

Juhani Liski

Cisco Meraki -palvelun tuottaminen Businessforum Oy:n palvelutarjoamaan

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tietotekniikka

Insinöörityö

24.10.2016

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Juhani Liski Cisco Meraki -palvelun tuottaminen Businessforum Oy:n palvelutarjoamaan 31 sivua 24.10.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Tietotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tietoverkot
Ohjaaja(t)	Tekninen Konsultti Arto Väisänen Lehtori Jukka Louhelainen
<p>Tässä työssä perehdyttiin pilvihallintuihin Meraki-kytkimiin ja tukiasemiin, näiden verkkohallintaan sekä näillä laitteilla langattoman verkon palvelun toteuttamiseen. Yleisesti tutustuttiin myös palveluihin, pilviteknologiaan ja langattomiin verkkoihin.</p> <p>Työn teoriaosuus avasi palvelua, tämän tuotteistamista, pilvipalveluja ja niiden mahdollisia hyötyjä yrityksille, Meraki-yrityksen historiaa ja heidän tuotteidensa pilvipohjaisuutta. Teoriaosuuden lopuksi avattiin langattomien verkkojen teknologiaa yleisellä tasolla keskittyen työssä käytettyjen tukiasemien osalta merkityksellisiin teknologioihin.</p> <p>Työn tuloksena luotiin uusi palvelun piiriin lisättävä asiakasta imitoiva testiympäristö, johon liitettiin muutamia Meraki-verkkolaitteita ja määritettiin tarvittavat asetukset.</p> <p>Työstä luonnollisesti jatkettavaksi jää vastaavanlaisen verkon toteuttaminen ja hallinnointi oikean asiakkaan tapauksessa.</p>	
Avainsanat	Meraki, Cisco, Palvelu, Pilvihallinta

Author(s) Title	First name Last name Adding Cisco Meraki to service offering
Number of Pages Date	31 pages 24.10.2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Information Technology
Specialisation option	Data Networks
Instructor(s)	Jukka Louhelainen, Senior Lecturer Arto Väisänen, Technical Consultant
<p>Cloud managed Meraki switches and Access points, their management together with implementation of a wireless network with these products were the main studied areas of this thesis. The general operation of services, cloud technology and wireless networks were also studied.</p> <p>The theoretical part of the thesis covers services in general, the creation of service products, cloud managed services together with the possible benefits they have for companies. The history of Meraki as a company is covered together with some general information on their network products. The final part of the theoretical part focused on wireless local area networks and their technologies. This focused on the technologies that are significant for the Access points used in this thesis.</p> <p>As a product of this thesis, a test environment imitating the network of an actual client was created. A couple of Meraki network devices were added to this network.</p> <p>To continue from this thesis is to create and manage a similar network to an actual client.</p>	
Keywords	Meraki, Cisco, Service, Cloud Management

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Palvelu	2
2.1	ITILv3	3
2.2	Palvelutuote	5
3	Pilvipalvelu	6
4	Meraki	8
4.1	Historia	8
4.2	Pilvihallinta	8
	Pilvihallinnan arkkitehtuuri	9
5	Langattomat lähiverkot	10
	IEEE 802.11	10
5.1	Fyysinen kerros	11
5.2	Siirtokerros	12
5.3	Standardit	13
5.4	802.11ac	13
5.5	MIMO	14
6	Merakin käyttöönotto	16
6.1	Meraki Dashboard	16
6.2	Kytkimet	17
6.2.1	Käyttöönotto	17
6.2.2	Testiympäristön kytkimet	17
6.3	Uuden asiakkaan tuominen Merakin palveluun	20
6.4	Meraki Sovelluskerros	25
6.4.1	Sovelluskerros	25
6.4.2	Sovelluskerroksen näkyvyys ja hallinta	25
7	Yhteenvedo	29
	Lähteet	30

Lyhenteet

MIT	Massachusetts Institute of Technology. Cambridgessä sijaitseva tekninen yliopisto.
TB	Terabyte. Tietotekniikassa käytettävä mittayksikkö.
WLAN	Wireless Local Area Network. Langaton lähiverkkotekniikka, joka mahdollistaa verkkolaitteiden yhdistämisen ilman kaapeleita.
QoS	Quality of Service. Termi, jolla tarkoitetaan tietoliikenteen luokittelua ja priorisointia.
WAN	Wide Area Network. Tiedonsiirtoverkko, joka peittää laajoja maantieteellisiä alueita.
UHF	Ultra high Frequency. Mikroaaltojen taajuusalue välillä 0,3-3 GHz.
SFP	Small form-factor pluggable transceiver. Kompakti, lennosta vaihdettava lähetin-vastaanotin, jota käytetään tietoliikennesovelluksissa.
PoE	Power over Ethernet. Tekniikka jännitteen syöttämiseksi päätelaitteille kierretyn parikaapelin avulla.
RSTP	Rapid Spanning Tree Protocol. Vuonna 2001 kehitetty spanning tree -protokolla.
OSPF	Open Shortest Path First. Erittäin suosittu avoimiin standardeihin perustuva TCP/IP -verkkojen reititysprotokolla.
VLAN	Virtual Local Area Network. Tekniikka, jolla fyysinen tietoliikenneverkko voidaan jakaa loogisiin osiin.
SSID	Service set Identifier. Langattoman lähiverkon verkkotunnus, jolla erotetaan samalla alueella olevat verkot toisistaan.

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tutustutaan palvelun tuottamiseen ja tuotteistamiseen palveluntarjoajan näkökulmasta, Ciscon Meraki-pilvipohjaiseen verkkohallintapalveluun sekä Meraki-tuoteperheen laitteisiin. Opinnäytetyössä keskitytään Merakin lisäämiseen Businessforum Oy:n palvelutarjoamaan sekä uuden asiakkaan palveluun lisäämiseen. Työ tehdään toimeksiantona Businessforum Oy:lle.

Palvelutarjoama tarkoittaa kokonaisuutta, jonka muodostavat yrityksen tarjoamat palvelut. Tässä opinnäytetyössä keskitytään uuden palvelun tarjoamaan.

Pilvipalvelut ovat kasvava trendi IT-alalla, yhä useammat palvelut ovat siirtyneet tai siirtymässä ”pilveen”. Verkkopalveluja ostaessaan asiakkaat harkitsevat vaihtoehtoja sopivuuden, ominaisuuksien, kustannuksien sekä suorituskyvyn perusteella. Ciscon Meraki-tuoteperhe on luotu tarjoamaan asiakkaille perinteisiä verkkoratkaisuja helpommin ja nopeammin käyttöönotettava ratkaisu. Meraki tarjoaa asiakkailleen täysin pilvihallitun tuoteperheen, joka sisältää WLAN-tukiasemat, Ethernet-kytkimet, palomuurit sekä mobiililaitteiden hallinnan. Pilvipohjaisen verkkoratkaisun mahdollisia hyötyjä ovat kustannustehokkuus ja skaalautuvuus.

Työn tavoitteina on tutustua Meraki-palveluun ja tuoteperheeseen, sen tarjoamiseen palveluna asiakkaille sekä uusien asiakkaiden lisäämiseen palveluun. Tarkoituksena on tutustua Merakin verkkohallintatyökalun ominaisuuksiin ja tuoteperheen kuuluvien tukiasemien, kytkimien ja palomuurien käytännön hallintaan www-selaimella. Työn tärkeimmät käytännön tavoitteet ovat Meraki-palvelun tuottaminen ja uuden asiakkaan tuominen palvelun piiriin.

2 Palvelu

Palveluilla tarkoitetaan asiakkaille tuotettuja, ainakin osaksi aineettomia hyödykeitä. Palveluilla on aina kaksi osapuolta: tuottaja ja käyttäjä. Palvelu muodostuu kokonaiseksi tuotteeksi palveluntuottajan ja käyttäjän yhteistoiminnalla. Tuotteena palvelut ovat monikanavaisia ja niitä on vaikeampi kuvata kuin perinteisiä tavaratuotteita tai ohjelmistoja. Palvelut tuottavat määritetyn lopputuloksen suoritettavien toimenpiteiden avulla ja täten palveluihin liittyy lähes aina palveluprosessi, joka määrittelee palvelun toimituksen asiakkaalle ja miten palvelua kehitetään jatkossa. [1.]

Palveluja voidaan kuvata neljän ominaisen piirteen avulla. Palvelut ovat osittain tai kokonaan *aineettomia*, eli ne eroavat perinteisistä aineellisista hyödykkeistä perustavanlaatuisesti. Aineettomuudesta seuraa myös palvelun *katoavaisuus*, eli palveluita ei voidaan millään tavalla varastoida kuten aineellisia tuotteita. Palvelun tuottaminen on mahdotonta ilman yhteisvaikutusta palvelun käyttäjän kanssa. Täten palveluita tuotetaan *samanaikaisesti* palvelun kulutuksen kanssa. Usealle eri asiakkaalle tuotetut vastaavanlaiset palvelut *vaihtelevat* sisällöltään keskenään, sillä palvelua on mahdoton standardoida samalla tasolla kuin tavarantavalmistusta. [5.]

Palveluita tarjoavalle yritykselle palvelut ovat myytäviä tuotteita, joita myydään ja tavoitellaan taloudellista hyötyä yritykselle. Palvelua on kuitenkin vaikea määritellä, koskettaa tai johtaa. Palveluiden tuotekehitys on haasteellista palveluiden vuorovaikutusta vaativan luonteen takia. Palveluista harvoin tehdään prototyyppejä ja beta-testaaminenkin on usein vähäistä. Palveluja tuottavien yritysten onkin tärkeää unohtaa nämä palveluihin liittyvät hankaluudet ja lähestyä palveluiden tuottamista kuten tuotteidenkin. Tällaisen lähestymistavan vaatimuksena on palvelun yksityiskohtainen määrittely, prosessointi ja jatkojalostus. Tätä kutsutaan palvelun tuotteistamiseksi.

2.1 ITILv3

ITIL (Information Technology Infrastructure Library) on IT-palveluiden tuottamisen avuksi tarkoitettu prosessimalli. Se on globaalisti tunnustettu ja sitä on käytetty jo yli 20 vuotta. Pohjimmiltaan ITIL on kokoelma parhaita käytäntöjä IT-palveluiden suunnitteluun, toimitamiseen ja hallintaan. ITILv3 jaottelee palvelun elinkaarimallin mukaan viiteen osaan palvelustrategia, palvelusuunnittelu, palvelutransitio palvelutuotanto ja jatkuva palvelun parantaminen. Tämän opinnäytetyön kannalta merkittävä osa ITIL-mallia on palvelusuunnittelu. [2;3.]

Palvelusuunnittelu on osa palvelun elinkaarta. ITIL-palvelusuunnittelu tarjoaa hyviä käytäntöjä palvelun suunnittelua ja kehittämistä varten. Palvelusuunnitelman tavoitteena on luoda palveluita, joita voidaan ottaa käyttöön ongelmitta ja kustannustehokkaasti. Palvelusuunnittelu alkaa asiakkaan uusista tai muuttuneista tarpeista. [3.]

Palvelusuunnitelman kattavia prosesseja:

- palvelutasonhallinta
- saatavuudenhallinta
- kapasiteetinhallinta
- jatkuvuudenhallinta.

