



**LAUREA**  
AMMATTIKORKEAKOULU  
*Yhdessä enemmän*

# Langattoman verkon rakentaminen sairaaloihin

Krankkala, Ville

2017 Laurea



Laurea-ammattikorkeakoulu

## Langattoman verkon rakentaminen sairaaloihin

Krankkala Ville  
Tietojenkäsittely  
Opinnäytetyö  
Tammikuu, 2017

Krankkala Ville

### Langattoman verkon rakentaminen sairaaloihin

Vuosi 2017 Sivumäärä 34

---

Hus-tietohallinto vastaa Uudenmaan sairaanhoitopiirin tietotekniikasta ja niiden toimivuudesta. Tärkeimpänä tehtävänä on pitää huoli sairaaloiden verkoista sekä kaikesta niihin liittyvistä asioista, kuten tietokoneista ja IT-tuesta. Yksi oleellisimmista asioista näin kriittisissä toimintaympäristöissä on toimiva verkko, jossa sijaitsee kaikki yrityksen sisäiset laitteet sekä tärkeät potilastietojärjestelmät. Ilman toimivia verkkoja ei niihin kytketyillä sairaalalaitteilla, sekä tietokoneilla ole mitään käyttöä. Suomen erittäin hyvä sairaanhoito taso on kriittisesti riippuvainen verkoista, jotka toimivat perustana koko sairaaloiden toimivuudelle.

Tämän opinnäytetyön aiheena on langattomien verkkojen rakentaminen sairaaloihin. Kaikki siihen tarkoitettu tieto kerättiin työskentelemällä langattomien verkkojen rakennusprojekteissa tietoliikennesuunitelijana.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda dokumentaatio, jossa käydään läpi langattoman verkon rakentamisen kaikki vaiheet alusta loppuun. Tätä työtä hyödynnetään määriteltäessä yrityksen sisällä tietoliikennesuunitelijan työnkuvausta. Langattomien verkkojen rakennusprojektit suoritettiin HUS-tietohallinnosta käsin Uudellamaalla sijaitseviin sairaaloihin. Kaikki raportissa esitellyt asiakohdat on pääasiallisesti kerätty empiiristä tutkimusmenetelmää käyttäen. Kyseisessä tutkimusmenetelmässä tutkija osallistuu itse työhön, josta kerää materiaalit. Työssä on otettu huomioon toimeksiantajan tiukat säännöt koskien sairaaloiden turvajärjestelyjä.

Langattomat verkot rakentuivat erinomaisesti ja niiden eri vaiheista dokumentoitiin kuvaukset tähän opinnäytetyöhön. Projektit pysyivät suunnitelluissa aikatauluissaan. Oma osaamistani koskien tietoverkkojen suojaamista, olisin erittäin halukas kehittämään, ja se onkin heikouteni verkkoja koskeissa asioissa.

Krankkala Ville

### Building a Wireless Network to Hospitals

Year	2017	Pages	34
------	------	-------	----

---

HUS- IT Management is responsible for the information technology and its functionality in the hospitals in Uusimaa region. The primary task is to ensure that the networks in hospitals work correctly. At the same time, the IT Management take care of all the network devices such as computers. One of the most salient issues in this critical operating environment is a working network which includes all of the company's internal hardware as well as the important patient information systems. Without a functioning network all the equipment is useless. The Finnish fantastic level of medical care is critically dependent on networks that provide the base for the entire health care system.

The subject of this thesis is building a wireless network in large business environments. All the data was collected by working as a network designer. I took part in several constructions projects where they needed a network and that is how I gathered the information and material for the thesis.

The main goal was to write a documentation about all the phases of constructing a wireless network to hospitals. The second goal was that the project report is intended to be of help in defining HUS network designer job description. All that I present is primarily collected by using an empirical research method. Some of these cases have been described more narrowly due to the obligation of confidentiality which I respect.

The objectives of this project were reached and wireless networks were built on time. The project schedules didn't run late and everybody took care of their own part of projects. I want to learn more about network protection because I don't know so much of it.

Keywords: Internet, Wlan, SDLC model, subnet, business IT

## Sisällys

1	Johdanto .....	6
2	SDLC.....	7
	2.1 Ideointi.....	8
	2.2 Määrittely.....	8
	2.3 Suunnittelu .....	9
	2.4 Luominen .....	9
	2.5 Testaaminen .....	10
	2.6 Ylläpitäminen .....	10
3	Verkot .....	11
	3.1 WAN .....	11
	3.2 MAN.....	12
	3.3 LAN .....	12
	3.4 PAN .....	15
4	WLAN .....	16
	4.1 WLAN-verkon topologiat.....	16
	4.2 WLAN- verkon laitteisto .....	19
5	Verkkojen luominen ja aliverkotus .....	21
6	Langattoman verkon rakentaminen sairaalaan .....	22
	6.1 Kohteen ideointi .....	22
	6.2 Kohteen määrittely ja suunnittelu .....	22
	6.3 Kohteen toteutus .....	24
	6.3.1 Kuuluvuus mittaukset .....	24
	6.3.2 Kaapelointi.....	27
	6.3.3 Tukiasema- asennukset sekä kytkennät .....	28
	6.3.4 Tarkistusmittaukset ja seurantaan vienti .....	28
	6.4 Verkon valvonta ja ylläpito .....	29
	6.5 Verkon kehittäminen.....	31
7	Pohdinnat .....	32
	Lähteet.....	33
	Kuvat.. ..	34

## 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä on tavoitteena luoda dokumentaatio langattoman verkon rakentamisesta sairaaloihin. Tämä dokumentti tulee luoda kunnioittaen toimeksiantajan ehtoja ja niihin liittyviä turvallisuusmääräyksiä. Tarkoitus on, että tätä opinnäytetyötä tullaan käyttämään tietoliikennesuunnittelijan työnkuvauksen määrittelyssä. Tämä opinnäytetyön tekeminen alkoi keväällä 2016, kun aloin työskennellä HUS- tietohallinnossa. Toimin tietoliikennesuunnittelijana ja sain hoitaakseni langattomien verkkojen suunnitteluprojekteja. Tänä päivänä jokaisen yrityksen perusinfrastruktuuriin kuulu verkko ja sen mukana tulevat palvelut. Verkkoa käytetään työkaluna niin asiakkaiden kuin yrityksen sisäisien asioiden hoitamiseen. Jokaisella yrityksellä on vaatimuksena omien verkkosivujen olemassaolo, josta asiakkaat voivat saada tärkeimmät tiedot yrityksestä. Erittäin yleistä nykyään on myös yrityksen sisäiset verkot eli heidän oma infra-verkkonsa. Siellä pystytään hoitamaan yrityksen sisäinen tiedottaminen niin, että ulkopuoliset tahot eivät pääse siihen käsiksi. Verkkoa varten on rakennettava runkoverkot, joita pitkin yhteydet tuodaan toimipisteisiin. Runkoverkko rakennetaan toimipisteisiin siten, että liittymän tarjoavat yritykset vetävät kaapelilla yhteydet konesaleihin, joista se jaetaan yrityksen toimipisteisiin. Kun kiinteä verkko on kohteeseen rakennettu, pääsemme käsiksi tämän opinnäytetyön varsinaiseen aiheeseen eli langattoman verkon rakentamiseen sairaaloihin. Langatonverkko on erittäin nykypäiväinen ratkaisu ja se mahdollistaa verkkolaitteiden liikuttamisen ilman, että niiden tarvitsee olla kytkettyinä mihinkään. Tällöin ne saavat verkkosignaalin tukiasemista, jotka ovat kytkettyinä kytkimiin. Kytkinten läpi kulkee verkossa liikkuva data, jonka tukiasemat välittävät päätelaiteelle. Yrityksen sisäisen verkon kannalta tärkeätä on, että verkko on salattu, jotta ulkopuoliset eivät siihen pääse käsiksi. Tarkemmin langattoman verkon rakentamiseen paneudutaan tässä opinnäytetyössä sekä esitellään myös toimintaan kuuluvia laitteita ja muita verkkoihin liittyviä toimintamalleja.

## 2 SDLC

SDLC-lyhenne tulee englanninkielen sanoista ”Systems Development Life Cycle”, joka tarkoittaa järjestelmien kehittämisen elinkaarta. Tätä käytetään projektien hallinnassa ja se on erittäin oleellisena osa-alueena myös tässä työtehtävässäni. Tämän mallin avulla saadaan aikaiseksi korkealaatuisia järjestelmiä, jotka täyttävät asiakkaiden odotukset ja vaatimukset, valmistuvat ajallaan, toimivat tehokkaasti sekä ovat kustannustehokkaasti ylläpidettävissä ja paranneltavissa. Mallin käyttö projektin jälkeenkin on siis erittäin käytännöllistä, koska ympyrä ei koskaan sulkeudu ja tämän avulla on helppo jatkaa kehitystyötä.



