

TIETOVERKON DOKUMENTOINTI

Tieto- ja viestintäteknikka

Halonen Juho

Opinnäytetyö
Tietotekniikan ko.
Insinööri (AMK)

2019

Tieto- ja viestintäteknikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Juho Halonen	Vuosi	2019
Ohjaaja	Tauno Tepsa		
Toimeksiantaja	Tetra-tekniikka Oy ja HEO kansanopisto		
Työn nimi	Tietoverkon dokumentointi		
Sivu- ja liitesivumäärä	54 + 3		

Opinnäytetyön päämääränä on kartoittaa oppilaitoksen tietoverkko sekä visualisoida ja dokumentoida se. Dokumentaation yhteydessä tarkastellaan tietoverkon päivitystöitä, uusimpia verkkolaitteisto- ja -ohjelmistopäivityksiä sekä fyysisiä muutoksia oppilaitoksen tietoverkkoon. Dokumentoinnin lisäksi selvitetään lyhyesti, mitä toimia tietoverkon uudistamiseksi, suorituskyvyn ja tietoturvan parantamiseksi voitaisiin ja toteutetaan tulevaisuudessa.

Työn tuloksena oppilaitokselle jää kattava dokumentaatio tietoverkosta ja siihen liitetystä päätelaiteryhmistä. Tämä helpottaa dokumentointia jatkossa sekä tulevien päivitys- tai laajennustöiden suunnittelua tietoverkkoon. Tietoturvan osalta pyritään päivitettyyn ja paranneltuun tietoverkkoympäristöön tai luomaan hyvät edellytykset sen kehittämiseksi. Dokumentaatio esitetään tässä opinnäytetyössä ilman liiallista yksityiskohtaisuutta, jotta opinnäytetyö olisi julkaisukelpoinen altistamatta oppilaitoksen tietoverkkoa ulkoisille tietoturvaohjelmille.

Opinnäytetyö on kirjoitettu tietoverkon päivitystöiden ohessa. Dokumentaatioon on pyritty päivittämään tietoverkkoon ja sen työkaluihin tehdyt viimeisimmät muutokset. Työssä käytettiin seuraavia digitaalisia työkaluja: etätyöpöytäyhteyttä, Photoshop-, PuTTY-, Speedtest.net-, UniFi Controller -, Visio- ja WiFi Analyzer -ohjelmia, sovelluksia ja Web-hallintasivustoja.

Degree Programme in Information
and Communication Technology
Bachelor of Engineering

Author	Juho Halonen	Year	2019
Supervisor	Tauno Tepsa		
Commissioned by	Tetra-tekniikka Oy and HEO Folk High School		
Subject of thesis	Information Network Documentation		
Number of pages	54 + 3		

This thesis aimed to gather and document information about an educational institution's information network. The upgrades, the latest network hardware, the software updates, and the physical changes to the school's data network were also examined. Additionally, a brief analysis was conducted on what actions could and would be taken in the future. These actions were necessary to modernize the system, improve its performance and security. Regarding information security, the aim was to create an updated and improved information network environment or at least provide proper guidelines for its development.

The research presented was presented in this thesis without too much detail as to not expose the educational institution's information network to external security threats. This thesis was written while updating the data network. The documentation was accordant with the latest changes to the information network and its tools. The digital tools included Remote Desktop Connection, Photoshop, PuTTY, Speedtest.net, UniFi Controller, Visio, and WiFi Analyzer applications, and Web Management sites.

As a result of this research, the school would have comprehensive documentation of its information network and the terminal groups connected to it. With this knowledge, the school would be able to facilitate the future documentation and planning of the next upgrades of the information network.

Key words document, documentation, information network,
network devices, WLAN

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
1.1	Dokumentoitava ympäristö	7
1.2	Dokumentointiprosessi.....	7
2	TIETOVERKKOJEN PERUSTEITA.....	9
2.1	OSI-malli.....	9
2.2	Verkkotopologiat	11
2.3	Tiedonsiirron fyysinen media	12
2.3.1	Kuparikaapelit	13
2.3.2	Valokuitu	16
2.3.3	Langaton media.....	18
3	DOKUMENTOINTI.....	20
3.1	Lähiverkko	20
3.1.1	LAN-verkon rakenne 2018	20
3.1.2	LAN-verkon uudistukset 2019	22
3.2	Langaton lähiverkko.....	26
3.2.1	WLAN-verkon rakenne 2018	26
3.2.2	WLAN-verkon uudistukset 2019.....	29
3.3	Valvontakamerajärjestelmä.....	32
3.3.1	Valvontakamerajärjestelmän uudistus 2019.....	32
3.4	Asuntolarakennuksen LAN- ja WLAN-verkko	35
3.4.1	LAN-verkon kartoitus.....	36
3.4.2	Asuntolarakennuksen WLAN-uudistukset	40
3.5	Tietoverkon päivityssuunnitelmat.....	41
4	KÄYTÄNNÖN ESIMERKKI ASENNUSPROJEKTISTA	44
4.1	Verkkoyhteys erilliseen luokkatilaan	44
4.2	Suunnitelma langattomasta siltauksesta.....	45
4.3	Ensimmäinen toteutus tukiasemilla.....	45
4.4	Toinen toteutus Airmax Nanostationilla.....	47
5	POHDINTA	51
	LÄHTEET.....	52
	LIITTEET	54

ALKUSANAT

Haluaisin kiittää Tetra-Tekniikka Oy:tä työhön perehdytyksessä. Erityinen huomio tästä menee tietoverkkojen asennus- ja konfigurointitöiden alkuun auttamiselle ja myöhemmälle opastukselle. Ilman perehdytystä ja opastusta tämän opinnäytetyön muodostaminen tässä laajuudessaan ei olisi ollut mahdollinen.

HEO kansanopiston henkilökuntaa ja opettajia haluan kiittää avoimesta ja vakaasta työympäristöstä. Henkilökunnan kannustus ja tuki opinnäytetyön kirjoittamiselle ovat vaikuttaneet myönteisesti motivaatioon viedä työ kunnialla loppuun. Toivon, että tästä työstä jää hyvä pohja oppilaitoksen tietoverkon kehitystä varten ja siten se hyödyttäisi kaikkien työskentelyä jatkossa.

Lapin ammattikorkeakoulua ja varsinkin opinnäytetyötä ohjanneita opettajia kiitän avusta, ohjauksesta ja kärsivällisyydestä. Etenkin mahdollisuus tarjota CCNA-verkkokurssit tuki vahvasti opinnäytetyön rakentamista. Tästä oli huomattava apu kirjoitusprosessin alkuun saattamisessa sekä kirjoituksen aikana mahdollisuudesta nojautua ammattimaiseen materiaaliin.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

AP	Access Point, tukiasema
Bandwidth	kaistanleveys, tiedonsiirtonopeuden maksimi
Cat 5	Category 5 parikaapeli
Cat 6	Category 6 parikaapeli
Ethernet	pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu (LAN)
Full Duplex	kaksisuuntainen yhteys tai -järjestelmä
Half Duplex	vuorosuuntainen yhteys tai -järjestelmä
HEONET.COM	HEO:n verkkotoimialue
LAN	Local Area Network, lähiverkko
NAS	Network-Attached Storage, verkkotallennusjärjestelmä
PoE	Power over Ethernet, virtasyöttö Cat-parikaapelissa
PtMP	Point-to-Multi-Point protokolla
PtP	Point-to-Point protokolla
RDP	Microsoftin etätyöpöytäyhteys protokolla
RJ11	2 johtimen puhelinkaapelille käytetty liitin, myös 8P2C
RJ45	8 johtimen yleisin verkkoliitin, myös nimityksellä 8P8C
SSID	Service Set Identifier, WLAN-verkkotunnus
Throughput	läpisyöttö, siirretyn tiedon määrä tietyssä ajassa
VDSL	Very high speed digital subscriber line, tietoliikennetekniikkojen ryhmä
VLAN	Virtual Lan, virtuaalilähiverkko
VPN	Virtual Private Network, virtuaalinen erillisverkko
WAN	Wide Area Network, ulkoverkko
WLAN	Wireless Lan, langaton lähiverkko

1 JOHDANTO

1.1 Dokumentoitava ympäristö

HEO on Helsingin Kalliossa sijaitseva vapaan sivistystyön kansanopisto. Oppilaitoksen päärakennus sijaitsee Kirstinkadun ja Alppikadun risteyksessä. Päärakennus on suunniteltu vuonna 1903 ja rakennettu pian sen jälkeen. (HEO 2019.)

Päärakennuksessa on luokkatiloja neljässä eri kerroksessa. Rakennuksen iästä johtuen modernit verkkokaapelointityöt ovat olleet paikoittain haastavia, sillä tällaisia seikkoja ei ole pystytty ennakoimaan rakennusajankohtana. WLAN-radio-signaalit vaimenevat paikoittain huomattavasti kivirakenteista johtuen.

Vanha päärakennus yhdistyy Castréninkadun uudempiin kiinteistöihin, joissa sijaitsee luokkatilojen lisäksi opiston asuntolarakennus. Asuntolarakennuksen tietoverkkoa päivityksineen käsitellään tässä opinnäytetyössä. Opiston päärakennuksen yhteyteen sijoittuu opiskelijaravintola Kirstin Keidas, joka kassapäätelaitteen ja valvonnan johdosta liittyy oppilaitoksen tietoverkkoon. Opistolla on useita muita opetustiloja Kallion kaupunginosassa, joihin on uusittu tietoliikenneverkko, mikäli näissä ei sellaista ole entuudestaan ollut. (HEO 2019.)

1.2 Dokumentointiprosessi

Oppilaitoksen sisäverkon uusiminen ja dokumentointi on aloitettu vuonna 2014. Vuosien 2014 ja 2018 välillä lähiverkko uudistettiin tähtitopologiaan. Suurin osa runkokaapeleista ja kytkimistä uusittiin tai niitä lisättiin ja luotiin pohja dokumentaatiolle Excel-taulukkomuodossa ja muistiinpanoina. Tämä loi hyvät edellytykset jatkaa edeltäjän aloittamaa dokumentointityötä ja visualisoida tämä digitaaliseen muotoon. (Piispanen 2019)

Oppilaitoksen IT-vastaavan työhön liittyy järjestelmien ylläpito, kehitys, käytön tehostus käyttäjien piirissä, käyttäjien neuvonta ja palveleminen, sekä laaja kirjo pienempiä tehtäväalueita. Laajasta vastuualueesta johtuen, ensimmäinen työvuosi meni pääasiassa työnkuvan, toimintatapojen ja työympäristön sisäistämisessä. Tästä johtuen ensimmäinen työvuoden aikana lähiverkon päivitystyöt jäi-

vät vähäisemmiksi. Toisen työvuoden aikana perehdyttiin tarkemmin tietoverkkojen teoriaan ja asennustöihin ja tehtiin enemmän muutoksia tietoverkkoon. Kirjoittaja aloitti työt Tetra-Tekniikka Oy:llä 2018 tammikuussa, HEO:n kansanopiston IT-tuki ja -vastuuhenkilönä täysipäiväisesti.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on esittää oppilaitoksen verkkoinfrastruktuuri dokumentoituna ja tehdä suunnitelma, minkälaisia rakenteellisia uudistuksia oppilaitoksen verkkoon tehdään tietoturvan ja suorituskyvyn parantamiseksi. Yksi tapa tähän on segmentointi VLAN eli Virtual LAN:ien avulla.

Dokumentaatio sisältää uudistuksia oppilaitoksen fyysiseen LAN- ja WLAN-verkkojen-rakenteeseen. Käytännön esimerkkinä sisäverkon laajennuksesta on langaton siltaus Point-to-Point -tilassa. Tämä tehtiin 2019 elokuussa käyttöön otetun päärakennuksesta erillään olevan luokkatilan liittämiseksi oppilaitoksen sisäverkkoon.

2 TIETOVERKKOJEN PERUSTEITA

2.1 OSI-malli

Open Systems Interconnection Reference Model, lyhyemmin OSI-malli havainnollistaa tiedonsiirtoprotokollien toiminnallisuudet seitsemässä eri kerroksessa (Kuvio 1). Se sisältää laajan listan toiminnallisuuksia ja palveluita. Jokainen kerros viittaa alempaan kerrokseen toiminnollisissaan ja tarjoaa alustan seuraavan kerroksen toiminnalle. OSI-mallin pohjalta opinnäytetyö keskittyy pääasiassa fyysisen kerroksen, siirtoyhteyserroksen ja verkkokerroksen toimintaan. (Cisco Networking Academy 2019.)



Kuvio 1. OSI-mallin kerrokset (Kouvolan seudun ammattiopisto 2010.)

OSI-malli on alun perin kehittänyt ISO, International Organization for Standardization. OSI-mallista piti tulla virallinen alusta tietoliikennejärjestelmien kehitykseen. Käytännössä TCP/IP-viitemalli oli kuitenkin jo 80-luvulla kerennyt vakiutumaan teollisuuteen. OSI:n kansainvälinen standardi on ISO/IEC 7498-1. (Russell 2013.)

OSI-mallin ensimmäinen kerros on fyysinen kerros. Fyysinen kerros on OSI:n alin kerros johon liittyy tiedonsiirron fyysiset ominaisuudet. Näihin sisältyy kaapelointi, liitännät ja protokollat tiedon siirtoon bitteinä valittua väylää pitkin. Käytännössä tieto muutetaan biteittäin sähköimpulsseiksi, radiosignaaleiksi ja valoksi. (Kouvolan seudun ammattiopisto 2010.)

Toinen kerros tunnetaan siirtoyhteys- tai siirtokerroksena. Siirtoyhteyskerros valmistelelee tietoliikennepakettien siirron ylemmiltä kerroksilta fyysiselle kerrokselle. Se määrittelee tekniikat tietokehysten vaihtoon laitteiden välillä yhteisellä väylällä. (Cisco Networking Academy 2019.)

Kolmas kerros on verkkokerros. Verkkokerros mahdollistaa tiedonsiirron tietoverkossa tietokoneiden välillä verkkoratkaisujen rakenteista riippumatta. Tässä kerroksessa tieto tiivistetään siten, että se voidaan siirtää tietoverkossa mahdollisimman pienellä vaivalla määränpään. (Cisco Networking Academy 2019.)

Neljäs kerros on kuljetuskerros ja se takaa päästä-pään yhteyden tiedonsiirtoon tietoverkon tasolla. Tämä tarjoaa palvelut tiedon osiointiin, lähetykseen ja uudelleen kokoamiseen. Yhteydellisessä yhteydessä varmistetaan, että tieto saavuttaa vastaanottajan. Yhteydettömässä yhteydessä pakettien perille pääsyä ei tarkisteta. (Kouvolan seudun ammattiopisto 2010; Cisco Networking Academy 2019.)

Viidennen kerroksen eli istuntokerroksen tehtävänä on laitteiden yhdistäminen verkon yli, istunnon ylläpito ja sen sulkeminen. Se tarjoaa keinoja esityskerroksen keskustelun muodostamiseen ja tiedon siirtoon. Istuntokerros huolehtii esimerkiksi videoissa kuvan ja äänen synkronoinnin. (Kouvolan seudun ammattiopisto 2010; Cisco Networking Academy 2019.)

Kuudetta kerrosta eli esitystapakerrosta käytetään tiedon esitysmuodon varmistamiseksi oikeaksi tiedonsiirron yhteydessä. Näin tieto tulee vastaanottajalle ymmärrettävässä muodossa. Tässä kerroksessa mahdollistuu tiedon salaaminen ja purkaminen. (Kouvolan seudun ammattiopisto 2010.)

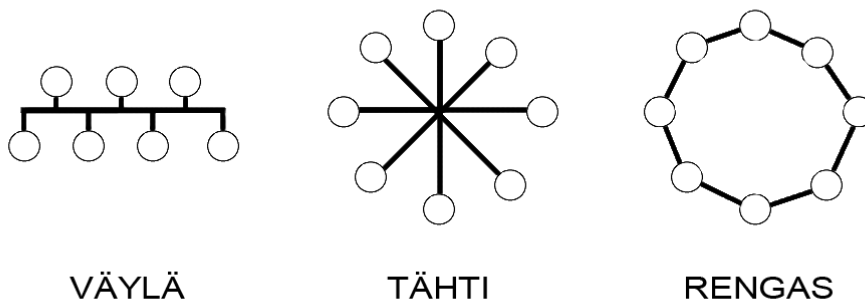
Seitsemäs kerros, joka on kerroksista ylin, on sovelluskerros. Tämän kerroksen tehtävänä on muodostaa rajapinnat sovelluksille verkkoviestintää varten. Sovellukset ja ohjelmat käyttävät tätä kerrosta, jonka kautta tieto siirtyy kerroksittain

aina fyysiselle kerrokselle ja vastaanottajalle. (Kouvolan seudun ammattiopisto 2010.)

