

Tomi Lehto

Langattoman lähiverkon suorituskyky ja palvelunlaatu

7Signal-laadunvarmistusjärjestelmä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tietoverkot

Insinöörityö

30.4.2013

| | |
|--|---|
| Tekijä Otsikko | Tomi Lehto Langattoman lähiverkon suorituskyky ja palvelunlaatu, 7Signal-laadunvarmistusjärjestelmä |
| Sivumäärä Aika | 41 sivua 30.4.2013 |
| Tutkinto | insinööri (AMK) |
| Koulutusohjelma | Tietotekniikka |
| Suuntautumisvaihtoehto | Tietoverkot |
| Ohjaaja | Lehtori Jukka Louhelainen |
| <p>Tässä insinööriyössä perehdytään langattomiin verkkoihin yleisesti, niiden rakenteeseen, tekniikoihin, palvelunlaatuun ja suorituskykyyn. Työn tavoitteena oli päivittää Metropolian 7Signal Sapphire -järjestelmä uusimpaan versioon, asentaa kaksi valvontasilmaa ja kaksi tukiasemaa, joiden avulla järjestelmää pystytään testaamaan ja käyttämään opetustarkoituksessa. Lisäksi testataan ja tutkitaan järjestelmää asennettujen tukiasemien avulla ja raportoidaan tulokset. Insinööri työ tehtiin Metropolia Ammattikorkeakoululle.</p> <p>Insinööriyön pääpaino on langattomien verkkojen laadunvarmistukseen keskittyvässä 7Signal Sapphire -järjestelmässä. Järjestelmän avulla varmistetaan langattomien verkkojen suorituskyky ja palvelunlaatu. Sen avulla voidaan tehdä kohdistettuja testejä verkon osa-alueille tai automaattisia testejä koko verkolle. Järjestelmän avulla mahdolliset ongelmat lähiverkossa havaitaan ja paikannetaan nopeasti. Sen tarkoituksena on valvoa verkkoa jatkuvasti ja edesauttaa mahdollisimman hyvää suorituskykyä ja laatu.</p> <p>Metropolian 7signal-järjestelmä koostuu kahdesta palvelimesta ja kahdesta valvontasilmästä. Järjestelmä määriteltiin tekemään automaattisia mittauksia langattomalle verkolle. Järjestelmään tehtiin myös etäkäyttömahdollisuus, minkä avulla sitä voidaan käyttää Metropolian verkon ulkopuolelta.</p> <p>Mittaustulokset analysoidaan ja työn tuloksena syntyy raportti langattoman verkon suorituskyvystä ja palvelunlaadusta. Lisäksi syntyy ohjeistus 7Signal Sapphire -järjestelmän päivittämisestä, mahdollisista ongelmatilanteista ja yleisesti järjestelmän käytöstä.</p> | |
| Avainsanat | 7signal, WLAN, suorituskyky, palvelunlaatu |

| | |
|--|--|
| Author Title | Tomi Lehto Performance and Quality of Wireless Networks, 7Signal Wireless Quality Assurance Solution |
| Number of Pages Date | 41 pages 30 April 2013 |
| Degree | Bachelor of Engineering |
| Degree Programme | Information Technology |
| Specialisation option | Data networks |
| Instructor | Jukka Louhelainen, Senior Lecturer |
| <p>This thesis relates to wireless networks, their structure, technology, quality assurance and performance. The goal was to update Metropolia's 7Signal Sapphire Solution to a newer version, set up two Sapphire Eye units and two base stations. The devices will be used for teaching purposes. The study was made to Metropolia University of Applied Sciences.</p> <p>The study is mainly focused on a 7Signal Sapphire wireless quality assurance system. Network performance and service ability can be ensured with the system. Manual tests can be aimed to a specific location of a network or tests can be run automatically to the network. With the system, problems can be quickly found and located. The system has been made to automatically monitor local area networks and ensure sufficient performance and quality.</p> <p>Metropolia's 7Signal Sapphire Solution includes two servers and two Eye units. Solution was configured to run automatic test profiles to the wireless network. Remote access to the Solution was also created, enabling connection outside Metropolia's network.</p> <p>The test results were analyzed and the networks performance and quality assurance was reported. The study also includes instructions of Solution's update, troubleshoot and common use.</p> | |
| Keywords | 7Signal, WLAN, performance, quality assurance |

Sisältö

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Langattomat verkot | 1 |
| 2.1 | Yleistä langattomista verkoista | 1 |
| 2.2 | Langattoman verkon rakenne | 2 |
| 2.3 | 802.11-standardit | 2 |
| 2.4 | Tietoturva | 3 |
| 2.5 | Palvelunlaatu (QoS) | 4 |
| 3 | 7signal Sapphire -järjestelmä | 5 |
| 3.1 | Järjestelmän kuvaus | 5 |
| 3.2 | Järjestelmän osat | 6 |
| 3.2.1 | Sapphire Eye -valvontasilmä | 6 |
| 3.2.2 | Sapphire Carat -hallintatyökalu | 9 |
| 3.2.3 | Sapphire Sonar -testipalvelin | 11 |
| 3.2.4 | Loupe-raportointityökalu | 12 |
| 3.3 | Etäkäyttö | 14 |
| 3.3.1 | Mozilla Firefox | 15 |
| 3.3.2 | Internet Explorer | 16 |
| 4 | 7signal Sapphire -järjestelmän päivitys | 17 |
| 4.1 | Yleistä | 17 |
| 4.2 | Valvontasilmän päivitys | 17 |
| 4.3 | Carat-palvelimen päivitys | 19 |
| 4.4 | Sonar-palvelimen päivitys | 19 |
| 4.5 | Ongelmatilanteita | 19 |
| 5 | Testejä WLAN-ympäristössä | 22 |
| 5.1 | Manuaalisia testejä | 23 |
| 5.2 | Automaattisia testejä | 28 |
| 6 | Yhteenveto | 38 |
| | Lähteet | 40 |

Lyhenteet

| | |
|------|--|
| BSS | Basic Service Set. Langattoman verkon rakenne, jossa käytetään vain yhtä tukiasemaa. |
| CCK | Complementary Code Keying. Langattomissa verkoissa käytetty modulointi. |
| ESS | Extended Service Set. Langattoman verkon rakenne, jossa käytetään useampaa tukiasemaa. |
| FTP | File Transfer Protocol. Tiedostojensiirtoprotokolla. |
| GHz | Gigahertz. Termi, jolla ilmoitetaan mm. kellotaajuuksia. |
| KPI | Key Performance Indicator. Suorituskyvyn mittari. |
| Mbps | Megabits per second. Lyhenne, jota käytetään tiedonsiirtonopeuksien ilmoittamisessa. |
| MIMO | Multiple-Input and Multiple-Output. Tietoliikennetekniikka, jossa käytetään lähetykseen sekä vastaanottoon samanaikaisesti useaa antennia. |
| MOS | Mean Opinion Score. Äänen ja videon laadun mittausjärjestelmä. |
| OFDM | Orthogonal frequency-division multiplexing. Modulointi, joka perustuu tiedonsiirtoon useilla taajuuksilla samanaikaisesti. |
| PoE | Power over Ethernet. Tekniikka, jolla syötetään käyttöjännite laitteeseen. |
| Qos | Quality of Service. Luokittelutekniikka, jolla priorisoidaan tietoliikennettä. |
| SNR | Signal to Noise Ratio. Signaali-kohinasuhde, kuvaa hyötysignaalin ja kohinasignaalin suhdetta. |

| | |
|------|---|
| SSID | Service Set Identifier. Langattoman lähiverkon verkkotunnus. |
| WLAN | Wireless Local Area Network. Lähiverkkoteknologia, jolla yhdistetään verkkolaitteita langattomasti. |
| WQA | Wireless Quality Assurance. Langaton laadunvarmistus. |

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä perehdytään 7Signal Sapphire -laadunvarmistusjärjestelmään ja langattomien verkkojen palvelunlaatuun ja suorituskykyyn käyttäjän näkökulmasta. Työn tavoitteena on asentaa Metropolia Ammattikorkeakouluun uusin 7Signal-järjestelmä, jota käytetään jatkossa opetustarkoitukseen. Metropoliasa on käytössä kaksi valvontasilmiä, 802.11a/b/g/n-standardin mukainen ja 802.11a/b/g-standardin valvontasilmiä, jotka asennetaan laboratorioluokkiin. Lisäksi kahteen erilliseen luokkaan asennetaan tukiasemat, joiden avulla opetuskäytössä pystytään järjestelmää testamaan ja tutkimaan.

Työssä kerrotaan langattomien verkkojen rakenteesta, tekniikoista, palvelunlaadusta, 7Signal Sapphire -järjestelmästä, sen asennuksesta, käytöstä ja niihin liittyvistä ongelmatilanteista. Lisäksi tehdään kohdistettuja manuaalisia testejä verkon osa-alueille ja automaattisia jatkuvia testejä koko verkolle. Järjestelmään tehdään myös etäyhteys, jonka avulla Loupe-raportointityökalua voidaan käyttää Metropolian verkon ulkopuolelta. Työn lopuksi analysoidaan järjestelmän tekemiä aktiivisia testejä, jotka kohdistuvat asennettuun verkkoon.

Langattomat verkot ovat yrityksissä yhä tärkeämmässä roolissa ja niiden suorituskykyä ja laatua tulisi seurata jatkuvasti. 7Signal Sapphire -järjestelmä valvoo jatkuvasti langattomien verkkojen suorituskykyä, turvallisuutta ja palvelun laatua. Järjestelmän avulla kerätään jatkuvaa tietoa langattomista verkoista, tukiasemista ja niihin liitetyistä laitteista. Sen avulla on helppo havaita, paikallistaa ja reagoida verkossa tapahtuviin muutoksiin ja ongelmiin.

2 Langattomat verkot

2.1 Yleistä langattomista verkoista

WLAN (Wireless Local Area Network) on käsite radioaalloilla kulkevasta tiedonsiirrosta. Sen avulla muodostetaan lähiverkkoja langattomasti, ja päätelaitteet ottavat yhteyden tukiasemaan ja toisiin laitteisiin ilman fyysisiä kaapeleita. WLAN käyttää sähkömagneettisia aaltoja tiedonsiirrossa laitteiden välillä. [1.]

Toinen yleistynyt nimi langattomille verkoille on WiFi, joka on yleistynyt kaupalliseen tarkoitukseen. Langattomat verkot toimivat Yhdysvalloissa kehitetyn 802.11-standardin perusteella. Ne toimivat 2,4 GHz:n ja 5,0 GHz:n taajuuksilla, mutta 2,4 GHz on nykyään yleisemmin käytetty. [2.]

Usein kotitalouksissa lähiverkot rakennetaan langattomasti, koska tällöin asuntoihin ei tarvitse kaapeloida erillistä sisäverkkoa. Asuntoon, johon tulee kiinteä tietoliikenneyhteys, liitetään modeemi, joka toimii langattoman verkon tukiasemana. Näin tukiasemaan pystytään yhdistämään päätelaitteita langattomasti. [3.]

2.2 Langattoman verkon rakenne

Langattoman verkon rakenteena käytetään kahta topologiaa, ad hoc -verkko ja infrastruktuuriverkko. Ad hoc -verkossa kaikki tukiasemat ovat keskenään tietoisia toisistaan, joten erillisiä tukiasemia ei tarvita lainkaan. Yleisemmin käytetty infrastruktuuriverkko käyttää vähintään yhtä tukiasemaa, johon kaikki verkon päätelaitteet ovat langattomasti yhteydessä. Tukiasemat ovat yleensä langallisesti kiinni muussa lähiverkossa, joten ne ovat langattomia vain yhteen suuntaan.

Yhden tukiaseman verkosta käytetään nimitystä BSS (Basic Service Set) ja useamman tukiaseman verkosta nimitystä ESS (Extended Service Set). Jos tukiasemia on useita, täytyy niihin määrittää erikseen omat kanavat, etteivät kaikki tukiasemat toimi samalla kanavalla ja näin aiheuta päällekkäisyyksiä. Langattomien verkkojen erottelussa toisistaan käytetään SSID-tunnuksia (Service Set Identifier). Jokaiselle langattomalle verkolle annetaan yksilöivä SSID-tunnus. Niiden avulla verkkoja pystytään jakamaan useampiin loogisiin osiin. [2, s. 27.]

2.3 802.11-standardit

802.11a

802.11a-standardi julkaistiin vuonna 1999, ja se tukee tiedonsiirtoa nopeudella 54 Mbps. Standardi käyttää tiedonsiirrossa OFDM-tekniikkaa, missä signaali jaetaan pienempiin osiin. Jaetut signaalit siirretään eri taajuuksilla samanaikaisesti. [4.]

802.11b

802.11b-standardi käyttää 2.4 GHz:n taajuutta ja tiedonsiirtonopeus on korkeimmillaan 11 Mbps. Standardi julkaistiin vuonna 1999 ja se käyttää myös nimeä 802.11hr. Tiedonsiirrossa käytetään CCK-tekniikkaa (complement code keying), missä tieto lähetetään 64:n 8-bittisenä sarjana. Vaihtoehtoisena tekniikkana käytetään PBCC-tekniikkaa. [5.]

802.11g

802.11g-standardi käyttää 2.4 GHz:n taajuutta ja pystyy liikennöimään nopeuksilla 54 Mbps ja 11 Mbps. Standardi on täysin yhteensopiva 802.11b laitteiden kanssa ja se on muodostettu 802.11a ja 802.11b standardeista Standardi käyttää tiedonsiirtoon CCK-OFDM tekniikkaa ja vaihtoehtoiseksi siirtotavaksi PBCC-tekniikkaa. [6.]

802.11n

802.11n-standardi parantaa verkon suorituskykyä aiempiin standardeihin verrattuna. Se on yhteensopiva aikaisempien standardien kanssa, mutta tiedonsiirtonopeus on tällöin aiemman standardin mukainen. Standardi julkaistiin vuonna 2009. [7.]

Sen kantavuus on parempi, ja tiedonsiirtonopeus korkeampi, kuin aiemmissa standardeissa. 802.11n standardin laitteet tukevat MIMO tekniikkaa (multiple in, multiple out). Sen avulla pystytään käyttämään useampaa antennia kerralla, mikä kasvattaa verkon kantavuutta lähes puolella. Laitteiden, jotka käyttävät 802.11n-standardia, teoreettinen tiedonsiirtonopeus on n. 600 Mbps. Käytössä ne pystyvät saavuttamaan tiedonsiirtonopeuden 100 Mbps. [8.]

2.4 Tietoturva

Langattomat verkot ovat huomattavasti alttiimpia tietoturvauhkille kuin langattomat verkot. Siksi niiden tietoturvaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. 802.11i-standardi eli WPA 2 keskittyy langattomaan tietoturvaan. Sen avulla pystytään tehokkaampiin salausmenetelmiin ja siksi nykyisissä verkkokorteissa tulisi olla tuki standardille.

Tyypillisiä uhkia langattomille verkoille ovat liikenteen salakuuntelu, yhteyden luvaton käyttö ja yritysten sisäisiin järjestelmiin tunkeutuminen. Jos verkkoliikenne on salaamattomaa, on salakuuntelu mahdollista. Myös verkkoyhteyden luvaton käyttö on helppoa, jos verkon suojaus on heikko tai sitä ei ole lainkaan. Yritysten sisäisiin järjestelmiin tunkeutuminen on mahdollista, jos salaus on heikko tai verkkolaite kytketty suoraan sisäverkkoon kiinni.

Langattomien verkkojen salaukseen käytetään useita protokollia. WEP-salaus on heikko eikä sitä suositella enää käytettävän. WPA on uudempi salausprotokolla ja sen toinen versio käyttää salaukseen AES-kryptausta. Sen salaus on huomattavasti vahvempi kuin aikaisempien protokollien ja sen käyttö onkin suositeltavaa. Yrityksissä tukiasemia ei tulisi kytkeä suoraan sisäverkkoon kiinni vaan aina palomuurin taakse. [2, s. 41.]

2.5 Palvelunlaatu (QoS)

Palvelunlaadun hallinta ja jatkuva varmistaminen sekä parantaminen on otettava huomioon langattomissa verkoissa yhtäläillä kuin langallisissa verkoissa. Langattomien verkkojen palvelunlaadun valvonta ja seuranta toteutuu vielä harvakseltaan. Langattomia verkkoja seuraamalla pystytään helpommin selvittämään mahdollisia vikoja verkossa. [2, s. 10.]

Langattomien verkkojen lisääntynyt käyttö, nopeuksien ja palveluiden kasvaminen ovat tuoneet haasteita langattomaan tiedonsiirtoon. Nykyajan vaatimukset langattomien verkkojen nopeuteen ja luotettavuuteen ovat kasvaneet huomattavasti. Erilaiset reaaliaikaiset sovellukset vaativat mm. luotettavaa ja nopeaa tiedonsiirtoa.