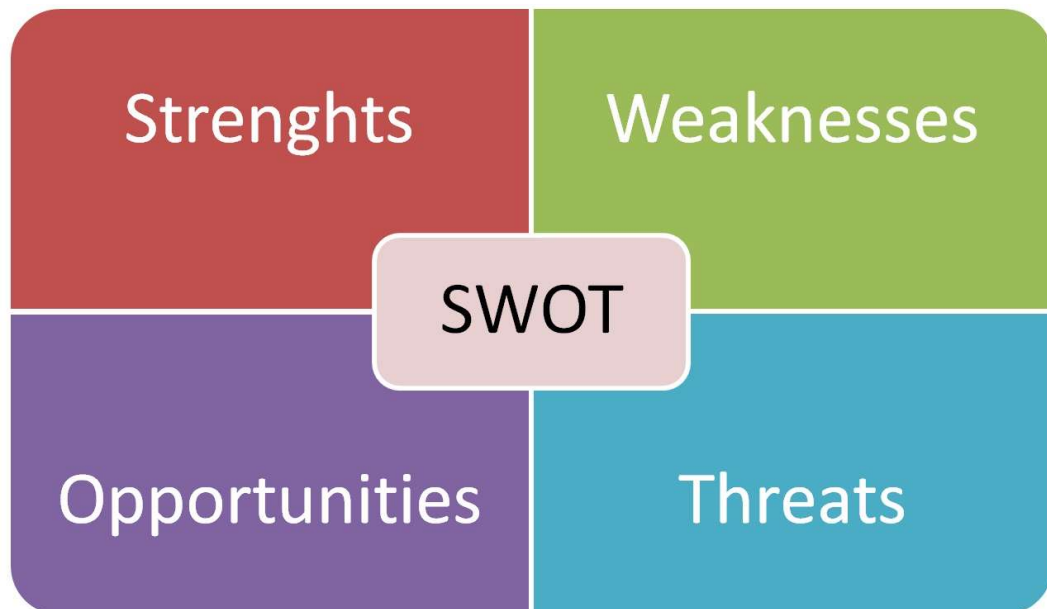
Kuva 1: SDLC-kaavio työvaiheista

## 2.1 Ideointi

Ensimmäisessä SDLC-kaavion vaiheessa keskitytään asiakkaan näkökulmaan ja siihen käyttötarkoitukseen. Tässä vaiheessa on syytä kerätä projektin tietoisuuteen sen ongelmat, mahdollisuudet ja tavoitteet. Oleellista on ensimmäisessä vaiheessa miettiä tarkkaan, onko wlan-verkolle oikeaa tarvetta vai riittäisikö mahdollisesti LAN-verkko. Muita tärkeitä asioita, joita on syytä miettiä esimerkiksi: Millainen ja miten tämä verkko kannattaa rakentaa, sekä myös on syytä miettiä, kuinka paljon käyttäjiä verkossa tulee olemaan. Ideointivaihe on vain mietintää ennen ensimmäistä oleellista vaihetta, jossa tarkoituksena on määritellä verkko.

## 2.2 Määrittely

Määriteltäessä projektia tarkastellaan tarkemmin kaikkea mitä on ideoitaessa tullut esille. Mahdollisiin ongelmiin pureudutaan perusteellisesti ja mietitään tarkkaan, miten nämä hoidetaan tai miten toimitaan niiden ilmetessä. On erittäin tärkeää saada mietittyä kaikki ongelmakohdat, jotta varautuminen on maksimaalista. Määriteltäessä verkkoa on erittäin hyvä käyttää apuna SWOT-analyysiä (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats).



Kuva 2: SWOT-analyysin taulukko

Tämän analyysin avulla on erittäin hyvä määritellä tulevan verkon tämän hetkistä tilaa sekä sen tulevia mahdollisuuksia. Määrittelyvaiheessa ei pelkästään riitä tämä analyysi vaan siinä on syytä käydä tarkemmin läpi ideointivaiheessa tulleet asiat, kuten käyttäjien määrä verkon valmistuessa sekä mahdollinen kasvuvara käyttäjille. Kohteen laajuus ja sen laajennusvara



täytyy olla selvillä esimerkiksi sairaalan langatonta verkkoa rakentaessa. Tällaisissa tapauksissa ei kannata rakentaa pieniä osia vaan suuria kokonaisuuksia, koska tulevaisuudessa sairaalat tulevat olemaan kokonaisuudessaan langattoman verkon alueita. Määrittelyssä päätetään myös verkon fyysinen rakenne, sekä määritellään kaikki erilaisten käyttäjien eri turvallisuustasot. Tässä vaiheessa projektia siis tarvitaan laajaa asiantuntija määrää, eli palavereja kaikkien eri verkkoasiantuntijoiden kanssa. Kun verkko on määritelty kokonaisuudessaan eli on tiedossa kaikki mitä siihen kuuluu tai tulee kuulumaan tulevaisuudessa sekä ongelmien ratkaisukyky on taattu, voidaan siirtyä seuraavana olevaan suunnitteluvaiheeseen.

### 2.3 Suunnittelu

Suunnitteluvaihe on helppovaihe, jos määrittely on tehty mahdollisimman kattavasti. Tällöin suunnitteluvaihe on periaatteessa vain määrittelyn perusteella projektin aikataulutusta ja suunnittelua sille mitä tehdään missäkin vaiheessa. Määrittelyssä kerroin, että eri verkkoasiantuntijat kerääntyvät ja miettivät parhaita ratkaisuja hoitaa asiat, joka on jo puolisuunniteltua. Tässä vaiheessa kokoonnutaan uudestaan ja suunnitellaan koko projektin läpivienti ja sen kaikki ydinkohdat. Langattoman verkon rakennuksessa isoissa kohteissa tähän otetaan mukaan myös rakennuttajat. Rakennuttajat joutuvat olemaan paljon kenttätöissä ja heidän vastuulla on kaapeloinnit verkkorasioilta jakelukeskuksiin. Tämän takia heidän on syytä olla mukana suunnittelemassa, koska aikataulut ovat suurimmaksi osaksi heistä riippuvaisia. Verkon rakenne lyödään suunnitteluvaiheessa lopullisesti lukkoon, sekä päätetään kaikki tietoturvasasiat, kuten palomuurit, sertifikaatit sekä reititysprotokollat. Suunnitteluvaiheessa viimeistään täytyy myös olla selvillä mitä laitteita ja ohjelmia verkossa tullaan käyttämään, että verkko varmasti tukee kyseisiä laitteita. Suunnitteluvaihe on lopputuloksen kannalta erittäin keskeisessä osassa, koska hyvin suunniteltu verkko ei ole niin riskialtis ongelmille. Vaikka ongelmia tulisi, niin hyvin suunnitellussa verkossa on virheensietokyvyt luotu kunnolla.

### 2.4 Luominen

Luomisvaiheessa aloitetaan verkon fyysinen rakentaminen, jonka suunnitelma on hyväksytty suunnitteluvaiheen lopussa. Suunnitelmassa luodusta aikataulusta pitää kiinni yleensä projektipäällikkö, joka huolehtii nimenomaan siitä, että kaikki vaiheet valmistuvat ajoissa. Lähiverkkoa rakentaessa on syytä verkkoa testailla rakentamisen eri vaiheissa ja näin välttää suuria ongelmia seuraavassa vaiheessa, joka on testaaminen. Verkkoa rakentaessa kaikki vaiheet on erittäin tärkeää dokumentoida ongelmia sekä tulevia uusia projekteja varten. Kun verkko on pystyssä ja sinne saatu valmiiksi kaikki tietoturva sekä konfigurointi asiat, voidaan siirtyä testausvaiheeseen.

## 2.5 Testaaminen

Tämän vaiheen tarkoitus on olla varma, että kaikki toimii ja verkko palvelee käyttäjiä juuri niin kuin on tarkoituskin. Testaamista suoritettiin koko verkon rakennuksen ajan, mutta siitä on syytä pitää laajempi kokonaisuus vielä loppuvaiheessa projektia. Tässä testaamisessa on tarkoitus ajaa verkko äärirajoille ja olla varma siitä, että se ei kaadu. Kaatumistilanteita varten on testattava myös varaverkkoja, joita suurimmissa projekteissa ainakin luodaan pääverkon rinnalle. Kun testaamisen jälkeen on todettu verkko sellaiseksi kuin se sekä määriteltiin että suunniteltiin, voidaan se luovuttaa eteenpäin ja siirtyä viimeisenä tulevaan pitkäkestoiseen ylläpitovaiheeseen.

## 2.6 Ylläpitäminen

Ylläpitovaihe on SDLC:n vaiheista ylivoimaisesti pitkäkestoisin ja sen olisi tarkoitus kestää siihen asti, että verkko puretaan kokonaan pois. Ylläpitovaiheessa on tärkeää, että verkkoa kehitetään jatkuvasti, ja sen toiminnollisuudesta pidetään huoli. Toinen tärkeä asia ylläpitämisessä on testata ja valvoa sen tietoturvaominaisuuksia. Varmuuskopioita on syytä ottaa tärkeistä tiedostoista tarpeeksi usein, koska palautustoiminnolla on helppo korjata virheitä logeista. Tärkeää on myös laatia suunnitelma lähiverkon kehittämiselle ja ylläpidolle. Lähiverkon käyttäjiltä olisi hyvä pyytää aika-ajoin mielipiteitä verkon toimivuudesta risut ja ruusut periaatteella. Heille olisi syytä myös aina kertoa kaikista verkkoon liittyvistä muutoksista sekä päivityksistä.

### 3 Verkot

Verkoille on määritelty nimet niiden eri kokojen mukaan. Suurimpia verkkoja kutsutaan WAN verkoiksi. WAN verkkoja pienempiä verkkoja kutsutaan MAN verkoiksi ja yleensä kaupungin sisäisiä verkkoja kutsutaan tällä nimikkeellä. Vielä pienempiä verkkoja kutsutaan LAN verkoiksi ja yritysten sisäiset verkot ovat usein tällaisia. Kaikista verkoista kerrotaan tarkemmin seuraavissa kappaleissa.



Kuva 3: WAN, MAN ja LAN verkkojen laajuudet

#### 3.1 WAN

WAN eli niin sanottu laajaverkko tulee englanninkielen sanoista "Wide Area Network", joka suoraan tarkoittaa laaja-alaista verkkoa. Tällä tarkoitetaan tiedonsiirtoverkkoa, joka kattaa suuria maantieteellisiä alueita. Usein WAN yhdistää pienempiä verkkoja suuriksi kokonaisuusiksi, jonka tunnetuin ääritapaus on Internet. WAN- verkkojen rakennuksessa käytetään lähestulkoon poikkeuksetta useita rinnakkaisia linjoja suorittamaan tehtäviä, että liikenneyhteydet eivät poikkea missään tapauksessa kokonaan. Liikenteen määrä voidaan myös kontrolloida IP-osoitteiden ja aliverkotusten avulla.

