

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO

TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TIETOVERKKOKYTKINTEN VÄLISET KAHDENNETUT YHTEYDET KAMPUSVERKOSSA

TEKIJÄ Janne Saarelainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Tietotekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Janne Saarelainen	
Työn nimi Tietoverkkokytkinten väliset kahdennetut yhteydet kampusverkossa	
Päiväys 23.11.2022	Sivumäärä/Liitteet 38
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Pekka Vedenpää, Veijo Pitkänen	
<p>Opinnäytetyön aiheena oli parantaa ja nopeuttaa tietoliikenneverkkoa Core-kytkimeltä Campus-kytkimille. Työssä korvattiin lisääntyneen tietoliikenneverkon käytön takia vanhat kytkinten väliset yhteydet nopeammilla kahdennetuilla yhteyksillä.</p> <p>Ensimmäisenä valittiin laitteet, moduulit, kaapelit ja yhteystapa, jolla uudet linkit kytkinten välille luodaan. Tämän jälkeen asennetaan kytkimet ja moduulit, sekä kytketään kaapelit ja konfiguroidaan kytkin. Viimeisenä linkkien testaus ja varmennus.</p> <p>Työllä saatiin kahdennettua kytkinten välinen linkki. Sillä parannettiin ja nopeutettiin tietoliikenneverkkoa. Samalla uudistukset lisäsivät tietoliikenneverkon vikasietoisuutta.</p>	
Avainsanat tietoverkot, cisco, valokuitu, port channel	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Information Technology	
Author(s) Janne Saarelainen	
Title of Thesis Duplicated Connections between Data Network Switches in the Campus Network	
Date 23 November 2022	Pages/Appendices 38
Client Organisation /Partners Pekka Vedenpää, Veijo Pitkänen	
<p>The aim of the thesis was to improve and speed up the communication network from the Core switch to the Campus switches. In the project, due to the increased use of the telecommunications network, the old connections between the switches were replaced with faster duplicated connections.</p> <p>First, the devices, modules, cables and connection method used to create the new links between the switches were selected. After that, installation of switches and modules, connection of cables and configuration were carried out. Finally, connection testing and verification were performed.</p> <p>As a result, the link between the switches was duplicated during the project. It improved and speeded up the telecommunications network. At the same time, the reforms increased the fault tolerance of the telecommunications network.</p>	
Keywords networks, cisco, optical fiber, port channel	

SISÄLTÖ

1	LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT	7
2	JOHDANTO	8
3	TEORIAOSA	9
3.1	Keskeiset käsitteet ja mitä jo tiedetään	9
3.2	Työn tarkoitus ja tavoite.....	9
4	CISCO-KYTKIMET	10
4.1	Cisco 9300-sarjan kytkimet.....	10
4.2	Catalyst 9300-sarjan ominaisuuksia.....	10
4.3	Cisco 9500-sarjan kytkimet.....	11
4.4	Catalyst 9500-sarjan ominaisuuksia.....	11
5	CISCO IOS XE -KÄYTTÖJÄRJESTELMÄ.....	13
6	PORT CHANNEL / ETHERCHANNEL	14
6.1	Perinteinen port channel.....	15
6.2	PAgP ja LACP.....	15
6.3	Virtuaalinen port channel.....	16
6.4	Virtuaalinen port channel plus ja FabricPath	16
6.5	EtherChannelin konfigurointi.....	17
7	VALOKUITUKAAPELIT	20
7.1	Liitintyypit	22
7.2	Hionnat	23
7.3	SFP-moduulit	24
7.4	Kuitukaapeleiden värimerkinnot	25
7.4.1	FIN2012.....	26
7.4.2	ANSI/TIA 598-C.....	27
7.4.3	IEC/EN 60794-2.....	28
7.4.4	Värisarjojen valinta ja dokumentointi	29
8	TIETOLIIKENNEVERKON MUUTOS	31
8.1	Konfiguraatiot suunnitellun muutoksen tekemiseksi.....	32
8.2	Kytkennot suunnitellun muutoksen tekemiseksi.....	33
8.3	Kytkeisiin käytettävät tarvikkeet	34

9 TYÖN LOPPUKATSELMOINTI	35
10 YHTEENVETO.....	37
LÄHTEET	38
11 LÄHDELUETTELO.....	38

KUALUETTELO

Kuva 1. Cisco Catalyst 9300-sarjan kytkinpinosta. (Cisco, 2022).....	10
Kuva 2. Cisco Catalyst 9500-sarjan kytkinpinosta. (Cisco, 2022).....	11
Kuva 3. Kuvassa kahden kytkimen välille luotu neljän 1000 Mbit portin EtherChannel. (Molenaar, 2022)	14
Kuva 4. Kytkimet näkevät yhteyden yhtenä 2000 Mbit väylänä. (Molenaar, 2022)	14
Kuva 5. Kuvassa topologia, EtherChannelin määrittämiseen. (itbeginner.net, 2018).....	17
Kuva 6. Kuvassa komennot, joita käytetään EtherChannelin määrittämiseen Ciscon kytkimissä. (itbeginner.net, 2018)	17
Kuva 7. Kuvassa näkyy Switch1:n EtherChannel-määrittäykset. (itbeginner.net, 2018)	18
Kuva 8. Havainnekuva kytkimen etherchannel summarysta. (itbeginner.net, 2018)	19
Kuva 9. Yksimuotokuidun rakenne 1.Core 9 µm, 2.Cladding 125 µm, 3.Buffer 250 µm, 4.Jacket 400 µm. (Wikipedia, 2020)	20
Kuva 10. Kuvassa kuitumikroskoopilla otetut kuvat vasemmalta oikealle: Monimuoto 62.5µm, Monimuoto 50µm ja Yksimuoto 9µm. Kuvassa näkyvä tumma alue on niin sanottu Cladding kerros ja keskellä oleva vaalea on itse valokuitu. (Ruotsalainen, 2016)	20
Kuva 11. Kuvassa OM3 kuitukaapeli. (Ruotsalainen, 2016).....	21
Kuva 12. Kuvassa OM1 kuitukaapeli. (Ruotsalainen, 2016).....	21
Kuva 13. Kuvassa Yksimuoto kuitukaapeli. (Ruotsalainen, 2016)	21
Kuva 14. Kuvassa eri kuitu tyyppien siirtonopeudet ja siirtoetäisyydet. (Koivisto, 2017)	21
Kuva 15. Kuvassa vasemmalla LC ja oikealla SC liitin. (Ruotsalainen, 2016)	22
Kuva 16. UPC-liitin.	23
Kuva 17. APC-liitin.....	23
Kuva 18. APC- ja UPC-liittimet erottaa toisistaan, APC-liittimessä on vihreä runko ja vino ferrule ja UPC- liittin on sininen ja sen ferrule on hiottu suoraan. (Flukenetworks, 2018).....	24
Kuva 19. Standardin SFS 5648 mukainen värijärjestelmä	25
Kuva 20. Optisten kuitujen 12-värijärjestelmä FIN2012	26
Kuva 21. Optisten kuitujen 12-värijärjestelmä ANSI/TIA 598-C	27
Kuva 22. Optisten kuitujen 12-värijärjestelmä IEC/EN 60794-2	28
Kuva 23. Kuva värisarjasta APC-liittimillä. (Linna-Aro, Valokuidun värisarjat, 2014)	29
Kuva 24. Kuva kuitujen värisarjasta. (Linna-Aro, Valokuidun värisarjat, 2014).....	29
Kuva 25. Visio piirros kampuksen tietoliikenneverkosta.....	33
Kuva 26. Kuva jakamosta otettu, jossa 9500 core-kytkimeltä rimalle tuleviin liittimiin kytketty kytkimelle menevä kuitujohtopari.	35
Kuva 27. Kuva jakamosta, jossa edellisessä kuvassa näkyvä kuitujohtopari tulee rimalta kytkimelle.....	35
Kuva 28. Kuva jakamosta, jossa kytkin on jo käytössä uusitulla yhteydellä.....	36

1 LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

GB = Gigabyte

MB = Megabyte

Tbps = Terabyte per Second

Bpps = Billion Packet per Second

VPN = Virtual Private Network

ACL = Access Control List

QoS = Quality of Service

AVB = AV Bridging

NAT = Network Address Translation

PAT = Port Address Translation

SSD = Solid-State Drive

IPv = Internet Protocol version

IPsec = IP Security Architecture

UADP = Unified Access Data Plane

ASIC = Application-Specific Integrated Circuit

PnP = Plug and Play

ETA = Encrypted Traffic Analytics

PoE = Power over Ethernet

UPoE = Universal Power over Ethernet

USB = Universal Serial Bus

FNF = Flexible NetFlow

PTP = Precision Time Protocol

STP = Spanning Tree Protocol

SFP = Small Form-Factor Pluggable

VPN = Virtual Private Network

2 JOHDANTO

Kyseessä on tietoliikenneyhteyksien kehittämistyö. Ensin tutustun tarkemmin tietoliikenneverkkojen topologioihin, ip-asioihin, kytkimiin ja reitittäjiin. Työssä tärkeimpänä tekniikkana on kuitenkin port channel tekniikka, jolla konfiguroidaan kytkinten tietoliikenneportit siten että kytkin luulee käyttävänsä vain yhtä porttia, vaikka se todellisuudessa käyttääkin kahta. Tällä konfiguroinnilla saadaan kytkinten välinen nopeus kaksinkertaiseksi.

Työn tilasi Pekka Vedenpää ja aihe liittyy kampuksen tietoverkon kehittämiseen kahden kytkimen välisen linkin vikasietoisuuden ja nopeuden kasvattamiseksi. Tahtotilana tilauksessa on myös selkeyttää verkon dokumentaatiota ja ylläpidettävyyttä.

Työssä tullaan kytkemään ja konfiguroimaan kahden kahdennetut tietoliikenneyhteydet kerroskytkimiltä core-kytkimelle. Kytkimien väliset yhteydet toteutetaan 2x10Gb valokuitukaapeleilla. Valitaan sopivat aktiivilaiteet, moduulit ja kaapelointitarvikkeet. Tulen myös kuvaamaan kuinka tietoverkko muuttuu uusien yhteyksien myötä sekä päivitetään verkkodokumentaatio. Työssä käydään läpi myös erilaiset kaapelointitekniikat, CAT ja erilaiset kuitukaapelityypit sekä tutustutaan EtherChannel ja port channel tekniikoihin, joilla työn konfigurointi tullaan tekemään.

Kerrosten väliset kahdennetut yhteydet toteutettuna port channel -tekniikalla liittyy opintoihini ja sitä on jo oppitunneilla käsitelty. Aiheessa kiinnosti jo opitun asian käyttö oikeassa ympäristössä ja oman osaamisen parantaminen. Työssä suunnitellaan ja konfiguroidaan yhteydet core- ja kampus-kytkinten välille, selvitetään tarvittavat moduulit ja kytkentäkaapelit. Työhön kuuluu myös käytettävien laitteiden ja tekniikoiden esittely sekä tietoverkon dokumentointi.

