



**LAUREA**  
AMMATTIKORKEAKOULU  
*Yhdessä enemmän*

# Langattoman lähiverkon signaalitasojen parantaminen koululaitoksessa

Laakso, Marjo

2016 Laurea



Laurea-ammattikorkeakoulu

**LAUREA**  
AMMATTIKORKEAKOULU

*Yhdessä enemmän*

## Langattoman lähiverkon signaalitasojen parantaminen koululaitoksessa

Marjo Laakso  
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma  
Opinnäytetyö  
Toukokuu, 2016

Marjo Laakso

### Langattoman lähiverkon signaalitasojen parantaminen koululaitoksessa

Vuosi 2016 Sivumäärä 28

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä langattoman lähiverkon (WLAN) kattavuuskartoitus Helsingin Juutalaisen Yhteiskoulun tiloissa. Kartoituksen perusteella selvitettiin parannuskohteita verkon kuuluvuudessa, jotta sitä voitaisiin kehittää palvelemaan paremmin koulun henkilökuntaa ja oppilaita.

Työn teoriapohjana käsiteltiin pääasiassa radiosignaaleja ja niihin kohdistuvia häiriöitä, sekä langattoman lähiverkon standardeja. Tarkoituksena oli syventää tietämystä WLAN-verkkojen toiminnasta, sekä selvittää tarvittavaa tietoa luotujen kattavuuskarttojen analysointia varten.

Kattavuuskartoituksen tekemiseen käytettiin Ekahaun Site Survey -ohjelmistoa, jolla voitiin mitata WLAN-signaalin vahvuutta ja luoda kattavuuskartat. Mittaus suoritettiin Helsingin Juutalaisen Yhteiskoulun tiloissa, jotka jakautuivat viiteen kerrokseen. Mittauksen ulkopuolelle jätettiin tilat, joissa langatonta verkkoa ei tarvita.

Valmiita kattavuuskarttoja analysoidessa todettiin langattoman verkon kuuluvan melko hyvin useimmissa tiloissa, eikä katvealueita löytynyt. Joissain tiloissa signaali oli kuitenkin erittäin heikko, eikä näin ollen palvellut verkon käyttäjiä hyvin. Kattavuuskarttojen analysoinnin perusteella Helsingin Juutalaisen Yhteiskoulun langattoman lähiverkon parantamiseksi ehdotettiin joidenkin tukiasemien uudelleensijoittelua. Lisäksi kehitysehdotukset sisältävät uusien tukiasemien hankkimisen ja sijoittamisen sinne, missä vanhojen tukiasemien uudelleensijoittelu ei riitä WLAN-verkon kuuluvuuden parantamiseksi.

Marjo Laakso

**Improving the Signal Levels of the Wireless Local Area Network in a School Building**

Year	2016	Pages	28
------	------	-------	----

---

The main objective of this thesis was to perform a wireless local area network (WLAN) site survey in the school building of Helsingin Juutalainen Yhteiskoulu. Based on the survey improvements were proposed so that the WLAN could better serve the staff and the students of the school.

The theory basis of this thesis covers primarily radio signals and their disadvantages, and WLAN standards. The purpose of this part of the thesis was to deepen the knowledge of WLANs. It was also important to gain information that would help in the analysis of the created coverage maps after the site survey was completed.

The site survey was conducted using Ekahau Site Survey program, which was used to create coverage maps based on the measured signal strength of the WLAN. Areas included in the site survey were located on five different floors of the school building. Some areas, where WLAN connection is not needed, were left out of the survey.

When analyzing the completed coverage maps, it was discovered that in most areas the WLAN signal strength was fairly good and there were no blind spots. However, in some rooms the signal strength was quite poor and therefore didn't serve the users well. Based on the analysis of the coverage maps, development suggestions were made to improve the wireless network of Helsingin Juutalainen Yhteiskoulu. The suggestions included moving some of the access points to better locations, and adding new access points to areas where relocating existing ones wouldn't improve the WLAN coverage enough.

Keywords: Wireless local area network, WLAN, coverage map, site survey

## Sisällys

1	Johdanto .....	6
2	Langaton lähiverkko .....	6
2.1	Standardit .....	7
2.2	Radiosignaalit .....	8
2.2.1	Häiriöt signaaleissa .....	9
3	Kattavuuskartoitus .....	10
3.1	Ohjelmiston valinta .....	10
3.2	Mittaus .....	11
3.3	Tulosten analysointi .....	14
4	Kehitysehdotukset .....	16
5	Yhteenveto .....	17
	Lähteet .....	18
	Kuviot .....	19
	Taulukot .....	20
	Liitteet .....	21

## 1 Johdanto

Tämä toiminnallinen opinnäytetyö käsittelee Helsingin Juutalaisen Yhteiskoulun langattoman lähiverkon (WLAN) kattavuuden parantamista. Helsingin Juutalainen Yhteiskoulu on aloittanut toimintansa vuonna 1918 synagogan tiloissa Helsingin Malminkadulla. Vuosien aikana koulu on muuttanut useamman kerran muun muassa soveltuvampien tilojen perässä. Tuorein muutto on tapahtunut vuonna 2011 takaisin Malminkadulle remontoituihin tiloihin. (Helsingin Juutalainen Yhteiskoulu.)

Langatonta lähiverkkoa käytetään koulussa jatkamaan langallista Ethernet-verkkoa, ja se on tarkoitettu henkilökunnan sekä oppilaiden käyttöön. Langattoman verkon kuuluvuus on oleellista kaikissa työhuoneissa sekä luokissa, sillä muun muassa opetuksessa hyödynnetään tablettitietokoneita. Verkon signaali on kuitenkin koettu paikoin huonoksi, eikä se näin ollen ole palvellut käyttäjiä luotettavasti.

Tämä opinnäytetyö sisältää Helsingin Juutalaisen Yhteiskoulun viiden kerroksen kattavuuskartoituksen, sekä valmiiden karttojen analysoinnin perusteella tehtävät kehitysehdotukset. Kattavuuskartoituksen tarkoituksena on selvittää verkon tämän hetkinen kattavuusalue sekä signaalin voimakkuus. Kartoituksen avulla voidaan selvittää alueet, joissa signaali on heikko tai jopa olematon. Kehitysehdotuksissa esitetään toimia, joilla langattoman verkon kuuluvuutta voitaisiin parantaa heikon signaalin alueilla.

## 2 Langaton lähiverkko

Langattoman lähiverkon suurin hyöty on sen mahdollistama liikkuvuus päätelaitteille, kuten kannettaville tietokoneille ja tableteille. Liikkuvuus antaa mahdollisuuden joustavampaan työntekoon, kun työtä ei tarvitse tehdä kiinteässä paikassa. Langattoman verkon käyttöönotto on helpompaa kuin langallisen verkon kaapelointi koko rakennukseen, ja yleensä myös halvempaa. Langattomuudella voidaan tarjota esimerkiksi nopea pääsy potilastietoihin sairaaloissa sekä verkkoyhteys siellä missä kaapelointi on hankalaa tai mahdotonta. Myös koulut hyödyntävät nykyään langattomuutta tarjotakseen oppilaille helpomman ja joustavamman pääsyn verkkoon. Langatonta verkkoyhteyttä voi käyttää myös omilla laitteilla, jolloin oppilaat eivät ole riippuvaisia pääsystä esimerkiksi tietokoneluokkiin. (Puska 2005, 18; Sarkar 2014, 3-4.)

Verrattuna langalliseen Ethernet-verkkoon, langaton lähiverkko on kuitenkin epävarmempi. Radiosignaali on altis häiriöille, ja sen etenemistä on vaikea mallintaa ja kontrolloida. Signaalin voimakkuuteen ja verkon suorituskykyyn vaikuttavat monet asiat kuten kalusteet, ihmiset

sekä häiriölähteet. Häiriölähteitä ovat esimerkiksi mikroaaltouunit, jotka toimivat samalla taajuudella langattoman verkon kanssa. Toinen selkeä haaste langattomissa verkoissa on tietoturva. WLAN-verkko käyttää radiosignaaleja eikä verkkoa voida rajoittaa vain rakennuksen sisälle. Muun muassa nämä ominaisuudet luovat riskin siihen, että verkkoa voidaan kuunnella ja häiritä ulkopuolelta. Langattoman verkon standardeihin kuuluvat salaus- ja tunnistusominaisuudet eivät ole riittäviä, joten erilliset tietoturvaratkaisut ovat aina tarpeellisia. (Puska 2005, 21-22.)

