

Antti Haapaniemi

LANGATTOMAN LÄHIVERKON SUUNNITTELU JA MITTAUS

Tietotekniikan koulutusohjelma

2017

## LANGATTOMAN LÄHIVERKON SUUNNITTELU JA MITTAUS

Haapaniemi, Antti Juhani  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Huhtikuu 2017  
Ohjaaja: Ylikoski, Mauri  
Sivumäärä: 25

Asiasanat: suunnittelu, langattomat lähiverkot, WLAN, mittaus, Ekahau

---

Opinnäytetyössäni suunniteltiin ja toteutettiin langaton lähiverkko Satakunnan ammattikorkeakoululle Raumalle. Koulu oli siirtymässä verkkopohjaiseen BYOD-opetukseen ja kiinteistä työasemista ja tietokonealuokista pyrittiin luopumaan. Vanhan verkon kapasiteetti ei olisi enää riittänyt, joten oli päätetty rakentaa kokonaan uusi verkko.

Uusi verkko toteutettiin Aruban tukiasemilla ja verkon tuli kattaa koko rakennus mahdollisimman hyvin. Työ toteutettiin loppukesästä ja tukiasemat jouduttiin asentamaan ensimmäisenä pian alkavan lukukauden takia. Tämän jälkeen tehtiin suunnitelmat ja mittaukset.

Työssä suunnittelu, dokumentointi ja mittaukset tehtiin Ekahau Site Survey -ohjelmalla. Siinä hyödynnettiin ohjelman ominaisuuksia automaattisessa suunnittelussa, sekä tehtiin manuaalinen suunnitelma jo asennettujen tukiasemien pohjalta.

Lopuksi työssä verrattiin suunnitelmia saatuihin mittaustuloksiin. Tulokset olivat positiiviset, sillä ohjelma antoi hyvin saman kaltaiset tulokset mittausten ja manuaalisen suunnittelun välillä. Lisäksi mittauksista selvisi, että kattava verkko saatiin tehtyä myös ilman alkuperäistä suunnittelua.

# PLANNING AND MEASURING A WIRELESS LOCAL AREA NETWORK

Haapaniemi, Antti Juhani  
Satakunta University of Applied Sciences  
Degree Programme in Information and Communication Technology  
April 2017  
Supervisor: Ylikoski, Mauri  
Number of pages: 25

Keywords: planning, wireless local area networks, WLAN, measuring, Ekahau

---

The purpose of this thesis was to design and build a wireless local area network for Satakunta University of Applied Sciences located in Rauma. The school was moving to web-based BYOD-teaching and they had decided to give up on fixed workstations and computer classes. The capacity of the old network wasn't high enough so they had decided to build a whole new wireless network.

The new network was implemented with Aruba access points. The new network had to cover the entire building as well as possible. The work was implemented in late summer so access points had to be installed first because new semester was about to begin.

Designing, documentation and measuring of the work were made with Ekahau Site Survey software. Software's abilities were exploited in automatic designing. Manual designing was also made based on access point which were already installed.

There were also comparisons between designs and measurements. The results were positive because the software gave very similar results between measurements and manual designing. One of the results was also that we managed to build a comprehensive network without original designing.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	LANGATON LÄHIVERKKO.....	7
2.1	Langattoman verkon suunnittelu.....	7
2.2	IEEE 802.11 -standardit.....	7
2.3	Tietoturva.....	8
3	LAITTEISTO JA OHJELMISTOT.....	10
3.1	Tukiasemat.....	10
3.2	Ekahau Site Survey.....	10
3.2.1	Lähiverkon suunnittelu.....	11
3.2.2	Lähiverkon mittaaminen.....	11
3.3	Mittalaitteet.....	12
3.4	Hallintaohjelma.....	12
4	LÄHIVERKON TOTEUTUS.....	13
4.1	Tukiasemien sijoittelu.....	13
4.2	Suunnittelu.....	13
4.2.1	Manuaalinen suunnittelu.....	14
4.2.2	Automaattinen suunnittelu.....	15
4.3	Lähiverkon mittaaminen.....	17
4.3.1	Mittaustulokset.....	17
4.4	Mittaustulosten vertailu.....	22
5	PARANNUSEHDOTUKSET.....	23
6	YHTEENVETO.....	24
	LÄHTEET.....	25

## LYHENTEET

AES	Advanced Encryption Protocol
BYOD	Bring Your Own Device
CAD	Computer-Aided Design
CCMP	Counter Mode with CBC-MAC Protocol
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISM	Industrial, Scientific and Medical
MAC	Media Access Control
PDF	Portable Document Format
PoE	Power over Ethernet
PSK	Pre-Shared Key
SAMK	Satakunnan Ammattikorkeakoulu
SSID	Service Set Identifier
TKIP	Temporal Key Integrity Protocol
USB	Universal Serial Bus
VPN	Virtual Private Network
WEP	Wired Equivalent Privacy
WLAN	Wireless Local Area Network
WPA	Wi-Fi Protected Access

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni tehtävänä oli Ekahau-ohjelmistoa hyödyntäen suunnitella ja mitata Satakunnan Ammattikorkeakoululle (SAMK) tulevaa langatonta lähiverkkoa (WLAN). Työ toteutettiin Raumalla sijaitsevalla Kanalikampuksella, jonne oli tarkoitus suunnitella koko SAMK:n tilojen kattava WLAN-verkko opiskelijoille, henkilökunnalle, sekä mahdollisille vierailijoille. Kampuksella oli ennestään Ciscon tukiasemilla toteutettu WLAN-verkko, jonka kapasiteetti ei riittänyt tarjoamaan uusien vaatimusten mukaisia palveluita opiskelijoiden ja henkilökunnan käyttöön. SAMK on siirtymässä BYOD-opetukseen, joten tukiasemia oli liian vähän opetuskäyttöön, eikä niiden sijoittelu ollut myöskään optimaalinen. Vanha WLAN-verkko purettiin pois ja uusi verkko toteutettiin uusilla Aruban tukiasemilla.

Työssä verkon suunnittelemiseen ja mittaamiseen käytettiin maksullista Ekahau Site Survey -ohjelmaa. Mittaamisessa käytettiin lisäksi kahta kappaletta Ekahaun mukana tulleita NIC-300-USB-mittalaitteita. Ohjelmistoon tutustuminen tapahtui melko itsenäisesti, sillä kukaan SAMK:n henkilökunnasta ei ollut ehtinyt sitä vielä käyttää. Itse työn toteutus tapahtui sinänsä nurinkurisesti, sillä yleensä ensimmäisenä tehdään suunnitelma, sitten asennus ja lopuksi mittaustehtävät. Tässä työssä kuitenkin tukiasemien asennus tehtiin ensimmäisenä lukukauden alkamisen takia. Seuraavaksi tehtiin mittaukset ja lopuksi vasta suunnitteleminen. Suunnitelmaa onkin tarkoitus verrata saatuihin mittaustuloksiin, eli verrataan kuinka hyvin suunnitelma vastaa mitattuja tuloksia ja kuinka luotettavaa Ekahaun käyttäminen WLAN-verkon suunnittelemisessä on.