QoS (Quality Of Service) tekniikan avulla priorisoidaan liikennettä ja pyritään saavuttamaan sovelluksille ja palveluille riittävän hyvä laatu. Tekniikan avulla muodostetaan prioriteettiluokkia, jotka määrittelevät miten paketit järjestetään tiedonsiirrossa. Esimerkiksi ruuhkatilanteessa vähemmän priorisoidut paketit lähetetään priorisoidumpien pakettien jälkeen. QoS ei tarjoa kuitenkaan lisää kaistanleveyttä, vaan se mahdollistaa käytössä olevan kaistan parhaan mahdollisen käytön. [2, s. 11.]

QoS pyrkii vähentämään tietoliikenneverkon pakettihävikkiä, viivettä, viiveen vaihtelua ja läpäisykykyä. Kaikki nämä yhdessä vaikuttavat verkon toimivuuteen, tiedonsiirtoky-

kyyn ja näin vaikuttavat verkon laatuun. Pakettihävikki kertoo, miten suuri osa paketeista häviää matkan varrella. Viive on aika, mikä kuluu yhdeltä paketilta lähettäjältä vastaanottajalle. Viiveen vaihtelu kuvaa aikaa, minkä verran viive vaihtelee tietyn ajan sisällä. Läpäisykyky kuvaa, miten paljon tietoa verkko pystyy kuljettamaan. [2, s.12.]

3 7signal Sapphire -järjestelmä

3.1 Järjestelmän kuvaus

7Signal Sapphire -järjestelmä valvoo WLAN-verkon laatua ja suorituskykyä sekä ympäröiviä radiotaajuuksia verkon käyttäjän näkökulmasta. Sonar-testipalvelin suorittaa verkon suorituskyvyn mittaamisen. Interaktiivisia testejä, valvonta-asemia ja automaattisia testejä hallinnoidaan keskitetysti Sapphire Carat -hallintatyökalun avulla. Mittaustulokset raportoidaan Loupe-raportointityökalun avulla.

Valvontasilmä, Sapphire Eye, valvoo jatkuvasti valittuja WLAN-kanavia, mikä ei aiheuta verkon suorituskyvyn alenemista. Se voidaan myös määrittellä käyttämään kohdeverkon palveluita ja näin voidaan mitata verkon palvelunlaatua (Qos). Järjestelmä voi myös ennustaa verkon suorituskykyä käyttäjien toiminnan mukaan. Sen avulla mahdollistetaan verkon kapasiteetin nosto ennen kuin verkon suorituskyky häviää.

Aktiivisessa testissä valvontasilmä on WLAN-verkossa yhteydessä Sonar-palvelimeen tavallisena verkon käyttäjänä. Käyttö voi olla tiedoston siirtoa, langattomia VoIP-puheluita tai se voi olla yhteydessä toiseen palvelimeen. Järjestelmä tutkii verkkoa aina loppukäyttäjistä palvelimelle saakka.

Aktiivinen testi voi tutkia verkkoa ilman, että yhtäkään käyttäjää on verkossa. Se mahdollistaa verkon toiminnan testaamisen ennen kuin suorituskyky tai palvelunlaatu kärsii. Sen avulla verkon hallinnoija voi nähdä, miksi jokin sovellus tai verkon osa ei toimi odotetusti. Jos ongelmia ilmenee, testien avulla on helpompi paikantaa ongelmia.

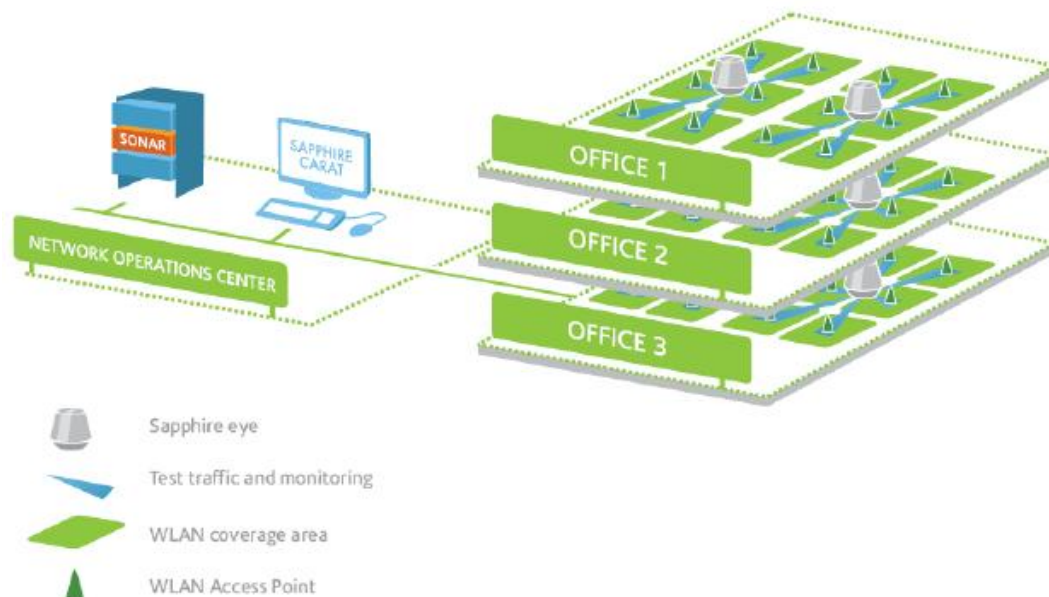
Tärkeimpiä ominaisuuksia järjestelmässä on käyttäjäemulointi, laaja kuuluvuusalue, jatkuva verkon valvonta ja verkon tilanteen seuranta. Muut samankaltaiset järjestelmät usein perustuvat tukiasemien asetusten valvontaan, joten ne eivät anna kuvaa järjestelmän palvelun laadusta käyttäjän näkökulmasta.

KPI (Key Performance Indicator) on suorituskyvyn mittari. Jokaisella mittarilla on tavoitearvot, joita järjestelmä seuraa. Tuloksen jäädessä alle tavoitearvon, järjestelmä tekee hälytyksen tai muuten ilmaisee verkon suorituskyvyn heikkenemisen. [9, s. 1.]

Kaikki liikenne järjestelmässä on salattu joko TLS- tai SSL- salauksella. Valvontasilmiin otetaan yhteys SSH:n avulla. [9, s. 6.]

3.2 Järjestelmän osat

Kuvassa yksi on esitelty 7Signal Sapphire -järjestelmän osat. Järjestelmä sisältää Sapphire Eye -valvontasilmän, Sonar-testipalvelimen, Carat-hallintatyökalun sekä raportointiin ja tulosten seurantaan Loupe-raportointityökalun.



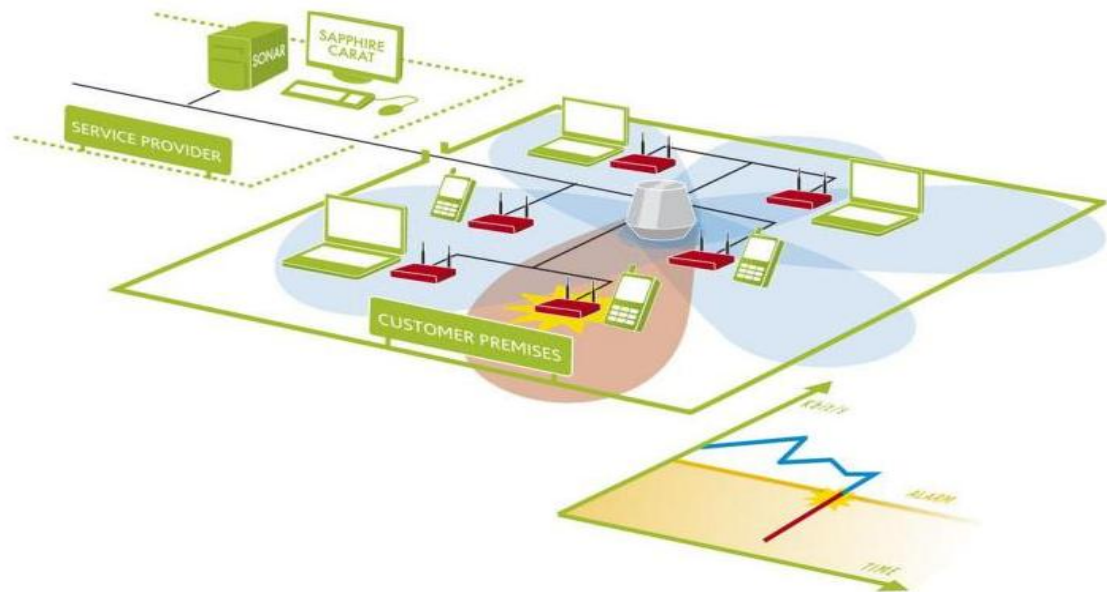
Kuva 1. 7Signal-järjestelmän kolme elementtiä: valvontasilmä, Carat ja Sonar. [10.]

3.2.1 Sapphire Eye -valvontasilmä

Sapphire Eye on valvontasilmä WLAN-ympäristössä. Kehittyneen antenniteknologian avulla se pystyy kattamaan valvonnassa laajan alueen. Yksi valvontasilmä voi valvoa useita WLAN-tukiasemia. Tyypillisesti valvottavien tukiasemien määrä on 5-8. Valvon-

tasilmä on suojattu pölyltä ja hiekalta, joten se voidaan tarvittaessa asentaa myös ulos tai muihin haasteellisiin ympäristöihin. [11, s. 3.]

Valvontasilmät on ohjelmoitu tekemään sekä passiivisia että aktiivisia testejä WLAN-ympäristössä ja lähettämään tiedot langattomasti Carat-palvelimelle. Valvontasilmät ovat itsenäisiä yksiköitä, ja ne saavat virran kytkimestä ethernet-kaapelin avulla. Lisäksi laitteiden langaton kommunikointi on suojattua. [12.]



Kuva 2. Valvontasilmä WLAN-ympäristössä.

Kuvassa kaksi on havainnollistettu WLAN-ympäristöä, missä valvontasilmä toimii. Valvontasilmä on kuvan keskellä oleva harmaa objekti. Carat-hallintasovellus on asennettu tietokoneelle (vasemmalla ylhäällä). Ympäristössä on langaton verkko, missä on kuusi tukiasemaa (kuvassa punaiset objektit). Yksi tukiasema on valvonnassa ja siinä on havaittu ongelma. Ongelma havaitaan, kun oikealla alhaalla oleva suorituskyvyn mittauksen arvo menee punaiselle.

7Signal Sapphire -järjestelmässä Carat-hallintatyökalu ja valvontasilmä toimivat käyttäjä-palvelin periaatteella. Liikenne käyttäjän ja palvelimen välillä on vahvasti salattua 7Signalin omalla protokollalla. Tämä mahdollistaa valvonnan toisesta sijainnista tai suojaamattoman verkon läpi.

Valvontasilmä tekee passiivisia ja aktiivisia mittauksia WLAN-ympäristössä. Passiivinen mittaus kuuntelee jatkuvasti dataliikennettä, joka käyttää IEEE 802.11 -protokollaa. Aktiivisen mittauksen aikana valvontasilmä ottaa vuorollaan yhteyden jokaiseen tukiasemaan ja käyttää verkon palveluita. [11, s. 3.]

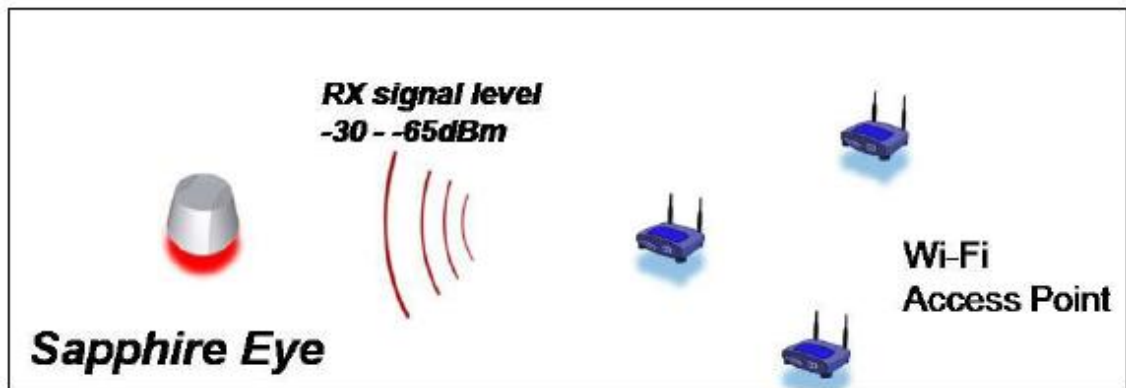
7signal Sapphire -järjestelmässä voidaan käyttää joko 802.11a/b/g- tai 802.11a/b/g/n-standardin mukaista valvontasilmää. Niiden tekniset ominaisuudet ovat:

- Linux tietokone, 1 GB Flash-muistia
- WLAN-radiomoduuli, joka tukee taajuuksia 2,4 GHz, 4,9 GHz-5,8 GHz
- taajuusanalysointikomponentti
- 6 antennia, jotka kattavat 360 astetta vaakasuorasti, 1 antenni pystysuoraan
- akku
- GPS-vastaanotin
- lämmityselementti
- elektroninen kompassi. [9, s. 2.]



Kuva 3. 802.11a/b/g/n-standardin valvontasilmä.

Valvontasilmän signaali on 10-20 dB vahvempi kuin tavallisissa tukiasemissa. Keskimääräinen signaalinvahvuus valvottaviin tukiasemiin on välillä -35 ja -65 dB. Etäisyys valvottaviin tukiasemiin tulisi olla suurempi kuin 3 m. [11, s. 11.]

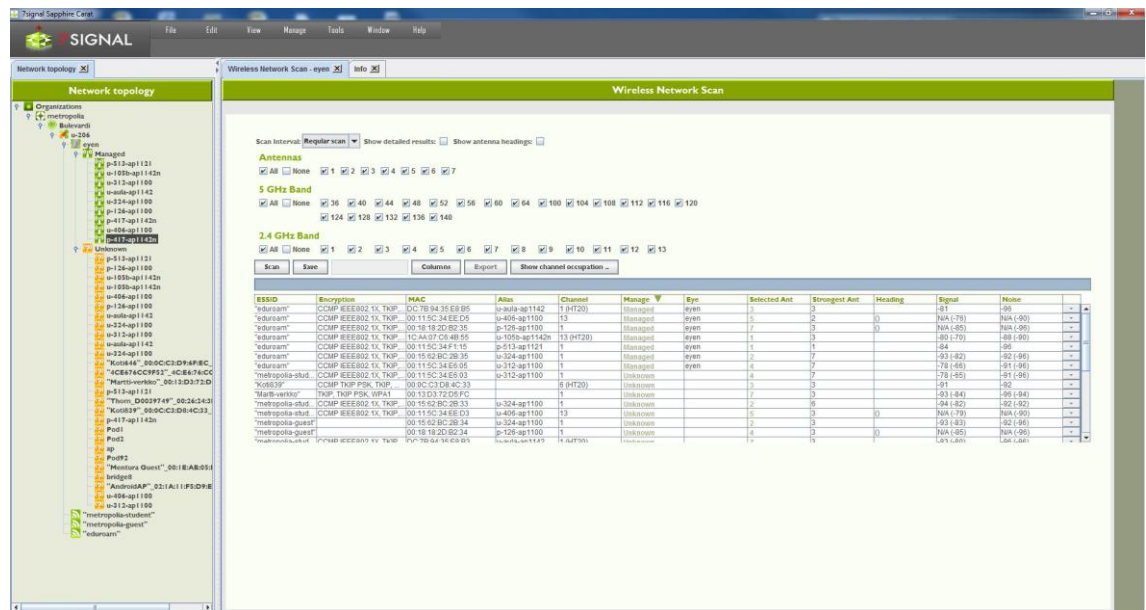


Kuva 4. Valvontasilmän optimaalinen etäisyys tukiasemasta [11, s.11.].

3.2.2 Sapphire Carat -hallintatyökalu

Sapphire Carat -hallintatyökalun avulla hallitaan valvontasilmiä, tehdään erilaisia manuaalisia mittauksia, konfiguroidaan ja hallitaan automaattisia mittauksia sekä luodaan raporteja. Raportit näyttävät mittauksen tulokset taulukoina ja kaavioina. Sapphire Caratilla voidaan tehdä testejä verkon tietylle alueelle manuaalisesti tai se voidaan määrittää tekemään testejä automaattisesti. Manuaalisia testejä ei tallenneta tietokantaan, vaan niiden avulla voi tehdä yksityiskohtaisia paikallisia mittauksia. Automaattisista mittauksista Carat tallentaa tiedot palvelimelle, mistä ne voidaan Loupe-raportointityökalun avulla analysoida. [11, s. 5.]