Työni liittyy suoraan tulevaan ammattiini, olemme jo harjoitustöissä tehneet samantapaisia yhteyksiä. Työn tarkoitus on selkiyttää yksikön tietoliikenneyhteyksiä kerroskytkimiltä core-kytkimelle.

3 TEORIAOSA

3.1 Keskeiset käsitteet ja mitä jo tiedetään

Työn keskeisiä käsitteitä ovat eri tietoverkko topologiat ja internet-protokolla asiat. Verkkokaapelointi tekniikat, niin CAT kuin valokuitu sen eri muodot, liittimet ja hiontatekniikat. EtherChannel -ja port channel- tyypit. Etukäteen tiedossa on kesällä 2021 asennetut uudet kerroskytkimet, joista tulisi muodostaa valokuitukaapeilla kahdennetut yhteydet niin kutsutulle core-kytkimille joista on yhteys ulkomaailmaan.

3.2 Työn tarkoitus ja tavoite

Työn tarkoituksena ja tavoitteena on selkiyttää ja nopeuttaa tietoliikenneyhteyksiä. Samalla tietoliikenneverkon vikasietoisuus kasvaa kahdennettujen linkkien ansiosta.

4 CISCO-KYTKIMET

4.1 Cisco 9300-sarjan kytkimet



Kuva 1. Cisco Catalyst 9300-sarjan kytkinpinosta. (Cisco, 2022)

Cisco Catalyst 9300-sarjan kytkimet ovat Ciscon yrityskäyttöön tarkoitettu ratkaisu. Ne ovat suunniteltu muuttumaan verkon mukana, olipa työpaikka, työpiste tai sovellukset missä tahansa. Catalyst 9300-sarja muuttuu jatkuvilla innovaatioilla, jotka auttavat verkkojen uusimisessa ja tietoturvan parantamisessa. Cisco Catalyst kytkimissä käytössä StackWise teknologia. (Cisco, 2022)

4.2 Catalyst 9300-sarjan ominaisuuksia

Stackwise-1T:n avulla Catalyst 9300 -kytkimet ovat tiheimmin pinottava kaistanleveysratkaisu joustavimmalla uplink-arkkitehtuurilla. Joustava uplink 100 G, 40 G, 25 G, Multigigabit, 10 G ja 1 G nopeudet modulaarisilla uplinkeillä. Catalyst 9300X -kuitukytkimiä voi pinota Catalyst 9300- ja Catalyst 9300X Multigigabit -kytkimien kanssa, jolloin mahdollisuus kuitu yhteyksiin.

Stackwise-1T:llä varustettu Catalyst 9300X -malli mahdollistaa 48 mGig-portin erillisenä ja 384 mGig-porttia 8-kytkimen pinon kanssa. Kytkimissä mahdollisuus jopa 36 portin 90 W UPOE+:a itsenäisesti tai 288 portilla 90 W UPOE+:a 8-kytkimen pinolla. Uuden 2,0 sekunnin UADP ASIC:n myötä Catalyst 9300X:ssä on 100 Gt:n IPsec, joka mahdollistaa erilaisia vaihtoehtoja uusille reunayhteyksille.

Catalyst 9300X mahdollistaa turvalliset yhteydet Secure Internet Gateway -yhdyskäytävään, pilvipalveluntarjoajiin ja Site to Site -yhteyden AES-256-salauksella varustetun IPsec-tunnelin avulla 100Gb nopeudella. Kaksinkertaisen kapasiteetin ja lisämuistin, QAT:n ja 2 x 10G AppGig -portin ansiosta Catalyst 9300X:ssä voidaan isännöidä useita Cisco Signed -sovelluksia. Visualisointi kampukselta, konttorilta pilveen tai DC:hen Cisco ThousandEyes Network and Application Syntheticsin avulla. (Cisco, Cisco Catalyst 9300 Series Switches Data Sheet, 2022)

4.3 Cisco 9500-sarjan kytkimet



Kuva 2. Cisco Catalyst 9500-sarjan kytkinpinosta. (Cisco, 2022)

Cisco Catalyst 9500-sarjan kytkimet ovat uuden sukupolven yrityskäyttöön tarkoitettuja kytkimiä, jotka tukevat vapaata ohjelmointia ja erilaisiin käyttötarkoituksiin mahdollistamista. 9500-sarjankytkimissä on tehty vastaamaan nykyajan tarvetta turvallisuuden, IoT:n ja pilvipalveluiden vaatimuksille. Kytkimet sisältävät neljä ytimisen x86, 2,4GHz keskussuorittimen, 16 Gigan DDR4 muistilla ja 16 Gigan sisäisellä muistilla. Cisco 9500-sarja on tarkoitettu 25, 40 ja 100 GB Ethernetiä hyödyntäville yrityksille. Kytkimet tarjoavat laajat mahdollisuudet MAC:in, reitittämisen ja ACL:n saralla sekä puskuroinnin yritysten ohjelmistoille. Laitteissa on ei estävä Ethernet Quad Small Form-Factor Pluggable Plus (QSFP+, QSFP28) ominaisuus 40- ja 100 Gigaisille liitännöille sekä vastaava estävä ominaisuus 1- 10- ja 25 Gigaisille liitännöille (SFP/SFP+/SFP28). Reitittimet tukevat edistyneistä reititys ja palvelu infrastruktuuria sisältäen MPLS:n Layer 2 ja Layer 3 VPN:ille, Multicast VPN:n ja NAT:in (Cisco, 2022)

4.4 Catalyst 9500-sarjan ominaisuuksia

Cisco UADP ja ASIC tekniikoiden ansiosta on 9500-sarja valmis seuraavan sukupolven teknologioihin mallipohjaisen, konfiguroitavan tason 2 ja tason 3 edelleenlähetyksen, sisältäen myös ACL ja QoS teknologiat. 6,4 Tbps kytkentäkapasiteetti 2 Bpps edelleenlähetyksetholla. Intel 2,4 GHz x86 -suoritin 120 Gb USB 3.0:lla tai 960 Gb SATA SSD -tallennustilalla konttipohjaiseen sovellusten isännöintiin. 48 10 Gb Ethernet SFP+ -porttia.

Skaalautuvat reititustaulukot layer 2-tasolla ja 256 000 reititysmerkintää IPv4/IPv6 kampuksen ydin- ja koontikäyttöönottoihin. Laitteistossa IPv6-tuki, joka tarjoaa langallisen edelleenlähetyksen IPv6-verkkoihin. Kaksipinoiset IPv4/IPv6- ja dynaamiset laitteiston edelleenlähetystaulukoiden varaukset helpottavat IPv4:stä IPv6:een siirtymistä. Laitteistotuki sovellusten isännöinnille (esim. Cisco ThousandEyes Enterprise Agentin kanssa). Sisäänrakennettu IEEE 802.1ba AVB tarjoaa paremman AV-kokemuksen parannetun aikasykronoinnin ja QoS:n avulla. Precision Time Protocol (PTP; IEEE 1588v2) tarjoaa tarkan synkronoinnin alle mikrosekunnin tarkkuudella, joten se sopii ajan ja taajuus-

den jakeluun ja synkronointiin verkossa. Staattiset ja dynaamiset NAT ja PAT tekniikat. Cisco Stack-Wise Virtual -tekniikka, verkkojärjestelmän virtualisointitekniikka, joka lisää toiminnan tehokkuutta ja tehostaa jatkuvaa viestintää ja skaalattua järjestelmän kaistanleveyttä. Multichassis EtherChannel voidaan määrittää StackWise-Virtual-jäsenille korkean joustavuuden saavuttamiseksi. (Cisco, 2022)

5 CISCO IOS XE -KÄYTTÖJÄRJESTELMÄ

Cisco Catalyst 9300 ja 9500 sarjan laitteissa on käytössä Cisco IOS XE. Tämä moderni käyttöjärjestelmä yritykselle tukee mallipohjaista ohjelmoitavuutta, sisäänrakennettua Python-ohjelmointia, suoratoistotelemetriaa, virtuaalista sovellusten isännöintiä ja kriittisten virheenkorjausten korjauksia. Cisco IOS XE:ssä on myös sisäänrakennetut suojaukset, jotka suojaavat käytönaikaisilta hyökkäyksiltä.

Cisco Plug and Play on yksinkertainen, turvallinen, yhtenäinen ja integroitu PnP tarjoaa helpon uusien sivukonttorien tai kampuksien laitteiden käyttöönottoa tai päivityksiä olemassa olevaan verkkoon.

Mahdollisuus automatisoida ohjelmiston päivitysprosessi ja määritystiedostojen asentaminen Cisco Catalyst -kytkimiin, kun niitä otetaan käyttöön verkossa ensimmäistä kertaa. Zero-Touch Provisioning (ZTP) ja Preboot Execution Environment (PXE), ovat työkaluja jotka mahdollistavat vaivattoman ja automatisoidun käyttöönoton.

Nykyaikaiset verkkokytkimet, kuten Cisco Catalyst 9500 Sarja, tukevat laajaa valikoimaa automaatio ominaisuuksia ja tarjoavat avoimia API-liittymiä Network Configuration Protocol –protokollan, kuten NETCONF, RESTCONF ja gNMI kautta käyttämällä YANG-tietomalleja ulkoisille työkaluille.

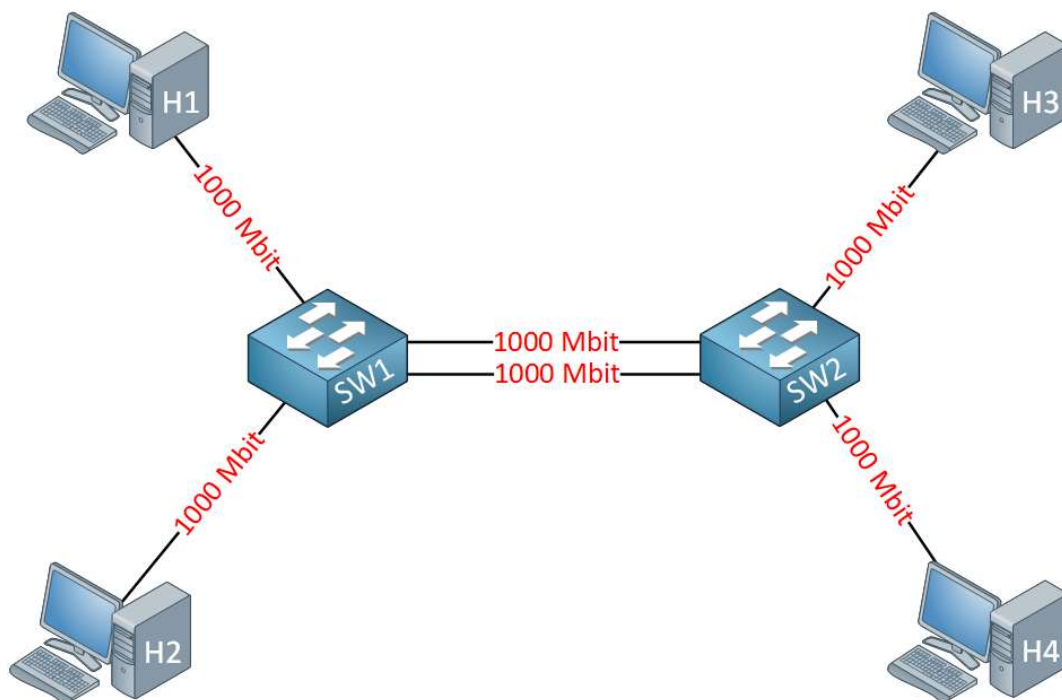
Mallipohjainen telemetria tarjoaa mekanismin tietojen suoratoistoon kytkimestä määränpäähän. Suoratoistettavat tiedot ajetaan YANG-mallin tietojoukon tilauksen kautta. Cisco IOS XE mahdollistaa push-mallin, joka tarjoaa lähes reaaliaikaisen verkon valvonnan, mikä johtaa vikojen nopeaan havaitsemiseen ja korjaamiseen.

