

VARKAUDEN KAMPUKSEN TIETOVERKON PÄIVITYS

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Tuomas Töyrylä			
Työn nimi Varkauden kampuksen verkon päivitys			
Päiväys	7.3.2018	Sivumäärä/Liitteet	29
Ohjaaja(t) Pekka Vedenpää, Laboratorioinsinööri			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu			
Tiivistelmä <p>Työn aiheena oli Savonia-ammattikorkeakoulun Varkauden kampuksen tietoverkon päivittäminen. Tarkoituksena oli tutustua Varkauden kampuksen tietoverkkoon, löytää kohtia mitä parantaa, sekä suunnitella ratkaisu. Työn toimeksiantajana oli Savonia-ammattikorkeakoulu.</p> <p>Työ aloitettiin tutkimalla Varkauden kampuksen verkkoa. Tutkimisen jälkeen keskityttiin yhteyksien kahdennukseen sekä kytkinpinon tekemiseen. Yhteyksien kahdennuksen sekä kytkinpinon konfiguraatiot olivat osittain tuttuja jo ennestään, mutta niihin paneuduttiin syvällisemmin, parhaimman ratkaisun saavuttamiseksi.</p> <p>Kun tietoverkon päivityksen pääkohdat saatiin selville, alkoi opiskelu käytettäviin tekniikoihin. Tämän jälkeen nämä tiedot siirrettiin käytäntöön, rakentamalla testiympäristö. Testiympäristöihin kuului kytkinpinon tekeminen, sekä yhteyksien kahdennukseen käytetty teknologia, Etherchannel.</p> <p>Työssä läpikäydyistä pääkohdista Savonia-ammattikorkeakoulu saa idean, kuinka Varkauden tietoverkkoa voidaan parantaa. Työn avulla on helppo soveltaa muutoksia haluttuun suuntaan.</p>			
Avainsanat Kahdennus, tietoverkko, kytkinpino			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Information Technology			
Author(s) Tuomas Töyrylä			
Title of Thesis Updating Varkaus Campus Network			
Date	7 March 2018	Pages/Appendices	29
Supervisor(s) Mr. Pekka Vedenpää, Laboratory Engineer			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis was to update the Varkaus campus network of Savonia University of Applied Sciences. The purpose was to examine Varkaus campus network, find parts to update and to plan a solution. This thesis was commissioned by Savonia University of Applied Sciences.</p> <p>The thesis was started by examining the network of Varkaus campus. After examination, the focus was set on duplicating the connections and to form a switch stack. Configurations of these focus points were partly familiar from studies, but more study was needed to get the most gain.</p> <p>After figuring out the main focuses of network updates, studies started for required technologies. A test environment was built to try these technologies in practice. Test environment involved both, Etherchannel for duplicating connections and switch stack.</p> <p>With these main points, Savonia University of Applied Sciences will get an idea of how to update the Varkaus campus network. Updates are easy to adapt into desirable solution.</p>			
Keywords Duplication, network, switch stack			

ESIPUHE

Haluaisin kiittää Pekka Vedenpäästä opinnäytetyön ohjaamisesta ja kannustuksesta. Savonia-ammattikorkeakoululle kiitos mahdollisuudesta käyttää tiloja.

Kuopiossa 16.5.2018

Tuomas Töyrylä

SISÄLTÖ

LYHENTEET JA TERMIT	7
1 JOHDANTO	9
2 TIETOVERKKO	10
2.1 Laitteisto	10
2.1.1 Kytkin.....	10
2.1.2 Reitin	10
2.1.3 Langaton tukiasema	10
2.1.4 Palvelin	10
2.2 Tyypit	11
2.2.1 PAN.....	11
2.2.2 LAN.....	11
2.2.3 VLAN.....	11
2.2.4 MAN.....	11
2.2.5 WAN	11
3 ETHERCHANNEL.....	12
3.1 Spanning tree ja Etherchannel	13
3.2 Hyödyt.....	13
3.3 Vaatimukset	15
3.4 Etherchannelin tilat	15
3.4.1 Manual	16
3.4.2 Dynaaminen LACP	16
3.4.3 Dynaaminen PAgP.....	17
3.5 Konfigurointi.....	19
3.5.1 On	19
3.5.2 PAgP	20
3.5.3 LACP	20
3.5.4 Load balance	21
3.5.5 Konfigurointien varmistus	22
4 KYTKINPINO	23
4.1 Hyödyt.....	23
4.2 Pinon kasaus	24

4.3	Konfiguraatio.....	25
5	VARKAUDEN KAMPUKSEN TIETOVERKKO	26
6	YHTEENVETO.....	28
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	29

LYHENTEET JA TERMIT

LAN = Lähiverkko

VLAN = Virtuaalilähiverkko

WLAN = Langaton lähiverkko

PAgP (Port Aggregation Protocol) = Ciscon oma porttien verkotusprotokolla

LACP (Link Aggregation Control Protocol) = Yleinen porttien verkotusprotokolla

Ether-/portchannel, Link Aggregation = Porttien yhdistämiseen käytettävä teknologia

Cisco systems = Tietoliikenne- ja elektroniikkayritys

Hewlett-Packard = Tietoliikenne- ja elektroniikkayritys

Pullonkaula, bottleneck, hotspot = Verkon alue, joka estää verkon toimimisen optimaalisesti

Kaistanleveys, bandwidth = Nopeus, jolla dataa siirretään.

Full duplex = Datan lähetys ja vastaanottaminen tapahtuu samanaikaisesti

Half duplex = Datan lähetys ja vastaanottaminen tapahtuu yhteen suuntaan kerralla

Mbps (Megabit per second) = Megabittiä sekunnissa, datan siirron nopeus

Gbps (Gigabit per second) = Gigabittiä sekunnissa, datan siirron nopeus

Unicast = Täsmälähetys

Multicast = Ryhmälähetys

Broadcast = Yleislähetys

Load balancing = Kuorman jakaminen

Channel-group = Etherchannelilla yhdistettyjen linkkien ryhmä

Luuppi = Loputon datanvälitys-silmukka

Ip (Internet protocol) = Protokolla, jolla IP-tietoliikennepaketit toimitetaan

Mac-osoite (Media Access Control) = Yksilöity osoite verkkolaitteille

Trunk-portti = Siirtää ja vastaanottaa dataa monen VLAN:in kautta

Access portti = Siirtää ja vastaanottaa dataa yhden VLAN:in kautta

OSI-malli = Malli, jolla sovellukset kommunikoivat verkossa

Layer 2 = Siirtoyhteyshierarkia OSI-mallissa

Layer 3 = Verkkokerros OSI-mallissa

Linkki = Yhdistää kaksi laitetta toisiinsa, esimerkiksi kuparikaapeli

Homogeeninen pino = Yhdenmallisia kytkimiä pinossa

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö keskittyy Savonia-ammattikorkeakoulun Varkauden kampuksen tietoverkkoon. Tarkoituksena oli tutustua verkon rakenteeseen, laitteisiin sekä toimivuuteen. Tutustumisen jälkeen ideana oli selvittää mistä kohdin verkkoa voisi päivittää. Lopuksi tutkittiin, miten päivitykset siirretään käytäntöön.