2.2 Verkkotopologiat

Verkkotopologiat kuvaavat tietoverkkojen rakennetta. Topologia havainnollistaa laitteiden välisten liitännöiden ja yhteyksien verkoston. Verkkotopologia voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen, fyysisiin- ja loogisiin topologioihin. Fyysinen topologia kuvaa verkkoon liitettyjen laitteiden välistä fyysistä yhteyttä, esimerkiksi miten ne on liitetty toisiinsa kaapeleilla. Looginen topologia kuvaa sitä miten tieto liikkuu verkossa laitteelta toiselle, johon liittyvät virtuaaliset yhteydet laitteiden välillä. (Cisco Networking Academy 2019.)

Tietoverkko voi fyysiseltä ja loogiselta topologiaaltaan olla hyvin samankaltainen, mutta fyysinen topologia ei kuitenkaan määrittele miten paketit liikkuvat tietoverkossa lopulta. Verkon looginen topologia voi siis olla erilainen fyysiseen verrattuna. Yleisimmät fyysiset topologiat ovat väylä, rengas ja tähti (Kuvio 2). (Cisco Networking Academy 2019.)



Kuvio 2. Verkkotopologioita

Väylätopologia on tietokoneverkkojen vanhin malli. Verkon laitteet ovat yhdessä väylässä, jonka päät on kytketty terminaattoreihin. Väylätopologisia tietoverkkoja

ei nykyään juuri enää näe yritysmaailmassa, mutta sitä muistuttavia linjatopologioita on enemmän, jossa laitteet ovat yhdessä ketjussa, mutta ilman terminaatoreita. Molemmat ovat vikaherkkiä, sillä verkon katketessa tietyistä pisteistä, väylä menettää yhteyden siitä eteenpäin. (Cisco Networking Academy 2019.)

Tähtitopologia on yleisin tietoverkkomalli. Verkon laitteet yhdistyvät keskustassa olevaan keskittimeen tai yleisemmin kytkimeen. Tämä on vikasietoinen, sillä yhden yhteyden katkeaminen ei kaada koko verkkoa. Tähtitopologinen verkko yhdistettynä toiseen tähtiverkkoon muodostaa laajennetun tähtitopologian. (Cisco Networking Academy 2019.)

Rengastopologia on kehään kytkeytynyt laitteiden verkko, Hyvä esimerkki tästä on IBM:n fyysisenä tähtenä muodostettu Token Ring -verkko.

Mesh-topologisessa verkossa kaikki laitteet ovat yhteydessä toisiinsa. Mesh-topologiaa hyödynnetään esimerkiksi langattomissa verkoissa. (Cisco Networking Academy 2019.)

2.3 Tiedonsiirron fyysinen media

Tiedonsiirron fyysinen media muodostuu viestintäkanavista, jotka yhdistävät tietoverkkojen osat toisiinsa. Viestintäkanavien muodostukseen liittyy oleellisesti OSI-mallin fyysinen kerros, joka koostuu elektroniikasta, mikropiiristöstä ja tiedon siirrosta langallisesti tai langattomasti. Tiedon siirron fyysisiä väyliä ovat kupari- ja optikaapelit, valokuitukaapelit tietoliikenneverkkojen väleillä ja radioaallot langattomissa verkoissa. Monet kansainväliset organisaatiot ja yritykset kehittävät ja ylläpitävät standardeja näille, joista yksi on Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE on maailmanlaajuinen tekniikan alan järjestö, joka tekee alallaan julkaisuja, järjestää konferensseja ja koulutuksellisia tapahtumia, sekä määrittelee standardeja. (Cisco Networking Academy 2019; Institute of Electrical and Electronics Engineers 2019.)

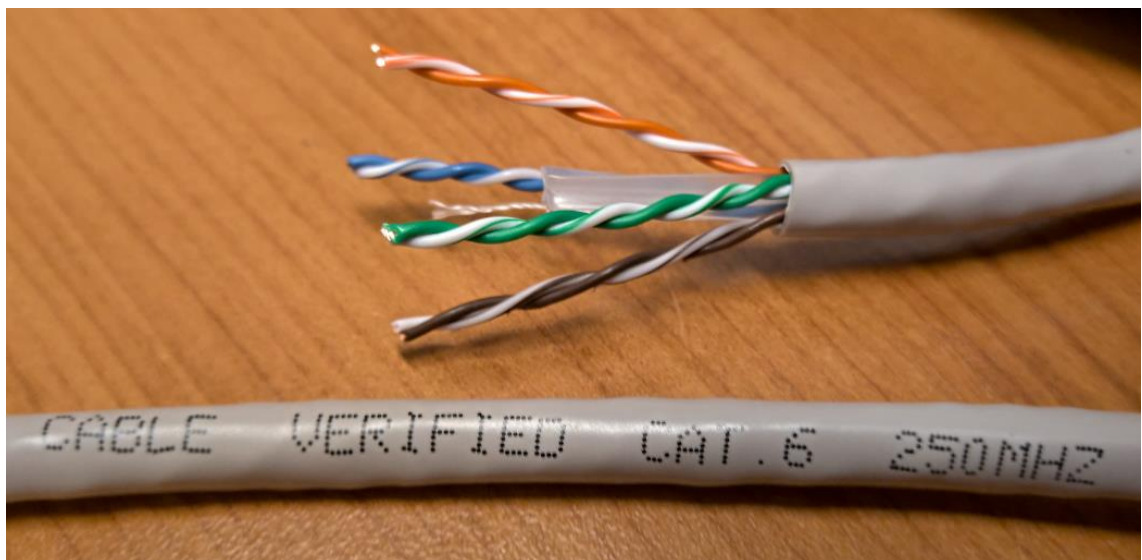
IEEE 802.3 standardin Ethernet luo kehykset fyysisen kerroksen ja siirtoyhteyskerroksen lähiverkkotekniikalle. Tähän ei perehdytä teorian tasolla tarkemmin

tässä opinnäytetyössä. IEEE 802.3 standardiin kuitenkin liittyy opinnäytetyön kannalta oleellisesti IEEE 802.3af standardi. Tämä standardi käsittää virran syötön verkkoyhteyden ohella parikaapelissa. Teollinen nimitys tälle on PoE, joka tulee sanoista Power-over-Ethernet. (Cisco Networking Academy 2019; Versa Technology 2019.)

2.3.1 Kuparikaapelit

Kuparikaapelit ovat yleisin, helpoin ja halvin ratkaisu lähiverkkojen rakentamisessa. Kuparikaapeleissa tieto liikkuu johdoissa sähkömagneettisessa muodossa. Tiedonsiirto kuparikaapeleissa on altis häiriöille ja siten ne eivät sovellu tiedon siirtoon pitkille matkoille. Kuparikaapeleista yleisin on suojaamaton parikaapeli. (Cisco Networking Academy 2019.)

Parikaapelin ulkoinen kerros on paksu fyysiseltä rasitukselta suojaava suojakuori. Sen sisällä kulkee neljä johdinparia, yhteensä kahdeksan johdinta. Johdinparissa molemmat johtimet on kierretty toistensa ympärille. Johdinparien parikierto on erisuuruinen, joka vähentää muiden johtimien ja kaapelien sähkömagneettisen säteilyn aiheuttamia häiriöitä. Yksittäiset johtimet on suojattu ohuella muovikerroksella. Johtoparien keskellä voi olla kierretty ristikkomuovituki, joka erottaa johtoparit toisistaan, parantaa häiriösietoisuutta ja tukee koko kaapelia (Kuvio 3). (Cisco Networking Academy 2019.)



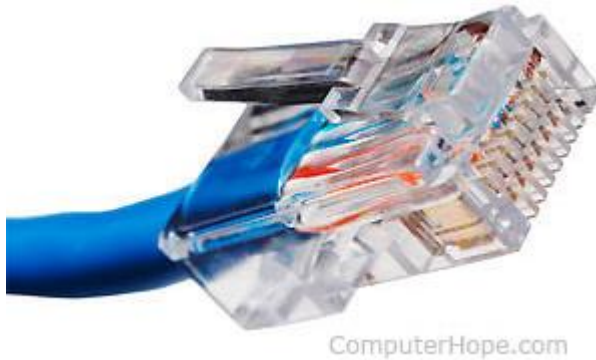
Kuvio 3. Johdinparit UTP Cat 6 parikaapelissa

Yleisiä nykypäivän parikaapelityyppejä ovat vanhempi Cat 5e sekä uudemmat Cat 6 sekä Cat 6a parikaapelit. Suojaamattoman parikaapelin lyhenne on UTP, joka tulee sanoista Unshielded Twisted Pair. UTP on yleisin parikaapeli ja helpoin asentaa. Suojatun parikaapelin lyhenne on STP, joka tulee sanoista Shielded Twisted Pair. Suojatussa parikaapelissa on foliosuojaukset johdinparien ympärillä, sekä maadoitusjohto. Kaapeli on kalliimpi ja haastavampi asentaa, mutta erittäin häiriösietokykyinen. Siten se on hyvin soveltuva muun muassa sairaaloihin ja lentokentille, joiden ympäristöissä voi olla tavallista enemmän häiriösignaaleja ja joissa tietoverkon häiriöttömyys on elintärkeää (Kuvio 4). (Casazza 2019; Firefold 2019.)



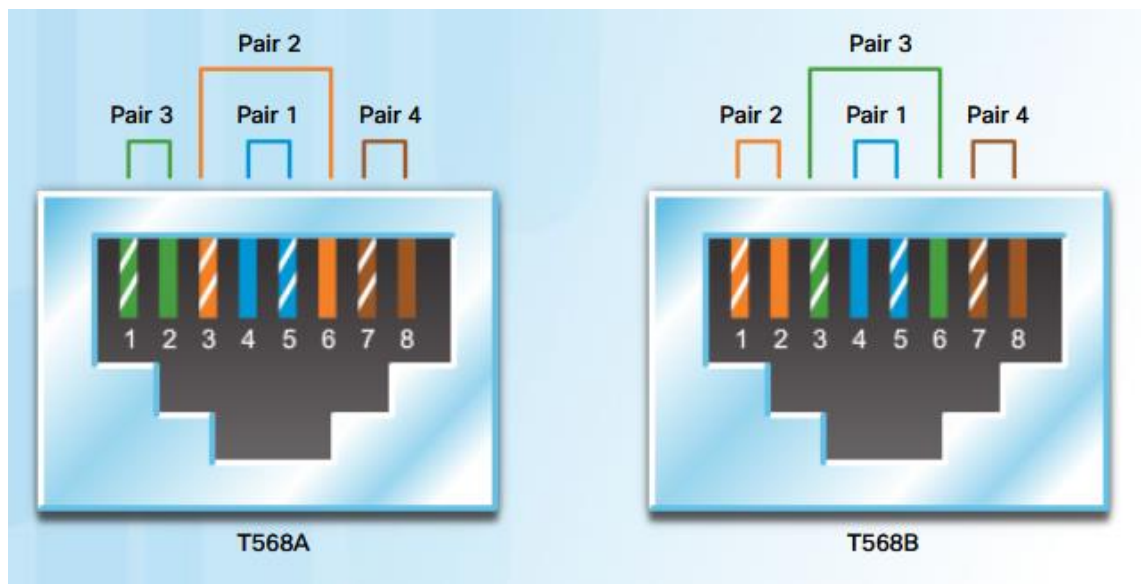
Kuvio 4. STP Cat 6 parikaapelin pää avattuna

Parikaapeli käyttää RJ45-liitintä, jonka oikea nimitys on 8P8C-liitin, 8 Position 8 Contact (Kuvio 5). RJ45-liitin on alun perin puhelinyhteyksissä käytetty liitin ja 8P8C-liitin tietokoneverkoissa käytetty liitin. Vaikka 8P8C onkin oikea nimitys liittimelle, teollisuus on jo vakiintunut käyttämään termiä RJ45. RJ45 on hyväksytty ja laajasti käytetty nimitys Ethernet-lähiverkkojen parikaapelien pääteliittimiksi. Tässä opinnäytetyössä tullaan käyttämään RJ45 nimitystä 8P8C:n sijaan. (Waldock 2017.)



Kuvio 5. RJ45- tai 8P8C-liitin (Computer Hope 2018.)

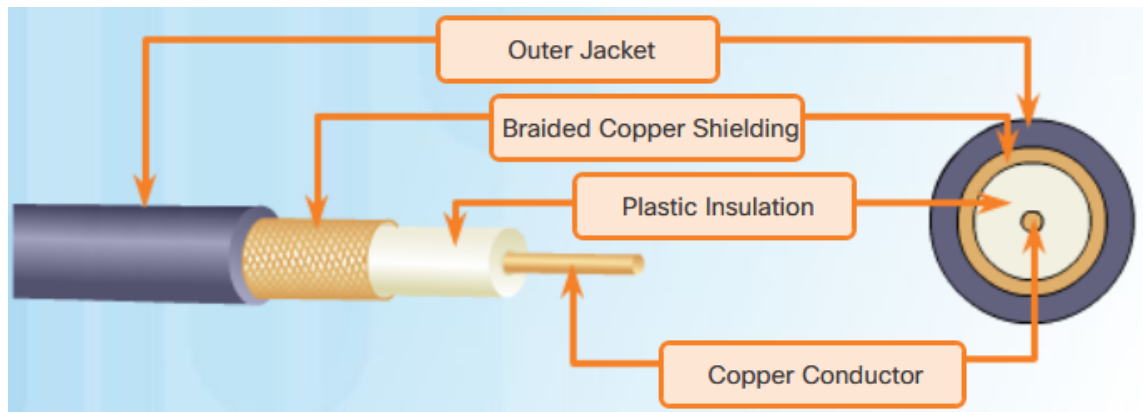
RJ45 liittimeen johtimet voidaan kytkeä kahdella eri tavalla. Ensimmäisen nimitys on T568A ja toisen T568B (Kuvio 6). Jos parikaapelin molemmissa päissä on vain T568A tai vain T568B kytkentä, niin parikaapeli on suorakytketty eli MDI. Mikäli parikaapelin molemmissa päissä on eri kytkennät, niin parikaapeli on risti-kytketty eli MDI-X. Nykyään verkkolaitteissa on Auto-MDIX ominaisuus, jonka ansiosta laitteet mukautuvat kytkentään automaattisesti kaapelin kytkennästä riippumatta. (Cisco Networking Academy 2019; Computer Hope 2018.)



Kuvio 6. RJ45-liittimen kaksi eri kytkentää (Cisco Networking Academy 2019.)

Toinen kuparikaapeli tyyppi on koaksiaalikaapeli. Se koostuu keskijohtimesta, jonka ympärillä on eriste. Eristeen ympärillä on lieriömäinen ulkojohdin, jota suo-
jaa muovinen ulkokuori (Kuvio 7). Ulkojohdin suojaa kaapelia ulkoisilta sähkö-

magneettisilta häiriöiltä. Parikaapeli on pääasiassa syrjäyttänyt koaksiaalikaapelit. Sitä kuitenkin käytetään edelleen langattomille asennuksille muun muassa radiolaitteen ja antennin välillä kantamaan radiosignaalia. Useat vanhemmat valvontakamerat käyttävät koaksiaalikaapeleita. Koaksiaalivalvontakameroita tarkastellaan myöhemmin opinnäytetyössä. (Cisco Networking Academy 2019.)



Kuvio 7. Koaksiaalikaapelin rakenne (Cisco Networking Academy 2019.)

2.3.2 Valokuitu

Valokuitukaapeleita käytetään ensisijaisesti tiedonsiirrossa suurilla etäisyyksillä. Niitä käytetään yritysverkkojen ratkaisuisissa, pienyritys- ja kotiyhteyksissä ja kaukoyhteyksien tietoverkoissa kaupunkien ja maiden välillä. Kaukoyhteyksien tietoliikenneväylissä tieto liikkuu valona kymmeniä kilometrejä yksittäisessä kaapelissa, ennen kuin sitä pitää vahvistaa optisella vahvistimella. Pisimmillään valokuitukaapeliverkko ylittää merten alaisissa kaapeleissa mantereelta toiselle. Valokuitu on parikaapeliin verrattuna kallis. Toisaalta siihen ei vaikuta sähkömagneettiset häiriöt ja sen tiedonsiirtokapasiteetti on paljon suurempi. Lisäksi signaalin taso on huomattavasti vahvempi suurilla etäisyyksillä parikaapeliin nähden. (Cisco Networking Academy 2019.)

Valokuitukaapelin ydin koostuu hauraasta optisesta kuidusta. Tätä ympäröi kemikaalipäälyste, joka pitää valon ytimessä heijastamalla sen takaisin ytimeen. Kemikaalipäälystettä suojaa muovinen puskurimateriaali fyysiseltä rasitukselta. Puskurin ympärille tulee vahvistava, usein kevlar, materiaali, joka suojaa kaapelia

venytykseltä. Viimeisenä ja ulkoisimpana suojaavana kerroksena on usein PVC-muovi, joka suojaa koko kaapelia hankaukselta, kosteudelta ja muilta epäpuh-
tauksilta. Valokuitukaapelin itsessään on varsin kestävä, mutta se kestää taivu-
tusta vain tiettyyn taivutuskulmaan asti. Ohuita LAN-verkoissa käytettyjä valokui-
tukaapeleita tulee käsitellä varoen. (Cisco Networking Academy 2019.)