Käyttöjärjestelmän ylläpidon parantamiseksi Cisco IOS XE tukee korjauksia, jotka korjaavat kriittisiä virheitä ja tietoturva-aukkoja säännöllisten huoltojulkaisujen välillä. Tämän tuen avulla asiakkaat voivat lisätä korjaustiedostoja joutumatta odottamaan seuraavaa huoltojulkaisua.

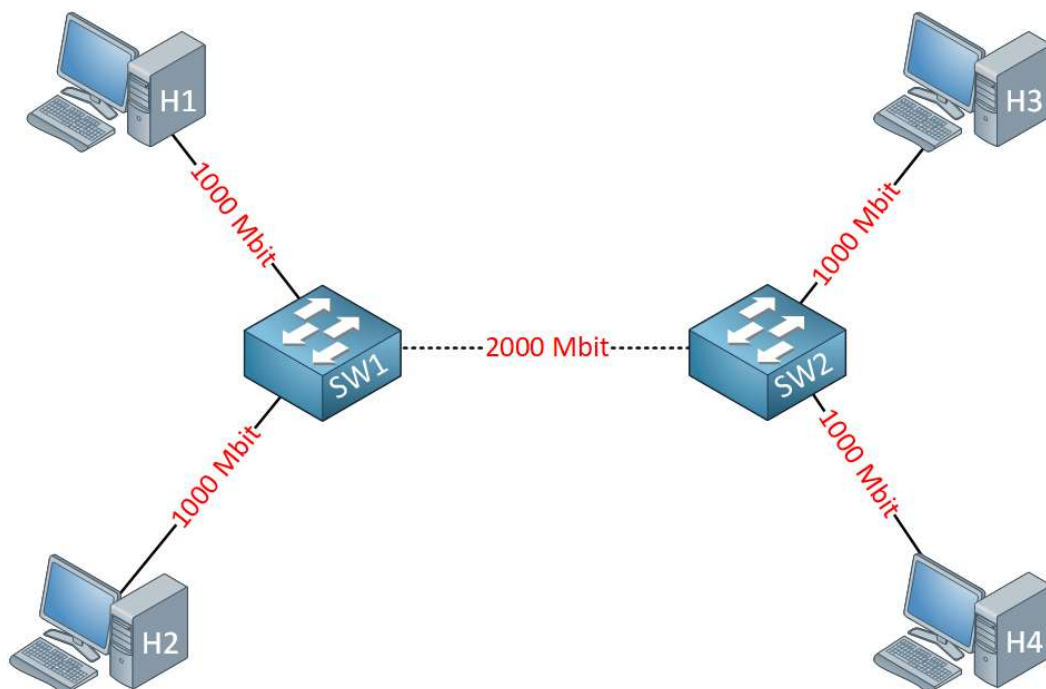
Sulautettu GUI-pohjainen laitehallintatyökalu, joka mahdollistaa laitteen käyttöönoton, yksinkertaistaa laitteen käyttöönottoa ja hallittavuutta sekä parantaa käyttökokemusta. WebUI:n mukana tulee oletus levykuva. Mitään ei tarvitse ottaa käyttöön tai asentaa lisenssiä laitteeseen. WebUI:n avulla voi luoda 1. päivän kokoonpanon ja siitä lähtien seurata laitetta ja tehdä vianetsintää ilman, että sinun tarvitsee osata käyttää CLI:tä. (Cisco, Cisco Catalyst 9500 Series Switches Data Sheet, 2022) (Molenaar, 2022)

6 PORT CHANNEL / ETHERCHANNEL

EtherChannel on pääasiallisesti Ciscon kytkimissä käyttämä teknologia, jota käytetään porttien yhdistämiseen. Tämä tekniikka mahdollistaa useamman portin niputtamisen yhdeksi loogiseksi portiksi. Kytkin käsittelee niputettuja portteja yhtenä loogisena porttina. Tällöin saavutetaan nopeampi yhteys kytkimien välille ja parempi häiriöiden sietokyky. Jos joku käytetyistä porteista vikaantuu tai hajoaa, tällöin liikenne jatkuu muissa portissa.



Kuva 3. Kuvassa kahden kytkimen välille luotu neljän 1000 Mbit portin EtherChannel. (Molenaar, 2022)



Kuva 4. Kytkimet näkevät yhteyden yhtenä 2000 Mbit väylänä. (Molenaar, 2022)

6.1 Perinteinen port channel

Perinteinen port channel, joka tunnetaan myös nimillä Etherchannel tai Link Aggregation Group (LAG). Perinteinen port channel käyttää Link Aggregation Control Protocolia (LACP) tai Port Aggregation Protocol (PAgP) protokollia kahden laitteen välisiin yhteyksiin. Port channelilla on mahdollista kasvattaa kaistanleveyttä kahden laitteen välillä sekä luoda yhden loogisen väylän useamman portin välille. Koska Spanning Tree Protocol (STP) käyttää loogista väylää eikä fyysisiä yhteyksiä kaikki fyysiset yhteydet voivat olla edelleenlähettämisen tilassa.

Perinteistä port channellia voidaan käyttää servereiden, joiden NIC ajurit tukevat LACP:ia ja Ethernet kytkimien yhdistämistä luoden yhteyden näiden välille. Perinteistä port channellia käyttäessä pitää ottaa huomioon, että sen voi tehdä vain kahden kytkimen välille. Perinteisellä port channelilla ei voi kytkeä yhtä serveriä kahteen kytkimeen, sitä varten tarvitaan Multi-Chassis Etherchanneliä (MEC) tai Multi-Chassis Link Aggregation Groupia tukeva laite. (Knight, 2012)

6.2 PAgP ja LACP

PAgP on Ciscon omistama protokolla, jota voidaan käyttää vain Ciscon kytkimissä tai kytkimissä, jotka valmistajat ovat lisensoineet tukemaan PAgP:tä. PAgP helpottaa EtherChannelin automaattista luomista vaihtamalla PAgP-paketteja Ethernet-porttien välillä. PAgP-paketteja vaihdetaan kytkimien välillä EtherChannel-yhteensopivien porttien kautta. Portit, joilla on sama naapurilaitteen tunnus ja porttiryhmäominaisuus, niputetaan yhteen kaksisuuntaisina, point-to-point EtherChannel-linkkeinä.

PAgP:tä käyttämällä kytkin oppii PAgP:tä tukevien kumppaneidensa identiteetin ja ryhmittelee sitten dynaamisesti samalla tavalla konfiguroidut portit yhdeksi loogiseksi linkiksi (kanava tai yhdistelmäportti). PAgP:lla on kaksi eri tilaa Auto ja Desirable. Auto tilassa kaikki portit asetetaan passiiviseen neuvottelutilaan, toisin sanoen nämä liitännät vastaavat vastaanotettuihin porttien yhdistämissä paketteihin, vaikka se ei käynnistä PAgP-neuvottelua. Desirable tilassa liitännät asetetaan aktiiviseen neuvottelutilaan, toisin sanoen neuvottelu muiden rajapintojen kanssa käynnistetään lähettämällä porttien yhdistämissä paketteja. (Cisco, 2007)

LACP on avoimen standardin protokolla, jota käytetään ethernet-linkkien yhdistämiseen. Tämä auttaa rakentamaan dynaamisesti EtherChannelin. Kaistanleveyttä voidaan parantaa lisäämällä jäsenlinkkejä. Parannettu kaistanleveys on merkittävää erityisesti Reth- ja AE-rajapinnoissa, pakettien lähettämässä ja vastaanottamisessa vertaisverkkojen välillä ja koko järjestelmässä.

LACP:llä on myös kaksi eri tilaa Active ja Passive. Aktiivisessa tilassa portit asetetaan aktiiviseen neuvottelutilaan, jolloin neuvottelu muiden porttien kanssa aloitetaan vaihtamalla LACP-paketteja.

Passiivisessa tilassa portit asetetaan passiivisiin neuvottelutiloihin, eli portit vastaavat vastaanotettuihin LACP-paketteihin, mutta se ei käynnistä LACP:tä. (Cisco, 2006)

6.3 Virtuaalinen port channel

Virtuaalinen port channel (vPC) on mahdollisuus tehdä samankaltainen toiminnallisuus eli port channel kahden kytkimen välille ilman Stackwisea tai VSS:ä.

Stackwise ja VSS yhdistävät kytkimien ohjaamiseen liittyvät toiminnallisuudet yhdeksi kokonaisuudeksi luoden näin turvallisuusriskin. Pienikin järjestelmävirhe saattaa aiheuttaa suuria häiriöitä vaikuttaen kaikkeen toiminnallisuuteen samanaikaisesti.

Tämän välttämistä varten käytetään virtuaalista port channelia, joka mahdollistaa kontrolloinnin ja johtamisen olevan erillään. Näin voit rakentaa ristiin meneviä port channel kytkentöjä ilman riskiä, että yhdistät kontrollointi ja johtamis- osiot toisiinsa. (Knight, 2012)

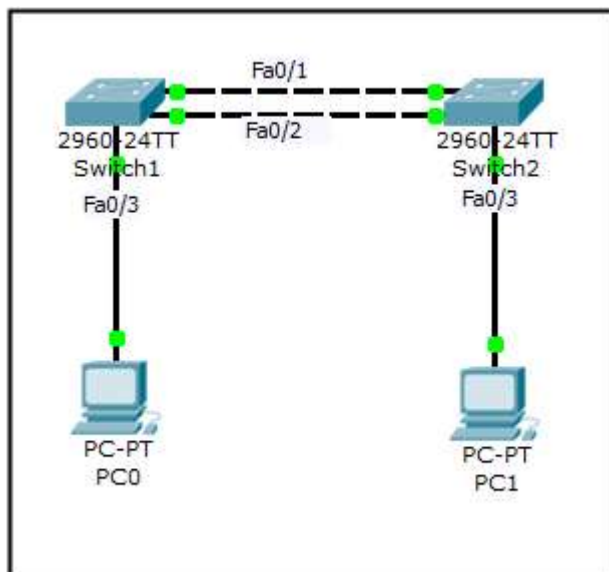
6.4 Virtuaalinen port channel plus ja FabricPath

FabricPath on Cisco tekniikka, jonka tarkoitus on yhdistää Layer 2 ja Layer 3 yhteyksien parhaat puolet kuten L2 plug and play ominaisuudet sekä L3:n reitinvalinta ja skaalautumis ominaisuudet.