Palvelutasonhallinnan tavoitteena on jatkuva palvelun määrittely ja seuranta. Palveluille luodaan asiakkaan ja palveluntarjoajan välille palvelutasosopimus eli SLA (Service Level Agreement), jossa määritellään palvelun toiminnalle vaatimustasot. Palvelutaso tulisi sopia sellaiseksi, että palveluntarjoaja pystyy täyttämään sen, se täyttää asiakkaan vaatimukset. Palvelutasosopimuksia seurataan ja palvelua tai palvelutasosopimusta kehitetään haluttuun suuntaan. Sovitun tason alittamisesta seuraa yhteisesti sovittu sanktio. [4.]

Saatavuudenhallinnan avulla pyritään määrittämään palvelun saatavuudelle pysyvä taso, joka tyydyttää asiakkaan tarpeet palveluntarjoajan mahdollisuuksien rajoissa.

Usein asiakkaat vaativat palveluiden olevan käytettävissä ympäri vuorokauden seitsemänä päivänä viikossa. Tämä asettaa palveluntarjoajalle todella tiukat vaatimukset ja jopa suunniteltuja palvelukatkoja tulee välttää. Saatavuuden hallinta huomioi IT-palvelun komponentin kykyä toimia seuraavasti:

- Luotettavuus: komponentin kyky toimia sovitulla tasolla sovituisissa oloissa.
- Ylläpidettävyys: komponentin kyky pysyä toimintatilassa tai helppo huollettavuus toimintatilaan.
- Huollettavuus: komponentin huoltomahdollisuudet kolmannen osapuolen sopimuksen avulla.
- Kestävyys: komponentin kyky toimia vikaantumatta. Komponentin kestävyttä voidaan lisätä erilaisilla vikasietoisuusmenetelmillä.
- Turvallisuus: palveluiden mahdollisesti sisältämä salassa pidettävä tai arkaluontoinen tieto tulee pysyä salassa. [3;4]

Kapasiteetinhallinta tukee optimaalista ja kustannustehokasta IT-palveluiden hallintaa. Tavoitteena on tarjottujen resurssien ja liiketoiminnan tarpeiden kohtaaminen. Kapasiteetinhallinnan keskeisinä prosesseina ovat resurssien hallinta, työmäärän hallinta sekä kapasiteetin suunnittelu. Kapasiteetinhallinnassa on tärkeää osata ennakoida muutoksia. Esimerkiksi palvelun kasvava kysyntä voi viedä komponentit yli palvelun kapasiteetin. Tämä voi aiheuttaa palvelukatkoja tai palvelun heikentynyttä saatavuutta.

Jatkuvuudenhallinnan prosessin tehtävänä on sovitun palvelutason ylläpitäminen häiriötilanteissa ja muissa poikkeavissa tilanteissa. Organisaation on tärkeää varautua häiriötilanteita varten ja säännöllisesti harjoitella toimintaa sellaisen varalle. Prosessi määrittelee toimintatavat häiriötilanteissa ja riskinarvioinnin työkaluineen.

2.2 Palvelutuote

Palveluja tarjoavien yritysten tavoitteena on muuttaa käsitystään siitä, mitä palvelu on. Palvelua tulisi pitää tuotteena aivan kuten tavaroita tai laitteita. On siis luonnollista käyttää tavaroita valmistavaa teollisuutta mallina sille, miten palvelutuotteita tulisi tuottaa.

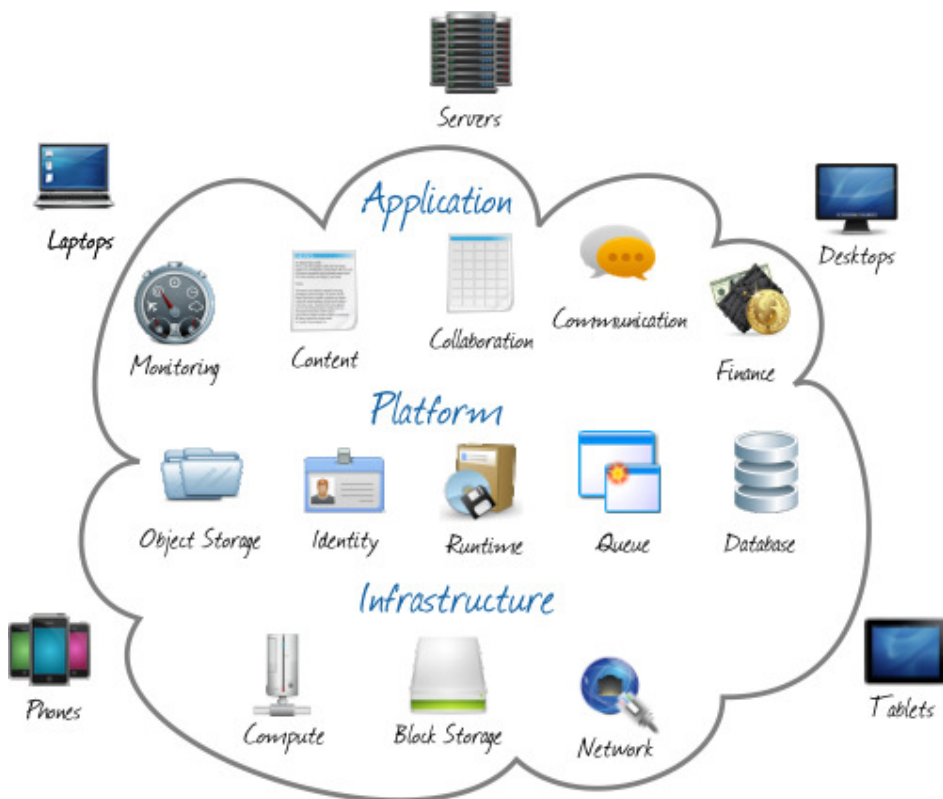
Palvelun tuotteistaminen lähtee liikkeelle palvelun ominaisuuksien määrittelystä: mikä on palvelun sisältö ja käyttötarkoitus? Kun koneita tuottava yritys suunnittelee uusia koneita pitää ensimmäiseksi tehdä koneen piirustukset. Palvelutuotteen määrittelyä voidaankin pitää ikään kuin palvelun piirustuksina. Uuden idean palvelusta syntyessä sitä tulisi suunnitella ja jatkojalostaa aivan kuten teollisuuden tuotteita. Palvelun tuotteistamisen tavoitteena on vakioitu palvelu. Vakioituja palveluita voidaan tarjota useille asiakkaille samalla tavalla, jolloin palvelutuotanto on tehokkaampaa ja tuottavampaa. [5;6]

Palvelut eroavat toisistaan, eikä aina pitkälle vakioitu palvelu ole paras mahdollinen ratkaisu. Esimerkiksi IT-konsultointiprojektit ovat usein täysin ainutlaatuisia, eikä niihin ole käytettävissä mitään toistettavia työkaluja tai menetelmiä. Toisessa vakioimisen ääripäässä ovat esimerkiksi internetsivuja tuottavat palvelut, jotka ovat täysin vakioituja. Ainutlaatuiset palvelut ovat työläitä ja kalliita toteuttaa, toisaalta täysin vakioituja palveluita on vaikea räätälöidä asiakkaiden yksilöllisiin tarpeisiin. Tuotteistamista tuleekin soveltaa näiden kahden ääripään välillä. Yksi yleinen ja usein toimiva tapa on tarjota ns. modulaarisia palveluita. Modulaariset palvelut koostuvat palvelun perusmallista ja tähän lisätävistä liitännäispalveluista. Modulaarista palvelua ostaessaan asiakas ikään kuin räätälöi palvelun omilla valinnoillaan. Täten yritykset voivat tarjota ns. massaräätelöityjä palveluita. Tämä massaräätelöinti mahdollistaa räätälöityjen palveluiden tuottamisen vakioidun palvelun hinnalla. [6.]

3 Pilvipalvelu

Pilvipalvelu tarkoittaa keskitetyn esimerkiksi palveluntarjoajan konesalissa sijaitsevan palvelimen kautta toimivaa palvelua. Toisin kuin yrityksen tiloissa sijaitsevalla palvelimella olevat palvelut pilvipalvelut ovat käyttäjien saatavilla missä tahansa internetyhteyden välityksellä. ”Pilvi” tarkoittaaakin palveluntarjoajan datakeskuksista muodostuvaa palvelinten verkkoa eikä suinkaan mitään yläilmoissa leijuvaa kaasua. Pilvi-termi tulee alun perin tietojärjestelmiä kuvaavista verkkokaavoista, joissa oman verkkoympäristön ulkopuolista aluetta kuvataan pilvenä.

Pilvilaskenta on suurempi kokonaisuus, jonka alle pilvipalvelut kuuluvat. Pilvilaskenta tarkoittaa internetissä tapahtuvaa tietoteknisten resurssien käyttöä. Pilvilaskennan mallissa tieto tallennetaan pysyvästi konesaleissa sijaitseviin palvelimiin ja vain väliaikaisesti päätelaitteille. [7.]



Kuva 1. Looginen kaavio pilvilaskennasta. [8]

Pilvipalvelut ovat lähes kaikille jo arkipäivää, vaikka emme sitä edes usein tiedosta. Gmail-sähköpostien lukeminen älypuhelimelta tai Facebookin kirjautuminen kotikoneelta ovat yleisiä esimerkkejä ihmisten päivittäisestä ”pilven” käytöstä seuraavia etuja. Myös yhä useammat yritykset ovat havainneet pilvipalveluiden hyödyt ja mahdollisuudet. Nyt yritykset ovat siirtämässä it-toimintojaan yhä kasvavissa määrin pilveen.

