

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikka

Opinnäytetyö

Markus Lämsä

PIRKON NOKIAN TOIMIPISTEEN VERKON UUDISTAMISSUUNNITELMA

Työn ohjaaja
Työn teettäjä

Yliopettaja Jorma Punju
Pirkanmaan koulutus konserni -kuntayhtymä, valvojana
suunnittelija Toni Tiainen

Tampere 10/2009

Tekijä	Markus Lämsä
Työn nimi	PIRKOn Nokian toimipisteen verkon uudistamissuunnitelma
Sivumäärä	32 + 11 liitesivua
Valmistumisaika	10/2009
Työn ohjaaja	Yliopettaja Jorma Punju
Työn teettäjä	Pirkanmaan koulutus konserni -kuntayhtymä, valvoja suunnittelija Toni Tiainen

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miten Pirkanmaan koulutus konserni-kuntayhtymän (PIRKO) Nokian toimipisteen tietoverkkoa voitaisiin uudistaa. Syynä oli se, että Nokian tämän hetkinen verkko kävi jo auttamatta vanhaksi ja siinä esiintyi ongelmia. Verkosta ei ollut mitään virallisia dokumentaatioita, joten verkon nykytila tuli selvittää omatoimisesti lähes alusta asti. Verkosta tuli tehdä hyvä dokumentaatio, jotta siitä olisi suunnittelun lisäksi apua myös ongelma-tilanteissa.

Uutta verkkoa suunniteltaessa tarvitsi selvittää, mitä parannettavaa verkossa oli ja käydä läpi konsernin puolelta tulevat muutostoiveet. Tärkeimmät parannuksen kohteet olivat kaapeloinnin ja rasioiden uudelleen toteuttaminen. Myös verkon laitteiden välisten yhteysasetusten yhtenäistäminen oli aiheellista toteuttaa.

Verkon rakentamiseen ei ollut määrätty tiettyä budjettia, joten suunnitteluun annettiin vapaat kädet. Lähtökohta oli, että koko verkko tehtäisiin uusiksi. Uuden verkkosuunnitelman pohjalta laskettiin hankintalista, johon sisällytettiin kaikki kaapeloinnista, laitteista ja töistä aiheutuvat kustannukset. Verkon suunnittelussa tuli myös kiinnittää huomiota siihen mitä verkolta vaadittaisiin tulevaisuudessa.

Työhön on sisällytetty luottamuksellista tietoa ja ne on esitetty liitesivuissa.

Writer	Markus Lämsä
Thesis	Renewing project of Nokia office network in PIRKO
Pages	32 + 11 appendices
Graduation time	10/2009
Thesis supervisor	Principal Lecturer Jorma Punju
Co-operating Company	Pirkanmaa Educational Consortium, supervisor designer Toni Tiainen

ABSTRACT

Purpose for this thesis was to explore the opportunity of renewing network in Nokia office of Pirkanmaa Educational Consortium (PIRKO). Cause for this was that existing network was getting too old to serve well and problems were occurred. There was no official documentation of the present network, so the state of present network had to be explored independently all the way from start. Documentation of the present network had to be done well, so that it could also serve in troubleshoot.

It was needed to consider what improvements should and could be done for new network design. It was also needed to hear what PIRKO wish for the new network. Most important targets of improvement were cabling and sockets. Settings between network devices were also need to be unified.

There was no budget set, which meant that there were no limits in planning and baseline was that whole network should be designed from beginning. Purchase-list was made based on the new network plan. Purchase-list included wiring, network devices and costs of installation work. It was also important to foresee future demands of the new network.

Thesis includes confidential information which is presented in appendices.

Keywords computer network, network planning, network documentation

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin kokonaisuudessaan PIRKOlle kesällä 2009. Työn tekeminen antoi minulle uusia valmiuksia yleensäkin verkonsuunnitteluun, mutta myös samalla parempaa kokonaiskäsitystä siitä, kuinka oppilaitosympäristön it-infrastruktuuri tulee ja kannattaa toteuttaa niin, että se palvelisi mahdollisimman hyvin kaikkia organisaation sidosryhmiä.

Haluan kiittää Pekka Sepposta ja PIRKOA mahdollisuudesta tehdä tämä opettavainen työ. Lisäksi haluan kiittää työni ohjauksesta PIRKON työntekijää Toni Tiaista, jota ilman tämä työ ei olisi valmistunut ajallaan.

Työ on luottamuksellinen.

Tampereella lokakuussa 2009

Markus Lämsä

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	1
2 VERKON NYKYTILA	2
2.1 Topologia.....	3
2.2 Rasioinnit.....	4
2.3 Kaapelointi ja kaapelivetojen mittaus	4
2.4 Aktiivilaitteet.....	6
2.5 Verkkotulostimet	8
2.6 Palvelimet	9
2.7 VLAN	9
2.8 IP-osoitteet.....	10
3 VERKON UUDELLEENSUUNNITTELU.....	11
3.1 Uuden verkon suunnittelussa huomioitavia asioita	11
3.2 Suunnittelun vaiheet	12
3.2.1 Esitutkimus	12
3.2.2 Määrittely.....	13
3.2.3 Suunnittelu	13
3.2.4 Toteutus	14
3.2.5 Testaus	14
3.2.6 Käyttöönotto	15
3.2.7 Ylläpito	15
4 UUSI VERKKOSUUNNITELMA.....	15
4.1 Kaapelointi	16
4.1.1 Kiinteä kaapelointi.....	16
4.1.2 Kytchentäkaapelit	17
4.2 Rasiointi.....	17
4.3 Aktiivilaitteet ja aktiivilaitteiden asetukset	18
4.3.1 Kytkimet	18
4.3.2 Kytkimien asetukset.....	19
4.3.3 STP	20
4.3.4 Merkkkaus	21
4.4 Verkkotulostimet	22

4.5 Palvelimet	22
4.6 VLAN	22
4.7 WLAN	23
4.8 IP-osoitteet.....	24
4.9 Tilat	24
4.9.1 A-luokka	25
4.9.2 Puhtaanapidon ja teorian luokka.....	25
4.9.3 Luokka Atk-C	26
4.9.4 Cateringin hallintohuone	27
5 HANKINTALISTA	27
6 LOPPUSANAT.....	28
LÄHTEET.....	29
LIITTEET	32
Liite 1: Nokian toimipisteen verkon topologia	
Liite 2: Nokian toimipisteen A-rakennuksen verkon pohjakuva (A3)	
Liite 3: Nokian toimipisteen B-rakennuksen verkon pohjakuva (A3)	
Liite 4: Nokian toimipisteen verkon IP-osoitteet	
Liite 5: Nokian toimipisteen uuden verkon topologia	
Liite 6: Nokian toimipisteen A-rakennuksen uuden verkon pohjakuva (A3)	
Liite 7: Nokian toimipisteen B-rakennuksen uuden verkon pohjakuva (A3)	
Liite 8: Kytkimien perusasetukset	
Liite 9: Kytkimien STP-määritykset	
Liite 10: Nokian toimipisteen uuden verkon IP-osoitteet	
Liite 11: Hankintalista	

KESKEISIÄ TERMEJÄ JA LYHENTEITÄ

Alla on lueteltu tähän työhön oleellisesti liittyviä, keskeisiä termejä ja lyhenteitä selityksineen.

Konfiguraatio	Tila, jossa asetukset on jollain tapaa määritetty.
Looginen topologia	Määrittelee, kuinka tieto kulkee koneelta toiselle /1, s. 68/.
Fyysinen topologia	Määrittelee, kuinka koneita yhdistävät kaapelit on fyysisesti kytketty /1, s. 68/.
Protokolla	Käytäntö tai standardi, joka määrittelee tai mahdollistaa laitteiden tai ohjelmien väliset yhteydet /2/.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol. Verkkoprotokolla, jonka tehtävä on jakaa IP-osoitteita määritetystä IP-osoiteavaruudesta uusille lähiverkkoon kytkeytyville laitteille /3/.
DNS	Domain Name System. Internetin nimipalvelujärjestelmä, joka muuttaa verkkotunnukset ip-osoitteiksi. Tämä siksi, että numeeristen osoitteiden muistaminen olisi ihmiselle mahdoton tehtävä /4/.
VLAN	Virtual Local Area Network. Tekniikka, jolla fyysinen tietoliikenneverkko voidaan jakaa loogisiin osiin /5/.
Telnet	Internetin yli kulkeva yhteysprotokolla pääteyhteyksiä varten /6/.
Ethernet	Pakettipohjainen lähiverkkotekniikka, joka on hyvin yleisesti ja laajasti hyväksytty /7/.

Siamilainen kaapeli	Kaapeli, jossa on kaksi neliparista kuparikaapelia yhdessä /8/.
Half-duplex	Datan lähetys ja vastaanotto eri aikaan.
Full-duplex	Datan lähetys ja vastaanotto yhtä aikaan.
IGMP	Internet Group Management Protocol. TCP/IP-pinon protokolla. Mahdollistaa asiakkaiden liittymisen multicast-ryhmään /9/.
IP-multicast	Mahdollistaa yleislähetysten ethernet-verkkoon yleislähetysosoiteavaruudessa 224.0.0.0 – 239.255.255.255 /10/.
IPv6	Nykyisen IP-protokollan (IPv4) seuraaja. Käyttää 128-bittisiä osoitteita, jolloin verkossa voi olla yli $340 \cdot 10^{36}$ osoitetta /11/.
VTP	VLAN Trunking Protocol. Ciscon oma protokolla, jonka avulla VLAN-tiedot kulkevat kytkimeltä toiselle. VTP:ssä yksi kytkin määritellään palvelimeksi ja loput kytkimet asiakkaiksi /12/.
STP	Spanning Tree Protocol. Kytkimien käyttämä protokolla, jonka avulla estetään mahdolliset silmukat ja broadcast-myrskyt verkossa. STP:ssä yksi kytkimistä valitaan juurikyttimeksi (root bridge) /13/.
Image	Image on levystä tehty ”kuva”-kopio. Imageen tallennetaan siis levyn sen hetkinen tieto ja asetukset.
WPA2	Molemminpuoliseen autentikointiin (todentamiseen) perustuva salausmetodi /14/.

VPN	Virtual Private Network. Yksittäiset etätyöasemat tai useampia yrityksen verkkoja voidaan yhdistää Internetin yli, muodostaen näennäisesti yksityisen (virtuaalisen) verkon /15/.
Pääsyylista	Pääsyylistoilla voidaan hyvin rajata verkon liikennettä.

1 JOHDANTO

Pirkanmaan koulutus konserni -kuntayhtymä eli PIRKO on vuonna 2007 perustettu yhtiö, jonka tehtävänä on tarjota Pirkanmaan alueella nuoris-, aikuis- ja oppisopimus-koulutusta. Toimipisteitä PIRKOLla on Tampereella viisi, Nokiolla kolme ja Ikaalisissa, Kangasalla, Lempäälässä, Orivedellä, Ruovedellä, Virroilla sekä Ylöjärvellä kussakin yksi /16/.