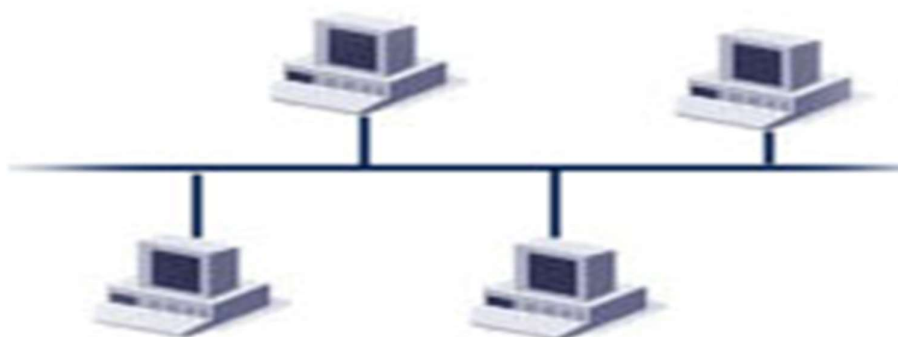
### 3.2 MAN

Kaupunkiverkoksi kutsuttava MAN- verkko saa nimensä englanninkielien sanoista ”Metropolitan Area Network”. Käytännössä MAN- verkko on kooltaan yhden tai jossain tapauksissa muutaman kaupungin kokoinen datasiirtoverkko. Tähän verkkoon sisältyy siis useita pienempiä lähiverkkoja. Verkko rakennetaan 1-10 Gbit/s ethernet- tai valokuitukaapeilla ja usein käytetään kahdennettuja rinnakkaisyhteyksiä, jotta voidaan välttää kahden pisteen väliset ongelmat yhteydet. Lähiverkot ovat liitettynä näihin verkkoihin 1-100 Mbit/s ethernet- kaapeilla, jottei lähiverkkoyhteydet tuki koko liikennettä suuremmassa MAN- verkossa.

### 3.3 LAN

LAN-verkko tunnetaan yleisesti nimellä lähiverkko, joka tulee englanninkielien sanoista ”Local Area Network” eli paikallinen verkko. Lähiverkkoiksi kutsutaan kaikkia pieniä verkkoja, jotka on luotu jostain tiettyä tehtävää tai aluetta varten. Esimerkiksi yritykset luovat itselleen oman lähiverkon, johon ei ole ulkopuolisia asioita. Myös kotikoneiden välinen yhteinen omaverkko on lähiverkko. Lähiverkko liitetään usein kytkimien ja reitittimien avulla suurempiin MAN- tai WAN-verkkoihin, joista sallitut tiedot siirtyvät suurempiin verkkokokonaisuuksiin. Lähiverkon tiedonsiirto on tasoa 10-1000 Mbit/s ja esimerkiksi suurimmat teleoperaattorit tuovat kotitalouksiin valokuitukaapeilla 100Mbit/s nopeaa yhteyttä laajemmista verkoista. Tekniikkana käytetään lähiverkoissa IEEE 802- lähiverkkotekniikoita Ethernet tai WLAN, joista jälkimmäiseen palaan vielä erikseen.

LAN-verkot rakennetaan eritavoilla hyödyntäen erilaisia topologioita. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennusvaiheessa päätetään, miten verkon laitteet halutaan liittää toisiinsa. Näistä kolme yleisintä ja samalla niin sanottu perustopologia ovat väylä-, tähti- ja rengastopologia.



Kuva 4: Väylätopologia

Väylätopologia on näistä yleistopologioista vanhan aikaisin. Tässä laitteet on liitetty yhdistävään kaapeliin, jonka molemmat päät on kytketty vastuksiin. Vanhin verkkomalli, jota ei enää edes rakenneta on nimeltään 10Base2. Suurin ongelma tätä topologiaa käytettäessä on se, että verkkoa pystyy käyttämään vain yksi päätelaite kerrallaan. Tätä kutsutaan kilpavarauksenmenettelyksi (CSMA/CD). Jos monta päätelaitetta laitetaan samaan aikaan liikennöimään verkkoon ne törmäävät toisiinsa ja liikenne ruuhkautuu. Tätä voisi verrata siihen, että yksikaistaisella autotiellä yrittäisi kulkea kaksi autoa erisuuntiin. Kaapelina tässä verkossa käytetään koaksiaali- tai valokuitukaapelia. Kaapelin rikkoutuessa koko verkko hajoaa käyttökelvottomaksi ja tämä on suuri ongelma.



Kuva 5: Rengastopologia

Rengastopologiassa on päätelaitteet kytketty toisiinsa kiinni siten, että ne muodostavat fyysisen renkaan. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikilla laitteilla on kaksi naapuria, joilta toiselta se vastaanottaa dataa ja toiselle lähettää. Data liikkuu aina myötäpäivään ja tämä menee niin, että yksi asema kerrallaan puhuu ja viereinen ottaa sen vastaan. Jos koneella ei ole mitään lähetettävää se siirtää puhumisoikeuden seuraavalle laitteelle. Laitteet ovat yhdistetty verkkoon MAU-yksiköllä (Multistation access unit). Tämän mallisia verkkoja ei myöskään enää rakenneta, koska ne eivät ole kilpailukykyisiä ethernet-tekniikan kanssa.



Kuva 6: Tähtitopologia

Tähtitopologinen verkko rakennetaan siten, että sen keskipisteenä on kytkin tai keskitin, johon kaikki laitteet on kytketty. Kytкин/keskitin sisältää portteja joihin voi päätelaitteita kiinnittää samaan verkkoon. Malleista riippuen niissä yleensä on 12,24 tai 48 porttia. Tämä keskipistelaite voidaan kytkeä myös toisiin kytkimiin tai jopa reitittämiin, jolloin verkon kokoa voidaan nostaa. Keskittimen käyttö on loppumassa, koska sen suuri ongelma on se, että se kaiuttaa liikenteen kaikkiin laitteisiin ja tämä voi ruuhkauttaa verkkoa liikaa. Kytкин on ”älykäämpi” laite ja se ohjaa datan vain oikeaan osoitteeseen eikä kaikille. Tämä ominaisuus auttaa verkon pysymään nopeampana. Nykyään yleisin tapa rakentaa verkko on juurikin tämä ja vielä nimenomaan kytkinten avulla. Suurena etuna verrattuna muihin topologioihin on se, että yhden kaapelin rikkoutuessa ei koko verkko hajoa.

### 3.4 PAN

PAN-verkko on suoraan suomennettuna likiverkko, joka tulee englanninkielen sanoista ”Personal Area Network”. Tätä henkilökohtaista omaverkkoa käytetään tiedonsiirtoon omien elektronisten laitteiden välillä. Tällä saat omat tietokoneet, taulutietokoneet, matkapuhelimet, tulostimet, yms. jakamaan dataa keskenään. Verkko rakentuu esimerkiksi USB-kaapeleilla tai muilla vastaavilla, bluetooth- laitteilla, infrapunalla tai Firewire- liitännöillä. Tämä teknologia on vahvasti käytössä älypuhelin teknologiassa, sekä taulutietokone teknologiassa.



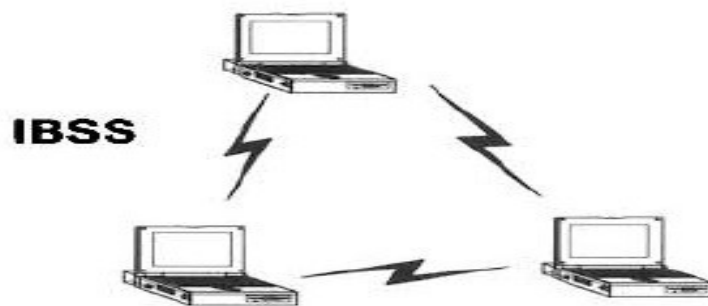
Kuva 7: Bluetooth on yleinen PAN verkossa käytettävä datansiirto väline

## 4 WLAN

Langaton lähiverkko eli WLAN tulee englanninkielien sanoista ”Wireless Local Area Network” ja se tarkoittaa lähiverkko-yhteyttä, jossa ei tarvitse olla kaapeleilla laitteet kiinni toisissaan. Tämä keksintö on erittäin oleellinen osa nyky-yhteiskuntaa, koska ihmiset pystyvät keskustelemaan ja jakamaan tietoa esimerkiksi työyhteisön sisällä ilman fyysistä verkkoa. WLANia käyttävät laitteet tarvitsevat sisäisen langatonta verkkoa tukevan aseman, jolla ne pystyvät ottamaan signaalin vastaan erilaisista tukiasemista tai modeemeista, jotka jakavat kyseistä verkkoa. WLAN- termiä käytetään tarkoittamaan IEEE 802.11 -standardia, mutta myös esimerkiksi HiperLAN- standardi on langaton lähiverkko. Useimmat puhuessaan langattomasta verkosta puhuvat Wi-Fi:stä ja tämä tarkoittaa nimenomaan tätä 802.11- standardia vaikkakin ne eivät suoranaisesti ole synonyymeja, koska kyseistä standardista on olemassa monia versioita. Suosituimmat ja käytetyimmät IEEE 802.11- sarjan standardit ovat 802.11a, joka on 54Mbit/s nopea, 802.11g( 54 Mbit/s) ja 802.11n( 600 Mbit/s).

