



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

IISALMEN KAMPUKSEN TIETOVERKON UUDISTAMINEN

TEKIJÄ/T: Tommi Haapakoski

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Tommi Haapakoski	
Työn nimi Iisalmen kampuksen tietoverkon uudistaminen	
Päiväys	11.12.2017
Sivumäärä/Liitteet	26/-
Ohjaaja(t) Laboratorioinsinööri Pekka Vedenpää	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tarkoitus oli tutkia Iisalmen kampuksen tietoverkkoa, suunnitella muutosehdotuksia laitteisiin ja yhteyksiin, sekä rakentaa kytkinpino. Työn toimeksiantaja oli Savonia-ammattikorkeakoulu.</p> <p>Savonian Iisalmen kampuksen tietoverkkoon ei ole tehty suurempia muutoksia moneen vuoteen. Microkadun kampuksen tietoverkko päivitettiin muutama vuosi sitten, Opistotien kampuksen viime kesänä ja Varkauden kampuksenkin tietoverkko uudistetaan lähiaikoina, joten Iisalmen kampuksen tietoverkon uudistaminenkin oli jo ajankohtaista.</p> <p>Työ aloitettiin tutkimalla Iisalmen tietoverkkoa sekä sen osia. Sen jälkeen tutustuttiin Savonian muiden kampuksien tietoverkkoihin, jolla saatiin hyvä yleiskuva Savonian tietoverkkojen suunnitteluperiaatteista. Kun tietoverkon kaikki osat oli käyty läpi, oli hyvä aika suunnitella laitteiden uusimista ja yhteyksien korvaamista nopeammilla. Sen jälkeen perehdyttiin kytkinpinoon tekemiseen syvällisesti, jonka jälkeen se rakennettiin ja testattiin. Samalla tehtiin ns. pienet ohjeet pinoon rakentamisesta sekä tärkeimmistä konfiguroinneista.</p> <p>Työn ehdotuksilla verkon laitteiden ja yhteyksien uudistamisesta Savonian tietohallinnon on helppo tehdä tarvittavat muutokset Iisalmen tietoverkkoon. Lisäksi verkon ylläpito ja laajentaminen helpottuu pinoon ansiosta.</p>	
Avainsanat tietoverkko, Cisco, pinoaminen, kytkimet	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Information Technology			
Author(s) Tommi Haapakoski			
Title of Thesis Reformation of Iisalmi campus network			
Date	11.12.2017	Pages/Appendices	26/-
Supervisor(s) Mr. Pekka Vedenpää, Laboratory Engineer			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to examine the network of Iisalmi campus, plan some changes for the network devices and connections, and lastly build a switch stack. This thesis was commissioned by Savonia University of Applied Sciences.</p> <p>There have been no major changes in the Iisalmi Campus Network for the past couple of years. Mikrokatu campus in Kuopio got an upgrade to their network a couple of years ago, and earlier this year the Opistotie campus network was renewed. The campus in Varkaus is also about to be renewed, so it was only logical to do some changes in Iisalmi campus network, too.</p> <p>The work on this thesis was started by investigating the whole network. After most parts of the network had been looked through, it was time to plan what devices to upgrade and which connections should be replaced with faster ones. After that switch stacking was studied thoroughly, and the switch stack was built and tested.</p> <p>With the recommendations in the thesis about the device upgrades and datalink changes in the Iisalmi Campus Network, it will be easy for Savonia's IT administration to implement the suggested changes in the network.</p>			
Keywords network, Cisco, stacking, switches			

ESIPUHE

Tahdon kiittää opinnäytetyöni sekä harjoitteluni ohjaajaa Pekka Vedenpäättä ohjauksesta ja kannustuksesta.

Kuopiossa 11.12.2017

Tommi Haapakoski

SISÄLTÖ

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT	7
1. JOHDANTO	9
2. TIETOVERKOISTA YLEISESTI	10
2.1. Topologiat	10
2.1.1. Rengastopologia	10
2.1.2. Väylätologia	11
2.1.3. Tähtitologia.....	11
2.2. Hierarkinen suunnitelumalli	12
2.3. Collapsed Core.....	13
3. IISALMEN TIETOVERKKO	14
4. AKTIIVILAITTEET	16
4.1. 2960-S & 2960-X	16
4.2. 3560G & 3560-X	16
5. KYTKINPINO	18
5.1. FlexStack ja FlexStack-Plus	18
5.2. Pinoaminen ja konfigurointi	19
5.3. Uuden jäsenen lisääminen ja poistaminen	21
6. ONGELMAT	23
7. TIETOVERKON ONGELMIA JA MUUTOKSIA	24
7.1. Kirjasto	24
8. YHTEENVETO.....	25
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	26

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

Cat6 = Parikaapelin luokka. Numero ilmaisee mihin kategoriaan kaapeli kuuluu, kertoen samalla sen suorituskyvyn.