## 2 LANGATON LÄHIVERKKO

### 2.1 Langattoman verkon suunnittelu

Langattoman lähiverkon suunnittelussa tulee ottaa huomioon useita eri tekijöitä. Näitä ovat muun muassa vaadittu peittoalue ja radiosuunnittelu, verkolta vaadittu kapasiteetti sekä kustannukset.

Laaja peittoalue ja suuri kapasiteetti saavutetaan yleensä vain suurilla kustannuksilla, koska tukiasemien lähetystehoä täytyy pienentää, jotta niiden peittoalue pienenee ja niiden tarjoama kapasiteetti kasvaisi. Tämä taas aiheuttaa sen, että niitä täytyy asentaa tiheämpään ja lähemmäksi toisiaan, jolloin kustannukset kasvavat. Koska tukiasemia asennetaan tiheämpään, täytyy radiosuunnittelussa huomioida, ettei viereiset tukiasemat ole samalla kanavalla. Suurissa kohteissa käytetään kuitenkin lähes aina kontrolleripohjaista verkkoa, jolloin kontrolleri määrittelee tukiasemille kanavat ja päällekkäisyyksiä ei pitäisi tapahtua.

Peittoalue voidaan myös suunnitella 2,4 GHz ja 5 GHz taajuuksille. 5 GHz taajuusalueella signaali heikkenee voimakkaammin lyhyemmän aallonpituuden takia, mutta sillä voidaan kuitenkin saavuttaa melkein sama peittoalue, kuin 2,4 GHz taajuusalueella, koska 5 GHz taajuusalueelle sallitaan suurempi lähetysteho. Etuna 5 GHz käytössä on se, että saadaan käyttöön suuremmat lähetysnopeudet tukiaseman ja pääte-laitteen välillä [1.]

### 2.2 IEEE 802.11 -standardit

IEEE 802.11 on IEEE:n laatima standardi langattomille lähiverkoille, jotka toimivat ISM-taajuusalueella. Ensimmäinen versio standardista julkaistiinkin vuonna 1997 nimellä 802.11. Myöhemmin on julkaistu uusia versioita standardista, joilla on hie-man toisistaan poikkeavia ominaisuuksia ja lähetysnopeudet ovat kasvaneet aina uu-den julkaisun yhteydessä. Ensimmäisen 802.11 version nopeudet olivat melko vaatimattomat 1 - 2 Mbit/s verrattuna pikkuhiljaa yleistyvään 802.11ac-standardiin, joka tarjoaa jopa yli 1 Gbit/s nopeuden. Tähän väliin mahtuu usea eri versio standardista,

joista yleisessä käytössä ovat 802.11a, 802.11b, 802.11g ja 802.11n. Kaikissa yllämainitussa standardeissa käytössä ovat 2,4 GHz ja 5 GHz taajuusalueet versiosta riippuen. Taulukossa 1 on yhteenveto yleisimmistä 802.11-standardeista [2.]

Taulukko 1: Yhteenveto yleisimmistä 802.11-standardeista.

<b>Standardi</b>	<b>Julkaistu</b>	<b>Teoreettinen maksiminopeus</b>	<b>Taajuusalue (GHz)</b>	<b>Kaistanleveys (MHz)</b>
802.11	1997	2 Mbit/s	2,4	22
802.11b	1999	11 Mbit/s	2,4	22
802.11a	1999	54 Mbit/s	5	20
802.11g	2003	54 Mbit/s	2,4	20
802.11n	2009	600 Mbit/s	2,4, 5	20, 40
802.11ac	2013	1,3 Gbit/s	5	20, 40, 80, 160

### 2.3 Tietoturva

Langattoman lähiverkon tietoturvaan kuuluu autentikointi eli käyttäjien todentaminen ja liikenteen salaus. Lisäksi tähän kuuluu käyttäjän liikenteen hallinnointi ja tietynlaiset säännöt, jotka määrittellään yleensä autentikoinnin yhteydessä.

Tavallisimmat käytössä olevat autentikointimenetelmät ovat web-autentikointi ja 802.11-standardiin pohjautuva autentikointi. Web-autentikointi on helpompi ja ehkä suositumpi tapa toteuttaa pääsynhallinta. Tähän sisältyy kuitenkin useita tietoturvariskejä, kuten sisäänkirjautumissivun aitoutta ei voida varmistaa, sekä käyttäjätunnuksia ja salasanoja voidaan siepata. Näistä 802.11 on turvallisempi, mutta vaatii yleensä kalliimpien tukiasemien käyttöä. Kalliimmat tukiasemat mahdollistavat kuitenkin useamman SSID:n käytön samanaikaisesti. Näiden kahden lisäksi on olemassa vielä paikoittain käytetty PSK, missä käytetään autentikointiin kaikille yhteistä avainta.

Autentikoinnin lisäksi käyttäjien verkkoliikenne halutaan usein myös salata. Web-autentikointia käytettäessä liikennettä ei yleensä salata radiotiellä vaan käytetään esimerkiksi VPN-tekniikkaa. 802.11-verkoissa käytetään joko WPA tai WPA2-



salausta radiotiellä. On olemassa myös WEP-salaus, mutta sitä ei suositella käytettäväksi, koska salauksen pystyy murtamaan liian helposti. 802.11-standardissa käytetään myös kahta uutta tietoturvaprotokollaa. Nämä ovat TKIP ja CCMP. CCMP käyttää AES-algoritmia ja sitä kutsutaankin usein AES-CCMP:ksi. CCMP tarjoaa paremman suojan kuin TKIP. Salausmenetelmistä WPA-TKIP ja WPA2-AES ovat käytetyimpiä, mutta WPA2-AES on näistä turvallisempi ja suositellumpi menetelmä, mutta vanhemmat laitteet eivät välttämättä tue sitä.

Liikenteen hallintaan voi kuulua muun muassa verkkoliikenteen rajaaminen eli käyttäjältä on estetty pääsy tietyille verkkosivuille tai käyttäjälle on annettu pääsy vain tietyille verkkosivulle ja muu liikenne on estetty. Verkon ylläpitäjä voi myös määrittää WLAN-verkon niin, että käyttäjä pääsee ainoastaan ulkoverkkoon, mutta sisäverkkoon pääsy on estetty. Tämä on normaali käytäntö esimerkiksi vierailijaverkkoa luodessa [3.]

## 3 LAITTEISTO JA OHJELMISTOT

### 3.1 Tukiasemat

Työssä käytettiin Aruban AP-215 tukiasemia (kuva 1). Tukiasemat ovat kaksitaajuuksisia, eli lähettävät signaalia 2,4 GHz ja 5 GHz taajuuksilla. Tukiasemat eivät tarvitse erillistä virtalähdettä, vaan ne ottavat käyttösähkösä verkkoliitännänsä kautta (PoE) [4.] Tämä edellyttää tietysti oikeanlaisten kytkinten käyttöä, jotka tukevat PoE-toimintoa. PoE-tukiasemien käyttö helpottaa suunnittelua ja niiden sijoittelua, sillä niille ei tarvitse suunnitella pistorasioita, pelkkä verkkoliitäntä riittää.