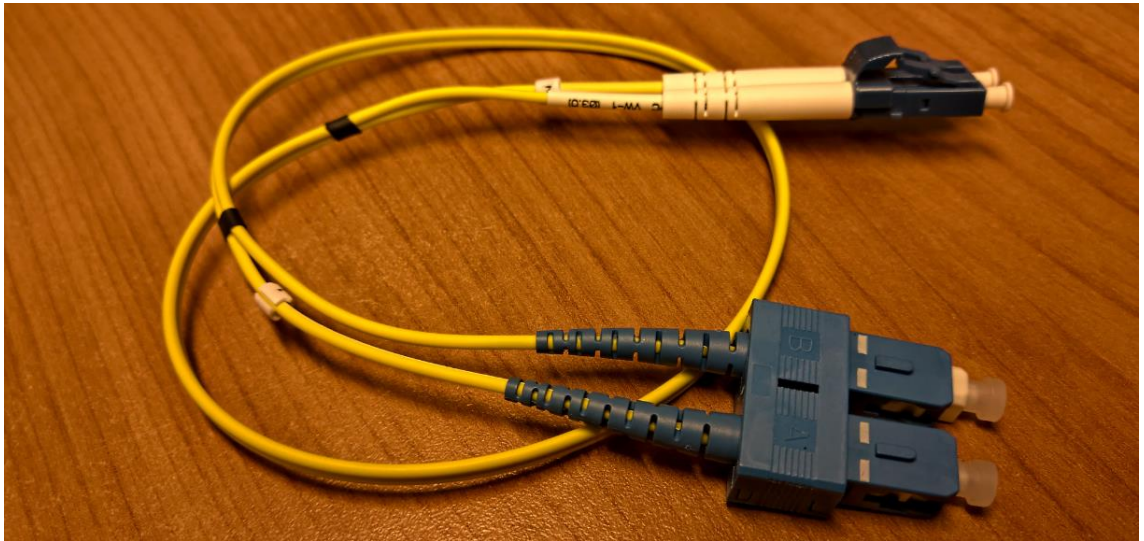
Valokuidussa kulkeva valo on moduloitua LED- tai laservaloa. Valokuidun päässä
on vastaanottava puolijohdelaite, joka muuttaa valopulssit jännitteiksi. Valokuitu-
kaapeli jaetaan Single-mode fiber, SMF ja Multi-mode fiber, MMF tyyppeihin.
(Cisco Networking Academy 2019.)

SMF-tyyppisiä kaapeleita on perinteisesti käytetty kaukoyhteyksiin. Näissä käy-
tetään hyvin ohutta kuituydintä ja kallista lasertekniikkaa, jossa valo ammutaan
yhtenä säteenä pitkälle matkalle. Nykyään SMF-tyyppiset kaapelit ovat yleisiä lä-
hiverkoissa, sillä niiden hinnat ovat laskeneet. (Cisco Networking Academy
2019.)

MMF-tyyppiset kaapelit lähettävät valopulsseja lähetin LED:eillä. MMF-valokuitu-
kaapelin ydin on laajempi, sillä sen pitää pystyä ylläpitämään useita ytimessä
kimpoilevia valopulsseja. MMF-kaapelit lähetin LED:eineen ovat perinteisesti ol-
leet halvempia ja siten yleisiä LAN-verkoissa. Toisaalta valon dispersio on suu-
rempi, joten signaali heikkenee MMF-kaapelissa nopeammin. Tiedonsiirtono-
peus on parhaillaan 10 Gb/s 550 metrin päähän MMF-kaapelissa. (Cisco Networ-
king Academy 2019.)

Valokuitukaapelit käyttävät ST-, SC-, LC- ja Duplex Multimode LC-liittimiä. ST-
liitin on vanhempi pistinmäinen liitin, joka kierretään paikoilleen. SC-liitin on laa-
jasti käytetty, halpa ja helposti paikoilleen naksautettava. LC-liitin on pienempi ja
nopeasti suosiota kasvattava liitin. Duplex Multimode LC-liitin on vastaava kuin
LC, mutta Duplex tyyppisellä liittimellä (Kuvio 8). Keltaista väriä käytetään Single-
mode valokuidulle ja oranssia väriä käytetään Multi-mode valokuidulle. Jos liitin
ei ole kiinnitetty paikalleen, niin se tulisi suojata tulpalla pölyltä. Pöly liittimessä
voi aiheuttaa tiedonsiirron heikkenemisen.

(Cisco Networking Academy 2019; FS 2019.)



Kuvio 8. LC Duplex ja SC Duplex liittimillä varustettu valokuitu patch-kaapeli

2.3.3 Langaton media

Langaton yhteys kantaa sähkömagneettisessa muodossa binääritietoa radioaaltoina tai usein tarkemmin ilmaistuna mikroaaltoina. Langaton yhteys on mobiilein ja eniten suositaan kasvattava yhteystyyppi. Langaton yhteys on toisaalta alttiimpi signaalin heikkenemiselle muun muassa erilaisista rakennuksen rakenteista johtuen. Sähkömagneettiset häiriösignaalit esimerkiksi mikroaaltouunista, häiritsevät langatonta yhteyttä. Tietoturva on tärkeä osa langatonta verkkoa, sillä huonosti salattu langaton yhteys voi altistaa verkkoliikenteen salakuuntelulle tai huonosti suojatut päätelaitteet voivat altistaa koko langattoman verkon. (Cisco Networking Academy 2019.)

Langaton verkko eli WLAN-verkko toimii Half-Duplex yhteydellä. Tämä tarkoittaa, että tietoa voidaan siirtää periaatteessa vain yhdelle laitteelle kerrallaan. Siksi langattomat verkot ja suuret yhtäaikaisesti samaa verkkoa käyttävät käyttäjämäärät ovat yleensä haastava yhdistelmä sillä tiedonsiirron nopeus heikkenee nopeasti. (Cisco Networking Academy 2019.)

IEEE 802.11 standardi muodostaa puitteet WLAN-verkkoympäristölle. Toinen esimerkki langattomasta yhteydestä on IEEE 802.15 standardin mukainen Wireless Personal Area Network eli WPAN, joka tunnetaan Bluetooth-yhteytenä.

Bluetoothin kantama vaihtelee metristä sataan metriin. (Cisco Networking Academy 2019.)

IEEE 802.16 standardiin pohjautuva Worldwide Interoperability for Microwave Access eli WiMAX oli Suomessa etenkin hajaseutualueilla suosiota saavuttanut langaton laajakaistayhteys. Sen toiminta perustuu Point-to-Multi-Point tilassa mikroaaltoina mastotukiasemalta asiakkaan vastaanottimeen lähetettävään yhteyteen. WiMAX:in elinkaari Suomessa oli kymmenen vuotta. Sen käyttö kesti 2000-luvun ensikymmenen puolesta välistä 2010-luvun puoleen väliin, kunnes LTE- eli 4G-verkko syrjäytti sen. Neljännessä pääluvussa tarkastellaan tuoreempaa Airmax-protokollaa, joka on vastaavanlainen WiMAX:iin verrattuna. (Vironen 2013; Cisco Networking Academy 2019.)

3 DOKUMENTOINTI

3.1 Lähiverkko

Lähiverkon dokumentointi on aloitettu syksyllä 2014 Tetra-Tekniikka Oy:n toimesta sen aloitettua oppilaitoksen IT-toimijana. Verkosta oli rajoitetusti tietoa, joten käytännössä verkkolaitteisto piti etsiä, inventoida ja kaapelit merkitä. Runkokaapelit olivat pääasiassa Cat 5 parikaapeleita ja kytkimet pääsääntöisesti siirtoyhteyskerroksen kytkimiä, jotka oli ketjutettu. Verkko hahmottui suoraksi linjatopologiaksi fyysisesti ja loogisesti. Internet-yhteys rakennukseen tuli VDSL2-tekniikalla telejakamosta. Telejakamosta yhteys kulki Cat 5 kaapelilla HP Procurve 1810G-24 kytkimen läpi palvelinhuoneessa sijaitsevalle palomuurille. Kyseinen HP:n kytkin saattoi kaatua tai jumittua useita kertoja viikossa. (Piispanen 2019)

Vanhentuneiden Cat 5 kaapeleiden tilalle asennettiin uusia Cat 6 parikaapeleita runkokaapeloinniksi, jolla oppilaitoksen kaapeloinnit ja verkon rakenne uudistettiin. Lisäksi aloitettiin valokuiturunkoyhteyksien rakennus. Toimivat Cat 5 kaapelit jäivät pääasiassa luokkatilojen kaapeliyhteyksiksi, sekä muutaman reuna-alueen runkoväyläksi. Oppilaitoksen lähiverkko saatiin muutettua fyysisesti ja loogisesti tähti-topologiseen muotoon. Teleoperaattorilta hankittiin 1 Gb/s symmetrinen valokuituyhteys päärakennukseen keväällä 2015. Asuntolarakennuksen verkko erotettiin oppilaitoksen sisäverkosta. (Piispanen 2019)

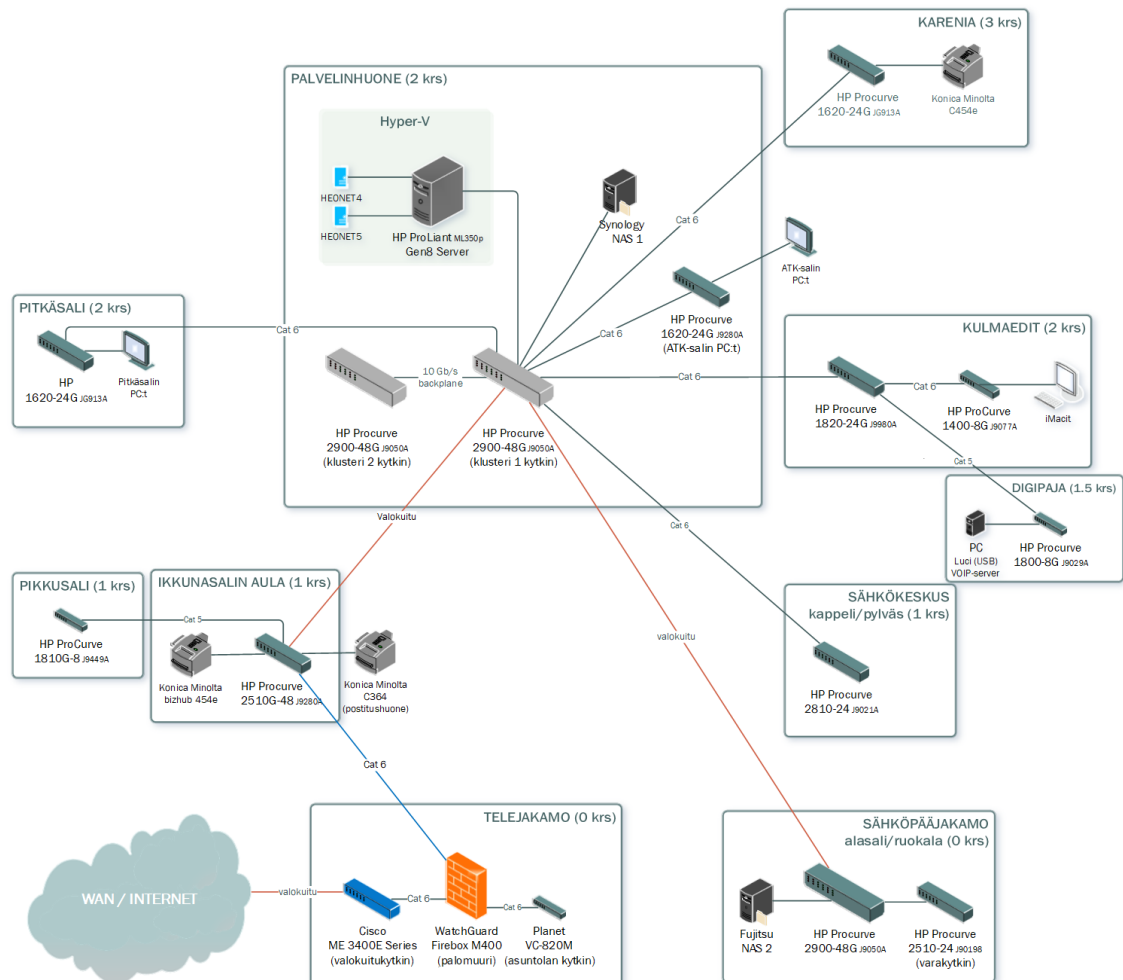
Edellä mainituista muutoksista saatiin taulukkomuotoista dokumentaatiota, jota on käytetty myöhemmin hyväksi dokumentoinnin kehittämisessä. Vuoden 2018 aikana on aloitettu IT-laitteiston merkintä- ja inventointiprosessi, joka on osaltaan tukenut tietoverkon dokumentointiprosessia. Inventointi verkkolaitteiden osalta on osa dokumentaatiota, mutta tässä opinnäytetyössä inventointia ei esitetä kokonaisuudessaan.

3.1.1 LAN-verkon rakenne 2018

HEO:n sisäverkon rungon muodostaa valokuitukytkin, Watchguard'in Firebox M400 palomuri, HP:n klusterissa oleva kuitukytkinpari HP Proliant palvelinkone,

NAS-levypalvelimet ja runkokytkimet. Klusteripariin on suorassa yhteydessä kaikki sisäverkon runkoyhteyksien kytkimet. Runkoyhteyksien kytkimet ovat tehokkaita 24- ja 48-porttisia valokuituyhteensopivia kytkimiä. Ne kykenevät verkkokerroksen IP-pohjaiseen toimintaan ja ovat etähallittavia. Molemmat sijaitsivat pienessä jäähdyttämättömässä kaappimaisessa tilassa telejakamossa.

Internetyhteys päärakennukseen tuli valokuitureunakytkimen kautta, josta yhteys jatkui Watchguard:in palomuriin. Alla olevassa kuviossa on listattuna kaikki oleellimmat verkon solmut ja sitä käyttävät laitteet tai laiteryhmittä (Kuvio 9). Yksittäisiä tietokoneita ei ole listattu. Tukiasemien lähiverkkokaaviota tarkastellaan seuraavassa pääkappaleessa.



Kuvio 9. Päärakennuksen lähiverkon fyysinen topologia 2018

Palomuri hoitaa pakettisuodatuksen ja toimii yhdyskäytävänä sisäverkolle. Palomuurista yhteys haarautuu kahdeksi erilliseksi sisäverkoksi, HEO:n lähiverkoksi

ja asuntolarakennuksen lähiverkoksi. Asuntolarakennuksen lähiverkkoon keskittään seitsemännessä pääkappaleessa. Palomuurista yhteys jatkui Cat 6 kautta Ikkunasalin HP:n 2510G-48 kytkimeen, josta se jatkuu valokuituna palvelinhuoneen klusterissa olevalla HP:n 2900-48G kytkin parille. Tästä pisteestä verkko haaroittuu kaikkialle päärakennukseen. (Watchguard 2019.)

Palvelinkoneella sijaitsee kaksi virtuaalikonetta, HEONET4 ja HEONET5. Ensimmäisellä sijaitsee Active Directory käyttäjätietokanta ja hakemistopalvelu, tulostinpalvelin, sekä DHCP-palvelin. Toisella tärkeimpänä Windows Server Update Services (WSUS). Telejakamo, palvelinhuone ja kytkinten tilat ovat kaikki lukittavia. Vuoden 2018 aikana tehtiin vain muutamia uusia parikaapelin vetoja muun muassa uusiin kellaristudioihin sekä joitakin kytkinten laiteohjelma päivityksiä. Palvelinhuoneen jäähdytys oli toiminut alitehoisesti ja säästä riippuen tila saattoi kuumentua liikaa kevään ja syksyn välisinä hellejaksoina. Kesällä 2018 palvelinhuoneen jäähdytys uusittiin tehokkaaksi, jolla on suora vaikutus laitteiston käyttöikään.

3.1.2 LAN-verkon uudistukset 2019

Alkuvuodesta 2019 vanhan palomuurin lisenssin vanhettua tilattiin kaksi Watchguard:in Firebox M370 palomuuria uudella lisenssillä. Näistä otettiin aluksi yksi käyttöön, jolla korvattiin vanha M400 telejakamossa. Alkukesästä siirrettiin palomuri ja sen pari palvelinhuoneeseen ja ne konfiguroitiin vaihtelevaan toimintavastuuta viikon välein. Palomuuriparin ideana on lisätä vikasietoisuutta, mikäli toiseen tulisi laitevika tai muu vika, sekä toleranssia palvelunestohyökkäyksiä vastaan.