Tässä työssä keskityin tietoverkon yhteyksien parantamiseen, kytkinpinon tekemiseen sekä yleiseen verkon rakenteen tutkimiseen. Yhteyksien parantamisessa paneuduin Etherchannel-nimiseen protokollaan.

Lähtökohdat työlle olivat hyvät, koska Varkauden verkko oli minulle tuttu jo entuudestaan, Savonian työharjoittelun vuoksi. Etherchannelin sekä kytkinpinon tekemiseen tarvitsin syvällisempää tutkimista. Nämäkään käsitteet eivät olleet aivan tuntemattomia, tietoverkko-opintojen vuoksi.

2 TIETOVERKKO

Tietoverkon ideana on, että laitteet pystyvät vaihtamaan tietoa ja kommunikoimaan keskenään, sekä muiden tietoverkkojen kanssa, esimerkiksi Internet.

2.1 Laitteisto

Tietoverkon selkäranka koostuu reitittimistä, kytkimistä sekä langattomista tukiasemista. Näiden laitteiden avulla tietoverkkoon saadaan yhdistettyä erilaisia päätelaitteita.

2.1.1 Kytkin

Kytkimellä yhdistetään eri laitteita tietoverkkoon, esimerkiksi tietokoneet, oheislaitteet sekä palvelimet. Kytkimiä voidaan yhdistää toisiinsa, jolloin verkko laajenee, eli enemmän päätelaitteita voidaan kytkeä verkkoon.

Kytkimillä voidaan myös jakaa verkkoa pienempiin osiin, esimerkiksi suuren rakennuksen eri kerroksiin. Tällöin verkkoa on helpompi hallita.

2.1.2 Reititin

Reititin toimii verkon rajalla, josta se muodostaa yhteyden muihin tietoverkkoihin ja internetiin. Reititin siis yhdistää eri tietoverkkoja yhteen. Esimerkiksi tietokoneet tietoyhteisössä pääsevät internetiin reitittimen kautta.

2.1.3 Langaton tukiasema

Tukiaseman avulla laitteita pystytään yhdistämään tietoverkkoon langattomasti. Tämä helpottaa verkkoon yhdistymistä valtavasti. Esimerkiksi kannettavalla tietokoneella tai puhelimella yhteys verkkoon pysyy vaikka liikkuisi eri tiloihin, erillistä johtoa ei tarvita.

2.1.4 Palvelin

Palvelimella tarkoitetaan tietokoneohjelmaa, joka tarjoaa erilaisia palveluja muille ohjelmille sekä käyttäjille. Palvelimet sijaitsevat yleensä palvelinsaleissa. Palvelimiin otetaan yhteys verkon yli, sen käyttö ei ole siis normaalin työaseman tapaan. Palvelimelle annetaan tietty tehtävä mitä se suorittaa. (Rouse 2017)

Erilaisia palvelinmalleja:

- Sovelluspalvelimella voi olla erilaisia sovelluksia, joita voi käyttää kaikki muut verkon työasemat.
- Sähköpostipalvelimella vastaanotetaan toimialueen sähköposteja ja lähetetään niitä eteenpäin.

- Tulostuspalvelimen kautta tulostettavat tiedostot lähetetään verkon eri tulostimille.
- Tiedostopalvelimelle toimialueen käyttäjät voivat lisätä tiedostoja, joihin samassa verkossa olevat käyttäjät pääsevät käsiksi.

2.2 Tyypit

Tietoverkot jaetaan koon mukaan.

2.2.1 PAN

PAN eli Personal Area Network tarkoittaa henkilökohtaista verkkoa. PAN-verkolla voidaan liittää henkilökohtaisia laitteita samaan verkkoon. PAN-verkkoa käytetään muun muassa lääketieteessä.

2.2.2 LAN

LAN eli Local Area Network tarkoittaa lähiverkkoa. Lähiverkkoa käytetään esimerkiksi yhden kerrostalon verkkona. Lähiverkko toimii pääasiassa ethernetin ja wi-fi:n avulla. Jälkimmäisestä käsitteestä käytetään nimeä WLAN eli Wireless Local Area Network, langaton lähiverkko. Langatonta lähiverkkoa käytetään päätelaitteiden helpon yhdistämisen tai paikkoihin, jonne on hankala tehdä kaapelointi. Lähiverkossa työasemat voidaan kytkeä verkkoon langallisesti tai langattomasti. Vaikka langaton yhteys on käytännössä joustavampi käyttäjän kannalta, suositaan langallista yhteyttä enemmän. Langallinen yhteys antaa nopeimman ja varmemman yhteyden, esimerkiksi palvelimet suositellaan kytkeä langallisesti verkkoon.

2.2.3 VLAN

VLAN eli Virtual Local Area Network tarkoittaa virtuaalilähiverkkoa. VLAN:in avulla verkon voi jakaa ilman suuria fyysisiä muutoksia verkossa. Esimerkiksi yritys voi jakaa verkkonsa työntekijöiden omaan verkkoon ja vieraiden omaan verkkoon. VLAN toimii hyvin, jos halutaan jakaa eri osastoja omaan verkkoon. Tätä on hyvä käyttää, jos verkon suojaus pitää olla erilainen eri osastojen välillä. Verkon hallittavuus paranee VLAN:ia käyttäen.

2.2.4 MAN

MAN eli Metropolitan Area Network tarkoittaa kaupunkiverkkoa. Kaupunkiverkko on isompi kuin lähiverkko. Usein kaupunkiverkko koostuu useasta lähiverkosta.

2.2.5 WAN

WAN eli Wide Area Network tarkoittaa laajaverkkoa. Laajaverkko yhdistää muut verkot yhdeksi isoksi verkoksi, esimerkiksi Internet.

3 ETHERCHANNEL

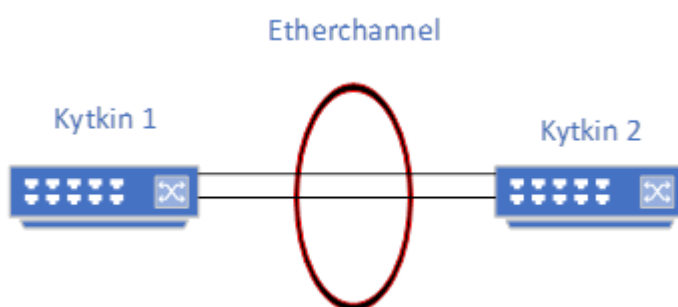
Eteenkin henkilöisesti nopeasti kasvavien yritysten tietoverkossa saattaa tulla tilanteita, jolloin tiettyjä verkon alueita käytetään enemmän. Esimerkiksi yhteys kytkinten välillä tai kytkimen ja palvelimen välillä ruuhkautuu. Ongelmat voi johtua niin laitteiden vanhanaikaisuudesta, kuin käytössä olevista yhteyksistä. Tällöin syntyy niin sanottu pullonkaula (bottleneck, hot spot).

Jos vika havaitaan olevan käytössä olevissa yhteyksissä, voidaan näiden yhteyksiä nopeuttaa, mutta vain tiettyyn pisteeseen asti. Etherchannelin avulla voidaan auttaa verkkoa mukautumaan yhteyksien ruuhkautumiseen, yhdistämällä yhteyksiä. (Technopedia Inc.)