Langaton lähiverkko perustuu IEEE:n (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11-standardeihin. WLAN muodostuu yleisesti ottaen kahdenlaisista laitteista: tukiasemista (AP, Access Point) sekä päätelaitteista (clients). Tukiasemat ovat lähes aina yhteydessä langalliseen lähiverkkoon ja jatkavat sitä langattomasti radiosignaalien avulla päätelaitteille. Yhden tukiaseman langatonta verkkoa kutsutaan BSS-topologiaksi (Basic Service Set), jossa kaikkien päätelaitteiden langaton yhteys kulkee saman tukiaseman kautta. Yleisempi topologiamalli on kuitenkin ESS (Extended Service Set), jossa useampi tukiasema yhdistyy yhdeksi langattomaksi verkoksi. Näin langattomalla verkolla pystytään kattamaan suurempi alue ja mahdollistetaan parempi liikkuvuus käyttäjille. (Alexander 2011, 2-3.)

## 2.1 Standardit

802.11-standardit käyttävät datan lähetykseen hajaspektritekniikoita, joita ovat esimerkiksi taajuushyppely (FHSS, Frequency Hopping Spread Spectrum), suorasekvenssitekniikka (DSSS, Direct Sequence Spread Spectrum) ja monikanta-aaltomodulointi (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Hajaspektritekniikan käyttö tarkoittaa sitä, että radiolähetys hajautetaan laajemmalle taajuusalueelle. FHSS-tekniikka tekee nimensä mukaisesti taajuushyppelyä, eli lähetystaajuutta vaihdellaan nopeasti näennäissatunnaisesti. DSSS-tekniikassa data hajautetaan laajalle alalle ja lähetetään samanaikaisesti, minkä takia se kestää paremmin häiriöitä. OFDM-tekniikalla lähetettävä data jaetaan useammalle kanavalle, joiden väliin jätetään tyhjää taajuusaluetta. Näin ollen lähetys on varmempaa kuin DSSS-tekniikalla, kun vastaanottajalle ei tule useampaa lähetystaajuutta osittain päällekkäin. (Puska 2005, 36; Alexander 2005, 32-33.)

Vuonna 1997 julkaistiin IEEE:n ensimmäinen 802.11-standardi, joka toimii FHSS-tekniikalla 2,4 GHz taajuuskaistalla, ja jonka bittinopeus on enintään 2 Mbps. Nykyään käytössä on paljon nopeampia 802.11a, b, g ja n -versioiden langattomia verkkoja. (Geier 2005, 124.)

802.11a on vuonna 1999 IEEE:n julkaisema standardi, joka määrittelee toiminnan 5 GHz taajuuskaistalla ja 54 Mbps enimmäisnopeudella käyttäen OFDM-tekniikkaa. Tämän standardin etu on sen tarjoama suurempi kapasiteetti, sillä se toimii usealla ei-päällekkäisellä kanavalla.

5 GHz taajuuskaistalla pystyy myös tarjoamaan parempaa suorituskykyä, sillä useimmat häiriötä aiheuttavista laitteista (kuten mikroaaltouunit ja langattomat puhelimet) toimivat 2,4 GHz taajuuskaistalla. Korkeampi taajuus kuitenkin rajoittaa kantamaa, ja enimmäisnopeudella toimiessa 802.11a:n kantama on useimmissa tiloissa alle 30 metriä. 802.11a ei myöskään ole yhteensopiva monien uudempien standardien kanssa. (Geier 2005, 124-125.)

Samaan aikaan 802.11a:n kanssa julkaistiin myös 802.11b-standardi, joka toimii DSSS-tekniikalla, 2,4 GHz taajuuskaistalla ja 11 Mbps enimmäisnopeudella. 802.11b:n etu on sen melko suuri kantama, joka voi olla useimmissa sisätiloissa jopa 100 metriä. Haittana 2,4 GHz taajuuskaistalla toimimisessa on se, että käytössä on vain kolme ei-päällekkäistä kanavaa, mikä puolestaan rajoittaa kokonaiskapasiteettia. 2,4 GHz taajuuskaistalla toimii myös paljon muita laitteita, jotka aiheuttavat häiriötä. (Geier 2005, 126.)

Vuonna 2003 julkaistiin 802.11g-standardi, joka käyttää myös 2,4 GHz taajuuskanavaa. 802.11b:hen verrattuna se kuitenkin toimii OFDM-tekniikalla ja saa siksi nostettua suorituskyvyn aina 54 Mbps:iin. Haittana ovat samat kuin muillakin 2,4 GHz taajuuskanavaa käyttävillä, eli alttius häiriöille ja kolmen kanavan rajoitus. 802.11g:n merkittävänä etuna on kuitenkin yhteensopivuus 802.11b-standardin kanssa. (Geier 2005, 127.)

Vuonna 2009 julkaistu 802.11n-standardi toimii sekä 2,4 GHz että 5 GHz taajuuskanavilla, ja on yhteensopiva aikaisempien 802.11a, b ja g -standardien kanssa. 802.11n käyttää OFDM-tekniikan lisäksi uutta MIMO-tekniikkaa (Multiple-Input Multiple-Output), jonka avulla voidaan päästä jopa 600 Mbps suorituskykyyn. MIMO-tekniikka käyttää useampaa lähettävää ja vastaanottavaa antennia, jolloin dataa pystytään lähettämään enemmän kerralla. (Sarkar 2014, 336-337.)

## 2.2 Radiosignaalit

Langattomat lähiverkot käyttävät tiedonsiirtoon radiotaajuus- eli RF-signaalia (Radio Frequency), joka on yleisin tapa siirtää dataa langattomasti. RF-signaali etenee lähettävän ja vastaanottavan laitteen välillä, ja sillä on tietty amplitudi ja taajuus. Amplitudi kertoo signaalin voimakkuuden, eli käytännössä sen kantaman. Mitä voimakkaampi signaali, sitä pidemmälle se kantaa. Radiosignaali kuitenkin menettää amplitudiaan edetessään, myös kulkiessaan esteistä vapaassa ympäristössä. Taajuus kertoo kuinka monta kertaa sekunnissa signaali värähtelee, ja sen yksikkö on hertsi (Hz). Langaton lähiverkko toimii 2,4 ja 5 GHz taajuuksilla, eli signaali värähtelee miljardeja kertoja sekunnissa. (Geier, 70-72.)



WLAN-signaalin voimakkuutta mitataan yleensä desibelimilliwateissa (dBm). Desibeliä käytetään kertomaan signaalin suhde toiseen arvoon, tässä tapauksessa milliwattiin. Vastaanottavan laitteen herkkyyttä ilmaistaan negatiivisina dBm-arvoina, koska signaali heikkenee edetessään lähetyspisteestä. Lähempänä nolaa oleva dBm-arvo tarkoittaa parempaa signaalia. Signaalin voimakkuuden mennessä alle -95 dBm, ei verkkoyhteyttä yleensä voida enää luoda. Alla olevassa taulukossa (taulukko 1) on esimerkkejä eri vastaanottoherkkyyksillä saavutettavista siirtonopeuksista. (Cisco Systems, Inc a.)

Standardi	Vastaanottoherkkyys	Siirtonopeus
802.11b/g	-91 dBm	1 Mbps
802.11b/g	-86 dBm	6 Mbps
802.11b/g	-85 dBm	11 Mbps
802.11n	-70 dBm	150 Mbps
802.11n	-68 dBm	300 Mbps

Taulukko 1: Vastaanottoherkkyyttä vastaavat siirtonopeudet Cisco 500 Small Business 500 Series Wireless -tukiasemalla (Cisco Systems, Inc 2014 b; National Instruments, 19.)