Kuva 1. Aruban AP-215 tukiasema

### 3.2 Ekahau Site Survey

Ekahau Site Survey on maksullinen ohjelma WLAN-verkkojen suunnitteluun, analysoimiseen ja vianhakuun [5]. Ohjelmasta on saatavilla myös kuukauden mittainen kokeiluversio, jolla pystyy tutustumaan verkon suunnitteluun, mutta siitä on riittävä mittausmahdollisuus pois. Mittalaitteet on saatavilla ainoastaan maksullisen lisenssin tilaajille.

### 3.2.1 Lähiverkon suunnittelu

Ohjelmalla pystyy suunnittelemaan langattoman lähiverkon helposti vaikkapa CAD- tai PDF-pohjakuvaan. Pohjakuvaan pystyy määrittelemään halutun peittoalueen käytetyt rakennusmateriaalit, joita ohjelmasta löytyy melko kattavasti. Rakennusmateriaaleille, kuten oville, ikkunoille ja seinille pystytään määrittelemään paksuudet ja niiden aiheuttama vaimennus signaalille. Ohjelmalla on myös tiedossa laaja repertuaari eri valmistajien tukiasemia ja niiden ominaisuudet, kuten säteilykuviot.

Ohjelman voi laittaa suunnittelemaan verkon automaattisesti vaadittujen suoritus- ja kapasiteettivaatimusten mukaan. Ohjelmalle syötetään arvioidut käyttäjämäärät eri laitteilla, kuten älypuhelimilla, tableteilla tai kannettavilla tietokoneilla. Lisäksi annetaan tukiasemien käyttämät kanavat ja lähetystehot. Tällöin ohjelma osaa sijoittaa tarvittavan määrän tukiasemia pohjakuvaan parhaiksi katsomilleen paikoille, jotta peittoalue saadaan katettua mahdollisimman tasaisesti. Suunnitelman voi tehdä myös manuaalisesti itse sijoittamalla tukiasemat pohjakuvaan halutuille paikoille. Tämä on hyödyllistä niissä tilanteissa, kun on ennalta tiedossa, että käyttäjämäärät ovat tietyissä paikoissa suuremmat ja näin verkolta vaaditaan enemmän suorituskykyä näissä paikoissa. Silloin tasaisen peittoalueen saavuttaminen ei välttämättä ole järkevää. Kun suunnitelmat ovat valmiita, piirtää ohjelma peittoalueen signaalin voimakkuuden ja kantaman pohjakuvaan [5.]

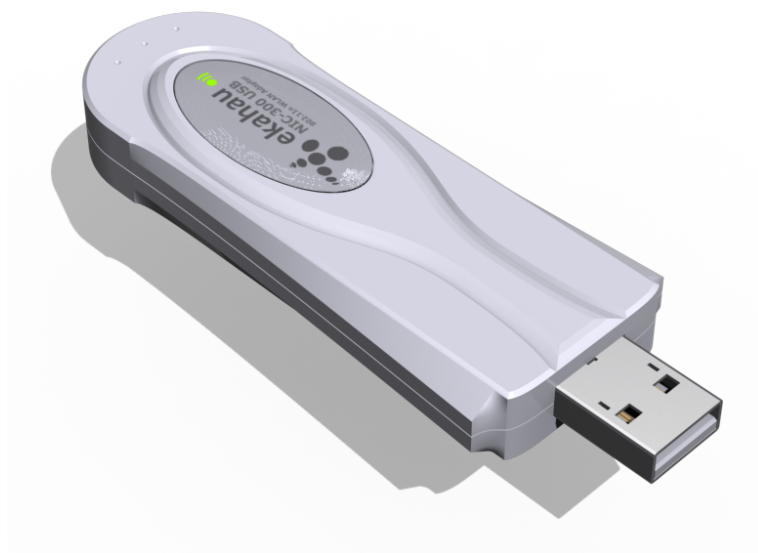
### 3.2.2 Lähiverkon mittaaminen

Mittaaminen tapahtuu myös Ekahau Site Survey-ohjelmalla, kun laitteeseen (esimerkiksi kannettava tietokone) on liitetty mittalaitteet (NIC-300-USB). Ohjelmalla avataan pohjakuva, aivan kuten suunnittelemisessa, ja pohjakuvaan voi halutessaan määritellä käytetyt rakennusmateriaalit paremman mittaustarkkuuden saavuttamiseksi. Tämän jälkeen kuljetaan pitkin poikin mitattavaa kiinteistöä tai aluetta ja merkaataan pohjakuvaan kuljetut reitit. Liikkeet voivat olla ainoastaan suoraviivaisia. Ohjelma sijoittaa mittausten perusteella löydetty tukiasemat pohjakuvaan ja peittoalueen signaalin voimakkuuden ja kantaman. Löydetyistä tukiasemista saadaan selville

muun muassa valmistaja, kanavat joilla tukiasemat toimivat ja radiopuolen MAC-osoite [5.]

### 3.3 Mittalaitteet

Mittaamiseen käytettiin Ekahau-ohjelmiston mukana tulleita NIC-300-USB -mittalaitteita (kuva 2). Mittalaitteita on kaksi kappaletta, 2,4GHz ja 5GHz taajuuksien mittaamista varten. Mittalaitteet ovat USB-liitäntäiset, niissä on sisäänrakennetut antennit ja ne tukevat IEEE 802.11n/b/g/a -standardeja [6.]



Kuva 2. NIC-300-USB -mittalaite

### 3.4 Hallintaohjelma

Tukiasemien sekä verkon hallintaan ja säätämiseen löytyy Arubalta oma hallintaohjelma. Hallintaohjelmalla pystyy luomaan käyttäjäryhmiä, SAMK:ssa henkilökunnalle, opiskelijoille ja vierailijoille on omat ryhmänsä. Henkilökunta ja opiskelijat kirjautuvat verkkoon omilla tunnuksillaan ja vierailijoille annetaan erilliset vierailijatunnukset. Hallintaohjelmalla pystyy myös säätämään tukiasemien kanavia ja tehoa, jotta ne eivät kuuluisi päällekkäin. Verkon kuormitusta, käyttäjämääriä ja käyttäjiä pystytään myös monitoroimaan hallintaohjelmalla.

## 4 LÄHIVERKON TOTEUTUS

### 4.1 Tukiasemien sijoittelu

Tukiasemat asennettiin hieman nurinkurisesti ennen suunnitelmien tekoa, koska uusi lukukausi oli alkamassa. SAMK on siirtymässä BYOD-opetukseen, joten tukiasemien sijoittelu mietittiin tämän kannalta. Tukiasemia sijoitettiin tiloihin, joissa niitä oletettavasti tarvittaisiin eniten, kuten luokkahuoneisiin, käytäville, kirjastoon sekä itseopiskelutiloihin.