vPC+ on käytössä FabricPath domainissa missä vPC on konfiguroitu fabric kytkimestä johonkin ei fabric laitteeseen kuten serveriin tai kytkimeen. vPC+ mahdollistaa ei fabric laitteen yhdistämisen kahteen fabric kytkimeen päällekkyyksien ja useiden reittien käyttöä varten ja myös luoden ominaisuuden tiedon siirtymiselle fabric laitteesta ei fabric laitteeseen. (Knight, 2012)

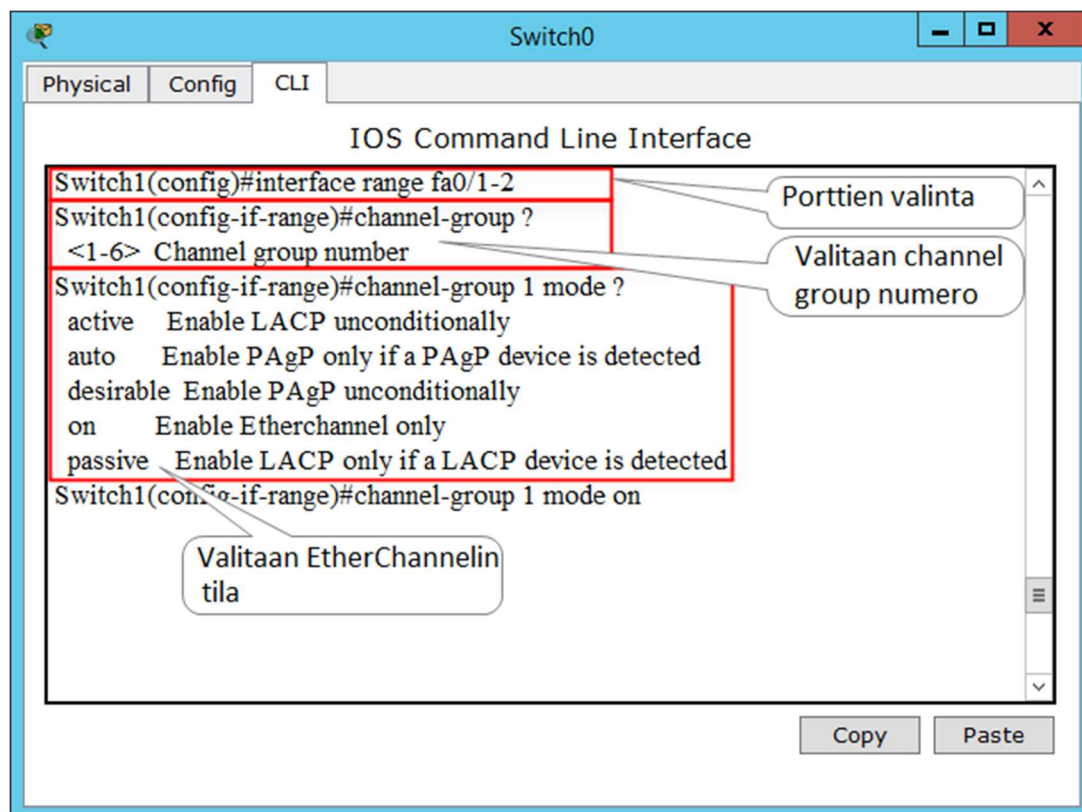
6.5 EtherChannelin konfigurointi

EtherChannelin määrittämiseksi tulee käyttää vähintään kahta Ethernet-porttia. EtherChannelin määrittämisen tässä esimerkissä käytetään molempien kytkimien Fa0/1- ja Fa0/2-liitäntöjä. Seuraavassa



Kuva 5. Kuvassa topologia, EtherChannelin määrittämiseen. (itbeginner.net, 2018)

EtherChannelin määrittäminen Cisco kytkimessä:



Kuva 6. Kuvassa komennot, joita käytetään EtherChannelin määrittämiseen Ciscon kytkimissä. (itbeginner.net, 2018)

Aloita seuraavalla komennolla määrittääksesi portit, joita haluat käyttää EtherChannel:ssa.

```
Switch1(config)#interface range fa0/1-2
```

Seuraavilla komennoilla määritetään EtherChannelin numero ja tila. Tässä esimerkissä käytössä on "on" (staattinen) -tila.

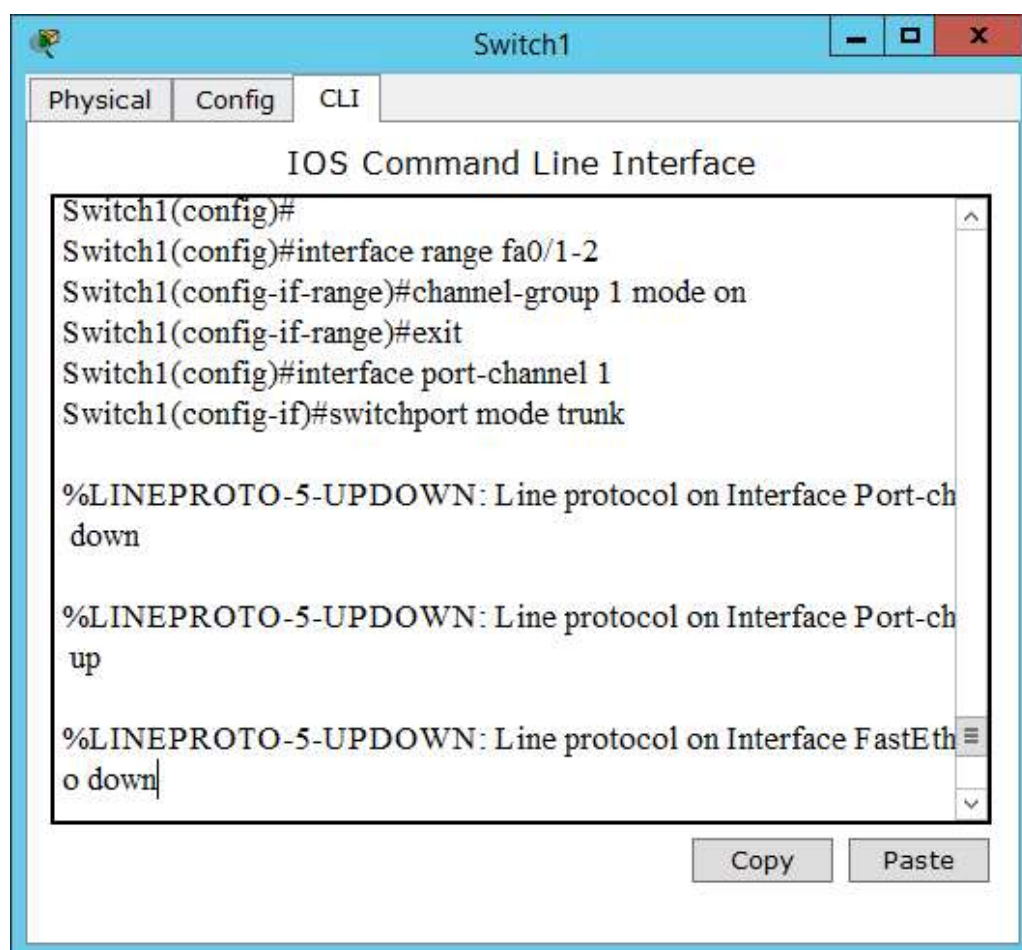
```
Switch1(config-if-range)#channel-group 1 mode on
```

```
Switch1(config-if-range)#exit
```

Suorita seuraavaksi seuraavat komennot määrittääksesi EtherChannelin tilan (tässä tapauksessa trunk mode).

```
Switch1(config)#interface port-channel 1
```

```
Switch1(config-if)#switchport mode trunk
```



Kuva 7. Kuvassa näkyy Switch1:n EtherChannel-määrytykset. (itbeginner.net, 2018)

Kun Switch1 on määritetty, siirrytään määrittelemään Switch2 jolla suoritetaan seuraavat komennot:

```
Switch2(config)#interface range fa0/1-2
```

```
Switch2(config-if-range)#channel-group 1 mode on
```

```
Switch2(config-if-range)#exit
```

```
Switch2(config)#interface port-channel 1
```

```
Switch2(config-if)#switchport mode trunk
```

Tässä kohtaa on tärkeää että annat oikean channel-group numeron, muuten yhteys ei toimi.

Varmista konfiguraatiosi suorittamalla seuraava komento

```
Switch2#show etherchannel summary
```

Tarkasta onko konfiguraatio onnistunut. SU-merkintä Group 1 kohdalla merkitsee S=Konfiguroitu layer-2 ja U=käytössä. (itbeginner.net, 2018)

```

Switch2
-----
Physical  Config  CLI
-----
IOS Command Line Interface

Switch2#show etherchannel summary
Flags: D - down      P - in port-channel
       I - stand-alone s - suspended
       H - Hot-standby (LACP only)
       R - Layer3     S - Layer2
       U - in use     f - failed to allocate aggregator
       u - unsuitable for bundling
       w - waiting to be aggregated
       d - default port

Number of channel-groups in use: 1
Number of aggregators:          1

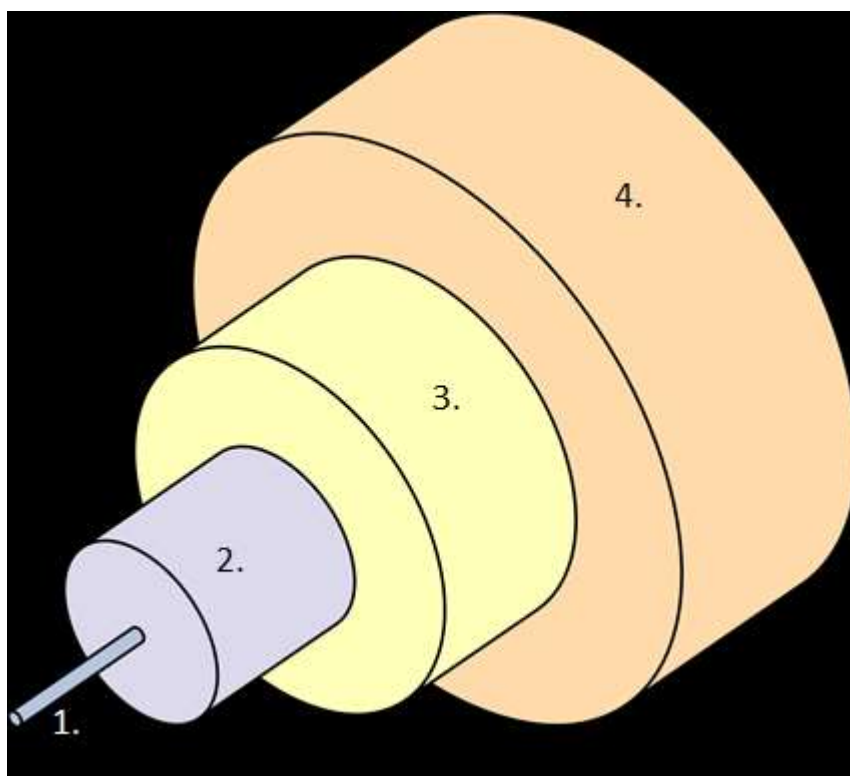
Group  Port-channel  Protocol  Ports
-----+-----+-----+-----
1      Po1(SU)          PAgP     Fa0/1(P) Fa0/2(P)
Switch2#
  