### 4.1 WLAN-verkon topologiat

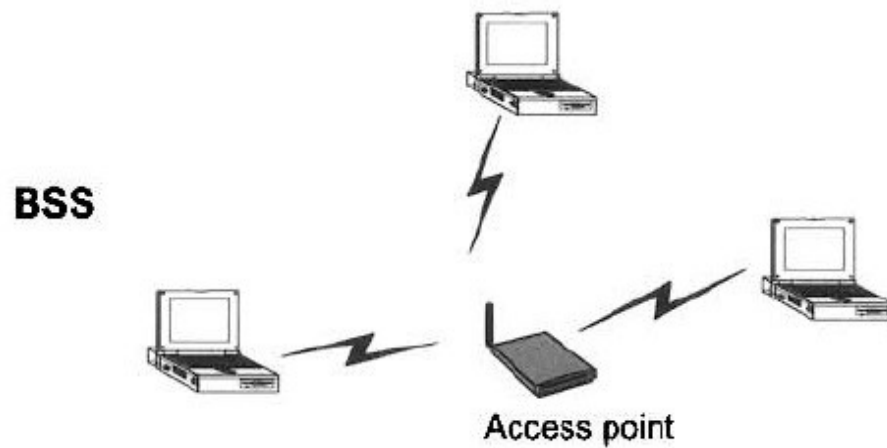
IBSS- moduulissa kyse on verkkotopologiasta, jossa samassa langattomassa verkossa olevat laitteet ovat kiinni toisissaan. Ne muodostavat yhdessä verkon eivätkä näin ollen ole liittyneenä kiinteään verkkoon lainkaan. Verkko ei tarvitse toimiakseen edes mitään omia tukiasemia. Tämänlaista ratkaisua käytetään esimerkiksi neuvotteluhuoneissa, kun kesken palaverin täytyy pystyä jakamaan dataa muille osallistujille. Tämän tyyliset yhteydet eivät ole koskaan kestoaltaan jatkuvia ratkaisuja vaan lyhytkestoisia nopeita ratkaisuja. Laitteet, jotka kykenevät tämänlaisen verkon muodostamaan tarvitsevat tietynlaisen sisäänrakennetun tukiasema ominaisuuden.



Kuva 8: IBSS (Independent Basic Service Set)

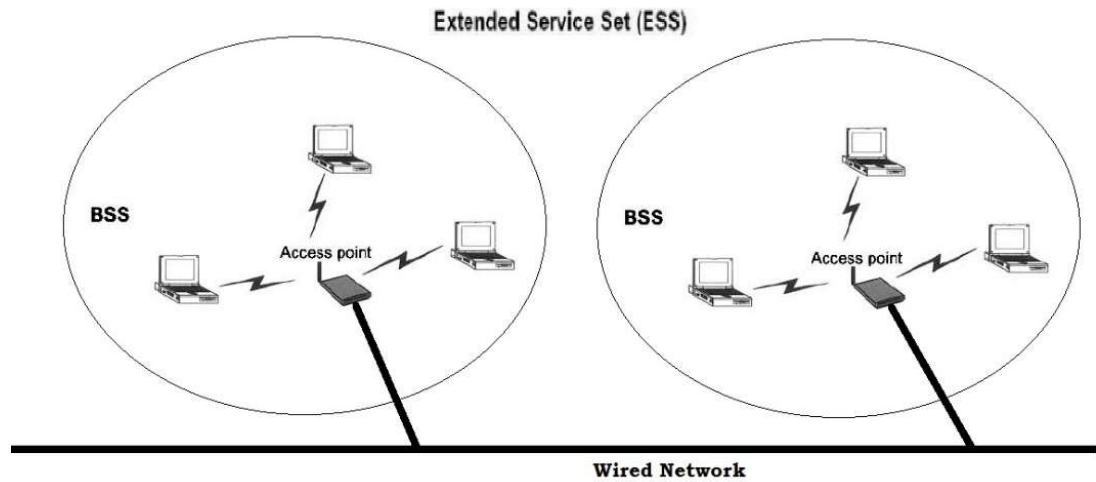


BSS- tyylistä verkkoa tavataan yleisimmin yksityishenkilöiden kotona. Itseasiassa luulen, että nykyään melkein kaikista kotitalouksista löytyy tämän kaltainen verkkotopologia. Tässä verkossa on yksi kiinteä tukiasema, johon on yhdistetty kaikki päätelaitteet. Kotona näin tapahtuu esimerkiksi, kun modeemi luo kotiverkon, ja asukkaat liittävät siihen kännykät, tabletit, tulostimet ja kannettavat tietokoneet. Tällöin verkko rakentuu juuri oheisen kuvan mukaan ja näin ollen ovat kaikki samassa verkossa.



Kuva 9: BSS (Basic Service Set)

ESS-topologia muistuttaa täysin BSS verkkoa ja oikeastaan se onkin laajennus tämän kaltaisille verkoille. Tässä käytetään useita tukiasemia luomaan suurempaa langattoman verkon kokonaisuutta ja ne kaikki tukiasemat ovat näin ollen kiinnitetty laajempaan runkoverkkoon. Tämän kaltainen verkkoratkaisu voi kattaa erittäinkin suuria tiloja, koska kytkimillä pystytään jatkuvasti laajentamaan verkon pinta-alaa. Tässä opinnäytetyössä aiheena on nimenomaan tämänlaisen suuren ESS-topologisen verkon rakentaminen.



Kuva 10: ESS (Extended Service Set)

## 4.2 WLAN- verkon laitteisto

Langaton verkko tarvitsee toimiakseen tietynlaisia laitteita. Ensinnäkin tärkein ja oleellisin on runkoverkko, joka nykypäivänä lähes poikkeuksetta tuodaan kohteeseen valokuitukaapelilla. Tämä kaapeli vedetään suurissa kohteissa talojakamoihin, jossa se reititetään kytkinten avulla eri puolille kohdetta. Kotona vastaava on talonyhtiönjakamo, josta nousut vievät suoraan asuntoihin ja siellä reititys tapahtuu modeemeilla, jotka ovat pieniä kytkimiä. Näissä portteja on 2-8 kappaletta. Suurissa kohteissa käytetään 24 tai 48 porttisia suuria kytkimiä ja yleensä niitä liitetään toisiin kiinni niin kutsutuiksi ”stakeiksi”. Näin saadaan vietyä verkkoa eripuolille aluetta. Esimerkiksi sairaaloissa talojakamoista lähtee nousut kerrosjakamoihin, joissa sijaitsee yksi tai useampi uusi kytkin tukiasemia varten. Suurimmissa rakennuksissa on myös useita kerrosjakamoita, joka helpottaa huomattavasti paikantaessa mm. ongelmia verkkoyhteyksissä. Kytkimen tehtävä on jakaa siis kohteeseen tuotu verkko muihin laitteisiin. Kytkimiä käytetään myös perinteisen LAN- verkon jakamiseen, jolloin päätelaitteet kytketään ethernet-kaapelilla itse kytkimeen.



Kuva 11: Cisco kytkin

Langattoman verkon toimiminen vaatii täysin omanlaisia kytkimiä, joita kutsutaan PoE- kytkimiksi. PoE sana tulee englanninkielisen sanoista ”Power over Ethernet”. Tämän tekniikan suurin tehontarve saa olla maksimissaan 15.4W ja jännite 48V. Jossakin tapauksissa tarvitaan järeämpää rautaa, jolloin käyttöön on otettava PoE+- laitteita, joiden maksimi tehontarve on 25.5W.



Kuva 12: Ciscon AP eli tukiasema langattomalle verkolle

Tukiasemat ovat ne, jotka lähettävät langattoman verkon signaalia laitteiden käyttöön. Suurissa kohteissa kuten sairaaloissa nämä ovat ne jotka kytketään jakamoihin tuleviin kytkimiin. Suurimman yksittäisen kytkimen maksimi porttimäärä on 48 porttia ja mikäli kohteen johonkin alueeseen tarvitsee enemmän tukiasemia, täytyy kytkimiä pinota useampia. Tukiasemat sijoitellaan ympäri tiloja tarkoin määritellyin säännöksien mukaan, johon palaan myöhemmin uudestaan. Tukiasemat lähettävät signaalia 2,4GHz- tai 5GHz- taajuudella. Suurinta osaa uusimpia älypuhelimia voidaan käyttää myös tukiasemina. Niissä teleoperaattorilta ostetun 4g yhteyden voi jakaa muihin laitteisiin hotspot- toiminnon avulla. Tällöin puhelin lähettää omaa verkkosignaalia, joka voidaan ottaa käyttöön esimerkiksi kannettavalla tietokoneella. Suurimassa osassa kotien modeemeissa on sisäänrakennettu tukiasema. Näissä ei tällöin tarvitse kytkeä ethernet- kaapeleilla laitteita kiinni modeemiin vaan ne voivat käyttää langattomasti verkkoa. Suosituimpia ovat Poe- virralla toimivat tukiasemat, koska ne saavat sähkönsä suoraan verkkopiuhasta eikä tällöin tarvitse jokaista tukiasemaa varten kaapeloida sähkörasiaa. Tämä säästää kustannuksia kaapeloinneista, sekä on huomattavan paljon siistimmän näköinen.