Tukiasemat asennettiin alaslaskukaton alapuolelle tukiaseman mukana tulleella kiinnikkeellä. Verkkokaapelit tuotiin alaslaskukaton yläpuolella piilossa, jolloin asennus oli siisti. Asennusta helpotti vielä se, että kyseessä oli PoE-syöttöinen tukiasema, jolloin ei tarvinnut erikseen ruveta miettimään virransyöttöä tukiasemille.

Vanha langaton verkko oli toteutettu Ciscon tukiasemilla, jotka purettiin pois uuden verkon valmistuttua. Vanhat tukiasemat oli asennettu lähinnä käytäville ja aulatiloihin, jolloin ne eivät täyttäneet uusia vaatimuksia. Lisäksi tukiasemat olivat melko vanhoja, joten nopeudet ja kapasiteetti eivät olisi riittäneet palvelemaan uutta BYOD-opetusta.

### 4.2 Suunnittelu

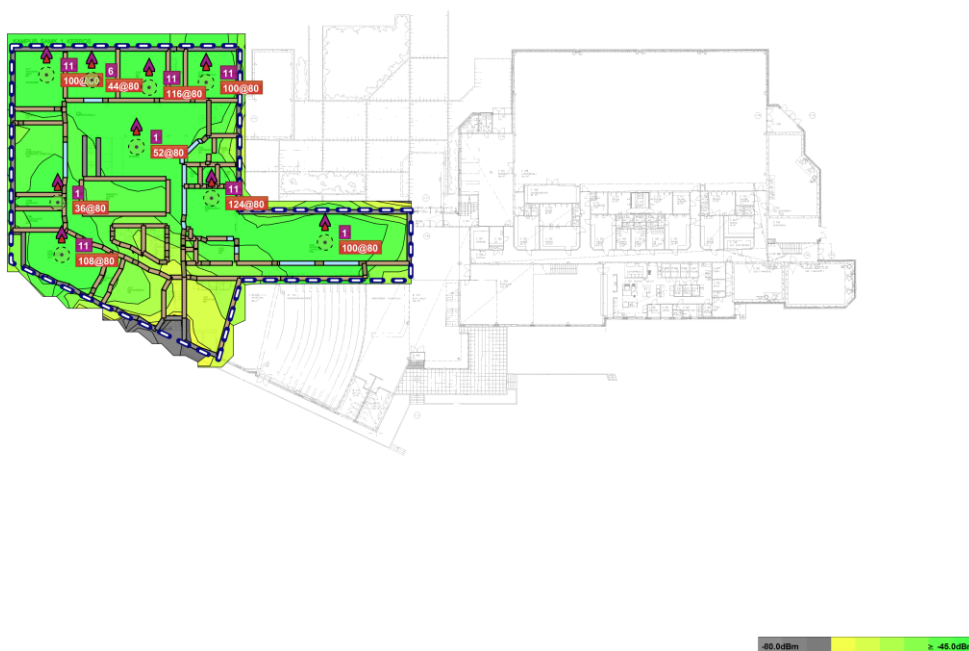
Opinnäytetyössäni tehtyyn langattoman verkon suunnitteluosuuteen päätettiin valita Kanalikampukselta vain ensimmäinen kerros, koska se oli pinta-alaltaan suurin ja siellä oli eniten tukiasemia. Tein kyseisestä kerroksesta suunnitelmat ja dokumentaation opinnäytetyötäni varten. Muutkin kerrokset on toki mitattu, mutta niistä saatuja tuloksia en opinnäytetyöhöni sisällyttänyt.

Suunnitteluosuuteen kuului suunnitelman tekeminen CAD-kuvaan automaattisella suunnittelulla ohjelman ominaisuuksia hyödyntäen, sekä manuaalisesti sijoittelemalla jo asennetut tukiasemat pohjakuvaan.

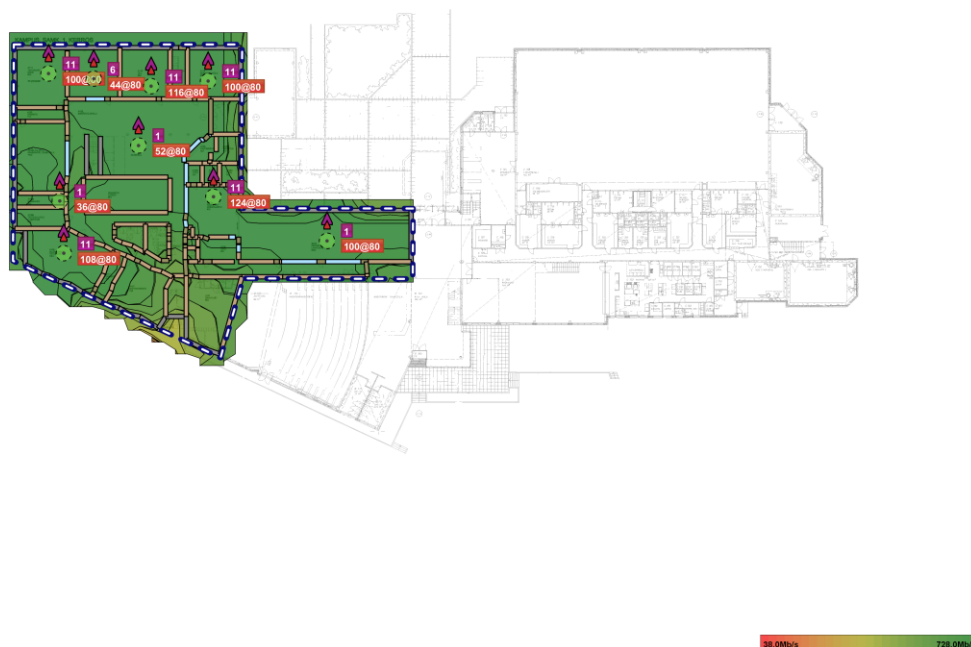
#### 4.2.1 Manuaalinen suunnittelu

Tässä kohdassa tein pohjakuvaan määrittelyt seinämateriaaleille, ikkunoille sekä oville. Ohjelman kirjastosta löytyy laaja valikoima erilaisia seinä, ikkuna ja ovimateriaaleja, joiden perusteella ohjelma laskee vaimennuksia signaaleille. Kuvissa 3 ja 4 seinät ja ovet näkyvät ruskean eri sävyillä ja ikkunat sinisellä. Suunnittelussa käytetty alue on rajattu katkoviivalla, koska pohjakuvasa näkyvä muu alue ei ole enää SAMK:n käytössä.