IEEE:n 802.11-standardien mukaiset langattomat lähiverkot toimivat vapailla radiotaajuuksilla, joita ovat 2,4 GHz (2,4...2,4835 GHz) ja 5 GHz (5,15...5,35 GHz ja 5,725...5,825 GHz). Matalampaa taajuutta käytävällä verkolla on pidempi kantomatka, mutta huonompi siirtonopeus. Korkeammalla taajuudella päästään suurempiin siirtonopeuksiin, kantamatkan kuitenkin jäädessä lyhemmäksi. 2,4 GHz taajuus on jaettu 14 kanavaan, joista Euroopassa on käytössä 13. Ei-päällekkäisiä kanavia on vain kolme. 5 GHz taajuus tarjoaa enemmän kanavia ja sen myötä myös enemmän ei-päällekkäisiä kanavia. Tukiasemien, joiden kattavuusalueet kohtaavat, tulisi käyttää ei-päällekkäisiä kanavia välttääkseen häiriöitä toistensa signaaleista. (Cisco Systems, Inc a.)

### 2.2.1 Häiriöt signaaleissa

Radiosignaalien heikkouksia ovat muun muassa interferenssi ja heijastuminen. Interferenssi on kyseessä silloin, kun vastaanottajalle saapuu kaksi signaalia, joilla on sama taajuus ja vaihe. Vastaanottaja ei silloin pysty tulkitsemaan saamaansa tietoa, ja datan uudelleenlähetyks voi heikentää merkittävästi verkon suorituskykyä. Interferenssiä voivat aiheuttaa langattoman lähiverkon kanssa samalla taajuudella toimivat laitteet, kuten mikroaaltouunit ja Bluetooth-laitteet. Myös lähekkäin olevat tukiasemat, jotka käyttävät samaa taajuuskanavaa, voivat olla interferenssin aiheuttajia. Parhaiten RF-interferenssiä voi ehkäistä poistamalla sen lähteet, mikä ei kuitenkaan aina ole mahdollista. Jos interferenssi on suuri ongelma, kannattaa harkita langattoman verkon käyttöä sellaisella taajuuskanavalla, joka ei mene päällekkäin muiden laitteiden kanssa. (Geier 2005, 73-76.)

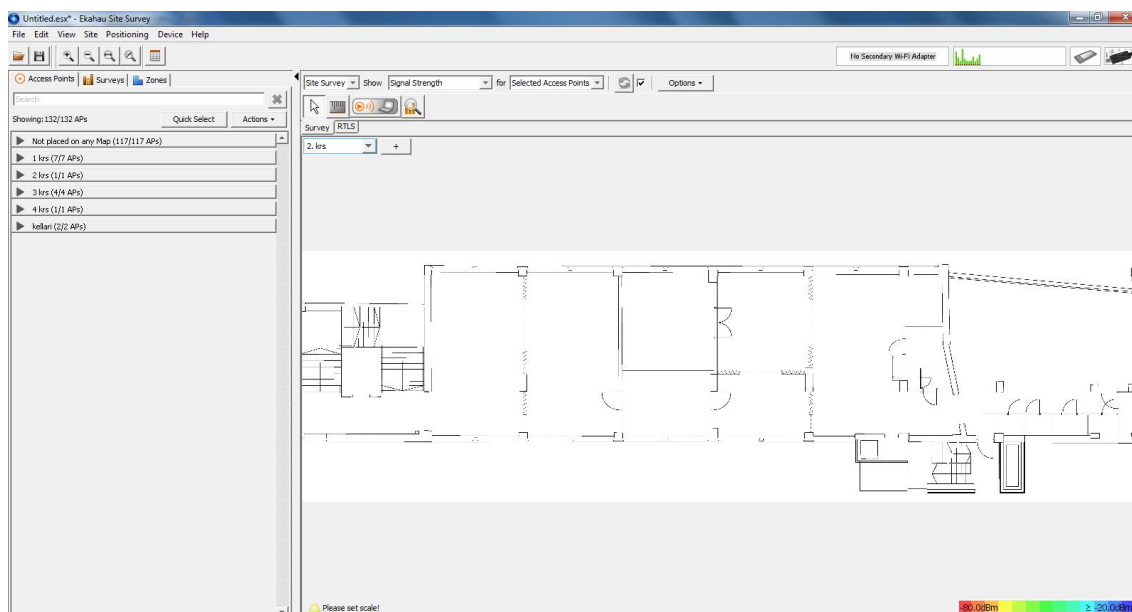
Heijastuminen on kyseessä silloin, kun radiosignaalin osat kulkevat eri polkuja lähettäjältä vastaanottajalle. Osa signaalista saattaa kulkea suoraan, kun taas osa voi kimmota esimerkiksi huonekaluista ja seinistä. Tämä aiheuttaa sen, että osa signaalista viivästyy kulkiessaan pidemmän matkan vastaanottajalle. Nämä heijastumisesta johtuvat viiveet aiheuttavat signaalin sotkeutumista, jolloin vastaanottajan tulkitsema data sisältää virheitä. Jos heijasteita on paljon, aiheuttaa tiedon uudelleenlähetys verkon suorituskyvyn heikkenemistä. Paras tapa vähentää heijastumisesta aiheutuvia haittoja on käyttää toistevastaanottoa. Se tarkoittaa, että kussakin radioverkkokortissa on kaksi antennia, jolloin todennäköisyys vastaanottaa parempi signaali jompaankumpaan antenniin on suurempi. (Geier 2005, 73-76.)

### 3 Kattavuuskartoitus

Kattavuuskartoituksen tarkoituksena on selvittää langattoman lähiverkon signaalin voimakkuus rakennuksen eri tiloissa. Lisäksi on tärkeää selvittää löytyykö katvealueita tiloista, joissa WLAN-verkkoa tarvitaan. Kattavuuskarttoja analysoimalla voidaan selvittää miten verkon kuu- luvuutta voitaisiin parantaa siirtämällä tai lisäämällä tukiasemia.

#### 3.1 Ohjelmiston valinta

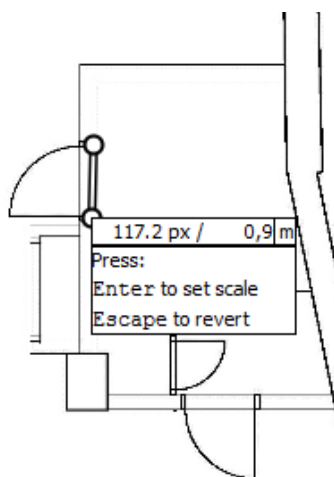
Ohjelmistoa valitessa vertailtavaksi otettiin yksi ilmainen ja kaksi lisenssin vaativaa ohjelmis- toa. Tärkeimmät ominaisuudet, joita ohjelmalta tarvittiin, olivat kattavuuskartan luominen sekä tukiasemien tunnistus. Ilmainen ohjelmisto ei pärjännyt vertailussa sen rajattujen omi- naisuuksien vuoksi. Vertailun voittajaksi päätyi Ekahaun Site Survey, josta käytettiin versiota RTLS-5.5.12. Ohjelmiston valintaan vaikutti myös hinta, sillä Ekahaun Site Survey oli mahdol- lista saada käyttöön Laureasta. Laureasta saatiin ohjelman käyttöä varten myös Dell Latitude E5440 mallinen kannettava tietokone sekä Ekahaun USB WLAN adapteri. Kartoituksen teke- mistä varten tarvittiin myös rakennuksen pohjapiirroksset, jotka saatiin Juutalaisen Yhteiskou- lun IT-vastaavalta.



Kuvio 1: Ekahau Site Survey -ohjelmiston näkymä kattavuuskartoitusta tehdessä

### 3.2 Mittaus

Ennen mittauksen aloittamista ohjelmaan piti antaa rakennuksen pohjapiirros jpg-tiedostomuodossa, minkä jälkeen piirroksille piti antaa mittakaava. Se tapahtui vetämällä hiirellä viiva piirroksessa olevan kahden selkeän pisteen välille (esimerkiksi oviaukko), ja antamalla niiden oikea etäisyys.