Signal-järjestelmässä on kolmen eri tason mukaisia käyttäjäryhmiä: reporter, configurator ja administrator. Jokaisella ryhmällä on erilaiset käyttöoikeudet järjestelmään ja muutoksiin. Reporter-ryhmän jäsenet voivat vain tarkastella hälytyksiä ja raporteja, heillä ei ole oikeuksia tehdä muutoksia järjestelmään. Configurator-ryhmän jäsenillä on täydet oikeudet koko järjestelmään, mutta ei ole oikeuksia muokata käyttäjäryhmiä ja käyttäjiä. Administrator-ryhmällä on kaikki oikeudet koko järjestelmään ja muutoksiin. [11, s. 14.]



Kuva 5. Sapphire Carat -hallintatyökalu.

Kuvassa viisi on Sapphire Carat -hallintatyökalu. Kuvan vasemmalla oleva verkkotopologia näyttää verkon rakenteen. Verkkotopologian ylimpänä osana on koko organisaatio, mikä jaetaan pienempiin alueisiin. Työssä tehtiin organisaatio metropolia, mikä jaettiin vielä tarkemmin bulevardi-toimipisteeseen.

Toimipisteeseen lisättiin palvelualueet U-205 ja V-313 ja niihin lisättiin valvontasilmät. Kuvassa keskellä on tehty langattomien verkkojen haku. Sen avulla etsitään ympäristöstä langattomien verkkojen tukiasemia. Testi näyttää myös, mikä antenni löysi tukiaseman, kuinka hyvä signaali on ja paljonko on kohinaa. Langattomien verkkojen haku tehdään aina, kun uusi valvontasilmä lisätään järjestelmään tai jos niiden sijaintia muutetaan.

Havaitut tukiasemat jaetaan valvottaviin (managed) ja tuntemattomiin (unknown) tukiasemiin. Valvottavat tukiasemat ovat lähimpänä valvontasilmää ja signaalin vahvuus niihin on yleensä suurempi kuin -65 dBm. Tuntemattomat verkot eivät ole minkään valvontasilmän hallinnassa. [11, s. 32.]

Tärkeimmät ominaisuudet ovat:

- verkkotopologia-näkymä
- valvontasilmän hallinnointi ja ylläpito

- manuaalisten- ja automaattisten testien hallinnointi
- salasanasuojattu käyttö
- vikojen paikantaminen [13.]

Järjestelmävaatimukset:

- quad core x86 32-bit Intel ja AMD prosessori
- vähintään 6 GB RAM-muistia
- verkkoyhteys
- CentOS 5/6 tai Red Hat Enterprise Linux 5/6
- vähintään 10 GB vapaata kovalevytilaa asennukseen. [6, s. 4.]

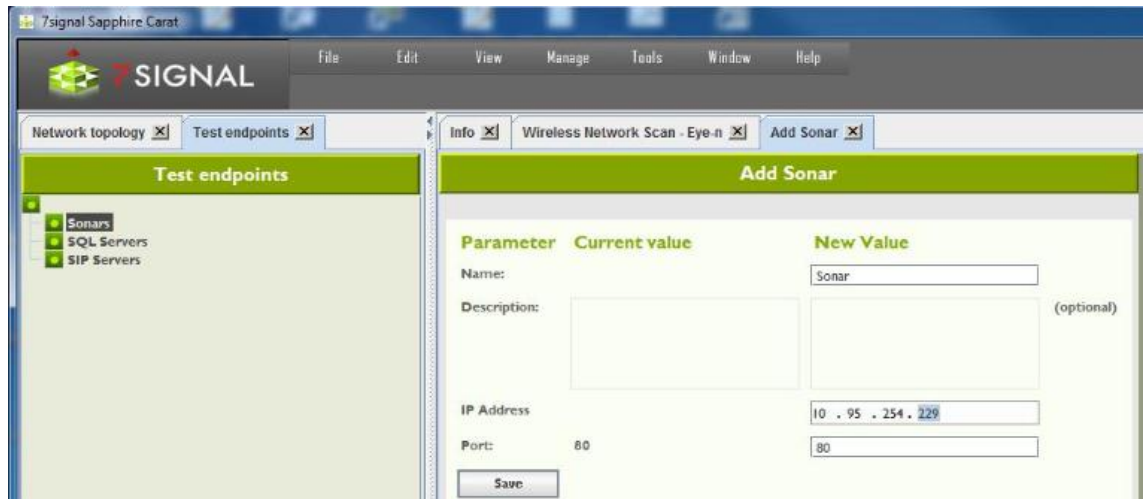
3.2.3 Sapphire Sonar -testipalvelin

Sonar-testipalvelimen tehtävänä on emuloida asiakkaan yhtä tuotantopalvelinta. Valvontasilmä ottaa yhteyden Sonar-palvelimeen mitatakseen verkon palvelunlaatua. Mitaukset tehdään molempiin suuntiin (uplink ja downlink). Uplink tarkoittaa liikennettä loppukäyttäjältä verkkoon päin ja downlink tarkoittaa liikennettä verkosta loppukäyttäjälle.

Sonar voi palvella samanaikaisesti useaa valvontasilmää, eli se voi olla testipalvelin usealle verkolle. 7Signal Sapphire -järjestelmä tukee usean Sonar-palvelimen samanaikaista käyttöä, ja se voidaan asentaa yrityksessä usealle palvelimelle. Useamman Sonarin käyttö helpottaa ja parantaa ongelmien paikantamisessa. Sonar voidaan asentaa samaan verkkoon tukiaseman kanssa, palvelinhuoneeseen tai minne tahansa Internetissä. [11, s. 6.]

Järjestelmävaatimukset:

- dual core x86 32-bit Intel ja AMD prosessori
- verkkoyhteys
- CentOS 5/6 tai Red Hat Enterprise Linux 5/6
- vähintään 2 GB RAM muistia. [6, s. 4.]

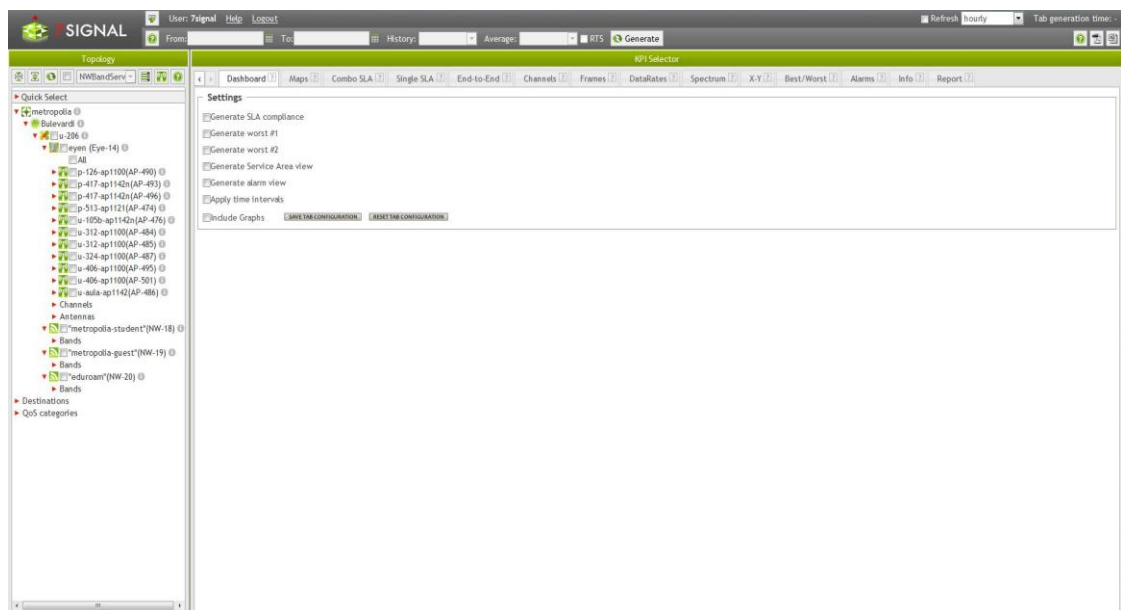


Kuva 6. Sonar-palvelimen lisääminen Caratissa.

Kuvassa kuusi lisätään Sonar-palvelin järjestelmään. Palvelimelle määritetään nimi, ip-osoite ja portti.

3.2.4 Loupe-raportointityökalu

Loupe-raportointityökalu on suorituskykyyn ja palvelunlaadun analysointiin käytettävä työväline. Se on verkkopohjainen työkalu, joten käyttöoikeuden omaava henkilö voi internetin välityksellä nähdä mittausten tuloksia. Tulokset voidaan tallentaa joko CSV- tai PDF-tiedostona. [11, s. 7.]



Kuva 7. Loupe-raportointityökalun aloitusnäky.

Kuvassa 7 on Loupen aloitusnäky. Vasemmalla näkyy verkkotopologia, mikä haetaan automaattisesti Carat-palvelimelta. Tärkeimmät KPI-indikaattorit löytyvät eri välilehdiltä. Loupen avulla analysoidaan Caratin keräämä tieto erilaisina kaavioina ja lukemina. Sen avulla voidaan vertailla eri verkkojen, tukiasemien ja ajanjaksojen tuloksia keskenään. [10, s. 1.]

Dashboard-välilehti on oletusnäky työkalussa. Sen avulla voi helposti ja nopeasti tarkistaa koko verkon tilanteen. Se sisältää neljä elementtiä: SLA-näkymän, huonoimmat tukiasemat, palvelualue-näkymän ja hälytykset. SLA-näkymä näyttää verkon keskimääräisen tilanteen valittujen KPI-arvojen mukaan. Huonoimmat tukiasemat näyttää 15 huointa SSID:tä valittujen KPI-arvojen mukaan. Palvelualue-näkymässä voi valita neljä eri KPI arvoa ja vertailla niitä keskenään. Hälytys-näkymä puolestaan näyttää voimassa olevien hälytysten tilanteen. [10, s.10-11.]

Maps-välilehti näyttää tukiasemien tilanteen, valitun KPI-arvon mukaan, pohjapiirustuksena. Se näyttää tukiasemien sijainnit ja niiden tilanteen pohjapiirustuksessa. Sen avulla on helppo paikantaa ja havaita mahdollisia ongelmia. Combo SLA -välilehti näyttää usean KPI-arvon tilanteen niiden keskiarvona. Tuloksen ollessa 100 % kaikki KPI-arvot yltävät niiden määriteltyihin vähimmäisarvoihin. [10, s. 14-16.]

Single SLA -välilehti näyttää tietyn KPI-arvon tulokset ns. liikennevalotietona. Vihreä väri näyttää tuloksen olevan hyvä ja punainen huono. Oletusrajat testeille on määritelty valmiiksi ja ne vastaavat mahdollisimman hyvin todellisia tarpeita. Channels-välilehti näyttää 2,4 ja 5 GHz:n kanavien käytön. Sen avulla pystytään selvittämään mahdolliset päällekkäisyydet antennien käytössä. [10, s. 18-23.]

Frames-välilehti näyttää tietoja, jotka kuvaavat verkon toimintaa ja laatua käyttäjän näkökulmasta. Se näyttää tulokset mm. ilmaliikenteestä ja ruuhkaisuudesta. Tuloksia voidaan myös tarkastella laitevalmistajan mukaan. Esimerkiksi käyttöjärjestelmäongelmat voidaan selvittää tietojen avulla. Laitevalmistajien laitteita voidaan vertailla keskenään ja näin selvittää aiheuttaako tietty käyttöjärjestelmä ongelmia verkossa. [10, s. 25.]

Datarates-välilehti näyttää radiokoodekkien käytön aktiivisen testin aikana. Pienen koodekin käyttö saattaa johtua radioliikenteen ongelmista. Spectrum-välilehdeltä voi

katsoa 2,4 GHz:n taajuuden tuloksia annetun ajanjakson mukaan. Best/Worst-välilehti näyttää valitun KPI-arvon mukaan huonoimmat tukiasemat. [10, s. 26-30.]

Report-välilehti sisältää kaksi valmiiksi muodostettua raporttimallia: radioympäristö- ja radiolaatumallit. Radioympäristöraportti näyttää tilastoja valitulta alueelta. Se sisältää elementtejä kuten signaalinvahvuus, kanavien käyttö, kohina ja spektrianalyysi. Radio-laatu-raportti näyttää tuloksia, mitkä kohdistuvat verkon laatuun. Raportteihin sisältyvät mittauksia kuten FTP-mittauksen, pakettien häviön, pakettien koon ja viiveen. [10, s 33.]

7signal Sapphire -järjestelmä pystyy keräämään verkosta 200 erilaista KPI-indikaattoria, jotka pystytään luokittelemaan Carat-palvelimella. Aktiiviset testit sisältävät KPI-indikaattoreista mm. yhteyden onnistuminen ja epäonnistuminen, signaalin laatu, ip-osoitteiden seuraaminen, tukiasemien saatavuus, tukiasemien signaalin laatu, tukiasemien salaus sekä palvelunlaatu. [14.]

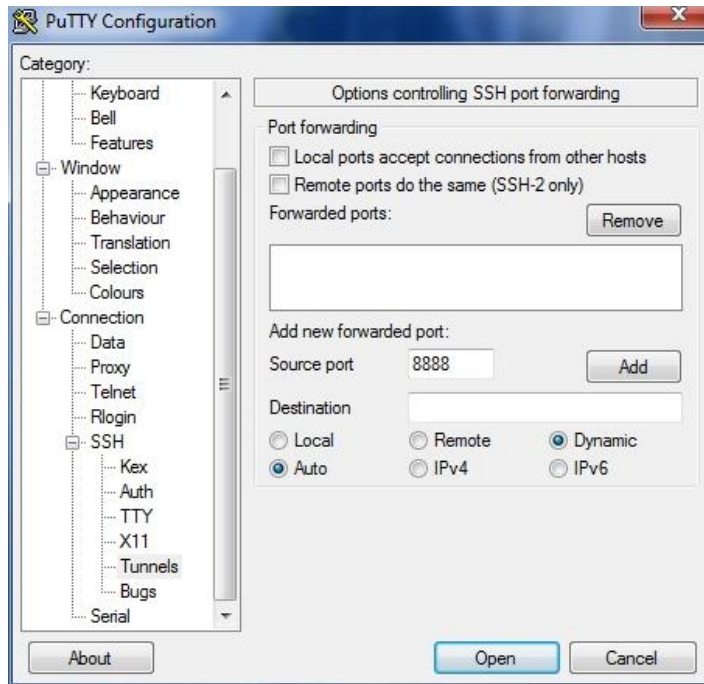
Tärkeimmät ominaisuudet ovat:

- tulosten graafinen analysointi ja seuranta
- verkkopohjainen sovellus, käyttäjän ei tarvitse asentaa ohjelmaa
- sisältää valmiiksi määriteltäviä KPI-indikaattoreita ja raportteja. [13.]

3.3 Etäkäyttö

Loupe-raportointityökaluun haluttiin etäyhteys, minkä avulla sitä voidaan käyttää Metropolian verkon ulkopuolelta. Etäyhteyden tekeminen Metropolian verkkoon onnistuu kätevästi Putty-asiakasohjelman avulla. Sen avulla muodostetaan SSH-tunneli omalta koneelta Metropolian verkkoon. Yhteys varmistetaan shell-palvelinta vasten.

Kuvassa 8 muodostetaan SSH-tunneli Metropolian verkkoon. Lähdeportiksi (Source port) valitaan 8888, yhteydeksi *dynamic* ja *auto*. Tunneli lisätään *add*-painikkeella. Tämän jälkeen *session* kohtaan laitetaan Metropolian shell-palvelimen nimi ja kirjaudutaan tunnuksilla palvelimelle.

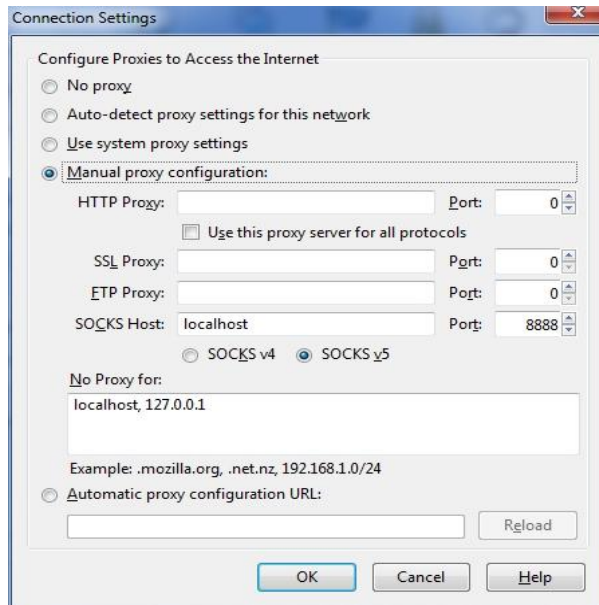


Kuva 8. SSH-tunnelin muodostaminen Metropolian verkkoon.