Koska käytössä oli CAD-kuva, sai ohjelma automaattisesti siitä mittasuhteet suunnittelua varten. Ohjelman kirjastossa on myös laaja valikoima erilaisia tukiasemia niiden säteilykuvioineen. Työssä käytetyt Aruban AP-215 -tukiasemat löytyivät myös valmiiksi ohjelman kirjastosta. Tukiasemat olimme jo ehtineet asentaa etukäteen ja ne sijoitettiin pohjakuvaan mahdollisimman tarkasti oikeille kohdille. Kuvassa 3 näkyy teoreettinen signaalivoimakkuus jo asennetuille tukiasemille ja kuvassa 4 näkyy teoreettinen verkon lähetyksenopeus jo asennetuille tukiasemille.



Kuva 3: Signaalivoimakkuus manuaalisella suunnittelulla.

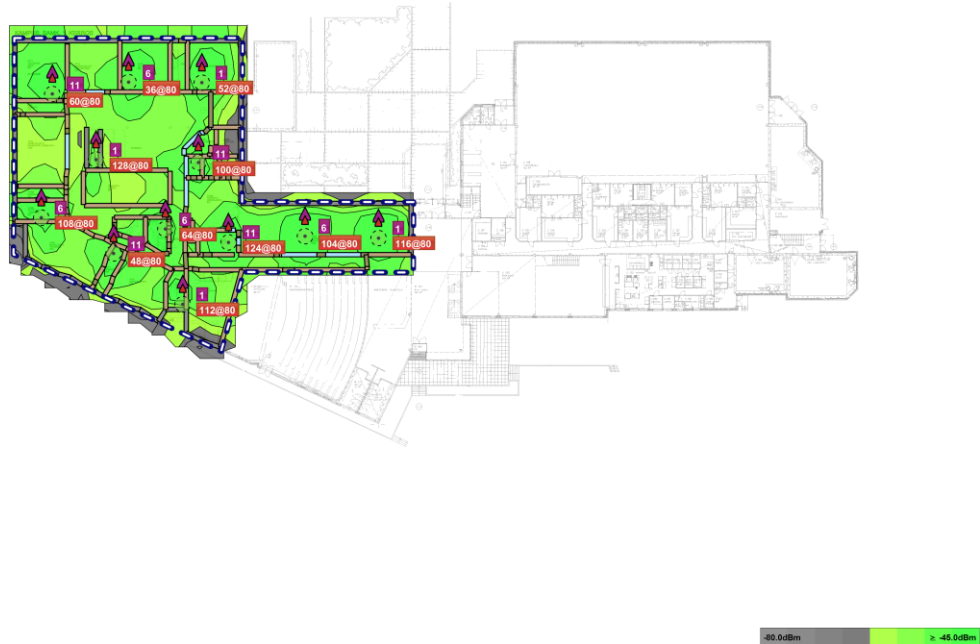


Kuva 4: Verkon lähetyksenopeus manuaalisella suunnittelulla.

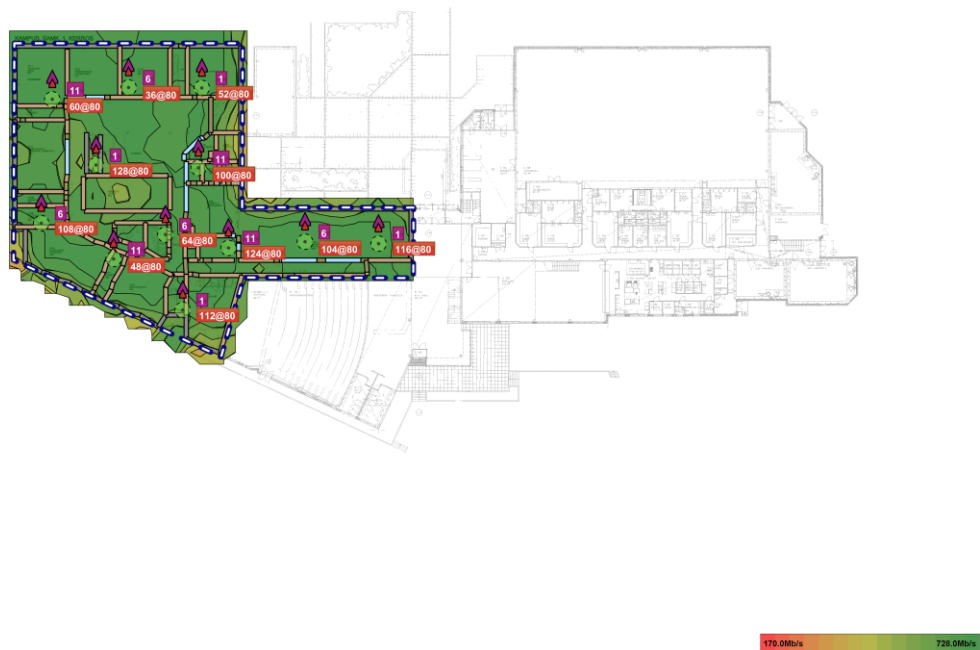
#### 4.2.2 Automaattinen suunnittelu

Tässä vaiheessa käytettiin samaa pohjakuvaa kuin manuaalisessa suunnittelussa käytettiin, johon olin valmiiksi määritellyt seinä-, ovi-, ja ikkunamateriaalit ja vaimennukset. Ohjelman annettiin automaattisesti suunnitella tukiasemien paikat verkon vaatimusten mukaisten parametrien avulla. Näihin kuului muun muassa samanaikaisten käyttäjien teoreettinen maksimimäärä, verkolta vaadittu kapasiteetti BYOD-opetusta silmällä pitäen, tukiasemien lähetystehot ja käytössä olevat kanavat.

Kuvissa 5 ja 6 näkyy ohjelman automaattisesti sijoittamien tukiasemien paikat, joista osa on mielestäni hieman erikoisesti sijoitettu huoneiden nurkkiin, kun mielestäni paremmat paikat olisivat mahdollisimman keskellä huonetta. Lisäksi kuvassa viisi näkyy verkon teoreettinen signaalivoimakkuus ja kuvassa 6 verkon teoreettinen lähetyksenopeus.



Kuva 5: Signaalinvoimakkuus automaattisella suunnittelulla.



Kuva 6: Verkon lähetysnopeus automaattisella suunnittelulla.