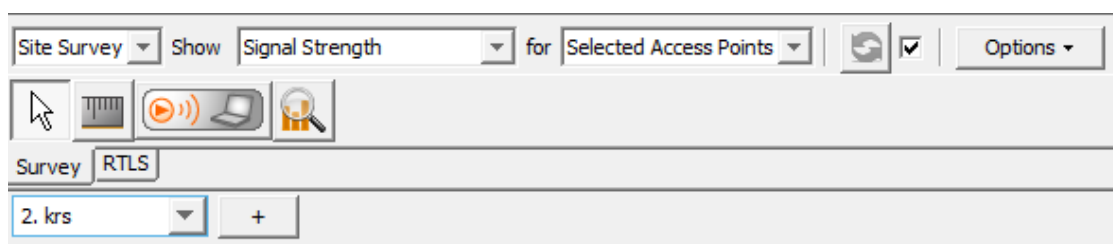


Kuvio 2: Mittakaavan asetus pohjapiirrokseen

Mittaus olisi voitu aloittaa jo mittakaavan antamisen jälkeen, mutta myös muita asetuksia haluttiin tehdä ensin. Näitä asetuksia muokkaamalla mahdollistettiin se, että mittauksen aikana pystyttiin seuraamaan kartan päivittymistä siihen muotoon mitä se lopulta tulisi olemaan. Tehtyjä valintoja pystyi muokkaamaan myös mittauksen jälkeenkin.

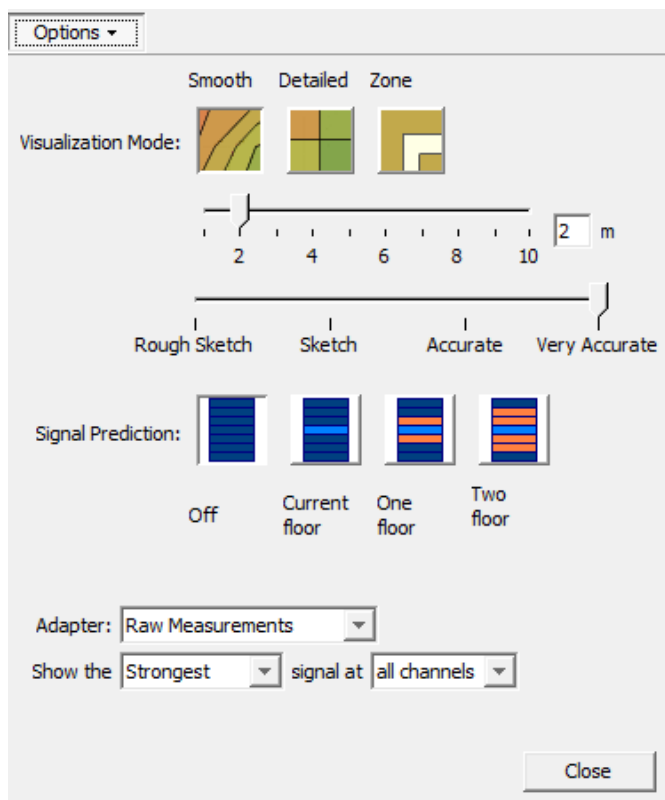
Ohjelmaikkunan yläreunassa olevasta palkista (kuva 3) valittiin näkymäksi Site Survey, eli kattavuuskartta, ja siinä näkymään signaalin voimakkuus. Seuraavaksi valittiin minkä tukiasemien signaalin voimakkuutta haluttiin tarkastella. Valinnat, joita tässä työssä käytettiin, olivat Omat tukiasemat, sekä Valitut tukiasemat. Mittauksessa ohjelman havaitsemat tukiasemat pystyttiin asettamaan omiksi tukiasemiksi, jolloin voitiin poissulkea kattavuuskartoista esimerkiksi viereisistä taloista kantautuvat signaalit. Havaituista tukiasemista pystyi myös valitsemaan vain yhden tai useamman tukiaseman kerrallaan tarkasteltavaksi. Koska mitattava alue oli suhteellisen pieni, voitiin kartan automaattinen päivitys ottaa käyttöön. Laajemmilla mittausalueilla automaattinen päivitys saattaisi kuitenkin aiheuttaa ohjelman käytön hidastumisen.

Edellisten valintojen alla olevien kuvakkeiden avulla pystyttiin vaihtelevaan eri toimintojen välillä. Näitä toimintoja olivat mittakaavan asetus, mittauksen suoritus ja mittauspisteiden tarkastelu. Viimeisen pudotusvalikon avulla pystyttiin siirtymään eri pohjapiirrosten välillä ja sen vieressä oli valinta lisätä uusi pohjapiirros.



Kuvio 3: Asetuspalkki

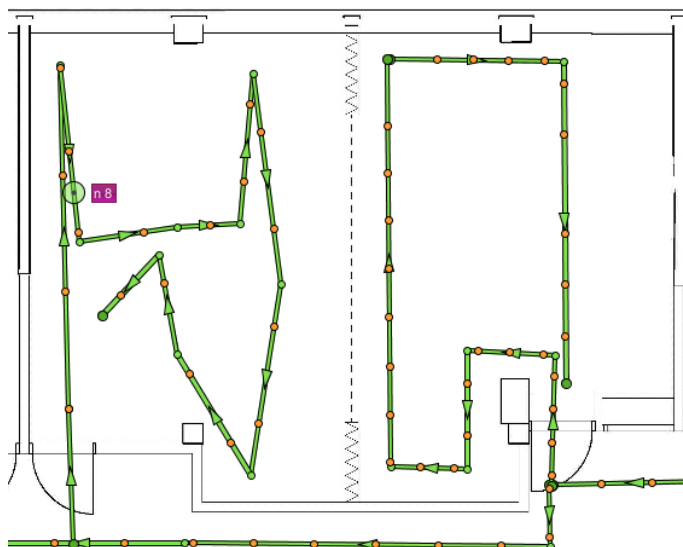
Kun kattavuuskarttanäkymä oli valittuna, oli mahdollista tehdä lisäasetuksia kartan ulkonäköön (kuva 4). Tähän työhön valittiin signaalin voimakkuuden visualisointiin sulava ulkonäkö, sillä se koettiin helpoimmaksi hahmottaa. Tämän valinnan myötä piti asettaa kuinka pitkälle mittauspisteestä ohjelma arvioi signaalin voimakkuuden. Mitä pienemmäksi tämä arvo asetetaan, sitä tarkempi kartasta tulee, mutta silloin mittauspisteitä täytyy olla tiiviimmin. Tässä työssä käytettiin kahta metriä. Kattavuuskartan tarkkuutta pystyttiin myös säätämään, mikä vaikutti esimerkiksi kartan päivittymisnopeuteen. Koska mitattava alue ei ollut kovin suuri, pystyttiin tässä työssä käyttämään asetuksena erittäin tarkkaa. Viimeinen asetus, joka tehtiin, oli signaalin ennustus. Tätä ei haluttu käyttöön, jotta tulokset näyttäisivät mahdollisimman hyvin vain mittauksesta saatuja arvoja.



Kuvio 4: Kattavuuskartan lisävalinnat

Mittausta ei suoritettu koulun jokaisessa tilassa, vaan ainoastaan niiltä osin kuin langatonta verkkoa tarvitaan. Suurin osa kartoitettavasta alueesta oli luokkia sekä työhuoneita, ja ne jakautuivat viiteen eri kerrokseen. Mittaus tapahtui kerros kerrallaan lukuun ottamatta muutamaa varattua luokkaa, joihin jouduttiin palaamaan myöhemmin uudestaan. Mittauksia kierrettiin tekemässä koulun IT-vastaavan kanssa, jotta myös lukittuihin tiloihin päästiin.

Kattavuuskartoituksen tekeminen Ekahaun Site Survey -ohjelmalla sujui ongelmitta. Ohjelmasta valittiin site survey -toiminto ja sillä hetkellä mitattavan kerroksen pohjapiirros. Mittaus aloitettiin klikkaamalla hiiren vasemmalla näppäimellä piirrokselta oma sijainti, minkä jälkeen aloitettiin tasaisen rauhallinen kävely. Ohjelma teki jatkuvaa mittauksia, minkä takia aina vauhdin tai suunnan muuttuessa tuli klikata sen hetkinen sijainti piirrokseseen. Pysähtyessä mittaus lopetettiin klikkaamalla hiiren oikealla näppäimellä. Näiden klikkauksien perusteella pohjapiirroksen päälle piirtyi kuljettu reitti, jonka varrelta pystyi tarkastelemaan tarkemmin useita mittauspisteitä.