Aiheena oli tehdä Nokian toimipisteen nykyisen verkon dokumentointi ja sen pohjalta suunnitelma verkon uudistamisesta. Aihe oli ajankohtainen, sillä Nokian toimipisteen nykyinen verkko oli rakennettu opiskelijatyönä 1990-luvun puolivälissä ja sen jälkeen tehtyjä muutoksia ei ollut juurikaan dokumentoitu. Verkosta oli tehty topologia-kuva vuonna 1996, mutta se on vanhentunut eikä enää vastaa verkon nykytilaa.

Ennen verkon uudelleen suunnittelua tulikin tehdä perusteellinen dokumentaatio olemassa olevasta verkosta, jotta sitä voitaisiin lähteä toteuttamaan uudelleen. Tehtävän tiedettiin olevan haasteellinen ja sitä tehdessä tulisi opittua paljon uutta. Samalla päästäisiin soveltamaan paljon jo ennalta opittujakin asioita.

2 VERKON NYKYTILA

Lähtökohta oli se, että ajantasaista dokumentaatiota verkosta ei ollut. Verkon historiasta oli sen verran tietoa, että verkko oli rakennettu opiskelijatyönä 1990-luvulla, jolloin oppilaitos oli vielä Nokian kaupungin alaisuudessa ja verkkoa hallinnoi tuolloin Sonera. 1.1.2007 Nokian toimipiste liitettiin Pirkanmaan koulutuskonserni -kuntayhtymään, jolloin myös verkkoon tuli muutoksia. Kiireellisissä muutostöissä oli käyty läpi kytkimet ja tehty tarpeelliset muutokset, jotta verkko oli saatu liitettyä PIRKOn verkkoon ja ylipäätään toimimaan. Muutostyöt oli teetetty ulkopuolisella konsultti-firmalla, nimeltään Suomen IT-infra Oy.

Kun verkon nykyistä tilaa ruvettiin kartoittamaan, aloitettiin kartoitus tutustumalla itse oppilaitokseen ja sen molempiin rakennuksiin (A ja B). Rakennuksia kierrellessä käytiin läpi, missä verkon aktiivilaitteet sijaitsivat sekä karkeasti se, miten kaapelivedot oli vedetty ja minne rasioita oli sijoitettu. Myös atk-tuen huoneessa, eli ”konehuoneessa” sijaitsevaa ristikytkentäkaappia ja pääkytkimen asetuksia, katseltiin alustavasti. ”Konehuone” toimi siis Nokian toimipisteen pääristikytkentähuoneena atk-tuen lisäksi. Laitteiden sijainnit, rasioiden paikat ja kaapelivedot merkittiin rakennusten pohjapiirustuksiin, jotka oli jo aiemmin valmiiksi tulostettu. Ikävä kyllä, pohjapiirustukset eivät olleet enää aivan ajan tasalla. Tämä ilmeni hyvin olennaisen mittakaavan sekä monien väliseinien puuttumisena. Näistä puutteista huolimatta merkinnät saatiin tehtyä riittävän selkeästi.

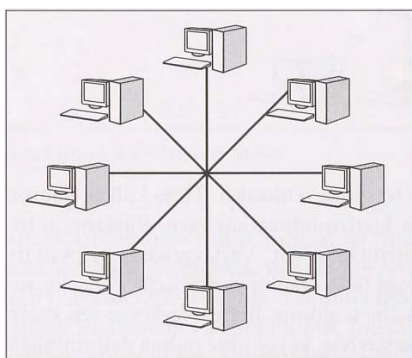
Tämän jälkeen alettiin selvittää tarkemmin kytkinten asetuksia ja niiden yhteyksiä toisiinsa. Tärkeimpänä katsottiin mitä VLAN-verkkoja niissä kulki, miten liittännät olivat konfiguroitu sekä miten suojaus ja varotoimenpiteet oli määritelty. Jotta kytkimistä voitiin edellä mainitut asiat selvittää, tarvitsi kytkimiin ottaa etäyhteys Telnetillä tai suora yhteys konsolikaapelilla. Koska konsolikaapelia ei ollut heti saatavilla, tuli kytkimistä aluksi tietää missä IP-osoitteissa ne sijaitsivat, jotta niihin voitiin ottaa yhteys Telnetillä. Osoitteet pystyi selvittämään esim. ilmaisohjelmalla The Dudella tai Ciscon omalla verkkoanalyysi-ohjelmalla Cisco Network Assistantilla. Koska verkossa noin puolet laitteista oli Ciscon, selvitettiin verkon kuvaa ensiksi Cisco Network Assistantilla. Selvittäminen ei tietenkään ollut niin yksinkertaista kuin toivottiin; verkosta kyllä piirtyi kuva kahdeksalla kytkimellä, sekä niiden osoitteilla ja yhteyksillä toisiinsa, mutta ku-

vasta puuttui jokin kytkimistä. Seuraavalla yhteyskerralla kytkimiä olikin jo sitten yhdeksän, mutta niiden nimet olivat muuttuneet ja kolme niistä ”kellui” verkossa, eli niiden yhteyksiä muihin verkon laitteisiin ei voitu todentaa. Lopulta päätettiin kokeilla verkon kuvan hahmottamista The Dude -ohjelmalla, joka löysikin lopulta kaikki verkon kytkimet, mutta vastapainoksi se ei osannut piirtää niiden yhteyksiä toisiinsa. Pääteltiin, että verkkokuvan piirtämisessä ilmenneet ongelmat johtuivat todennäköisesti ohjelmien puutteellisista tai vanhoista asetuksista, koska itse verkko kuitenkin toimi kuten ennenkin. Nyt kun kaikkien verkon kytkimien osoitteet olivat tiedossa, voitiin kytkimien tarkempaa tutkistelua jatkaa Telnet-yhteydellä. Yhteysohjelmina käytettiin HyperTerminalia ja Puttya. Myös Cisco Network Assistantilla pääsi Ciscon kytkimiin käsiksi, mutta HyperTerminalia käytettiin pääasiassa, koska se oli jo entuudestaan tuttu.

Kun kytkimille ensimmäistä kertaa kirjauduttiin, kävi ilmi, että ne oli suojattu pelkällä salasanalla ilman käyttäjätunnusta. Ja kun ajokonfiguraatioita tutkittiin, kävi lisäksi ilmi, ettei salasanoja ollut kryptattu (salattu). Sillä ei kuitenkaan ollut suurempaa merkitystä, sillä jos kytkimeen haluttiin päästä käsiksi, tuli salasana joka tapauksessa saada ensin selville jotain toista kautta.

2.1 Topologia

Nokian toimipisteen verkon looginen topologia oli tähti-rakenteinen (kuva 1). Myös verkon fyysinen topologia toteutti tähti-rakenteen kriteerit. Microsoftin Visiolla piirretty kuva verkon fyysisestä topologiasta löytyy liitteestä 1 /1 s. 70/.



Kuva 1: Tähti-topologia /1, s. 70/

2.2 Rasioinnit

Rasioinnit oli toteutettu niin, että ristikytkentäkaappiin oli omistettu kullekin alueelle oma ristikytkentäpaneeli, joka oli merkitty juoksevalla kirjaimella (A,B,C,...) ja siihen kytkettävien rasioiden numero juoksevalla numerolla. Luokissa ja työhuoneissa oli taas vastaavasti kaksoisrasiat (pois lukien muutama yksi-osainen rasia), jotka oli merkattu niin, että rasia vastasi kirjaimeltaan ja numeroltaan samaa kuin ristikytkentäpaneelissa, esimerkiksi A.01. Tästä käytännöstä poikkesi luokka Y, jossa rasiointeja ei ollut tehty ollenkaan, vaan työasemat oli liitetty suoraan kytkimeen. Ikävä kyllä alueetkaan eivät menneet niin loogisesti kuin olisi toivonut ja moni rasiakin oli jäänyt kokonaan merkitsemättä. Joistain rasioista myös huomasi, että kaapeloinnissa oli säästetty niin, että vain toiseen rasian pistokkeeseen oli vedetty kaapeli. Nämä puutteet johtuivat pitkälti siitä, että osa rasioinneista oli tehty oppilastyönä. Rasioiden sijoitukset löytyvät liitteistä 2 ja 3.

2.3 Kaapelointi ja kaapelivetojen mittaus

Verkon kaapelivedot kytkimiltä luokkiin ja työpisteille oli pääasiassa vedetty suojaamattomalla CAT5e-kaapelilla, joka on tänä päivänä jo hiukan vanhahtava peruskaapeli. Myös CAT6-kaapelia löytyi sieltä, missä uusia kaapeleita oli hiljattain vedetty. Kaapelit oli vedetty katon rajaa pitkin kiskoilla niin, että kaapelit näkyivät selvästi, mutta kuitenkin niin, ettei niihin ylettynyt ilman erillisiä tikkaita. Poikkeuksena olivat A-rakennuksen koillis-siiven kaapelit, jotka oli remontin yhteydessä laitettu kulkemaan välikatossa, eikä sitä osaa kaapeloinnista ollut mahdollista nähdä. Kaapelivedot on merkattu liitteisiin 2 ja 3 niin, että vihreällä on merkitty näkyvät kaapeloinnit ja sinisellä näkymättömissä olevat (oletetut) kaapeloinnit. Lisäksi rakennusten välinen yhteys oli toteutettu maanpinnan alta vedetyllä kuituyhteydellä. Kuituja meni kaksi paria, mutta pelkästään toinen niistä oli päätetty. Oletettu kuidun etenemistie on merkattu liitteisiin 2 ja 3 ruskealla.

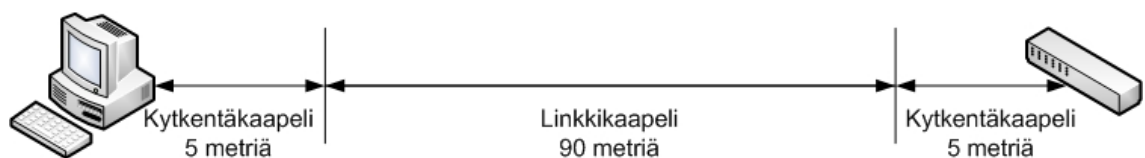
Kaapelin mittaus perustuu tekniikkaan, jossa sähköisesti lähetetään kaapeliin signaali, jonka annetaan heijastua kaapelin toisesta päästä takaisin. Tämän jälkeen mittarissa oleva ajastin laskee tarkasti signaalin lähettämisen ja sen paluuseen kuluneen ajan. Tämä

laskettu aika taas jaetaan kahdella ja siitä saadaan signaalin kulku-aika. Signaalin kulku-aika ilmoitetaan yleensä kulku-aikaviiveenä (propagation delay). Ja kun vielä tiedetään kaapelimateriaalin signaalin etenemisnopeus, voidaan kaapelin pituus laskea kaavasta 1:

$$\text{Kaapelin pituus} = \frac{\text{kulku-aika} \cdot NVP \cdot C}{2} \quad (1)$$

,jossa NVP on signaalin etenemisnopeus verrattuna valonnopeuteen prosentuaalisesti ilmaistuna ja C on valonnopeus = 300 000 km/s. Hyvin yleisesti kuparikaapelin NVP -kerroin on luokkaa $0,7 = 70\%$ /1, s. 60-70/.