3.3.1 Mozilla Firefox

Jotta saadaan Metropolian sisäiset ip-osoitteet toimimaan etänä, on muutettava selaimen välityspalvelimen asetuksia. Mozilla Firefoxia käytettäessä välityspalvelimen asetuksia muutetaan kohdasta *tools* -> *options* -> *advanced* -> *network*-välilehti -> *settings* -> *manual proxy configuration*. *SOCKS host* -kohtaan laitetaan *localhost*, portiksi 8888 ja valitaan *OK*.

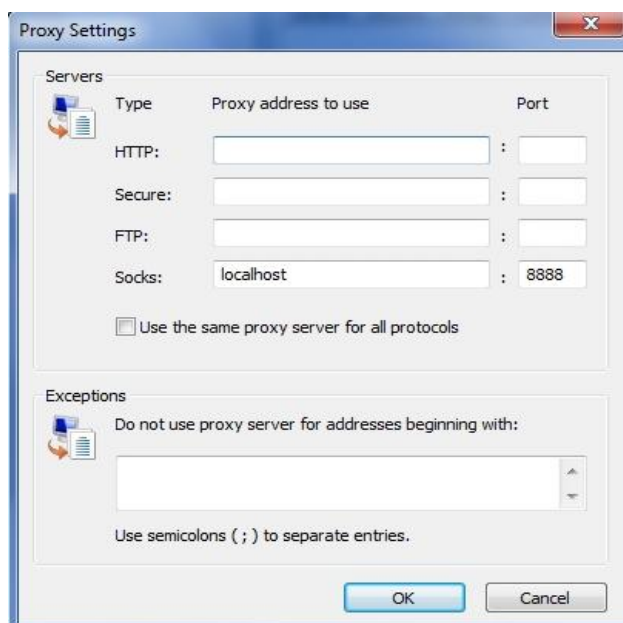
Tämän jälkeen selaimen osoiteriville voidaan antaa Carat-palvelimen ip-osoite, jolloin selaimen aukeaa yhteys Loupe-raportointityökaluun.



Kuva 9. Välityspalvelimen asetusten määrittäminen Mozilla Firefox -selaimella.

3.3.2 Internet Explorer

Internet Explorer -selaimella välityspalvelimen asetukset muutetaan kohdasta *tools* -> *internet options* -> *connections*-välilehti -> *Lan settings* -> valitse *use a proxy server for your LAN* -> *advanced* -> Socks kohtaan *localhost* ja portti 8888. Sen jälkeen valitaan *OK* ja kirjoitetaan osoiteriviin Loupe-raportointityökalun ip-osoite.

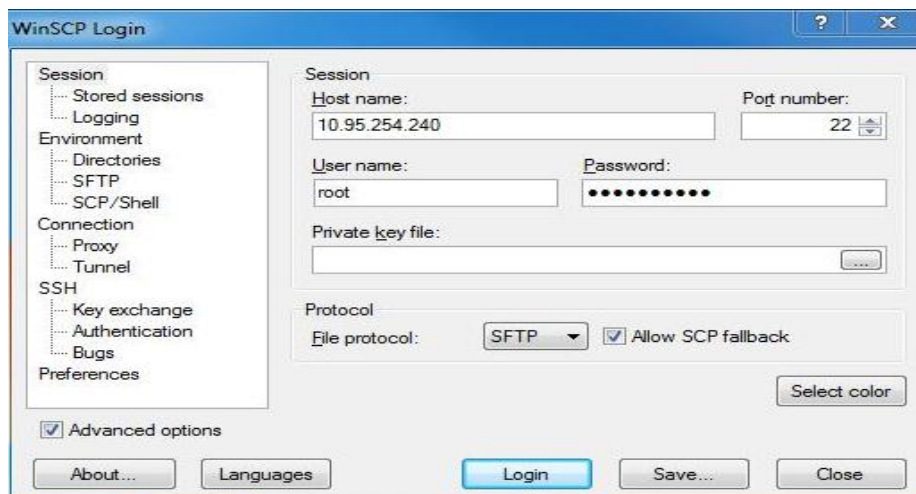


Kuva 10. Välityspalvelimen asetusten määrittäminen Internet Explorer -selaimella.

4 7signal Sapphire -järjestelmän päivitys

4.1 Yleistä

Insinööriyön ensimmäinen vaihe on 7Signal Sapphire -järjestelmän päivittäminen uudempaan versioon (4.0). Uudempaan versioon päivitetään valvontasilmä, Carat-palvelin, Sonar-palvelin sekä Loupe-raportointityökalu. Uudempi versio tukee 802.11n-protokollaa. Tarvittavat päivityspaketit siirretään 7signal-palvelimelle WinSCP ohjelman avulla. Carat-palvelimen IP-osoite on 10.95.254.240. Kuvassa 11 otetaan SSH-yhteys Carat-palvelimelle porttiin 22.



Kuva 11. Yhteys Carat-palvelimelle WinSCP-ohjelmalla.

4.2 Valvontasilmän päivitys

Komennolla `#cd /root/Sapphire0500/Carat_CD_Eye` siirrytään kansioon, mistä löytyvät valvontasilmän päivityspaketit. Päivityspaketti kopioidaan Carat-palvelimelta valvontasilmään komennolla `#scp7signal-eye-v05.00-APU3-installer.bin root@10.95.0.9:/nand`

```

10.95.254.240 - KITTY
login as: root
root@10.95.254.240's password:
Last login: Mon Feb 11 15:55:13 2013 from 10.95.1.127
[root@Carat ~]# ls
0                               install.log                    Sapphire0500                    update2013
2.2-0.1                         install.log.syslog            Sapphire2104
anaconda-ks.cfg                 Metropolia_2202_2010-09-22.lic Sapphire3.1-0.1
[root@Carat ~]# pwd
/root
[root@Carat ~]# cd Sapphire0500
[root@Carat Sapphire0500]# ls
Carat_CD  Metropolia_4000_2012-11-23.lic
[root@Carat Sapphire0500]# cd Carat_CD
[root@Carat Carat_CD]# ls
Analyzes  Carat_DDI  Documentation  install-sapphire.sh  Utilities
Carat_NHMS  Carat_Server  Eye  Wagon_support
[root@Carat Carat_CD]# cd Eye
[root@Carat Eye]# ls
7signal-eye-v05.00-APU2-installer.bin 7signal-eye-v05.00-APU3-installer.bin
[root@Carat Eye]# scp 7signal-eye-v05.00-APU3-installer.bin root@10.95.0.9:\nand

```

Kuva 12. Päivityspaketin kopiointi valvontasilmään.

Päivityspaketin kopiointin jälkeen otetaan SSH-yhteys valvontasilmään ja suoritetaan päivityspaketin asennus komennolla `./ scp7signal-eye-v05.00-APU3-installer.bin`.

```

root@Carat:~/Sapphire0500/Carat_CD/Eye
[root@Carat Carat_CD]# cd Eye
[root@Carat Eye]# ls
7signal-eye-v05.00-APU2-installer.bin 7signal-eye-v05.00-APU3-installer.bin
[root@Carat Eye]# scp 7signal-eye-v05.00-APU3-installer.bin root@10.95.0.9:\nand
root@10.95.0.9's password:
7signal-eye-v05.00-APU3-installer.bin 100% 9198KB 3.0MB/s 00:03
[root@Carat Eye]# ssh root@10.95.0.9
root@10.95.0.9's password:

BusyBox v1.18.0.git (2012-06-25 13:21:16 EEST) built-in shell (ash)
Enter 'help' for a list of built-in commands.

# ls
bin          etc          lost+found  proc         script       sys          var
debug       init         mnt         root         sdcard       tmp
dev          lib          nand        sbin         share        usr
# cd /nand
# ls
7signal
7signal-eye-v04.12-APU3-installer.bin debug
7signal-eye-v05.00-APU2-installer.bin etc
7signal-eye-v05.00-APU3-installer.bin script
# ./7signal-eye-v05.00-APU3-installer.bin

```

Kuva 13. Päivityspaketin asentaminen valvontasilmään.

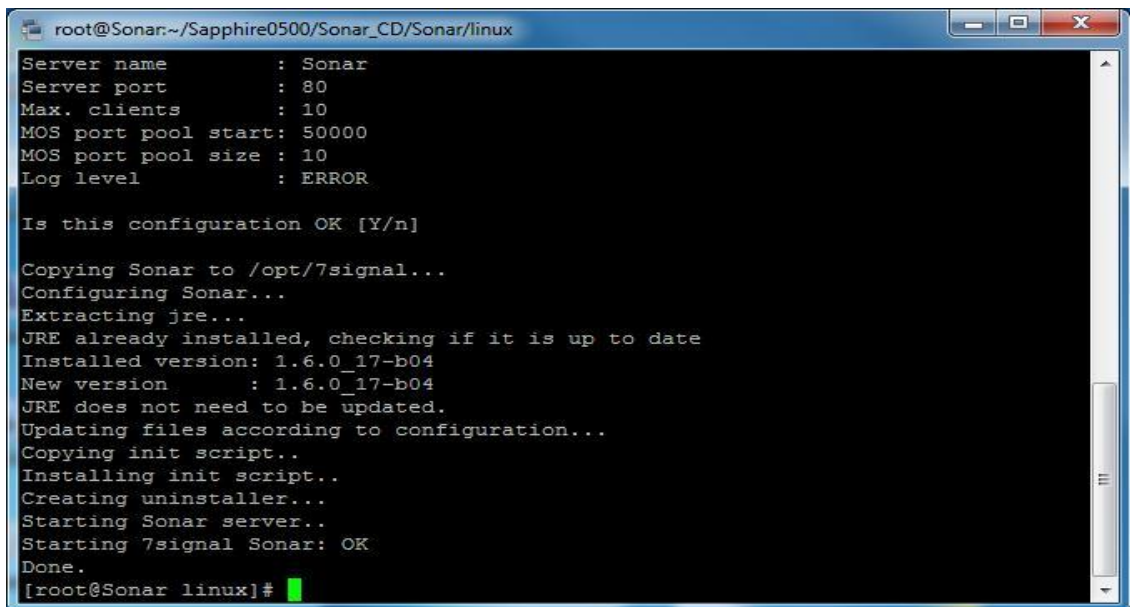
Asennuksen jälkeen valvontasilmä käynnistetään uudelleen.

4.3 Carat-palvelimen päivitys

Carat-palvelimelta paikannetaan päivityspaketti, jonka jälkeen suoritetaan tiedosto. Komento `./7signal-Carat4.0-0.0-installer-bin` aloittaa päivityspaketin asentamisen. Carat-palvelimen toiminta pysäytetään ennen päivityksen asentamista komennolla `7carat stop`.

4.4 Sonar-palvelimen päivitys

Sonar-asennuspaketin päivitys aloitetaan komennolla `./7Signal-Sonar-4.0-0.0-installer.bin`. Järjestelmä varmistaa, halutaanko päivittää uudempaan versioon, sekä tarkistaa palvelimen nimen, portin ja käyttäjien maksimimäärän.



```

root@Sonar:~/Sapphire0500/Sonar_CD/Sonar/linux
Server name      : Sonar
Server port     : 80
Max. clients    : 10
MOS port pool start: 50000
MOS port pool size : 10
Log level       : ERROR

Is this configuration OK [Y/n]

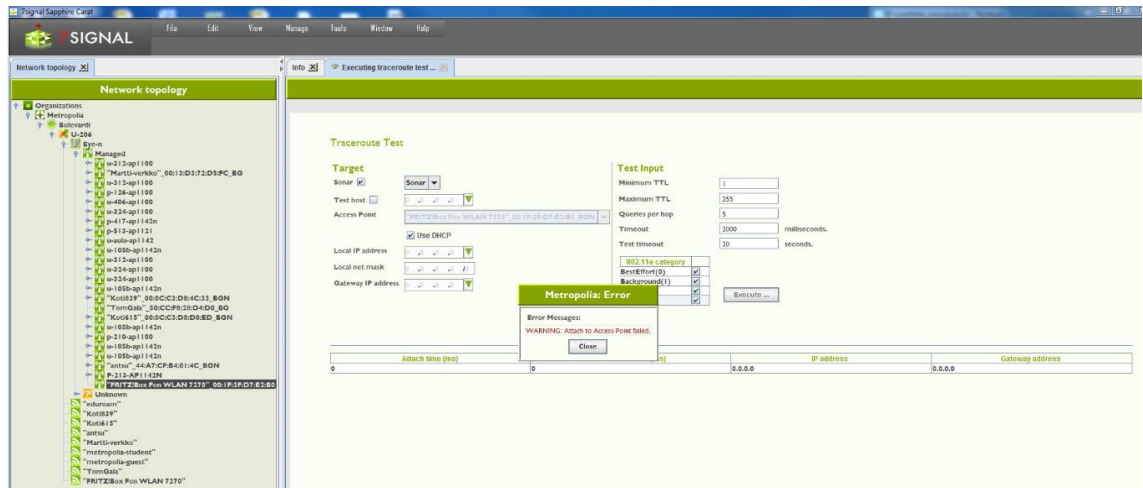
Copying Sonar to /opt/7signal...
Configuring Sonar...
Extracting jre...
JRE already installed, checking if it is up to date
Installed version: 1.6.0_17-b04
New version      : 1.6.0_17-b04
JRE does not need to be updated.
Updating files according to configuration...
Copying init script..
Installing init script..
Creating uninstaller...
Starting Sonar server..
Starting 7signal Sonar: OK
Done.
[root@Sonar linux]#

```

Kuva 14. Sonar-palvelimen päivittäminen

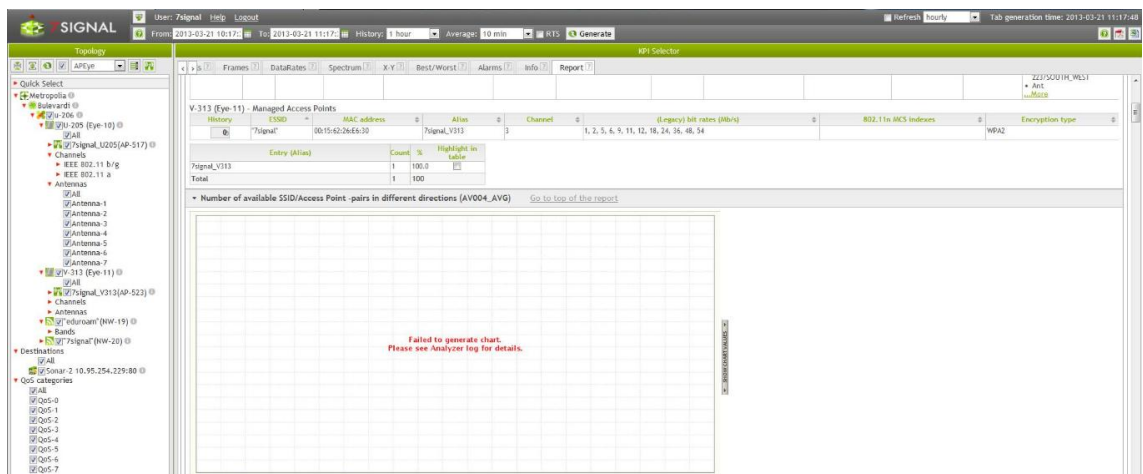
4.5 Ongelmatilanteita

7signal-järjestelmän päivityksessä, valvontasilmän käyttöönotossa ja Loupe-raportointityökalun käytössä ilmeni useita ongelmatilanteita. Ensimmäinen ongelma koski valvontasilmän lisäämistä Carat-hallintatyökalun avulla. Valvontasilmää ei pystynyt lisäämään ja aktivoimaan toimintaan. Carat-palvelimen 100 viimeisintä lokitietoa



Kuva 17. Yhteys tukiasemaan epäonnistuu.

Kuvassa 18 on Loupe-raportointityökalun avulla yritetty muodostaa automaattisia raportteja Carat-palvelimelta. Raportteihin tulee virheilmoitus ”Failed to generate chart, please see analyzer log for details”. Loupe ei pysty muodostamaan raportteja tietokannasta.



Kuva 18. Yhteys Loupe-raportointityökalusta tietokantaan epäonnistuu.