Yrityksille pilvipalveluiden tarjoamat edut ovat kiistattomat. Helpottunut käyttöönotto, palveluiden loputon skaalautuvuus sekä joustavat lisenssimallit pienentävät yritysten IT-kustannuksia välittömästi. Vastuu laitteisto- ja ohjelmistopäivityksistä sekä tietoturvasta siirtyy yritykseltä palveluntoimittajalle. Tiedon rajaton saatavuus ajasta tai paikasta riippumatta tukee etätyöskentelyä sekä mahdollistaa työnteon liikkuvuuden ja erilaisten päätelaitteiden käytön lisääntymisen, joka puolestaan edistää kustannustehokkuutta. Yrityksen omistamista laitteista kokonaan tai osittain luopuminen vähentää yrityksen oman IT-tuen tarvetta ja työtaakkaa. Pilveen siirtyminen vapauttaa yrityksiä omat IT-resurssit perinteisistä ylläpitotehtävistä ja muun henkilökunnan ohjeistamisesta liiketoiminnan kehittämiseen. Omien konesaliin ylläpito on kallista ja etenkin salien jäähditys kuluttaa huomattavia määriä sähköä. Keskitettyihin palveluntarjoajan konesaleihin siirtyminen on itsestään selvien kustannussäästöjen lisäksi vihreä, energiaa säästävä valinta yrityksille. [9;10]

Pilvipalveluihin siirtyminen herättää myös kysymyksiä mahdollisten uhkien osalta. Yleisiä huolenaiheita yrityksille ovat kustannukset, tietoturva, tietosuojat ja tietojen yksityisyyden varmistaminen. Mitkä ovat pilveen siirtymisen kustannukset? Voiko palveluntarjoajiin ja heidän toimintaan mahdollisissa vikatilanteissa luottaa? Minne päin maailmaa yrityksen tiedot tallennetaan ja voiko palveluntarjoaja luvata turvan hakkereilta? Pilvipalveluja tarjoavat yhtiöt ovat usein palveluiden sopijapuolina ylivoimaisessa asemassa asiakkaisiinsa nähden. Varsinkin kuluttaja-asiakkaat joutuvat hyväksymään monisivuiset ja vaikeaselkoiset sopimukset ilman vaihtoehtoja. On vaarana, että palveluntarjoaja yritykselle jää liian vapaat kädet. Tuotteiden pilviversioiden yhteydensopivuus ongelmat paikallisten tietojärjestelmien kanssa ovat myös yleinen ongelma. [10]

4 Meraki

4.1 Historia

Kolme MIT:n tohtoriopiskelijaa, Sanjit Biswas, John Bicket ja Hans Robertson perustivat Merakin Californian Mountain Viewissä vuonna 2006. Yrityksen perustana oli osittain kolmikon tekemä työ MIT:n langattomia verkkoja kehittäneen roofnet-projektin parissa. Vuonna 2007 nyt San Franciscoon muuttanut Meraki aloitti kaupungissa ”ilmaisen internetin” kampanjan. He asensivat langattomia yhdyskäytäviä yhteen kaupunginosaan maksuttoman internetyhteyden mahdollistamiseksi. Asukkaille jaettiin ilmaisia verkon toistimia, jotta verkon käyttö olisi laajalti mahdollista. Lokakuuhun 2007 mennessä verkolla oli ollut arviolta 20 000 uniikkia käyttäjää ja verkon läpi oli siirretty noin 5 TB dataa. Toukokuussa 2010 Meraki aloitti yhteistyön englantilaisen Cloud Distribution tukkukaupiaan kanssa. Merakista tuli yhtiön ensimmäinen langattomia lähiverkkoja tarjoava tuotemerkki. [11;12]

Marraskuussa 2012 Cisco Systems osti Merakin kauppasumman ollessa arviolta 1,2 miljardia dollaria. Monet asiantuntijat pitivät hankintahintaa korkeana, mutta Cisco perusteli ostoaan strategisilla syillä. Meraki auttaa Ciscoa tavoittamaan keskisuuria asiakkaita, joiden markkinoilla sillä ei ollut jalansijaa aikaisemmin. Kauppa antoi Ciscolle valmiin pilvialustan, jolle kehittää omaa pilvistrategiaansa. Kauppa vahvisti Ciscoa kilpailussa langattomien verkkojen johtoasemasta Arubaa vastaan. Helmikuuhun 2015 mennessä eli vain kaksi vuotta yhtiökaupan jälkeen kaikki kolme yhtiön perustajaa olivat lähteneet yrityksen palveluksesta. [13.]

4.2 Pilvihallinta

Meraki-laitteet on rakennettu alusta lähtien pilvipohjaista hallintaa varten, ne sisältävät vakiona mm. reaaliaikaiset seuranta- ja raportointityökalut. Pilvipohjaisuus mahdollistaa verkkojen helpon ja nopean asennuksen ilman koulutusta tai omistautunutta henkilöstöä. Meraki skaalautuu pienistä verkoista kampuksiin ja aina tuhansia paikkoja sisältäviin hajautettuihin verkkoihin. Helppokäyttöisyytensä ja vähäisen IT-henkilöstön vaatimusten seurauksena Meraki-verkkoratkaisut ovat profiloituneet erityisesti koulujen sekä ravitsemusalan ketjujen käyttöön.

Merakin pilvipohjainen hallinta mahdollistaa langallisten ja langattomien Meraki-tuotteiden keskitetyn näkyvyyden ja hallinnan. Tarkoituksena on korvata langattomat kontrollerit ja erilaiset hallintajärjestelmät. On kuitenkin tärkeää huomata, että esimerkiksi langattomien tukiasemien osalta Meraki-pilvihallinta tarjoaa huomattavasti suppeammat asetukset verrattuna perinteiseen WLAN-kontrolleriin.

Pilvihallinnan arkkitehtuuri

Kaikki Merakin langattomat tukiasemat, kytkimet ja palomuurit ottavat automaattisesti yhteyden konesaleihin internetyhteyden saatuaan. Näissä konesaleissa palvelimet pyörittävät Merakin pilvihallinta-alustaa. Nämä SSL-suojatut yhteydet käyttävät patentoitua protokollaa, joka mahdollistaa reaaliaikaisen laitteiden näkyvyyden ja hallinnan, mutta käyttää vain minimaalisen määrän kaistaa (alle 1 kbps).

Perinteisen komentokehotepohjaisen käyttöliittymän sijasta Meraki-tuotteita hallitaan selainpohjaisen liittymän kautta. Tämä mahdollistaa useiden laitteiden yksinkertaisen hallinnan, asentamisen ja päivittämisen mistä tahansa. Merakin tavoitteena onkin yhdistää paikallisen hallinnan välittömyys ja pilvipalvelun keskitetty hallinta.

Alusta alkaen pilvipohjaisuuteen rakennetuissa laitteissa olevat suoritin- ja muistiresurssit mahdollistavat muun muassa: pakettien käsittelyn, QoS:n sekä usean tason salauksen verkon reunalla. Verkon liikenne ei koskaan kulje pilven läpi täten pilvi tarjoaa hallinnoinnin toimivuutta liikenteen polun ulkopuolelta. Tällainen arkkitehtuuri mahdollistaa verkkojen horisontaalisen skaalautuvuuden, jolloin verkon kapasiteettia voidaan kasvattaa yksinkertaisesti lisäämällä päätepisteitä ilman keskitettyjen pullonkaulojen syntymistä. Verkon toiminta ei myöskään häiriinny, vaikka yhteys pilviin katkeaisikin. Täten lähiverkko toimii normaalisti myös mahdollisen WAN-verkon vian tapahtuessa. Meraki-pilvialustan palvelimet on sijoitettu maantieteellisesti erotettuihin palvelinsaleihin. Mikä tahansa palvelin tai palvelinsali voi kaatua vaikuttamatta asiakkaisiin tai systeemin toimintaan kokonaisuudessaan.

5 Langattomat lähiverkot

Langattomilla lähiverkoilla tarkoitetaan verkkoja, joissa verkkolaitteet käyttävät tiedon- siirtoon fyysisten liitännöiden sijasta korkeataajuisia radioaaltoja. Langaton lähiverkko mahdollistaa käyttäjän liikkumisen paikallisen kantaman sisällä menettämättä yhteyttä verkkoon. Nykyään langattomat verkot ovat erittäin suosittuja niiden halpuuden, helpouden ja joustavuuden vuoksi. Mobiililaitteiden kehittyneet verkko-ominaisuudet ovat myös osaltaan edesauttaneet langattomien verkkojen yleistymistä. Langattomat lähiverkot toimivat kahdella taajuusalueella, 2,4 Ghz ja 5 Ghz. Yhden kanavan leveys on 20 MHz, mutta uusimmat laitteet tukevat myös suurempia 40, 80 ja 160 MHz:n kanavia.

Ensimmäisen langattoman verkon nimeltään ALOHAnet kehitti Norman Abramson, joka oli tuolloin Hawajin yliopiston professori. Vuonna 1971 toimintaan valmistunut kokeellinen verkko sisälsi seitsemän tietokonetta neljällä eri saarella, jotka kommunikoivat langattomasti Oahu-saarella sijaitsevan keskustietokoneen kanssa. Järjestelmä käytti kahta 100 KHz kanavaa UHF-taajuusalueella, toinen käyttäjien yhteydenottoa keskuskonetta kohden ja toinen keskuskonetta lähetyksiä varten. Verkko rakennettiin tähtitopologiaksi, jolloin vain keskeinen laite pystyi vastaanottamaan lähetyksiä toisella kanavalla. Lähetysillä saavutettiin 9600 bit/s nopeus. [14.]

Elinkaarensa alkuaikoina langattomat verkkolaitteet olivat todella kalliita ja niitä käytettiin vain paikoissa, joissa perinteisten lähiverkkojen kaapeloinnin toteuttaminen oli vaikeaa tai mahdotonta. Varhaiset ratkaisut olivat lähinnä toimialakohtaisia ja patentoituja protokollia. Vasta 1990-luvun lopulla langattomat verkot alkoivat olla standardisoituja. Institute of Electrical and Electronic Engineers'in perustama työryhmä julkaisi vuonna 1997 802.11-standardin. Alkuaikoinaan tällä standardilla oli muutamia eurooppalaisia kilpailijoita kuten HiperLan, mutta mikään kilpailijoista ei saavuttanut 802.11:n kaupallista suosiota. WLAN onkin käytännössä IEEE 802.11-verkkojen synonyymi.

IEEE 802.11

IEEE 802.11 on IEEE:n (Institute of Electrical and Electronic Engineers) kehittämä standardi langattomille lähiverkoille. Standardit koskevat OSI-mallin (Open Systems Intet-

rconnection) siirto- ja fyysistä kerrosta. Tavoitteena on, että kaikki 802.11 sarjan standardit olisivat taaksepäin yhteensopivia OSI-mallin siirtokerroksella. Täten kaikki 802.11-standardit eroaisivat toisistaan vain fyysisellä kerroksella.

5.1 Fyysinen kerros

Open Systems interconnection Reference Model, eli OSI-malli on kerrostettu malli, joka kuvaa, kuinka tieto liikkuu verkkoon liitettyllä tietokoneella toimivasta sovelluksesta toiseen verkkoon liitettyyn tietokoneeseen ja sieltä sovellukseen. Yksinkertaisimmillaan OSI-malli kuvaa tarvittavia askeleita tiedon siirtyessä siirtomedian läpi kahden verkkolaitteen välillä. [16.]

OSI-mallin alin kerros, eli fyysinen kerros kuvaa laitteiden fyysisiä ja elektronisia ominaisuuksia. Erityisesti se kuvaa verkkolaitteen ja siirtomedian suhdetta toisiinsa. Fyysisen kerroksen päätoiminnot ovat seuraavat: [16.]

- yhteyksien luominen ja sulkeminen siirtomediaan
- resurssien tehokas jakaminen useiden käyttäjien kesken.
- signaalien muuntaminen oikeaan muotoon, käytettävien laitteiden ja medioiden mukaisesti.

Fyysinen kerros jaetaan kolmeen alikerrokseen:



Kuva 2. Fyysinen kerros. [15]

PLCP (Physical Layer Convergence Procedure) toimii sovituserroksena siirtokerroksen MAC-alikerroksen ja PMD:n välillä. PLCP:n vastuulla on rakentaa paketit erilaisille fyysisen kerroksen tekniikoille. PLCP valmistelee ylemmää MAC-alikerrokselta tulevat paketit sellaiseen muotoon, että PMD voi lähettää ne siirtomediaa pitkin. [15.]

PMD (Physical Medium Dependent) hoitaa datan lähettämisen, vastaanottamisen sekä huolehtii tarvittavasta kanavoinnista ja moduloinnista. PHY Management -taso vastaa hallinnasta esim. kanavanvirytyksestä. [15.]