Etherchannel tunnetaan myös nimillä Portchannel sekä Link aggregation, käytän tässä työssä nimitystä Etherchannel. Etherchannel on teknologia, jota käytetään porttien yhdistämiseen, jolloin saadaan muun muassa yhteyksien kahdennus, kuormituksen tasausta sekä enemmän kaistanleveyttä. Myös eri laitteita voidaan kytkeä yhteen Etherchannelin avulla, muun muassa reitittimiä. (Cisco Systems Inc; Froom ja Farhim 2015)

Etherchannel ei ole myöskään sidottu toimimaan pelkästään kahden samanmerkkisen laitteen välille, vaan sillä pystytään esimerkiksi kytkemään Ciscon sekä Hewlett-Packardin laitteet yhteen. Cisco Systems on kehittänyt oman Etherchannel toiminnon, joka toimii pelkästään Ciscon laitteissa. Tässä työssä paneudun Etherchannelin toimintaan Ciscon kytkimissä. (Cisco Systems Inc; Froom ja Farhim 2015)

Käytännössä fyysisesti nähdään kahden kytkimen välillä kaksi johtoa, mutta Etherchannelin avulla nämä johdot voidaan yhdistää yhdeksi loogiseksi yhteydeksi. Kuten Kuvassa 1 on havainnollistettu, Etherchannel kahden kytkimen välillä. Etherchannelilla pystytään yhdistämään jopa kahdeksan fyysistä yhteyttä yhdeksi loogiseksi yhteydeksi.



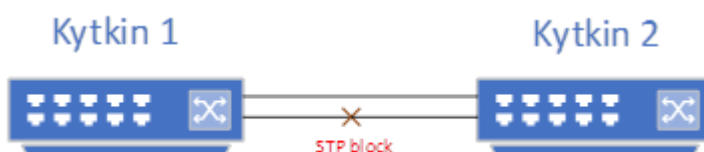
KUVA 1. Etherchannel kahden kytkimen välillä

3.1 Spanning tree ja Etherchannel

Ensimmäiset ajatukset Etherchannelista saattaa olla, miksi yhteydet pitää yhdistää, miksi ne ei voi olla vain erikseen? Tämän ymmärtämiseen tarvitaan tietoa Spanning tree protokollasta (STP). Lyhyesti Spanning tree-protokolla estää datanvälityssilmukoiden (luoppi) muodostumisen verkkoon. Kun kaksi kytkintä on yhdistetty toisiinsa yhdellä johdolla, luoppin mahdollisuutta ei ole. Kun kytkinten välille laitetaan varayhteys, eli toinen johto, luoppi saattaa syntyä.

Loopilla tarkoitetaan datan loputonta kiertoa laitteelta toiselle. Loputon kierto rasittaa verkkoa, joka johtaa koko tietoverkon halvaantumiseen.

Kuten kuvassa 2 havainnollistetaan, Spanning tree protokolla siis estää toisen yhteyden datanvälityksen, jolloin luoppin muodostuminen on mahdotonta. Jos pääyhteys menee poikki, silloin estetty yhteys menee päälle ja alkaa välittämään dataa. Tämä siis toimii osana yhteyksien kahdennuksessa. (Sequeira A. 2017.)



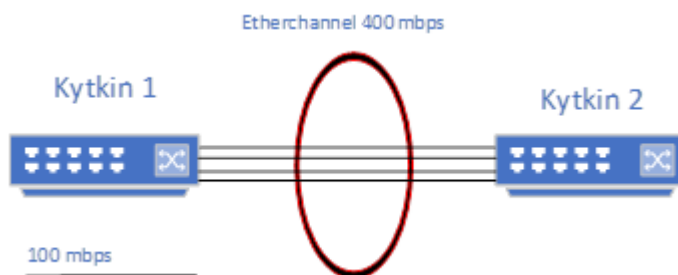
KUVA 2. Spanning-tree protokolla

Kun yhteydet yhdistetään yhdeksi Etherchannelin avulla, Spanning tree-protokolla ymmärtää koko yhteyksien nipun (channel-group) yhtenä yhteytenä. Tällöin saadaan usean yhteyden hyödyt, ilman varayhteyksien estämisä. (Cisco Networking Academy. 2017)

3.2 Hyödyt

Etherchannelia voidaan hyödyntää 100 mbps, 1 gbps tai 10 gbps nopeuksisissa yhteyksissä.

Kuten Kuvassa 3 havainnollistetaan, jos yksi yhteys kytkimien välillä omistaa nopeuden 100 mbps, voidaan yhteyksiä niputtaa esimerkiksi neljä (4) yhteen, jotta saadaan kaistanleveydeksi 400 mbps. Samalla tavalla toimii gbps yhteyksien niputus. Tämä antaa verkon ylläpitäjälle enemmän valintoja, millaisia yhteyksiä kannattaa laittaa verkon eri osiin.



KUVA 3. Etherchannel 400 mbps.

Data jatkaa liikkumistaan jokaisen fyysisen yhteyden välillä, joten tällä menetelmällä ei voida tuplata yhden yhteyden nopeutta. Sen sijaan Etherchannelin avulla otetaan Spannin tree protokollalla estetyt yhteydet käyttöön. Tällöin saadaan jokainen yhteys käyttöön. (Cisco systems, inc)

Etherchannel teknologia käyttää standardin IEEE 802.3 mekanismeja, muun muassa full duplex automaattisiin neuvotteluihin. (Cisco systems, inc)

Etherchannelia pystytään käyttämään missä tahansa osassa verkkoa. Esimerkiksi verkon Core-tasolla voidaan yhdistää enemmän yhteyksiä, jotta varmistetaan jatkuva datan lähetys ja vastaanotto. Distribution-tasolla voidaan yhdistää hieman vähemmän. Etherchannel-teknologiaa käytetään eniten verkon osissa, joissa tulee pullonkauloja. (Cisco systems, inc)

Etherchannel auttaa kuormituksen tasaukseen. Unicast, multicast ja broadcast liikenne jaetaan tasaisesti Etherchannelin channel-groupiin liitettyjen yhteyksien välillä. Tämän vuoksi saadaan parempi suorituskyky, sekä varayhteyksiä. Jos yksi linkki menee alas, esimerkiksi johdon katkeamisen takia, koko verkko ei kaadu, vaan yhteydet pysyvät muiden toimivien linkkien kautta. Etherchannel siirtää rikki menneen linkin liikenteen alle sekunnissa muille toimiville linkeille. Tätä siirtoa ei loppukäyttäjät huomaa, joten yhteys ei katkea loppukäyttäjillä siirron aikana.