Carat-palvelin sisältää Carat- ja Analyzer-lokitiedot. Lokitiedot ovat yksityiskohtaisia ja niiden avulla pystytään selvittämään ongelmatilanteita järjestelmässä. Kuvan 19 analyzer-loki näyttää, että Loupe ei pysty lukemaan tietokantaa ja muodostamaan raportteja. Integritycheck-työkalu ei näyttänyt minkäänlaista tietokantaongelmaa, joten tietokanta täytyi asentaa uudelleen vian korjaamiseksi.

```

root@Carat:~/Sapphire0500/Carat_CD/Carat_Server/linux
[root@Carat linux]#
[root@Carat linux]# 7analyzer log 100
Tailing 100 rows from the Analyzer log /opt/7signal/Analyzer/apache-tomcat-5.5.26/logs/catalina.out

21.03.2013 13:29:09.191 ERROR: Failed to read changes from database
com.ibm.db2.jcc.a.rm: DB2 SQL Error: SQLCODE=-204, SQLSTATE=42704, SQLERRMC=CARAT7.CHANGE_EVENT, DRIVER=4.0.100
at com.ibm.db2.jcc.a.yc.a(yc.java:579)
at com.ibm.db2.jcc.a.yc.a(yc.java:57)
at com.ibm.db2.jcc.a.yc.a(yc.java:126)
at com.ibm.db2.jcc.a.wk.c(wk.java:1909)
at com.ibm.db2.jcc.a.wk.d(wk.java:1897)
at com.ibm.db2.jcc.a.wk.a(wk.java:1424)
at com.ibm.db2.jcc.t4.db.g(db.java:138)
at com.ibm.db2.jcc.t4.db.a(db.java:38)
at com.ibm.db2.jcc.t4.t.a(t.java:32)
at com.ibm.db2.jcc.t4.sb.h(sb.java:141)
at com.ibm.db2.jcc.a.wk.P(wk.java:1395)
at com.ibm.db2.jcc.a.wk.a(wk.java:2223)
at com.ibm.db2.jcc.a.wk.a(wk.java:564)
at com.ibm.db2.jcc.a.wk.executeQuery(wk.java:548)
at com.mchange.v2.c3p0.impl.NewProxyStatement.executeQuery(NewProxyStatement.java:35)
at com.sevensignal.sapphire.database.measurement.ChangeDriver.getChanges(ChangeDriver.java:538)

```

Kuva 19. Analyzer-loki.

5 Testejä WLAN-ympäristössä

7signal-järjestelmässä testit jaetaan manuaalisiin ja automaattisiin testeihin. Manuaalisista testeistä voi määrittellä haluamansa ja suorittaa se tiettyyn osaan verkkoa. Automaattiset testit keräävät tietoa jatkuvasti. [11, s. 52.]

Testejä varten on asennettu kaksi valvontasilmää. 802.11a/b/g/n-standardin mukainen valvontasilmä on asennettu luokkaan U-205 ja 802.11a/b/g-standardin valvontasilmä luokkaan V-313. Kaksi alla olevan kuvan 20 mukaista tukiasemaa on myös asennettu ja testit kohdistuvat näiden tukiasemien verkkojen läpi.



Kuva 20. Cisco Aironet 1200 -tukiasema.

5.1 Manuaalisia testejä

Network scan -testi etsii langattomia verkkoja valvontasilmän ympäriltä. Testi voidaan halutessaan suorittaa vain tietyille antenneille ja taajuuksille. Työssä suoritettu testi tehtiin kaikille antenneille ja kaikille taajuuksille. Tuloksena on taulukko, mikä kertoo langattoman verkon SSID-tunnuksen, käytössä olevan salauksen, tukiaseman MAC-osoitteen ja nimen, kanavan mikä löysi tukiaseman, valitun ja vahvimman antennin, signaalin sekä kohinan. Jos valvontasilmän sijaintia muutetaan, tehdään aina network scan -testi, koska silloin etsitään uudet langattomat verkot ja valvontasilmän antennit saattavat vaihtua verkkoon nähden

Network scan -testi löysi Metropolian luokasta U-205 7 metropolia-student SSID:tä, 7 metropolia-guest SSID:tä, 7 eduroam SSID:tä ja 6 muuta SSID:tä. Sama testi tehtiin luokkaan V-313, missä toinen valvontasilmä sijaitsee. Testi löysi sieltä 5 metropolia-student-, 5 metropolia-guest-, 4 eduroam- ja 6 muuta SSID:tä.

Scan Interval: **Regular scan** Show detailed results: Show antenna headings:

Antennas
 All None 1 2 3 4 5 6 7

5 GHz Band
 All None 36 40 44 48 52 56 60 64 100 104 108 112 116 120
 124 128 132 136 140

2.4 GHz Band
 All None 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Scan Save Columns Export Show channel occupation...

| ESSID | Encryption | MAC | Alias | Channel | Managed | WPA | Selected Ant | Strongest Ant | Heading | Signal | Noise |
|-------------------|----------------------|-------------------|-------|-----------|-----------|-----|--------------|---------------|---------|-----------|-----------|
| "eduram" | CCMP IEEE802.11 TKIP | 00:0C:8B:00:00:00 | U-205 | 11 (HT20) | Managed | WPA | 3 | 3 | | -81 | -96 |
| "eduram" | CCMP IEEE802.11 TKIP | 00:0C:8B:00:00:00 | V-313 | 13 | Managed | WPA | 3 | 3 | | N/A (-75) | N/A (-90) |
| "eduram" | CCMP IEEE802.11 TKIP | 00:0C:8B:00:00:00 | V-313 | 13 | Managed | WPA | 7 | 3 | | N/A (-85) | N/A (-95) |
| "eduram" | CCMP IEEE802.11 TKIP | 00:0C:8B:00:00:00 | V-313 | 13 (HT20) | Managed | WPA | 1 | 3 | | -80 (-70) | -88 (-90) |
| "eduram" | CCMP IEEE802.11 TKIP | 00:0C:8B:00:00:00 | V-313 | 13 | Managed | WPA | 1 | 1 | | -84 | -96 |
| "eduram" | CCMP IEEE802.11 TKIP | 00:0C:8B:00:00:00 | V-313 | 13 | Managed | WPA | 2 | 7 | | -83 (-82) | -92 (-96) |
| "eduram" | CCMP IEEE802.11 TKIP | 00:0C:8B:00:00:00 | V-313 | 13 | Managed | WPA | 4 | 7 | | -78 (-85) | -91 (-96) |
| "metropola-stud" | CCMP IEEE802.11 TKIP | 00:0C:8B:00:00:00 | V-313 | 13 | Unmanaged | WPA | 4 | 7 | | -78 (-85) | -91 (-96) |
| "Kotko" | CCMP TKIP PSK TKIP | 00:0C:8B:00:00:00 | V-313 | 13 (HT20) | Unmanaged | WPA | 3 | 3 | | -81 | -92 |
| "Maris-veikko" | TKIP TKIP PSK WPA1 | 00:0C:8B:00:00:00 | V-313 | 13 | Unmanaged | WPA | 7 | 3 | | -83 (-84) | -95 (-94) |
| "metropola-stud" | CCMP IEEE802.11 TKIP | 00:0C:8B:00:00:00 | V-313 | 13 | Unmanaged | WPA | 7 | 3 | | -84 (-82) | -92 (-92) |
| "metropola-stud" | CCMP IEEE802.11 TKIP | 00:0C:8B:00:00:00 | V-313 | 13 | Unmanaged | WPA | 5 | 3 | | N/A (-79) | N/A (-90) |
| "metropola-guest" | CCMP IEEE802.11 TKIP | 00:0C:8B:00:00:00 | V-313 | 13 | Unmanaged | WPA | 2 | 3 | | -83 (-83) | -92 (-96) |
| "metropola-guest" | CCMP IEEE802.11 TKIP | 00:0C:8B:00:00:00 | V-313 | 13 | Unmanaged | WPA | 4 | 3 | | N/A (-85) | N/A (-95) |
| "metropola-stud" | CCMP IEEE802.11 TKIP | 00:0C:8B:00:00:00 | V-313 | 13 | Unmanaged | WPA | 1 | 13 | | -81 (-80) | -94 (-94) |

Kuva 21. Network Scan -testi.

Client Scan -testi etsii päätelaitteita verkosta. Testi näyttää laitteen MAC-osoitteen, laitteen valmistajan, käytetyn antennin, signaalin ja kohinan. Luokan U-205:n valvontasilmä löysi 24 laitetta ympäriltä ja luokan V-313:n valvontasilmä 20 laitetta. Client Scan -testillä saa hyvän käsityksen, minkälaisia laitteita valvontasilmän ympärillä on.

Client Scan

Scan Interval: **Fast scan**

Antennas
 All None 1 2 3 4 5 6 7

Channel widths
 20 MHz HT20 MHz HT40+ MHz

5 GHz Band
 All None 36 40 44 48 52 56 60 64 100 104 108 112 116 120
 124 128 132 136 140

2.4 GHz Band
 All None 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

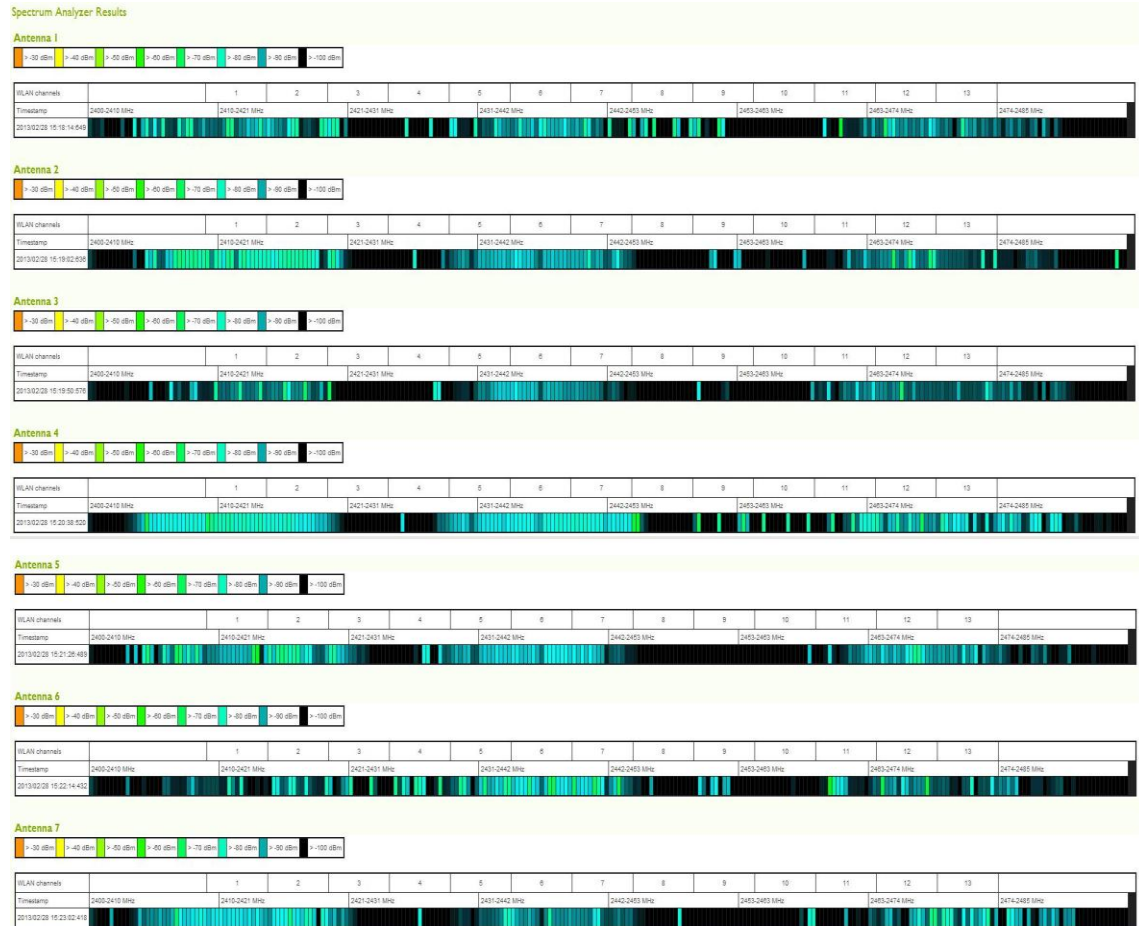
Scan Save

Client Scan Results

| Client MAC | Vendor | Antenna | Signal | Noise |
|--------------------------|----------------------------------|---------|--------|-------|
| Mac-osoitteet piilotettu | Nokia Corporation | 2 | -88 | -91 |
| | Apple, Inc | 2 | -89 | -91 |
| | Nokia Corporation | 2 | -79 | -91 |
| | Intel Corporate | 2 | -64 | -92 |
| | | 5 | -66 | -96 |
| | Apple, Inc. | 2 | -84 | -92 |
| | Hon Hai Precision Ind. Co., Ltd. | 2 | -76 | -90 |
| | Cisco-Linksys, LLC | 3 | -45 | -93 |
| | | 5 | -78 | -92 |
| | | 6 | -55 | -96 |
| | | 3 | -76 | -94 |
| | Murata Manufacturing Co., Ltd. | 3 | -81 | -96 |
| | Apple, Inc. | 3 | -86 | -92 |
| | Apple, Inc. | 4 | -78 | -91 |
| | Intel Corporate | 4 | -76 | -94 |
| | Hon Hai Precision Ind. Co., Ltd. | 5 | -77 | -92 |
| | Gemtek Technology Co., Ltd. | 5 | -78 | -90 |
| | Gemtek Technology Co., Ltd. | 6 | -73 | -96 |
| | | 7 | -67 | -96 |
| | Nokia Corporation | 6 | -84 | -92 |

Kuva 22. Client Scan -testi.

Spektrianalysitesti näyttää antennikohtaisesti WLAN-kanavien signaalinvahvuudet. Kaikissa antenneissa vahvimmat kanavat ovat 1 ja 2, 6, sekä 12 ja 13. Näillä kanavilla signaalinvahvuus on suurempi kuin -80 dBm. Tulokset ovat 2,4 GHz:n alueelta.



Kuva 23. Spektrianalysitesti.

Kohinan seuranta -testi näyttää antennikohtaisesti kanavien kohinan 2,4 ja 5 GHz:n taajuuksilla. Kohina on kaikissa kanavissa välillä -83 ja -96.

Kohina on tiedonsiirrossa välttämätöntä ja sitä ei pystytä täysin estämään. Tiedonsiirtolaitteissa syntyy kohinaa automaattisesti. Myös ulkoinen ympäristö, esimerkiksi toiset tiedonsiirtolaitteet, aiheuttavat kohinaa. [15.]