Kaapeleiden mittaaminen oli tarpeellista, koska oli käynyt ilmi, että B-rakennuksen lounais-päässä verkko ei toiminut toivotulla tavalla. Yhteydet olivat pätäneet ja lopulta yhteys jopa katkesi, kun kytkimen portti oli määritetty auto-moodiin. Auto-moodissa kytkin yritti pitää nopeuden 100 Mbit/s ja tiedonsiirtotavan full-duplex, siinä kuitenkin onnistumatta. Tästä johtuen väliaikaisena ratkaisuna 100 Mbit/s full-duplex olikin muutettu 10 Mbit/s half-duplex:ksi, joka taas nykypäivän mittapuulla on hidas ja epäkäytännöllinen yhteys. Oli oletettu, että syynä ongelmiin olisi liian pitkiksi mitoitettut kaapelivedot B-rakennuksen pääkytkinkaapilta. Ethernet-standardihan määrittää kuparikaapelin maksimipituudeksi 100 metriä, joka koostuu molemmissa päissä olevista viiden metrin kytkentäkaapeleista ja niiden välissä olevasta 90 metrin linkkikaapelista (kuva 2) /17/.



Kuva 2: Parikaapelin maksimipituus

Kaapelivedot tuli mitata, jotta oletuksille saatiin jonkinlaista totuus pohjaa ja verkon uudelleensuunnittelua saatiin helpotettua. Mittaukset suoritettiin Fluken Microscanner 2 -mittarilla (kuva 3) ja tulokset olivat seuraavanlaiset (taulukko 1):

Taulukko 1: Kaapelivetojen mittaustulokset

Kaapelin pituus (m)	Työaseman sijainti	Lähetys/vastaanotto	Nopeus (Mb/s)
95	Logistiikan perimmäisin opettajanhuone	Half-duplex	10/100
89,4	Logistiikan perimmäisin opettajanhuone	Half-duplex	10/100

Tuloksista voitiin tehdä epävirallinen johtopäätös, että kaapeleiden sallittua maksimipituutta ei ollut ylitetty, mutta kaapelien pituudet oli kuitenkin vedetty turhan tiukalle verkon vakaata toimintaa ajatellen. Koska kaapelit olivat oppilaiden 1990-luvulla itse valmistamia, voitiin todeta, että niissä syntyi todennäköisesti tehdasvalmisteisia kaapeleita enemmän vaimennusta ja heijastumista. Joissain kaapeleissa oli jopa silmännähtävissä liian pitkiä (jopa 2 cm) aukinaisia parikiertoja. Ethernetin standardi määrittää, että johtimien parikierteisyyttä ei saa aukaista 13 mm enempää /17/.



Kuva 3: Fluke Microscanner 2 /22/

2.4 Aktiivilaitteet

Verkossa oli käytössä seuraavia aktiivilaitteita: mediamuuntimia, kytkimiä ja keskittimiä (hub). Mediamuuntimilla saatiin muutettua verkon kaapelointityyppi toiseksi, kuten jo nimikin antaa ymmärtää. Tässä tapauksessa ulkoa tuleva valokuitukaapeli oli pitänyt muuttaa kuparikaapeliksi pääjakamon kytkintä (Pirta_nokia-2950) varten. Kyseinen kytkin oli Tampereen Puhelimen omaisuutta, eikä näin ollen ollut osa Nokian toimipisteen verkkoa. Nimi kytkimelle juonsi ajalta ennen PIRKOA, kun verkon muutostyön

tilaaja oli vielä silloinen Pirkanmaan Taitokeskus (PIRTA). Lisäksi A- ja B-rakennusten välistä kuituyhteyttä varten oli hankittu mediamuunnin. Mediamuuntimet olivat Allied Telesyn Internationalin ja Planet Technology Corp:n valmistamia (kuvat 4 ja 5). Planet Technology Corp:n valmistama mediamuunnin oli Tampereen Puhelimen omaisuutta ja Allied Telesyn Internationalin taas PIRKOn omaisuutta.



Kuva 4: Allied Telesyn Internationalin mediamuunnin /23/



Kuva 5: Planet Technology Corp:n mediamuunnin /24/

Verkossa käytetyt kytkimet olivat hallittavia malleja, jotta verkon käyttöä voitiin paremmin seurata ja hallita. Kytkimet olivat Ciscon ja Hewlett-Packardin valmistamia ja niitä oli yhteensä 11 kappaletta. Kuvissa 6 ja 7 ovat Nokian toimipisteen käytetyimmät Ciscon ja Hewlett-Packardin kytkin-mallit.



Kuva 6: Nokian toimipisteen käytetyin Ciscon kytkin. Malli: WS 2950-24 /25/



Kuva 7: Nokian toimipisteen käytetyin HP:n kytkin. Malli: ProCurve 2626 J4900B /26/

Yhtä kytkimistä (NOAYLUOKKA) ei ollut kuitenkaan määritelty hallittavaksi, vaan se toimi verkossa samalla tapaa kuin keskitin. Lisäksi Ciscon kytkimien ohjelmistot olivat päässeet vanhenemaan rauhassa, ja ne olivatkin peräti vuodelta 2000. Mallit ja tarkemmat tiedot verkon kytkimistä löytyvät liitteestä 4.

Keskittimiä verkkoon oli sijoitettu, jotta yksittäisistä rasioista saatiin jaettua verkkoa useammalle koneelle. Koska koulurakennukset ja verkko olivat jo jokseenkin vanhoja, ja monista kaksoisverkkorasioista vain toinen oli kytketty, oli myös keskittimiä jouduttu sijoittelemaan yhteensä yhdeksän kappaletta. Keskittimet olivat Centrecomin, Netwjoin ja Zyxin valmistamia.

Mediamuuntimien, keskittimien ja kytkimien sijoitukset löytyvät liitteistä 2 ja 3.

2.5 Verkkotulostimet

Verkkotulostimia verkkoon oli sijoitettu yhteensä 11 kappaletta, joista yhdeksän sijaitsi A-rakennuksessa ja kaksi B-rakennuksessa. Verkkotulostimista kaksi oli kopiokoneita, joille oli määritelty erikseen osastokohtaiset (rakennus, automaatio, jne.) salasanat kopiointia ja tulostamista varten. Joihinkin verkkotulostimiin oli järkevästi laitettu tarralla tulostimen nimi ja sen IP-osoite, joka helpotti tulostimen hallintaa ja asennusta työ-

asemille. Joistain tulostimista ne kuitenkin puuttuivat, ja lisäksi joissain tulostimissa oli vielä vanha nimitarra paikallaan, joka hieman sekoitti tulostimien etsimistä ja dokumentointia. Tulostimet olivat C- ja D-luokkaa lukuun ottamatta liitetty verkkotulostimiksi, Novell iPrintin kautta. Tämä tarkoitti sitä, että tulostimia käytettiin iPrint-palvelimelta kiinteän osoitteen alta. Opetuksella ja hallinnolla oli alun perin omat IP-osoitteet hallintaa varten, jotka lopulta yhdistettiin saman osoitteen alle. Jotta kuitenkin jokainen tulostin saatiin yksilöityä verkossa, tarvitsi niille määrittää myös oma kiinteä IP-osoite. Tulostimet, niiden osoitteet ja iPrint-hallintaosoitteet löytyvät liitteestä 4. Tulostimien sijoitukset rakennuksissa löytyvät liitteistä 2 ja 3.

2.6 Palvelimet

Nokian toimipisteeseen oli sijoitettu kaksi palvelinta, joille oli annettu kiinteät IP-osoitteet opetus-VLAN:sta. Toinen niistä toimi FluidSIM-ohjelman palvelimena ja toinen CADS-ohjelman palvelimena. Palvelimet pitivät käytännössä yllä vain rinnakkaisporttiin (LPT) kytkettyä palikkaa, johon oli tallennettu kyseisen ohjelman lisenssit, ja joihin työasemien asiakasohjelmat ottivat yhteyden saadakseen lisenssin. Molemmat palvelinkoneet olivat entisiä työasemia, koska kyseisten ohjelmien pyörittäminen ei vaatinut paljoa konetehoja. Palvelinten sijoitukset A-rakennuksessa löytyvät liitteestä 2 ja tarkemmat tiedot liitteestä 4.

2.7 VLAN

Koska kyseessä oli oppilaitosympäristö, oli fyysinen verkko jaoteltu kolmeen loogiseen virtuaalilähiverkkoon (VLAN). Toteutustapana VLAN:ille Nokian toimipisteessä oli käytetty porttiperusteista. Tämä tarkoittaa, että jokaiseen kytkimen porttiin on määritetty mihin VLAN:iin se kuuluu /1, s. 96/. Tärkeimmät kaksi virtuaalilähiverkkoa olivat hallinto ja opetus. Hallinnon verkkoon (default-VLAN tai hallinto-VLAN) liittyivät pääasiassa kaikki henkilökunnan työasemat sekä verkkotulostimet. Hallinnon VLAN oli määritetty VLAN 1:ksi. Opetuksen verkkoon (opetus-VLAN) taas oli liitetty luokissa käytettävät työasemat ja verkkotulostimet, joihin oppilailta ja opettajilta oli pääsy. Opetuksen VLAN oli määritetty VLAN 2:ksi. Hallintointiverkkoa, jolla päästiin etäyhteydellä käsiksi kytkimiin, ei ollut erikseen määritetty, koska hallinta hoidettiin hallinto-

VLAN:sta. Lisäksi oli olemassa roskaverkko, joka oli määritelty yhteiskäyttöön käytäväkoneita varten ja testaukseen. Roskaverkko oli määritelty VLAN 10:ksi.

Suurella osalla kytkimistä kummitteli vielä vanhan Nokian ammattiopiston ja Nokian kaupungin ajoilta koulut-VLAN, joka oli määritelty VLAN 4:ksi. Jonkin verran VLAN:issa oli myös nimeämisvirheitä ja esim. NOACATERING-kytkimestä puuttui kokonaan opetus-VLAN. Jotta VLAN:t kulkivat kytkimien välillä ja työasemilla, tarvittiin merkkausta (tagged / untagged) ja Ciscon kytkimillä VTP:tä. Nokian verkossa merkkaukseen käytettiin protokollaa IEEE 802.1Q ja VTP ei ollut käytössä kuin kahdella Ciscon kytkimellä (NOKAOL04S ja NOKAOL05S). Näissä kahdessa kytkimessäkin VTP oli määritelty ”transparent”-moodiin, jolloin VLAN-muutokset eivät päivittyneet toisille kytkimelle. VTP domainin nimeksi oli annettu ”NOKIA”. VTP:n käyttöä ei ilmeisesti ollut nähty tarpeelliseksi, koska verkossa ei ollut kuin neljä Ciscon kytkintä ja tällöin käsin konfiguroinnin vaiva ei ollut kovin suuri. HP:n vastaava dynaamisten VLAN:ien kuljetusprotokolla on GVRP (Generic VLAN Registration Protocol), jota ei myöskään ollut nähty tarpeelliseksi käyttää. Varotoimena käytettävä STP oli kuitenkin määritelty lähes joka kytkimelle. Ikävä kyllä verkko oli toteutettu niin, ettei sitä päästy oikeaoppisesti ja tehokkaasti hyödyntämään.