Cisco = Cisco Systems. Yhdysvaltalainen tietoliikenne- ja elektroniikkateollisuusyrittäjä.

Ethernet = Pakettipohjainen verkkoliikennestandardi.

ISO = International Standards Organization. Tuottaa ja julkaisee kansainvälisiä standardeja.

Konfigurointi = Laitteen hallinta ja asetusten määrittäminen esimerkiksi komentoja kirjoittamalla.

Kytkin = Tietoverkkolaite. Kytkimillä yhdistetään päätelaitteet paikallisverkkoon ja jaetaan verkkoa eri osiin VLANeilla.

LAN = Local Area Network, eli paikallisverkko.

LC = Little Connector. Valokuituyhteyksissä käytetty liitintyyppi.

Master = Pääkytkimen johtajana toimiva pääkytkin. Master-kytkimen kautta hallitaan koko kytkinpinoa.

MM = Multi Mode, eli monimuotovalokuitu.

OSI-malli = Tietoliikennejärjestelmien suunnittelumalli. Koostuu seitsemästä kerroksesta, jossa ylempi kerros käyttää alempia kerroksia hyväkseen.

PoE = Power over Ethernet. Lähiverkkoon yhdistetty laite saa datan sekä virran samasta kierretystä parikaapelista.

PuTTY = SSH- ja telnet-ohjelmisto.

QoS = Quality of Service.

Redundantisuus = Varmistetaan järjestelmän toiminta kahdentamalla yhteyksiä ja laitteita.

Reititin = Laite joka yhdistää eri tietoverkkoja toisiinsa.

SC = Small Connector. Valokuituyhteyksissä käytetty liitintyyppi, vanhempi kuin LC.

SM = Single Mode, eli yksimuotovalokuitu.

Stack = Kytkepino. Kahdesta kahdeksaan kytkintä on liitetty toisiinsa toimimaan yhtenä kytkimenä. Yksi kytkin toimii Master-kytkimenä, loput member-kytkiminä (jäseninä).

STP = Spanning Tree Protocol. Protokolla joka estää silmukoiden eli ns. luuppien syntymisen verkossa estämällä luuppeja aiheuttavia portteja.

Topologia = Tietoverkon fyysinen tai looginen suunnitelma.

WAN = Wide Area Network, eli laaja tietoverkko.

VLAN = Virtual Local Area Network. Virtuaalinen paikallisverkko. Vlaneilla järjestetään lähiverkko loogisiin ryhmiin/alueisiin.

1. JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan Savonia-ammattikorkeakoulun Iisalmen kampuksen tietoverkon uudistamista. Muiden Savonian kampuksien tietoverkot uudistettiin hiljattain, joten oli vain loogista ottaa myös katselma Iisalmen kampuksen tietoverkkoon ja miettiä muutosehdotuksia sitä varten.

Opinnäytetyössä käydään läpi tietoverkon rakenteita ja suosituimpia topologioita. Sen jälkeen käydään läpi kampuksen tietoverkon rakennetta, ja mietitään siihen sopivia muutoksia. Tähän sisältyy muun muassa tietoverkon laitteiden päivitysehdotuksia ja verkkoyhteyksien muutoksia. Kolmantena katsotaan tarkemmin tietoverkossa toimivia aktiivilaitteita. Aktiivilaitteiden tutkimus jätetään vain Ciscon kytkimiin, joita kampuksen tietoverkkolaitteista on noin 80%. Sen jälkeen käydään läpi mikä kytkinpino on, miten sellainen rakennettiin ja mitä yleisimpiä konfigurointeja tarvitsee pinon rakennusvaiheessa.

Opinnäytetyön tavoitteena on korvata Iisalmen kampuksen kytkimiä työssä rakennetulla pinolla, ja tuottaa Savonia-AMK:n tietohallinnolle kokoelma suositeltuja muutoksia kampuksen tietoverkkoon.

