat tekniikan puolesta mielestäni niille asetettujen oletusten mukaisesti. WiNG 5.4:n graafinen käyttöliittymä on pääpiirteittäin looginen, kunhan käyttäjä ensin sisäistää profiilien ja RF-domainien toimintaperiaatteet. Lukuun ottamatta hyväksytyjen laitteiden listausta graafinen käyttöliittymä toimii nopeasti. Myös uusien asetusten välittäminen kontrollerilta tukiasemille tapahtuu mielestäni nopeasti.

Käytettävien profiilien määrää kannattaa mielestäni rajoittaa siten, että kullekin käyttötarkoitukselle tai asiakkaalle löytyy mahdollisimman yleispätevä profiili. Jos asiakkaan kaikki kohteet voidaan kattaa yhdellä profiililla, onnistuu myös asiakkaan verkon asetusten muokkaaminen yhdestä paikasta. Mikäli yksittäiselle laitteelle pitää määrittää laitekohtaisia asetuksia, kannattaa harkita, voisiko kyseinen laitekohtainen asetukset toimia myös toisessa tilanteessa, tällöin uuden profiilin luominen voi olla vanhan profiilin ylikirjoittamista parempi vaihtoehto.

Lähteet

AP-6521 Series Access Point Installation Guide 2011. Motorola Solutions Inc.

EMEAWING5 WiNG 5 Technical Training 2011. Motorola Solutions Inc.

Enterprise Wireless LAN Antenna 2011 Specification Guide. Verkkodokumentti. <http://www.motorola.com/web/Business/Products/Accessories/20%20-%2029/25-72178-01/_Documents/Antenna_WLAN.pdf>. Luettu 24.4.2013.

Geier, Jim 2005. Langattomat verkot. Suomentanut Jarmo Holttinen. Helsinki: Edita Prima. Englanninkielinen alkuteos 2004.

IEEE 802.11n-2009. Verkkodokumentti. <http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11n-2009>. Luettu 24.4.2013

Motorola Solutions WiNG 5.2.2 Access Point System Reference Guide 2012. Motorola Solutions Inc. Verkkodokumentti. <<https://docs.symbol.com/manuals/15960501a.pdf>>. Luettu 3.5.2013.

Product Spec Sheet MC75A Series 2013. Motorola Solutions Inc.

Puska, Matti 2005. Langattomat lähiverkot. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino.

RFS7000 Series RF Switch Installation Guide 2008. Motorola Solutions Inc.

RFS7000 Wireless RF Switch 2013. Verkkodokumentti. <http://www.motorola.com/Business/US-EN/Business+Product+and+Services/Wireless+LAN/Wireless+Switches/RFS7000_US-EN>. Luettu 24.4.2013.

WiNG 2012. Motorola Solutions Inc.

WiNG 5.X Best Practices & Recommendations 2012. Motorola Solutions Inc.

WiNG 5.X Feature Guide Auto-Provisioning Policies 2012. Motorola Solutions Inc.

WiNG 5.X How-To Guide NOC Deployments 2012. Motorola Solutions Inc.

WiNG 5.X How-To Guide WiNG 4.X Access Point Migration 2012. Motorola Solutions Inc.

WiNG 5.1 How-To Guide 1 Hop Mesh 2011. Motorola Solutions Inc. Verkkodokumentti. <http://www.michaelfmcmamara.com/files/motorola/WiNG5_Mesh_How-To.pdf>. Luettu 3.5.2013,

WiNG 5.0 Cheat Sheet Protocols & Ports 2010. Motorola Solutions Inc.

WiNG 5.0 Cheat Sheet RF Domains: Managing RF Domains 2010. Motorola Solutions Inc.

WiNG 5 Lab Guide 2012. Motorola Solutions Inc.

WiNG 5.X Cheat Sheet Smart-RF 2011. Motorola Solutions Inc.

WiNG 5.4 Cheat Sheet RF Domain Manager vs. Virtual Controller vs. Standalone AP 2011. Motorola Solutions Inc.

WiNG 5 Cheat Sheet Configuration Model 2010. Motorola Solutions Inc.

Motorola AP-6521-tukiasema tunnuslukuina

Pituus	152,4 mm
Leveys	139,7 mm
Korkeus	41,1 mm
Rungon materiaali	muovi
Paino	272 g
Käyttölämpötila	0 – 40 °C
Varastointilämpötila	-40 – 70 °C
Ilmankosteus käytössä	5 – 95 % (suhteellinen, kondensoimattomana)
Ilmankosteus varastoituna	85 % (suhteellinen, kondensoimattomana)
Maksimi tehonkulutus	12,95 W (270 mA, 48 V)
2,4 GHz kanavat	kanavat 1 – 13 (2412 – 2472 MHz)
5,2 GHz kanavat	kanavat 36 – 48 ja 149 – 165
802.11a bittinopeus	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 ja 54 Mbps
802.11b bittinopeus	1, 2, 5.5 ja 11 Mbps
802.11g bittinopeus	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 ja 54 Mbps
802.11n bittinopeus	MSC0 - MSC15 HT20 ja HT40 tiloissa
Maksimi lähetysteho (2,4 GHz)	27 dBm
Maksimi lähetysteho (5,2 GHz)	22 dBm
Lähetystehon säätöaste	1 dB

Lähde AP-6521 Series Access Point Installation Guide 2011.

RFS7000-kontrolleri tunnuslukuina

Pituus	390,8 mm
Leveys	440 mm
Korkeus	44,45 mm
Paino	6,12 Kg
Käyttölämpötila	0 – 40 °C
Ilmankosteus käytössä	5 – 85 % (suhteellinen, kondensoimattomana)

Lähde RFS7000 Series RF Switch Installation Guide 2008.