Samalla tavalla toimii yhteyksien ruuhkautuminen. Saapuva ja lähtevä data jakautuu tasaisesti yhteyksien välille, jolloin dataa ei menetetä tai välitys hidastu, jos yksi yhteys ruuhkautuu liikaa. (Sequeira A. 2017; Cisco Networking Academy. 2017)

Konfigurointeja voidaan tehdä yksittäisten porttien sijasta suoraan Etherchannelilla liitettyjen yhteyksien channel-groupiin. Tämä helpottaa pitämään kaikki yhteydet identtisinä sekä samoja konfigurointeja ei tarvitse tehdä jokaiselle portille erikseen. On hyvä kuitenkin muistaa, että suoraan portille tehtävät muutokset eivät päde koko channel-groupin konfiguraatioihin. (Cisco Networking Academy. 2017)

Etherchannel ei vaadi päivitystä uudempiin laitteisiin tai yhteyksiin. Etherchannel luottaa nykyisiin portteihin. Tämä tekee yhteyksien parantamisesta sekä tietoverkon vakauttamisesta halvempaa. (Cisco Networking Academy. 2017)

Kuormituksen tasaukseen on monta eri tapaa. Tämä antaa käyttäjälle enemmän valintoja, jotka soveltuvat omalle verkolle parhaiten. (Cisco Networking Academy. 2017)

3.3 Vaatimukset

Etherchannel vaatii tietyt konfiguraatiot toimintaan.

- Kaikki yhteydet pitää konfiguroida samalle nopeudelle sekä duplex-mode:lle. Eri nopeuksien konfiguroinnissa ei olisi mitään järkeä, koska yhteydet niputetaan yhdeksi yhteydeksi. Tämän takia konfiguroinnit pitää olla identtiset.
- Kaikki portit channel-groupissa pitää olla päällä. Jos joku portti ei ole päällä, sitä on turha lisätä channel-groupiin.
- Kaikki yhteydet Etherchannelissa pitää olla samassa virtuaalilähiverkossa tai portti pitää konfiguroida trunk-portiksi.
- Yhteydet voivat olla joko kupariyhteyksiä tai kuituyhteyksiä.
- Yhteyksiä pitää olla vähintään kaksi, jotta Etherchannel voidaan muodostaa.
- Etherchannelissa pitää käyttää tiettyjä verkotusasetuksia. Eri asetuksiin paneudutaan seuraavassa kappaleessa.
- Laitteiden pitää olla joko Layer 2 tai Layer 3.

3.4 Etherchannelin tilat

Etherchannel voidaan konfiguroida kolmeen eri tilaan:

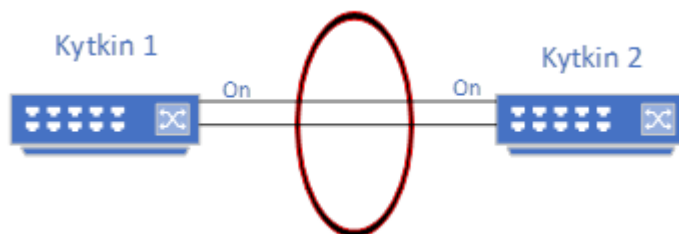
- Manuaalisesti
- Dynaamisesti eli LACP
- Dynaamisesti eli PAgP

Etherchannelin yhteys laitteiden välille muodostetaan, kun toinen kytkin aloittaa neuvottelun ja toinen vastaa siihen. Poikkeuksena *manual*-tila.

3.4.1 Manual

Käsin konfiguroidussa Etherchannelissa ei tapahdu keskustelua, portteihin on konfiguroitu Etherchannel päälle. *Manual*-tilassa portit eivät keskustele. Tämä tila on vähemmän käytetty sen turvallisuuden vuoksi. Esimerkkinä voidaan käyttää tilannetta, jolloin varayhteys kytketään vahingossa *access*-porttiin, tällöin verkkoon syntyy luuppi. Toisin kuin konfiguraatioissa, joissa keskustelu tapahtuu automaattisesti. Keskustelu huomaisi, että yhteys on kytketty väärään porttiin ja tällöin yhteyttä ei muodostettaisi.

Manual-tilassa pystytään konfiguroimaan maksimissaan 8 porttia yhteen channel-groupiin. Kuten kuvassa 4 on havainnollistettu, Etherchannel toimii vain, jos yhteyden molempien päiden kytkimien portit on asetettu on-tilaan. (Empson S. 2016; Sequeira A. 2017.)

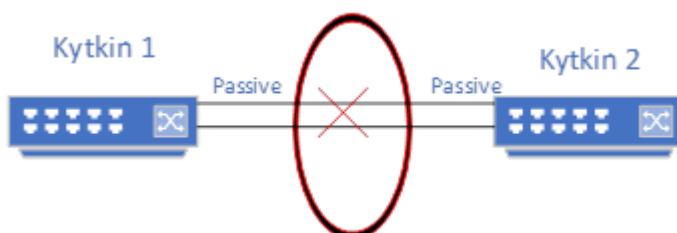


KUVA 4. Manual on - on

3.4.2 Dynaaminen LACP

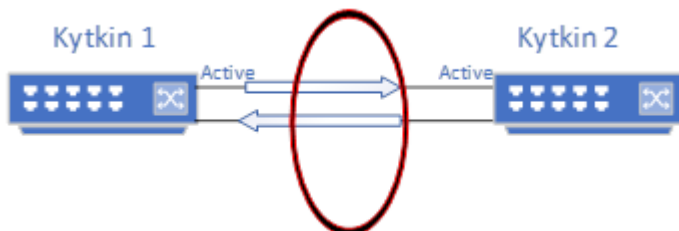
Dynaamisella tilalla tarkoitetaan automaattista konfiguraatiota. Tässä tapauksessa se toimii LACP:n (Link Aggregation Control Protocol) avulla. LACP antaa mahdollisuuden konfiguroida Etherchannelin kahden erimerkkisen kytkimen välille, esimerkiksi Hewlett Packard – Cisco. LACP toimii myös, jos molemmat laitteet ovat saman merkkinä. Portteja voi konfiguroida 16 kappaletta, joista 8 on aktiivisessa tilassa sekä 8 valmiustilassa. Jos jokin aktiivisista porteista vikaantuu, yksi valmiustilassa olevista porteista alkaa toimimaan. Valmiustila toimii vain LACP:n kanssa. LACP voidaan konfiguroida joko *Passive*- tai *Active*-tilaan. (Empson S. 2016; Sequeira A. 2017)

Passive-tilassa portti kuuntelee, eli pelkästään vastaanottaa neuvotteluyrityksiä. *Passive*-tila ei siis lähetä neuvotteluyrityksiä. Kuten kuvassa 5 on havainnollistettu, jos molemmat portit on konfiguroitu *passive*-tilaan, neuvottelua ei tapahdu. Tämä tarkoittaa sitä, että Etherchannel ei toimi, eli yhteyttä ei voitu muodostaa. (Empson S. 2016; Sequeira A. 2017)



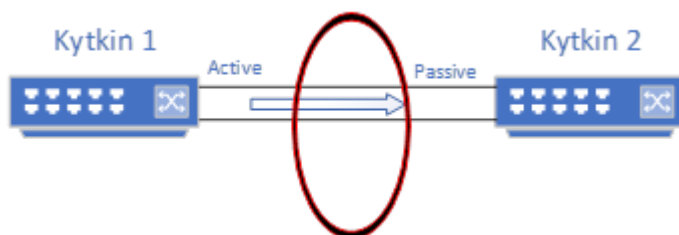
KUVA 5. LACP Passive - Passive

Active-tilassa portti pystyy vastaanottamaan sekä lähettämään neuvottelupyynnöitä. Kuvassa 6 on havainnollistettu tilannetta, kun portit on molemmista yhteyden päistä konfiguroitu *Active*-tilaan. Tällöin molemmat puolet lähettävät ja vastaanottavat neuvottelupyynnöitä. Etherchannel toimii, eli yhteys on muodostettu. (Empson S. 2016; Sequeira A. 2017)