2. TIETOVERKOISTA YLEISESTI

Tietoverkko on yksinkertaistaen kokoelma eri laitteita (tietokoneita, kytkimiä, tulostimia jne.) jotka ovat yhdistetty toisiinsa johdoilla, kuiduilla ja langattomilla yhteyksillä. Nämä yhteydet mahdollistavat laitteiden keskenäisen keskustelun ja tiedonvaihdon. Yksi tapa jakaa tietoverkot eri ryhmiin on jakaa ne sen mukaan kuinka ison alueen ne kattavat. Esimerkiksi LAN (Local Area Network) kattaa yleensä yhden asunnon, talon tai vaikka pienen toimiston. Suuremmissa skaalassa toimii taas esimerkiksi WAN (Wide Area Network), joka on kokonaisten kaupunkien tai maiden kokoinen. Maailman suurin julkinen WAN on Internet. Tietoverkot voidaan rakentaa ja yhdistää toisiinsa monella eri tavalla, joka johtaa verkon eri topologioihin.

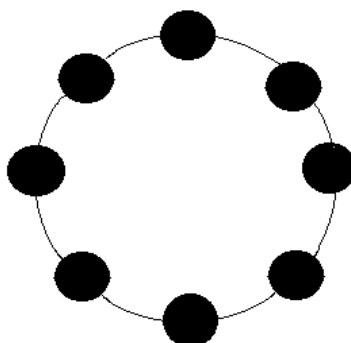
2.1. Topologiat

Tietoverkon topologialla tarkoitetaan tietoverkon fyysistä tai loogista suunnitelmaa. Fyysinen topologia tarkoittaa sitä miten tietoverkon eri fyysiset komponentit on järjestetty ja yhdistetty toisiinsa. Tämä sisältää esimerkiksi tietoverkkolaitteet ja kaapeloinnin, mutta se ei kerro sitä miten tietoverkon data liikkuu. Loogisella topologialla tarkoitetaan sitä mitä reittiä pitkin data liikkuu, ja miltä se näyttää käyttäjälle. Looginen topologia voi hyvin erota fyysisestä topologiasta jos se tarkoittaa esimerkiksi parempia yhteyksiä. (Beal, 2017.)

Kolme yleisintä topologiamallia ovat väylä-, rengas- sekä tähtitopologia. Näiden topologioiden lisäksi on myös esimerkiksi Mesh ja Partial-Mesh topologiat. Mesh topologia on täysin redundanttinen, sillä siinä kaikki tietoverkon laitteet ovat kiinni kaikissa muissa laitteissa. Kaapelien määrä ja kustannukset nousevat tästä syystä huimasti isommissa verkoissa, josta johtuen sitä ei käytetä usein. (Certificationkits, 2017; Beal, 2017.)

2.1.1. Rengastopologia

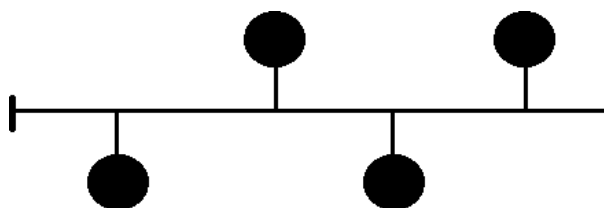
Rengastopologia on periaatteessa sama kuin väylätopologia, mutta laitteet on kytketty ympyrään, eli jokainen verkon laite on kahdessa muussa viereisessä laitteessa kiinni. Tiedonsiirto tapahtuu yhteen suuntaan kaikkien laitteiden läpi kunnes se pääsee päätekohteeseen asti. Jos yksi laite tai johto menee rikki tai on viallinen, niin koko tietoverkko lakkaa toimimasta. Ehkä tunnetuin käyttö on Token Ring –verkossa. (Certificationkits, 2017.)



KUVA 1. Rengastopologia.

2.1.2. Väylätopologia

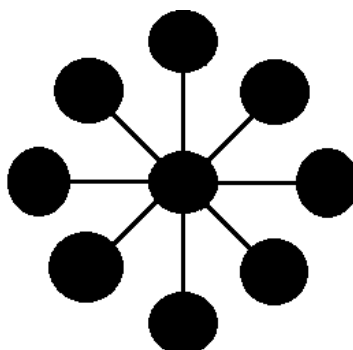
Väylätopologiassa kaikki päätelaitteet ovat samassa kaapelissa kiinni (väylässä). Väylän molemmissa päissä on vastukset (terminaattorit). Helppo ja halpa asentaa, sillä ei vaadi paljoa kaapelia. Huonona puolena on että jos pääkaapeli tai terminaattori menee rikki, niin se kaataa koko tietoverkon. Lisäksi mitä enemmän laitteita listää, sitä enemmän tiedonsiirto hidastuu sillä kaikki tieto kulkee vain yhtä pääkaapelia pitkin. (Certificationkits, 2017.)



KUVA 2. Väylätopologia.