Antennas
 All None 1 2 3 4 5 6 7

5 GHz Band
 All None 36 40 44 48 52 56 60 64 100 104 108 112 116 120
 124 128 132 136 140

2.4 GHz Band
 All None 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

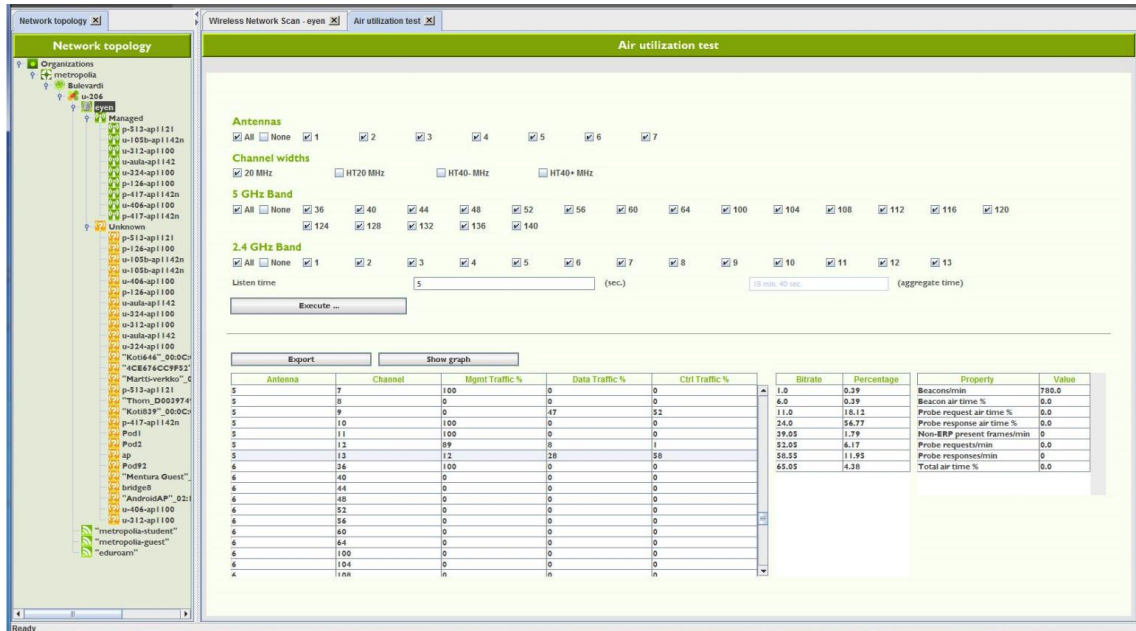
Duration: msec

Test Result Total Duration: msec

| Channel/Antenna | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | -96,-96,-96 | -93,-93,-93 | -93,-93,-93 | -91,-91,-91 | -92,-92,-92 | -92,-92,-92 | -93,-93,-93 |
| 2 | -92,-92,-92 | -96,-96,-96 | -93,-93,-93 | -91,-91,-91 | -92,-92,-92 | -92,-92,-92 | -92,-92,-92 |
| 3 | -92,-92,-92 | -93,-93,-93 | -93,-93,-93 | -92,-92,-92 | -92,-92,-92 | -94,-94,-94 | -92,-92,-92 |
| 4 | -94,-94,-94 | -91,-91,-91 | -92,-92,-92 | -96,-96,-96 | -92,-92,-92 | -92,-92,-92 | -92,-92,-92 |
| 5 | -92,-92,-92 | -92,-92,-92 | -96,-96,-96 | -91,-91,-91 | -96,-96,-96 | -92,-92,-92 | -92,-92,-92 |
| 6 | -92,-92,-92 | -91,-91,-91 | -92,-92,-92 | -91,-91,-91 | -96,-96,-96 | -96,-96,-96 | -96,-96,-96 |
| 7 | -92,-92,-92 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -90,-90,-90 | -96,-96,-96 | -96,-96,-96 | -96,-96,-96 |
| 8 | -92,-92,-92 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -90,-90,-90 | -96,-96,-96 | -92,-92,-92 | -92,-92,-92 |
| 9 | -96,-96,-96 | -96,-96,-96 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -92,-92,-92 | -96,-96,-96 | -92,-92,-92 |
| 10 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -90,-90,-90 | -91,-91,-91 | -92,-92,-92 | -96,-96,-96 |
| 11 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -92,-92,-92 | -90,-90,-90 | -91,-91,-91 | -96,-96,-96 | -91,-91,-91 |
| 12 | -96,-96,-96 | -89,-89,-89 | -86,-86,-86 | -86,-86,-86 | -89,-89,-89 | -87,-87,-87 | -88,-88,-88 |
| 13 | -88,-88,-88 | -90,-90,-90 | -90,-90,-90 | -84,-84,-84 | -96,-96,-96 | -87,-87,-87 | -87,-87,-87 |
| 36 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 |
| 40 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -89,-89,-89 | -91,-91,-91 | -90,-90,-90 | -91,-91,-91 |
| 44 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 |
| 48 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -90,-90,-90 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 |
| 52 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -89,-89,-89 | -89,-89,-89 | -89,-89,-89 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 |
| 56 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -89,-89,-89 | -90,-90,-90 | -90,-90,-90 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 |
| 60 | -90,-90,-90 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -88,-88,-88 | -88,-88,-88 | -88,-88,-88 | -91,-91,-91 |
| 64 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -88,-88,-88 | -89,-89,-89 | -88,-88,-88 | -87,-87,-87 | -91,-91,-91 |
| 100 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 | -87,-87,-87 | -87,-87,-87 | -91,-91,-91 |
| 104 | -86,-86,-86 | -87,-87,-87 | -91,-91,-91 | -87,-87,-87 | -87,-87,-87 | -87,-87,-87 | -87,-87,-87 |
| 108 | -86,-86,-86 | -86,-86,-86 | -89,-89,-89 | -87,-87,-87 | -86,-86,-86 | -87,-87,-87 | -86,-86,-86 |
| 112 | -90,-90,-90 | -87,-87,-87 | -88,-88,-88 | -91,-91,-91 | -87,-87,-87 | -91,-91,-91 | -91,-91,-91 |
| 116 | -86,-86,-86 | -91,-91,-91 | -90,-90,-90 | -86,-86,-86 | -91,-91,-91 | -86,-86,-86 | -90,-90,-90 |
| 120 | -85,-85,-85 | -91,-91,-91 | -86,-86,-86 | -86,-86,-86 | -85,-85,-85 | -86,-86,-86 | -85,-85,-85 |
| 124 | -85,-85,-85 | -86,-86,-86 | -85,-85,-85 | -91,-91,-91 | -86,-86,-86 | -91,-91,-91 | -85,-85,-85 |
| 128 | -85,-85,-85 | -85,-85,-85 | -85,-85,-85 | -85,-85,-85 | -85,-85,-85 | -85,-85,-85 | -85,-85,-85 |
| 132 | -85,-85,-85 | -85,-85,-85 | -84,-84,-84 | -84,-84,-84 | -84,-84,-84 | -85,-85,-85 | -84,-84,-84 |
| 136 | -85,-85,-85 | -84,-84,-84 | -84,-84,-84 | -84,-84,-84 | -84,-84,-84 | -84,-84,-84 | -83,-83,-83 |
| 140 | -84,-84,-84 | -83,-83,-83 | -83,-83,-83 | -84,-84,-84 | -83,-83,-83 | -83,-83,-83 | -83,-83,-83 |

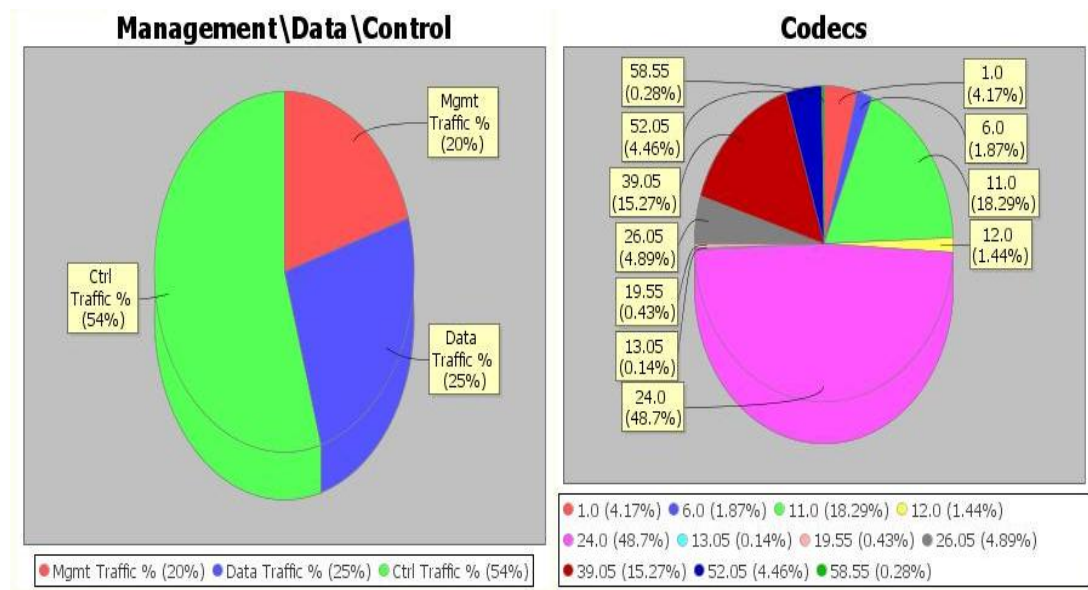
Kuva 24. Kohinan seuranta -testi.

Air utilization -testi näyttää verkon raskaat käyttäjät ja virheelliset konfiguraatiot. Testi näyttää antenni ja kanavakohtaisesti verkkoliikenteen käytön. Testi näyttää, kuinka suuri osuus liikenteestä on hallinnointiliikennettä, dataliikennettä ja kontrolliliikennettä.



Kuva 25. Air utilization -testi.

Seuraava tulos osoittaa, että antenni 5 ja kanava 13 käyttää 54 % kontrolliliikenteeseen, 25 % dataliikenteeseen ja 20 % hallinnointiliikenteeseen.



Kuva 26. Air utilization -testin tulokset.

5.2 Automaattisia testejä

7Signal-järjestelmässä on valmiiksi määriteltyjä testiprofiileja, jotka sisältävät lukuisia testejä radiotaajuusympäristössä. Testiprofiileja on moniin eri tarkoituksiin ja ne vastaavat tyypillisiä liiketoimintaympäristöjä. Tyypillinen testiprofiili sisältää alla olevan taulukon mukaiset testit. [11, s. 53.]

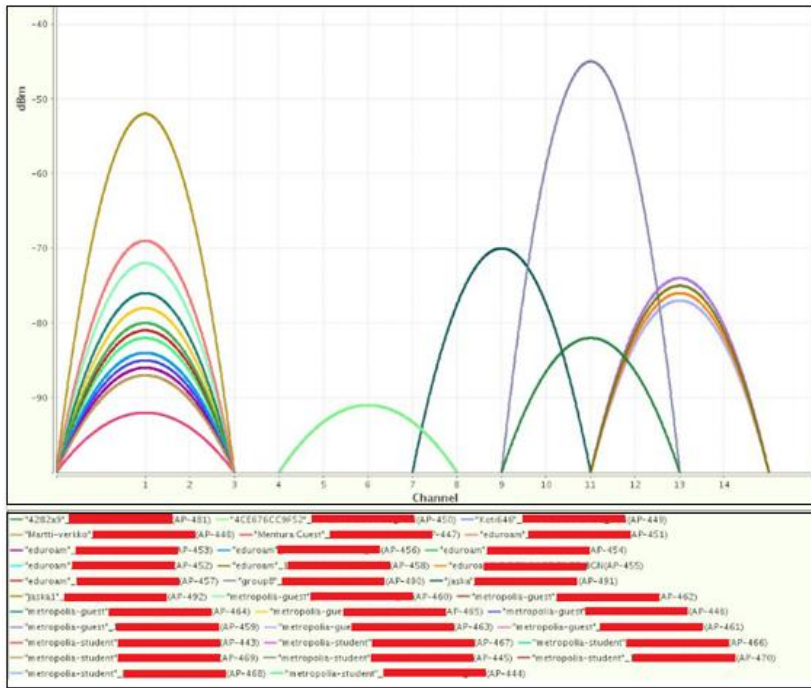
Taulukko 1. Esimerkki tyypillisestä testiprofiilista. [11, s. 53.]

| Test | Test parameters |
|----------------------|-----------------|
| RTT ping | 32 B x 10 |
| Download | 2 MB x 2 |
| Scan managed | 350 ms/channel |
| Download | 2 MB x 2 |
| Access point traffic | 60 s |
| Noise monitor | 350 ms/channel |
| Scan | 350 ms/channel |
| Http | 500 kB |
| MOS | VoIP parameters |

Työssä käytettiin testiprofiilia, joka vastaa hyvin toimistokäyttöön liittyvää liikennettä. Päätelaitteet ovat pääsääntöisesti pöytä- ja kannettavia tietokoneita, joilla käytetään yleisimpiä toimisto-ohjelmia. Tällaisessa verkossa täytyy olla hyvä saatavuus, toimivuus ja riittävä kapasiteetti. [11, s. 54.]

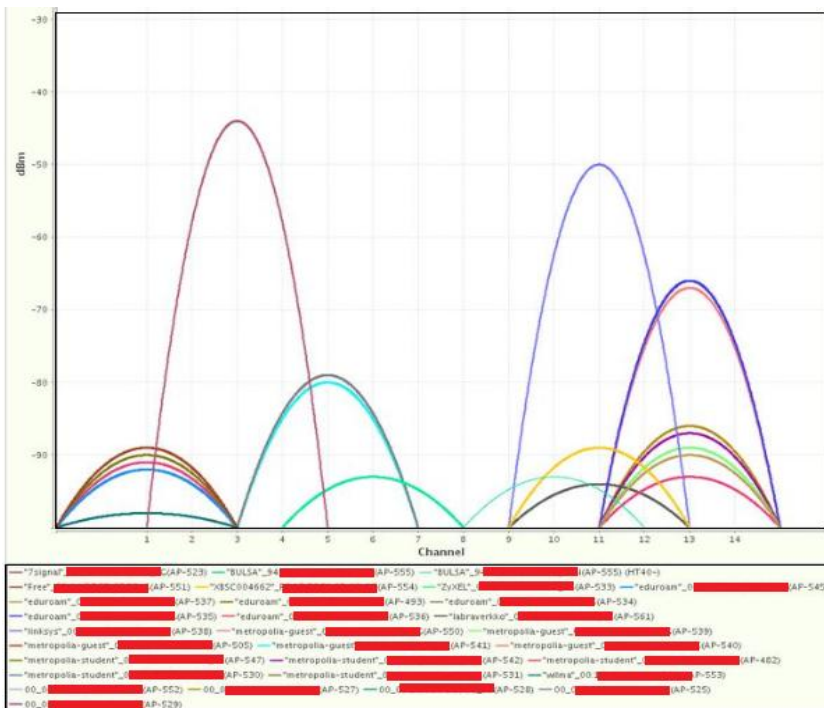
Kanavanäkymä näyttää valvontasilmän kanavien käytön. Testi näyttää sekä 2,4 että 5,0 GHz:n taajuuksien käytön ja signaalinvahvuudet. Halutessaan taajuudet voi erottaa eri raporteihin. Testi näyttää selkeästi mahdolliset kanavan päällekkäisyydet. [10, s. 23.]

Kuva 27 näyttää U-205:n valvontasilmän kanavanäkymän. Käytetyimmät kanavat ovat 1 ja 13. Liikaa päällekkäisyyksiä niissä ei ole. X-akselilla on kanavat (1-14) ja y-akselilla signaalinvahvuus.



Kuva 27. Kanavanäkymä U-205:n valvontasilmästä.

Kuva 28 näyttää kanavanäkymän valvontasilmästä V-313. Käytetyimmät kanavat ovat myös 1 ja 13.



Kuva 28. Kanava-näkymä V-313:n valvontasilmästä.

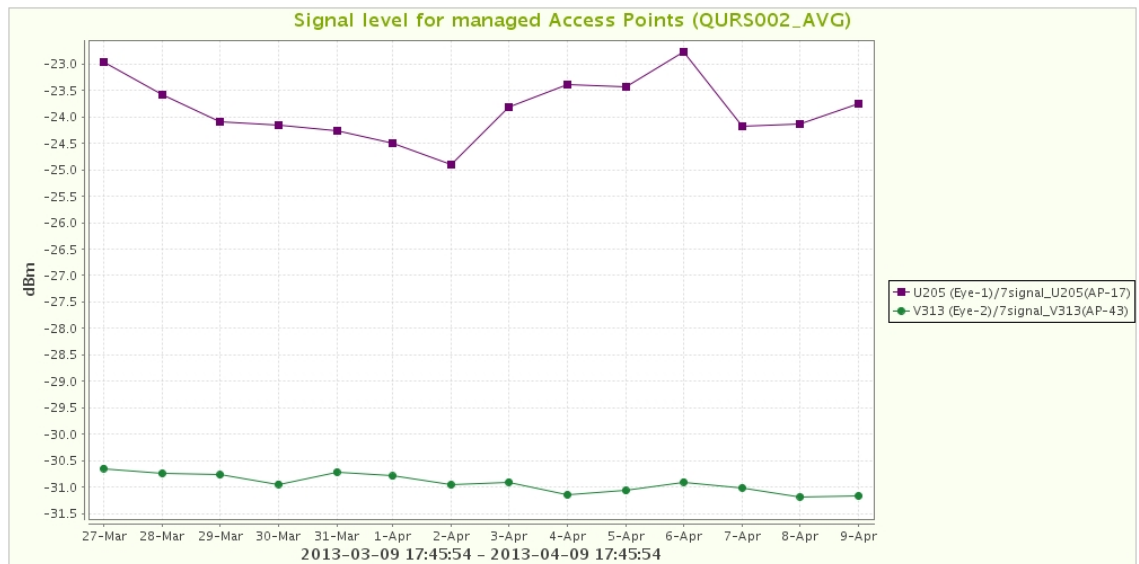
Alla oleva Compliance to Sla -arvo on Loupen oletusnäkymästä. Se näyttää keskiarvon kaikista KPI-indikaattoreista. Tarkastelujakson aikana huonoin saavutettu tulos oli 91 %. Se tarkoittaa sitä, että 91 % kaikista mittauksista olivat yli tavoitearvojen.



Kuva 29. Keskiarvo KPI-indikaattoreista.

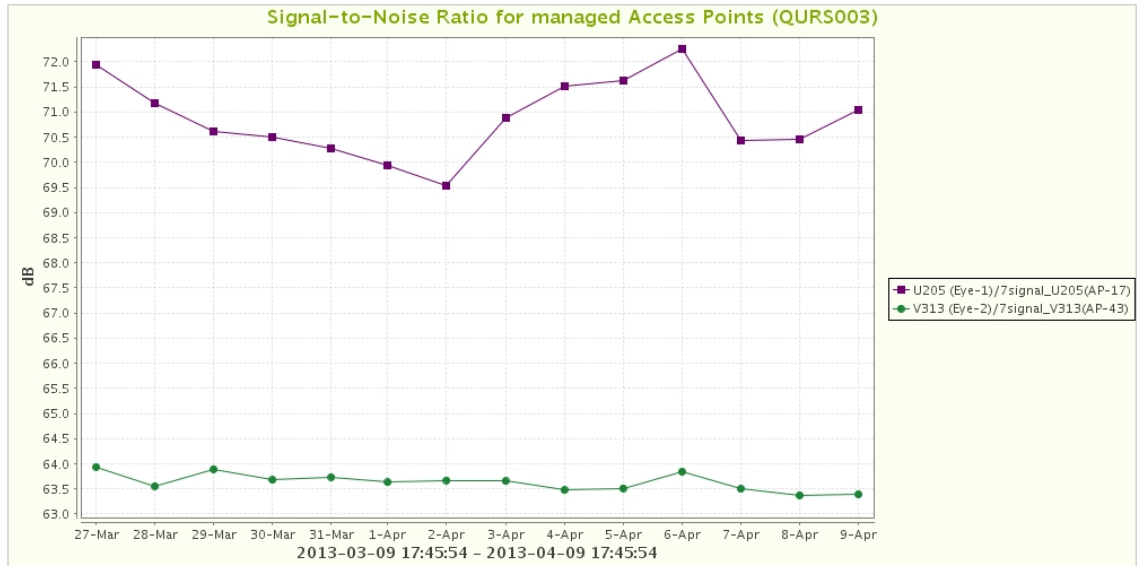
Kuvassa 30 esitetty testi näyttää valvontasilmien signaalinvahvuuden valvottaviin tukiasemiin. U-205-tilassa olevan tukiaseman signaalinvahvuus on välillä -23 ja -25 dBm. V-313-tilassa olevan tukiaseman signaalinvahvuus tarkastellulla ajanjaksolla oli hieman tasaisempi, välillä -30.5 ja -31 dBm. Molemmat tukiasemat sijaitsevat lähellä valvontasilmä, joten niiden signaalinvahvuus on parempi kuin järjestelmässä yleensä.