KUVA 6. LACP Active – Active

Etherchannelin voi konfiguroida myös kuvan 7 osoittamalla tavalla. Kytkimen 1 portit on konfiguroitu *Active*-tilaan ja Kytkimen 2 portit *Passive*-tilaan. Tällöin Kytkimen 1 portit lähettävät neuvottelupyynnöitä Kytkimelle numero 2. Koska Kytkimen 2 portit on konfiguroitu *Passive*-tilaan, se pystyy vastaanottamaan neuvottelupyynnön. Etherchannel toimii, eli yhteys on muodostettu. (Empson S. 2016; Sequeira A. 2017; Cisco systems, inc)

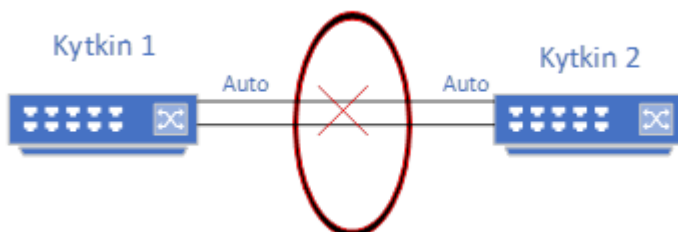


KUVA 7. LACP aktiivinen – passiivinen

3.4.3 Dynaaminen PAgP

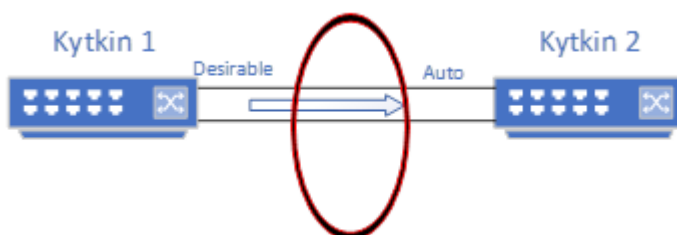
PAgP (Port Aggregation Protocol) toimii pelkästään Ciscon sekä niiden laitteiden välillä, joihin on lisensioitu PAgP tuki. Nyrkkisääntönä voidaan käyttää sellaista järjestystä, että LACP käytetään, kun laitteet eivät ole saman merkisiä. PAgP käytetään, kun on pelkästään Ciscon laitteita. PAgP on nykyään harvinaisempi kuin LACP, käytettävyyden vuoksi. PAgP voidaan konfiguroida *Auto*- tai *Desirable*-tilaan. (Empson S. 2016; Sequeira A. 2017; Cisco systems, inc)

Tilassa *Auto* tapahtuu passiivista neuvottelua, eli samalla tavalla kuin LACP:n *Passive*. Molemmat puolet pystyvät vain vastaanottamaan neuvotteluyrityksiä, ei lähettämään niitä. Etherchannel ei toimi, eli yhteyttä ei voida muodostaa. (Empson S. 2016; Sequeira A. 2017; CISCO SYSTEMS INC)



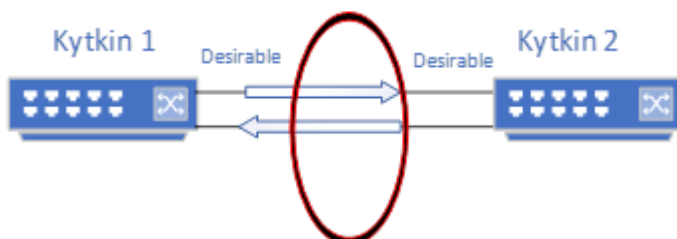
KUVA 8. PAgP Auto – Auto

Kun Kytkimen 1 porttien tila on *Desirable*, portit aktiivisesti neuvottelee. Kytkimen 2 porttien tila on *Auto*, joten se pystyy vastaanottamaan neuvotteluita. Etherchannel toimii, eli yhteys voidaan muodostaa. (Empson S. 2016; Sequeira A. 2017; CISCO SYSTEMS INC)



KUVA 9. PAgP Desirable – Auto

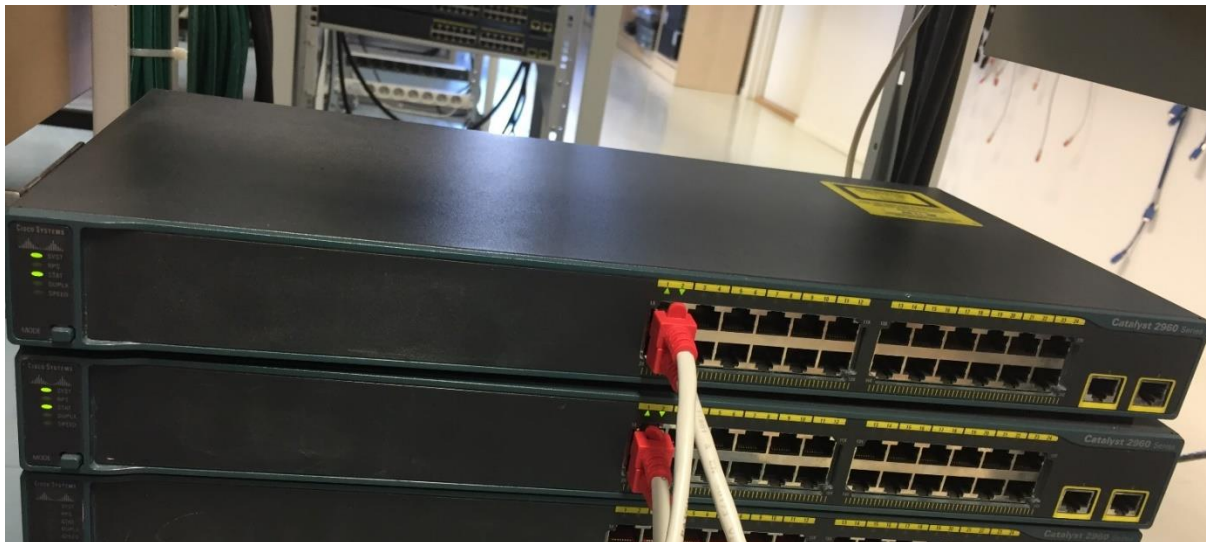
Kun molempien kytkimien portit on konfiguroitu *Desirable*-tilaan, molemmat aktiivisesti lähettävät ja vastaanottavat neuvotteluyrityksiä. Etherchannel toimii, eli yhteys voidaan muodostaa. (Empson S. 2016; Sequeira A. 2017; CISCO SYSTEMS INC)



KUVA 10. PAgP Desirable – Desirable

3.5 Konfigurointi

Etherchannelin konfigurointiin tarvitaan vähintään kaksi yhteyttä. Kuvassa 11 on esimerkki, jossa kahden kytkimen välillä on kaksi yhteyttä. Testauksessa käytettiin Ciscon 2960-mallin kytkimiä, koska tällöin pystyttiin kokeilemaan kaikkia Etherchannelin eri tiloja.