```

Kuva 8. Havainnekuva kytkimen etherchannel summarysta. (itbeginner.net, 2018)

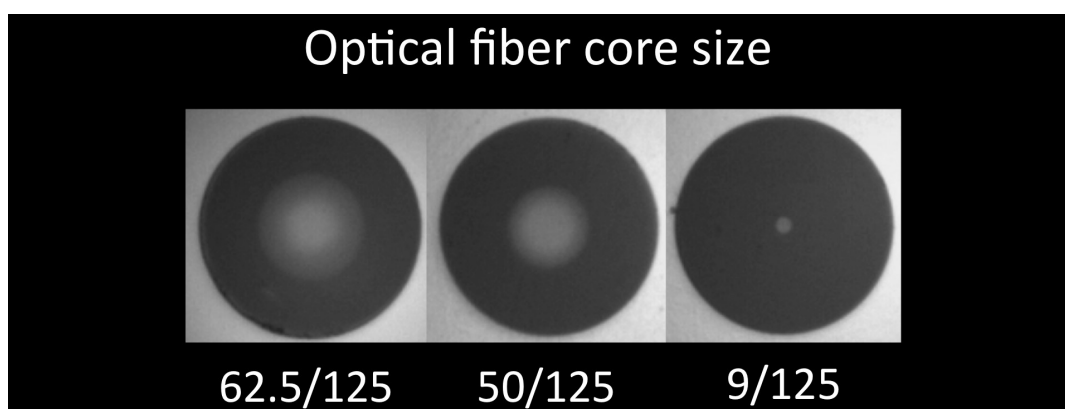
7 VALOKUITUKAAPELIT

Kuitutyyppiä on kahta erityyppiä Yksimuoto (Singlemode) ja Monimuoto (Multimode). Eroina näissä tyypeissä on valon etenemismuoto kaapelissa. Isoin ero on kuitenkin kuidun paksuus.

Yksimuoto kuidun paksuus on noin 9 μm , kun taas Monimuoto on joko 62,5 μm tai 50 μm . Molemmilla kuduissa kuitenkin niin sanottu Cladding osa on 125 μm .



Kuva 9. Yksimuotokuidun rakenne 1.Core 9 μm , 2.Cladding 125 μm , 3.Buffer 250 μm , 4.Jacket 400 μm . (Wikipedia, 2020)



Kuva 10. Kuvassa kuitumikroskoopilla otetut kuvat vasemmalta oikealle: Monimuoto 62.5 μm , Monimuoto 50 μm ja Yksimuoto 9 μm . Kuvassa näkyvä tumma alue on niin sanottu Cladding kerros ja keskellä oleva vaalea on itse valokuitu. (Ruotsalainen, 2016)

Monimuotokuituja on neljää erilaista: OM1, OM2, OM3 ja OM4. OM1 kaapelissa on paksumpi kuitu 62.5um, kuin muissa kuitu tyypeissä. Erikokoisia kuituja ei kannata liittää yhteen sillä silloin muodostuu häviötä. OM2 – OM4 kuitujen paksuus on 50um ja erona kuitutyypin välillä on, kuinka pitkällä matkoilla niitä pystyy käyttämään. Nopeuden noustessa monimuotokuidun raja tulee vastaan ja joudutaan käyttämään useampaa rinnakkaista kuitua. Tämä johtaa suuriin kuitumääriin yhtä siirtotietä kohden. Yksimuotokuitu on suorituskyvyltään ylivoimainen ja kiinteistö vedoissa sillä ei käytännössä ole pituus rajoituksia. Yksimuotokuidun liitoksissa joudutaan käyttämään suurempaa kohdistustarkkuutta ja epäpuhtauksien kannalta on monimuotoa kriittisempi. (Koivisto, 2017)

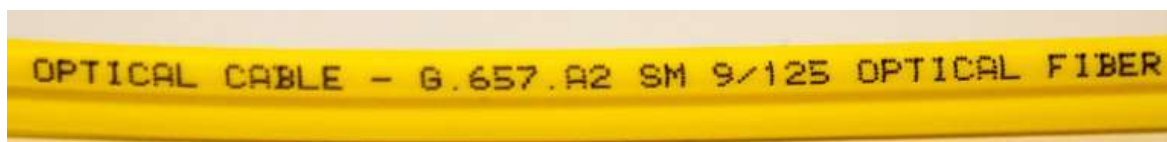


Kuva 11. Kuvassa OM3 kuitukaapeli. (Ruotsalainen, 2016)



Kuva 12. Kuvassa OM1 kuitukaapeli. (Ruotsalainen, 2016)

Yksimuoto ja Monimuoto kaapeleita ei voi kytkeä ristiin, johtuen kaapeleiden kokoerosta. Yksimuoto kaapelia käytetään pitkien, jopa useiden kymmenien kilometrien pituisille matkoille. Alla olevassa taulukossa



Kuva 13. Kuvassa Yksimuoto kuitukaapeli. (Ruotsalainen, 2016)

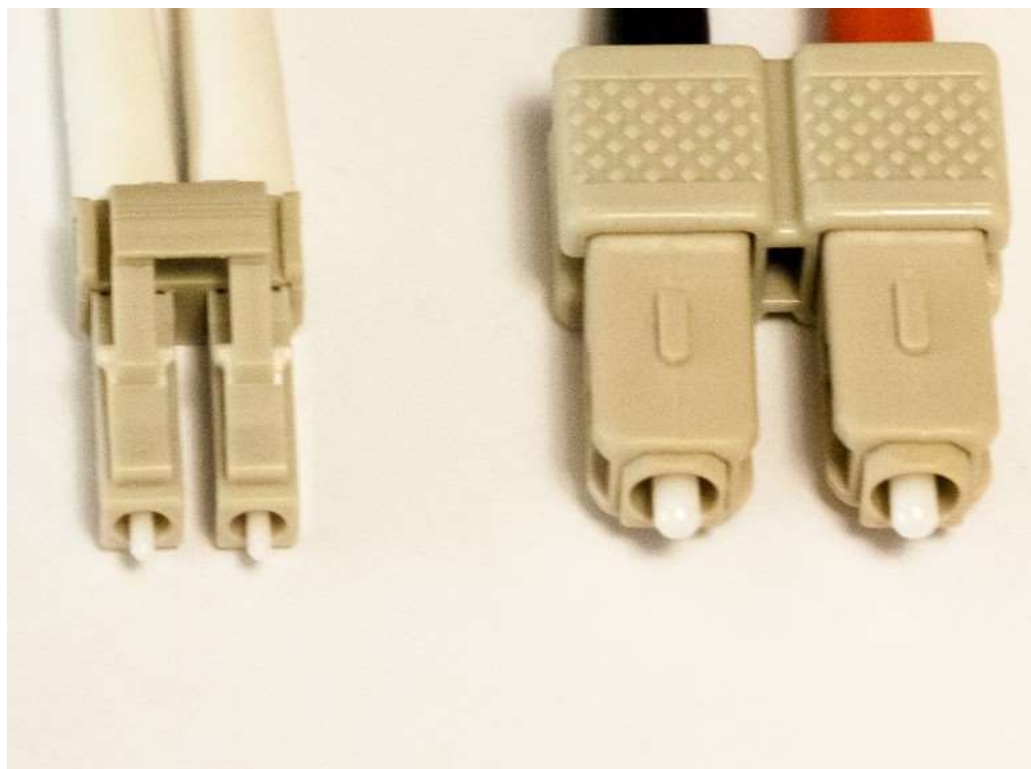
Siirtonopeus	Monimuotokuitu		Yksimuotokuitu	
	Sovelluksen nimi	Saavutettava siirtoetäisyys (kanavapituus)	Sovelluksen nimi	Saavutettava siirtoetäisyys (kanavapituus)
10 Gbit/s	10GBASE-SR	32 m (OM1)	10GBASE-LR	10 km
		82 m (OM2)	10GBASE-ER	40 km
		300 m (OM3)	-	-
		500 m (OM4)	-	-
25 Gbit/s	25GBASE-SR	70 m (OM3)	25GBASE-LR*	10 km
		100 m (OM4)	25GBASE-ER*	40 km
40 Gbit/s	40GBASE-SR4	100 m (OM3)	40GBASE-FR	2 km
		150 m (OM4)	40GBASE-LR4	10 km
		-	40GBASE-ER4	40 km
		-	-	-
100 Gbit/s	100GBASE-SR4	70 m (OM3)	100GBASE-LR4	10 km
		100 m (OM4)	100GBASE-ER4	40 km

* 25GBASE-LR- ja 25GBASE-ER-sovelluksia koskeva standardi valmistuu 2017/2018.

Kuva 14. Kuvassa eri kuitu tyyppien siirtonopeudet ja siirtoetäisyydet. (Koivisto, 2017)

7.1 Liitintyytit

Yleisimmät liitintyytit ovat SC ja LC Neutrik Optical CON. Liittimiä käytetään yleensä pareittain eli kuituja on kaksi rinnakkain. Kaikissa kaapeleissa voidaan käyttää joko SC tai LC liittimiä. Liittimen perusteella ei siis voi päätellä mikä kuitu on kyseessä. SC liittimen kehitti Nippon Telegraph and Telephone yritys 80-luvun puolivälissä se on niin sanottu push-pull liitin lukituskielekkellä ja kooltaan 2.5mm. LC liittimessä on myös push-pull, mutta varustettu lukitussalvalla ja kooltaan se on 1.25mm.



Kuva 15. Kuvassa vasemmalla LC ja oikealla SC liitin. (Ruotsalainen, 2016)

7.2 Hionnat

Kun valokuitukaapeliin halutaan tehdä liitos, sen pää täytyy hioa ja näitä hiontoja on UPC ja APC. Suurin ero UPC: n ja APC-liittimen välillä on kuidun päätyypinta. APC-liittimissä on kuitupäätyypinta, joka on kiillotettu 8 asteen kulmassa, kun taas UPC-liittimet on kiillotettu ilman kulmaa. UPC-liittimillä heijastunut valo heijastuu suoraan takaisin valonlähdettä kohti. APC-liittimen viisto päätyypinta saa kuitenkin heijastetun valon heijastumaan viistosti suoja kerrokseen. Siksi UPC-liittimellä vaaditaan vähintään -50 dB: n palautushäviö, kun taas APC-liittimen paluuhäviön saisi olla -60 dB. Mitä suurempi paluuhäviö on, sitä parempi on liittimen suorituskyky. Kuidun päätyypinnan lisäksi toinen ilmeisempi ero on väri. (FOCC, 2019)

UPC- ja APC-liitin



Ultra Physical Contact Connector

Kuva 16. UPC-liitin.