Ennen palomuurien siirtoa asennettiin suorat kaapeliyhteydet telejakamosta palvelinhuoneeseen Ikkunasalin aulan kytkimen läpiviennin sijaan. Ikkunasalin aulan kytkimelle tuli vain kaksi Cat 6 parikaapelia, joista toinen oli vaurioitunut. Tälle oli vaikea tuoda uusia kaapeleita telejakamosta tilan puutteesta ja päärakennuksen rakenteista johtuen. Tästä johtuen asennettiin kuusi uutta Cat 6 parikaapelia sekä SMF-tyyppin valokuitukaapeli suoraan telejakamosta palvelinhuoneeseen. Näiden valmistuttua palomuurit siirrettiin palvelinhuoneeseen ja kytkettiin uusiin

parikaapeleihin. Näitä käytettiin paluuyhteyksinä asuntolarakennuksen kytkimelle ja PoE-kytkimelle. Kaapelien liittimien toimivuus testattiin, kuten kaikille muille uusille kaapeleille tehtiin (Kuvio 10).



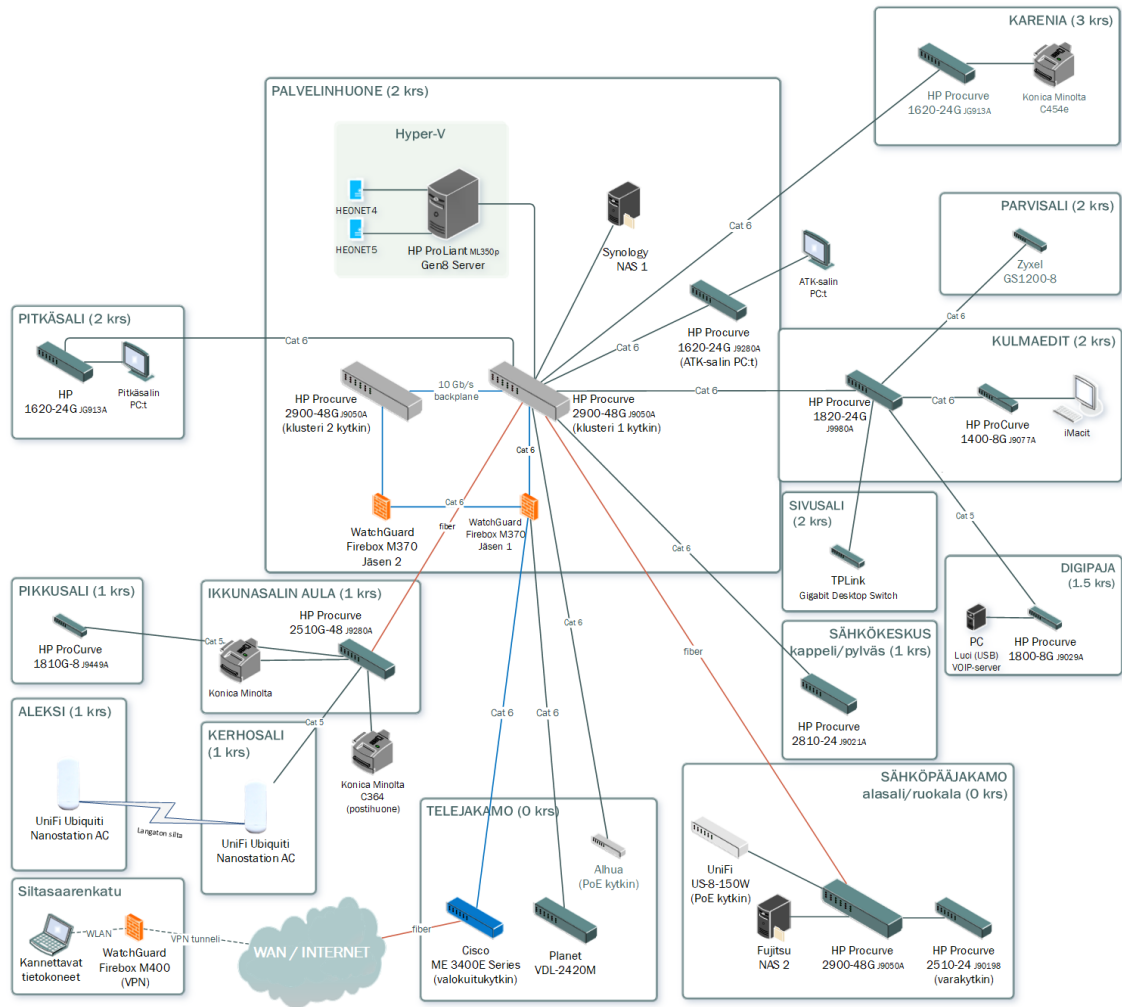
Kuvio 10. Parikaapelien ja RJ45-liittimien testausta

Kaapeliyhteyksien uusimisen lisäksi on aloitettu verkkolaitekaappien Cat 6 Patch-kaapelien vaihto uusiin. Patch-kaapelit vaihdetaan lyhyempiin ja ohuempisiin paremmin pieniin tiloihin mahtuviin oikean mittaisiin kaapeleihin. Näin kaapeleihin ja portteihin kohdistunut rasitus vähenee ja tila selkeytyy. Sen lisäksi lisätään Patch-kaapelien värikoodausta. Vihreää kaapelia on pidetty yleiskaapelina luok-

katilojen verkkorasioihin. Keltainen on runkoyhteyksille ja punainen verkkolaitteiden välinen ristikaapeli. Lisäksi otetaan käyttöön valkoiset ja oranssit Patch-kaapelit indikoimaan WLAN- ja valvontakamera laitteiden kytkentöjä. Mikäli kaapelia ei ole vielä nimetty, sille lisätään muun muassa rasiaa vastaava nimitys kerroksen ja luokkatilan mukaan. Vanhat oireilevat Patch-, ja runkokaapelit poistetaan.

Kevään ja kesän aikana lisättiin Zyxelin ja TPlinkin pikkukytkimet, sekä UniFi:n ja Dahua:n PoE-kytkimet sisäverkon reuna-alueille muun muassa uusien tukiasemien ja valvontakameroiden kytkemistä varten. Kytkimet ovat kuvattuina tarkemmin alla kuviossa (Kuvio 11). Päärakennuksen vierestä kadun toiselta puolen oli vuokrattu uusi luokkatila. Tämä liitettiin sisäverkkoon langattomalla siltauksella Nanostation AC laiteparin avulla.

Oppilaitos otti uuden luokkatilan käyttöön Hakaniemessä kaukana päärakennuksesta elokuussa 2019. Luokkatilaan sijoitettaisiin 30:tä HEONET.COM toimialueeseen sidottua kannettavaa tietokonetta oppilaille. VPN-ohjelmiston lataus koneille olisi ollut yksi vaihtoehto, joka todettiin ongelmalliseksi tietoturvan ja käyttäjävälisyyden kannalta. Päädyttiin muodostamaan VPN-tunneli tälle konfiguroidun palomuurin avulla, joka sijoitettiin luokkatilaan. Tämä mahdollisti tehokkaasti kaikki sisäverkon palvelut ja HEO:n langattoman verkon jakamisen uuteen luokkatilaan. Verkkoyhteys on huomattavasti nopeampi näin, kuin VPN-ohjelmistojen kautta toteutettuna. RDP-etähallinta yhteyden muodostaminen kannettaviin tietokoneisiin helpottui.



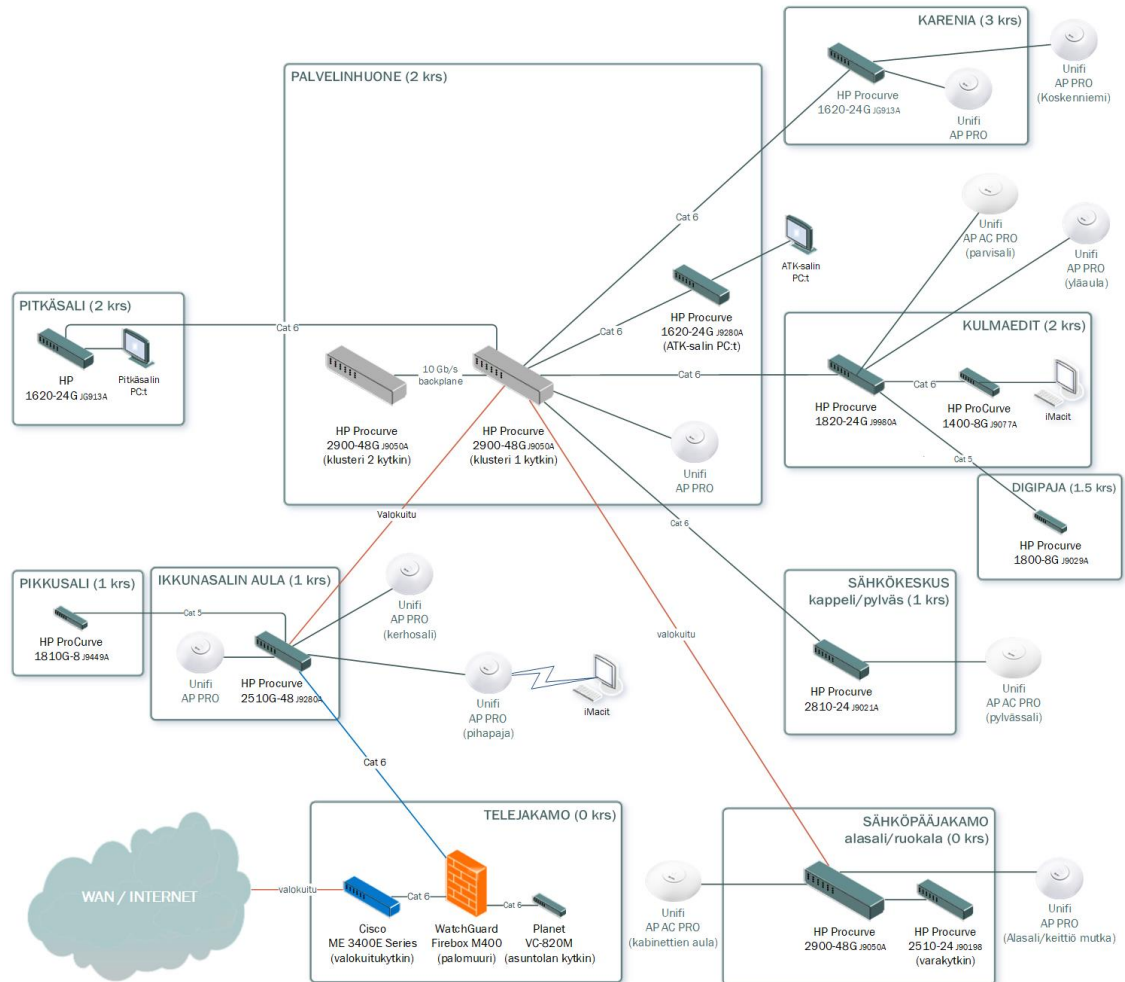
Kuvio 11. Päärakennuksen lähiverkon fyysinen topologia 2019

3.2 Langaton lähiverkko

Oppilaitoksen langattoman verkon fyysisen puolen muodostaa UniFi:n tukiasemat. Nämä tukiasemat toimivat 24 V tai 48 V PoE-virroilla. Yksittäiseen tukiasemaan kytketyn parikaapelin toiseen päähän kiinnitetään PoE-adapteri. Adapteri saa virran sähköverkosta, lähiverkkoyhteyden RJ45-rasiasta tai muusta lähiverkotulosta ja yhdistää nämä parikaapeliin. Tukiasemia hallitaan UniFi Controller web-portaalilla.

3.2.1 WLAN-verkon rakenne 2018

Tukiasemat lähettävät kahta SSID-verkkotunnusta. Ensimmäinen on avoin HEO-Free verkkotunnus, jolla on pääsy vain internetiin. Toinen on HEO, joka on salasanalla suojattu ja päästää käyttäjän HEO:n sisäverkkoon. Vuonna 2018 tukiasemia oli 11, joista kahdeksan AP-PRO mallia ja kolme AP-AC-PRO mallia. AP-AC-PRO kykenee jakamaan yhteyden suuremmille käyttäjämäärille verrattuna pelkään AP-PRO malliin. AP-PRO tukiasemista osa oli hankittu ja asennettu jo ennen vuotta 2014. Kuvioista on poistettu ylimääräiset laitteet (kuvio 12).

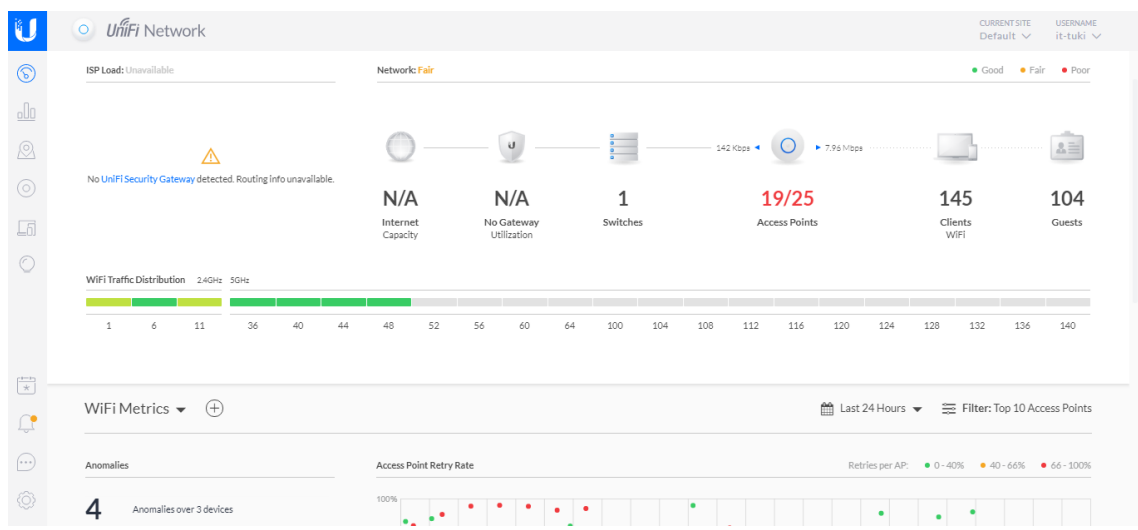


Kuvio 12. Tukiasemien sijoitukset LAN-verkossa 2018

UniFi Controller on UniFi:n tukiasemien hallintaan tarkoitettu Web-portaali. Web-portaaliin päästään erillisen java-pohjaisen UniFi Controller työpöytäsovelluksen kautta. Työpöytäsovellus tarkistaa UniFi Controllerin päivitykset, jonka jälkeen työpöytäsovelluksesta voidaan käynnistää UniFi Controller Web-portaaliin. Web-selaimeen aukeavaan Web-portaaliin kirjaututaan paikallisella UniFi Controller käyttäjällä. Vanhemmissa UniFi Controllerin versioissa käyttäjä oli sidonnainen Windows- tai Mac-tietokoneelle ja tietokoneen käyttäjälle, jolle se oli asennettu. UniFi Controller ja sen hallintaan liitettävät verkkolaitteet sitoutuvat sille lähiverkolle, jolle UniFi Controller on asennettu. Vuonna 2018 UniFin ohjain oli Active Directory -admin-tiliin sidottuna HEONET5 virtuaalikoneella. (UniFi 2018.)

Web-portaalista aukeaa laaja hallintaliittymä. Sen toiminnallisuuksiin sisältyy WLAN-verkkojen luominen ja konfigurointi, verkkoon liitettyjen UniFi laitteiden li-

säys, hallinta, päivitys ja tilan tarkistus reaaliaikaisesti sekä LAN- ja WLAN-verkkoihin liittyneiden laitteiden ja käyttäjien listaaminen (Kuvio 13). UniFin verkkolaitteiden käyttöönotto, hallinta ja nollaus on yksinkertaista. Tuotepaketista otettu tukiasema voidaan suoraan liittää PoE-virtaan kytkettynä lähiverkkoon. Tukiaseman kytkeydyttyä samaan lähiverkkoon, jolle UniFi Controller on asennettu, tukiasema ilmestyy automaattisesti hallinnan laiteosiin. Laiteosiosta se voidaan liittää oman käyttäjän laitehallintaan ja päivittää sen laiteohjelma. Tukiasema on käyttövalmis ja alkaa lähettämään ohjaimen mukaista WLAN-signaalia. (Unifi 2018.)