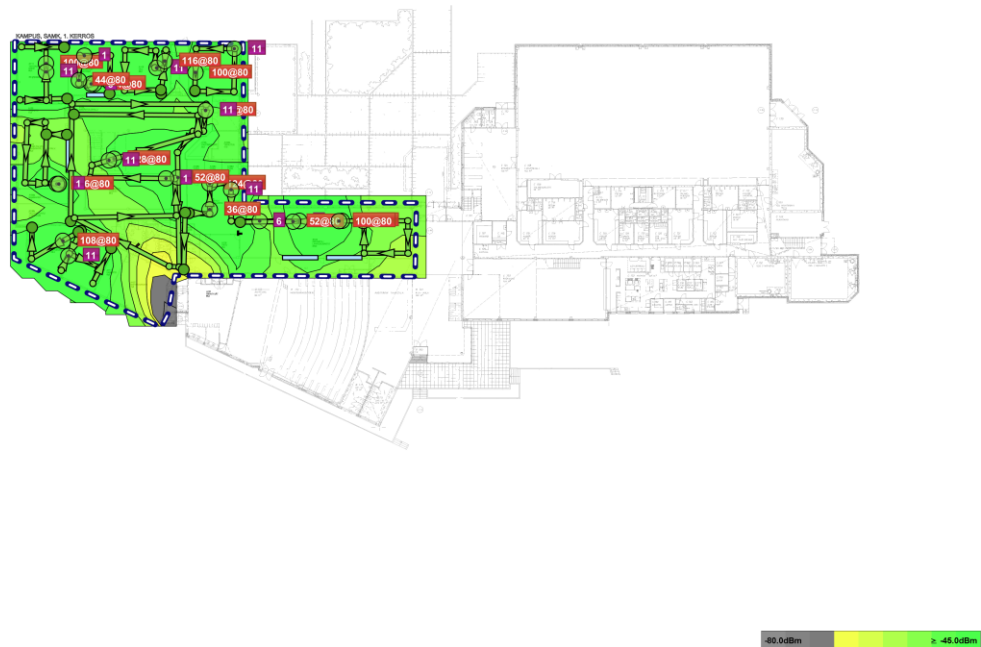
### 4.3 Lähiverkon mittaaminen

Mittaamista varten käytössä oli pyörillä kulkeva taso, jolle kannettava tietokone laskettiin mittaamisen ajaksi. Tämä mahdollisti tarkemmat mittaustulokset, koska kannettava ja mittalaitteet pysyivät tasaisella korkeudella koko mittaamisen ajan. Mittalaitteet liitettiin kannettavaan tietokoneeseen johdolla USB-haaroittimella, joka kiinnitettiin teipillä kannettavan yläreunaan. Tällä saatiin haettua mittalaitteille optimaalisin paikka ilman fyysisiä esteitä parhaan mittaustuloksen saamiseksi. Mittaustuloksia verrataan tehtyihin suunnitelmiin, jolloin pystytään hahmottamaan ohjelman luotettavuutta verkon suunnittelemisessa.

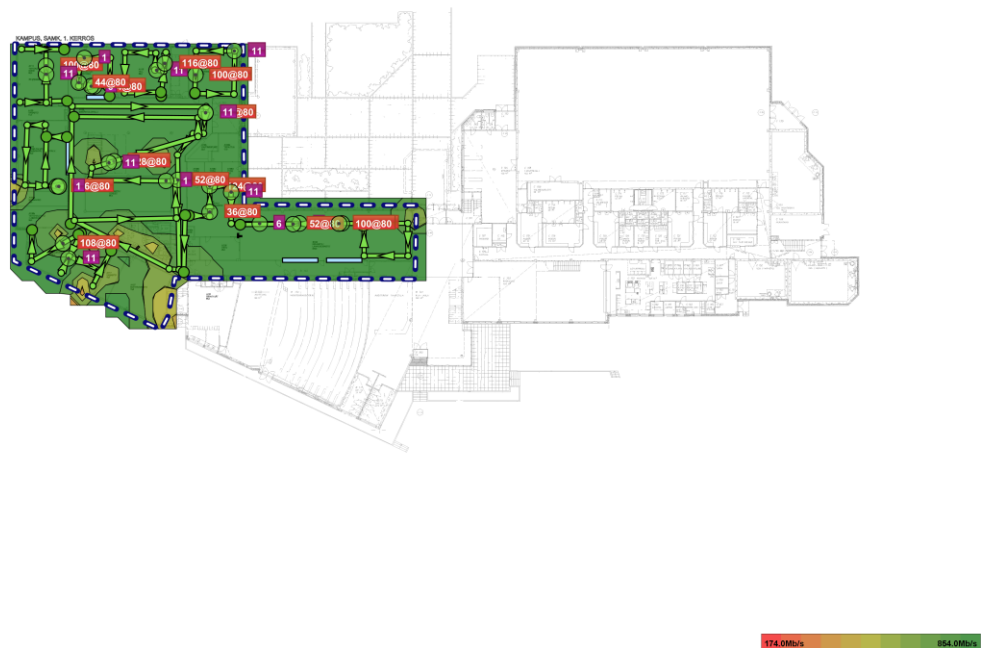
#### 4.3.1 Mittaustulokset

Lopulliset mittaustulokset näkyvät kuvissa 7 – 12. Kuviin en ollut määritellyt rakenteiden materiaaleja, mutta käytössä oli muuten sama pohjakuva. Kuvissa kuljettu matka näkyy vihreillä nuolilla. Mitatessani kuljin tilojen ympäri vain kertaalleen, koska ohjelma kulutti yllättävän paljon kannettavan akkua tai sitten akku oli muuten vaan huonossa hapessa. Mittaustarkkuus olisi varmasti ollut parempi, jos olisin kulkenut tiloissa useamman kerran ristiin rastiin.

Kuvassa 7 ja 8 näkyvät tukiasemat ohjelman kuvittelemilla paikoilla ja seassa on myös muista kerroksista kuuluvat tukiasemat. Kuvassa 7 on mitattu signaalinvaimakkuus mukaan lukien muiden kerrosten tukiasemat ja kuvassa 8 verkon lähetysnopeus mukaan lukien muiden kerrosten tukiasemat.

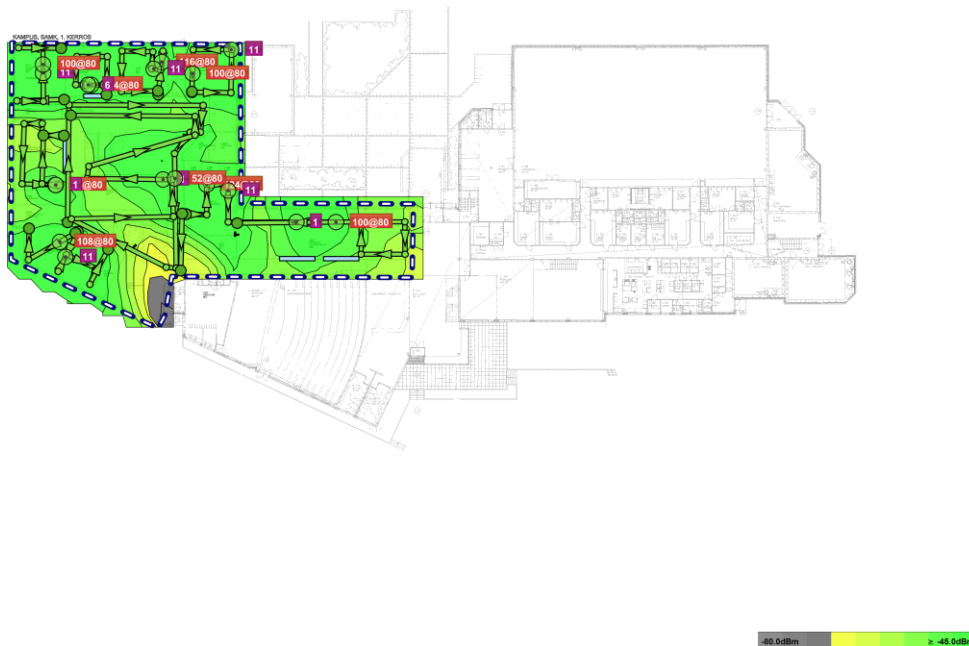


Kuva 7: Mitattu signaalivoimakkuus muiden kerrosten tukiasemat mukaan lukien.