VLAN:t kulkivat Tampereen Puhelimen kytkimen (Pirta_nokia-2950) kautta Nekalan toimipisteen pääreitittimelle, jossa oli mm. määritelty pääsyylistat (access-list). Tällaisia määrittelyjä olivat esimerkiksi pääsy hallinto-VLAN:sta opetus-VLAN:iin, muttei toisinpäin.

2.8 IP-osoitteet

Nokian toimipisteessä käytettiin IP-osoiteavaruuksia, jotka kuuluivat ns. harmaaseen A-sarjaan, eli ne sijaitsivat osoiteväleillä 10.0.0.0 – 10.255.255.255 /8/. Jokaisessa aliverkossa oli varattu osoiteavaruuden alkupäästä tietyn verran kiinteitä IP-osoitteita verkon aktiivilaitteille ja verkkotulostimille, ja loput osoitteista oli jaettu DHCP:llä työasemien käyttöön. Kiinteitä osoitteita oli varattu turhankin paljon todelliseen tarpeeseen nähden. Verkon IP-osoitteet löytyvät liitteestä 4.

3 VERKON UDELLEENSUUNNITTELU

Kun vanha verkko oli saatu dokumentoitua, oli aika alkaa suunnitella verkkoa uusiksi. Uutta verkkoa suunnitellessa täytyi ottaa huomioon monia eri tekijöitä, joita on tämän pääotsikon alla mietitty tarkemmin.

3.1 Uuden verkon suunnittelussa huomioitavia asioita

Kun verkkoa alettiin suunnitella uudelleen, tuli seuraaviin kysymyksiin hakea vastauksia, jotta suunnitelma saataisiin tehtyä mahdollisimman realistisesti:

- Kuinka paljon olemassa olevaa verkkoa voitaisiin hyödyntää?
- Mitä virheitä nykyisessä verkossa on, jotka tulisi uuteen verkkoon korjata?
- Mitä tulisi ottaa huomioon uusissa hankinnoissa ja tulevaisuuden varalta?

Verkkoa ei aina kannata suunnitella täysin alusta asti uusiksi, yksinkertaisesti siitä syystä, että lähes aina vanha verkko on jo valmiiksi suunniteltu laitesijoituksiltaan ja kaapelivedoiltaan järkevästi. Ja kuten Nokian toimipisteenkin tapauksessa, olemassa olevaa verkkoa pystyttiin hyödyntämään juuri kaapelivetojen, aktiivilaitteiden ja tulostimien sijoittelun osalta. Kaapelivedot oli vedetty järkevästi, eikä turhia mutkia ollut, joten kaapelit vedettiin uuteen verkkosuunnitelmaankin suurilta osin samoja reittejä, kuin tämän hetkisessä verkossa. Myös verkon laitteiden sijoittelussa käytettiin hyvin pitkälle vanhoja hyväksi todettuja tiloja.

Vanhan verkon virheistä tuli oppia se, että kytkimistä tulee tarkistaa VLAN:ien nimeämiset ja numeroinnit tarkasti ja korjata virheelliset. Kun uusia rasiointeja ja kaapelivetoja tullaan tekemään, ei niissä kannata säästää niin, että pelkästään toiseen rasian pistokkeeseen vedetään kaapeli. Lisäksi kaapelointia tulee peittää paremmin käyttämällä enemmän kouruja. Myös useamman osoitevaruuden ja niiden tehokkaampi käyttö tulee ottaa käyttöön. Verkon kasvaessa yhden (viimeisen) oktetin käyttö per VLAN ei riitä millään, varsinkaan tapauksessa, jossa mahdollisesti kokonaan uuden toimipisteen verkko liitetään jo olemassa olevaan Nokian osoitevaruuteen.

Uusia kytkimiä hankittaessa tuli ottaa huomioon, että ne olivat yhteensopivia IGMP:n kanssa, joka mahdollistaa hyödyllisen IP-multicastin käytön. Myös IPv6-yhteensopivuus tuli ottaa huomioon, koska siihen siirtyminen on väistämättä jossain vaiheessa edessä. Lisäksi ne kytkimet, jotka kuljettivat tietoa rakennusten välillä, tuli sisältää portit kuituyhteyksiä varten.

3.2 Suunnittelun vaiheet

Mika Hakala ja Mika Vainio kertovat kirjassaan /1/, että verkonsuunnittelu vaatii suunnittelijalta hyvin kokonaisvaltaista ymmärrystä, joka tarkoittaa hyvää teknistä tietämystä, luovuutta, hyviä sosiaalisia taitoja ja käytettävyyden huomioimista. Itse suunnittelu on vain osa koko suurta tietoverkon suunnitteluprosessia. Koko prosessia voidaankin pitää mittavana projektina, joka on jaettu seitsemään eri vaiheeseen:

- Esitutkimus
- Määrittely
- Suunnittelu
- Toteutus
- Testaus
- Käyttöönotto
- Ylläpito

Jotta verkon ylläpito käyttöönoton jälkeen helpottuisi, tulisi sitä edeltävistä vaiheista olla jokaisesta hyvin tehdyt dokumentaatiot /1, s. 406-421/.

3.2.1 Esitutkimus

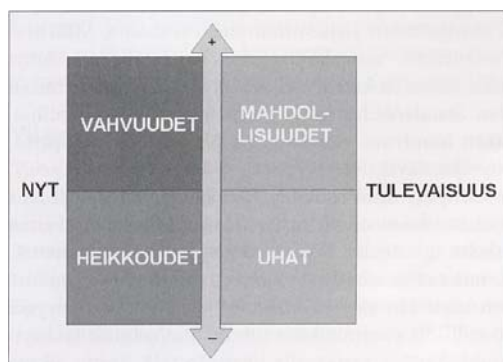
Esitutkimuksessa kerätään projektissa tarvittavat tietolähteet, kuten aiemmat dokumentaatiot ja organisaation käyttämät standardit, strategiat ja politiikat. Esitutkimuksessa kartoitetaankin yleisellä tasolla projektin sisältö, jonka pohjalta laaditaan projektisuunnitelma ja alustava aikataulu /1, s. 407/.

3.2.2 Määrittely

Määrittelyvaiheessa selvitetään verkolta vaadittavat ominaisuudet ja sitä avustavat erilaiset kartoitukset sekä analyysit. Tarvekartoitusten kohteena ovat yleensä verkon käyttäjien tarpeet ja mahdolliset toiveet, joita sitten verrataan organisaation strategiaan ja politiikkaan. Määrittelyvaiheessa tulisi olla mukana kaikkien sidosryhmien jäseniä, jotta uudistuksiin liittyvää muutosvastarintaa saataisiin pienennettyä. Jos olemassa olevaa verkkoa aiotaan päivittää tai korvata, tulisi ensiksi tehdä ongelma-analyysi ja syy-seurausanalyysi, jotta ikäviltä yllätyksiltä voitaisiin mahdollisimman hyvin välttyä. Tietoverkkosuunnittelussa yksi hyvin tärkeä määrittelyvaiheen analyysi on verkon liikenneanalyysi. Liikenneanalyysissä nykyisen verkon liikennemäärät mitataan ja ne luokitellaan soveluksittain sekä toimintaprosesseittain. Näitä mittauksia apuna käyttäen arvioidaan uuden verkon aiheuttama liikennemäärä, jonka pohjalta määritellään eri verkon osien kapasiteettivaatimukset /1, s. 407-409/.

3.2.3 Suunnittelu

Suunnitteluvaiheen keskeisin tarkoitus on vastata kysymykseen: ”Miten haluttuun lopputulokseen päästään?”. Suunnitteluvaiheen tarkoitus onkin löytää vaihtoehtoisia ratkaisuja määrittelyssä asetettujen tarpeiden saavuttamiseksi. Olennaista suunnittelussa on erilaisten vaihtoehtojen vertailu. Suunnitteluvaiheeseen kuuluvat myös kustannus-hyötyanalyysit, joiden avulla voidaan päättää, mitä ominaisuuksia voidaan saavuttaa taloudellisesti järkevällä panostuksella ja mistä joudutaan mahdollisesti luopumaan. Ratkaisuvaihtoehtojen arvioinnissa voidaan käyttää apuna laajalti käytettyä SWOT-analyysiä (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats), kuva 8.



Kuva 8: SWOT-analyysimalli /1, s. 409/

Verkon suunnitteluun tärkeimpiin osa-alueisiin kuuluu kaapelointijärjestelmän suunnittelu, aktiivilaitteiden ja verkon ydinpalveluiden (DNS, DHCP) suunnittelu, tietoturvasuunnittelu sekä protokollasuunnittelu. Kaapeloinnin lähtökohtana tulisi pitää palveluiden tuottamiseen käytettävien palvelimien sijoittelua ja niiden vaatimaa kaistanleveyttä. Aktiivilaitteiden valintaan vaikuttavat kaapelointijärjestelmä, kapasiteetti- ja vikasietoisuusvaatimukset sekä palveluiden ja ylläpidon käyttämiseen tarvittavat protokollat.

Erityissuunnittelun kohteena ovat tietoturvasuunnittelun täyttämiseksi: palomuurit, VPN-palvelimet ja VLAN-konfiguroinnit. Palomuurien suunnittelussa kiinnitetään huomio pääsyylistä- ja osoitteenkääntötaulukoihin. VPN-palvelin- ja yhdyskäytäväsuunnittelussa dokumentoidaan tunneleiden vaatimat reititystaulumerkinnät, protokollat sekä käyttäjätunnistus- ja salausten menetelmät. VLAN-suunnittelussa keskitytään siihen, millä perusteella ne muodostetaan, millä henkilöillä ja laitteilla on mihinkin VLAN:iin pääsy ja miten VLAN-liikenne kulkee aktiivilaitteiden välillä /1, s. 409-421/.

3.2.4 Toteutus

Toteutusvaiheessa aloitetaan varsinainen tietoverkon rakentaminen. Tässä vaiheessa joudutaan usein vielä muuttamaan suunnitelmia joiltain osin ja vaihtoehtoisia ratkaisuja voidaan joutua käyttämään. Dokumentointi toteutusvaiheessa onkin erityisen tärkeää, koska alkuperäiseen suunnitelmaan on voinut tulla muutoksia. Täten ylläpidon ja vastaisen kehittämisen kannalta on tärkeää, että tehdyt asetukset dokumentoidaan hyvin /1, s. 410/.

3.2.5 Testaus

Testausvaiheessa varmistetaan verkon toiminta. Testaus voidaan jaotella toiminnalliseen, määritystenmukaiseen ja standardinmukaiseen testaukseen. Toiminnallisessa testauksessa testataan fyysisten laitteiden ja kaapeleiden sekä ohjelmistojen yleistä toimintaa. Määritystenmukaisessa testauksessa selvitetään, vastaako toteutettu verkko sille annettuja vaatimuksia. Standardinmukaisessa testauksessa toteutettua verkkoa verrataan siihen liittyviin standardeihin, joita taas mitataan usein omilla testistandardeilla.