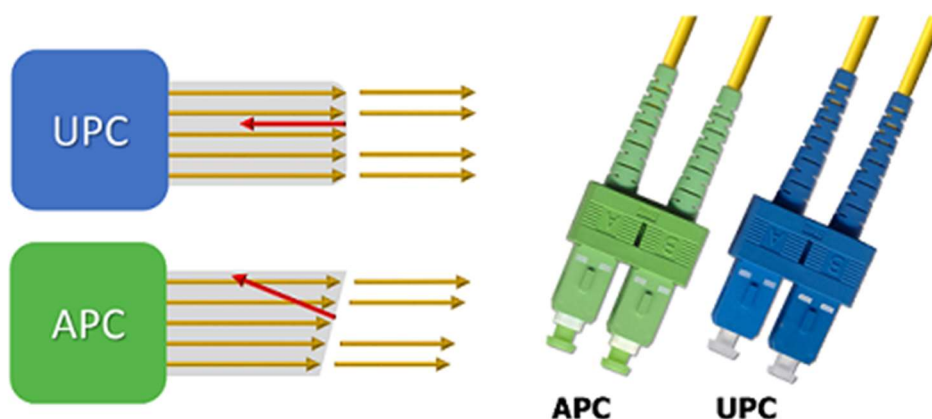


Angled Physical Contact Connector

Kuva 17. APC-liitin.

UPC- ja APC-liittimien sovellusnäkökohdat

APC-liittimien optinen suorituskyky on parempi kuin UPC-liittimien. APC-liittimiä käytetään laajalti kohteissa, jotka ovat herkempiä paluuhäviöille. Optisen suorituskyvyn lisäksi myös kustannukset ja yksinkertaisuus täytyy ottaa huomioon. Joten on vaikea sanoa, että yksi liitin voittaa toisen. Itse asiassa se, valitsetko UPC tai APC, riippuu erityistarpeestasi. Kohteissa, jotka vaativat tarkkaa optisen kuidun signalointia, APC-liitin on parempi, mutta vähemmän herkissä järjestelmissä UPC-liitin toimii aivan yhtä hyvin. (FOCC, 2019)



Kuva 18. APC- ja UPC-liittimet erottaa toisistaan, APC-liittimessä on vihreä runko ja vino ferrule ja UPC-liitin on sininen ja sen ferrule on hiottu suoraan. (Flukenetworks, 2018)

7.3 SFP-moduulit

GLC-SX-MMd, 1000BASE-SX SFP, voivat tukea jopa 1 km:n matkaa laseroptimoidulla 50 μm :n monimuotokuitukaapelilla. GLC-LH-SM, Cisco 1000BASE-LX/LH SFP-lähetin-vastaanotinmoduuli, toimii yksimuoto kaapelilla enintään 10 km ja enintään 550 m kaikilla monimuotokuiduilla. Cisco SFP+ voidaan yhdistää muun tyyppisiin 10G-moduuleihin. SFP-10G-SR, käytetään nopeissa tiedonsiirto-sovelluksissa ja joka tukee 300 metrin matkaa monimuotokuina, SFP-10G-LRM tukee 220 metriä FDDI-luokan monimuotokuidussa ja 300 metriä tavallisessa yksimuotokuidussa, SFP-10G-LR, tukee 10 km:n matkaa tavallisella yksimuotokuidulla. (Cisco, 2020)

7.4 Kuitukaapeleiden värimerkinnot

Suomessa 1990-luvun alusta asti käytössä on ollut SFS 5648 6-värijärjestelmä, standardi luotiin optisille kuiduille. Tätä standardia ei enää käytetä, koska se on tarkoitettu pienille kuitumäärille. Tätä järjestelmää ei enää uusissa asennuksissa käytetä, mutta ylläpito ja optisten verkkojen päivityksissä se voi tulla vastaan. Standardi on ollut käytössä vain Suomessa sekä Suomeen valmistetuissa optisissa kaapeleissa. Uutta standardia ei tehty, joten Suomessa on yleisesti käytössä useampia värijärjestelmiä, joista yleisimpinä FIN2012, ANSI/TIA 598-C sekä IEC/EN 60794-2. (Linna-Aro, Valokuidun värisarjat, 2014)

- Ensimmäinen kuitu	- sininen (SI)
- 2., 6., 10., jne. kuitu	- valkoinen (VA)
- 3., 7., 11., jne. kuitu	- keltainen (KE)
- 4., 8., 12., jne. kuitu	- vihreä (VI)
- 5., 9., 13., jne. kuitu	- harmaa (HA)
- viimeinen kuitu	- punainen (PU)

Kuva 19. Standardin SFS 5648 mukainen värijärjestelmä

7.4.1 FIN2012

FIN2012 on tehty SFS 5648-6 standardin pohjalta. Vaikka FIN2012 ei ole virallinen standardi SESKO:n komiteassa on järjestelmälle sovittu yleisen käytännön vuoksi yhteinen tunnus. Kyseessä on 12-värijärjestelmä, värit ovat samat kuin IEC60304 standardissa, mutta väri järjestystä ei ole määritelty siihen tai muuhun kansainväliseen standardiin pohjautuen. Jos ryhmässä on kuituja enemmän kuin 12 käytetään tunnistukseen lisämerkintää esimerkiksi rengasta tai raitaa, täyte-elementit ovat joko mustia tai värittömiä. Samoin kaapelirankenteen ryhmien määrän ylittäessä 12 kpl, ryhmät lisämerkinnällä. (Linna-Aro, Valokuidun värisarjat, 2014)

-	1	-	sininen (SI)
-	2	-	valkoinen (VA)
-	3	-	keltainen (KE)
-	4	-	vihreä (VI)
-	5	-	harmaa (HA)
-	6	-	oranssi (OR)
-	7	-	ruskea (RU)
-	8	-	turkoosi (TU)
-	9	-	musta (MU)
-	10	-	violetti (VT)
-	11	-	vaaleanpunainen (VP)
-	12	-	punainen (PU)

Kuva 20. Optisten kuitujen 12-värijärjestelmä FIN2012

7.4.2 ANSI/TIA 598-C

ANSI/TIA 598-C on yhdysvaltalainen standardin mukainen 12-värijärjestelmä. Tämä standardi on kansainvälisesti niin paljon käytössä, että kyseinen värijärjestelmä on saanut kansainvälisen standardin aseman. Standardin värit perustuvat Munsellin värijärjestelmään. Järjestelmässä lisämerkintöjen toteutustavat ja ominaisuudet ovat tarkasti määritellyjä, merkintöinä käytetään jatkuvia tai katkeavia pituussuuntaisia raitoja. (Linna-Aro, Valokuidun värisarjat, 2014)

- 1	- sininen (SI)
- 2	- oranssi (OR)
- 3	- vihreä (VI)
- 4	- ruskea (RU)
- 5	- harmaa (HA)
- 6	- valkoinen (VA)
- 7	- punainen (PU)
- 8	- musta (MU)
- 9	- keltainen (KE)
- 10	- violetti (VT)
- 11	- vaaleanpunainen (VP)
- 12	- turkoosi (TU)

Kuva 21. Optisten kuitujen 12-värijärjestelmä ANSI/TIA 598-C

7.4.3 IEC/EN 60794-2

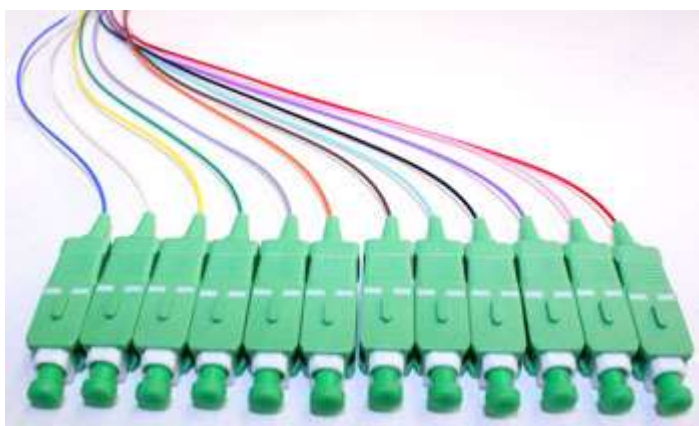
IEC/EN 60794-2 on eurooppalainen standardin mukainen 12-värijärjestelmä, jonka värit ovat standardin IEC 60304 mukaisia. Standardi on tehty vuonna 2002 ja koskee vain sisäasennuksissa käytettäviä optisia kaapeleita. Ulkokaapeleissa ei IEC- ja EN-standardia ei ole määritelty. (Linna-Aro, Valokuidun värisarjat, 2014)

- 1	- sininen (SI)
- 2	- oranssi (OR)
- 3	- vihreä (VI)
- 4	- ruskea (RU)
- 5	- harmaa (HA)
- 6	- valkoinen (VA)
- 7	- punainen (PU)
- 8	- musta (MU)
- 9	- keltainen (KE)
- 10	- violetti (VT)
- 11	- vaaleanpunainen (VP)
- 12	- turkoosi (TU)

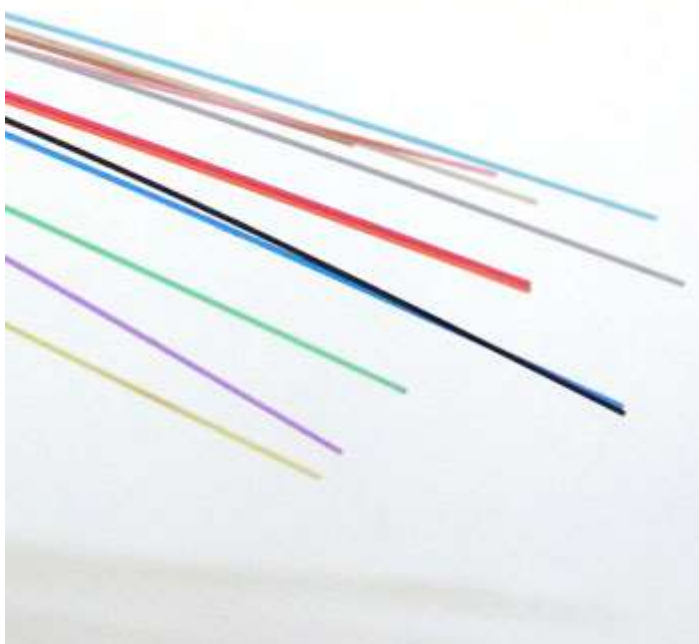
Kuva 22. Optisten kuitujen 12-värijärjestelmä IEC/EN 60794-2

7.4.4 Värisarjojen valinta ja dokumentointi

Kun värijärjestelmää ruvetaan valitsemaan, on otettava huomioon ja varmistuttava, että kyseistä järjestelmää voidaan käyttää, myös tulevaisuudessa asennuksissa ja on riippumaton kaapelirakenteesta. Jotta vääriltä tulkinnoilta säästytään, on värisarjan tunnistamisen oltava mahdollisimman helppoa, kun tehdään uusia liityntöjä tai ylläpitoa. (Linna-Aro, Valokuidun värisarjat, 2014)



Kuva 23. Kuva värisarjasta APC-liittimillä. (Linna-Aro, Valokuidun värisarjat, 2014)



Kuva 24. Kuva kuitujen värisarjasta. (Linna-Aro, Valokuidun värisarjat, 2014)

Kun värijärjestelmää määritetään, on se dokumentoitava tekstillä tai taulukolla joko suoraan standardiin tai ST-korttiin 601.02 ja sen kohtiin asianmukaisella tavalla. Suunnitteluvaiheessa tulisi jo kirjata ylös oikea määrittely ja sisällyttää tämä esim. sähköselostukseen. Hankintaspesifikaatioon tulisi määrittellä valittu värijärjestelmän ja tapa, jolla värijärjestelmä ilmenee kaapelista (esim. vaipamerkintä). Värijärjestelmän vaatimukset on sisällytettävä laatusuunnitelmaan.