Kuvio 13. UniFi Controller Dashboard

Mikäli tukiasema ei ole langallisessa yhteydessä lähiverkkoon, se liittyy automaattisesti toisen tukiaseman lähettämään samaan WLAN-verkkoon ja jatkaa WLAN-verkon lähetystä ympäristöönsä Wireless-uplink tilassa. Tukiasema kiinnitetään ensisijaisesti Ethernet-verkkoon. Useissa malleissa on Secondary Ethernet Port, josta langallista yhteyttä voidaan jatkaa toiselle laitteelle. Yksittäinen tukiasema voidaan tarvittaessa nimetä, sekä antaa sille yksityiskohtaisia asetuksia. Mikäli laite halutaan irrottaa toisen ohjainhallinnan alta tai laite on päivittäessä mennyt virhetilaan, se voidaan nollata reset-reiästä pitkään painamalla, jolloin laite voidaan liittää uudelleen haluttuun UniFi Controlleriin. (Unifi 2018)

UniFin tukiasemat ja muut verkkolaitteet saavat laiteohjelmapäivityksiä 2 - 6 kk välein. Päivitettäviin laitteisiin sisältyvät kaikki vanhemmat tukiasemat. Ohjaimen ohjelmisto saa päivityksiä 1 – 3 kuukauden välein. Ennen ohjaimen päivitystä, on syytä ottaa varmuuskopio aina aikaisemman ohjaimen versiosta ja asetuksista hallinnan kautta. (UniFi 2018)

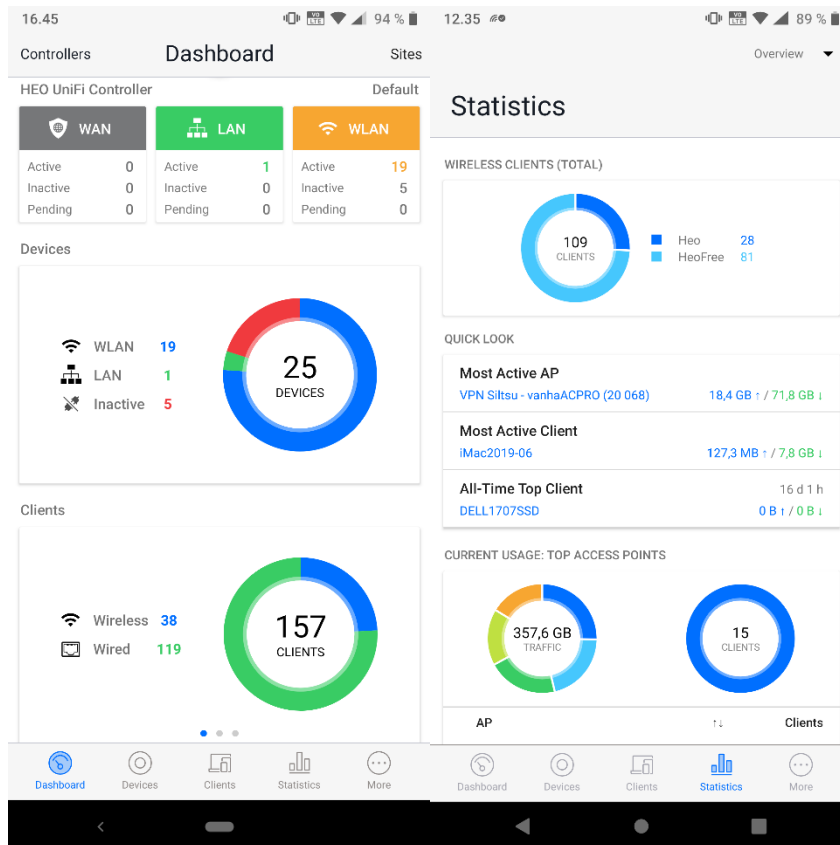
3.2.2 WLAN-verkon uudistukset 2019

Vuoden 2019 aikana UniFi:n tukiasemalaitteistoa uusittiin. Vuoden aikana tilattiin neljä uutta AP-LR-, kuusi AP-AC- ja yksi ulkoilman kestävä AP-AC-Mesh-tukiasemaa. AP-LR-tukiasemat (Long Range) sijoitettiin pienempien käyttäjämäärien reuna-alueille päärakennuksessa. AP-AC-tukiasemat sijoitettiin suurien käyttäjämäärien luokkatiloihin korvaten ja vapauttaen vanhemmat tukiasemat näistä tiloista uudelleen sijoitettaviksi. AP-AC-Mesh oli tarkoitettu alun perin langattomaan siltaukseen toiseen luokkatilaan, mutta se tulitaisiinkin sijoittamaan myöhemmin päärakennuksen sisäpihalle.

AP-LR käyttää 24 V, 12 W PoE-virtaa. AP-Pro, AP-AC-Pro, ja AC-Mesh-Pro käyttävät suurempaa 48 V, 24 W PoE-virtaa. Virran syöttöä varten käytetään erillisiä PoE-adapttereita, sekä PoE-kytkimiä, jotka syöttävät virran suoraan Ethernet-porteistaan PoE-laitteille.

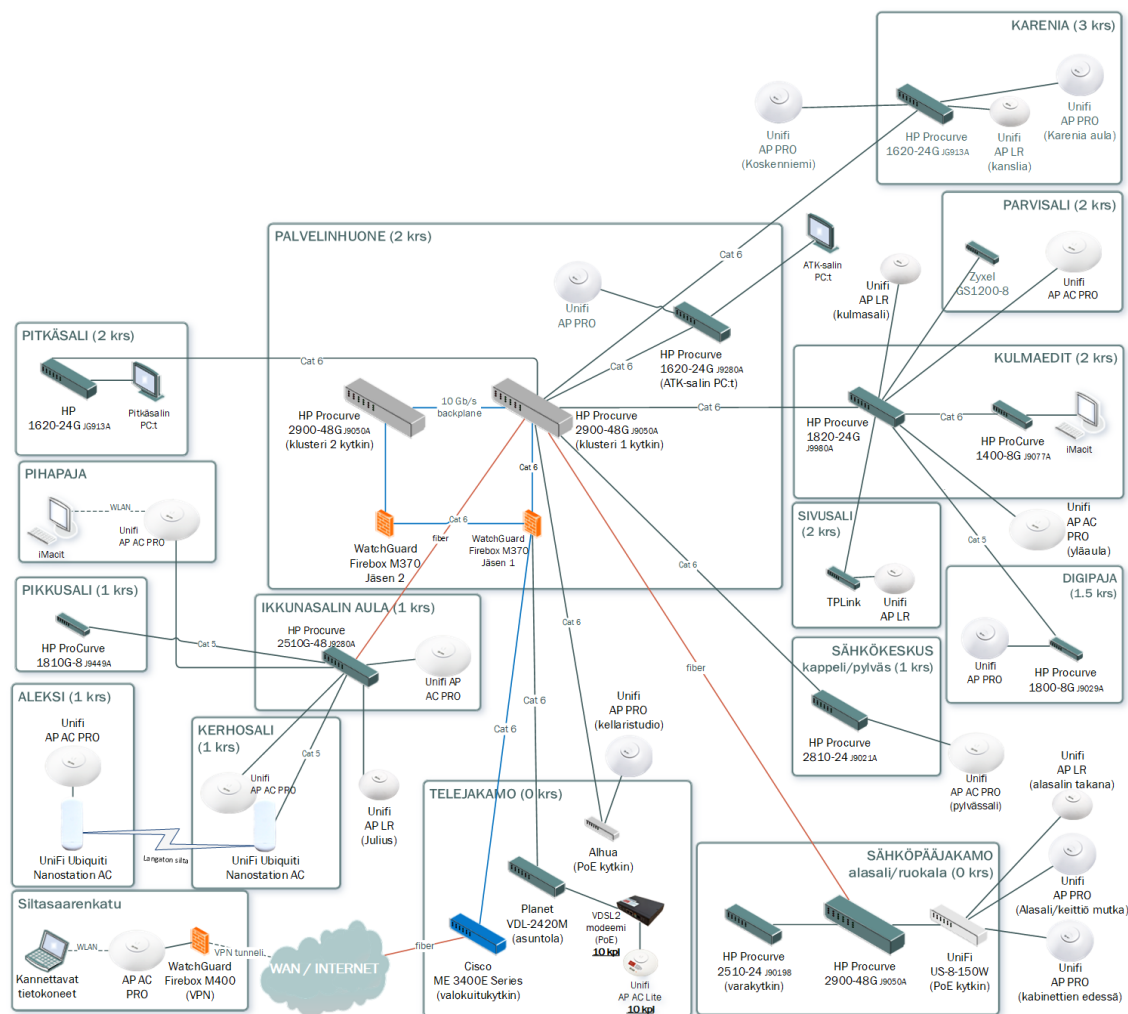
Uusien laitteiden käyttöönotto vaati täyden UniFi Controller ohjelmistoversiopäivityksen uudempaan pilvipohjaiseen versioon. Vanhan ohjelmiston ohjainversion asetuksia ei saanut siirrettyä uuteen ohjelmistoon ja vanha ohjain oli yksityiskäyttäjätilin takana, joten päädyttiin luomaan uusi adminien kesken jaettava hallintatili, jolla uuden ohjaimen ohjelmisto asennettiin HEONET5-virtuaalipalvelimelle.

Vanhan WLAN-verkon SSID-asetukset kopioitiin manuaalisesti uudelle. Kaikki vanhat tukiasemat tuli nollata, liittää uuden ohjaimen hallintaan ja päivittää. Nyt ohjainta pystyi käyttämään Android- ja iOS-laitteilla UniFi Network sovelluksella (Kuvio 14). Tämä irrottaa hallinnan käytön rajoittumisen vain sisäverkkoon yhdistettynä ja mahdollistaa hallinnan muista verkoista hallintatilin kautta. (UniFi 2018)



Kuvio 14. UniFi Network sovelluksen Dashboard ja Statistics näkymät

Näiden asennustöiden johdosta lähes kaikki päärakennuksen luokkatilat saatiin vahvan WLAN-signaalin piiriin (Kuvio 15). Vain muutama luokkatilaan WLAN-signaali jäi heikoksi. Oppilaitoksen sisäpihalle on suunnitteilla ulkotukiaseman asennus.



Kuvio 15. Tukiasemien sijoitukset LAN-verkossa 2019

UniFi Controller ohjelmistopäivityksen myötä tukiasemien hallinnasta tuli tehokkaampaa. Uuden Rolling Update -ominaisuuden avulla yksitellen tehtävä tukiasemien laiteohjelmistopäivitys ei ollut enää tarpeellista. Ominaisuudella tukiasemat päivittyisivät yksitellen alhaisen käyttöasteen tukiasemista lähtien, jolloin aktiivisessa käytössä olevat tukiasemat päivittyisivät vasta myöhemmin käyttäjien poistuttua sen yhteydestä. (UniFi 2018)

3.3 Valvontakamerajärjestelmä

Vuonna 2018 päärakennuksen valvontakamerajärjestelmä koostui kahdeksasta 360p ja 480p tarkkuuden valvontakamerasta ja Grundig-valvontakameratallentimesta. Jokaisella valvontakameralla oli oma erillinen koaksiaalikaapeli, joka kulki päärakennuksen läpi valvontakameralta valvontakameratallentimeen. Kameran olivat erillään päärakennuksen lähiverkosta, mutta tallennin oli kytketty lähiverkkoon Cat 6 parikaapelilla, jonka kautta sitä pystyi etähallitsemaan.

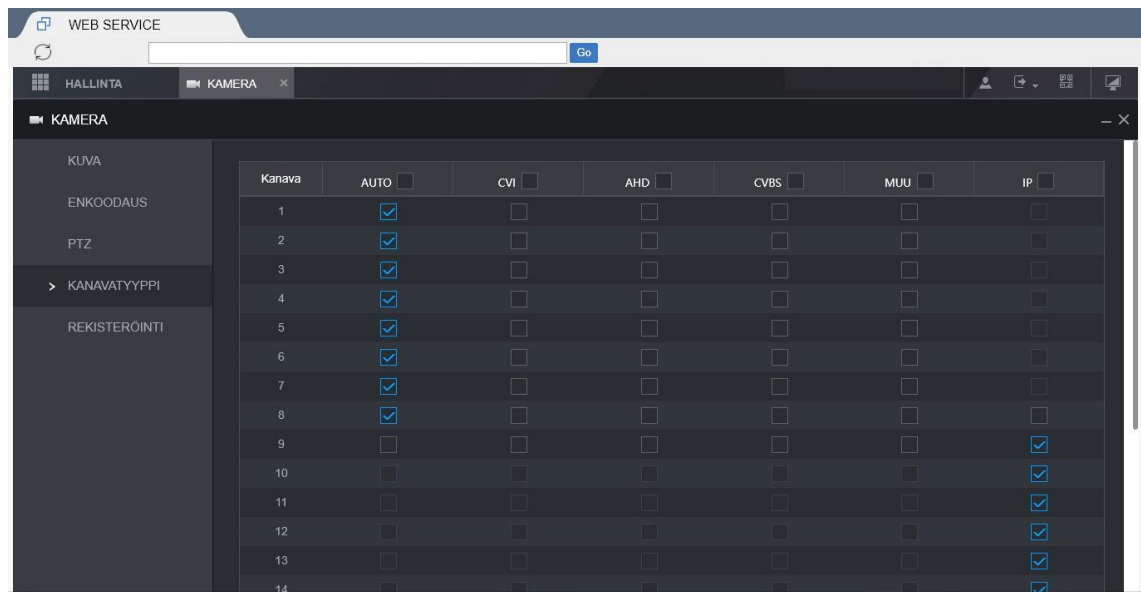
Valvontakamerajärjestelmä oli tarkoitus päivittää 2019 vuoden aikana. Vanhat koaksiaalikamerat säilytettäisiin, mutta tarvittiin uusia kameroita. Vanhan valvontakamerajärjestelmän mukainen ratkaisu, jossa jokaiselle valvontakameralle vedettäisiin oma kaapeli kamerasta tallenninyksikköön asti, olisi työläs ja kallis toteuttaa. Nopein toteutustapa olisi asentaa uudet WLAN-verkossa toimivat IP-valvontakamerat. WLAN ei kuitenkaan olisi yhtä vakaa ja luotettava kuvayhteyden kannalta, kuin suora kaapeliyhteys. Valvontakameroille tulisi asentaa virtajohto.

3.3.1 Valvontakamerajärjestelmän uudistus 2019

Valvontakamerajärjestelmän uusimisessa päädyttiin kompromissiin, jossa hankittaisiin uusi 16:sta valvontakameran hybriditallenninyksikkö, jossa olisi kahdeksan fyysistä koaksiaalikamerakanavaa ja kahdeksan virtuaalista IP-kamerakanavaa. Tilattiin tallenninyksikkö, tallenninyksikön kaksi Disk Mirroring -tilaan menevää 8 TB kovalevyä, kahdeksan IP-kameraa, joista yksi oli ulkokamera, kameroiden suojakuvut, sekä kaksi PoE-kytkintä kameroiden virtasyöttöä varten. Nämä olivat Dahua:n valmistamia. IP-kamerat voitaisiin kytkeä olemassa olevaan lähiverkkoon. Täten kaapelin vetämistä ja asentamista olisi huomattavasti vähemmän aikaisemman järjestelmän mukaiseen toteutukseen verrattuna. Näin voitaisiin vetää kaapeli suoraan lähimmästä lähiverkon solmusta. IP-kamerat saisivat virran parikaapelia pitkin PoE-syötöllä.

Projektin alussa kesäkuussa 2019 IP-kamerat konfiguroitiin yksitellen lähiverkkoon. IP-kamera ja tietokone kytkettiin samaan PoE-kytkimeen väliaikaisesti samaan aliverkkoon kameran oletus IP-asetuksilla, jossa kameralle asetettiin käyttäjätunnus, salasana ja oikeat verkkoasetukset sen liittämiseksi HEO:n lähiverkkoon.

IP-kameraa voi etähallita ilman tallenninyksikköäkin saman lähiverkon kautta käyttäjätunnuksella. Täten niiden kuvakulman sai tarkistettua suoraan asennusvaiheessa paikan päällä kannettavasta tietokoneesta. Tämän lisäksi tallenninyksikkö koottiin, kovalevyt asennettiin tämän sisälle, laite konfiguroitiin HEO:n sisäverkkoon ja IP-kamerat liitettiin tallentimen asetuksiin (Kuvio 16). Laitetta pystyy etähallitsemaan sisäverkosta web-selaimen avulla. Sen lisäksi tätä pystyy etähallitsemaan erillisellä Dahua:n ohjelmalla, johon saa liitettyä useita kamerajärjestelmiä.



Kuvio 16. Kameroiden lisäys web-hallinnan kautta

Keväällä 2019 oli selvitetty valvomattomat aula- ja käytäväalueet, joille valvontakamerat sijoitettaisiin. Projektin alkupuolella selvitettiin tarkat asennuspaikat valvontakameroille. IP-valvontakameroita alettiin asentamaan kesä-heinäkuussa. Asennuspaikalla WLAN-verkkoon yhteydessä olleesta helposti liikuteltavasta kannettavasta tietokoneesta pystyttiin katsomaan suoraan kameran kuvaa. Irrallisen asennusparikaapelin ja PoE-virtasyötön avulla kamera saatiin heti päälle.