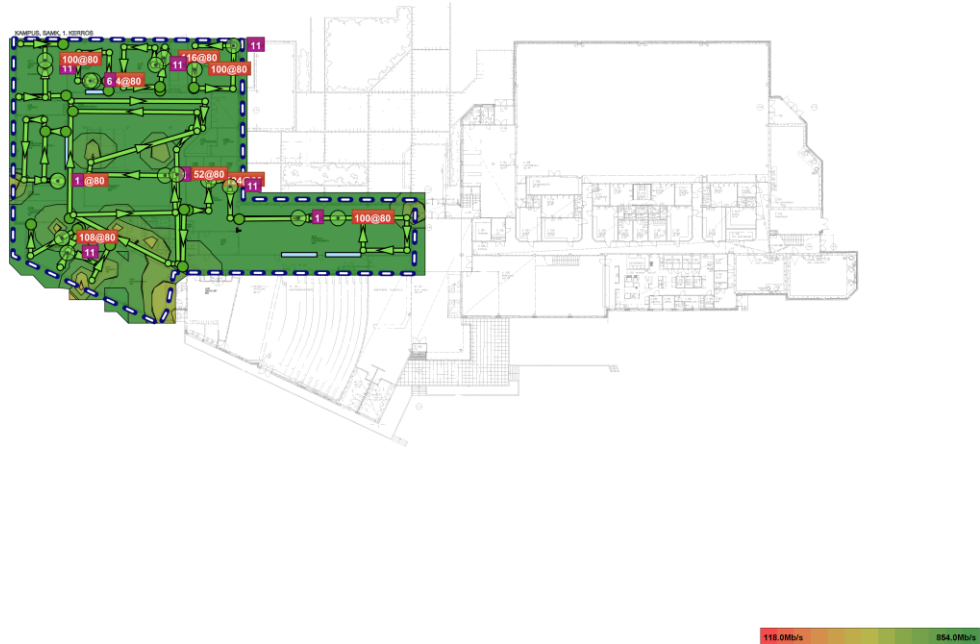


Kuva 8: Mitattu verkon lähetysnopeus muiden kerrosten tukiasemat mukaan lukien.

Seuraavaksi poistin kuvista 9 ja 10 muiden kerrosten tukiasemat, mutta annoin mitattavan kerroksen tukiasemien olla ohjelman kuvittelemilla paikoilla. Kuvassa 9 näkyy mitattu signaalinvoimakkuus muiden kerrosten tukiasemat poistettuna ja kuvassa 10 näkyy verkon lähetysnopeus muiden kerrosten tukiasemat poistettuna.

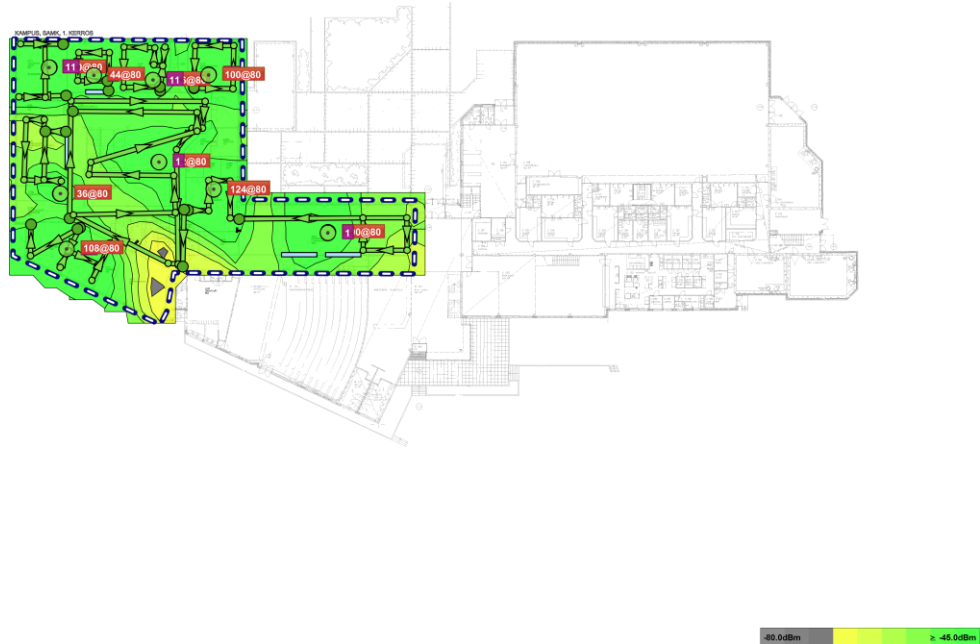


Kuva 9: Mitattu signaalinvoimakkuus muiden kerrosten tukiasemat poistettuna.

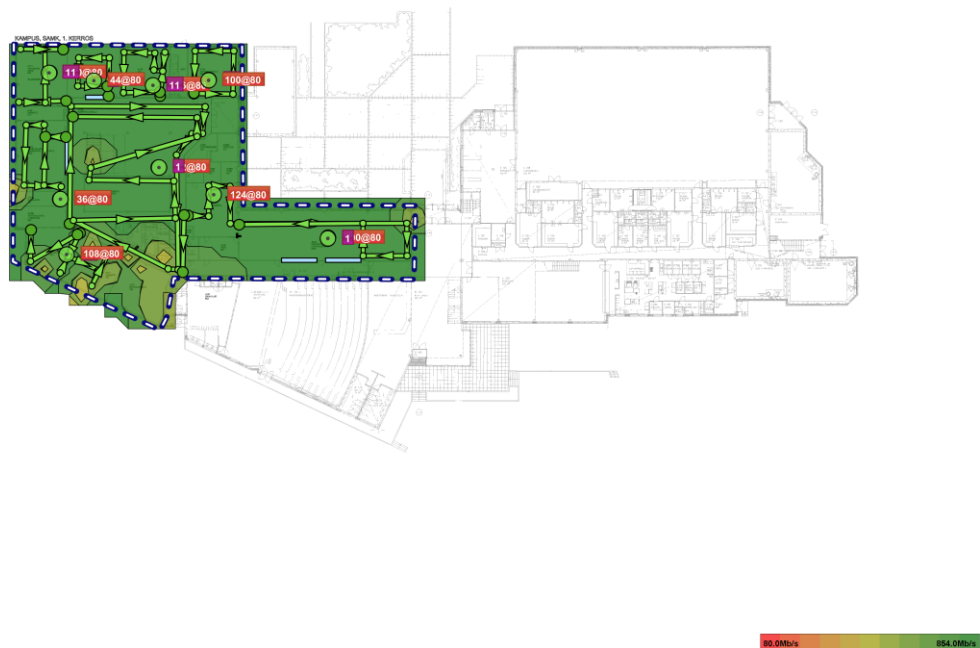


Kuva 10. Mitattu verkon lähetyksenopeus muiden kerrosten tukiasemat poistettuna.