2.1.3. Tähtitopologia

Tähtitopologiassa jokainen tietoverkon laite on kiinni omalla johdollaan keskeissä laitteessa, kuten esimerkiksi kytkimessä. Etuna on se että yhden päätelaitteen tai johdon vioittuminen ei vaikuta mitenkään muun verkon toimintaan, jolloin kaikki muut laitteet jatkavat toimintaansa normaalisti. Lisäksi tähtitopologian hyvänä puolena on nopea tiedonsiirto ilman että päätelaitteiden määrä vaikuttaisi siihen. Kytkin jakaa tiedot oikeille laitteille ruuhkauttamatta muita laitteita. Huonona puolena on tietenkin keskeisen kytkimen viat, jotka lamauttavat koko verkon. (Certificationkits 2017; Beal, 2017.)



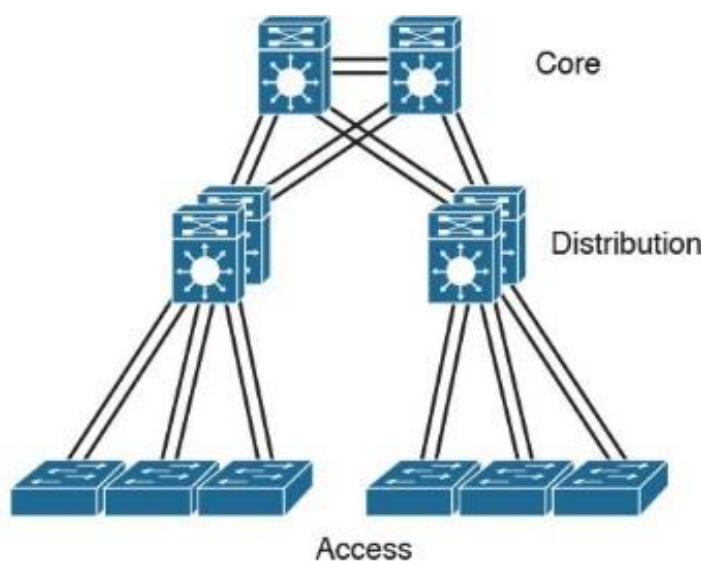
KUVA 3. Tähtitopologia.

Realistisesti ajateltuna tietoverkot harvemmin kuitenkaan seuraavat mitään ylläolevista topologioista pilkulleen, vaan yleensä niissä yhdistellään ja haetaan piirteitä eri topologioista sen hetkisen tarpeen

mukaan. Hyvän tietoverkon perusteena toimii jokaisessa tapauksessa skaalautuvuus, vikasietoisuus sekä redundanttisuus.

2.2. Hierarkkinen suunnittelumalli

Cisco tarjoaa kolmekerrosista hierarkkista mallia kaikkien tietoverkkojen suositelluksi pohjaksi. Hierarkkinen tietoverkon suunnittelumalli rikkoo yhden monimutkaisen ongelman moneen pienempään ja hallittavampaan osaan jakamalla tietoverkon osat kolmeen eri tasoon (kuva 4): Access, Distribution ja Core. Samalla tasolla olevilla laitteilla on samankaltaiset funktiot, mikä helpottaa yksittäisten laitteiden korjaamista, poistamista tai vaihtamista. (Cisco Systems, 2003.)



KUVA 4. Hierarkkinen suunnittelumalli. (Cisco Systems, 2016-09-28)

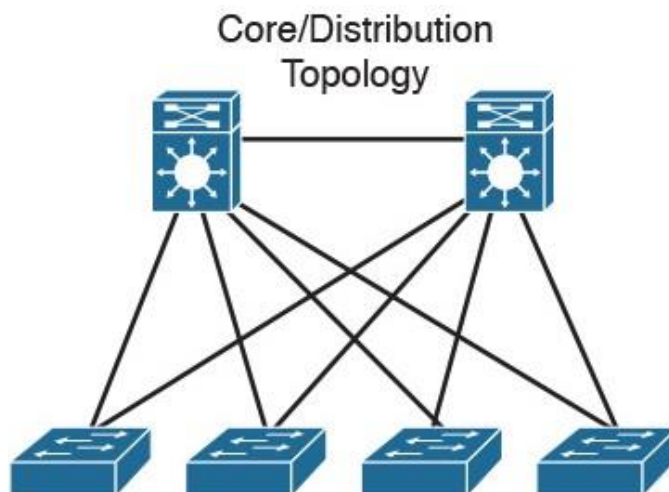
Access-tasoa käytetään yhdistämään käyttäjät tietoverkkoon. Tämä tarkoittaa kytkimiä jotka mahdollistavat yhteydet langattomille tukiasemille, tietokoneille, tulostimille ja kameroille. Access-tasolla on tärkeää korkea redundanttisuus, joka saavutetaan yhdistämällä jokainen Access-tason kytkin kahteen eri Distribution-tason kytkimeen. (Froom ja Frahim, 2015, 11-12.)