Näin sen tarkkaa paikkaa seinältä tai katosta voitiin hahmotella asennuspaikalla kannettavan tietokoneen kuvaalta muun muassa huomioimalla valaistusolosuhteet, jonka jälkeen kameroiden manuaaliset kuvauskulmat säädettiin valmiiksi. Kameran alusta porattiin kiinni seinään tai kattoon ja kamera kiinnitettiin kuvun kanssa paikoilleen (Kuvio 17).



Kuvio 17. Asennettu kamera

Työläs ja aikaa vievä vaihe projektissa oli uusien Cat 6 parikaapelienveto ja asennus. Vanhasta rakennuksesta ei ollut kattavaa ajantasaista kaapelikarttaa. Aikaisemman IT-vastaavan ja pidempiaikaisemman moniosaavan asentajan hiljaisen tiedon avulla, kuitenkin kaapelienväylien ja kuilujen sijainnit tiedettiin melko tarkkaan. Tämä opinnäytetyö keskittyy kuitenkin laitteiden väliseen topologiaan fyysisen kaapelikartan sijaan. Tämän tiedon pohjalta pystyttiin suunnittelemaan järkevin ja lyhyin reitti kamerakohtaisesti Cat 6 kaapeliensijoitusta varten. Cat 6 kaapelienveto ja niiden kaapelikourujen asennus valmistui elokuun alussa. Tähän mennessä vanha kahdeksan paikkainen koaksiaalivalvontakameroiden

tallennusyksikkö oli vaihdettu uuteen Dahua:n hybriditallenninyksikköön, johon oli liitetty vanhat kamerat. Uudet IP-kamerat ilmestyivät sen hallintaan sitä mukaan, kun ne saatiin liitettyä HEO:n lähiverkkoon. Kaikki uudet kamerat saatiin lisättyä hallintaan ja projekti oli onnistunut.

3.4 Asuntolarakennuksen LAN- ja WLAN-verkko

Asuntolarakennuksen verkkoyhteys muodostuu pääasiassa asuntokohtaisista jaetuista WLAN verkoista. Yksioissä on mahdollisuus käyttää nopeampaa LAN-yhteyttä. Asuntolarakennuksessa aktiivisessa käytössä olevia yksiö- ja soluhuoneistoja on 24. Ne sijaitsevat kahdessa vierekkäisessä rapussa ja neljässä eri kerroksessa. Asuntolarakennuksen rakenteet ovat pääasiassa ohuita kipsielementtejä, jonka huomaa WLAN-radioaaltojen hyvässä läpäisykyvyssä verrattuna kivirakenteiseen päärakennukseen. Asuntolarakennuksen lähiverkko on erotettu oppilaitoksen sisäverkosta. Lähiverkon runkoyhteys tulee palomuurin asuntolarakennukselle konfiguroidusta portista Planetin kahdeksan porttiseen VC-280M VDSL2 kytkimeen, joka oli samassa tilassa telejakamossa palomuurin ja valokuitureitittimen kanssa.

Asuntolarakennuksessa oli kahdeksan Planet:in WLAN-reititintä, joista kuusi oli VDR-300NU mallia ja kaksi VC-230N mallia. Kummatkin mallit toimivat VDSL2-modeemina. Talvella 2018 aktiivisia reitittimiä asuntolarakennuksessa oli vain viisi. Kolme muuta reititintä asunnoista oli asukkaiden sammuttamia tai irrottamia. Tässä vaiheessa reitittimistä ei ollut tarkkaa inventaariota. WLAN:ien radiosignaalit eivät olleet vahvoja kaikissa asunnoissa ja WLAN-verkko oli usein ruuhkautunut. Soluasunnoissa reititin oli sijoitettu yhteiseen keskitilaan, jotta signaali jakautuisi kaikkiin soluhuoneisiin.

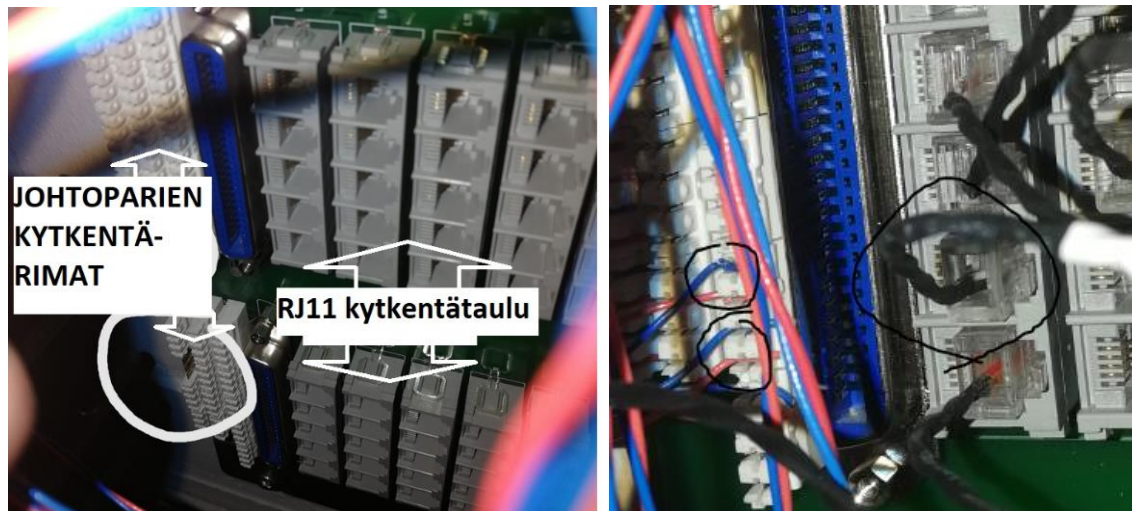
Jokaisella WLAN-modeemilla oli oma asunnon mukainen SSID eli WLAN- tai WiFi-verkkotunnus. Esimerkiksi asunto 20:n SSID olisi "HEO20". WLAN-verkon avain eli salasana näille oli yhteinen, joka jaettiin vain asukkaille. Käytännössä siis modeemien langattomista verkoista muodostettiin asuntolarakennuksen kattava yhteisverkko, jossa oli asukkaan vastuulla valita vahvin signaali

omaan sijaintiinsa nähden. WLAN-verkkoa ei ole tietoturvanäkökulmasta turvallista nimetä oman asunnon numeron mukaan, vaikka kyseessä oli yhteisesti jaettu WLAN-verkko. WLAN-yhteys oli suojattu reitittimien WPA-PSK (TKIP/AES) salauksella.

3.4.1 LAN-verkon kartoitus

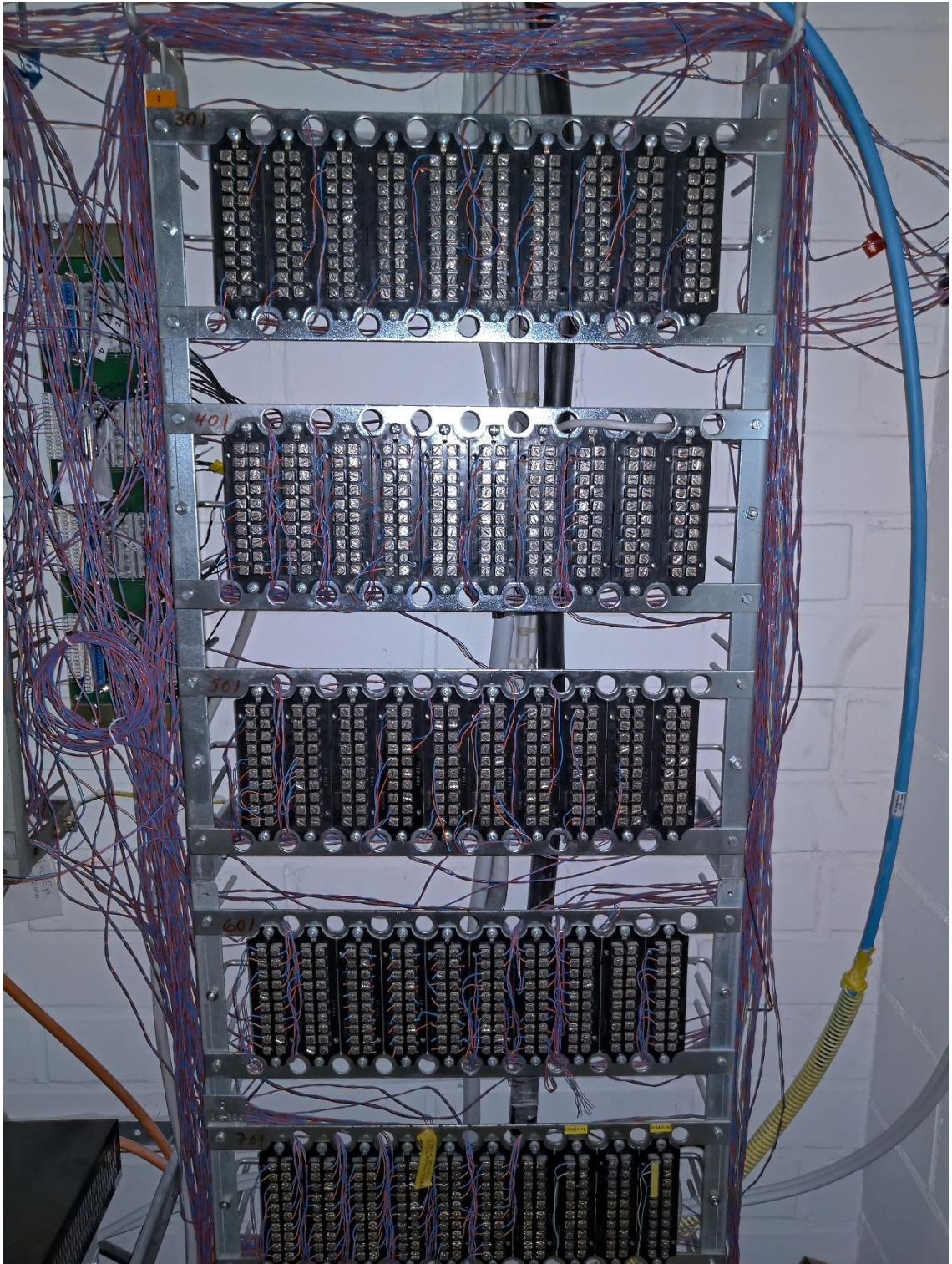
Kevääseen mennessä kaikki reitittimet oli taas kytketty päälle, inventoitu ja lisätty ohjeistus asukkaalle reitittimen viereen, ettei reitittimiä tulisi sammuttaa tai irrottaa. Lisäksi oli tilattu uusi Planetin VDL-2420M VDSL2-kytkin, jonka konfiguroinnin jälkeen tällä korvattiin vanhempi VC-280M-malli. VDL-2420M:ssä oli 24 porttia, 16 enemmän aikaisempaan verrattuna, joten jokaiseen huoneistoon saataisiin yksi yhteys.

Vanhemmat Plane VC-280M kytkimen portit oli liitetty johtoparilla telejakamon RJ11-kytkentätauluun. Kytkentätaulu ja kytkentärima ovat samassa piirilevyssä (Kuvio 18). Kytkentärimasta signaali siirtyy johtoparilla puhelinristikytkintätauluun, josta se kulkee puhelinkaapeleiden kautta asuntojen puhelinpistorasioihin.



Kuvio 18. Kytkentärimat ja -taulut tyhjänä vasemmalla ja käytettyinä oikealla

Puhelinkytkentätaulun ristikytkentäpareja on 800 (Kuvio 19). Näistä löytynyt kaavake ei ollut enää paikkansa pitävä. Kaavakkeelle luotiin uusi pohja, jota alettiin täyttämään.



Kuvio 19. Ristikytkentäpaneelit

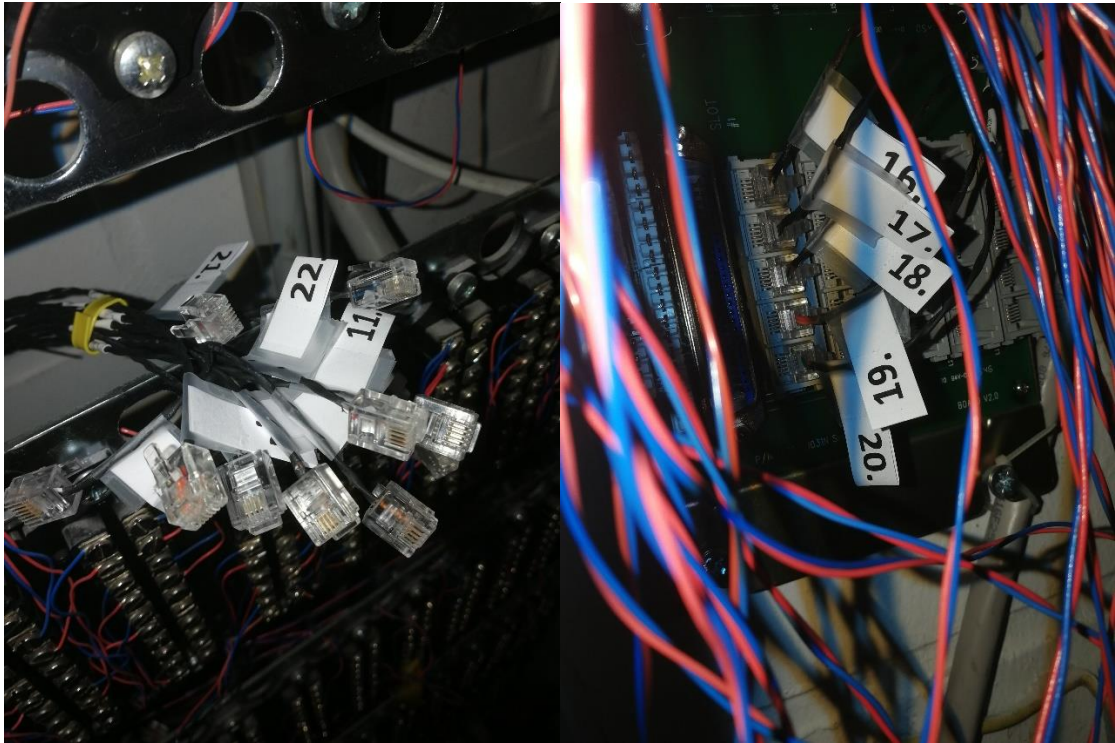
Tästä johtuen vain viiden asunnon väylät tiedettiin entuudestaan, sillä vain näissä asunnoissa oli päälle kytketyt modeemit, jotka nähtiin VDSL2-kytkimen porteista kytketyiksi. Siksi jouduttiin käyttämään puhelinkaapeleiden linjojen selvitykseen ja asennukseen tarkoitettuja työkaluja, kuten verkkotesteriä (Kuvio 20).



Kuvio 20. Verkkoasennustyökalut ja -testerit

Jokaisen asunnon jokaisen huoneen puhelinpistokkeessa käytettiin kiinni signaalin lähetintä "Tone generator", jonka signaali löydettiin viemällä "amplifier probe" testerin mittapää lähelle oikeaa ristikytkentäparia. Testerin kaiuttimen ääni vahvistuu signaalin vahvistuessa eli mitä lähemmäs aktiivista väylää mittapää pääsee. Kaikkien huoneiden puhelinkaapeliväylät telejakamon ristikytkentöihin saatiin listattua.

VDL-2420M kytkimen johdoissa ei ollut valmiiksi liittimiä, joten johtoparia suojannut paksumpi suojuori kuorittiin ja itse johtoparien päihin puristettiin liitinpuristimilla RJ11-liittimet (Kuvio 21). Johdot oli merkitty porttien mukaan, mutta merkintöjen ollessa liian pieniä niihin teipattiin suuremmilla lapuilla porttien numerot helpottamaan asennusprojektissa oikeiden johtojen tunnistamista.



Kuvio 21. VDSL2-kytkimen johdot RJ11-liittimillä

Kytkeyn porteista lähtevät RJ11-liittimellä päätetyt johdot kiinnitettiin piirilevyn RJ11-kytkentätauluun järjestyksessä ylhäältä alas, ensimmäisen portin johdosta alkaen (Kuvio 21). Johtoparit kiinnitettiin piirilevyn kytkentärimaan Kd-1-kiinnitystyökalulla. Johtoparien toiset päät puolestaan kiinnitettiin järjestyksessä ensimmäisestä portista ensimmäiseen asuntoon, toisesta portista seuraavaan asuntojen numerojärjestyksessä ja niin edelleen. Ylhäältä alas numeerisessa järjestyksessä kiinnitys oli selkeyden vuoksi käytännöllinen, sillä kytkentärimaan johtoparien kiinnittäminen oli vaikeampaa keskiriveiltä, kuin reunariveiltä, sillä työkalu ei mahtunut työntämään johtoja paikoilleen keskiriviltä.