5.2 Siirtokerros

Siirtokerroksen tehtävänä on kehystää ylemmiltä kerroksilta tulevat paketit fyysisen kerroksen mediaa pitkin tapahtuvaa siirtoa varten. 802.11-standardissa siirtokerros on jaettu kolmeen alikerrokseen: [15; 16]



Kuva 3. Siirtokerros. [15]

LLC (Logical Link Control) vastaa tarvittavasta toimista, jotta voidaan luoda ja hallita loogisia linkkejä verkon laitteiden välillä. LLC limittää eri verkkoprotokollat ja kehystää ylemmältä verkkokerrokselta saapuvat paketit. IEEE 802.2 LLC on yhteinen sekä langallisille että langattomille lähiverkkotekniikoille ja täten tarjoaa yhteisen rajapinnan lähiverkoille. [16]

MAC-alikerros tarjoaa menettelytavat ja toiminnot, joilla ohjataan dataa verkko kokonaisuuksien välillä. Tämä alikerros myös havaitsee ja korjaa mahdollisia fyysisellä kerroksella tapahtuvia ongelmia. MAC-alikerroksen sisällä vastualueet on jaettu lisäksi MAC-hallinta-alikerrokselle. Hallinta-alikerros määrittää virranhallintaa, turvallisuuspalveluita

ja verkkovierailuita. MAC-alikerros puolestaan määrittää pääsymekanismit ja paketti formatit. [15.]

5.3 Standardit

Alkuperäisen vuonna 1997 julkaistun 802.11-standardin ja nykyisen, muun muassa Meraki-tukiasemien käyttämän 802.11ac-standardin välissä on 4 standardia ja 16 vuotta. Ensimmäisen version 2 Mb/s tiedonsiirtonopeudesta on päästy aina 802.11ac-standardin teoreettiseen 6,9 Gbit/s siirtonopeuteen.

Taulukko 1. 802.11-standardeja

Standardi	Taajuus (Ghz)	Kaistanleveys (MHz)	Modulaatio	Tiedonsiirto
802.11	2,4	20	DSSS, FHSS	2 Mbit/s
802.11b	2,4	20	CCK, DSSS	11 Mbit/s
802.11a	5	20	OFDM	54 Mbit/s
802.11g	2,4	20	DSSS, OFDM	54 Mbit/s
802.11n	2,4 & 5,0	20 & 40	OFDM	600 Mbit/s
802.11ac	5	40,80,160	OFDM	6,9 Gbit/s

5.4 802.11ac

Vuoden 2013 puolessa välissä ilmestynyt 802.11ac on hyvin luonnollinen jatkuma edeltäjälleen 802.11n. Uusina ominaisuuksina ovat 80 MHz ja 160 MHz leveät kaistat 5 GHz:n taajuusalueella, uusi tehokkaampi 256 QAM-modulointi ja parannellut moniantennitekniikat. 802.11ac-projekti laukaistiin alun perin otsikolla ”Erittäin korkea siirtonopeus alle 6 GHz:n taajuuksilla”. [17.]

802.11ac:ssa käytetään ainoastaan 5 GHz:n taajuutta vanhan 2,4 GHz:n ja 5,0 GHz:n parin sijasta. Uudessa standardissa on otettu suuremmat kaistanleveydet, jotta tiedonsiirtonopeuksia on pystytty nostamaan. Nopeuden kasvamisesta huolimatta nämä uudet ominaisuudet tuovat pinnalle myös uusia ongelmia. Korkeamman 5 GHz:n taajuuden käyttämisestä seuraa väistämättä radion kuuluvuuden heikkenemistä. Tätä voidaan korjata suuremmilla lähetysnopeuksilla ja antennivahvistimilla. Suurempien kaistanleveyksien käyttö johtaa päällekkäisyyksiin, 160 Mhz:n kaistanleveyden toteutus onkin täysin mahdotonta muualla kuin ehkä yksittäisen kuluttajan kotona. [17.]

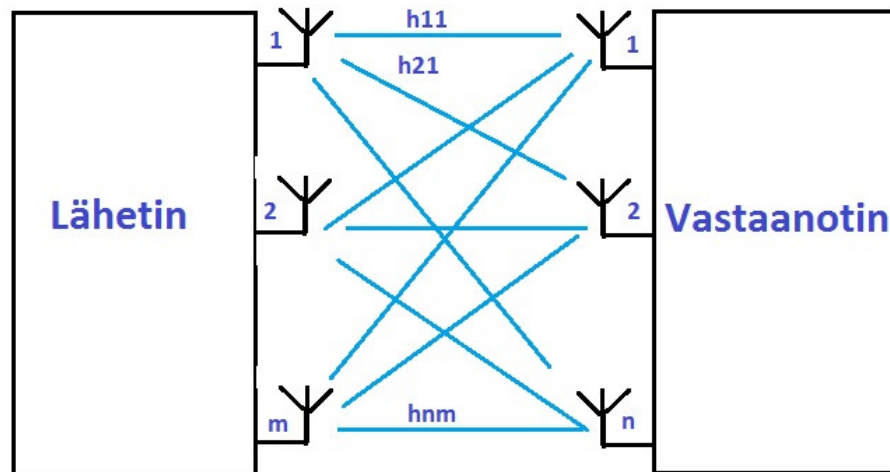
5.5 MIMO

Alun perin MIMO (Multiple-Input and Multiple-Output) tarkoitti tietoliikennetekniikkaa, jossa lähetykseen ja vastaanottoon käytetään useita antennoja samaan aikaan. Modernimmassa käytössä MIMO:lla tarkoitetaan käytännön sovelluksia, joissa pystytään lähettämään ja vastaanottamaan useampia datasiгнаaleja samalla radiokanavalla hyödyntäen monitie-etenemistä (engl. Multipath propagation).

Radiotekniikassa kanaviin vaikuttaa aina vaimentuminen, tämä puolestaan vaikuttaa signaali-kohina-suhteeseen, josta seuraa suurempi määrä virheitä signaalissa. MIMO-tekniikalla voidaan luoda signaalin tila vaihtelevuutta useiden antennien avulla. Kun samasta signaalista lähetetään useita kopioita eri antenneilta, jotka sijaitsevat fyysisesti eri paikalla, voidaan hyödyntää signaalin eri reittejä. Kun täten samaa signaalia onnistutaan saaman eri reiteille todennäköisyys, että kaikki signaalit häiriintyvät vähentyy huomattavasti, täten tiedonsiirto on luotettavampaa. Tätä tapaa hyödyntää useita antennoja kutsutaan aika-tila-koodaukseksi (engl. spatial diversity). [18.]

Tiedonsiirron luotettavuuden lisääminen ei kuitenkaan ole MIMO:n ainoa hyöty, vaan sitä voidaan käyttää myös tiedonsiirtonopeuden parantamiseen. Tilallisella limityksellä (engl. spatial multiplexing) tarkoitetaan toimintatapaa, jossa lähettäjän ja vastaanottajan antennit erotellaan yksilöllisiksi pareiksi. Lähettäjä pilkkoo signaalin ja lähettää jokaiselta antennilta yksilöllisen palan samanaikaisesti ja samalla lähetyiskanavalla omalle parilleen vastaanottajan antennista. Vastaanottaja kokoaa signaalit jälleen yhteen. Näin voi-

daan saavuttaa huomattavasti suurempi tiedonsiirtonopeus kuin yhdellä antennilla. Tilallisen limityksen vaatimuksena on, että vastaanottavia antennia on vähintään vastaava määrä kuin lähetäviä. [18]



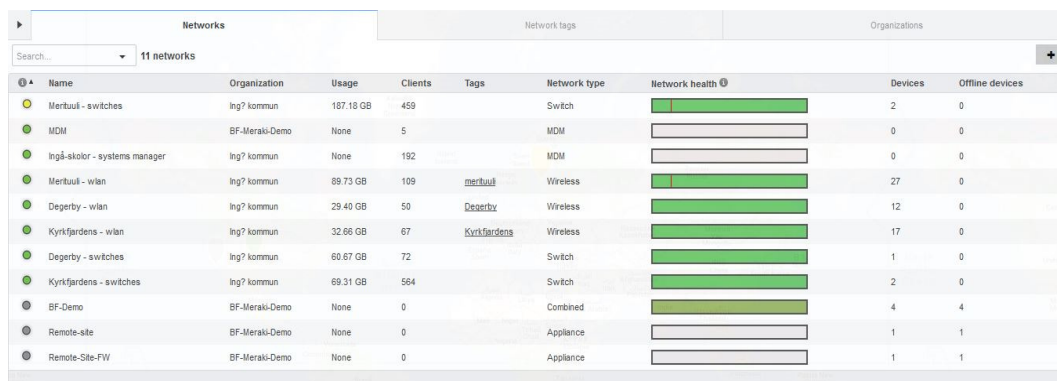
Kuva 4. Yksinkertainen MIMO-järjestelmä pääpiirteittäin.

6 Merakin käyttöönotto

6.1 Meraki Dashboard

Meraki Dashboard on Merakin laitteiden ja niiden avulla toteutettujen verkkojen keskitetty käyttöliittymä. Käyttöliittymä on selainpohjainen, siihen pääsee kiinni mistä tahansa ainoana vaatimuksena internetyhteys.

Kirjaututtuasi dashboardiin omilla tunnuksillasi ensimmäisenä aukeaa MSP (Managed Service Provider) -portaali. Tämä portaali kokoaa kaikki organisaatiot ja niiden alla olevat verkot, joihin käyttäjätunnus on liitetty. Portaali kuvaa organisaatiot ja verkot listan lisäksi integroidulla kartalla.



Name	Organization	Usage	Clients	Tags	Network type	Network health	Devices	Offline devices
Merituuli - switches	Ing? kommun	187.18 GB	459		Switch		2	0
MDM	BF-Meraki-Demo	None	5		MDM		0	0
Ingå-skolor - systems manager	Ing? kommun	None	192		MDM		0	0
Merituuli - wlan	Ing? kommun	89.73 GB	109	merituuli	Wireless		27	0
Degerby - wlan	Ing? kommun	29.40 GB	50	Degerby	Wireless		12	0
Kyrkfjärdens - wlan	Ing? kommun	32.66 GB	67	Kyrkfjärdens	Wireless		17	0
Degerby - switches	Ing? kommun	60.67 GB	72		Switch		1	0
Kyrkfjärdens - switches	Ing? kommun	69.31 GB	564		Switch		2	0
BF-Demo	BF-Meraki-Demo	None	0		Combined		4	4
Remote-site	BF-Meraki-Demo	None	0		Appliance		1	1
Remote-Site-FW	BF-Meraki-Demo	None	0		Appliance		1	1

Kuva 5. Verkot listattuna MSP-portaalissa

MSP-portaali listaa perustietoja organisaatioista ja verkoista. Organisaatioista näkyy lienssin status ja sen vanhenemispäivä ja organisaation alla toimivien verkkojen sekä laitteiden määrät. Verkkojen alalehdeltä selviää jokaisen verkon organisaatio, verkon kokonaiskäyttö, yhdistettyjen päätelaitteiden määrä, verkon tyyppi ja verkon käytettävyys.

MSP-portaalista voidaan valita yksi organisaatio, jolloin päästään organisaation omalle kojelaudalle. Tämä näkymä on hyvin samanlainen kuin MSP, mutta nyt näkyvillä ovat tämän organisaation laitteet ja verkot.