## 5 Verkkojen luominen ja aliverkotus

Lan-verkko luodaan siten, että kiinteästä IPv4 avaruudesta saadaan tietty verkkoallokaatio koko verkon alueelle. Tämä tarkoittaa sitä suurta kokonaisuutta, jossa paketit liikkuvat keskenään. Yleensä isommissa lan- verkoissa on kuitenkin käyttöä erilaisille verkkotyypeille, joten se jaetaan moniin verkon sisällä oleviin pienempiin verkkoihin ja näin saadaan tehtyä erilaisia verkkoja eri tehtäviä varten. Minun työssäni verkkoihin luodaan monia erilaisia aliverkkoja kohteesta riippuen. Näitä aliverkkoja kutsutaan vlan:eiksi ja ne nimetään aina oman tehtävänsä mukaan. Esimerkiksi turvakameroita ja valvontamonitoreja varten luodaan oma vlan verkko, joka merkitään vlan10 (turvaverkko). Langatonta verkkoa varten luodaan oma vlan21 (WLAN). Tarpeen mukaan näitä voidaan pilkkoa niin paljon, kun on tarvetta. Aliverkkoja käytetään aina aliverkkopeitteen avulla. Tämä tarkoittaa sitä, että aliverkon eri laitteet saavat oman IP-osoitteensa omasta allokaatiosta ja nämä ovat yhteydessä keskenään muiden saman aliverkonpeitteen alla olevien laitteiden kanssa. Aliverkkoa luodessa täytyy tietää kohteeseen tulevien päätelaitteiden määrä, koska verkko jaetaan kolmeen eri ryhmään sen mukaan kuinka paljon ip- osoitteita tarvitaan. Nämä ovat A-, B- ja C- luokka. A-luokka varaa IP-osoiteavaruudesta suurimman osan ja siinä on siis käytettävissä 124 osoiteryhmää joista jokaisessa voi olla 16 777 216 eri osoitetta laitteita varten. Tämän luokan maski on aina 255.0.0.0. Tätä ryhmää harvemmin käytetään, koska verkko on järjettömän suuria laitemääriä varten. B-luokan verkko on jaettavissa 16487 erilaiseen aliverkkoon, joista jokaisessa voi olla 65535 eri laitetta kytkettynä. Maski B- luokalle on aina 255.255.0.0. Tämäkään ryhmä ei ole niin yleinen, mutta jossakin tapauksissa on jo tarpeellinen. Kaikista yleisin luokka on C- luokka ja tämän voi jakaa erittäin moneen aliverkkoon, johon kaikkiin saa 255 eri ip- osoitetta laitteita varten. C- luokan maski on aina 255.255.255.0.

## 6 Langattoman verkon rakentaminen sairaalaan

Tämän opinnäytetyön pääaiheena on langattoman verkon rakentaminen yritysympäristöön ja erityisesti sairaalaan. Olin tietoverkkosuunnittelijana HUS- tietohallinnossa, jossa perehdyin erittäin tarkasti wlan-verkkojen suunniteluun. Olin mukana useissa projekteissa, joissa suunniteltiin uusia tai korjailtiin vanhoja langattomia verkkoja. Yritysympäristöön suunniteltaessa verkkoja on otettava huomioon enemmän asioita kuin kotiverkkoa suunnitellessa, koska lopukäyttäjii on paljon suurempi määrä, sekä tietoturvassa ei saa olla pienintäkään aukkoa.

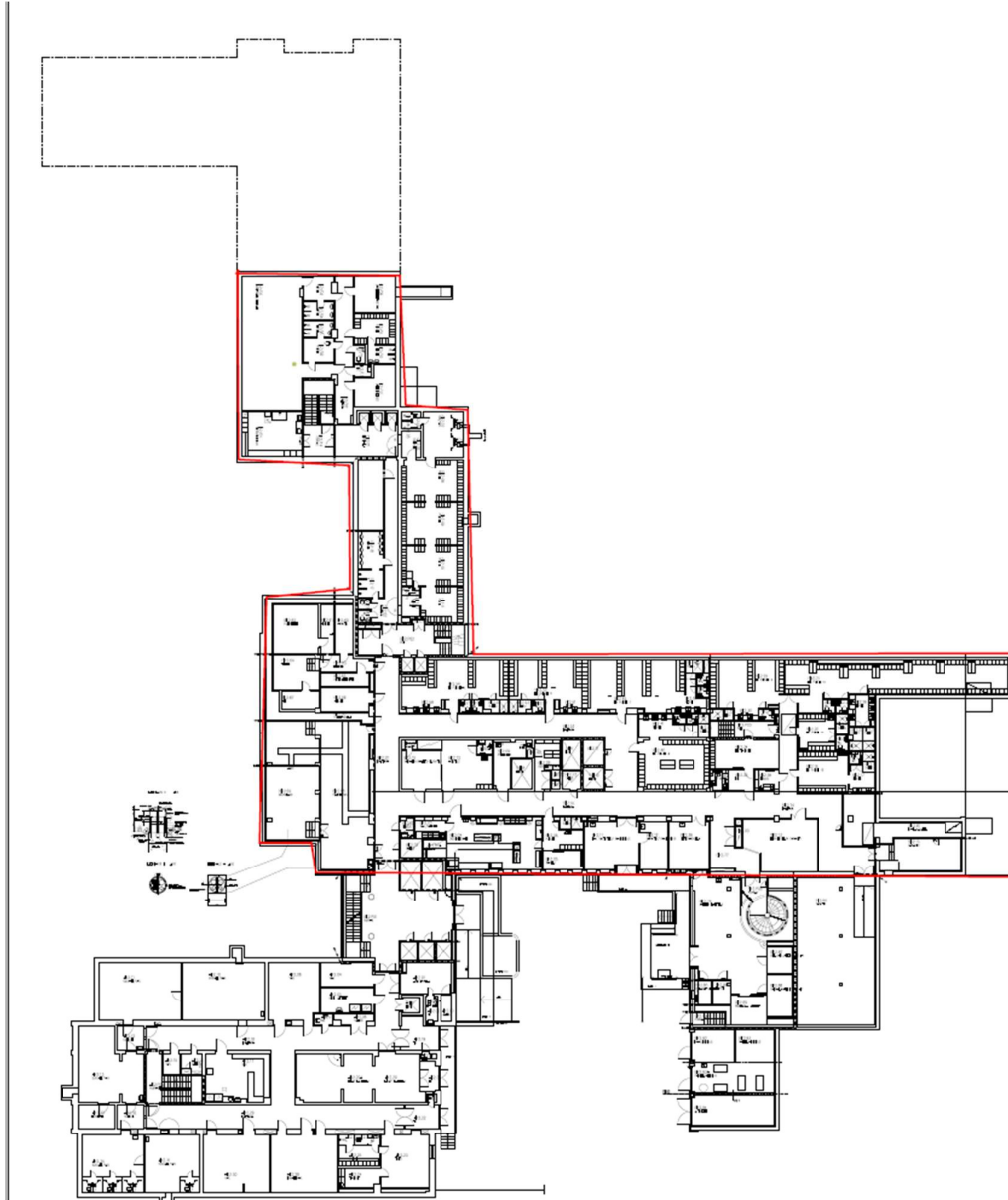
### 6.1 Kohteen ideointi

Alkutilanne suunniteltaessa langatonta verkkoa voi olla erilainen kohteesta riippuen. Yleisimmät kolme vaihtoehtoa ovat, joko täysin uusi verkko, vanhan verkon parantaminen tai vanhan verkon laajentaminen. Kun uuden sairaalan rakentamista aloitetaan suunnittelemaan, niin tässä vaiheessa tulee mukaan jo tietotekniikkapuoli. Verkkoasiantuntijat alkavat ideoida kohteeseen verkkorakenteita jo hyvissä ajoin ennen kuin rakennustyöt alkavat, koska tarvittavat kaapelit, yms. on järkevää tehdä toimitilojen rakennusvaiheessa. Toinen vaihtoehto on, että jo olemassa olevassa langattomassa verkossa on ongelmia ja sitä täytyy parantaa. Tähän sisältyy myös vaihtoehtona se, että alkuperäinen verkko ei kata paikannusvaatimuksia. Paikannusvaatimus vaati enemmän tukiasemia kuin normaali dataverkko. Nämä tilanteet yleensä hoidetaan lisätukiasema asennuksilla valmiiseen verkkoon. Kolmas lähtökohta on se, että sairaalan sisällä remontoidaan uudestaan paikkoja ja esimerkiksi vuodeosasto muuttaa siipeen, jossa ei ole vielä langatonta verkkoa. Näissä tapauksissa suunnitellaan alue tarkkaan ja koitetaan saada kerralla tehtyä mahdollisimman laaja verkko eikä mitään pieniä alueita sieltä täältä. Tämä myös edes auttaa sitä tosiasiaa, että tulevaisuudessa langaton verkko kattaa kaikki sairaalat kokonaisuudessaan. Vaikkakin kaikissa tilanteissa on erilaiset lähtökohdat, on niiden ideointityö suoritettava samalla tavalla. Tässä käytetään SDLC- mallia, josta kerroin ylempänä.

### 6.2 Kohteen määrittely ja suunnittelu

Kohteen lopullinen määrittely lähtee aina siitä, että varmasti ymmärretään, minkälaisen ja mihin käyttötarkoitukseen kyseinen verkko on rakennettava. Vanhojen verkkojen laajentaminen tai uudistaminen on lähes poikkeuksetta työkuvana tilanteessa, jossa käyttäjät tarvitsevat langatonta verkkoa johonkin tietynlaiseen asiaan. Hyvänä esimerkkinä toimii tarve langattoman verkon laitteille joillakin osastoilla. Tällöin kohteen pohjakuvia hyödyntäen selvitetään

tarkasti alueet, johon verkko on pakko saada toimimaan. Jälkeenpäin ei ole kannattavaa aluetta laajentaa kesken projektin.