Lopuksi siirsin kuviin 11 ja 12 tukiasemat niille kuuluville paikoille, jolloin saan verrattua, kuinka paljon se vaikuttaa ohjelman mittaustuloksiin. Kuvassa 11 näkyy signaalinvoimakkuus, kun tukiasemat on siirretty oikeille paikoille ja kuvassa 12 näkyy verkon lähetyksenopeus, kun tukiasemat on siirretty oikeille paikoille.



Kuva 11: Mitattu signaalinvoimakkuus tukiasemat oikeilla paikoilla.



Kuva 12: Mitattu verkon lähetysnopeus tukiasemat oikeilla paikoilla.

#### 4.4 Mittaustulosten vertailu

Tässä kappaleessa on tarkoitus vertailla saatuja mittaustuloksia keskenään, vertailla automaattista ja manuaalista suunnittelua ja vertailla suunnitelmia saatuihin mittaustuloksiin.

Kuvien 7 ja 8 mittaustulokset, joissa näkyvät muidenkin kerrosten tukiasemat, eivät merkittävästi eroa kuvien 9 ja 10 mittaustuloksista, joista tukiasemat olivat poistettu. Tämä tarkoittaa sitä, että lähetystehot ovat riittävän pienellä, jotta muiden kerrosten tukiasemat eivät häiritse mittaustuloksia. Lisäksi tukiasemat eivät myöskään häiritse toisiaan, koska eivät kuulu päällekkäin. Hiukan enemmän muutosta saatiin aikaiseksi, kun kuvien 9 ja 10 tukiasemat siirrettiin niiden oikeille paikoille kuviin 11 ja 12, mutta siltikin erot jäivät hyvin pieniksi. Tästä voidaan päätellä, että useammalla kävelykerralla ohjelma olisi todennäköisesti löytänyt tukiasemille tarkemmat paikat, mutta kuvat eivät olisi silti kauheasti muuttuneet.

Kun vertaillaan kuvien 3 ja 4 manuaalista suunnittelua ja kuvien 5 ja 6 automaattista suunnittelua, huomataan, että ohjelma pyrkii tuottamaan mahdollisimman tasaisen peittoalueen tietämättä kuitenkaan tilojen todellisesta käytöstä. Kuvissa 5 ja 6 muutama tukiasema oli huoneiden nurkissa, yksi oli vessassa ja yksi varastossa, joten ihan sokeasti en sijoittelisi tukiasemia ohjelman ehdottamiin paikkoihin (maalaisjärjen käyttö tässä kohtaa on sallittua). Kuvien 3 ja 4 manuaalisella suunnittelulla saatiin mielestäni myös hyvin tasainen peittoalue aikaiseksi ja tukiasemat on kuitenkin sijoitettu tiloihin, joissa niille on oikeasti käyttöä ja joissa niitä varmasti tarvitaan.

Tärkein vertailukohde on kuitenkin, miten kuvien 3 ja 4 manuaalinen suunnittelu ja lopulliset mittaukset kohtaavat. Mielestäni tässä kohdassa suunnitteluohjelma toimii hyvin ja mittaustulokset vastaavat aika hyvin suunnitelmaa. Tästä voimme päätellä, että jos tukiasemat ovat järkevästi sijoiteltu, mittaushjelma toimii erittäin luotettavasti. Ja kuten jo aikaisemmin totesin, jos olisin kävellyt useamman kerran tiloissa, vastaisivat mittaustulokset varmasti vielä enemmän tehtyä suunnitelmaa.

## 5 PARANNUSEHDOTUKSET

Lähtökohtaisesti kannattaisi lähteä liikkeelle ensin käyttämällä automaattista suunnittelua, jonka jälkeen voisi tarpeen mukaan siirtää tukiasemia mielestään fiksummille paikoille ja sitten vasta lähteä asentamaan, kun on varmistunut verkkonsa toimivuudesta.

Vaikka tässä työssä onnistuttiin melko hyvin ensin asentamalla tukiasemat ja sitten vasta miettimällä, miten homma olisi kannattanut tehdä, päästiin yllättävän hyvään lopputulokseen. En kuitenkaan voi suositella kyseistä menetelmää, sillä suuremmissa kohteissa homma ei välttämättä enää onnistukaan halutulla tavalla.

Lisäksi mittaustarkkuutta olisi saatu paremmaksi, jos olisin jaksanut kiertää enemmän tiloja ympäri, mutta ne oli jo ehditty kalustaa, joka taas hankaloitti kärryn kanssa kulkemista.

## 6 YHTEENVETO

Ohjelmistoon tutustuminen tapahtui melko itsenäisesti, koska SAMK:n henkilökunnasta ei löytynyt henkilöä, joka olisi käyttänyt ohjelmaa aikaisemmin. Tarvittavat dokumentit käyttöön löytyivät valmistajan verkkosivuilta. Ohjelmaa oli mielestäni helppo käyttää ja voin ehdottomasti suositella sitä. Ainut rajoitus on lisenssillisen version melko suolainen hinta, joten yksittäisen kohteen suunnitteluun kannattaa käyttää ohjelman yhden kuukauden kokeiluversiota. Mittaamaan sillä ei kuitenkaan pysty, koska mittalaitteet tulevat vasta lisenssin mukana.

Kokemuksena uskon opinnäytetyöni olleen melko hyödyllinen. Työn aikana opin melko paljon langattomien lähiverkkojen suunnittelusta ja mittaamisesta, sekä niiden asentamisesta ja rakenteesta. Uskon, että saamistani tiedoista on hyötyä myös tulevaisuudessa.



## LÄHTEET

- [1] MobileFunet. 2017. <https://wiki.eduuni.fi/display/funet/BCP+WLAN-verkon+suunnittelu+ja+rakentaminen>
- [2] Adrio Communications Ltd. 2017. <http://www.radio-electronics.com/info/wireless/wi-fi/ieee-802-11-standards-tutorial.php>
- [3] MobileFunet. 2017. <https://wiki.eduuni.fi/display/funet/BCP+WLAN-verkon+tietoturva>
- [4] Aruba Networks, an HP company. 2015. <http://www.arubanetworks.com/products/networking/access-points/210-series/>
- [5] Ekahau, Inc. 2015. <http://www.ekahau.com/wifidesign/ekahau-site-survey#!features-1>
- [6] Ekahau, Inc. 2015. [http://www.ekahau.com/userData/ekahau/wifi-design/documents/datasheets/Ekahau\\_NIC-300-USB\\_DS.pdf](http://www.ekahau.com/userData/ekahau/wifi-design/documents/datasheets/Ekahau_NIC-300-USB_DS.pdf)