6.2 Kytkimet

Ciscon Meraki-kytkinperhe tarjoaa laajan valikoiman sekä liitännäkäytön (Layer-2) että yhdistetyn käytön (Layer-3) kytkimiä. Tässä työssä käsitellään käytössä olleita ja asiakkaalle asennettuja MS220-sarjan liitännätason kytkimiä.

6.2.1 Käyttöönotto

Kaikki Meraki-kytkimet ovat suoraan tehtaalta täysin verkkohallittavissa, jonka yhtenä hyötynä on mahdollistaa kytkinten fyysisen asennuksen ilman asiantuntemusta. Periaatteessa kuka tahansa johtaja yhdistelemään kykenevä voi hoitaa Meraki-kytkimen fyysisen asennuksen. Tämän ratkaisun tavoitteena on helpottaa asiantuntijoiden työ- ja matkustustaakkaa huomattavasti.

6.2.2 Testiympäristön kytkimet

Testiympäristöä varten otettiin käyttöön kaksi Merakin pilvihallittua kytkintä.

MS320-24:

- 24 kpl Full PoE+ gigabit Ethernet liitännää PoE:n kokonaisulosanti 370W. PoE samanaikaisesti käytössä kaikille 24:lle portille. Älykäs virranjako päätelaitteiden pyyntöjen mukaisesti.
- 4 kpl SFP+ 10 Gigabit Ethernet uplinkkejä varten.
- Layer 3 (network) reititysvalmiudet: OSPFv2, Staattiset reitit, DHCP palvelin.
- Asennettiin verkon reunimmaiseksi kytkimeksi, josta suora yhteys verkkolaboratorion reunalla olevaan ja julkisen osoitteen omaavaan sophos-palomuriin.

MS220-8P

- 8kpl Full PoE+ gigabit Ethernet liitäntää ja 2 kpl SFP gigabit Ethernet uplink.
- Pienikokoinen pöytäkytkin (23cm x 22cm x 4,44cm), joka liitettiin verkon suurempaan MS320 kytkimeen emuloimaan toimiston pöydälle asetettavaa kytkintä esim. useiden kannettavien tietokoneiden liittämistä varten.

Kun kytkimet on ruuvattu verkkolaboratorion kaappeihin ja liitetty verkkoon palomuurin kautta, tuli heti ensimmäisenä vastaan ongelma. Kytkinten virtaledi ei muuttunut vihreäksi sen merkiksi, että yhteys pilveen olisi muodostettu. Onneksi kaikista Merakin kytkimistä löytyy sisäänrakennettuna paikallinen tilasivu.

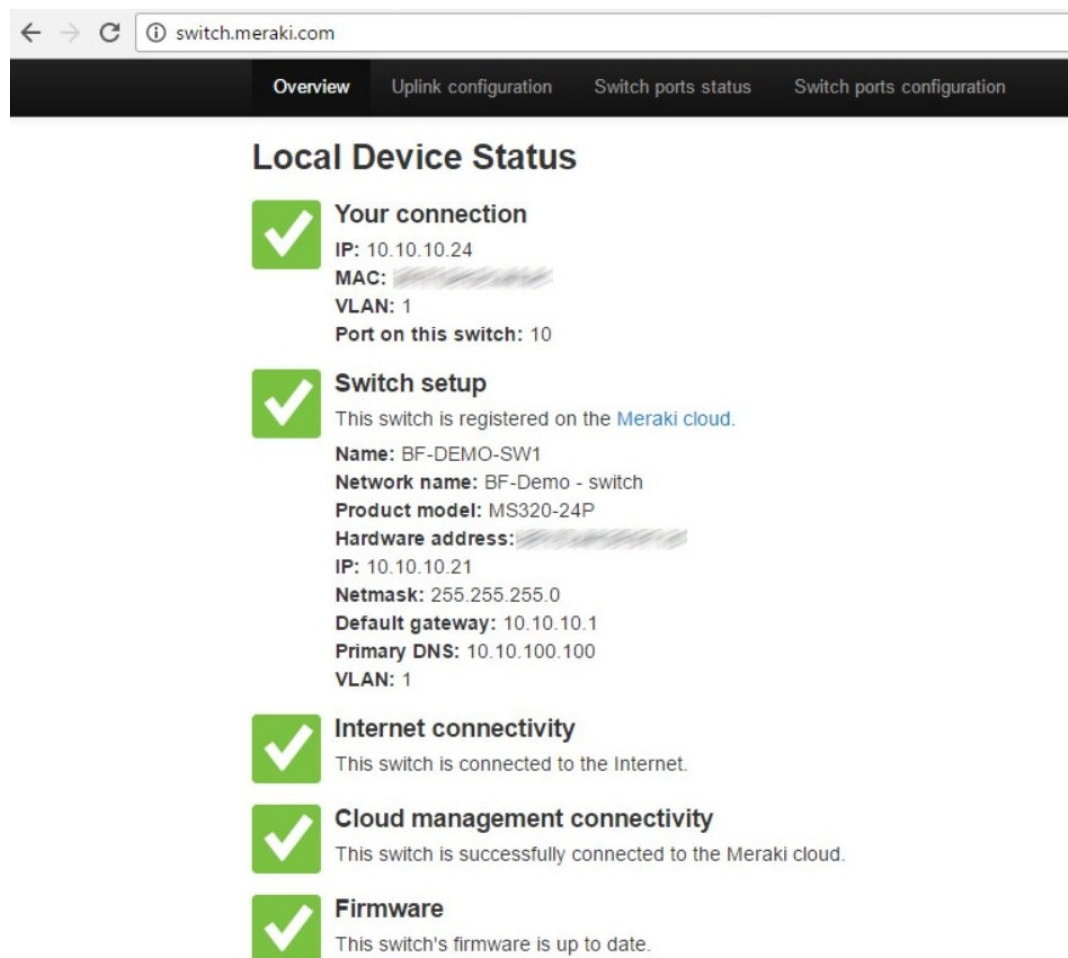
Tälle paikalliselle tilasivulle pääsee MS-sarjan kytkimen tapauksessa määrittämällä oman päätelaitteen ipv4 osoitteeksi 1.1.1.99/24. Osoitteen määrittelyn jälkeen yksinkertaisesti avataan selainsovellus ja navigoidaan osoitteeseen switch.meraki.com. Tässä tapauksessa tilasivun yleisnäkymä välilehti ilmoitti heti, että palomuurista tulee avata portteja kytkimen pilvilyhteyden muodostamiseksi. Eli ei näiden kytkimien asennus ollut niin yksinkertaista kuin Cisco mainostaa. Oikeat palomuurisäännöt määritettiin verkkolaboratorion sophos-palomuuriin ja kytkimet löysivät yhteyden pilveen. [19.]

Taulukko 2. Palomuurisäännöt Merakin pilvilyhteyttä varten. [20.]

Lähde IP	Kohde IP	Portit	Protokolla	Käyttötarkoitus
Omat meraki verkot	64.62.142.12/32 64.156.192.245/32 108.161.147.0/24 199.231.78.0/24	9350	UDP	VPN Rekisteri
Omat meraki verkot	54.193.207.248/32 64.62.142.12/32 108.161.147.0/24 199.231.78.0/24	1812, 7351	UDP	Yhteys Meraki pilveen,
Omat meraki verkot	64.62.142.2/32 64.156.192.246/32 108.161.147.0/24 199.231.78.0/24	993, 7734, 7752, 60000-61000	TCP	Backup asetusten lataus, backup firmware päivitysten lataus.
Omat meraki verkot	17.0.0.0/8	2195-2196, 5223	TCP	iOS System manager -yhteys
Omat meraki verkot	Kaikki	80, 443, 5228-5230	TCP	Android Systems Manager -yhteys

Testiympäristössä käytettyjen MS-sarjan kytkimien paikallinen tilasivu tarjoaa seuraavat tiedot ja asetusvaihtoehdot:


- Yleiskatsaus: Antaa tietoa liitetyn päätelaitteen yhteydestä kytkimeen, kytkimen verkosta sekä pilviyhteyden tilasta.
- Uplink asetukset: Mahdollistaa IP-osoitteen määrittämisen kytkimelle ja muita osoitteisiin liittyviä asetuksia.
- Kytkimen porttien tila: Antaa tietoa kytkimen porttien asetuksista ja niiden tilasta.
- Kytkimen porttien asetukset: Mahdollistaa hyvin rajallisten asetusten määrittämisen kytkimen porteille (päällä / pois sekä VLAN).





← → ↻ ⓘ switch.meraki.com


Overview Uplink configuration Switch ports status Switch ports configuration


Local Device Status

 **Your connection**
 IP: 10.10.10.24
 MAC: [redacted]
 VLAN: 1
 Port on this switch: 10

 **Switch setup**
 This switch is registered on the [Meraki cloud](#).
 Name: BF-DEMO-SW1
 Network name: BF-Demo - switch
 Product model: MS320-24P
 Hardware address: [redacted]
 IP: 10.10.10.21
 Netmask: 255.255.255.0
 Default gateway: 10.10.10.1
 Primary DNS: 10.10.100.100
 VLAN: 1

 **Internet connectivity**
 This switch is connected to the Internet.

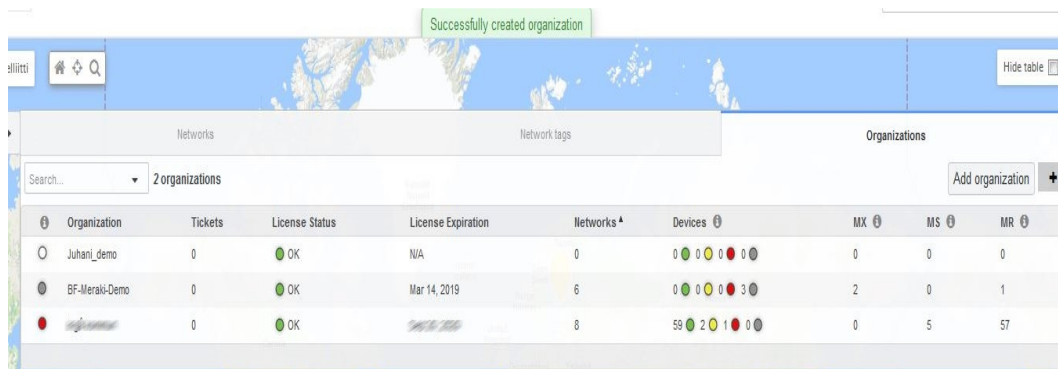
 **Cloud management connectivity**
 This switch is successfully connected to the Meraki cloud.

 **Firmware**
 This switch's firmware is up to date.

Kuva 6. Kytkimen paikallinen tilasivu.

6.3 Uuden asiakkaan tuominen Merakin palveluun

Uuden asiakkaan tuominen Merakin palveluun alkoi uuden organisaation luomisella Meraki dashboardissa. Tämä hyvin yksinkertainen toimenpide suoritettiin MSP-portaalissa valitsemalla lisää organisaatio organisaatioiden listasta ja syöttämällä uudelle organisaatiolle nimi.