KUVA 11. Etherchannel testiympäristö

Konfiguroinneissa valitaan portit mihin Etherchannel halutaan. Sitten valitaan mihin Etherchannelin channel-groupiin halutaan liittyä, sekä mitä Etherchannelin tilaa halutaan käyttää. Tärkeää konfiguroinneissa on muistaa, että molempien laitteiden yhdistetyt portit pitää olla samalla lailla konfiguroitu. Edellisessä kappaleessa kerrottiin, miten eri Etherchannelin tilat vaikuttavat toisiinsa. Testiympäristössä käytettiin molemmissa kytkimissä fastethernet 1 ja fastethernet 2 portteja.

3.5.1 On

Tilan "on" konfigurointi.

```
Kytkin# configure terminal  
Kytkin(config)# interface range fastethernet0/1-2  
Kytkin(config)# channel-group 1 mode on  
Kytkin(config)# end
```

3.5.2 PAgP

Tilan "PAgP" konfigurointi.

Desirable:

```
Kytkin# configure terminal  
Kytkin(config)# interface range fastethernet0/1-2  
Kytkin(config)# channel-group 1 mode desirable  
Kytkin(config)# end
```

Auto:

```
Kytkin# configure terminal  
Kytkin(config)# interface range fastethernet0/1-2  
Kytkin(config)# channel-group 1 mode auto  
Kytkin(config)# end
```

3.5.3 LACP

Tilan "LACP" konfigurointi.

Passive:

```
Kytkin# configure terminal  
Kytkin(config)# interface range fastethernet0/1-2  
Kytkin(config)# channel-group 1 mode passive  
Kytkin(config)# end
```

Active:

```
Kytkin# configure terminal  
Kytkin(config)# interface range fastethernet0/1-2  
Kytkin(config)# channel-group 1 mode active  
Kytkin(config)# end
```

3.5.4 Load balance

Tietoverkon kuormituksen tasaukseen Etherchannelissa käytetään monia eri tapoja. Monipuolisuus antaa käyttäjälle mahdollisuuden muokata kuormituksen tasauksen omalle verkolle sopivaksi.

Taulukossa 1 näytetään eri mahdollisuuksia käyttää kuormituksen tasausta.

TAULUKKO 1 Load balance (Hucaby D. 2014)

Method Value	Hash Input	Hash Operation	Switch Model
src-ip	Source IP address	Bits	All models
dst-ip	Destination IP address	Bits	All models
src-dst-ip	Source and destination IP address	XOR	All models
src-mac	Source MAC address	Bits	All models
dst-mac	Destination MAC address	Bits	All models
src-dst-mac	Source and destination MAC	XOR	All models
src-port	Source port number	Bits	4500, 6500
dst-port	Destination port number	Bits	4500, 6500
src-dst-port	Source and destination port	XOR	4500, 6500

Konfiguroinnissa pitää muistaa käyttää molemmissa laitteissa samaa protokollaa.

```
Kytkin# configure terminal
Kytkin(config)# port-channel load-balance protokolla
Kytkin(config)# end
```

Esimerkki konfiguraatiosta:

```
Kytkin# configure terminal
Kytkin(config)# port-channel load-balance src-mac
Kytkin(config)# end
```

Käytännössä kuorman tasauksen konfiguraatiot määrittävät minkä perusteella data siirtyy mihinkin yhteyteen. Esimerkiksi src-ip:n määrittämisellä data siirtyy haluttuun paikkaan lähteen ip-osoitteen perusteella.

3.5.5 Konfigurointien varmistus

Vanhojen konfiguraatioiden muokkausten sekä uusien tekemisen jälkeen on hyvä varmistaa, että komennot menivät perille sekä toimivat oikein. Konfiguraatioiden tarkasteluun käytetään *show*-komentoja.

Kuormituksen jakamiseen käytetty protokolla on tärkeä varmistaa oikeaksi. Väärällä konfiguraatiolla Etherchannelin hyödyt saadaan helposti minimoitua.

Alla olevilla komennoilla voidaan muun muassa varmistaa Etherchannelin porttien tiedot, kaistanleveyden nopeus sekä mitä protokollaa Etherchannel käyttää.

Kytkin# show etherchannel detail

Kytkin# show interface port-channel ryhmän numero

Kytkin# show etherchannel load-balance

Kytkin# show etherchannel protocol

4 KYTKINPINO

Kytkimet toimivat usein yksin, mutta joitain kytkimiä voidaan pinota. Pinoamisella tarkoitetaan, kun yhdistetään jopa kahdeksan kytkintä toimimaan yhtenä isona kytkimenä. Tällöin nämä kytkimet näyttävät yhden kytkimen tuntomerkkejä, mutta portteja on kytkimien yhteenlaskettu porttimäärä. Pino vaatii usein samanlaisia kytkimiä, tätä kutsutaan Homogeeniseksi pinoksi. Pino voidaan rakentaa myös kahdesta eri mallisesta kytkimestä, muun muassa Catalyst 2960-X sekä Catalyst 2960-S sopivat yhteen pinoon. Jos pinossa on eri mallisia kytkimiä, voidaan pinota vain 4 kytkintä. (Cisco systems, inc. 2018)

Pinossa on kahden mallisia kytkimiä: master ja member.

Pinossa on yksi master-kytkin, jolla hallitaan koko pinoa. Master-kytkimelle on tallennettuna pinon konfiguraatiot.

Pinon loput kytkimet ovat member-kytkimiä, jotka toimivat master-kytkimen sääntöjen mukaan. Member-kytkimet ovat pinossa tuomaan lisää portteja sekä toimimaan varakytkimenä master-kytkimelle. Member-kytkimillä on varmuuskopiot master-kytkimen konfiguraatioista.

4.1 Hyödyt

- Yksi ip-osoite kytkimien hallintaan etänä. Tällöin kaikkia kytkimiä voidaan hallita yhdellä osoitteella Etäyhteydellä muutoksia tehdessä, jokaiseen kytkimeen ei tarvitse erikseen yhdistyä.
- Verkon kasvaessa uusia kytkimiä ei tarvitse erikseen konfiguroida. Uusien kytkimien kytkeminen tai vanhan kytkimen poisto on helppoa.
- Uusien kytkimien liittäminen pinoon ei aiheuta katkoja verkossa. Kytkimiä voidaan liittää pinoon samalla kun pinon muut kytkimet ovat päällä.
- Verkon rakenne selkeytyy sekä verkon dokumentointi helpottuu.
- Konfiguraatiot, kuten Spanning tree protokolla yksinkertaistuu tai sen voi jättää pois kokonaan.
- Kytkinpinolla saadaan vakautta tietoverkkoon. Tämän avulla saavutetaan sekä laitteiden että yhteyksien kahdennus.
- Kytkinpino antaa joustavuutta tietoverkon rakenteeseen. Monta kytkinpinoa voidaan rakentaa tietoverkon eri kohtiin. (Johnson A. 2017)