Distribution-tason tärkeä tehtävä on yhdistää Access –ja Core-tasot toisiinsa ja toimia Access-tasolta saapuvan datan kuorman kokoajana sekä tasaajana. Access-taso yhdistää päätelaitteet tietoverkkoon, kun taas Core-taso yhdistää tietoverkot toisiinsa. Distribution-taso hoitaa monta eri asiaa riippuen sen hetkisestä tarpeesta. Saatavuus, nopea yhteyden vaihtaminen, kuorman tasaus ja QoS ovat kaikki tärkeitä osia Distribution-tasolla. (Froom ja Frahim, 2015, 12-14.)

Core-taso toimii tietoverkon selkärankana. Se tarjoaa luotettavaa sekä optimoitua datankuljetusta ohjaamalla liikennettä mahdollisimman nopeasti. Core-taso on tietoverkon erittäin keskeinen osa, joten sen suunnittelussa on hyvä pitää mielessä redundanttisuus sekä jatkuva ylläpito. (Cisco Systems, 2003; Froom ja Frahim, 2015, 12, 15.)

2.3. Collapsed Core

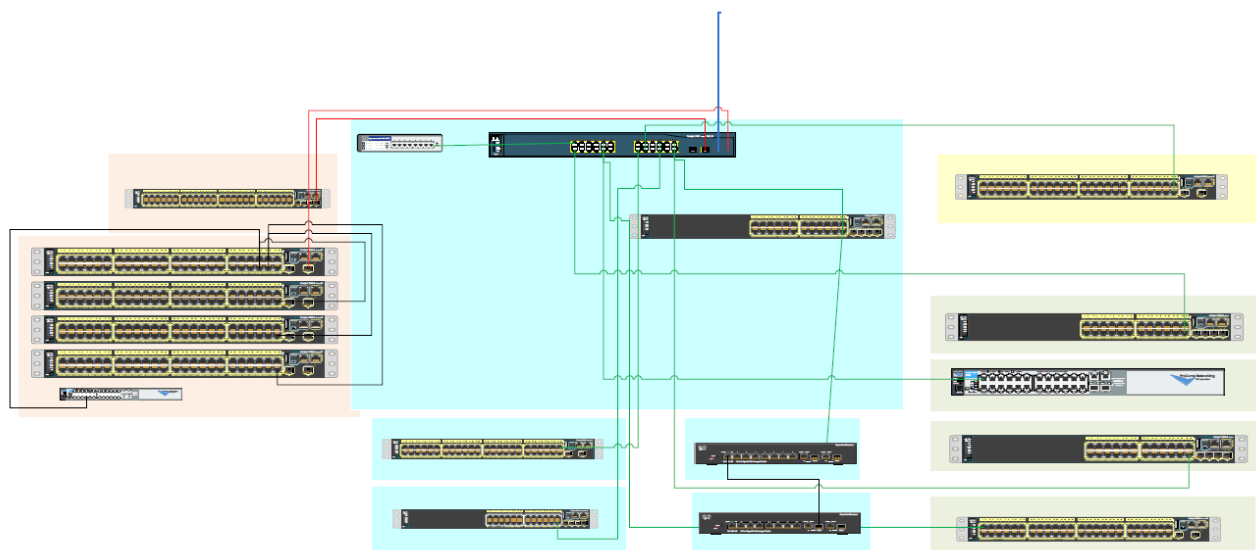
Savonian Iisalmen kampuksella on käytössä Collapsed Core-malli. Lisää Iisalmen verkon rakenteesta käydään läpi myöhemmässä kappaleessa. Collapsed Core-mallilla tarkoitetaan sellaista järjestelyä, jossa yksi kytkin hoitaa Core- ja Distribution-tason tehtävät (kuva 5). Kuvassa 5 on kaksi kytkintä redundanttisten yhteyksien takia. Tämä malli sopii parhaiten pienemmille tietoverkoille jotka eivät välttämättä laajene paljoa ajan kuluessa. Collapsed Corella saadaan tietoverkkolaitteiden kustannukset paljon pienemmiksi, sillä laitteita tarvitaan huomattavasti vähemmän kuin kolmetasoisessa suunnittelumallissa. (Cisco Systems 2014.)