Successfully created organization

Organization	Tickets	License Status	License Expiration	Networks [▲]	Devices	MX	MS	MR
Juhani_demo	0	OK	N/A	0	0 0 0 0 0	0	0	0
BF-Meraki-Demo	0	OK	Mar 14, 2019	6	0 0 0 0 3	2	0	1
Meraki-Demo	0	OK		8	58 2 0 1 0	0	5	57

Kuva 7. Uusi Juhani_demo-niminen organisaatio MSP-portaalin organisaatiolistassa.

Seuraavaksi avattiin luodun organisaation omat sivut ja lisättiin asiakkaan tilaamat laitteet organisaatiolle. Laitteet voidaan lisätä Ciscon tilausnumerolla tai laitteiden sarjanumeroilla. Aluksi luodulle Juhani_demo-organisaatiolle lisättiin jo aikaisemmin testiympäristössä käytetyt MS320-24P ja MS220-8P malliset kytkimet. Samalla luotiin organisaation ensimmäinen verkko nimeltään Demo_kytkimet ja lisättiin em. kytkimet verkkoon.

Juhani_demo Demo_kytkimet

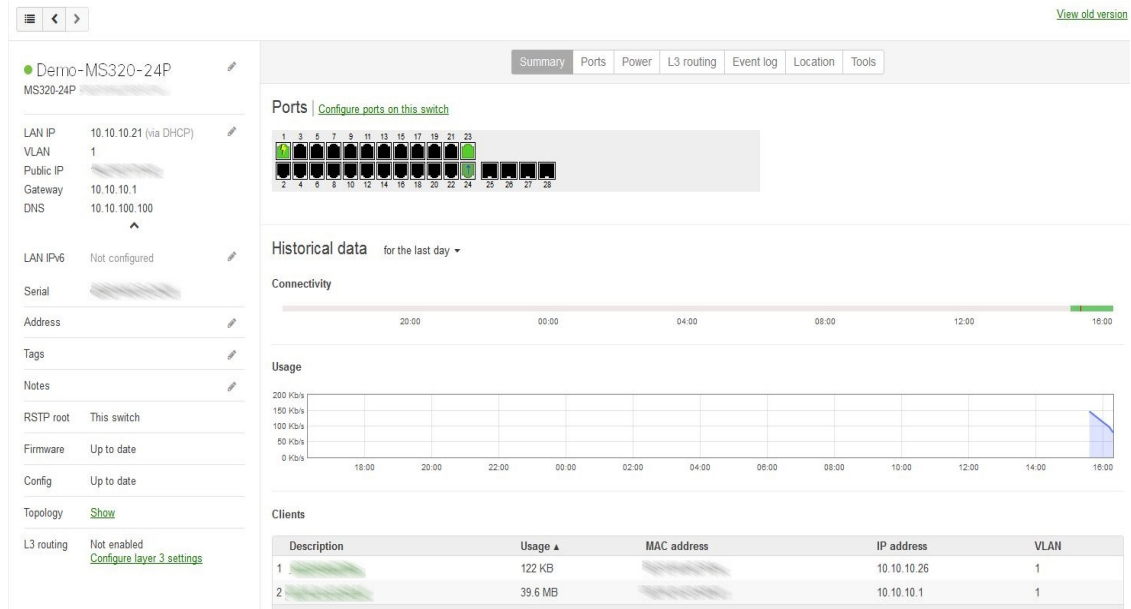
Switches for the last day

Tag Move Clone Search 2 switches

Status	Name	MAC address	Model
1	Demo-MS220-8P	98:49:1D:8C:0A:00	MS220-8P
2	Demo-MS320-24P	98:49:1D:8C:0A:01	MS320-24P

Kuva 8. Kytkimet lisättyinä luotuun organisaatioon ja verkkoon.

Yksittäisen kytkimen omalle sivulle pääsee valitsemalla kytkimen listasta. Kytkimen omalta sivulta aukeaa ensimmäisenä kytkimen yhteenveto, joka näyttää kytkimen yleiset tiedot, porttien tilan, kytkimen käyttöasteen sekä kytkimeen yhteydessä olevat laitteet ja tietoa niistä.



Kuva 9. Kytkimen sivu Meraki dashboardissa.

Yhteenveton lisäksi kytkimen sivulta löytyy kuusi välilehteä, joiden alta löytyy kytkimen asetusten määrittely. Ports-välilehden alta löytyy tietoa kytkimen yksittäisistä porteista ja mahdollisuus muuttaa niiden asetuksia. Meraki kytkimien porttiasetuksien mahdollisuudet ovat hyvin rajalliset verrattuna esimerkiksi perinteisiin Cisco Catalyst -kytkimiin. Työssä käytetyssä MS320-kytkimessä voi portteihin määrittää: onko, portti päällä vai ei, kuvauksen, RSTP tilan, STP guard tilan, PoE:n tilan, linkin nopeuden, portin tyyppin (eli trunk vai access), sekä portin sallitut ja Native VLAN:it.

Power välilehden alta löytyy tietoa kytkimen virtalähteistä. Millaiset virtalähteet kytkimeen on asennettu malli- ja sarjanumeroineen. Lisäksi löytyy PoE-budjetti, eli kuinka paljon porteille on virtaa tarjolla ja kuinka paljon siitä on käytössä. Tämä välilehti on kuitenkin pelkkää informaatiota, eikä se sisällä mitään muutettavia asetuksia. Kaksi muuta vain informaatiota sisältävää välilehteä ovat Event log ja Location. Event log välilehti listaa kytkimen tapahtumia, kuten porttien tilamuutoksia. Location-välilehti näyttää kytkimelle määritellyn sijainnin kartalla.

Tools välilehti sisältää useita verkon diagnostiikan ja ongelmaratkaisun kannalta hyödyllisiä ominaisuuksia. Valittavissa on esimerkiksi ping, traceroute, kaapelitesteri, päätelaitteen herättäminen sekä porttien uudelleenkäynnistys.

Select a tool: Wake client ▾

This tool will send a Wake-on-LAN message to attempt to wake a client. The target client must have Wake-on-LAN enabled.

MAC: VLAN: Send

Testing the cable attached to port 1 ↻ ✕

Port	Link	Length	Status	Pair 1	Pair 2	Pair 3	Pair 4
1	1Gfdx	189 m	OK	ok	ok	ok	ok

Traceroute to google.com ↻ ✕

```

traceroute to google.com (216.58.209.142), 30 hops max, 38 byte packets
 1 10.10.10.1 (10.10.10.1)  2.059 ms  2.797 ms  2.891 ms
 2 10.10.100.1 (10.10.100.1)  1.546 ms  1.478 ms  1.507 ms
 3 * * *
 4 * * *

```

Pinging google.com ↻ ✕

Loss rate: 0 %, Average latency: 13 ms

Kuva 10. Meraki-kytkimen tools-välilehden ominaisuuksia.

L3 routing -välilehden alta löytyy kaikki tälle kytkimelle mahdolliset reititysasetukset. On mahdollista määrittää portteja ja VLAN:ejä OSPF-reititykseen, luoda staattisia reittejä sekä asettaa kytkin toimimaan DHCP-palvelimena. Tässä testiympäristössä ei kuitenkaan ollut tarvetta tämän kytkimen L3-toiminnallisuudelle.

Testiympäristöön liitettiin yksi MR42-mallinen tukiasema, se lisättiin Juhani_demo-organisaatioon. Laitteiden lisääminen organisaatiolle sen luomisen jälkeen onnistuu navigoimalla organisaation sivuilta organisaatio välilehden alta laitelista sivulle ja valitsemalla claim. Laitteiden lisäys suoritetaan syöttämällä laitteiden sarjanumerot.

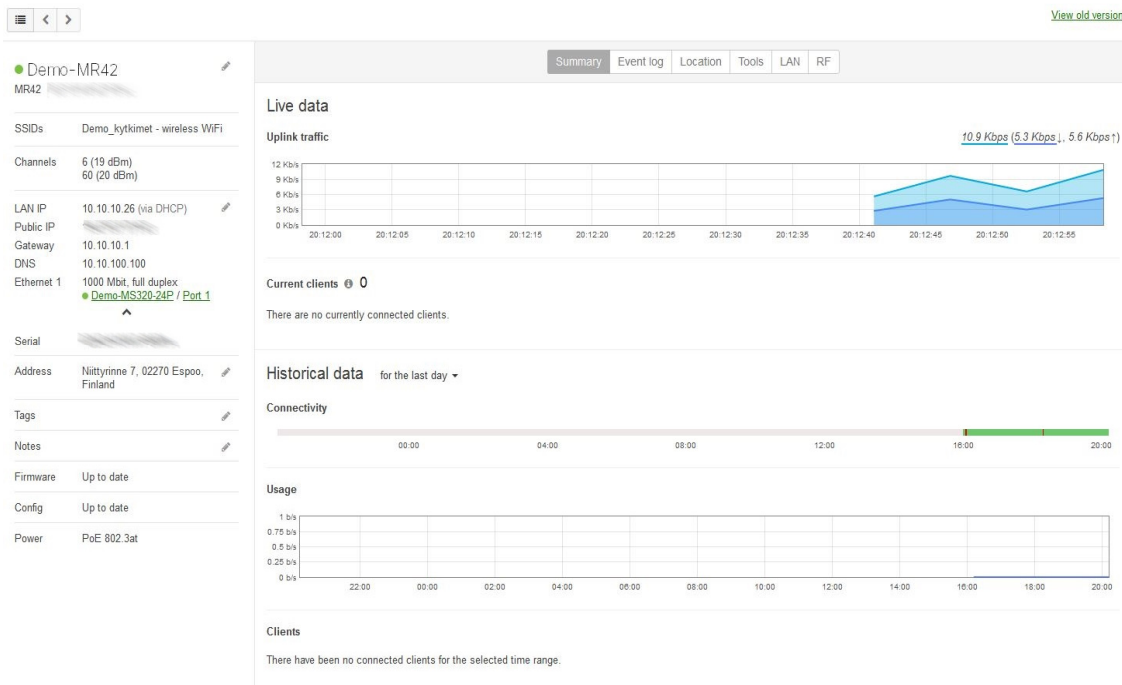
MR42:

- Kolme MU-MIMO 802.11ac Wave 2 radiota, jotka tarjoavat maksimissaan 1,9 Gbps kaksikaistaisen siirtonopeuden.
- Neljäs radio mahdollistaa bluetooth-skannauksen ja paikannuksen.
- Tietoturvasta vastaa sisäänrakennetut Layer 3-7 palomuri ja virus-skanneri.
- Layer 7 -liikenteen muokkauksella ja seurauksella voidaan luokitella satoja sovelluksia ja määrittää niille siirtorajoituksia, laittaa sovelluksia tärkeysjärjestykseen ja kieltää ei haluttua liikennettä tai sovelluksia.

Seuraavaksi lisätylle tukiasemalle luotiin oma langaton verkko Demo_tukiasemat. Tämä onnistuu organisaation inventory-sivulta, kun laite on lisätty organisaatiolle sarjanumeron avulla. Nyt organisaation verkkoihin on lisätty ensimmäinen tukiasema ja organisaation sivuille avautuu kokonaan uusi välilehti langattoman verkon asetuksille. Tukiaseman asetusten määrittely on nyt mahdollista.