Tietoverkkojen testaamiseen käytetään liikenne- ja kuormitusanalyysiä. Verkkoa kuormitetaan joko kuormituksen simulointiohjelmalla tai itse simuloimalla ruuhkakäyttöä vastaavalla intensiteetillä. Näillä selvitetään, paljonko tiedonsiirtovirheitä tapahtuu ja se, että kykeneekö verkko tarjoamaan määritysten mukaisen kapasiteetin. Jotta testaustuloksista saadaan jotain irti, tulee ennen testiä olla selvitettyä tulostavoite-tiedot, joihin niitä voidaan verrata. Ja kun näitä kahta vertaillaan, voidaan verkon toimivuus joko hyväksyä tai hylätä /1, s. 410-411/.

3.2.6 Käyttöönotto

Käyttöönottovaiheessa verkko otetaan tuotantoon. Tähän vaiheeseen liittyy aina tarkkailujakso, jonka aikana järjestelmän toimintaa seurataan ja käyttäjiä neuvotaan. Nämä tarkkailijat ja neuvojat ovat IT-alan ammattilaisia, ja lähes poikkeuksetta kyseisen verkon rakennuksessa mukana olleita henkilöitä /1, s. 411/.

3.2.7 Ylläpito

Tässä viimeisessä vaiheessa alkaa verkon rutiininomainen ylläpito. Ylläpidon aikana mahdolliset muutokset ja laajennukset dokumentoidaan. Dokumentoitavia asioita ovat mm. käyttäjä- ja käyttöoikeusasetusmuutokset, verkon yhteyskaaviomuutokset, aktiivilaitteiden konfiguraatiomuutokset ja ristikytkentämuutokset. Ylläpitovaiheessa tehdään myös testausvaiheesta tuttuja liikenne- ja kuormitusanalyysyjä sekä laaditaan lokitilastoja /1, s. 411/.

4 UUSI VERKKOSUUNNITELMA

Uuteen verkkoon tuli konsernin toiveiden mukaan laittaa kaikki laitteet uusiksi, ja pitää verkko mahdollisimman yksinkertaisena, mutta toimivana. Idea langattoman WLAN-verkon lisäämisestä vieras- ja opiskelijakäyttöön, tuli verkon suunnittelijalta.

Kun henkilökuntaa oli haastateltu, saatiin hyvä käsitys siitä, missä verkon tarve voisi olla noin 10 vuoden päästä. Haastatteluissa pyrittiin arvioimaan, mitä koulutusaloja Nokian toimipisteessä mahdollisesti 10 vuoden päästä olisi ja minkä suuruinen tietotekniikka-

kan käyttötarve niissä voisi olla. Näitä haastatteluja silmällä pitäen hahmoteltiin uuteen verkkosuunnitelmaan kaapeloinnit, rasioinnit ja aktiivilaitteet sekä suunniteltiin tarvittavat määritykset verkolle.

4.1 Kaapelointi

Kaapelointi jaettiin karkeasti kahteen eri ryhmään: kiinteä kaapelointi ja kytkentäkaapelit. Kiinteän kaapeloinnin tuli asentamaan ulkopuolinen urakoitsija ja kytkentäkaapeloinnin hoiti PIRKOn oma atk-väki.

4.1.1 Kiinteä kaapelointi

Kaikkiin rasioihin tuli vetää siamilaista kaapelia, koska nykyisessä verkossa kaapelia ei ollut vedetty kaikkiin kaksoisrasioihin. Siamilainen kaapeli on myös halvempi kustannuksiltaan, koska asennustyö tehdään yleensä urakkapalkalla /18/. Tällöin ei enää tarvitse käyttää myöskään keskittimiä ja verkko on paremmin hallittavissa, koska jokaisen rasian päässä olevaan laitteeseen pääsee suoremmin kiinni. Kaapelien vaihto nykyisestä CAT5e:stä CAT6:een parantaa myös toimivuutta, koska sillä on pienempi vaimennus, ylikuuluminen sekä tiheämpi parikierto ja sitä kautta parempi häiriösuojaus. Lisäksi se tukee 1000Base-TX Gigabit-ethernetiä ja sen suuremman taajuusalueen ansiosta: 100 Mbit/s siirrossa todellinen tiedonsiirtonopeus on suurempi. Kaapelista käytetään suojaamatonta versiota: CAT6 UTP, koska kalliimman suojatun kaapelin käyttö oppilaitosympäristössä ei ollut perusteltua /8/.

Kuparikaapelivetojen tarve laskettiin niin, että laitteiden etäisyyksistä tulevan matkan lisäksi laskettiin tilanteen mukaan joko molempiin päihin tai pelkästään toiseen päähän alas vetoa 2,5 metriä. Esimerkiksi luokassa, jossa kytkin sijaitsee ylhäällä nurkassa: lasketaan kytkimien väliselle yhteydelle pelkkä välimatka yhdellä alas vedolla ja myös luokan rasioille lasketaan pelkästään yhdet alas vedot. Myös katon rajaan sijoitetut rasioinnit ovat erikseen huomioitavia tapauksia. Näillä tavoin laskettuihin kaapelitarpeiseen lisättiin vielä 100 metriä kaapelia per talo yllätysten varalle. Kuparikaapelin tarve oli A-rakennukseen tällöin $2650\text{m} + 100\text{m} = 2750\text{m}$ ja B-rakennukseen $1810\text{m} + 100\text{m} = 1910\text{m}$.

Uudessa verkkosuunnitelmassa A-rakennuksen ja B-rakennuksen välille vedetään toinenkin kuituyhteys, joka toimii varayhteytenä rakennusten välillä siltä varalta, että alkuperäinen kuituyhteys katkeaa. Kuidulle tuli varata pituutta 150 metriä ja kuidun päihin valittiin jo ennestään tutut häntäkuidut kaksois-SC-päillä eli SC-D-päillä. Kuituyhteys vedetään kytkimien NOATUKI01S ja NOBMET01S välille. Uuden verkon kaapelivedot löytyvät liitteistä 6 ja 7.

Kaapelit laitetaan kulkemaan suojakouruissa, jonka tarve tuli myös laskea. A-rakennuksen kourutarve oli 500 metriä ja B-rakennuksen tarve 555 metriä. Kun molempiin rakennuksiin varattiin varalta vielä 50 metriä kourua kumpaankin, oli kourun kokonaistarve tällöin $500\text{m} + 50\text{m} + 555\text{m} + 50\text{m} = 1155$ metriä.

4.1.2 KytKentäkaapelit

KytKentäkaapeleita tultiin tarvitsemaan tupla määrä verrattuna rasioihin, koska niitä sijoitettiin kaksiin eri tiloihin. Pidemmät kytKentäkaapelit tulivat tiloihin, joissa loppukäyttäjät käyttivät verkkoon liitettäviä laitteita ja toiset ristikytkentään, jossa rasiat ja kytkin yhdistettiin toisiinsa lyhyemmillä kaapeleilla.

Ristikytkentäkaapeissa tullaan ristikytkentäpaneelien ja kytkimien välillä käyttämään 0,3- ja 0,5-metrisiä CAT6 UTP-kaapeleita. Luokissa, työtiloissa ja huoneissa tullaan käyttämään kunkin tarpeen mukaan eripituisia CAT6 UTP-kaapeleita, 1-metrisestä 10-metriseen. Ristikytkentään varattiin kaapeleita niin paljon, kuin kytkimissä oli portteja ja tiloihin taas varattiin sen verran, kuin verkkoon tuli rasioita kerrottuna kahdella.

Kuinka paljon ja minkä pituisia kaapeleita lopulta tilattiin, selviää liitteestä 11.

4.2 Rasiointi

Rasioiden sijoittelussa ei ollut tarvetta muutoksiin uudessa verkkosuunnitelmassa suuremmin. Jonkun verran turhia rasioita karsittiin pois ja tarpeen mukaan lisättiin uusia. WLAN-reitittimille tarkoitettut rasiat käytävillä tulevat olemaan yksiosaisia. Myös luokan Atk-C tulostimen verkkorasia voitaisiin vaihtaa yksiosaiseksi, mutta sekään ei ole välttämätön, koska se olisi vain ulkonäköseikka. Kaikki verkon muut rasiat voitaisiin

pitää ennallaan kaksoisrasioina. Näitä on pohdittu myös tarkemmin alaotsikon ”4.9 Tielat” alla (sivu 24). Rasioita uuteen verkkosuunnitelmaan tulee yhteensä 169 kappaletta, joista 105 sijaitsee A-rakennuksessa ja loput 64 sijaitsee B-rakennuksessa. A-rakennuksen 105 rasiasta neljä on juuri jo aiemmin mainittuja 1-osaisia rasioita. Uuden verkon rasiointit löytyvät liitteistä 6 ja 7.

4.3 Aktiivilaitteet ja aktiivilaitteiden asetukset

Uudistetussa Nokian toimipisteen verkossa tulee olemaan vain yhdenlaisia aktiivilaitteita, kytkimiä. Konsernin toiveiden mukaan verkkoon sijoitettavat kytkimet tulevat olemaan Hewlett-Packardin valmistamia hallittavia kytkimiä. Keskittimiä ei enää niiden vanhanaikaisuuden ja ”tyhmyytensä” takia kannata nykyaikaiseen verkkoon sijoittaa, ja mediamuuntimiakaan ei enää tarvita, koska niiden tilalle tulevat kytkimet, joissa on portit kuitumoduuleita varten. Aktiivilaitteiden sijoitukset uudessa verkossa löytyvät liitteistä 6 ja 7.

4.3.1 Kytkimet

A- ja B-rakennuksiin tuleville kuituyhteyksille tuli valita kytkimet, joissa oli liitännämahdollisuudet kuitua varten. Ja kuten jo aikaisemmin mainittiin, tulee kaikkien kytkimien tukea IGMP:tä. IGMP mahdollistaa IP-multicastin ja IP-multicastin tarpeellisuus niin koulu- kuin yrityskäytössäkin, on taas hyvin ilmeinen. Kun tulee aika uusia tietokoneet, tarvitsee niihin asentaa käyttöjärjestelmät ja muut tarpeelliset ohjelmat. Jotta tässä säästettäisiin aikaa, asennetaan yhteen koneeseen käyttöjärjestelmä ohjelmineen ja asetuksineen, ja tehdään siitä image. Tämän jälkeen image voidaan IP-multicastia hyväksikäyttäen kopioida jokaiselle verkon tietokoneelle, ja näin turhalta asennustyöltä vältytään.

Kytkimien nimeäminen tulee tehdä nykyistä kuvaavammin: esimerkiksi rakennuksen A kytkimet tulisivat olemaan muotoa: NOA***** ja rakennuksen B muotoa: NOB*****. Loppuosa kytkimien nimestä (tähdillä merkitty) täytettäisiin niin, että siinä olisi kyseisen kytkimen sijaintiluokkaa tai tilaa kuvaava nimi, esimerkiksi NOALKYS01 (eli Nokia, rakennus A, luokka Y, Switch01). Uudelleen nimetyt kytkimet ja niiden sijoitukset

verkon uudessa topologiassa löytyvät liitteestä 5. Kytkimien sijoitukset rakennuksissa löytyvät liitteistä 6 ja 7.