KUVA 5. Collapsed Core eli kaksitasoinen suunnittelumalli, jossa Core ja Distribution tason tehtävät hoidetaan samalla tasolla. (Cisco Systems, 2016-09-28)

3. IISALMEN TIETOVERKKO

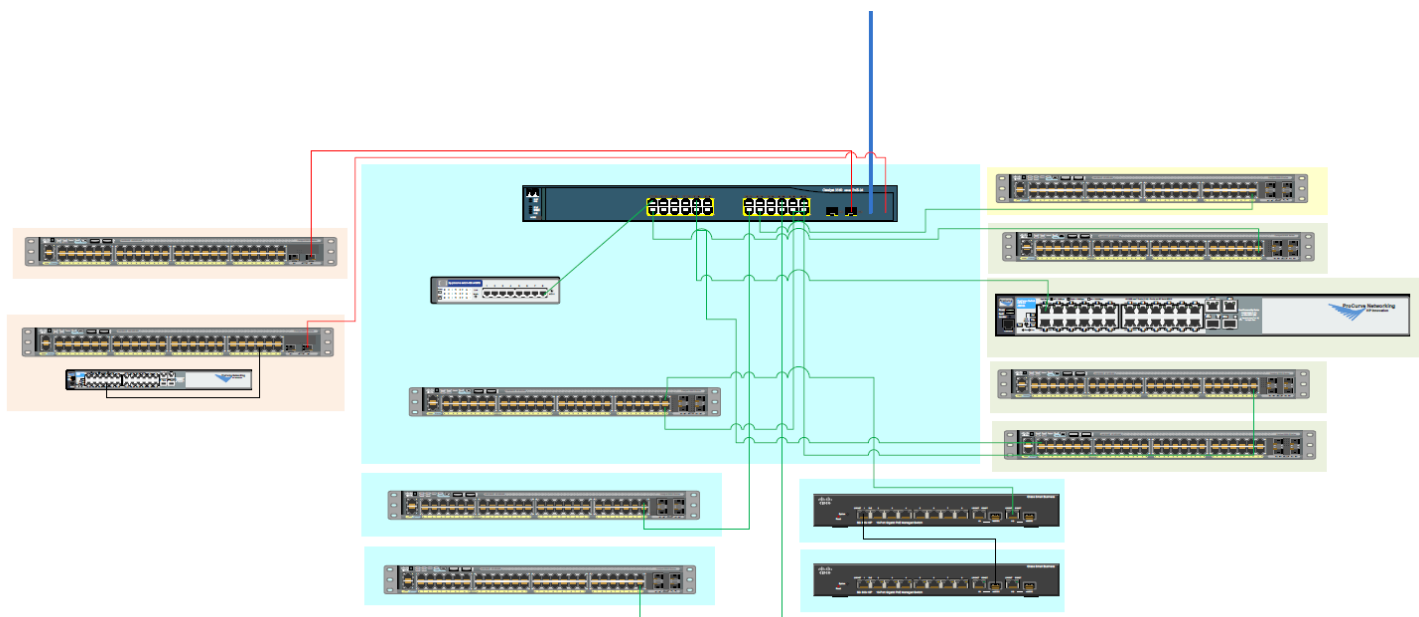
Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkkoon kuuluu neljä kampusaluetta: kaksi kampusta Kuopiossa (Microkatu ja Opistotie), yksi Varkaudessa ja yksi Iisalmessa. Opiskelijoita kampuksilla on yhteensä lähes 6000, ja noin 500 työntekijää (Savonia, 2017). Opistotien kampus Kuopiossa toimii koko Savonian tietoverkon keskuksena, jonka läpi kulkee kaikki Savonian tietoliikenne. Iisalmen kampuksella on toiminnassa Collapsed Core-malli, joka sopii sinne hyvin tietoverkon pienemmän koon takia. Koska tietoverkko on sijoittunut yhteen rakennukseen, jossa ei ole yhteensä liian monta kytkintä, on tietoverkkoratkaisussa selvitty yhdellä Core/Distribution-tason tehtävät hoitavalla kytkimellä. Huonona puolena tässä yhden keskeisen kytkimen ratkaisussa on redundanttisuuden puuttuminen, joka lisäämällä saataisiin huomattava määrä vakautta sekä turvallisuutta verkon ylläpitoon.



KUVA 6. Iisalmen kampuksen nykyinen tietoverkkoratkaisu.