Kuvio 5: Kuljettu reitti pohjapiirroksessa

Mittaukset suunnittelua ja toteutusta helpotti rakennuksen koko ja muoto. Rakennus on suhteellisen kapea ja useammassa kerroksessa tilat ovat yhden käytävän varrella, jolloin mittausreitti oli helppo suunnitella etenemään pitkin käytävää ja poikkeamaan sen varrella olevissa tiloissa. Pohjapiirroksista pystyi myös jättämään pois tiloja, joissa kattavuuskartoitukselle ei ollut tarvetta, kuten synagoga. Näin ollen mitattava alue oli tarpeeksi pieni, jotta sen pystyi jättämään jokaisen kerroksen osalta kokonaiseksi.

Aina kun mittaus pysäytettiin, siihen mennessä tehdyt mittaukset WLAN-verkon kuuluvuudesta päivittyivät kattavuuskarttaan. Pysähdyksiä tapahtui muutaman kerran kerroksessa, esimerkiksi pysähtyessä avaamaan ovia. Kartan päivittyessä oli helppo tarkistaa, että kulkureitti on ollut tarpeeksi tiheä eikä mitään oleellisia kohtia ole jäänyt mittaamatta.

### 3.3 Tulosten analysointi

Kellarissa on vain yksi tukiasema, joka on sijoitettu musiikkiluokkaan. WLAN-signaalin vaihteluväli kerroksessa on -25...-80 dBm, ja se kattaa lähinnä vain luokan sekä sen vieressä olevan toimistotilan. Nämä tilat erottaa muista kerroksen tiloista erittäin paksu seinä, jonka kohdalla signaali hyvin äkkiä vaimenee lähes olemattomiin. Loput kerroksesta jää siis tämän tukiaseman katvealueeseen, joka sisältää muun muassa kirjaston ja ruokasalin. Näihin tiloihin kuitenkin vuotaa signaalia muista kerroksista, mutta sen vaihteluväli on vain -60...-80 dBm. Signaalin voimakkuuden vaihteluväli koko kerroksessa tarkoittaa parhaimmillaan 300 Mbps ja huonoimmillaan 11 Mbps siirtonopeutta.

Rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa olevien kolmen tukiaseman signaali kattaa kaikki tarvittavat tilat ilman katvealueita. Rakennuksen eteläpäädyssä olevassa juhlasalissa on yksi tukiasema, ja signaalin voimakkuus vaihtelee -35 dBm ja -60 dBm välillä. Ensimmäisen kerroksen toisessa päädyssä olevien kahden tukiaseman tarjoama signaali vaihtelee -35 dBm ja -70 dBm välillä. Näillä signaalin voimakkuuksilla siirtonopeus kerroksessa voi olla parhaimmillaan 300 Mbps ja huonoimmillaan 11 Mbps. Ensimmäiseen kerrokseen tulee jonkin verran signaali-voittoa muista kerroksista, mutta se ei paranna kuuluvuutta alueilla, joissa kerroksen omien tukiasemien kuuluvuus on heikompi.

Toisessa kerroksessa on lähes keskellä kerrosta yksi tukiasema, jonka signaalin voimakkuus vaihtelee -25 dBm ja -80 dBm välillä ilman katvealueita. Suuri osa tiloja jakavista seinistä on kevyitä väliseiniä, jotka eivät heikennä signaalia niin paljon kuin paksummat rakenneseinät. Eteläpäädyssä oleva tila on kuitenkin paksumman runkoseinän takana ja tukiasemasta saatavan signaalin voimakkuus on siellä huomattavasti heikompi. Tähän tilaan vuotaa kuitenkin muiden kerroksien tukiasemien signaaleja, jolloin signaalin vaihteluväli huoneessa on -35...-55 dBm. Koko kerroksessa signaalin vaihteluväli on tällöin -25...-55 dBm, mikä tarkoittaa siirtonopeuden voivan olla 300 Mbps kaikissa tiloissa.

Kolmannen kerroksen kaksi tukiasemaa kattavat hyvin kaikki tilat ja signaalin vaihteluväli kerroksessa on -25...-50 dBm, mikä tarkoittaa jopa 300 Mbps siirtonopeutta kaikkialla. Kuuluvuus kerrokseen sijoitetuista tukiasemista on niin hyvä, ettei muista kerroksista tuleva signaali-voittoa juurikaan muuta WLAN-verkon kuuluvuutta.

Neljännessä kerroksessa on yksi tukiasema kerroksen keskellä olevassa luokahuoneessa. Signaalin voimakkuus kerroksessa vaihtelee -35 dBm ja -80 dBm välillä. Luokkatiloissa signaali on heikoimmillaan -60dBm. Huonoin kuuluvuus on eteläpäädyssä opettajien huoneessa, jossa signaalin vaihteluväli on -65..-80 dBm. Muista kerroksista tuleva signaali kuitenkin parantaa WLAN-verkon kuuluvuutta opettajien huoneessa, ja tämä vuoto huomioiden vaihteluväli tilassa on -35...-50 dBm. Ottaessa huomioon vuodon muista kerroksista, koko neljännen kerroksen signaalin vaihteluväli on -35...-60 dBm. Tällä vaihteluvälillä siirtonopeus kerroksessa voi olla 300 Mbps.

Tukiasemien kanavat on valittu niin, ettei samalla kanavalla toimivissa signaaleissa havaittu päällekkäisyyksiä. Viereisissä kerroksissa on joissain tapauksissa käytetty samaa kanavaa, mikä voisi kerroksien välillä tapahtuvan signaalin vuodon takia aiheuttaa päällekkäisyyksiä. Kattavuuskartoista pystyi valitsemaan yksittäisen tukiaseman signaalin tarkasteltavaksi, ja verrata eri tukiasemien kattamia alueita. Tällä tavoin pystyttiin varmistamaan miten kauas

signaali vuosi toisiin kerroksiin. Samoja kanavia käyttäviä tukiasemia ei ollut montaa koko rakennuksessa ja ne oli sijoitettu riittävän kauas toisistaan, jolloin niiden kattamassa alueessa ei ollut päällekkäisyyksiä.

#### 4 Kehitysehdotukset

Kehitysehdotuksina esitetään nykyisten tukiasemien uudelleensijoittamista sekä uusien tukiasemien hankkimista paikkoihin, joihin nykyisillä tukiasemilla ei saada WLAN-verkon signaalia riittämään. Käytettyjen kanavien osalta kehitysehdotuksille ei ole tarvetta, sillä samoilla kanavilla toimivien tukiasemien signaaleissa ei havaittu päällekkäisyyksiä. Mahdollisten uusien tukiasemien käyttöönotossa tulee kuitenkin ottaa huomioon samassa kerroksessa sekä viereisissä kerroksissa sijaitsevien tukiasemien käyttämät kanavat, jotta päällekkäisyyksiltä vältytään jatkossakin.

Neljännessä kerroksessa oleva tukiasema on sijoitettu lähes keskellä kerrosta olevaan luokkaan, mutta sen signaali on melko heikko eteläpäädyn tiloissa. Langattoman verkon signaali on kuitenkin riittävä, kun otetaan huomioon signaalivuoto alemmasta kerroksesta. Tukiaseman siirtäminen tai uuden lisääminen ei siksi ole oleellista neljännessä kerroksessa. Kolmannessa kerroksessa olevat kaksi tukiasemaa kattavat hyvin koko kerroksen, eikä niitä tarvitse siirtää. Näin ollen muutosta neljänteen kerrokseen vuotavaan signaaliin ei myöskään aiheudu.