Signaalinvahvuus on helppo tapa mitata verkon laatua ja suorituskykyä. Mahdolliset poikkeamat signaalinvahvuudessa kertovat ongelmista tukiaseman saatavuudessa. [16.]



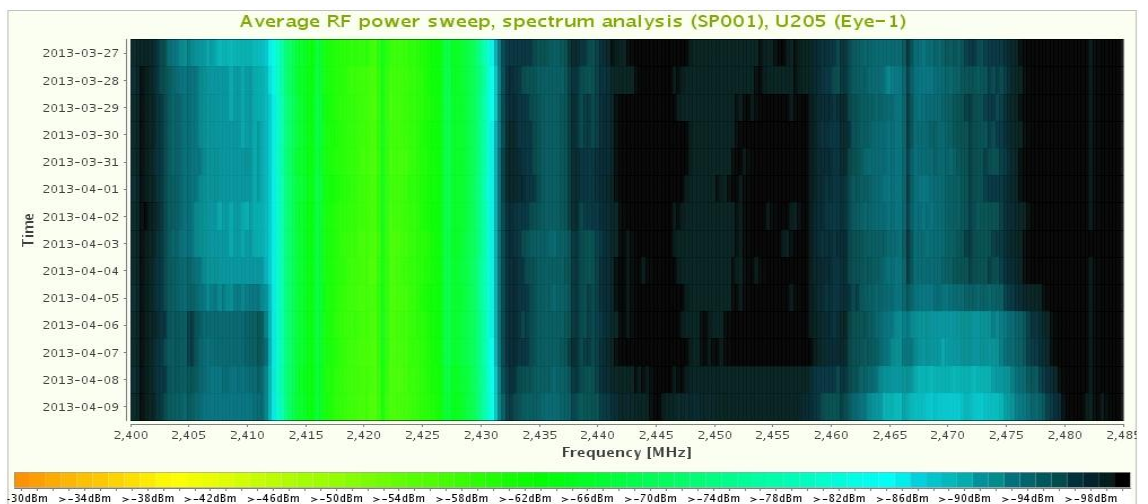
Kuva 30. Signaalinvahvuus valvottavissa tukiasemissa.

Valvontasilmä mittaa SNR-arvoa (Signal to noise ratio) tutkitulla ajanjaksolla. Riittävä SNR arvo on tärkeä mittari tukiasemien ja päätelaitteiden kommunikoinnissa. SNR-arvo voi olla rajoitettu liian heikon signaalin tai liian suuren kohinan takia. Tasainen ja korkea (yli 30 dB) on hyvä SNR-arvo. Testeissä molempien tukiasemien SNR-arvo oli yli 60, joten mittaustuloksen mukaan suorituskyky on hyvä. [16.]



Kuva 31. Signaali-kohina suhde valvottavissa tukiasemissa.

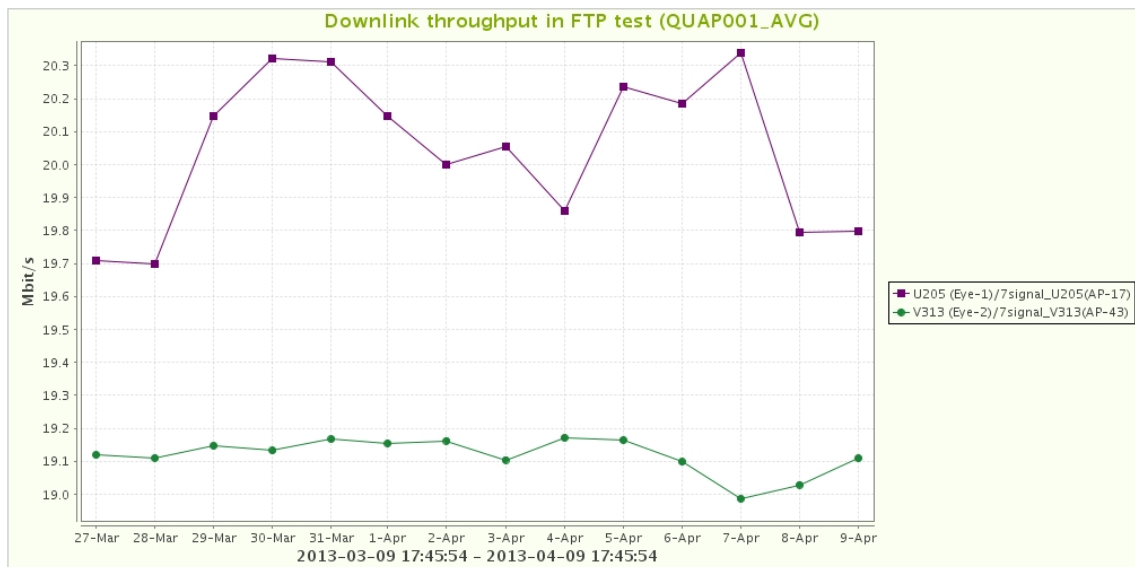
Loupen spektrianalyysi testi näyttää 2,4 GHz:n taajuuden käytön. 2,4 GHz:n taajuus on jaettu kolmeen 20 MHz:n RF-kanavaan. Testitulos on hyvä, jos tuloksen vihreä palkki on yhtenevä. Tällöin signaali on vahva koko tarkastelujakson ajan. [16.]



Kuva 32. Spektrianalyysi.

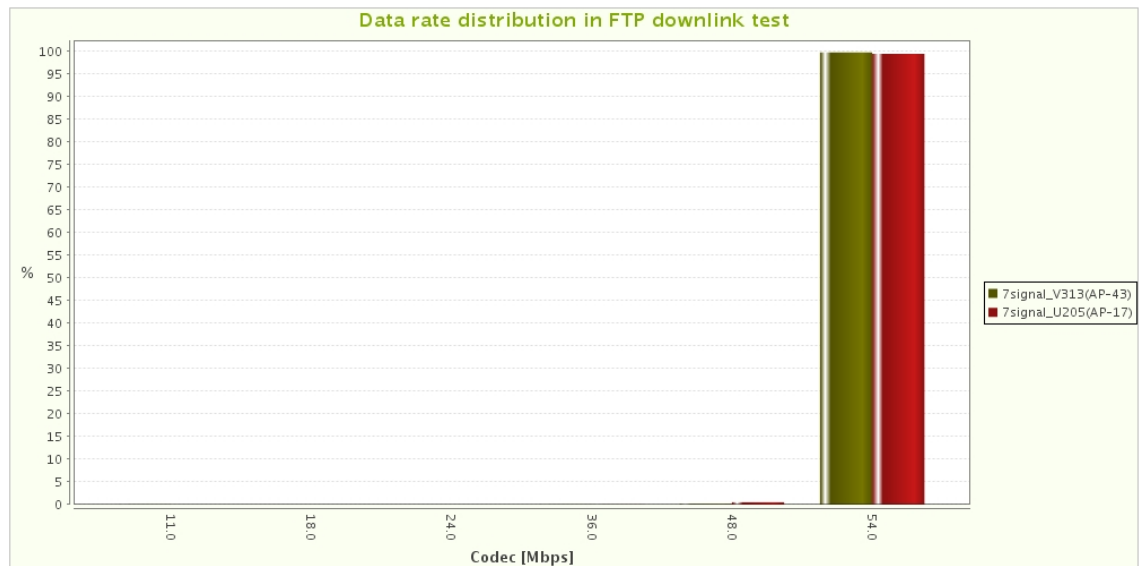
7Signal-järjestelmä mittaa FTP-latausnopeutta tiedonsiirrossa valvontasilmän ja Sonar-palvelimen välillä valitun langattoman verkon läpi. Tulos näyttää saavutetun tiedonsiirtonopeuden Mbit/s. Kaikissa mittauksissa U-205:n FTP-latausnopeus oli parempi (19.7-20.4 Mbit/s) kuin V-313:n latausnopeus (19-19.2 Mbit/s). Ero on kuitenkin hyvin pieni, joten sillä ei ole suurta vaikutusta käytännössä. [16.]

802.11-standardin mukaisissa verkoissa nopeuden tulisi olla yli 4 Mbit/s, 802.11g/a/n-verkon tulisi saavuttaa nopeus 10 Mbit/s, 802.11n HT20 tulisi saavuttaa yli 15 Mbit/s ja 802.11n HT40 yli 30 Mbit/s.



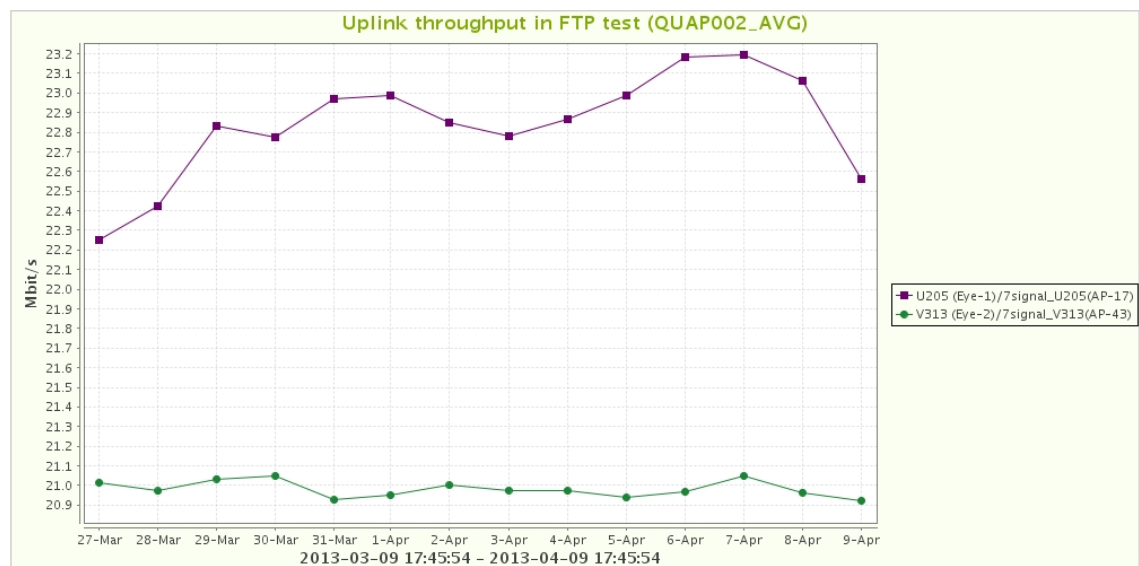
Kuva 33. FTP-latausnopeus.

Seuraava testi näyttää FTP-latauksessa käytettävän koodekin. Hyvin toimivan verkon tulisi käyttää vain parhainta koodekkia (54 Mbps). Pienempien koodekkien käyttö saattaa kertoa verkon radioliikenteen riittämättömyydestä tai signaalin heikkenemisestä. Testin aikana käytettiin 98 prosenttisesti parhainta koodekkia. [16.]



Kuva 34. Koodekin käyttö FTP-latauksessa.

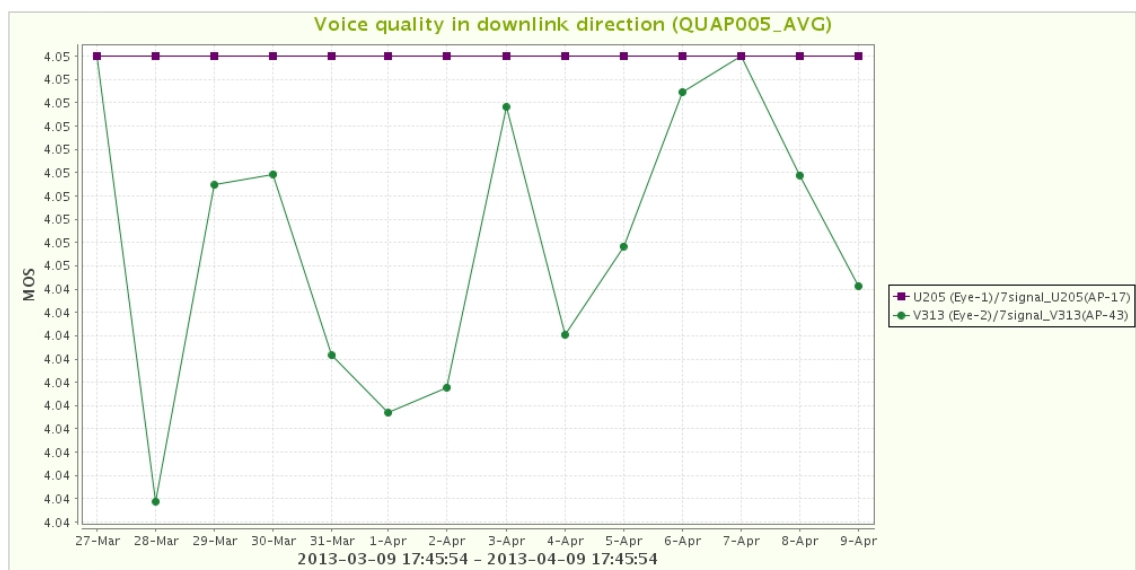
Kuvan 35 testi näyttää FTP-lähetyksenopeuden valvontasilmän ja testipalvelimen välillä langattoman verkon läpi. Hyvin toimivien verkkojen tulisi saavuttaa seuraavat nopeudet: 4 Mbit/s (802.11b), 8 Mbit/s (802.11g/a/n), 12 Mbit/s (802.11n HT20) ja 25 Mbit/s (802.11n HT40). Testissä latausnopeudet muodostuivat välille 20.9-23.2 Mbit/s, joten tulos on hyvä. [16.]



Kuva 35. FTP-lähetyksenopeus.

Seuraava testi mittaa äänen laatua. Tulokset ilmoitetaan MOS-parametreina (Mean Opinion Score). Optimaalinen tulos on 4,0 ja hyvin toimivissa verkoissa arvon ei pitäisi pudota alle 3,6 MOS. MOS-parametrit ovat välillä 1-5. Arvolla yksi verkon laatu on huono eikä kommunikointi onnistu. Arvoilla kaksi ja kolme verkon laatu on kohtalainen ja saattaa haitata kommunikointia. Arvolla neljä kommunikointi on selkeää ja se vastaa kommunikointia matkapuhelimilla. Arvolla viisi verkon laatu on hyvä, ja se vastaa kommunikointia kasvokkain. [17.]

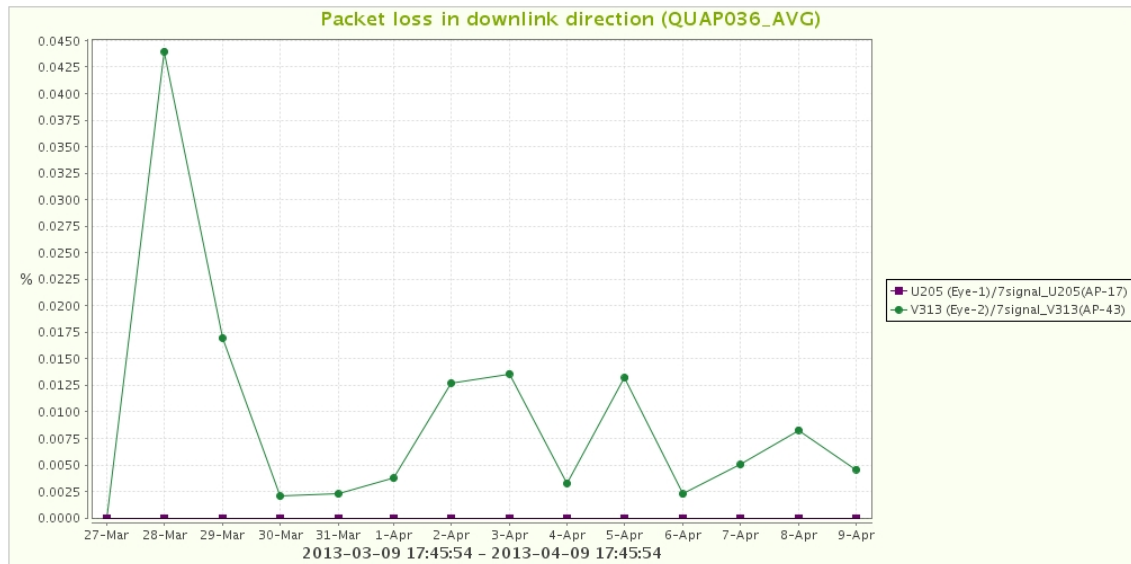
Mittauksissa arvot vaihtelivat välillä 4.04-4.05 MOS, joten äänen laatu verkossa on hyvä.