Kuva 13: Pohjakuva, jossa on punaisella merkitty wlan- verkon alue

Kun kohteen ala on saatu selvitettyä perusteellisesti ja ollaan täysin varmoja alueesta. On asiakkailta saatava selvitys minkälaista käyttötarkoitusta varten verkon tulisi toimia. Tällöin määritellään tulevat mittausperusteet. Mittauksiin palaan tarkemmin myöhemmässä vaiheessa. Toinen asia mikä vaikuttaa verkon käyttöön on: minkälaisia erilaisia aliverkkoja kohde

tarvitsee. Vanhojen kohteiden uudistamisessa ei verkon muihin aliverkkoihin tarvitse puuttua muuten kuin jakamalla sinne wlan:lle oma aliverkko ja sille omat konfiguraatio asetukset. Langatonta verkkoa käyttävät myös verkkopuhelimet, jotka tarvitsevat toimiakseen omat määrittäykset. Jos muitakin eri aliverkkoja tarvitaan, kannattaa ne tässä vaiheessa kaikki kerralla lisätä aikaisemmassa kappaleessa kertomallani tavalla. Täysin uusissa kohteissa täytyy kaiken tämän lisäksi selvittää: minkälaisella liittymällä verkko tuodaan koko alueelle. Vaihtoehtoja on monia ja yksi sellainen on tuoda esimerkiksi toisen verkon läpi tai vaihtoehtoisesti vuokrata jo tuotua valokaapelia, jolla saa tarpeeksi nopean yhteyden. Kohteiden koosta riippuu myös aina, kuinka nopeaa liittymää siellä tullaan tarvitsemaan, koska ei ole kannattavaa esimerkiksi tuoda liian nopeaa verkkoa pienelle käyttäjämäärälle. Nämä konfiguraatio asetukset ja DHCP- palvelut määritellään aina verkkoon ja reunakytkimet käyttävät omassa portteissaan kyseisiä määrittäyksiä, että verkko välittyy oikein. Langaton verkko ei toimi, mikäli tukiasemat eivät ole konfiguroitu oikein ja sijoitettu kytkimissä oikein konfiguroituihin portteihin. Tärkeänä osana suunnittelutyötä on myös projektin aikataulus. Yleensä kaikki projektin eri tehtävät vaativat erilaista osaamista ja aikataulus on tämän takia erittäin tärkeää, että rakennus tapahtuu oikeassa järjestyksessä. Toinen tärkeä asia on projektin etenemisen kannalta tärkeää, että kun yksi osuus on ohi niin seuraavat ovat jo paikalla eikä projekti näin ollen seiso siis paikallaan. Tästä syystä useammat ja varsinkin kaikki isoimmat projektit tarvitsevat niitä vetämään projektipäälliköt, jotka vastaavat, että aikatauluista pidetään kiinni.

### 6.3 Kohteen toteutus

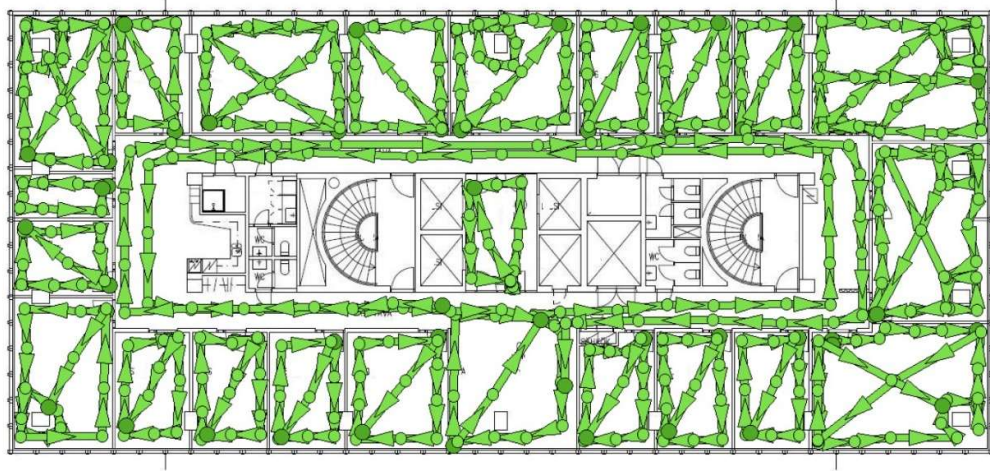
Kun kohteen määrittäykset on luotu, asiakkaan tarpeiden mukaiseksi ja suunnitelma kohteen rakennuksesta on saatu tehtyä valmiiksi, voidaan siirtyä itse toteutukseen. Tietojärjestelmäsuunnittelijan tehtävänä tässä vaiheessa on pyytää alihankkijoilta tarjouksia toteutukseen kuuluvista töistä. Joissakin tapauksissa varsinkin isommissa projekteissa on suositeltavaa kilpailuttaa eri hankkijoita. Ensiksi tarjoukset pyydetään kuuluvuusmittauksista. Samalla kun odotetaan tarjousta mittauksesta kannattaa pyytää myös tarjoukset kaikista muistakin töistä. Jossakin tapauksissa voi aikaa kulua turhaan odotteluun ja näin aikatauluista pitäminen voi olla hankalaa. Näissäkin projekteissa kuten myös muissakin aika on rahaa ja asiakastyytyvyyttä on syytä haalia.

#### 6.3.1 Kuuluvuus mittaukset

Kun on tiedossa alue, johon verkko tullaan rakentamaan, täytyy se mitata. Täysin uusissa kiinteistöissä, joissa wlan- verkko rakennetaan samalla kun kiinteistö rakennetaan ei ole järkeä mitata kohdetta, koska kaikki kuuluvuus esteet eivät ole vielä pystyssä. Mitattaessa kohdetta täytyy mittajan fyysisesti käydä joka ikisen huoneen kaikissa nurkissa ja kävellä huoneen

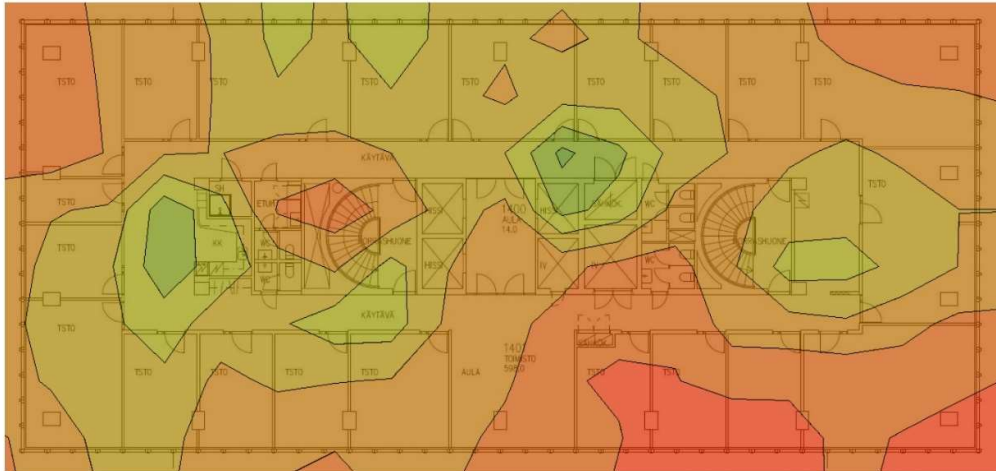


poikki. Nämä täytyy tehdä huolella, koska liian harvaan sijoitetut tukiasemat katkaisevat verkon katvealueella. Mittaus tehdään laitteilla, jotka pystyvät määrittämään kuuluvuuden alueella. Paksut seinät ja niiden materiaalit ovat oleelliset asiat, jotka saadaan tällä selvillä. Mittaustuloksista selviää kuinka paljon ja mihin paikoille täytyy tukiasemat langatonta verkkoa varten rakentaa. Mittaus tuloksista saadaan kaksi erilaista vaihtoehtoa tukiasemapaikoiksi. Toiset paikat tulevat datamäärittäytysten mukaan ja toiset paikannusmäärittäytysten.



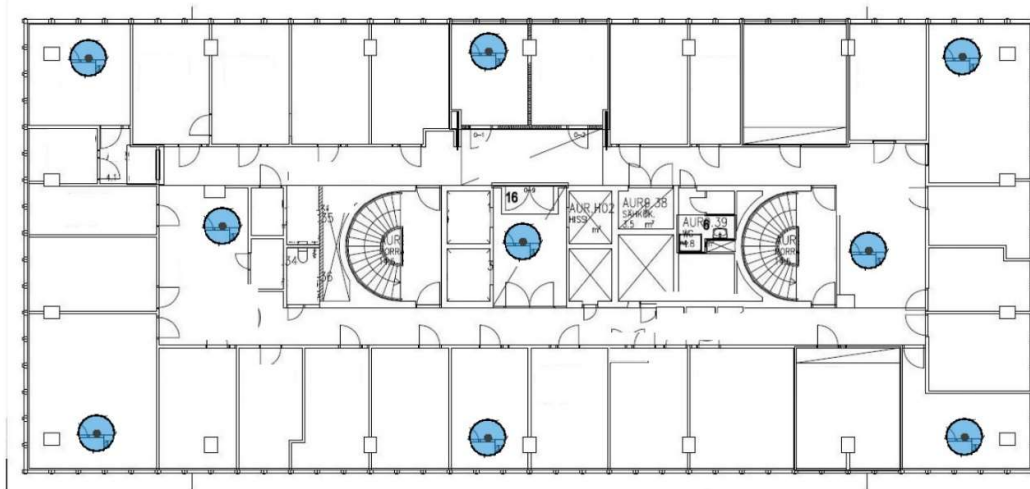
Kuva 14: Mittaajan kävelyreitti

Ainoat varmat tukiasema pisteet ovat paikannusta tarvittaessa huoneiden kauimmaisissa nurkissa. Jos käyttöön tulee vain dataverkko, niin tukiasemat sijoitellaan vain niin, että kenttä kuuluu joka puolella. Paikannusvaatimukset ovat huomattavasti tarkempia, koska paikannusta käytetään esim. sairaalan laitteita paikantaessa. Tällöin tukiasemat täytyy sijoitella kolmioihin, joissa kantama riittää kahteen muuhunkin tukiasemaan tarpeeksi vahvasti, että ne pystyvät luomaan kentän, jonka avulla voidaan seurata missä mikäkin liikkuu.