Toisessa kerroksessa langattoman verkon signaali on riittävän voimakas, kun otetaan huomioon signaalivuoto ensimmäisestä ja kolmannesta kerroksesta. Muutoksia myöskään toisen kerroksen tukiaseman sijaintiin ei siis ole tarpeen tehdä. Ensimmäisen kerroksen juhlasalissa olevan tukiaseman tarvitsee kattaa vain kyseinen sali, ja siellä verkon signaali on hyvä. Juhlasalin tukiasemaa ei tarvitse siirtää, jolloin muutosta toiseen kerrokseen vuotavaan signaaliin ei myöskään tule.

Ensimmäisen kerroksen pohjoispäädyssä on kaksi tukiasemaa, joista toinen on sijoitettu käytävän päähän ja toinen tilaan melko lähelle ensimmäistä tukiasemaa. Tukiasemista kauimpana olevissa tiloissa langattoman verkon signaali on melko huono. Yksi tukiasemista voitaisiin siirtää pois huoneesta ja sijoittaa myös käytävälle, vastakkaiseen päähän toisesta tukiasemasta. Näin ollen molemmat tukiasemat olisivat käytävällä ja signaali kattaisi paremmin kaikki käytävän varrella olevat tilat. Siirrettävän tukiaseman signaali ei tällä hetkellä vuoda muihin kerroksiin, joten sen siirtämisellä ei ole vaikutusta WLAN-verkon kuuluvuuteen muissa kuin edellä mainituissa tiloissa.

Kellarissa sijaitsevan tukiaseman siirtäminen ei riitä parantamaan langattoman verkon kuuluvuutta kerroksessa. Paksu seinä erottaa tiloja toisistaan eikä yhden tukiaseman signaali siksi



ole riittävän voimakas kattamaan koko kerrosta. Luokka- ja toimistotiloihin, jotka kellarin tukiaseman signaali tällä hetkellä kattaa, ei vuoda signaalia muista kerroksista. Tätä tukiasemaa ei siksi kannata siirtää. Tiloihin, joita kyseisen tukiaseman signaali ei kata, vuotaa hyvin heikko signaali muista kerroksista. Koska signaalin voimakkuus ei ole riittävä, kannattaisi kellarin hankkia uusi tukiasema. Suurin osa tilasta, joka uuden tukiaseman tulisi kattaa, on ruokasalia. Tukiasema kannattaisi sijoittaa ruokasalin reunalle, josta se kattaisi hyvin tämän avoimen salin, ja signaalin voimakkuus riittäisi myös vieressä olevaan kirjastoon.

Kehitysehdotukset siirrettävistä ja uusista tukiasemista on merkattu pohjapiirroksiin niiden kerroksien osalta, kuin muutoksia on esitetty tehtäväksi (Liite 2).

## 5 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa Helsingin Juutalaisen Yhteiskoulun langattoman lähiverkon kattavuusalue ja signaalin voimakkuus koulun tiloissa, sekä esittää kartoituksen pohjalta kehitysehdotuksia verkon kuuluvuuden parantamiseksi. Työn tuloksena olivat kattavuuskartat rakennuksen viidestä kerroksesta. Näitä karttoja analysoimalla selvitettiin alueet, joissa verkon signaali oli heikko. Esitetyt kehitysehdotukset pohjautuivat näihin analyysiin, ja ne sisälsivät nykyisen tukiaseman uudelleensijoittamisen sekä uuden tukiaseman hankkimisen. Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet saavutettiin, ja kehitysehdotuksia seuraamalla verkon kattavuutta voidaan parantaa.

Tämä opinnäytetyö käsitteli vain langattoman verkon kattavuuden parantamista, eikä siinä otettu huomioon esimerkiksi yksittäisiin tukiasemiin kohdistuvia käyttäjämääriä. Jatkossa verkon palvelutasoa voisikin kehittää selvittämällä kuinka paljon käyttäjiä eri tukiasemilla keskimäärin on, ja miten se vaikuttaa verkon käytettävyyteen. Selvittämällä kuinka paljon milläkin rakennuksen alueilla langattomia laitteita käytetään, pystyttäisiin tukiasemien määrää ja sijaintia kehittämään myös käyttäjämäärien mukaan.

Opinnäytetyö olisi voinut käsitellä laajemmin langattoman verkon palvelutason parantamista, kun tällä hetkellä aihe rajautui vain kattavuuden kehittämiseen. Suppeampaan aiheajaukseen vaikutti muun muassa aika, sillä loppujen lopuksi opinnäytetyö tehtiin melko lyhyellä aikavälillä. Toimeksiantaja sai kuitenkin työstä sen hyödyn mitä siltä haettiin. Lisäksi opinnäytetyön tekijä saavutti omat henkilökohtaiset tavoitteensa oppia uutta langattomista lähiverkoista.

## Lähteet

Alexander, B. 2005. 802.11 Wireless Network Site Surveying and Installation. Indianapolis, USA: Cisco Press.

Alexander, T. 2007. Optimizing and Testing WLANs. Elsevier.

Cisco Systems, Inc a. Enterprise Mobility 4.1 Design Guide. Viitattu 22.5.2016.

[http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Mobility/emob41dg/emob41dg-wrapper/ch3\\_WLAN.html](http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Mobility/emob41dg/emob41dg-wrapper/ch3_WLAN.html)

Cisco Systems, Inc 2014 b. Cisco Small Business 500 Series Wireless Access Points Data Sheet.

[http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/small-business-500-series-wireless-access-points/data\\_sheet\\_c78-727995.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/small-business-500-series-wireless-access-points/data_sheet_c78-727995.html)

Geier, J. 2005. Langattomat verkot perusteet. Suomentaja Holttinen, J. Helsinki: Edita Prima.

Helsingin Juutalainen Yhteiskoulu. Historia. Viitattu 17.4.2016. <http://hjdk.fi/fi/historia>

National Instruments. Introduction to Wireless LAN Measurements From 802.11a to 802.11ac.

Viitattu 25.5.2016. [http://download.ni.com/evaluation/rf/Introduction\\_to\\_WLAN\\_Testing.pdf](http://download.ni.com/evaluation/rf/Introduction_to_WLAN_Testing.pdf)

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

Sarkar, N. 2014. Improving the Performance of Wireless LANs.

## Kuviot

Kuvio 1: Ekahau Site Survey -ohjelmiston näkymä kattavuuskartoitusta tehdessä.....	11
Kuvio 2: Mittakaavan asetus pohjapiirrokseen.....	11
Kuvio 3: Asetuspalkki.....	12
Kuvio 4: Kattavuuskartan lisävalinnat.....	13
Kuvio 5: Kuljettu reitti pohjapiirroksessa .....	14
Kuvio 6: Kellari .....	22
Kuvio 7: 1.krs .....	23
Kuvio 8: 2. krs .....	24
Kuvio 9: 3. krs .....	25
Kuvio 10: 4. krs.....	26
Kuvio 11: Käytettyjen symbolien selitykset .....	27
Kuvio 12: Kellarin tukiasemat .....	27
Kuvio 13: 1. krs tukiasemat .....	28