Kuten jo aiemmin mainittiin, päädyttiin kytkimien valinnassa Hewlett Packardin kytkimiin, koska ne olivat PIRKOn atk-tuelle entuudestaan tuttuja laitteita, niiden käytettävyyks oli saanut kehuja ja niiden hinnat sekä takuehdot olivat kilpailukykyisiä. Valittujen kytkimien mallit löytyvät liitteestä 11.

4.3.2 Kytkimien asetukset

Kytkimien liittämiset toisiinsa tulee mennä yhdenmukaisesti. Liitettä edelliseen kytkimeen menisi aina portin FA0/1 kautta ja loput portit siitä eteenpäin numerojärjestyksessä. Ainoastaan kuituliitännät ja langattomat tukiasemat / reitittimet kytketään kytkimien viimeisiin portteihin, kuten liitteessä 5 on tehty. Tällaiseen käytäntöön siirtyminen on perusteltua ylläpidon helpottumisella sekä sillä, että kuitumoduuleita ei HP:n kytkimissä saa asennettua muihin kuin viimeisiin portteihin (FA0/49 ja FA0/50). Myös STP ja tarvittavat liitännämääritykset ja niiden merkkaukset tulee tehdä yhdenmukaisesti. Liitteestä 8 löytyy malliesimerkki siitä, miten kytkimien liitännät ja muut tarpeelliset määritykset tuli olla tehtynä. Kaikkien kytkimien liitännät määriteltiin periaatteessa muuten samalla tapaa, mutta liitännöiden numeroinnit ja VLAN:ien merkkaukset vain vaihtelivat, käyttötarpeista riippuen. VTP:n määrittelylle ei Nokian toimipisteen uudessa verkossa ollut tarvetta, koska konsernin pyyntöjen mukaisesti uudistetussa verkossa tultiin käyttämään ainoastaan Hewlett Packardin kytkimiä Ciscon kytkimien sijaan. Myöskään GVRP:tä ei uuteen verkkoon määritely, koska siihen ei suunnittelun aikana ehditty perehtyä niin paljoa, että sen käyttö olisi voitu toteuttaa toimivasti.

Alla olevassa esimerkissä 1 on esitetty muutamia komentorivipohjaisia peruskäskyjä, joilla voidaan tehdä määrityksiä kytkimille:

Esimerkki 1

```
switch> enable (siirrytään pääkäyttötilaan [Manager Privilege])
switch# config (siirrytään asetusten määrittelytilaan [Global config])
switch(config)# hostname NOATUKI01S (annetaan kytkimelle nimi "NOATUKI01S")
NOATUKI01S(config)# interface a1-a5 (konfiguroidaan liitännät 1-5)
NOATUKI01S(eth-A1-A5)# speed-duplex (määritellään nopeus ja yhteystapa)
```

```
NOATUKI01S(config)# vlan 1 (määritellään VLAN, jonka ID-numero on 1)
NOATUKI01S(vlan-1)# name hallinto (annetaan VLAN 1:lle nimi "hallinto")
NOATUKI01S(vlan-1)# exit (palataan edelliseen tilaan)
NOATUKI01S(vlan-1)# end (palautuu kaikista tiloista [Manager Privilege]-tilaan)
switch# ? näyttää käytettävissä olevat tilakohtaiset komennot
```

4.3.3 STP

STP:ssähän ensimmäinen toimenpide on juurisillan (root bridge) valitseminen. Neuvottelu valinnasta tapahtuu lähettämällä STP:n käyttämiä BPDU-paketteja (Bridge Protocol Data Unit) toisille kytkimille joka portista. Tätä valintaprosessia kutsutaan root-kytkimen äänestykseksi, ja se kestää huomattavan pitkään eli jopa minuutin /13/. STP on varmatoiminen, mutta sen heikkous piilee sen hitaudessa. Tästä johtuen verkossa tullaankin käyttämään STP:n paranneltua versiota RSTP:a (Rapid Spanning Tree Protocol), joka nimensä mukaisesti toipuu topologiamuutoksista huomattavasti nopeammin eli 1-10 sekunnissa /19/.

Juurikytkin äänestetään niin, että kytkin, jolla on pienin siltatunniste (bridge ID) tulee juurikytkimeksi. Jos verkossa on useampi kytkin, jolla on sama prioriteetti-arvo, niin pienimmän MAC-osoitteen omaava kytkin voittaa äänestyksen. Käytännössä juurikytkin ja varajuurikytkin valitaan kuitenkin manuaalisesti pienentämällä kytkimen siltaprioriteetti-arvoa (bridge priority). Näin tullaan tekemään myös Nokian toimipisteen verkossa ja juurikytkimeksi valitaankin NOBVAR101S ja varajuurikytkimeksi NOB-MET01S. Siltaprioriteetti-arvo määritellään HP:n kytkimissä komennolla: "spanning-tree priority 1" ja "spanning-tree priority", jolloin prioriteetti 1:llä olevasta kytkimestä tulee juurikytkin ja prioriteetti 2:lla olevasta tulee varajuurikytkin. STP:ssä kytkimille tulee tehdä porttimäärytyksiä, jotta protokolla toimisi. Juurikytkimen kaikki portit ovat designated-portteja, kun taas ei-juurikytkimet laskevat mistä portista on lyhyin hinta (cost) juurikytkimelle. Nämä portit ovat ei-juurikytkimien juuriportteja (root port). Lisäksi muodostettuun kytkinsegmenttiin tulee määritellä loput portit designated-porteiksi ja yksi non-designated-portiksi, jonka kautta liikennettä ei normaalitilanteessa välitetä, koska se on suljettu-tilassa (blocking). Designated- ja root-portit ovat normaalitilanteessa välitys-tilassa (forwarding). Loput verkon kytkimet STP määrittää automaattisesti, kun se otetaan käyttöön. Verkon kannalta tärkeimmät eli käsin tehdyt STP:n määrytykset löytyvät liitteestä (9) /13/.

4.3.4 Merkkaus

Nokian toimipisteen verkossa tullaan käyttämään IEEE 802.1Q -merkkausta VLAN:eissa, koska se on standardoitu ja toimii HP:n kytkimissä. Merkkauksessa ”Tagged” tarkoittaa merkattua ja ”Untagged” merkkamatonta. Tagged määriteltiin VLAN-määrittelyssä siihen kytkimen porttiin, jota kautta kulki useampi VLAN. Untagged taas määriteltiin VLAN-määrittelyssä niihin portteihin, mihin kyseinen VLAN haluttiin. Merkkaus oli yksinkertaisin tehdä selainpohjaisesti kytkimen www-palvelimen kautta, mutta demonstraation vuoksi se on alla olevassa esimerkissä 2 tehty komentorivipohjaisesti kytkimelle NOALKC01S, jotta merkkaukseen tarvittavat käskyt tulevat paremmin ilmi /1, s. 100-103/.

Esimerkki 2

```
NOALKC01S> enable (siirrytään pääkäyttötilaan [Manager Privilege])
NOALKC01S# config (siirrytään asetusten määrittelytilaan [Global config])
NOALKC01S(config)# vlan 1 (määritellään VLAN, jonka ID-numero on 1)
NOALKC01S(vlan-1)# name hallinto (annetaan VLAN 1:lle nimi "hallinto")
NOALKC01S(vlan-1)# untagged 40-50 (liitetään VLAN 1:een portit 40-50)
NOALKC01S(vlan-1)# tagged 1 (liitetään VLAN 1:een portti 1 ja siihen tag)
NOALKC01S(vlan-1)# exit (palataan edelliseen tilaan [Global config])
NOALKC01S(config)# vlan 2 (määritellään VLAN, jonka ID-numero on 2)
NOALKC01S(vlan-2)# name opetus (annetaan VLAN 2:lle nimi "opetus")
NOALKC01S(vlan-2)# untagged 4-39 (liitetään VLAN 2:een portit 4-39)
NOALKC01S(vlan-2)# tagged 1 (liitetään VLAN 2:een portti 1 ja siihen tag)
NOALKC01S(vlan-2)# exit (palataan edelliseen tilaan [Global config])
NOALKC01S(config)# vlan 10 (määritellään VLAN, jonka ID-numero on 10)
NOALKC01S(vlan-10)# name roska (annetaan VLAN 10:lle nimi "roska")
NOALKC01S(vlan-10)# untagged 2-3 (liitetään VLAN 10:een portit 2-3)
NOALKC01S(vlan-10)# tagged 1 (liitetään VLAN 10:een portti 1 ja siihen tag)
NOALKC01S(vlan-10)# exit (palataan edelliseen tilaan [Global config])
NOALKC01S(config)# exit (palataan edelliseen tilaan [Manager Privilege])
NOALKC01S# write memory (tallennetaan tehdyt muutokset)
```

4.4 Verkkotulostimet

Verkkotulostimiin tulee merkitä niiden nimet ja IP-osoitteet, koska se helpottaa vian etsintää. Lisäksi tulostimien nimeäminen tulee tehdä yhtenäisesti ja kuvaavasti, joka myös helpottaa vikatilanteissa. Tulostimien sijoitukset uudessa verkossa löytyvät liitteistä 6 ja 7.

4.5 Palvelimet

Nokian toimipisteeseen lisätään toiveiden mukaisesti yksi palvelin B-rakennuksen Metalliosaston ”teoria-luokkaan”. Palvelin tulee pyörittämään Mastercam-ohjelmaa kiinteällä opetus-VLAN:n IP-osoitteella. Koska kyseessä oli raskas CAD-pohjainen piirto-ohjelma, päätettiin palvelimeksi hankkia kunnollinen HP:n palvelin vanhan työaseman sijaan. Palvelimen sijoitus löytyy liitteestä 7 ja tarkemmat tiedot palvelimesta löytyvät liitteistä 10 ja 11.

4.6 VLAN

VLAN:ien toteutustapana käytetään jatkossakin porttiperusteista, koska se on selkeä ja helppokäyttöinen. Muita toteutustapoja olisivat MAC-osoitteeseen perustuva, verkkokerrokseen perustuva ja Policy-perusteinen VLAN-toteutus, mutta niiden käytölle ei ole perustetta ja ne ovat hankalampia käyttää ja ylläpitää /1, s. 96-99/. VLANien nimet pidetään konsernin käytäntöä vastaavana eli VLAN 1 nimetään ”hallinto”-VLAN:ksi ja VLAN 2 ”opetus”-VLAN:ksi. Ciscon kytkimet tietävästi varaavat VLAN 1:n native-VLAN:ksi (hallinta), mutta se ei edelleenkään tässä tapauksessa haittaa, koska ”hallinto”-VLAN:sta hoidetaan kytkinten hallinta ja uudessa verkossa ei tulla enää käyttämään Ciscon kytkimiä.