Kuva 15: Kuuluvuusmittaus tulos

Kun mittaukset on suoritettu, voidaan aloittaa rakentaminen suunnitelmien mukaan. Määrittelyvaiheessa on päätetty jo, rakennetaanko verkko paikannusta vai pelkkää dataa varten. Tämä asia kannattaa ottaa tässä vaiheessa vielä esille, koska on huomattavasti helpompaa tässä vaiheessa rakentaa valmiudet useampaan käyttöön. Sairaaloissa on käytäntönä, että kaikki uusi verkko rakennetaan aina paikannusvaatimuksia noudattaen tulevaisuuden varalta. Paikannusverkkoa voidaan käyttää moneen eri käyttötarkoitukseen, joista tärkeimmät ovat turvallisuuden takaamisessa. Paikannusmäärityksiä sisältävää verkkoa voidaan käyttää hyväksi potilaskaatumis-järjestelmissä sekä hoitajien päällekkäus-järjestelmissä. Näiden avulla voidaan potilaiden ja henkilökunnan turvallisuutta parantaa huomattavasti. Toinen tärkeä alue, jossa käytetään paikannusmenetelmää, on lääkelaitteiden ja esimerkiksi pyörätulien sijainti palvelut.



Kuva 16: Tukiasemapaikat paikannusvaatimuksilla

Mittauksilla saadaan aina parhaimmat tulokset ja se on varmin tapa saada täysin toimiva langaton verkko. Mittaukset ovat kalliita, joten aina se ei kuitenkaan ole kannattavin tapa saada haluttuja tuloksia. Pienet kohteet, jotka sisältävät 1-10 tukiasemaa voidaan myös usein hoitaa simulaatiomittauksen avulla, jolloin erillisellä ohjelmalla saadaan suunniteltua paikat niin, että ne hyvin todennäköisesti saavat verkon kattamaan koko alueen. Tämä on huomattavan paljon nopeampi ja edullisempi tapa saada pienempien paikkojen tukiasemapaikat selville. Kun tukiasemapaikat ovat selvillä niin tietojärjestelmä suunnittelijan tehtäväksi jää tukiasemien ja mahdollisten uusien kytkinten nimeäminen. Palaan tämän asian tärkeyteen seurannan ja valvonnan yhteydessä.

### 6.3.2 Kaapelointi

Kun tukiasemapaikat on saatu suunniteltua mittauksia hyväksikäyttäen tai simulaation avulla on vuorossa kaapelointi osuudet. Kaapeloinnin suorittaa sähköurakoitsijat ja he aloittavat kaapeloiden vetämisen tukiasemapisteen läheisyydestä. Toinen pää kaapeloinnista sijoitetaan kerros- tai talojakamoihin, joissa on reunakytkimet verkkoon pääsyä varten. Tietoverkkojen suunnittelun työnkuvassa ei tähän puututa ollenkaan, joten en sitä käsittele sen lähemmin.

### 6.3.3 Tukiasema- asennukset sekä kytkennät

Kun sähköurakoitsijat ovat saaneet kaapelit vedettyä halutuille paikoille, on vuorossa asennustyöt. Jotkut sähkömiehet ovat niin ammattitaitoisia, että he osaavat asentaa itse myös tukiasemat kattoon ja tämä säästää aikaa ja vaivaa muilta asentajilta. Jos se ei heiltä onnistu on tämä asia otettu esiin jo suunnitteluvaiheessa ja tänne on oikeaksi ajaksi kutsuttu eri alirakoitsijat asentamaan tukiasemat. Tukiasemat voidaan myös sijoittaa seinille, mutta tämä ei ole kuuluvuuden kannalta paras mahdollinen tilanne. Tukiasemat siis asennetaan mielellään kattoon ja kytketään tukiaseman verkkokaapelilla kaapeloijan vetämään runkoon. Kytkentäkaapeleilla voidaan paikka valita muutaman metrin säteellä katon sisällä olevasta runkokaapelista. Kun tukiasemat ovat kytketty kaapeleihin, jotka johtavat kerros- tai talojakamoihin, joissa sijaitsee kytkinkaapit, niin siellä ne kiinnitetään samalla asennettaviin tai sinne aikaisemmin toimitettuihin kytkimiin. Tässä vaiheessa täytyy vielä varmistaa, että kytkimet portit ovat configuroitu oikeisiin aliverkkoihin, jotta liikenne tukiasemien ja kontrolleripilvien välillä kulkee. Jos asetukset ovat väärin kytkimissä, ne voidaan vielä korjata, mutta ongelmia saattaa ilmetä. Tukiasemilla on muistissa asetukset ja ne joudutaan mahdollisesti käynnistämään uudestaan, jotta voivat poimia oikeat asetukset. Kun tukiasemat ovat katossa ja ristikytkettyinä oikeisiin portteihin kytkimissä, saa verkko haettua oikealta kontrollerilta verkon asetukset, jonka jälkeen verkko on toiminnassa.

### 6.3.4 Tarkistusmittaukset ja seurantaan vienti

Asennusten jälkeen verkko on toiminta valmis ja sen käyttö saadaan heti aloitettua. Kohteet ovat usein kovinkin kriittisiä, jonka takia verkon toiminta täytyy vielä tarkistaa mittauttamalla alue kokonaisuudessaan. Silloin saa varman kuvan siitä, että langaton verkko on tarpeeksi riittävä alueella ja verkon signaalit läpäisevät varmasti seinät ja muut esteet. Joissakin vanhojen verkkojen uusimisprojekteissa on voinut sisustus muuttua niin rajusti, että esimerkiksi on rakennettu lyijyseiniä röntgenejä varten. Tällöin signaalin kantomatka loppuu siihen ja joudutaan tekemään lisää asennuksia. Mittausten avulla saadaan selville, onko kohteessa katvealueita, jossa signaali on liian heikko. Esimerkkinä Ascom-puhelimet kuulevat -80 - -84 dBm voimakkuudella ja mittauksissa voi selvitä, että jossakin tilassa voimakkuus on vain -67 dBm. Tällöin joudutaan rakentamaan lisäpisteitä, että laitteet saadaan toimintakuntoisiksi. Kun mittaukset on tehty ja kohde täyttää kaikki kuuluvuusvaatimukset niin voimme siirtyä toiminnan jatkuvuuden kannalta oleellisimman asian pariin eli verkon seurantaan.

Verkon seurantaan vientiä varten tarvitaan lista tukiasemista, jossa näkyvät niiden kaapelointi ja pistetiedot. Tämän lisäksi tarvitaan myös kohteesta tyhjät pohjakuvat, johon voidaan

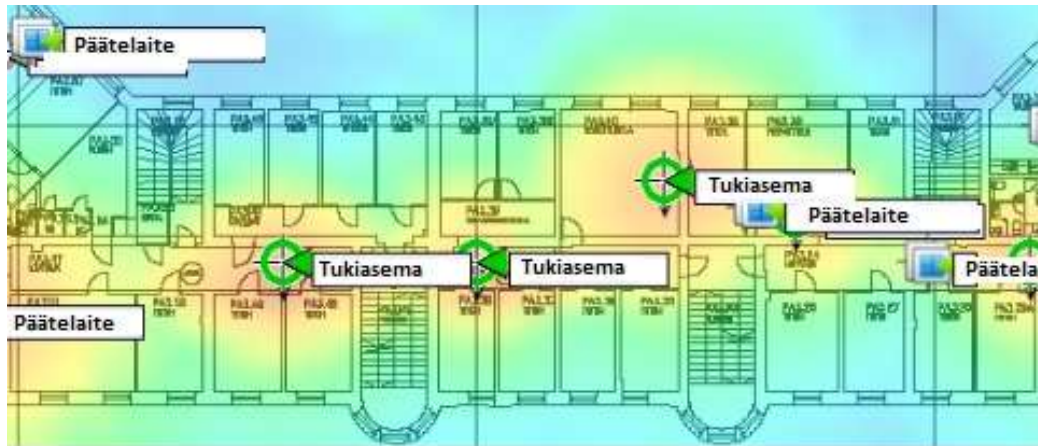
seurantaohjelmistolla lisätä tukiasemapaikat ja niiden signaalit. Seuranta tapahtuu ohjelmiston avulla, joka kerää koko ajan reaaliaikaista tietoa tukiasemista. Seuraavassa kappaleessa kerron tarkemmin verkon seurannasta ja valvonnasta.