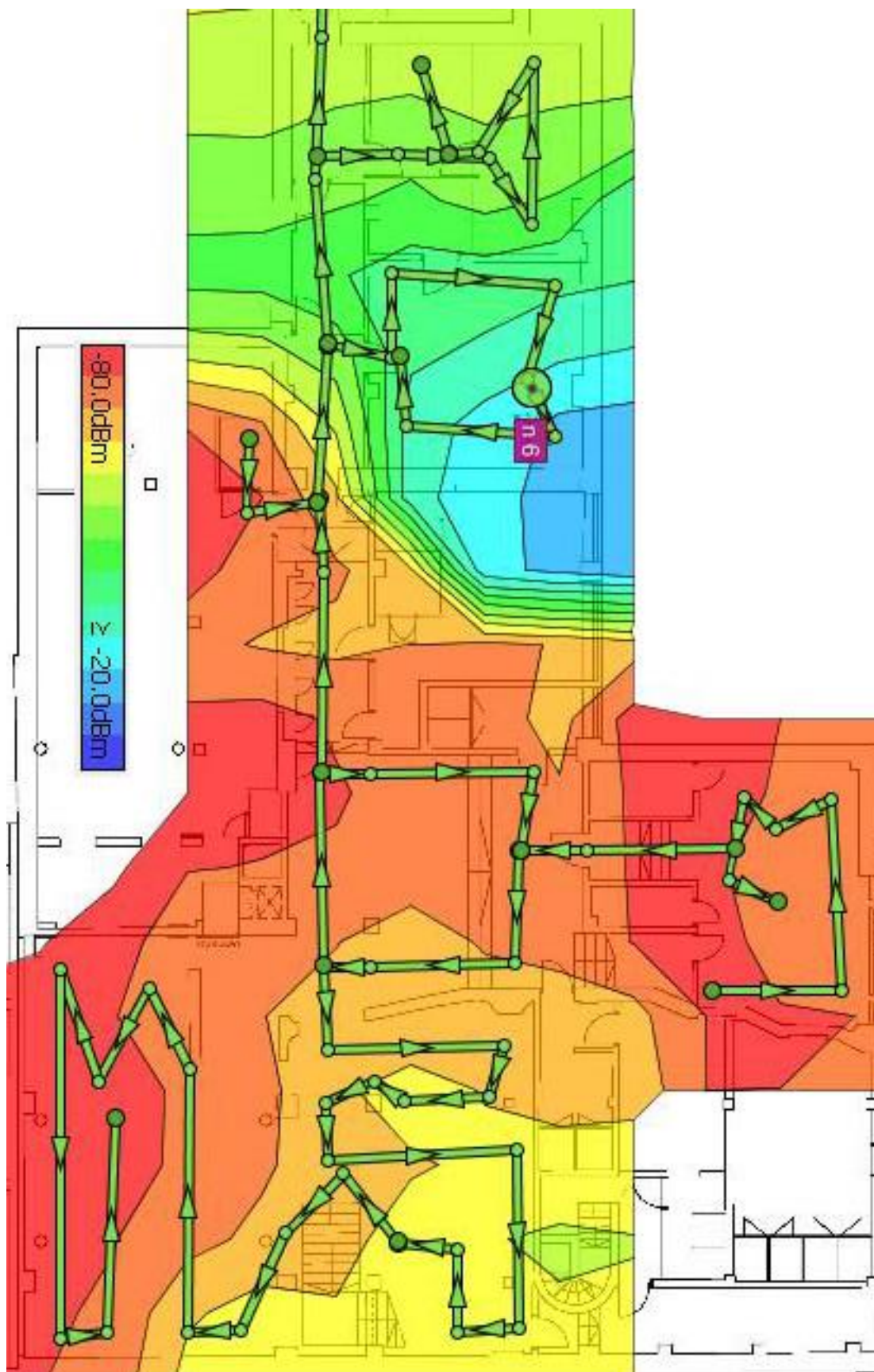
## Taulukot

Taulukko 1: Vastaanottoherkkyyttä vastaavat siirtonopeudet Cisco 500 Small Business 500 Series Wireless -tukiasemalla (Cisco Systems, Inc 2014 b; National Instruments, 19.).....9

## Liitteet

Liite 1: Kattavuuskartat .....	22
Liite 2: Kehitysehdotukset siirrettävistä ja uusista tukiasemista .....	27