Kun valokaapeleita jatketaan tai päätetään, on suorittavan urakoitsijan ja asennusliikkeen hankittava tarvittavat tiedot kaapelikohtaisesti käytettävistä värijärjestelmistä sekä ohjeistaa kaikki asentajat sen vaatimusten mukaisesti. Kaikkien verkossa olevien valokaapeleiden värijärjestelmät tulee dokumentoida. Tiedon oikeellisuus on tärkeää erityisesti jatkettaessa eri Värijärjestelmän kaapeleiden dokumentaation oikeellisuus ja ajan tasaisuus on erityisen tärkeää, esimerkkinä liityntäverkon haara-jatkos. Jotta ylläpidon kannalta on tärkeää pitää dokumentaatio ajan tasalla ja vastaavan henkilön helposti tavoitettavissa.

Värijärjestelmät helpottavat ja yksinkertaistavat kuitujen merkitsemistä, kun niitä ei tarvitse merkata erikseen esimerkiksi tarralla ja paneelinumeroinnilla sekä tekevät kaapeleiden jatkamisesta selkeämpää. Dokumentointi, joka on jo suunnittelusta asti tehty huolellisesti, säästytään myöhemmissä vaiheissa paljon työltä, vältetään mahdolliset virheet, kohteen toimivuus ja työn tehokkuus. (Linna-Aro, Orbis Oy, 2014)

8 TIETOLIIKENNEVERKON MUUTOS

Tehtävänä oli muuttaa tietoverkon rakennetta niin, että kaikki yhteydet kampuksen eri osiin A-N jakamoista saadaan kytkettyä runkokytkimiin Cisco 9500x2, jolloin välistä jäisi aiemmin käytetty Cisco 4503. Cisco 4503 ja sen varakytkein olivat kytkettynä suoraan entisen kampukselle ja Funetiin. Entiset Cisco 6500-sarjan laitteet korvasi Cisco 9500-pari.

Jakamoissa käytetään Cisco 2960x-, s- ja 9300-sarjan kytkimiä. Yhteydeksi valittiin 2x10Gb/s, 10Gb/s sfp+-moduuleilla. Jakamoissa Cisco 9300 jää niin sanotuksi pääkytkimeksi, johon niissä olevat Cisco 2960x ja muut versiot saman sarjan laitteista jäävät alikytkimiksi. Jakamon rakenteen, tarpeen tai laitteiden muuttuessa voidaan tarvittaessa lisätä 9300-sarjan kytkimiä pinoksi, jolloin jaksossa olisi vain yhdellä ip-osoitteella hallittava pino, kuten on tehty aiemminkin 2960-laitteilla.

Mediana käytettäisiin alle 300 metrin pituuksilla OM3 MM-kaapelointia ja pitemmillä yhteyksillä SM-kuitua OS2. Aktiivilaitteiden kytkentäkuitujen liittimet ovat muotoa LC/SC tai LC/LC.

Tietoverkon uudistaminen olisi tehty aiemmin, mutta ensin oli pääjakamon runkokytkimen ja kerrosjakamoiden välille saatava uusi kuitukaapelointi, koska kaapelointi oli toteutettu OM1-2-MM-kaapeleilla, liittimet olivat tyyppiä SC. Näillä kuitutyypeillä ei välttämättä päästä 10 Gb/s-nopeuteen yltävään liikenteeseen.

8.1 Konfiguraatiot suunnitellun muutoksen tekemiseksi.

Ensimmäiseksi konfiguroidaan ja tarkistetaan sekä 9300- että 9500-kytkinpinosta, että molempien kytkinten EtherChannel -parit on muodostettu ja että sekä 9300- ja 9500-kytkinten viittaustiedot, joilla osoitetaan, minkä kytkimen portteihin kyseessä oleva 9500-pino on kytketty ja päinvastoin.

Lisäksi konfiguroidaan jakamoiden 9300-kytkimelle ja alikytkimille trunk-portit niin, että voidaan muodostaa kyseessä olevaan jakamoon tähtimäinen rakenne, EtherChannellia käyttäen.

Alla esimerkki konfiguraatiot, joilla EtherChannel 22 luotiin.

Luodaan ensimmäiseen kytkimeen EtherChannel ja laitetaan se päälle.

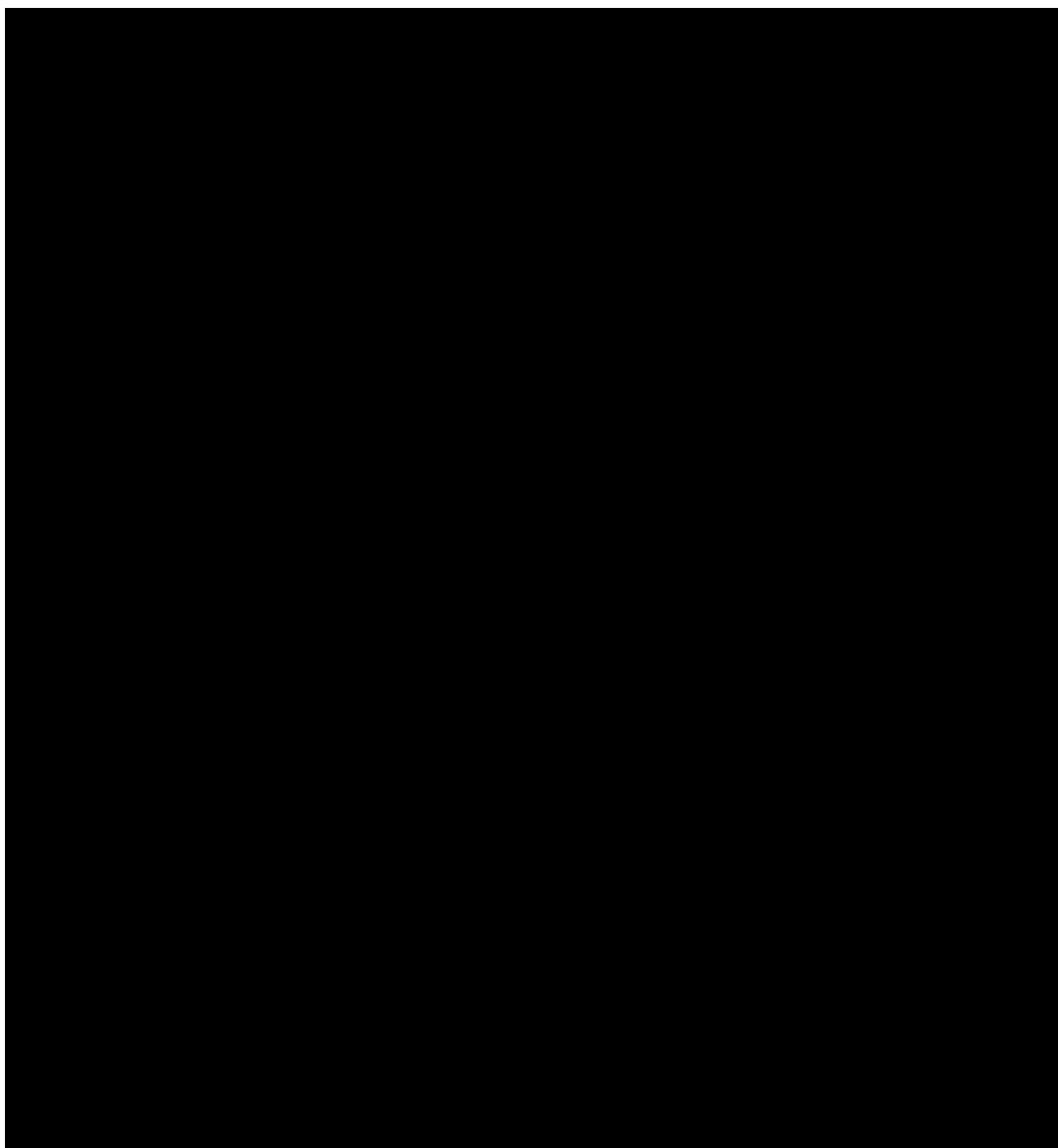
```
interface port-channel22
  switchport mode trunk
  switchport nonegotiate
```

```
interface TenGigabitEthernet1/0/39
  switchport mode trunk
  switchport nonegotiate
  logging event trunk-status
  channel-group 22 mode desirable
```

Tämän jälkeen luodaan yhteys kytkimen parille.

```
interface TenGigabitEthernet1/0/40
  switchport mode trunk
  switchport nonegotiate
  logging event trunk-status
  channel-group 22 mode desirable
```


8.2 Kytkennät suunnitellun muutoksen tekemiseksi



Kuva 25. Visio piirros kampuksen tietoliikenneverkosta.

Kytetään yhteydet oheisen kuvan mukaisesti kahdennetuilla kaapeloinnilla, vihreällä Visio piirroksessa merkityllä tavalla kaapelit jakamoon 9300-kytkimeltä, 9500-pinon niille varattuihin portteihin. Varataan sopivat kaapelit ennen työn aloittamista. Todetaan yhteys 9500- ja 9300-kytkinten välillä toimivaksi.

Kytetään jakamon muut kytkimet pääkytkimenä toimivan 9300-kytkimen portteihin, jotka ovat konfiguroitu trunk tilaan ja todetaan niiden toimivuus. Irroitetaan ennen kytkemistä 9300-kytkimelle alikytkin 4503-kytkimelle menevästä portista, Visio piirroksen sininen kaapeli. Irroitetaan myös Visio piirroksen kytkinten välinen mustalla katkoviivalla merkitty kytkentä ennen varsinaista 9300- ja 9500-kytkinten välistä kytkentää.

Tehdään merkinnät kyseessä olevien kytkimien vastaaviin Excel-taulukoihin ja Visio-ohjelmalla tehtyyn tietoverkon kuvaan. Testataan verkon toiminta tarvittavilla testeillä ja päivitetään tarvittaessa kytkimien nimitarrat.