Tukiasemat on listattu langattoman verkon tukiasema-alavalikossa. Tukiaseman nimeä painamalla päästään tukiaseman omalle sivulle samalla tavalla kuin kytkimienkin kanssa. Tukiaseman sivulla ensimmäisenä tulee vastaan yhteenveto, joka sisältää tietoa tukiasemasta ja sen toiminnasta. Sivulla on graafiset kuvaajat kuvaamassa tukiaseman liitettävyyttä, käyttöastetta sekä 5 sekunnin väliajoin hetkellistä liikennettä. Lisäksi löytyy lista sekä tämänhetkisistä että kaikista päätelaitteista. Myös kaikki tukiasemaan liittyvät osoitteet ovat saman tien nähtävissä: lähiverkon osoite, julkinen osoite, oletusyhdyskäytävä sekä nimipalvelimen osoite. Myös tukiaseman perusasetukset kuten tukiaseman nimi-, sijainti- ja firmware-päivitykset ovat yhden napsautuksen päässä yhteenvetosivulla.

Lisäksi löytyy viisi muuta välilehteä: Event Log, Location, Tools, LAN ja RF. Näistä neljän ensimmäisen käyttötarkoitukset ja ominaisuudet ovat vastaavat kuin kytkimillä. RF-välilehdellä voidaan tuottaa graafinen kuvaaja kanavan käyttöasteesta 2,4 GHz:n tai 5 GHz:n radiolla. Lisäksi välilehti listaa verkon naapuritukiasemat. Nämä toiminnot voivat olla todella käteviä langattoman verkon vikatilanteissa.



Kuva 11. Tukiaseman sivu Meraki-hallinnassa

Seuraavaksi määriteltiin langattoman verkon SSID-asetukset. Tehokkaimmaksi tavaksi tehdä tämä valikoitui Merakin erittäin kätevä asetus nimeltään sapluunan luonti (engl. Configuration Template). Tällä tavalla kertaalleen luodun sapluunan avulla voidaan hetkessä määrittää asetukset kaikille tulevaisuudessa samaan verkkoon asennettaville tukiasemille. Luotiin kaksi SSID:tä, joista toinen suojattiin WPA2-salausavaimella ja toinen palvelee avoimen vierailijaverkon tarkoitusta. Vierailijaverkolle asetettiin ns. "Splash page" eli sivu, joka aukeaa itsestään vierailijaverkkoon liityttäessä.

This network is acting as the configuration template for [1 network](#).

Configuration overview

Showing 4 of 15 SSIDs. [Show all my SSIDs](#).

	Demo_tukiasemat WiFi	Demo_vierailija
Enabled	enabled	enabled
Name	rename	rename
Access control	edit settings	edit settings
Encryption	WPA2-PSK	Open
Sign-on method	None	Click-through splash page
Bandwidth limit	unlimited	unlimited
Client IP assignment	Meraki DHCP	Meraki DHCP
Clients blocked from using LAN	no	no
Wired clients are part of Wi-Fi network	no	no
VLAN tag	n/a	n/a
VPN	Disabled	Disabled
Splash page		
Splash page enabled	no	yes
Splash theme	n/a	n/a

Kuva 12. Demoverkon SSID-sapluuna.

6.4 Meraki Sovelluskerros

6.4.1 Sovelluskerros

Kerrostetun OSI-mallin seitsemäs ja ylin kerros on sovelluskerros. Sovelluskerroksella loppukäyttäjä on suoraan yhteydessä verkkosovelluksiin. Kerros sisältää varsinaiset rajapinnat ohjelmien verkkoviestintään. Esimerkkeinä ovat sähköposti ja tiedostojen tallentaminen verkkoon. Tämä on OSI-mallin ainoa kerros, joka kommunikoi suoraan päätelaitteille asennettujen sovellusten kanssa. [16.]

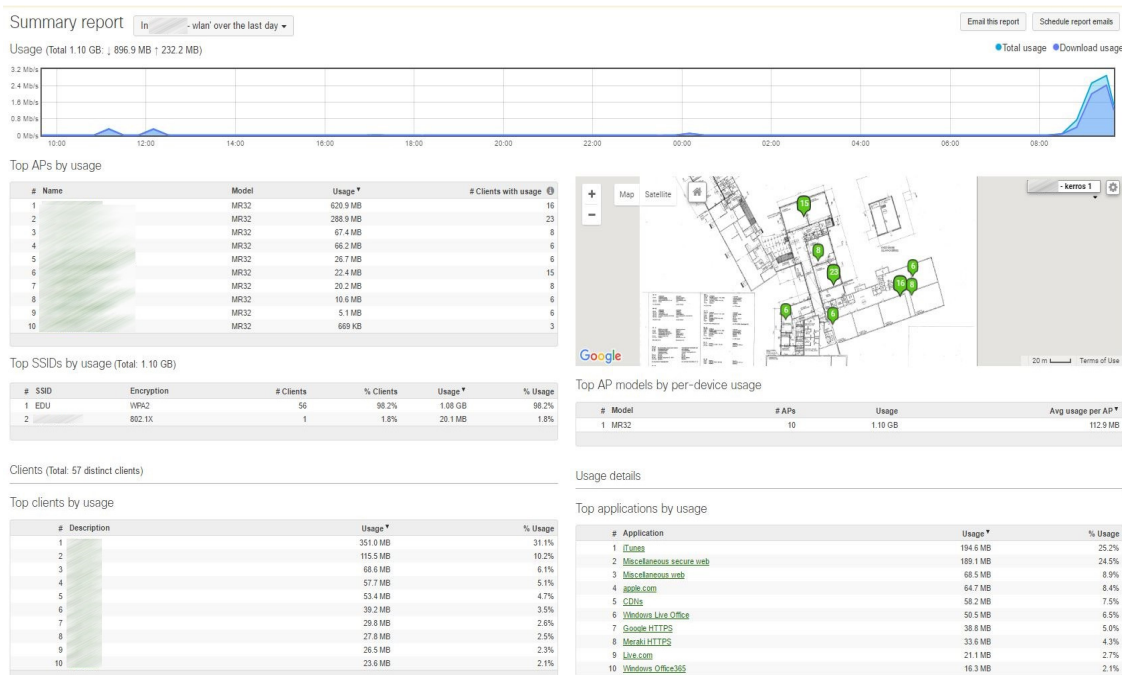
6.4.2 Sovelluskerroksen näkyvyys ja hallinta

Nykyaikana verkkojen ylläpitäjät kohtaavat uusia haasteita, kun lähes kaikki toiminta yrityksissä, yhteisöissä ja opetuslaitoksissa on riippuvaista verkoista. Korkeaa suorituskykyä ja rajatonta liitettävyyttä pidetään yleisesti itsestäänselvyytenä. Samaan aikaan yleistynyt trendi omien päätelaitteiden käytöstä yritysverkoissa, eli ns. BYOD (engl. Bring Your Own Device) on yhdessä pilvipohjaisten sovellusten kanssa aiheuttanut käytettävien laitteiden ja sovellusten määrän nopean kasvamisen verkoissa. Nämä tekijät voivat rasittaa perinteisiä verkkoja huomattavasti jo luoda ongelmia verkon toimintaan kuten pullonkauloja.

Meraki-verkkojen OSI-mallin kaikilla kerroksilla, aina portilta sovelluskerrokseen toimiva liikenteen analysointi onkin yksi näiden verkkojen suurimmista hyödyistä. Tämä näkyvyys mahdollistaa käyttäjien sovellusten seuraamisen ja kontrolloinnin. Sovelluksia voidaan monitoroida ja kontrolloida kokonaisen verkon, yksittäisten tukiasemien sekä yksittäisten käyttäjien tai sovellusten tasolla. Seurantatyökalut antavat tietoa käyttäjien sovelluskäytöstä reaaliajassa. Järjestelmä kerää automaattisesti jokaisesta organisaation verkosta yhteenveto raporttia, josta näkee nopeasti verkon eri tukiasemien, käyttäjien sekä sovellusten käyttöastetta. Sama raportti antaa myös paljon hyödyllistä yleistietoa verkosta: tukiasemien kerroskartan, liittyneiden käyttäjien määrä per tukiasema, verkossa olevien tukiasemien mallit sekä päätelaitteiden valmistajat ja käyttöjärjestelmät versioineen.

Käyttäjä- ja sovellusvalvonnan esimerkkeihin käytettiin asiakkaalle toteutettua langatonta Meraki-verkkoa. Verkko sisälsi kokonaisuudessaan 57 MR32-mallista tukiasemaa kolmeen toimipisteeseen jaettuna sekä näiden liittämiseen käytetyt MS220-kytkimet. Asiakas on koulu, jonka Meraki langatonta verkkoa käytetään opetuskäytössä yhdessä Applen Ipad-laitteiden kanssa.

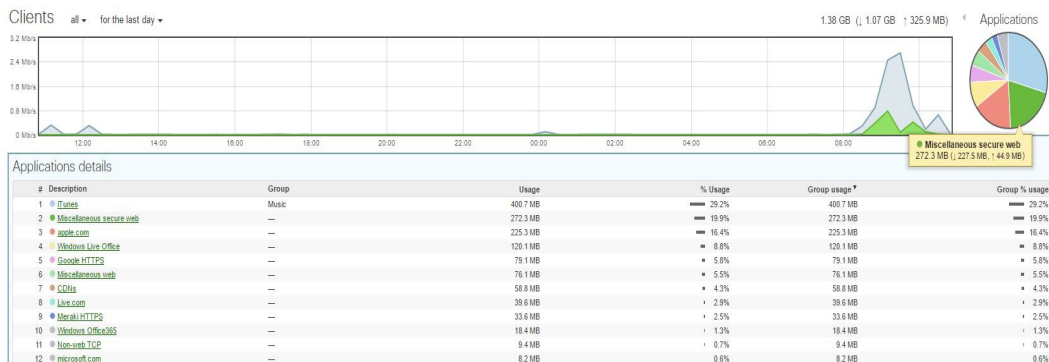
Yksittäisen verkon sovellusten ja käyttäjien valvonta aloitettiin valvonnan yhteenvetosivulta. Sivulta löytyi raportteja seuraavasti: tukiasemien sijainnit kartalla / pohjakuvissa, 10 eniten siirtänyttä tukiasemaa, 10 eniten siirtänyttä käyttäjää, 10 eniten käytettyä sovellusta sekä kokonaissiirron graafinen kuvaaja. Rakennusten pohjakuvista nähtiin tukiasemien sijainnin lisäksi sen, kuinka monta päätelaitetta on liittynyt kuhunkin tukiasemaan sillä hetkellä.



Kuva 13. Valvonnan yhteenveto raportti.

Yhteenvetosivulta pääsi saumattomasti siirtymään esimerkiksi yksittäisten käyttäjien, tukiasemien tai sovellusten valvontasivulle. Tämä valvonnan yhteenveto osoittautuikin todella käteväksi verkon käytön yleiskuvan antavaksi työkaluksi, jonka kautta oli luontevaa siirtyä tutkimaan yksityiskohtaisempaa valvontaa.

Yksittäisten sovellusten valvontatyökalut tällä verkkotasolla ovat hyvin rajalliset. Verkon tasolla onnistuu seuranta, jolla voidaan tuottaa lista verkon käytetyimmistä palveluista. Lisäksi tämä lista osoittaa kunkin sovelluksen siirtomäärät ja niiden suhteen verkon kokonaissiirtoon. Jokaisesta sovelluksesta löytyy lisäksi lyhyt kuvaus ja lista päätelaitteista, jotka ovat käyttäneet sitä.