4.7 WLAN

Nokian toimipisteen tämän hetkinen tilanne piti olla se, että entisessä verkossa ei ollut langatonta verkkoa käytössä missään muodossa, koska sille ei ole missään vaiheessa ollut todellista tarvetta. Tästä huolimatta kannettavan tietokoneen langaton verkkokortti löysi kuitenkin langattoman lähiverkon nimeltään ”varasto”, jonka signaali oli erittäin heikko. Talosta etsittiin pitkään langatonta reititintä / tukiasemaa tuloksetta ja lopulta tultiin kuitenkin siihen johtopäätökseen, ettei kyseinen verkko sijainnut koulun tiloissa vaan se säteili jostain kauempaa.

Kuten jo aikaisemmin mainittiin, tulee WLAN-verkko vieras- ja oppilas-käyttöön. WLAN-verkko oli tarkoitus sijoittaa pelkästään A-rakennukseen, koska B-rakennuksen rakenne oli turhan haasteellinen monine seinineen ja ovineen, eikä sinne tulisi lähitulevaisuudessa todellista tarvetta langattomalle verkolle. Tässä tapauksessa IP-osoitteiden jaosta tulisi huolehtimaan roska-VLAN, jolloin roska-VLAN:n oma DHCP-palvelin jakaisi WLAN-verkolle osoitteita eikä WLAN-reititin, kuten omissa kotiverkoissa on hyvin yleistä.

WLAN-reitittimiä tullaan hankkimaan kolme kappaletta ja ne sijoitetaan A-rakennuksen pää-aulan info-pisteen eteen, palloiluhallin aulaan ja koillis-siiven käytävälle, kahviomyymälä Virran nurkkauksen kohdalle. Virran nurkalle tuleva reititin sijoitetaan kuitenkin niin, ettei sillä ole suoraa yhteyttä oven ikkuna-lasiin, jolloin verkon kuuluvuus pihalle olisi suurimmillaan. Reitittimien sijoitukset löytyvät liitteestä 6.

WLAN-reitittimille annetaan nimet NOAINFOW, NOAVIRTAW ja NOAPHALLIW ja ne liitetään kytkimiin NOATUKI01S, NOACAT02S ja NOALKC01S. Reitittimet liitetään kytkinten viimeisiin portteihin, kuten liitteestä 5 käy ilmi. Kytkimissä taas on määritelty kulkemaan roska-VLAN, josta sitä jaetaan edelleen reitittimille ja sitä kautta lopulta langattomasti käyttäjille.

WLAN-reitittimiä hankittaessa tuli tulevaisuutta ajatellen valita laite, joka tuki myös tulevaa N-standardia, joka taas mahdollistaa teoriassa jopa 600 Mbit/s tiedonsiirron ja pidemmän kantaman /20/. Lisäksi tietoturvan kannalta, laitteen tuli osata WPA2-salaus AES-enkryptauksella, joka käytännössä löytyy jo halvimmistakin WLAN-reitittimistä.

AES siksi, että se on toistaiseksi murtamaton lohkosalausmenetelmä /21/. Reitittimiksi valittiin Buffalon valmistamat laitteet, jotka hallitsivat kaikki edellä mainitut ominaisuudet. Buffalon laitteisiin päädyttiin myös siksi, että ne ovat tunnettuja laadukkaista ja lähetysteholtaan hyvistä reitittimistä/tukiasemista. Laitteiden tiedot ja hinnat löytyvät liitteestä 11.

4.8 IP-osoitteet

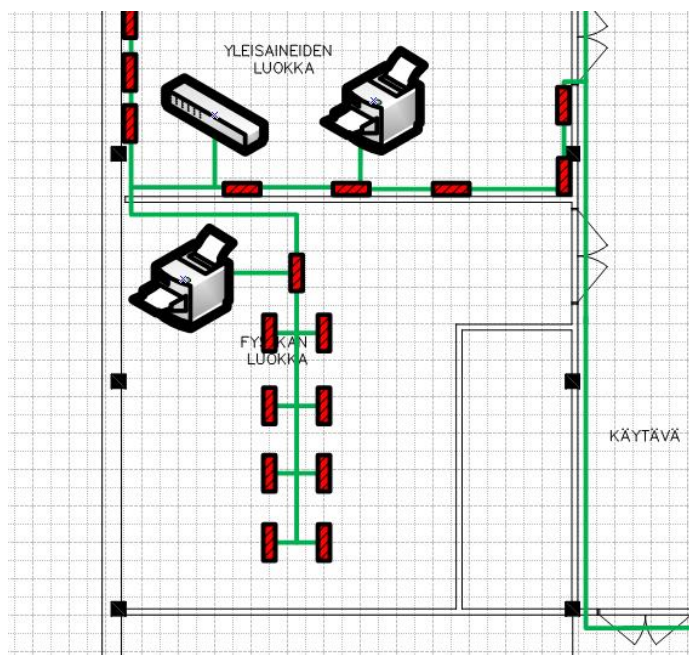
Kytkimien IP-osoitteet laitetaan molemmissa VLAN:eissa (hallinto ja opetus), alkamaan suoraan viimeisen oktetin ensimmäisestä eteenpäin, eli x.x.x.2:sta. Tämän jälkeen tulee verkkotulostimet ja tyhjää jätetään vielä x.x.x.49:een asti, jolloin työasemille voidaan DHCP:llä jakaa IP-osoitteita x.x.x.50:stä lähtien. Roska-verkon kiinteät IP-osoitteet sijoittuvat välille x.x.x.2 – x.x.x.10 ja loput osoitteet x.x.x.11:stä lähtien, jaetaankin DHCP:llä työasemien käyttöön. Huomioon tulee ottaa, että tässä tapauksessa numeroiden tilalla olevat x-merkit eivät ole mielivaltaisia lukuja, vaan ne ovat muuttumattomia kiinteitä lukuja, jotka on salassapitosopimuksen vuoksi jätetty merkitsemättä. IP-osoitesuunnitelma Nokian toimipisteen uudesta verkosta löytyy kokonaisuudessaan liitteestä 10.

4.9 Tilat

Kun verkkoa suunnitellaan uusiksi, ei riitä pelkästään topologia-kuvien tekeminen ja kytkimien asetusten miettiminen. Jos tilat jonne verkko suunnitellaan, on jo olemassa, tulee ne käydä läpi paikan päällä, eikä pelkästään pohjapiirustuksia katsellen. Tämä siksi, että suunnittelua helpottaa huomattavasti se, että tietää miltä tilat oikeasti näyttävät ja mitä siellä pystytään tekemään. Lisäksi suunnittelussa tulee ottaa huomioon hyvin monta asiaa monelta eri näkökantilta, jotka voivat ilmetä vasta paikan päällä. Tällä tavalla mahdolliset ongelmat saadaan kitkettyä jo suunnitteluvaiheessa pitkälti pois.

4.9.1 A-luokka

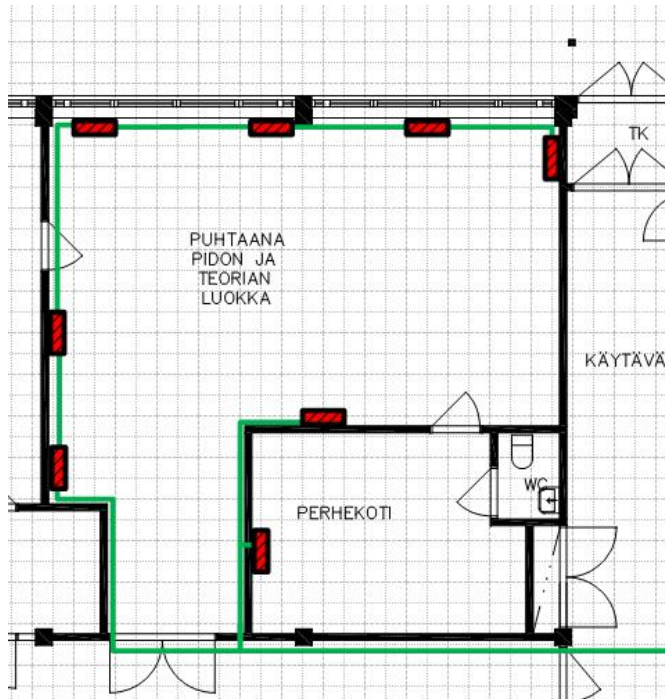
A-luokka (entinen fysiikan luokka) tullaan uusimaan kalusteineen kaikkineen. Verkko luokkaan tuodaan Y-luokkaan sijoitetulta kytkimeltä (NOALKAS2). Kaapelointi vedetään A-luokan ja Y-luokan seinän läpi ja viedään keskellä kattoa sijaitsevaan kouruun, josta verkko jaetaan edelleen työasemille kahdella kaksoisrasialla neljästä eri kohdasta (kuva 9, kuvassa alempi luokkatila). Lisäksi opettajalle ja verkkotulostimelle jaetaan yksi kaksoisrasia.



Kuva 9: A-luokan uusi verkko

4.9.2 Puhtaanapidon ja teorian luokka

Myös puhtaanapidon ja teorian luokka tullaan uusimaan kalusteineen kaikkineen, koska luokassa ei piestä Perhekoti-huonetta lukuun ottamatta ole verkkoa lainkaan. Verkko tuodaan Cateringin tarvikevarastoon sijoitetulta kytkimeltä (NOACAT02S). Kaapelointi vedetään välikatossa luokkaan asti, jonka jälkeen sitä kierrätetään luokkaa ympäri kourussa metrin korkeudella kuvan 10 mukaisesti. Oven kohdalla kouru ja kaapelit vedetään oven ylitse. Kuvassa oikealla yläkulmassa on opettajan ja mahdollisen verkkotulostimen kaksoisrasia. Loput kaksoisrasiat (6 kpl) jaetaan oppilaiden käyttöön.

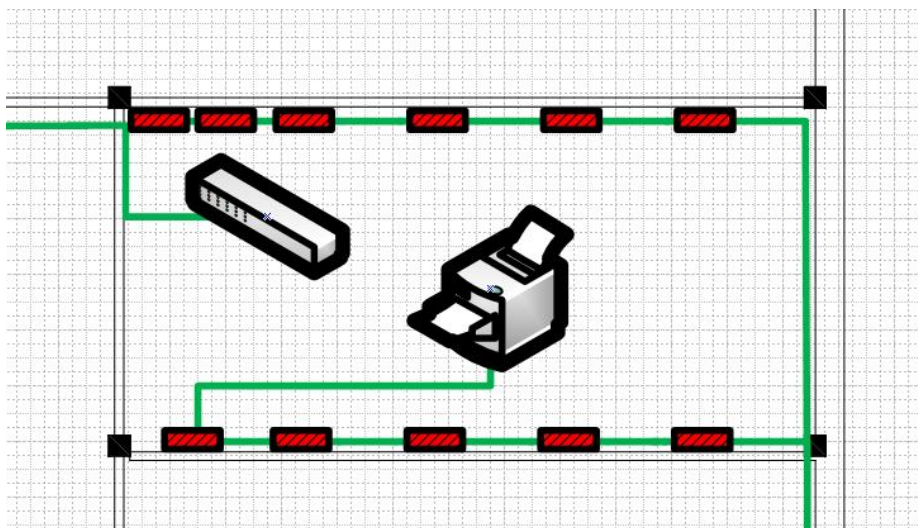


Kuva 10: Puhtaanapidon ja teorian -luokan uusi verkko

4.9.3 Luokka Atk-C

Atk-C verkkorasioista vajaa puolet, eli tarkemmin sanottuna kahdeksan karsittiin uudessa verkkosuunnitelmassa pois, koska niille ei näin pienessä luokassa ollut tarvetta.