Kuva 36. Äänen laatu lataussuunnassa.

Pakettihäviö tarkoittaa dataa, mikä häviää lopullisesti tiedonsiirrossa. Sen voi aiheuttaa heikko yhteys tai liikenteen ruuhkautuminen langattomissa tai langallisissa verkoissa. Hyvin toimivissa verkoissa pakettihäviön tulisi olla alle 0,5 %. Testi tekee VoIP-latausta valvontasilmän ja Sonar-palvelimen välillä. [16.]

Mittauksissa U-205:n valvontasilmässä ei ollut lainkaan häviötä ja V-313:n valvontasilmän häviön vaihtelu oli 0,045 %. Tulokset kertovat, että häviö on minimaalista eikä haittaa tiedonsiirtoa.

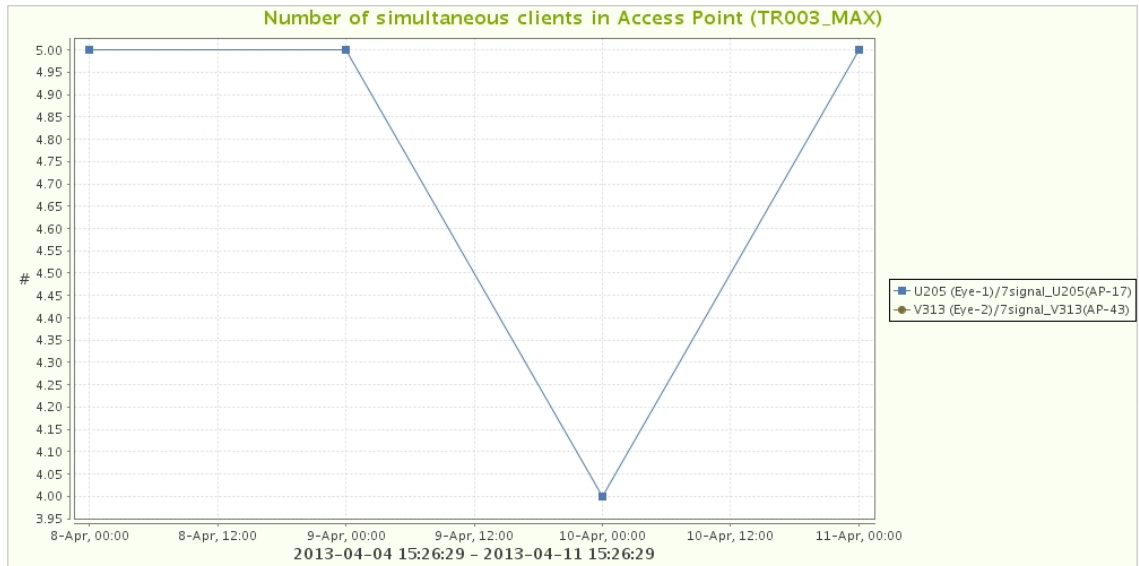


Kuva 37. Pakettihäviö VoIP-latauksessa.

7Signal-valvontasilmä analysoi langatonta liikennettä tukiasemien ja päätelaitteiden välillä. Kuvan 38 testi näyttää tukiasemiin yhdistettyjen päätelaitteiden lukumäärän tarkastellulla ajanjaksolla.

Päätelaitteiden lukumäärä, minkä yksi tukiasema voi palvella, vaihtelee päätelaitteen tekemän liikenteen määrän ja laadun mukaan sekä tukiaseman ja päätelaitteen käyttämän WLAN-standardin (a/b/g/n) mukaan. 802.11a/g-standardin mukaisissa verkoissa 10-15 päätelaitetta on maksimimäärä, millä voidaan varmistaa verkon tarpeellinen suorituskyky ja laatu. 802.11n-standardi mahdollistaa useamman päätelaitteen yhdistymisen tukiasemaan olettaen, että kaikki päätelaitteet tukevat myös 802.11n-standardia. [16.]

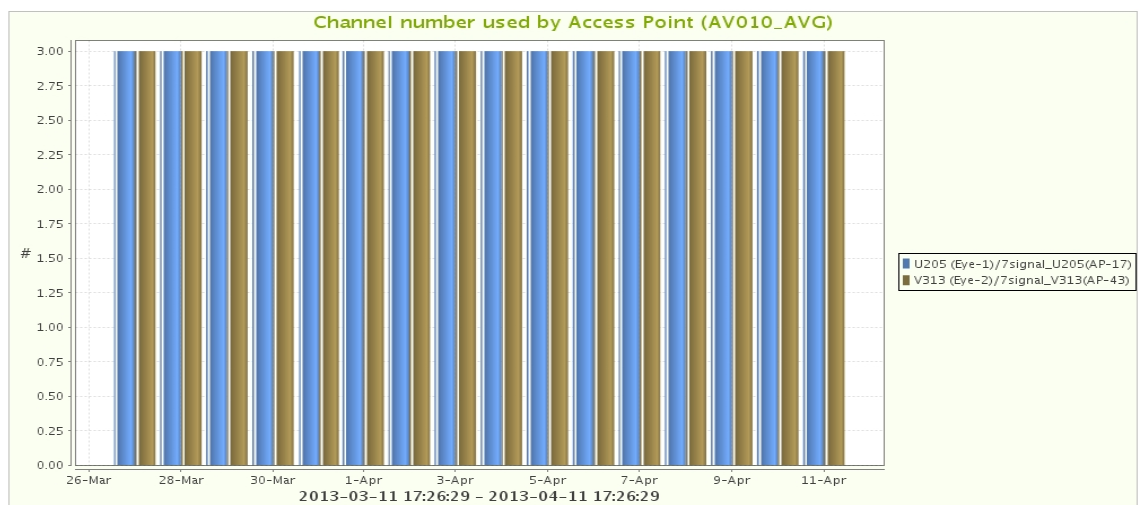
Mittauksissa päätelaitteiden määrä vaihteli välillä 4 ja 5. Suorituskyvyn ja laadun kannalta päätelaitteiden määrä voi lisääntyä tukiasemissa ilman ongelmia.



Kuva 38. Päätelaitteiden määrä tukiasemissa.

Radioliikenteen suorituskyky riippuu merkittävästi käytetyistä kanavista. Toimivissa, ja hyvän suorituskyvyn omaavissa verkoissa, kanavien käyttö täytyy olla hallittua ja suunnitelmallista. Tukiasemat saattavat vaihtaa kanavaa automaattisesti ja jos yhdessä tukiasemassa kanava muuttuu, niin se saattaa aiheuttaa muutoksia muissa tukiasemissa. Automaattinen kanavien haku ei usein takaa verkolle optimaalisinta suorituskykyä vaan kanavien käyttö täytyy allokoita manuaalisesti. [16.]

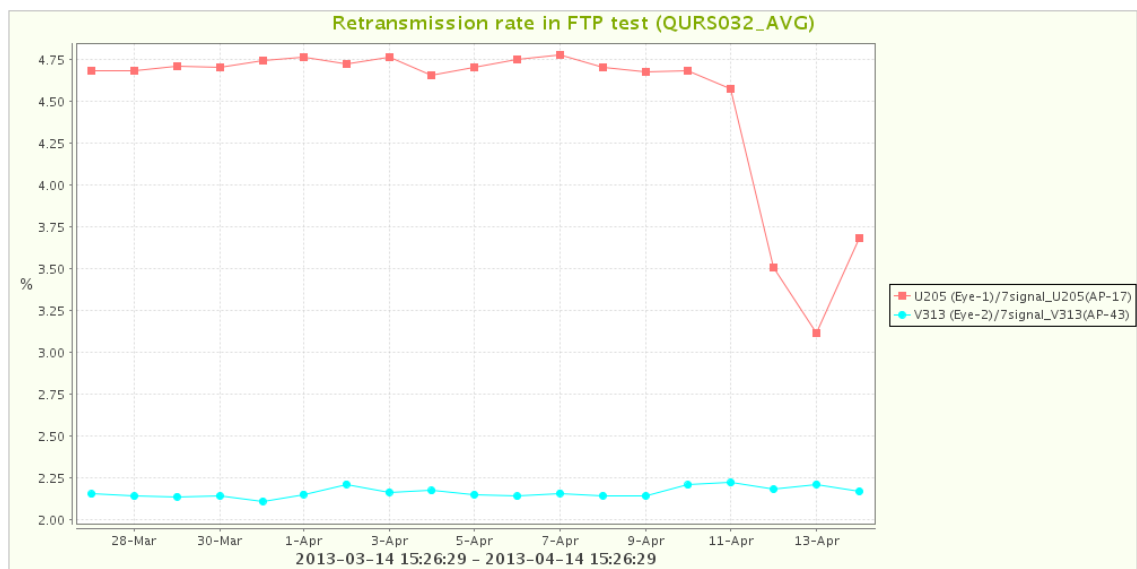
Seuraavassa testissä on mitattu tukiasemien käyttämää kanavien määrää. Molemmat tukiasemat käyttävät kolmea kanavaa.



Kuva 39. Käytettyjen kanavien lukumäärä tukiasemissa.

Viimeinen testi mittaa valvontasilmän FTP lataus- ja lähetysopeutta Sonar-palvelimen läpi langattomassa verkossa. Tulos näyttää keskiarvon uudelleenvälityksestä testin aikana. Uudelleenvälitys tapahtuu jos tukiasema tai päätelaite ei vastaanota oikein toisen tukiaseman tai päätelaitteen lähettämää pakettia. Hyvin toimivissa verkoissa 10 % on suurin arvo tavalliselle liikenteelle ja 5 % ääniliikenteelle ja muulle herkemälle liikenteelle. [16.]

Testeissä V-313 tukiaseman uudelleenlähetyso prosentti oli välillä 2-2,25 % ja U-205 tukiaseman 3-4,75 %. Tulokset vastaavat erittäin hyvin toimivaa verkkoa.



Kuva 40. Uudelleenlähetyso FTP-testissä.

6 Yhteenveto

Tässä insinööriyössä tutkittiin langattoman verkon suorituskykyä ja palvelunlaatua 7Signal Sapphire -järjestelmän avulla. Työn alussa kerrotaan langattomista verkoista yleisesti, niiden rakenteesta, tekniikoista ja palvelunlaadusta. 7Signal-järjestelmä koostuu useista eri elementeistä, ja työssä on kerrottu niiden toiminnasta ja roolista järjestelmässä.

Työhön valmistui ohjeistus järjestelmän käytöstä ja päivittämisestä uudempaan versioon, mitä voidaan käyttää jatkossa muissa projekteissa. Järjestelmän käytössä ilmeni useita ongelmia ja niistä on selvitys kappaleessa 4.5. Työn aikana lähetin useita sähköpostiviestejä 7Signal-tuelle, ja sitä kautta sain apua ongelmatilanteisiin. Vastaavallaisia ongelmia voi tulla jatkossakin esille järjestelmän käytössä, joten katsoin hyväksi sisällyttää eteen tulleet ongelmat työhöni.

Loupe-raportointityökalun käyttö oletuksena onnistuu vain Metropolian verkosta. Etäyhteys raportointijärjestelmään on hyvä olla, jotta sitä voi käyttää mistä tahansa Internetin välityksellä. Työssä testattiin etäyhteyden toiminta ja tehtiin ohjeistus sen muodostamiseen.

Työssä asennettiin kaksi tukiasemaa ja valvontasilmiä Metropolian tiloihin. Tukiasemiin tehtiin langaton verkko ja valvontasilmit konfiguroitiin tekemään jatkuvia testejä verkossa. Niiden avulla järjestelmää käytetään jatkossa opetustarkoituksessa. Testien avulla varmistettiin, että järjestelmän kaikki osat toimivat oikein ja langattoman verkon suorituskyky ja palvelunlaatu on tarpeeksi hyvä. Testitulosten avulla analysoin verkkoa ja kaikilla indikaattoreilla mitattuna verkon suorituskyky ja laatu oli hyvä.

Testeissä langattoman verkon kuormitus oli normaali tai hieman alhainen. Järjestelmää on tarkoitus käyttää opetustarkoituksessa ja parhaiten verkkoa pystytään analysoimaan kun kuormittaa sitä reilusti enemmän. Suosittelen, että jatkossa opiskelijat tekevät runsaasti kuormitusta verkkoon, jotta järjestelmän kaikki ominaisuudet saadaan hyödynnettyä ja saadaan laajempia mittaustuloksia.

7Signal-järjestelmä pystyy valvomaan useita langattomia verkkoja. Työssä keskityttiin vain yhteen. Jatkossa järjestelmään voidaan konfiguroida Metropolian muita langattomia verkkoja. Sillä voidaan esimerkiksi valvoa opiskelijoiden tai vieraiden käytössä ole-

via langattomia verkkoja. Lisäksi valvontasilmiä voidaan asentaa lisää, jotta saadaan katettua isompi osa Metropolian tukiasemista.

Työn tavoitteina oli järjestelmän päivittäminen, kahden tukiaseman ja valvontasilmän asennus, etäyhteyden tekeminen ja järjestelmän testaaminen. Työn tavoitteissa onnistuttiin hyvin, ja kokonaisuudessaan työ oli monipuolinen ja antoisa. Järjestelmä on mielenkiintoinen, ja työn aikana sain monipuolisen kuvan sen toiminnasta ja eri osista. Lisäksi opin langattomien verkkojen ominaisuuksista ja niiden laadun mittaamisesta. Tuloksia analysoimalla opin, minkälaiset mittarit ovat tärkeitä langattoman verkon suorituskyvyn ja palvelunlaadun mittaamisessa.

Lähteet

- 1 Wireless Lan. Verkkodokumentti. < http://www.netlab.tkk.fi/opetus/s38118/s00/tyot/27/wlan_tekniikka.shtml>. Luettu 5.4.2013.
- 2 Palvelunlaatu langattomissa lähiverkoissa. Diplomityö, Sannikka Mikko. < <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/3082/urn100046.pdf?sequence=1>>.
- 3 WLAN. Verkkodokumentti. < <http://fi.wikipedia.org/wiki/WLAN>>. Luettu 5.4.2013.
- 4 802.11a. Verkkodokumentti. < <http://www.techterms.com/definition/80211a>>. Luettu 20.3.2013.
- 5 802.11b. Verkkodokumentti. < <http://www.techterms.com/definition/80211b>>. Luettu 20.3.2013.
- 6 802.11g. Verkkodokumentti. < <http://www.techterms.com/definition/80211g>>. Luettu 21.3.2013.
- 7 802.11n. Verkkodokumentti. < <http://www.techterms.com/definition/80211n>>. Luettu 21.3.2013.
- 8 802.11. Verkkodokumentti. < http://fi.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11>. Luettu 22.3.2013.
- 9 7signal Sapphire Deployment Guide. PDF-dokumentti.7Signal Oy.
- 10 7signal Sapphire Analyzer. PDF-dokumentti.7Signal Oy.
- 11 User Guide 7signal Sapphire Carat. PDF-dokumentti.7Signal Oy.
- 12 7Signal Sapphire Overview. Verkkodokumentti. < <http://www.7signal.com/products/index.php>>. Luettu 15.2.2013.
- 13 7Signal Sapphire Software. Verkkodokumentti. < <http://www.7signal.com/products/software.php>>. Luettu 16.2.2013.
- 14 7Signal Sapphire Technology. Verkkodokumentti. < <http://www.7signal.com/technology/index.php>>. Luettu 15.2.2013.

- 15 Häiriöt ja kohina. Verkkodokumentti. <
http://wiki.syotec.fi/index.php?title=Tietoliikenteen-perusteet-verkkokurssi-0#H.C3.A4iri.C3.B6t_ja_kohina>. Luettu 20.3.2013.
- 16 Loupe-raportointityökalu. Verkkosovellus. <
<https://10.95.254.240/7signal/portal/SapphireLoupe>>. Luettu 15.4.2013.
- 17 Mean Opinion Score (MOS) - A Measure of Voice Quality. Verkkodokumentti. <
<http://voip.about.com/od/voipbasics/a/MOS.htm>>. Luettu 11.4.2013.
- 18 7Signal Sapphire Eye. Verkkodokumentti. <
<http://www.7signal.com/products/eye.php>>. Luettu 17.2.2013.