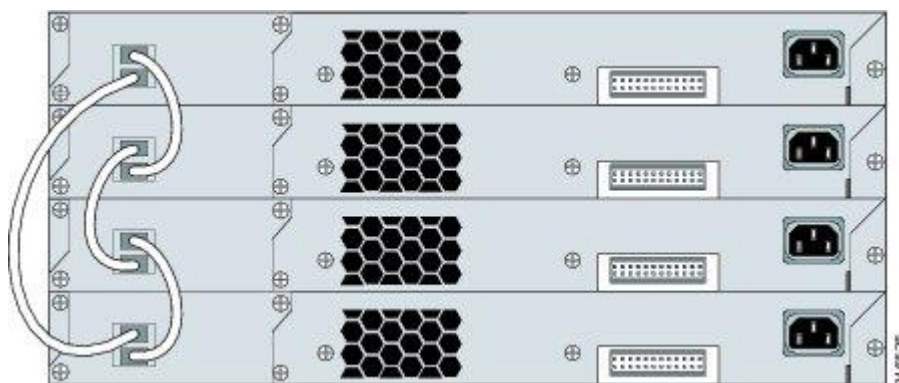
4.2 Pinon kasaus

Pinon kasaamiseen käytetään CAB-STK-E Cisco Stackwise Stacking johtoa. Kytkimiin pitää asentaa stack-moduuli, johon pinoon käytettävät johdot voidaan kytkeä kiinni.



KUVA 12 Pinon johto sekä moduuli (Cablesandkits)

Kuten kuvassa 13 nähdään, pinon kytkimet kytketään toisiinsa tietyllä periaatteella. Näin saadaan kahdennus laitteisiin. Kytkimet kytketään toisiinsa samalla periaatteella, oli pinossa kuinka monta kytkintä tahansa. (CISCO SYSTEMS. 2018)



KUVA 13. Pinon johdotus (CISCO SYSTEMS. 2018)

4.3 Konfiguraatio

Jokaiselle pinon kytkimelle annetaan numeerinen arvo, jolla tunnistetaan kytkimet toisistaan. Arvo voi olla väliltä 1-8. Vaikka pinossa olisi vain 3 kytkintä, voidaan kytkimen arvoksi laittaa esimerkiksi 8. Usein pinon kytkimet laitetaan numerojärjestykseen ylhäältä alas, näin kytkimiä on helppo tarkastella sekä kaikki pysyvät järjestyksessä. Kytkimen arvon vaihtaminen onnistuu alla olevalla komennolla.

```
Kytkin# configure terminal
```

```
Kytkin(config)# switch pinon kytkimen numero renumber prioriteetin numero
```

```
Kytkin(config)# end
```

Pinon master-kytkin voidaan valita pinon jäsenten prioriteetin mukaan. Prioriteetit voivat olla väliltä 1-15. Kytkin, jolla on korkein prioriteetti, eli 15 valitaan pinon Master-kytkimeksi. Jos master-kytkin menee rikki tai se poistetaan pinosta, siirtyy prioriteetti-arvoltaan toiseksi suurin kytkin pinon master-kytkimeksi. Kytkimen prioriteetti asetetaan alla olevalla komennolla.

```
Kytkin# configure terminal
```

```
Kytkin(config)# switch pinon kytkimen numero priority prioriteetin numero
```

```
Kytkin(config)# end
```

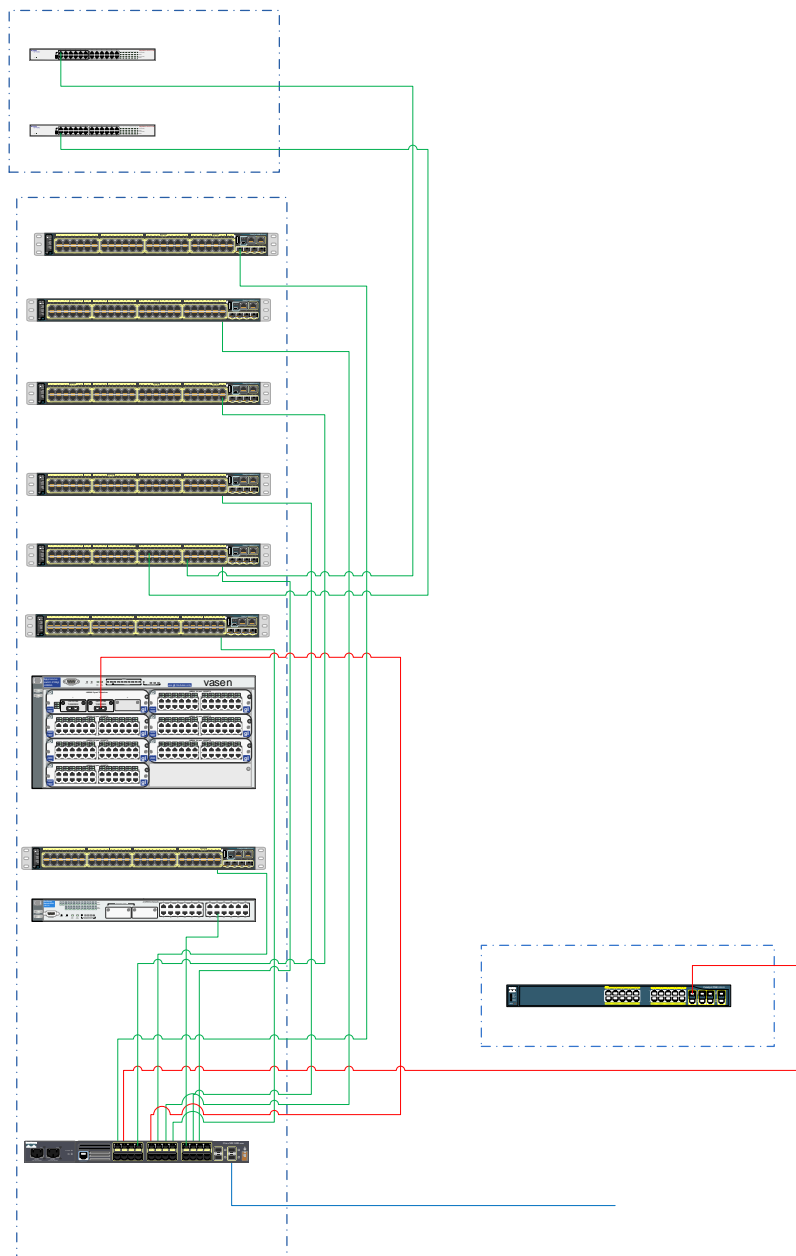
Kuten aikaisemmin Etherchannelin kanssa, on hyvä myös pinon konfiguraatiot tarkistaa. Näin varmistetaan, että pino toimii kuten halutaan. Alla olevilla komennoilla nähdään muun muassa perustietoja kytkimestä, varmistetaan pinon nopeus sekä mitä protokollaa käytetään.

```
Kytkin# show switch stack-ring speed
```

```
Kytkin# show switch detail
```