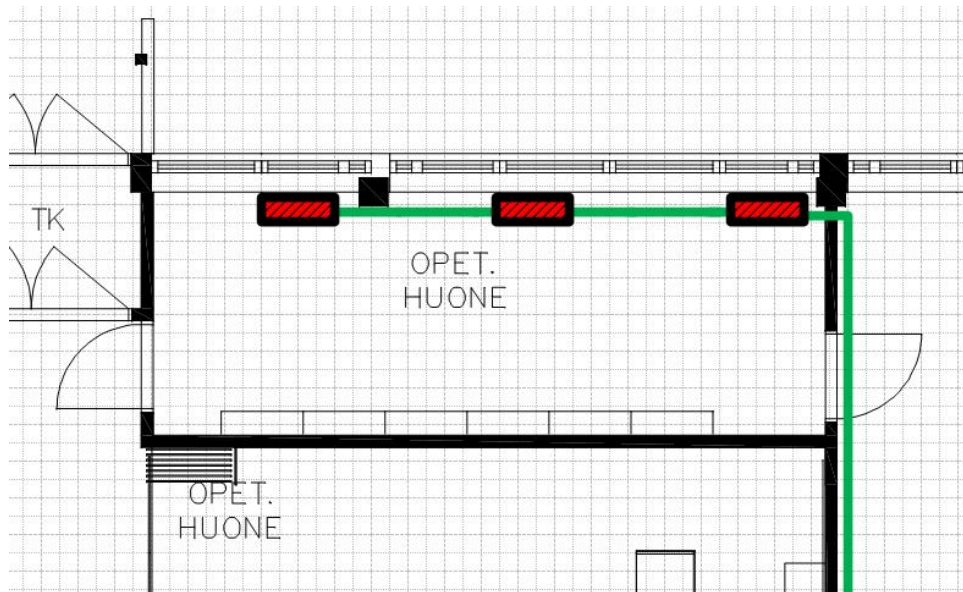
Verkko luokkaan tulee kytkimeltä (NOALKC01S), joka on sijoitettu kyseiseen luokkaan ja näkyy kuvassa 11.



Kuva 11: C-luokan uusi verkko

4.9.4 Cateringin hallintohuone

Cateringin opettajien huoneesta vähennetään rasioiden määrää puoleen, koska niille ei ole todellista tarvetta (kuva 12). Verkko tuodaan, kuten se on jo aikaisemminkin tuotu, Cateringin tarvikkevarastoon sijoitetulta kytkimeltä (NOACAT01S).



Kuva 12: Cateringin hallintohuoneen uusi verkko

5 HANKINTALISTA

Hankintalista muodostettiin verkkoon hankittavien laitteiden ja ristikytkentäkaapelien bruttohinnosta sekä kiinteiden kaapelien, rasioiden ja niistä koituvien asennustöiden kuluista. Asennustöiden kustannusarvio saatiin talotekniikan urakointi- ja kiinteistöpalveluyritys ARE:lta.

Hankintalista hintoineen löytyy kokonaisuudessaan liitteestä 11. Laitteiden hinnat on otettu Verkkokauppa.com:sta ja keli.fi:stä aikavälillä 3.8.2009 – 25.8.2009. Asennusten tarjoukset saatiin 1.9.2009.

6 LOPPUSANAT

Työn rajaus oli alusta asti karkealla tasolla varsin selvä, mutta muutaman kerran työn keskivaiheilla tuli mutkia matkaan, eikä työ meinannut edistyä. Turhaakin työtä totta kai tuli tehtyä, mutta se johtui varmasti siitä, että olin vasta ensimmäistä kertaa tekemässä näin laajaa ”projektia”. Jo pelkän vanhan verkon hahmottaminen ja dokumentointi vei runsaasti aikaa, mutta toisaalta se oli juurikin sen takia hyvin opettavainen. Nyt tiedän paljon paremmin miten verkkoa kannattaa ja ei kannata suunnitella. Ja koska koulussa olimme tutustuneet vain Ciscon aktiivilaitteisiin, oli PIRKOLla heittää haasteeksi opetella HP:n kytkimien käyttöä. Vaikka HP:n laitteiden konfigurointi olikin hyvin pitkälle samanlaista kuin Ciscon laitteiden, tuli niiden käyttöä opetella ja lukea ohjeista. HP:n laitteiden sielunelämää opinkin tulkitsemaan kesän aikana jo riittävän hyvin ja se taas tulee varmasti auttamaan minua tulevaisuuden työelämässä.

Tärkeän lisämausteen työlle antoi se, että työ tehtiin oikeaan työympäristöön ja työn teettäminen lähti työelämän todellisesta tarpeesta. Tämä pitikin mielenkiintoa ja tietynlaista varovaisuutta jatkuvasti yllä, sillä koko ajan piti tiedostaa se, että virheitä ei saisi tulla. Toisaalta kyseessä oli oppilaitosympäristö eikä esimerkiksi paperitehdas, joten siihen suhteutettuna käytettävissä oli kuitenkin aika vapaat kädet ja pienet virheet eivät aiheuttaisi miljoonavahinkoja. Lisäksi aikataulun osalta tuli ottaa huomioon, että työ tuli saada elokuun alkuun mennessä materiaalin osalta tehtyä, koska henkilökunnan ja oppilaiden palattua kouluun työn tekeminen olisi hankaloitunut huomattavasti.

Vanhan verkon dokumentaatioon tuli panostettua paljon ja siitä sain myös konsernin puolelta hyvää palautetta. Aikataulullisestikin kaikki meni hyvin, eikä työ viivästynyt, vaan se valmistui juuri ajallaan. Onnistuin työssä omasta ja PIRKOn mielestä hyvin ja molemmat olivat lopputulokseen tyytyväisiä.

Nokian verkon uudistaminen tullaan tekemään todennäköisesti muutaman vuoden sisällä ja tuolloin nähdään, kuinka paljon nyt tehtyä suunnitelmaa tullaan lopulta käyttämään apuna.

LÄHTEET

Painetut lähteet

- 1 Hakala, Mika; Vainio, Mika, Tietoverkon rakentaminen, Docendo, 2005

Sähköiset lähteet

- 2 Protokolla [www-sivu]. [Viitattu 15.6.2009] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Protokolla>
- 3 DHCP [www-sivu]. [Viitattu 15.6.2009] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/DHCP>
- 4 DNS [www-sivu]. [Viitattu 15.6.2009] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/DNS>
- 5 VLAN [www-sivu]. [Viitattu 15.6.2009] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/VLAN>
- 6 Telnet [www-sivu]. [Viitattu 15.6.2009] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Telnet>
- 7 Ethernet [www-sivu]. [Viitattu 8.7.2009] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Ethernet>
- 8 Kallionpää, Kari, Tietokoneverkot [Oppimateriaali 2009, PPT]. [Viitattu 15.7.2009]
- 9 IGMP [www-sivu]. [Viitattu 21.7.2009] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/IGMP>

- 10 IP-multicast [www-sivu]. [Viitattu 21.7.2009] Saatavissa:
http://en.wikipedia.org/wiki/Multicast_address
- 11 IPv6 [www-sivu]. [Viitattu 8.7.2009] Saatavissa:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Ipv6>
- 12 CT30A6800 Lähiverkot -erikoistyökurssi –VLAN [www-sivu]. [Viitattu 15.6.2009] Saatavissa:
http://www.it.lut.fi/kurssit/07-08/CT30A6800/seminaarit/WLAN_Jouko_Rouhiainen_Turo_Ulvinen_seminaari.pdf
- 13 STP [www-sivu]. [Viitattu 21.7.2009] Saatavissa:
http://www.tlu.ee/~matsak/telecom/lasse/spanning_tree_algorithm/
- 14 WPA2 [www-sivu]. [Viitattu 21.7.2009] Saatavissa:
http://fi.wikipedia.org/wiki/Langattoman_1%C3%A4hiverkon_tietoturva
- 15 VPN [www-sivu]. [Viitattu 21.7.2009] Saatavissa:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/VPN>
- 16 Pirkanmaan koulutus konserni -kuntayhtymän kotisivut [www-sivu]. [Viitattu 6.7.2009] Saatavissa:
www.pirko.fi/koulutus.php
- 17 Johdatus tietoverkkoihin [www-sivu]. [Viitattu 14.7.2009] Saatavissa:
<http://www.ulapland.fi/files/20021209153920Luku3.pdf>
- 18 Kerman, kaapelointijärjestelmät [www-sivu]. [Viitattu 14.7.2009] Saatavissa:
http://www.kerman.fi/Q&A_Index.htm

- 19 Seppänen, Kari, Ongelmallinen Ethernet [www-sivu]. [Viitattu 21.7.2009] Saatavissa:
<http://iplu.vtt.fi/lopsem07/paatosseminaari-ethernet.pdf>
- 20 IEEE 802.11 [www-sivu]. [Viitattu 3.8.2009] Saatavissa:
http://fi.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11
- 21 AES [www-sivu]. [Viitattu 3.8.2009] Saatavissa:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/AES>

Kuvalähteet

- 22 Datacomtools.com [www-sivu]. [Viitattu 21.7.2009] Saatavissa:
<http://www.datacomtools.com/catalog/flukenetworks/microscanner2.htm>
- 23 Images-amazon [www-sivu]. [Viitattu 15.6.2009] Saatavissa: http://ecx.images-amazon.com/images/I/31Q8B8H7V3L._SL500_AA280_.jpg
- 24 PLANET Technology Corporation [www-sivu]. [Viitattu 15.6.2009] Saatavissa:
http://www.planet.com.tw/en/product/product_high.php?id=20412&model=GT-90x%20Series&img=box_GT-90X.jpg
- 25 Feddigital [www-sivu]. [Viitattu 15.6.2009] Saatavissa:
<http://www.feddigital.com/images/cisco%202950.jpg>
- 26 ServerSupply [www-sivu]. [Viitattu 15.6.2009] Saatavissa:
<http://www.serversupply.com/images/item/88047.jpg>

LIITTEET

Liite 1: Nokian toimipisteen verkon topologia

Liite 2: Nokian toimipisteen A-rakennuksen verkon pohjakuva (A3)

Liite 3: Nokian toimipisteen B-rakennuksen verkon pohjakuva (A3)

Liite 4: Nokian toimipisteen verkon IP-osoitteet

Liite 5: Nokian toimipisteen uuden verkon topologia

Liite 6: Nokian toimipisteen A-rakennuksen uuden verkon pohjakuva (A3)

Liite 7: Nokian toimipisteen B-rakennuksen uuden verkon pohjakuva (A3)

Liite 8: Kytkimien perusasetukset

Liite 9: Kytkimien STP-määritykset

Liite 10: Nokian toimipisteen uuden verkon IP-osoitteet

Liite 11: Hankintalista