Kuva 14. Käytettyjen sovellusten lista.

Termillä MDM (engl. Mobile Device Management) tarkoitetaan mobiililaitteiden, kuten matkapuhelimien, tabletti- ja kannettavien tietokoneiden hallintaa keskitetysti kolmannen osapuolen ratkaisulla.

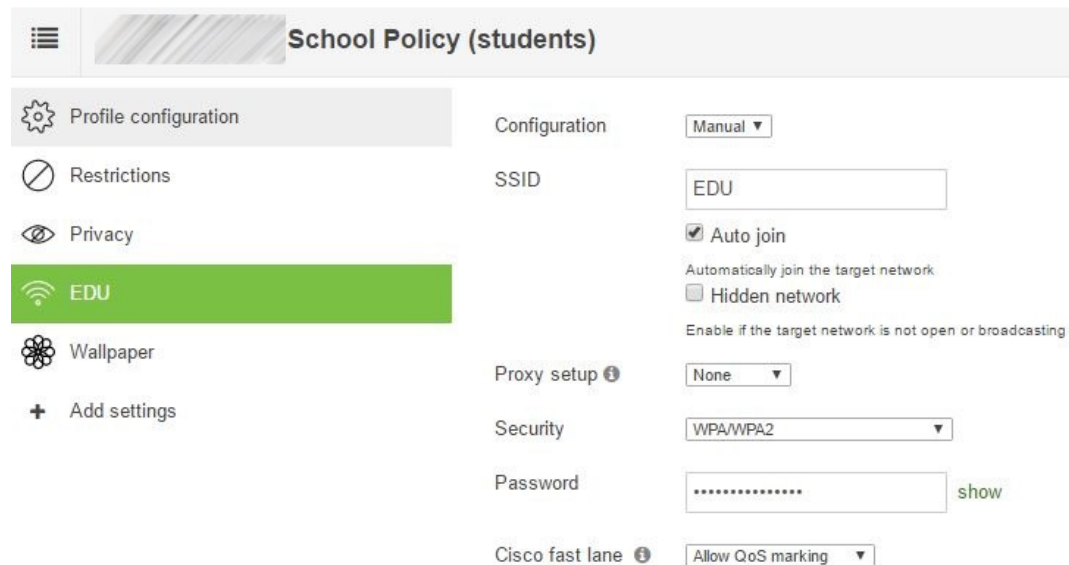
Meraki-verkot tarjoavat mahdollisuuden yhdistettyyn hallintaan MAC- ja Windows-työasemille sekä Apple-, Microsoft- ja Android-mobiililaitteille. Laittehallintaan käytetään Meraki Systems Manager -toimintoa. Tämä toiminto monitoroi kaikkia siihen liitetyjä laitteita ja kerää jatkuvasti tietoa laitteen ohjelmistoista, komponenteista ja sijainnista.

Mobiililaittehallintaan määritellään turvallisuuskäytäntöjä, jotka toimivat ikään kuin ryhmänä, joihin lisätään laitteet noudattamaan käytännön määritelmiä. Turvallisuuskäytäntöjen tarkoituksena on: suojata laitteita ja niiden sisältämiä tietoja, valvoa laitteiden käyttöä sekä rajoittaa laitteiden käyttöä ja käytettävää sisältöä (esim. pelit). Lisäksi voidaan luoda asetuksia käytäntöihin liitetyille laitteille. Esimerkiksi voidaan pakottaa laitteet liittymään tiettyyn langattomaan verkkoon tai määrittää taustakuva kaikille laitteille.

Turvallisuuskäytäntöjen määrittely jakautuu kolmeen ryhmään, joiden lisäksi tulevat halutut ryhmäasetukset:

- Yleiset asetukset sisältävät, käytännön nimen ja kuvauksen, laitteiden etsimisen merkkien perusteella sekä käytännön alle kuuluvat laitteet.
- Rajoitukset sisältävät, kaikki mahdolliset laitteille tulevat käyttörajoitukset. Omat valinnat iOS laitteille, Windows laitteille sekä yleisille rajoituksille. Täällä voi esimerkiksi kieltää Youtuben katsomisen tai laitteiden kameran käytön.
- Yksityisyys sisältävät, säännöt laitteiden seurantaan liittyen ja siitä, voiko laitteita seurata SSID:n tai GPS-sijainnin perusteella.

Työssä esimerkkinä käytettyyn asiakkaalle toteutettuun verkkoon määriteltiin perusasetuksien ja iOS-rajoitusten lisäksi oppilaiden iPad-laitteet liittymään langattomaan opeusverkkoon automaattisesti.



School Policy (students)

Profile configuration

Restrictions

Privacy

EDU

Wallpaper

+ Add settings

Configuration: Manual

SSID: EDU

Auto join
Automatically join the target network

Hidden network
Enable if the target network is not open or broadcasting

Proxy setup: None

Security: WPA/WPA2

Password: show

Cisco fast lane: Allow QoS marking

Kuva 15. MDM-automattinen langattomaan verkkoon liittyminen.

7 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli tutustua Ciscon Meraki-tuoteperheen laitteisiin, niillä verkon rakentamiseen ja verkon tuottamiseen palveluna. Lisäksi työssä tutustuttiin palveluiden tuottamiseen yleisesti, Meraki-yrityksen ja tuotteiden historiaan sekä langattomien verkkojen toimintaan.

Työn tekeminen alkoi palvelukäsitteen avaamisella ja palveluiden tuottamisen läpikäymisellä. Seuraavaksi tutustuttiin Merakiin yrityksenä ja tuotteena, pilvipalveluihin yleisesti sekä näiden kahden liittymään. Työn viimeisenä teoriaosuutena avattiin hieman langattomien verkkojen toimintaa sisältäen standardeja, protokollia ja antenniteknologiaa. Työn käytännönsuus alkoi Meraki-tuoteperheen kytkimien ja tukiasemien teknisten tietojen esittelyllä. Seuraavaksi avattiin Meraki-pilvihallinnan käyttöä ja uusien laitteiden lisäämistä verkkoihin. Merakin hallintaan perehdyttäessä tuli selväksi, että näiden verkkojen muunneltavuus ja asetusten määrä ovat hyvin rajalliset. Meraki-verkkojen vahvuutena voidaankin pitää hyviä seuraustyökaluja.

Lähtökohtaisesti työn tavoitteena oli Meraki-tuoteperheen kytkimiin ja tukiasemiin sekä verkkohallinnan ominaisuuksiin ja mahdollisuuksiin perehtyminen. Mielestäni tähän onnistuin tässä tavoitteessa hyvin, kokonaisuudessaan projekti antoi hyvät lähtökohdat Meraki-verkkojen hallintaan. Haasteena ja pienenä yllätyksenä tuli se, kuinka vähän oikeaa ”konffausta” Meraki-laitteilla oli mahdollista tehdä, tämän seurauksena työn käytännön osuus keskittyikin vahvasti verkkojen valvontaan.

Lähteet

- 1 Service (economics). 2016. Verkkodokumentti. Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Service_%28economics%29 Luettu 25.4.2016.
- 2 ITIL ja Parhaat käytännöt. 2016 Verkkodokumentti. itSMF Finland <http://itsmf.fi/itil-parhaat-kaytannot/> Luettu 25.4.2016.
- 3 ITIL. 2016. Verkkodokumentti Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/ITIL> Luettu 25.4.2016.
- 4 ITIL3 Palvelutasonhallinta. 2016. Verkkodokumentti. Wakaru <https://dev01.wakaru.fi/etusivu/lue-lisaa/itil3/palvelutasonhallinta> Luettu 26.4.2016.
- 5 Palvelut ja tuottavuus. Teknologia katsaus 204/2007. Tekes. Luettu 2.5.2016.
- 6 Palvelujen tuotteistamisesta kilpailuetua. Opas yrityksille 2009. Tekes. Luettu 8.5.2016.
- 7 What is cloud computing? Verkkodokumentti. CRMNEXT. <http://www.crmnext.com/learning/what-is-cloud-computing> Luettu 8.5.2016.
- 8 Kaavio pilvilaskennasta. Kuva. CRMNEXT <http://www.crmnext.com/media/1369/cloud-computing-models.png> Katsottu 8.5.2016.
- 9 Käytännön hyötyä liiketoiminnalle pilvipalveluiden avulla. 11.08.2014. Verkkootikkeli. Kauppalehti. <http://blog.kauppalehti.fi/vieraskyna/kaytannon-hyotyja-liike-toiminnalle-pilvipalveluiden-avulla> Luettu 12.5.2016.
- 10 Pilven pehmeät ja kovat hyödyt. Verkkootikkeli. Antti Kirmanen. Sulava <http://www.sulava.com/2012/09/pilven-pehmeat-ja-kovat-hyodyt/> . Luettu 12.5.2016.
- 11 Meraki. 2016. Verkkodokumentti. Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Meraki> Luettu 12.5.2016.
- 12 Meraki Expands International Presence By Partnering With UK-Based Cloud Distribution. Lehdistö tiedote. 2010. Meraki. <http://web.archive.org/web/20100718092156/http://meraki.com/press-releases/2010/05/26/meraki-expands-international-presence-by-partnering-with-uk-based-cloud-distribution> Luettu 17.5.2016.
- 13 Cisco buys Meraki for 1.2 billion. 19.11.2012. Verkkootikkeli. ZDNet. <http://www.zdnet.com/article/cisco-buys-meraki-for-1-2-billion-5-reasons-the-deal-makes-sense/> Luettu 17.5.2016.

- 14 Entrepreneurial Capitalism and Innovation: A History of Computer Communications 1968-1988 / 4.10 ALOHANET and Norm Abramson: 1966- 1972. Verkkodokumentti. James Pelkey. <http://www.historyofcomputercommunications.info/Book/4/4.10-ALOHANETNormAbramson-66-72.html> Luettu 24.7.2016.
- 15 Overview of the 802.11 Physical Layer. Tekronix.com Verkkodokumentti. Luettu 26.7.2016.
- 16 The OSI Model's Seven Layers Defined and functions Explained. 13.6.2014. Verkkootikkeli. Microsoft. <https://support.microsoft.com/en-us/kb/103884> Luettu 26.7.2016.
- 17 White Paper: 802.11AC In-Depth. 2014. Verkkootikkeli. Aruba Networks. http://www.arubanetworks.com/pdf/technology/whitepapers/WP_80211acInDepth.pdf Luettu 26.7.2016.
- 18 MIMO Tecnology 2016. Verkkodokumentti. Ian Poole. <http://www.radio-electronics.com/info/antennas/mimo/multiple-input-multiple-output-technology-tutorial.php> Luettu 28.7.2016.
- 19 Using the Cisco Meraki Device Local Status Page 2015. Verkkodokumentti. Cisco. https://documentation.meraki.com/zGeneral_Administration/Tools_and_Troubleshooting/Using_the_Cisco_Meraki_Device_Local_Status_Page Luettu 10.10.2016.
- 20 Firewall Rules for Cloud connectivity 2015. Verkkodokumentti. Cisco. https://documentation.meraki.com/zGeneral_Administration/Other_Topics/Firewall_Rules_for_Cloud_Connectivity Luettu 10.10.2016.