5 VARKAUDEN KAMPUKSEN TIETOVERKKO

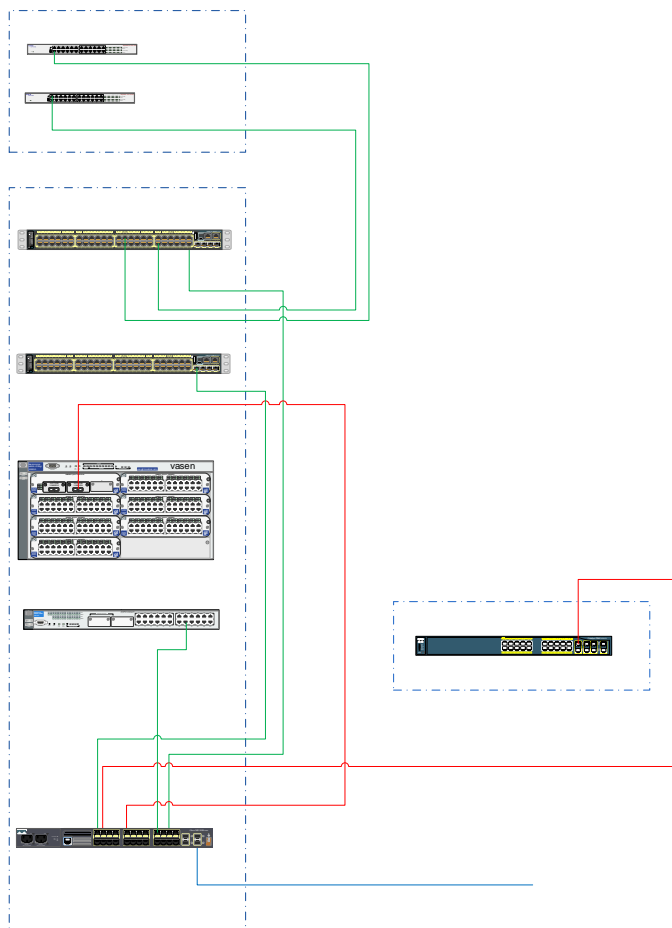
Varkauden tietoverkon pohjapiirroksen nähtyäni havaitsin turhan monimutkaisen rakenteen, kuten kuvassa 14 näkyy. Varkauden verkossa käytetään access-tasolla Cisco 2960S kytkimiä, jotka alkavat olemaan melko vanhoja, joten niiden uusiminen hieman uudempaan 2960X- malliin olisi ajankohtaista. Tämän takia tein toisen testiympäristön Ciscon 2960X-mallilla.



KUVA 14. Nykyinen Varkauden kampuksen tietoverkko

Yhteyksiä ei ole kahdennettu laitteiden välillä, joten paneuduin työssä tähän enemmän. Kuparikaa-pelit, jotka ovat merkitty kuvaan vihreällä voitaisiin kahdentaa. Myös punaisien kuituyhteyksien kahdennus varmentaisi verkon jatkuvaa toimintaa. Tällöin tulisi varayhteys jokaiseen kytkimeen.

Kytкимиä oli yhteensä seitsemän kappaletta irrallaan, joten niistä voisi tehdä kaksi kytkinpinoa. Nämä kaikki seitsemän kytkintä voitaisiin laittaa samaan pinoon, mutta niin monen kytkimen pinoaminen aiheuttaa ongelmia jo tilojen kanssa, että tämä ei olisi järkevää. Päätin siis tehdä näistä kolmen sekä neljän kytkimen pinot. Pienempiin pinoihin on hyvä jatkossa lisätä kytkimiä.



KUVA 15. Uudistettu Varkauden kampuksen tietoverkko

Yllä olevassa kuvassa 15 näkyy Varkauden kampuksen tietoverkko muutosten jälkeen. Yhteydet ovat kahdennettu, mutta ne näkyvät yhtenä kaapelina Etherchannelin niputuksen vuoksi. Kaksi kytkinpinoa on tehty. Tietoverkko selkeytyi heti paljon.

6 YHTEENVETO

Työn tarkoitus oli tutustua Savonia-ammattikorkeakoulun Varkauden kampuksen tietoverkkoon, sekä suunnitella siihen päivitystä. Päivityksissä keskityin yhteyksien kahdennukseen käytettävään protokollaan Ethetchannel, sekä kytkimien pinoamiseen.

Työn aikana mieleeni palautui tietoverkkokurssien kytkimien konfigurointi, mutta opin samalla myös paljon uutta. Suurimpana asiana Etherchannel, sekä kytkimien pinoaminen. Etherchannelista löytyi paljon tietoa, jonka syventämiseen suurin osa opinnäytetyön ajasta menikin. Hyvän perehtymisen ansiosta protokollien testaukset onnistuivat todella hyvin ja nopeasti.

Kun työhön pääsi alkuun niin se alkoi olla mielenkiintoisempaa hetki hetkeltä. Työstä olisi saanut isommankin, jos olisi halunnut koko verkon päivittää. Rajaus kuitenkin onnistui mielestäni hyvin, riittävästi oli tekemistä, mutta ei kuitenkaan liikaa.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

ROUSE, M. 2018. Server. [Viitattu 2018-03-02] Saatavissa: <http://whatis.techtarget.com/definition/server>

FROOM, R. FRAHIM, E. 2015. Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH) Foundation Learning Guide: Campus Network Architecture. [Verkkosivu]. [Viitattu 2018-04-02]. Saatavissa: <http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=2348266&seqNum=3>

TECHNOPEDIA INC. Network Bottleneck. [Verkkosivu]. [Viitattu 2018-04-02]. Saatavissa: <https://www.techopedia.com/definition/24819/network-bottleneck>

CISCO SYSTEMS, INC. Cisco EtherChannel Technology. [Verkkosivu]. [Viitattu 2018-04-02]. Saatavissa: https://www.cisco.com/en/US/tech/tk389/tk213/technologies_white_paper09186a0080092944.shtml

EMPSON, S. 2016. CCNA Routing and Switching Portable Command Guide. Cisco Press.

SEQUEIRA, A. 2017. CCNA Routing and Switching 200-125 Exam Cram, Fifth Edition. Pearson IT Certification.

CISCO NETWORKING ACADEMY. 2017. Scaling Networks v6 Companion Guide. Cisco Press.

HUCABY, D. 2014. CCNP Routing and Switching SWITCH 300-115 Official Cert Guide, Video Enhanced Edition. Cisco Press.

CISCO SYSTEMS, INC. 2018. Catalyst 2960-X Switch Stack Manager Configuration Guide, Cisco IOS Release 15.0(2)EX. [Verkkosivu]. [Viitattu 2018-05-17]. Saatavissa: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst2960x/software/15-0_2_EX/stack_manager/configuration_guide/b_stck_152ex_2960-x_cg/b_stck_152ex_2960-x_cg_chapter_010.html

JOHNSON, A. 2017. 31 Days Before Your CCNA Routing & Switching Exam: A Day-By-Day Review Guide for the ICND1/CCENT (100-105), ICND2 (200-105), and CCNA (200-125) Certification Exams. Cisco Press.

CISCO SYSTEMS. 2018. Catalyst 2960-X and 2960-XR Switch Hardware Installation Guide. [Verkkosivu]. [Viitattu 2018-05-17]. Saatavissa: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst2960xr/hardware/installation/guide/b_c2960xr_hig/b_c2960xr_hig_chapter_010.html

CABLES AND KITS. [Verkkosivu]. [Viitattu 2018-05-17]. Saatavissa: <https://media.cablesandkits.com/p/CAB-STK-E-0.5M-NIBd.JPG>; <https://media.cablesandkits.com/p/C2960XSTACK-Ra.jpg>