Kuvasta 6 näkyy Iisalmen tämän hetkinen tietoverkko. Access-tason kytkiminä toimii Cison 2960-S malli, ja lisäksi tietoverkosta löytyy muutama HP Aruba -kytkin. Seuraavassa kappaleessa käydään kytkimiä tarkemmin läpi. Tietoverkon yhteyksinä toimii suurimmaksi osaksi kuparikaapelit (vihreät linjat kuvassa). Sieltä löytyy myös kaksi 1Gb kuituyhteyttä (punaiset linjat), jotka menevät F-osan kytkimille. Toinen näistä linjoista menee neljän kytkimen sumppuun, joka korvataan tässä työssä pinolla. Tämä pino helpottaa kytkimien hallintaa huomattavasti, sillä ne saadaan kaikki saman IP:n taakse josta niitä voidaan hallita, eikä tarvitse jokaista kytkin erikseen tutkia.

Alla olevasta kuvasta näkyy suunnitellut sekä suositellut muutokset Iisalmen kampuksen tietoverkkoon. Siinä on vaihdettu kaikki vanhat 2960-S mallin kytkimet uudemmilla 2960-X mallin kytkimillä, ja korvattu neljän kytkimen nykyinen sumppu neljän kytkimen pinolla. Pinon luonti ja konfigurointi käydään läpi kappaleessa 5.



KUVA 7. Muutettu Iisalmen kampuksen tietoverkon rakenne.

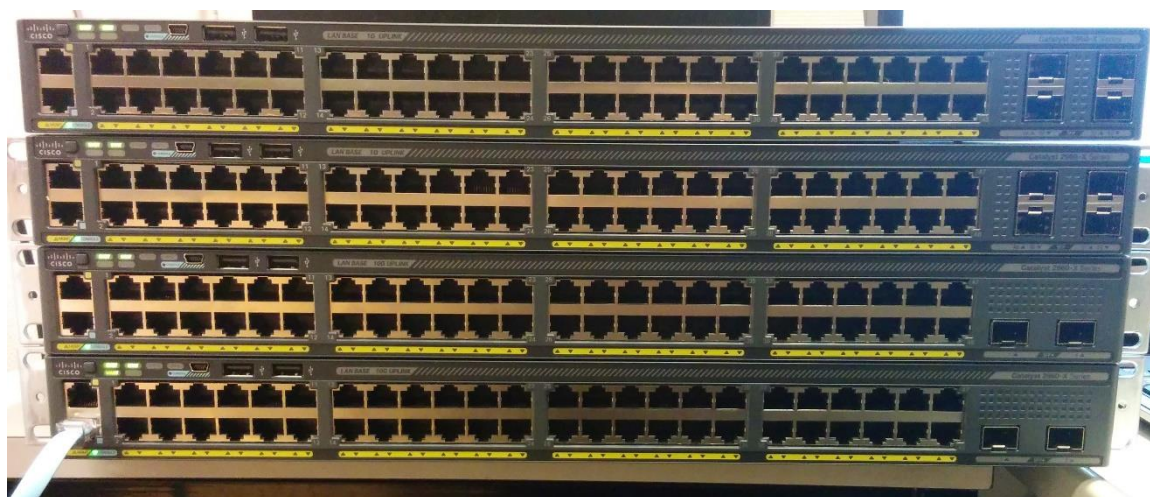
Kytkimien vaihdon myötä on suositeltua myös esimerkiksi tämän hetkisten kahden 1Gb kuituyhteyden muuttamisen 10Gb yksimuoto kuituyhteyksiksi. Vanhoissa 2960-S mallin kytkimissä oli vain SFP-paikat 1Gb yhteyksille, mutta uusissa kytkimissä (jos valitaan TD-L malli) on kaksi SFP+ porttia. Kytkinten vaihto mahdollistaa 10Gb kuituyhteydet esimerkiksi pinoon, johon tulee kaksi kappaletta TD-L mallin kytkimiä. Kytkimet käydään läpi seuraavassa kappaleessa.

4. AKTIIVILAITTEET

4.1. 2960-S & 2960-X

Access-tason kytkiminä Iisalmessa toimivat Cisco 2960-S sarjan kytkimet. Kytkimet ovat Gigabit Ethernet porteilla varustettuja, ja niistä löytyy 24- sekä 48-porttisia versioita tarpeen mukaan. Kytkimet ovat vanhempaa sukupolvea, ja Savonia haluaakin saada niitä vaihdettua uudempiin 2960-X mallin kytkimiin tulevaisuudessa.