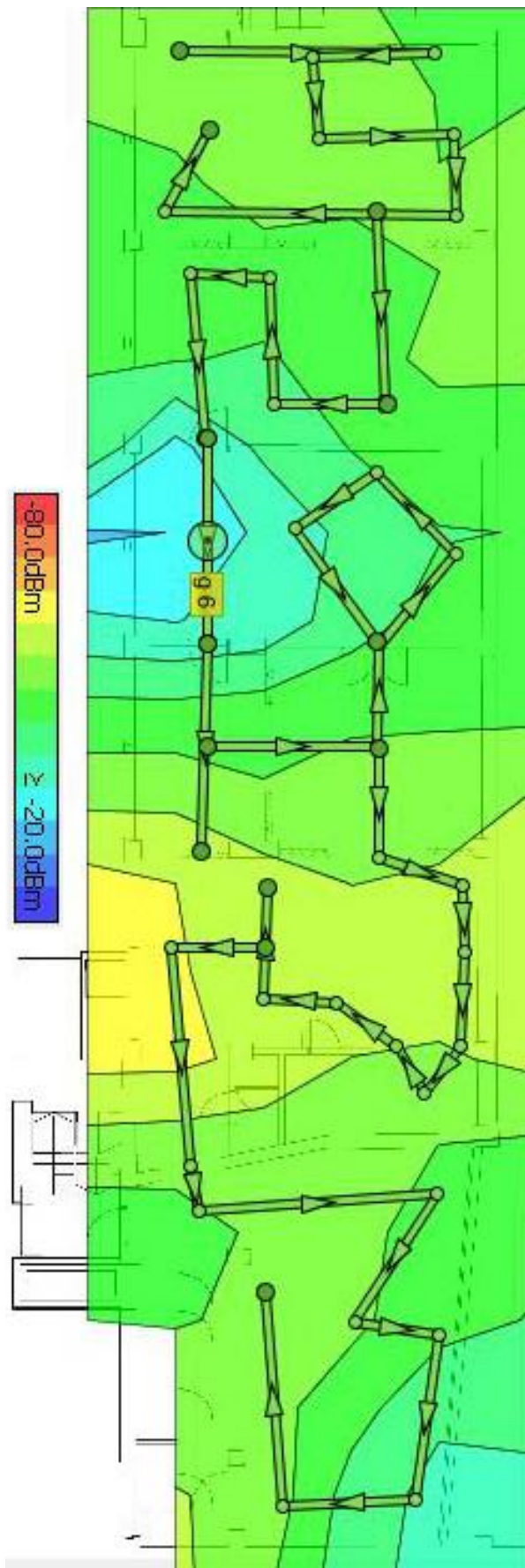
Liite 1: Kattavuuskartat



Kuvio 6: Kellari

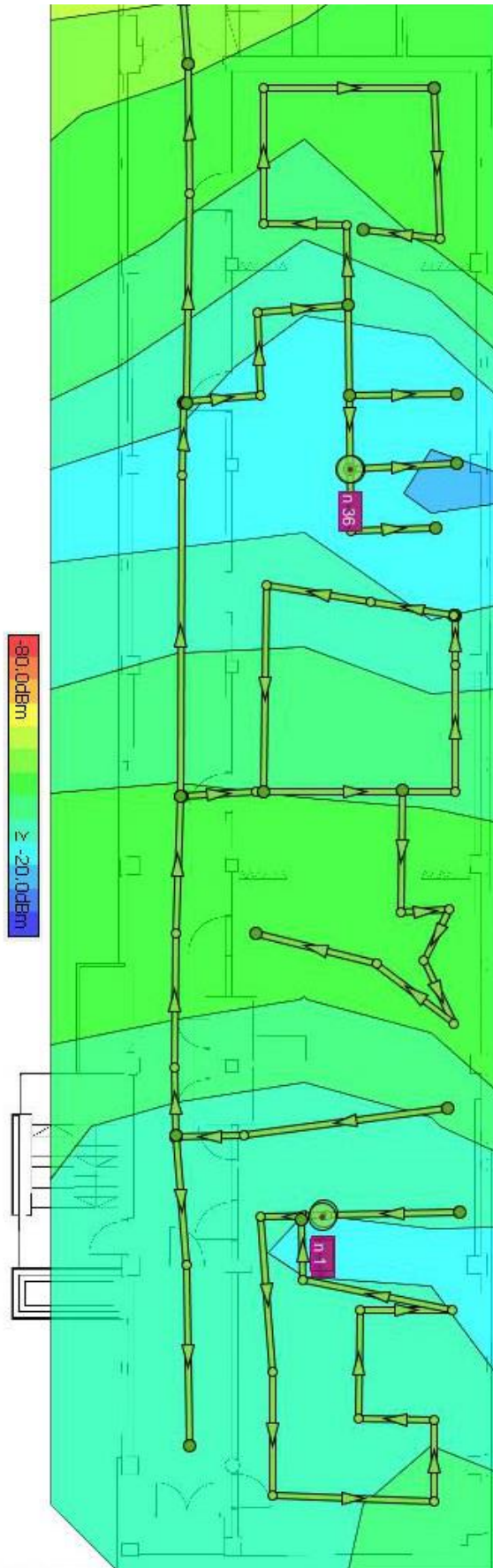


Kuvio 7: 1.krs



Kuvio 8: 2. krs





Kuvio 9: 3. krs

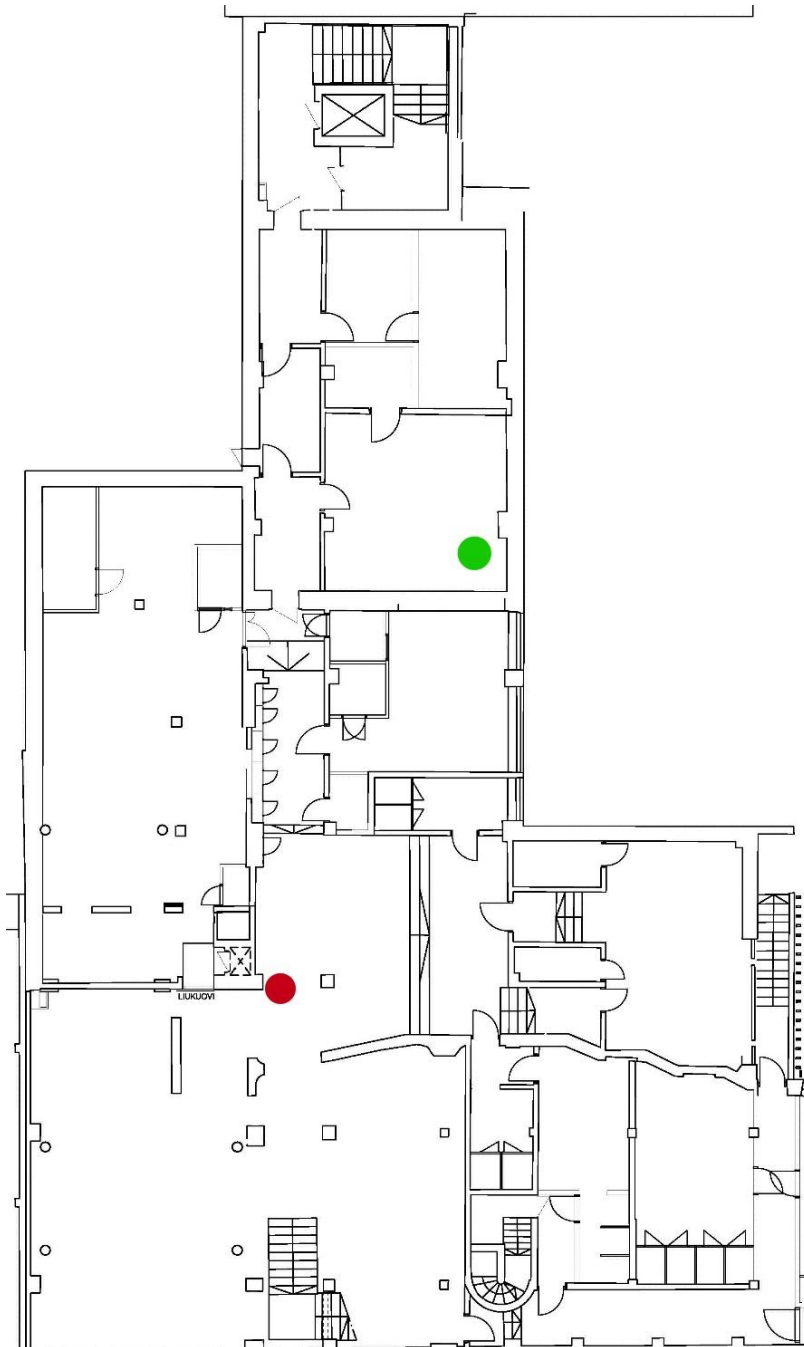


Kuvio 10: 4. krs

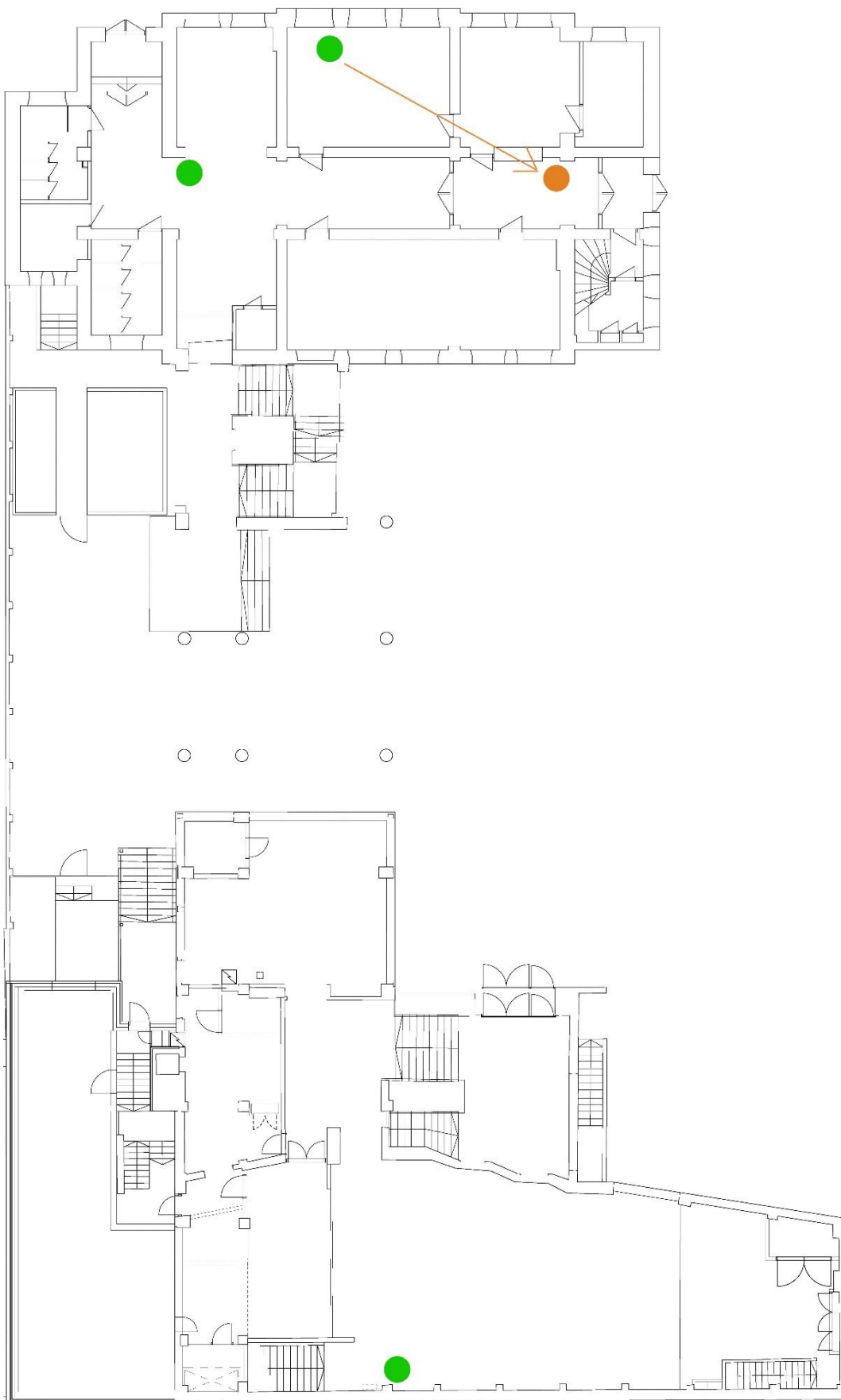
Liite 2: Kehitysehdotukset siirrettävistä ja uusista tukiasemista

-  = Nykyinen tukiasema
-  = Siirretty tukiasema
-  = Uusi tukiasema

Kuvio 11: Käytettyjen symbolien selitykset



Kuvio 12: Kellarin tukiasemat



Kuvio 13: 1. krs tukiasemat