#### 6.4 Verkon valvonta ja ylläpito

Verkonvalvonta on erittäin suuri kokonaisuus, ja siitä syystä se on jaettu ITU-T:n standardissa viiteen pienempään osa-alueeseen: vikojen-, käytön-, kokoonpanon-, suorituskyvyn- ja turvallisuuden hallintaan. Jokaiseen eri osa-alueen valvontaan ja ylläpitoon on kehitetty useita eri työkaluja ja protokollia. SNMP on verkkojen verkonvalvonnassa yleisesti käytetty protokolla, josta on tehty kolme erilaista versiota, jotka ovat SNMPv1, SNMPv2 ja SNMPv3. Protokollat tekevät verkon etävalvonnasta ja hallinnasta mahdollista, joka on erittäin tärkeää jatkuvuuden kannalta. Laitteet lähettävät vikatietonsa Trap- viestien avulla ja näin ne saadaan tarkasteluun erittäin nopealla aikataululla. SNMP-protokollaan sisältyvä MIB on hierarkkinen hallintatietokanta, joka sisältää hallittavilla laitteilla olevien agenttien lähettämää informaatiota. MIB sisältää erittäin monia eri osia, joista jokainen edustaa jotain laitteen hallinnoitua yksikköä. Osan nimi koostuu luvuista, jotka periytyvät hierarkiassa korkeammalla tasolla olevista haarojen tunnisteista. Näiden tunnisteiden avulla verkonvalvontaohjelmat saavat tietoa laitteiden tilasta. RMON on SNMP-protokollaperheeseen kuuluva tiedonkeruu- ja analysointityökalu, joka kehitettiin sen takia, että sen pitäisi pystyä poistamaan SNMP:ssä esiintyviä ongelmia. Laitteissa olevan RMON-agentin tärkein tehtävä on seurata ja tallentaa verkossa tapahtuvan liikenteen tietoja. Näitä tietoja tarkastellessa voi havaita verkon heikkoja kohtia ja niiden kehittämiseen voi varata tarvittavan määrän resursseja. Se siis lähettää loki-tietoja verkon toiminnasta. Verkonhallintatyökalu palveluja tarjoavia on monia, mutta käytäntö periaatteelta ne toimivat samalla tavalla.

Valvontaan ja ylläpitoon liittyy vahvasti myös vikatapauksien hoitaminen. Jos tukiasemat tippuvat verkosta saamme siitä hälytyksen ja lokista näemme mihin aikaan se on tippunut verkosta ja joskus hälytys tulee, mutta tukiasema palaa heti takaisin käyttöön. Tämänlaisissa tilanteissa täytyy joka kerta tehdä selvitys, mistä johtuen on näin käynyt. Yleisimpiä syitä ovat erilaiset rakennustyömaat tai laitepäivitykset, jolloin verkko on muutaman minuutin alhaalla. Toinen skenaario on silloin kun tukiasema tippuu kokonaan verkosta eikä enää palaa sinne. Silloin täytyy tarkastaa lokit myös muista lähitukiasemista, koska ongelma saattaa olla lähtöisin kytkimestä. Tukiasema voi olla hajonnut kytkin ongelman takia, jolloin on syytä laittaa tarkasti muistiin kytkin ja tutkia sen vikailmoitukset. Mikäli tietty kytkin alkaa liian usein olemaan vikainen, on se syytä vaihtaa nopealla prioriteetilla, ettei verkko kaadu erittäin epäso-pivalla hetkellä. Kytkimet ja tukiasemat ovat käyttötavaraa, joten niiden elinkaari tulee jos-sakin välissä päätökseensä ja loppuhetkillä ne saattavat aloittaa vikalähetykset jo hyvissä ajoin. Aina ei tietenkään näin tapahdu ja siksi näitä ilmoituksia on tutkittava jatkuvasti ja sitä

varten on aina olemassa päivystäjiä. Helpoimmat hoitokeikat ovat, kun yksittäinen tukiasema tulee tiensä päähän ja se täytyy vaihtaa uuteen. Tärkeimpänä muistisääntönä vaihdokseen on, että tukiasema tulee korvata aina, jos vain mahdollista samanmallisella tukiasemalla. Tämä sen vuoksi, että aiemmin kertoessani konfiguraatioista niin verkossa on optiot juuri tuolle tietylle tukiasema mallille. Jos kuitenkin tukiasema täytyy vaihtaa uuteen malliin vanhan sijaan, täytyy muistaa tehdä verkkoon optiot myös uudelle tukiasemalle. Seuratessa verkon toimintaa on otettava myös huomioon signaalien vahvuudet, joista alustin edellisessä kappaleessa.



Kuva 17: Valvontajärjestelmän näkymä

Yllänäkyvässä kuvassa näkyy tukiasemat ja niiden lähettämät signaalit. Näitä on syytä tarkastella tietyin väliajoin ja tukiasemat lähettävätkin vikatietoja, jos niiden kantamatka seuraavalle tukiasemalle estyy. Näin tapahtuu tilanteissa, jossa väliin rakennetaan jotain, joka heikentää huomattavasti signaalia. Kun verkkoon tulee katvealueita, on sen ylläpito vaillinaista, jolloin täytyy mahdollisesti rakentaa lisätukiasemia. Tämän tapaisia lisäprojektteja on jatkuvasti, koska muutostyöt vanhoissa kiinteistöissä ovat erittäin todennäköisiä.

## 6.5 Verkon kehittäminen

Langattomia verkkoja on rakenneltu jo niin kauan, että niiden uudistamista ja kehittämistä tutkitaan jatkuvasti. Kehittäminen keskittyy enemmän asiakkaan näkökulmasta tapahtuvaan tutkimukseen, joissa pyritään verkolle saada mahdollisimman paljon erilaisia tarkoituksia. Kehittämistyössä suurimassa asemassa on tutkimustyö, joka tarkastelee nimenomaan asiakkaiden erilaisia tarpeita. Aiemmin kerroin langattoman verkon hyödyntämisestä paikantamisessa, jossa tarkoitus on pitää huolta kalliista laitteita tai ihmisistä. Tämä on verkon nykypäiväistä kehittämistä eli tarkoitus on saada hyödynnettyä verkkoa asiakkaan tärkeisiin tarkoituksiin. Fyysinen kehitystyö on niin loppuun kehitetty, että sen suurin ominaisuus on oikeastaan vain verkko-osoitteiden riittävydessä. Tämäkin kehitys päättyy pian, kun IPv4 verkosta siirrytään maailmanlaajuisesti IPv6 verkkoavaruuteen, jolloin verkko-osoitteiden määrä moninkertaistuu. Kehitystyötä voi jatkaa oikeastaan vain parantamalla nykyisiä väyliä kestävimiksi ja näin verkon haavoittuvuutta parantaa. Tästä syystä kehittämispuolella on enemmän keskitytty sen turvallisuuden kehitykseen, jossa piilee kaikki verkkojen suurimmat uhat.

## 7 Pohdinnat

Aloitin valmistella opinnäytetyötäni keväällä 2016, kun sain työpaikan HUS- tietohallinnosta. Langattomien verkkojen parista löysin nopeasti kiinnostavan kehityskohteen, joten työni aihe oli selvä heti alusta lähtien.

Tietoliikennesuunnittelijan tehtävät olivat aivan erilaisia kuin aiemmat työni yrityksessä kesätyöissäni ja harjoittelussani. Vastuu oli sama kuin muillakin työntekijöillä ja odotukset olivat täten suuremmat. Minun vastuullani oli uusien projektien wlan-osuudet ja aluksi työ oli erittäin haastavaa ja tarvitsin ensimmäisten kuukausien aikana paljon apua suoriutuakseni tehtävistäni. Kesään mennessä olin kuitenkin jo sisäistänyt työni kuvan niin hyvin, että pystyin viemään läpi projekteja ilman apuja ja minun panostani tarvittiin jo alusta asti projekteissa.

Olin osallisena useissa projekteissa ja hoidin oman osani niissä mahdollisimman hyvin ja sain usein erittäin hyvää palautetta nopeasta reagoinnista sekä oma-aloitteisuudesta. Kaikki projektit, joihin osallistuin, valmistuivat minun osaltani poikkeuksetta aikataulussa ja yhtenä työnkuvanani oli myös sen varmistaminen, että muilta tilatut työt pysyvät aikatauluissa. Asiakkaat olivat myös tyytyväisiä sujuvasti toteutettuihin projekteihin, joissa rakennettiin langattomia verkkoja yritysympäristöihin. Voin siis todeta päässeeni sekä itseni, että työnantajani asettamiin tavoitteisiin moitteetta ja aikataulussa. Verkkosuunnitteluun kuuluu oleellisena osana myös tietoturvuoli, jonka tuntemusta haluan tulevaisuudessa kehittää.



## Lähteet

<http://appro.mit.jyu.fi/doc/tyovaline/virus/virustiivis.html>  
<http://koudata.fi/node/585>  
<http://www.cisco.com/c/fin/index.html>  
<http://www.hus.fi/Sivut/default.aspx>  
<http://www.netlab.tkk.fi/opetus/s38145/k00/luennot/luento10.pdf>  
<http://www.stanleyhealthcare.com/>  
[http://www.stolpe.fi/harj/Alija\\_yliverkottaminen.pdf](http://www.stolpe.fi/harj/Alija_yliverkottaminen.pdf)  
[http://www.tutorialspoint.com/sdlc/sdlc\\_overview.htm](http://www.tutorialspoint.com/sdlc/sdlc_overview.htm)  
<http://www.veracode.com/security/software-development-lifecycle>

## Kuvat

Kuva 1: SDLC-kaavio työvaiheista .....	7
Kuva 2: SWOT-analyysin taulukko .....	8
Kuva 3: WAN, MAN ja LAN verkkojen laajuudet .....	11
Kuva 4: Väylätopologia.....	12
Kuva 5: Rengastopologia.....	13
Kuva 6: Tähtitopologia.....	14
Kuva 7: Bluetooth on yleinen PAN verkossa käytettävä datansiirto väline .....	15
Kuva 8: IBBS (Independent Basic Service Set) .....	16
Kuva 9: BSS (Basic Service Set) .....	17
Kuva 10: ESS (Extended Service Set).....	18
Kuva 11: Ciscon kytkin .....	19
Kuva 12: Ciscon AP eli tukiasema langattomalle verkolle .....	20
Kuva 13: Pohjakuva, jossa on punaisella merkitty wlan- verkon alue.....	23
Kuva 14: Mittaajan kävelyreitti.....	25
Kuva 15: Kuuluvuusmittaus tulos .....	26
Kuva 16: Tukiasemapaikat paikannusvaatimuksilla .....	27
Kuva 17: Valvontajärjestelmän näkymä .....	30