Näin saatiin VDSL2-tekniikan mukaisesti asuntokohtaisesti 200 Mb/s sisään menevä kaista ja takaisin tuleva 100 Mb/s kaista. Jokaisen portin kaista rajattiin kytkimen porttikohtaisilla asetuksilla 100 Mb/s nopeuteen molempiin suuntiin. Reitittimien lähetys- ja vastaanotonopeudet speedtest.net sivustolta mitattuna vaihtelivat 90 Mb/s ja 100 Mb/s välillä.

3.4.2 Asuntolarakennuksen WLAN-uudistukset

Asuntolarakennukseen haluttiin parempi ratkaisu asuntokohtaisen WLAN-verkon tilalle. WLAN-laitteisto tulisi uusaa ja tätä pitäisi hallita tehokkaammin. Vanhat Planetin VDSL2-reitittimet päätettiin korvata. Päätettiin tilata kymmenen, modeemina toimivaa, Netsys NV-202P VDSL2-Ethernet-siltaa. Sen lisäksi tilattiin kymmenen UniFi AP-AC-Lite tukiasemaa. Kuviossa näkyy kyseinen VDSL2-Ethernet-silta vasemmalla ja oikealla tukiasema (Kuvio 22).



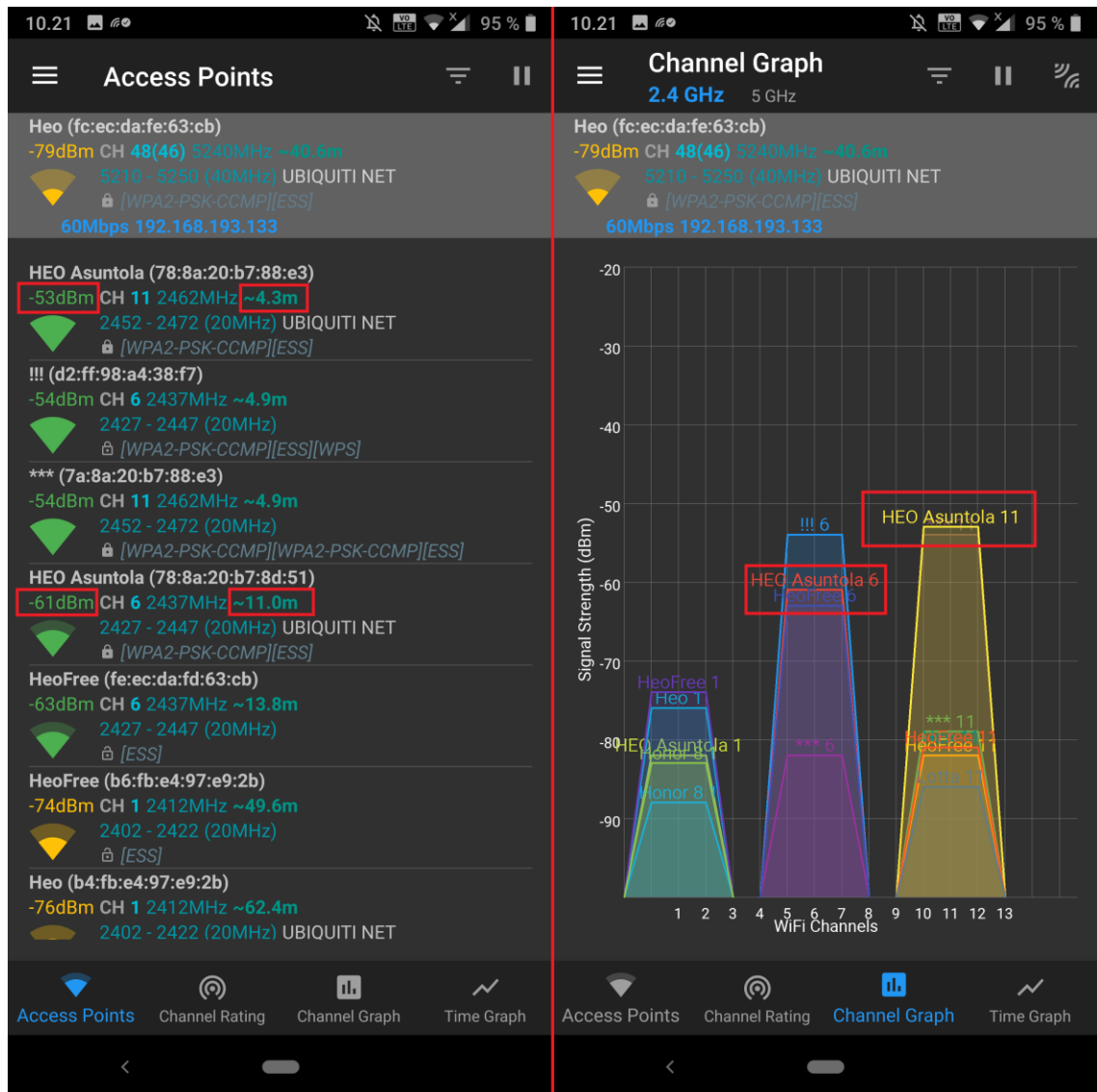
Kuvio 22. Netsys NV-202P ja UniFi AP-AC-Lite

Netsys NV-202P:ssä on kaksi PoE-porttia ja analogisen signaalin sisääntulona link-portti, johon kiinnitetään puhelinkaapelin RJ11-liitin. Ensimmäisestä PoE-portista jaetaan Cat 6 Patch-kaapelilla virta ja verkkoyhteys tukiasemalle toisen portin jäädessä vapaaksi. Nämä kiinnitettiin ja lukittiin seinille puhelinpistokkeiden yläpuolelle. Lisäksi ohjeistukset päivitettiin, joissa korostettiin, että laitteet tulisi pitää kytkettynä sähkö- ja puhelinkaapeliverkkoon.

Näiden hallinta järjestettiin ylemmän 3.2.1 luvun mukaisella UniFi Controllerilla. Asuntokohtaisista SSID-tunnuksista luovuttiin ja otettiin käyttöön yksi koko asuntolarakennuksen kattava "HEO Asuntola" -SSID. Verkkotunnukselle asetettiin oma salasana. Tämän verkkoliikenne käyttää WPA2/PSK-salausta.

WiFi Analyzer sovelluksen mukaan, asuntolarakennuksen uusi langaton verkko antoi vähintään -60 dBm vahvuisen signaalin asuntoihin, joihin ei oltu sijoitettu tukiasemaa, joka on riittävä. Viimeisin testimittaus tehtiin B-rapun 2. kerroksessa,

jonka kerroksessa ei ollut asuntoja. Kerrosta ylempänä oli tukiasema asunnossa, josta signaalin vahvuudeksi saatiin -53 dBm. Kauempana olevaan tukiasemaan saatiin -61 dBm vahvuinen signaali (Kuvio 23). -30 dBm signaalia voidaan luonnehtia erinomaiseksi, -60 dBm signaalia riittäväksi ja -70 dBm signaalia heikoksi. (EyeSaaS 2019; Megageek 2019.)



Kuvio 23. WLAN-signaalit asunnottoman toisen kerroksen rappusista

3.5 Tietoverkon päivityssuunnitelmat

Oppilaitoksen palvelinkone on ollut 2015 kesästä lähtien käytössä. Koneen ja sen käyttöjärjestelmän tuki päättyy vuoden 2020 ja 2021 aikana. Täten edessä on

palvelinjärjestelmän uusintaprojekti, jossa otetaan huomioon nykyaikaiset pilvipalveluratkaisut. Valinnoista huolimatta, lähiverkon suorituskyky tulee vain korostumaan nykypäivän informaatioyhteiskunnassa. Riippumatta siirretäänkö tietoa enemmän paikallisesti lähiverkossa vai siirtyykö tietoa enemmän pilvipalveluiden ja päätelaitteiden välillä sitä siirretään yhä enemmän ja intensiivisemmin kaikkialla. Siten paikallisverkkojen suorituskyky kaapeloinneista aina verkkolaitteistoon korostuu.

Virtual LAN:illa eli virtuaalilähiverkolla tietoliikenneverkko saadaan jaettua loogisiin alueisiin, VLAN-aliverkkoihin. Tällöin esimerkiksi kahdessa eri huoneessa, jossa on sama fyysinen lähiverkko, voi olla kaksi erillistä lähiverkkoyhteyttä. VLAN:ien avulla toteutettava segmentointiprojekti tullaan toteuttamaan tietoverkolle, jolla parannetaan tämän suorituskykyä ja tietoturvaa. Suunnitelman mukaisesti valvontakamerat siirretään omaan VLAN-verkkoon. Tämän lisäksi tutkitaan, miten henkilökunnalle voisi rakentaa oman turvallisen sekä käytännöllisen VLAN-verkon.

WLAN-verkko pyritään uusimaan tietoturvallisemmaksi siten, että oppilaille ja opettajille on oma yhteys, johonka liittyminen on pakotettu käyttäjän kautta. HEO-Free:n suojaaminen salasanalla ja yhteyden rajoittaminen 50 Mb/s tiedonsiirtonopeudesta puoleen on tutkimisen arvoinen. Näin potentiaaliset ulkopuoliset ylimääräiset käyttäjät saadaan pois tuomasta lisäkuormaa HEO:n langattomalle verkolle. Asuntolarakennuksen UniFi Controller liitetään uuteen pilvipohjaiseen päähallintatiliin.

Runkokytkimet vaihdetaan vähitellen uusiin, jota seuraa reuna-alueiden kytkinten uusinta. Rakennettuja valokuituyhteyksiä otetaan käyttöön ja parikaapelien uusintaa jatketaan. Esimerkiksi telejakamon ja palvelinhuoneen uusi valokuitukaapeli pyritään lähivuosina ottamaan käyttöön, sijoittamalla uusi mediamuunnin palvelinhuoneeseen, koska nykyisessä palomuurissa on vain RJ45-portteja. Kerhosalin kaapeliyhteydet uusitaan, jota sivutaan pääluvussa neljä.

Opettaja- ja luokkatietokoneita tullaan asettamaan staattisille IP ja DNS-asetuksille, joka mahdollistaa ylläpidollisia toimia, vaikka DHCP-palvelin ajettaisiin alas

esimerkiksi palvelinkoneen päivityksen ajaksi. Sen lisäksi nykyisen noin 750 käyttäjän DHCP-range:n kasvatusta tullaan tutkimaan. Uusien VPN-palomuurien määrän kasvatusta tullaan harkitsemaan uusien päärakennuksesta erillään olevien luokkatilojen johdosta.

4 KÄYTÄNNÖN ESIMERKKI ASENNUSPROJEKTISTA

4.1 Verkkoysteys erilliseen luokkatilaan

Opiskelijamäärien kasvusta johtuen HEO vuokrasi Castréninkadulta, päärakennuksen vastapuolelta, entisen liiketilan ja remontoi sen 2019 kesällä uudeksi luokkatilaksi. Tila nimettiin Aleksiksi, johon tarvittiin verkkoysteys. Tähän ensimmäisenä vaihtoehtona oli hankkia erillinen 50/10 Mb/s VDSL2-kaapeliliittymä teleoperaattorilta. Aleksin vieressä samassa rakennuksessa on vanha luokkatila, johon vastaava liittymä oli jo aikaisempina vuosina hankittu (Kuvio 24).



Kuvio 24. Castréninkadun satelliittikuva (Google Maps)

Vanhan luokkatilan liittymä oli todettu riittämättömäksi suurien oppilasryhmien vaativassa verkkomateriaalien käyttöä hyödyntävässä opetuksessa. Oman kaapeliyhteyden rakentaminen kadun yli vanhaan luokkatilaan tai Aleksiin oli käytännössä mahdotonta, joten siksi päädyttiin kokeilemaan verkkoysteiden siltaamista

kadun yli langattomasti. Täten ei tarvinnut huolehtia VPN-yhteyden järjestämisestä uuteen luokkatilaan. Uuden luokkatilan PC saadaan näin liitettyä HEONET.COM toimialueeseen. Pidemmällä aikavälillä kertyy taloudellisia säästöjä, kun ei makseta erillisestä kaapeliliittymästä, vaan käytetään oppilaitoksen omaa runkoyhteyttä.

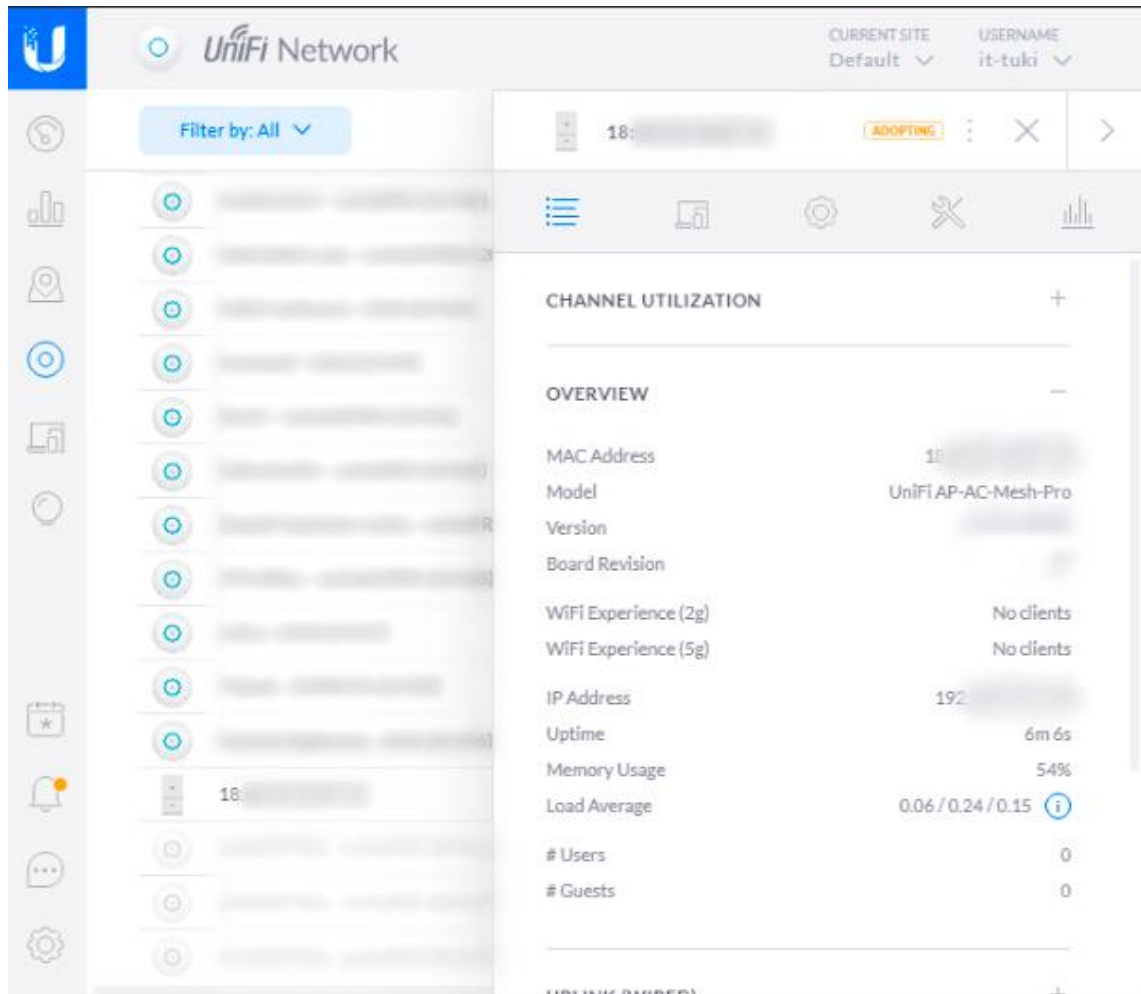
4.2 Suunnitelma langattomasta siltauksesta

Alkuperäinen ajatus oli käyttää Ubiquiti Network Airmax tuoteperheen ulkoilman kestävästä Nanostation laiteparia. Nämä muodostaa vakaan langattoman sillan PtP eli Point-to-Point tilassa. Lyhyelle 20 metrin etäisyydelle kadun yli voi kuitenkin riittää kiinteän kaapeliyhteyden päässä oleva tehokas ulkotukiasema, jonka signaalin vastaanottaa langattomasti "Wireless Uplink" tilassa oleva tukiasema. Tällainen oli nopeammin saatavilla, kuin Nanostation. Ainut epävarma muuttuja oli uuden luokkatilan monikerroksinen ikkunalasi. Ulkotukiasemalle on tiedossa muita sijoituspaikkoja, joten jos monikerroksinen ikkunalasi vaimentaa yhteyttä liikaa, ulkotukiasema hyödynnetään esimerkiksi päärakennuksen sisäpihalla. (UniFi 2019.)