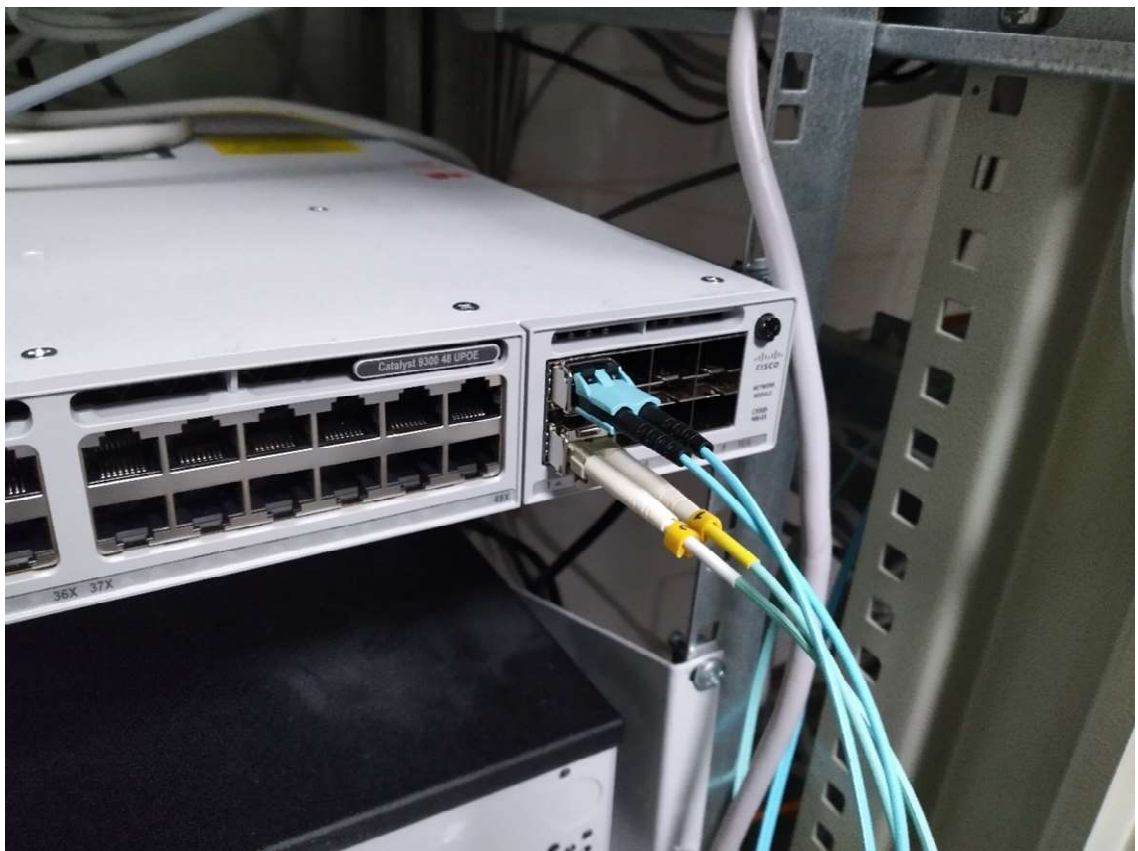
8.3 Kytcentöihin käytettävät tarvikkeet

Työssä tehtäviin kytcentöihin tarvitaan 28 kappaletta 10Gb/s MM sfp+ -moduuleita, 14 kappaletta OM3 LC-LC-kytcentäkaapeleita, 14 kpl OM3 LC-SC-kytcentäkaapeleita, joiden pituus noin 2 m. Tarvitaan myös kuidunpuhdistin ja muita yleisiä työvälineitä.

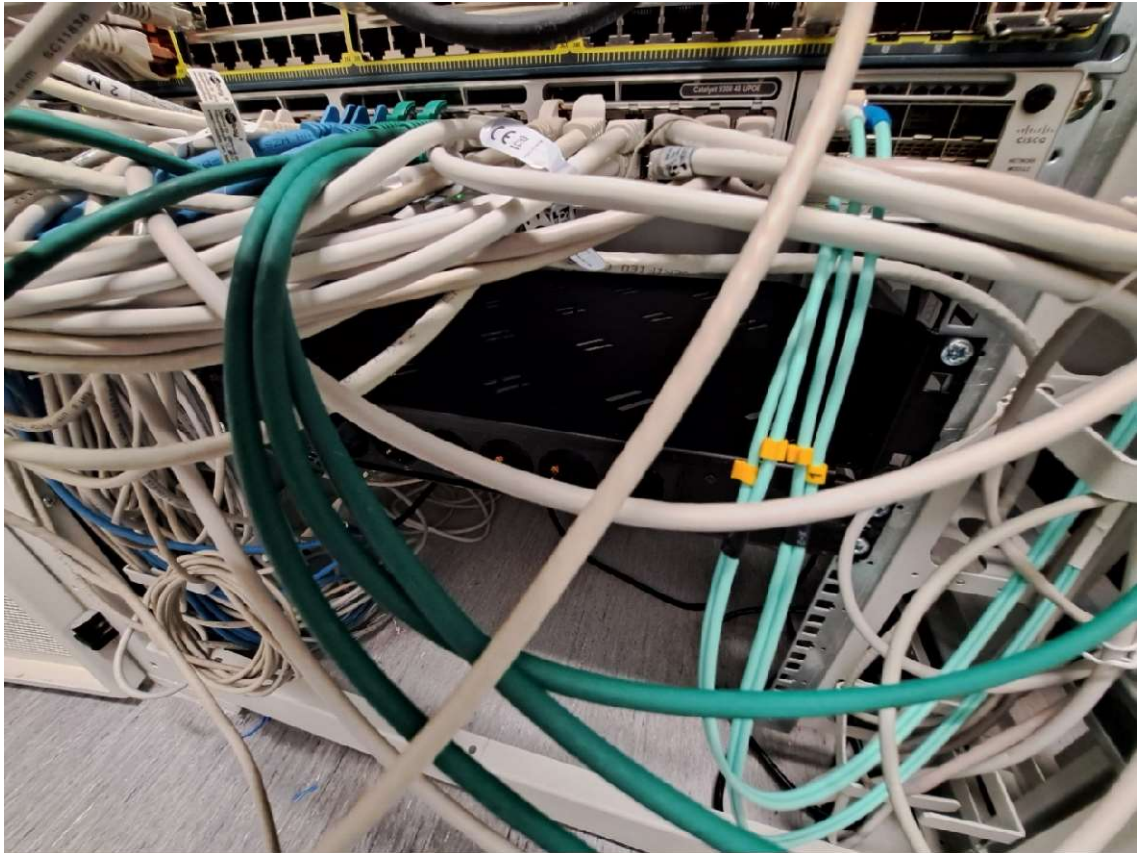
9 TYÖN LOPPUKATSELMOINTI



Kuva 26. Kuva jakamosta otettu, jossa 9500 core-kytkimeltä rimalle tuleviin liittimiin kytketty kytkimelle menevä kuitujohtopari.



Kuva 27. Kuva jakamosta, jossa edellisessä kuvassa näkyvä kuitujohtopari tulee rimalta kytkimelle.



Kuva 28. Kuva jakamosta, jossa kytkin on jo käytössä uusitulla yhteydellä.

10 YHTEENVETO

Työllä saatiin selkeytettyä tietoliikenneverkon rakennetta päivitetyn dokumentaation ja yksinkertaistetun verkkotopologian ansiosta. Verkon nopeuden ja vikasietoisuuden kasvattaminen onnistui tehtyjen päivityksien myötä. Näiltä osin tavoitteet toteutuivat.

Oma osaamiseni vahvistui kytkinten välisien linkkien konfigurointien osalta. Lisäksi opin paljon lisää erilaisista valokuitu- ja hiontatyypeistä sekä kuituihin liittyvistä eri väristandardeista, joihin en ollut aikaisemmin kunnolla tutustunut. Näitten lisäksi toimeksiantaja kertoi erilaisista tietoliikenneverkoista ja tekniikoista. Ongelmia ei työssä juurikaan ilmennyt, koska kaikki kytkennät ja konfiguraatiot tarkastettiin huolellisesti ennen niiden tekemistä. Haasteena oli saada konfiguraatiot kuntoon ennen niiden syöttämistä. Port channellin numero ja käytettävät portit, tuli tarkastaa huolellisesti.

Kampuksella jatketaan tietoliikenneverkon selkeyttämistä ja nopeuttamista samalla periaatteella. Kun uusia kytkimiä otetaan käyttöön ja tietoliikenneverkkoa selkiytetään, saadaan samalla poistettua välistä niin sanotusti turhia kytkimiä. Samalla jakamoista poistuu ylimääräisiä johtoja, jolloin on helppompaa katsoa minnekä mikäkin johto on kytketty.

LÄHTEET

11 LÄHDELUETTELO

- Cisco. (29. 10 2020). *Cisco sfp-moduuli*. Haettu 8. 6. 2022 osoitteesta Cisco:
<https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/interfaces-modules/gigabit-ethernet-gbic-sfp-modules/datasheet-c78-366584.html>
- Cisco. (2022). *Cisco Catalyst 9300 Series Switches Data Sheet*. Haettu 8. 6. 2022 osoitteesta Cisco:
<https://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/catalyst-9300-series-switches/index.html#~models>
- Cisco. (2022). *Cisco Catalyst 9500 Series Switches Data Sheet*. Haettu 8. 6. 2022 osoitteesta Cisco:
<https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-9500-series-switches/nb-06-cat9500-ser-data-sheet-cte-en.html>
- Flukenetworks. (11. 10 2018). *Valokuitu APC-hionta*. Haettu 5. 8. 2022 osoitteesta Flukenetworks:
<https://www.flukenetworks.com/blog/cabling-chronicles/101-series-what-apc-connector-and-how-do-i-test-it>
- FOCC. (15. 5 2019). *Valokuitu UPC- ja APC-hionnat*. Haettu 5. 8. 2022 osoitteesta FOCC:
<http://fi.opticalpatchcable.com/news/what-s-the-difference-between-upc-and-apc-conn-25322883.html>
- Knight, J. (20. 7. 2012). *Port channel*. Haettu 20. 6. 2022 osoitteesta
<https://www.packetmischief.ca/2012/07/20/4-types-of-port-channels-and-when-theyre-used/>.
- Koivisto, P. (2017). *Monimuotokuitu*. Haettu 6. 8. 2022 osoitteesta Nestorcables:
<https://www.nestorcables.fi/ajankohtaista/blogi/monimuotokuidun-viivytystaistelu-aseena-om5.html>
- Linna-Aro, J. (10. 10. 2014). *Valokuidun värisarjat*. Haettu 6. 8. 2022 osoitteesta Orbis Oy:
<https://www.orbis.fi/blogi/valokuidun-v%C3%A4risarjat>
- Linna-Aro, J. (30. 10. 2014). *Valokuidun värisarjat*. Haettu 6. 8. 2022 osoitteesta Orbis:
<https://www.orbis.fi/blogi/valokuidun-v%C3%A4risarjat>
- Molenaar, R. (2022). *Etherchannel*. Haettu 15. 6. 2022 osoitteesta
<https://networklessons.com/switching/etherchannel-cisco-ios-catalyst-switch>
- Ruotsalainen, T. (1. 6. 2016). *Valokuitu*. Haettu 6. 8. 2022 osoitteesta <https://timoteus.net/?p=46>
- Wikipedia. (1. 8. 2020). *Valokuitukaapelin rakennekuva*. Haettu 10. 7. 2022 osoitteesta Wikipedia:
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Valokuitu>