Tähän asennusprojektiin päädyttiin kokeilemaan ensin ulkotukiaseman käyttöä. Ulkotukiasemaksi valittiin UniFi:n Ubiquitin tuoteperheen AP-AC-Mesh-Pro, joka teoriassa kykenee 1,75 Gb/s lähetysopeuteen. Vastaanottavana tukiasemana käytettiin jo varastossa olevaa Ubiquitin UniFi tuoteperheen AP-AC-Pro tukiasemaa, joka pystyisi jakamaan signaalin tehokkaasti suurellekin käyttäjämäärälle teoriassa 1,3 Gb/s lähetysopeudella. AP-AC-Mesh-Pro ja AP-AC-Pro tukiasemat käyttävät 48 V, 24 W tehoista PoE-virtaa. (UniFi 2019)

4.3 Ensimmäinen toteutus tukiasemilla

Ensimmäistä kokeilua lähdettiin toteuttamaan ottamalla uusi ulkotukiasema käyttöön UniFi Controller:in laite osiosta hyväksymällä laite osaksi verkkoa ja päivittämällä sen laiteohjelma (Kuvio 25). Laite nimettiin ja sille asetettiin oma staattinen IP-osoite.



Kuvio 25. UniFi:n laitehallinta web-selaimessa

Tämän jälkeen asennettiin päärakennuksen puoleisen luokkatilan, kerhosalin, ulkopuolelle kadun varteen noin 2.5 metrin korkeuteen lähettävä ulkotukiasema. Tälle vedettiin uusi noin 10 metrin suojaamaton Cat 6 parikaapeli kerhosalin sisältä, joka sijoitettiin uuteen kouruun. Parikaapelin toiseen päähän sisällä asetettiin PoE-adapteri, joka kytkettiin verkkovirtaan ja vapaaseen RJ45-rasiaan. Parikaapelin veto seinän läpi ja kiinnitys ulkotukiasemaan eristettiin asianmukaisesti. Rasian ja uuden CAT6-kaapelin väliin tuli laitteen 48 V, 0,5 A PoE-virta. Vastaanottava tukiasema asetettiin Aleks-tilan sisälle ikkunan viereen, jolle tehtiin vastaavat asennustyöt sisätiloissa. Rakennus ei ole HEO:n omistuksessa, joten ulkoasennus ei ollut mahdollinen.

Kerhosalin RJ45-rasiasta mitatut läpisyötön nopeudet olivat keskimäärin 300 Mb/s speedtest.net mukaan, kun vertailuksi muissa luokissa läpisyötön vaihteluväli oli 600 – 900 Mb/s ruuhkaisuudesta riippuen. Oli tiedossa, että kyseiseen

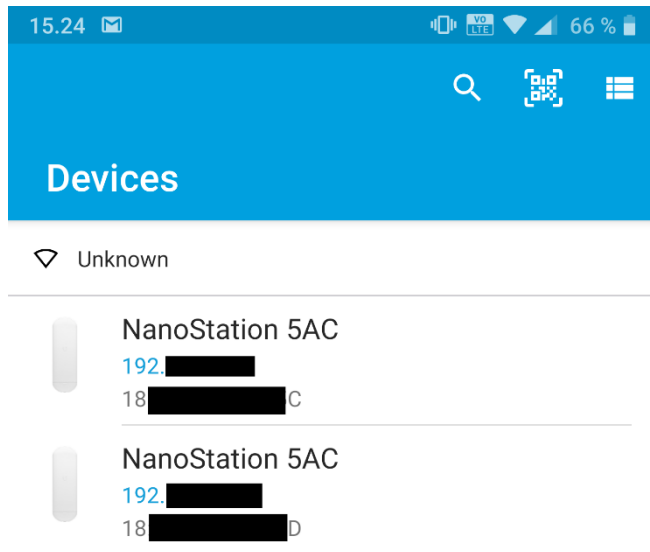
luokkaan tuli häiriöalttiit vanhat Cat 5 parikaapelit. Yhteys kuitenkin toimi riittäväällä nopeudella ja vakaudella. Kaapelien uusinta tänne ei ole ollut ensimmäisenä kaapelien uusimisprojekteissa toimivuudesta johtuen.

Heikommasta Cat 5 parikaapelista johtuen, ulkotukiasema rajoitti nopeuden automaattisesti 100 Mb/s nopeuteen, joka oli riittävä Aleksin luokkatilaan. Aleksin langattomasti vastaanottava tukiasema vastaanotti noin -70 dBm tasoisen radio-signaalin. Aleksin tukiaseman läpisyöttö oli epävakaata ja tiedonsiirtonopeus vain noin 15 Mb/s, niin langallisesti kuin langattomasti tukiasemasta mitattuna. Päädyttiin siirtymään alkuperäisen suunnitelman langattomaan siltaan Nanostation laiteparilla, aikataulusta johtuen. AC Mesh Pro tulitaisiin sijoittamaan myöhemmin päärakennuksen sisäpihalle, josta saataisiin vahva signaali mahdolliselle langattomalle valvontakameralle, sekä sisäpihan pesularakennukselle mahdollisia älylaite asennuksia varten.

4.4 Toinen toteutus Airmax Nanostationilla

UniFi:n Airmax tuoteperheen Nanostation NS-5AC toimintaperiaatetta voi verrata aikaisempien sukupolvien IEEE 802.16-standardia käyttäneisiin WiMAX laitteisiin. Nanostation käyttää AirOS 8 käyttöjärjestelmää ja TDMA-aikajakokanavointiin perustuvaa AirMax protokollaa. Nanostation NS-5AC tuotetietojen mukaan takaa vähintään vakaan 450 Mb/s läpisyötön 15 km päähän. Laite säätää virran syötön, signaalin kanavat ja etäisyyden automaattisesti laitteiden välille. Nanostation käyttää 24 V, 12 W tehoista PoE-virtaa. Laite kykenee PtP tilan lisäksi PtMP eli Point-to-Multi-Point tilaan, jolloin vastaanottavia laitteita voi olla useampi kuin yksi. Asennushetkellä laiteparin hinta oli 300 €. (Unifi 2019.)

Ennen laitteiden asennusta seinille, laitteet konfiguroitiin ja laitteiden välille muodostettiin silta. Käyttöönottoa varten ladattiin Google Play kaupasta Ubiquitin UNMS sovellus, jolla laitteet saatiin käyttöön (Kuvio 26). Laitteiden paritus onnistui ja yhteys todettiin toimivaksi.



Kuvio 26. UNMS sovellus

Laitteiden mukana ei tullut viistoa suuntausta varten sopivia kiinnikkeitä. Kyseiseen kiinnitysmalliin sopivia osia ollut nopeasti saatavilla eri liikkeistä. Päädyttiinkin mittaamaan itsenäisesti tarkat kallistuskulmat asemille, jotta nämä olisi tarkalleen suunnattu toisiaan kohden, sekä 3D-mallintamaan ja 3D-tulostamaan kiinnikkeet työpaikalla (Kuvio 27).



Kuvio 27. 3D-tulostetut kiinnikkeet kiinnitettyinä

Lähettävä Nanostation asennettiin 2,5 metrin korkeuteen samalle paikalle, jossa AP-AC-Mesh-Pro oli ollut, kaapeli kiinnitettiin laitteen RJ45-porttiin ja porttia suojaava luukku suljettiin tiiviisteen kanssa. Vastaanottava Nanostation kiinnitettiin Aleksin sisälle, lähelle AP-AC-Pro tukiasemaa, kahden metrin korkeuteen kohdistettuna lähettävää Nanostation:ia kohden (Kuvio 28). Kerhosalin PoE-adapteri vaihdettiin Nanostation:in omaan 24 V, 12 W tehoiseen adapteriin ja Aleksiin asennettiin samanlainen. Aleksin Nanostation:ista kytkettiin parikaapelilla yhteys AP-AC-Pro tukiasemaan, josta puolestaan kytkettiin Secondary RJ45-portista yhteys välikaton kautta kulkevalla kaapelilla opetustilan PC:lle.



Kuvio 28. Nanostation laitepari asennettuna

Speedtest.net mittausten perusteella yhteys Aleksissa todettiin toimivaksi, vaakaaksi 100 / 100 Mb/s yhteydeksi 1 - 2 ms viiveellä tilan opetus PC:ltä operaattorin palvelimelle mitattuna. WLAN-signaalin nopeus rajoittamattomassa tiedonsiirtotilassa ilman muita käyttäjiä vaihteli 90 ja 100 Mb/s välillä. Seuraava pari-

kaapelin uudistus työ alkaakin kerhosalista, jonka jälkeen Aleksin tukiaseman tiedonsiirtonopeudet saadaan moninkertaistettua laitteiden täyteen potentiaaliin. Projektin onnistumisesta ja laitteen PtMP-tilan tuesta johtuen, Aleksin viereiseen tilaan on suunnitteilla Nanostation:in asennus. Tämän asennuksen jälkeen vanhan tilan VDSL2-kaapeliliittymän sopimus voidaan purkaa.

5 POHDINTA

Opinnäytetyön päämääränä oli kartoittaa oppilaitoksen tietoverkkoyhteyden kokonaisuus, dokumentoida se ja luoda pohja tietoverkon tuleville laajennustöille. Tässä onnistuttiin, jota tukee kattava laiteinventaarior verkkoon liitetyistä laitteista. Tarkan porttikohtaisen kaapelointikartan luonti jäi vaiheeseen, joka tullaan vieämään loppuun tulevaisuudessa. PuTTY ohjelman käytön esittely osana opinnäytetyötä jäi pois. Ohjelmaa on käytetty tietoverkon kartoituksessa etenkin kytkinten porttikohtaisten kytkentöjen selvityksessä. Pääyhteydet kytkinten välillä tunnetaan. Verkkolaitekaappien värilliset Patch-kaapelit ja nimeykset helpottavat tunnistamaan kytketyt laitteet ja niiden tyypit.

Työn kannalta käytännön esimerkki asennusprojektista oli mielenkiintoinen esimerkki siitä, että langatonta siltausta voidaan käyttää tehokkaasti osana modernia tietoverkon laajennusta. Nanostation laitteita tullaan lisäämään ainakin yksi lisää uuden luokkatilan viereiseen luokkatilaan, jolloin päästään kokeilemaan PtMP-tilan tehokkuutta.

On selvää, että VLAN-segmentointi on toteutettava jo pelkästään tietoturvan kannalta ja tietoverkon suorituskyvyn parantamiseksi. Tämän sekä tietoverkkojen teoriaosuuden puolesta oli toivomuksena, että teoria-aineistoa olisi voinut käyttää konkreettisemmin osana opinnäytetyötä. Paljon kerättyä materiaalia ja sisäistettyjä alueita oli rajattava ulos opinnäytetyöstä. Opinnäytetyön aihevalinta oli kuitenkin oikea, sillä se on luonut tekijälle tietopohjan jatkaa verkon syvempiä päivitys- ja rakennustöitä. Tämän opinnäytetyön tiedonhaku- ja kirjoitusprosessi olivat pelkästään jo hyvin opettavaisia kokemuksia ja tietoa kerryttäneitä tekoja.

LÄHTEET

Casazza, A. 2019. All About Cat 6A. Viitattu 25.11.2019 <https://www.lanshack.com/cat6a.aspx>.

Cisco Networking Academy 2019. CCNA R&S: Introduction to Networks. Viitattu 11.11.2019 <https://www.netacad.com/>.

Computer Hope 2018. How to make a network cable. Viitattu 24.11.2019 <https://www.computerhope.com/issues/ch000639.htm>.

EyeSaaS 2019. Wi-Fi Signal Strength. Viitattu 17.11.2019 <https://eyesaaS.com/wi-fi-signal-strength/>.

Firefold 2019. STP vs UTP Cables: Comparing Each and When To Use Them. Viitattu 25.11.2019 <https://www.firefold.com/blogs/news/stp-vs-utp-cables-comparing-each-and-when-to-use-them>.

FS 2015. Fiber Optic Connector Tutorial. Viitattu 26.11.2019 <https://community.fs.com/blog/fiber-optic-connector-tutorial.html>.

HEO Kansanopisto 2019. Viitattu 26.10.2019 <https://www.heo.fi/opiskelijaksi>.

Institute of Electrical and Electronics Engineers 2019. IEEE Quick Facts. Viitattu 28.11.2019 <https://www.ieee.org/>.

Kouvolan seudun ammattiopisto 2010. OSI-malli. Viitattu 11.11.2019 <http://www.koudata.fi/node/598>.

Metageek 2019. Wifi Signal Strength Basics. Viitattu 17.11.2019 <https://www.metageek.com/training/resources/wifi-signal-strength-basics.html>.

Piispanen, M. 2019. Tetra-tekniikka Oy. Puhelinkeskustelu oppilaitoksen tietoverkosta 6.11.2019.

Russell, A. L. 2013. OSI: The Internet That Wasn't. Viitattu 11.11.2019 <https://spectrum.ieee.org/tech-history/cyberspace/osi-the-internet-that-wasnt>.

UniFi 2018. UniFi Controller User Guide. Viitattu 28.11.2019 https://dl.ubnt.com/guides/UniFi/UniFi_Controller_V5_UG.pdf.

UniFi 2019. UniFi AC Mesh Pro AP. Viitattu 28.11.2019 <https://store.ui.com/products/unifi-ac-mesh-pro-ap>

UniFi 2019. Nanostation AC. Viitattu 6.11.2019 <https://www.ui.com/air-max/nanostation-ac/>.

Versa Technology 2019. What is Power Over Ethernet (PoE) and what is it used for? Viitattu 28.11.2019 <https://www.versatek.com/what-is-power-over-ethernet/>.

Vironen, P. 2013. Kuusi vuotta vanha laajakaista sai purkutuomion: "Tästä ei tullut ekosysteemiä. Varaosia mahdoton saada". Viitattu 26.11.2019 <https://yle.fi/uutiset/>.

Waldock, A. 2017. RJ45 or 8P8C connectors? Finding the True Ethernet Standard. Viitattu 23.11.2019 <https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/rj45-connectors>.


Watchguard 2019. About Firewalls. Viitattu 27.11.2019 https://www.watchguard.com/help/docs/help-center/en-US/Content/en-US/Fireware/overview/networksecurity/firewals_about_c.html.

LIITTEET

- Liite 1. Unifi-tukiasemien tuotetiedot, kuva
- Liite 2. Airmax-seloste, kuva
- Liite 3. Airmax-protokollan tuoteseloste, kuva

Unifi-tukiasemien tuotetiedot

Model Comparison




	UAP-AC-LITE	UAP-AC-LR	UAP-AC-PRO	UAP-AC-EDU	UAP-HD
Dimensions	Ø160 x 31.45 mm	Ø175.7 x 43.2 mm	Ø196.7 x 35 mm	Ø287.5 x 125.9 mm	Ø220 x 48.1 mm
Environment	Indoor	Indoor	Indoor/Outdoor	Indoor	Indoor/Outdoor
2.4 GHz Speed	300 Mbps	450 Mbps	450 Mbps	450 Mbps	800 Mbps
5 GHz Speed	867 Mbps	867 Mbps	1300 Mbps	1300 Mbps	1733 Mbps
PoE Mode	802.3af/A PoE & 24V PoE	802.3af/A PoE & 24V PoE	802.3af PoE/802.3at PoE+	802.3at PoE+	802.3at PoE+
Ports	(1) 10/100/1000 Ethernet	(1) 10/100/1000 Ethernet	(2) 10/100/1000 Ethernet	(2) 10/100/1000 Ethernet	(2) 10/100/1000 Ethernet


Airmax-seloste

What Is AirMax?

AirMax Products




Hardware Accelerated




MIMO TDMA Protocol

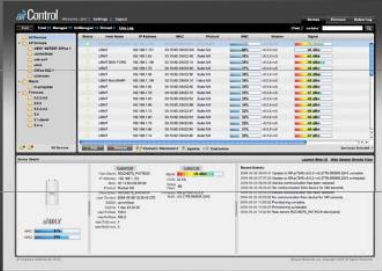
AirOS 5



AirMax MIMO Antennas




AirControl




Airmax-protokollan tuoteseloste

AirMax Protocol Benefits




SCALABILTY




-802.11 protocol (based on carrier sensing) was designed for indoor networks where clients can “hear” one another. AirMax Protocol (based on TDMA) was designed for outdoors; hidden nodes are no problem.

LATENCY



-AirMax protocol has “smart polling” which senses voice/video packets and gives them priority. It also provides priority to “active” clients over “idle” ones to optimize perceived latency on large networks.

SPEED



-AirMax is based on latest 1x1 and 2x2 MIMO radio technology. 150Mbps+ real TCP/IP throughput in PtP mode and 100Mbps+ in PtMP