2960-X mallin kytkimet ovat helposti pinottavia, hallinnoitavia ja konfiguroitavia. Ne eroavat 2960-S mallin kytkimistä esimerkiksi paremmalla prosessorilla, muistilla sekä pinottavuudella. 2960-X mallista on tässä työssä käytetty kahta eri mallia, joten eri mallien tutkiminen jätetään niihin. Nämä ovat 2960-X TD-L ja TS-L. Ainoat erot näissä kytkimen malleissa ovat kuvan 8 oikeassa reunassa näkyvissä liittimissä, muuten ne ovat aivan samanlaiset toiminnaltaan. TS-L kytkimistä löytyy neljä kappaletta SFP Gigabit liittimiä, ja TD-L kytkimissä on kaksi kappaletta SFP+ TenGigabit liittimiä. Näiden 10Gb liittimien takia on suositeltavaa käyttää TD-L kytkimiä pinon masterina, jolloin esimerkiksi saadaan aikaiseksi nopeammat yhteydet pinosta Distribution/Core tason kytkimelle ja takaisin.



KUVA 8. Työssä käytetyt 2960-X kytkimet. Kaksi ylintä on TS-L mallisia, ja kaksi alinta TD-L mallisia.

4.2. 3560G & 3560-X

Ciscon 3560G -kytkin hoitaa kampuksen Core/Distribution-tason tehtävät yksinään. Kytkimessä on 24 Ethernet porttia, ja lisäksi kaksi SFP porttia joista lähtee 1Gb kuituyhteydet F-rakennukseen. Kytkin tarjoaa myös PoE (Power over Ethernet) mahdollisuuden. Siitä ei löydy moduulipaikkaa.

Kytkimen varana on tällä hetkellä toimitettavana 3560-X -malli, joka on uudempi ja kaikinpuolin parempi. Suositeltavaa olisi vaihtaa se 3560G-mallin tilalle, jolla avattaisiin mahdollisuus 10Gb kuituyhteyksille. Siitä löytyy vaihdettava moduulipaikka joka mahdollistaisi sen. Kyseiseen malliin on mahdollista valita neljästä eri moduulista yksi: C3KX-NM-1G tarjoaa neljä GigabitEthernet porttia, C3KX-NM-10G tarjoaa kaksi TenGigabit SFP+ porttia ja kaksi Gigabit SFP porttia. Kaksi jäljelle jäävää moduulia tarjoavat molemmat TenGigabit portteja vaihtelevilla ominaisuuksilla. Varakytkimessä on tällä hetkellä ensimmäisenä mainittu GigabitEthernet porteilla varustettu moduuli. Jos Iisalmen kampukselle halutaan TenGigabit yhteydet esimerkiksi tässä työssä tehdyn pinon ja reunakytkimen välille, niin sitä varten ei tarvitse ostaa kokonaan uutta kytkintä. Moduulin vaihdolla säästyy huomattava määrä rahaa ja sen vaihtaminen on erittäin paljon helpompaa kuin kokonaisen uuden kytkimen vaihto, asennus ja konfigurointi. Suositeltu moduuli Iisalmen tarpeisiin on C3KX-NM-10G, joka näkyy kuvassa 9 ylävirin keskellä.



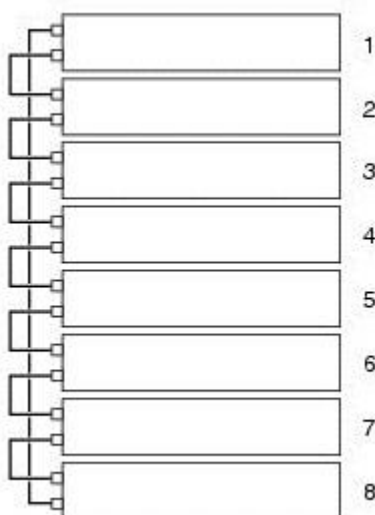
KUVA 9. C3KX-mallin moduuleja. (Cisco System, 2017-05-08)

5. KYTKINPINO

Kytkinpino eli switch stack tarkoittaa kahta tai useampaa samanmallista kytkintä, jotka ovat liitetty toisiinsa toimimaan yhtenä isona kytkimenä. Tätä pinoa hallitaan yhden pinossa olevan ns. master-kytkimen kautta. Koko pinoa voidaan hallita myös etänä yhden IP-osoitteen kautta, mikä on hyvä jos IP-osoitteiden määrä verkossa alkaa käymään vähiin. Kytkinten maksimimäärä pinossa riippuu valmistajasta, kytkinten mallista ja kytkimissä käytössä olevasta pinoamismenetelmästä. Tässä opinnäytetyössä pino tehtiin Cisco C2960-X sarjan kytkimistä, joten käsittely jätetään vain niihin liittyviin pinoamismenetelmiin. Tässä tapauksessa se on Ciscon FlexStack ja FlexStack-Plus menetelmä. Muihin pinoamisteknologioihin kuuluu esimerkiksi Ciscon StackWise ja Stackwise Plus.

5.1. FlexStack ja FlexStack-Plus

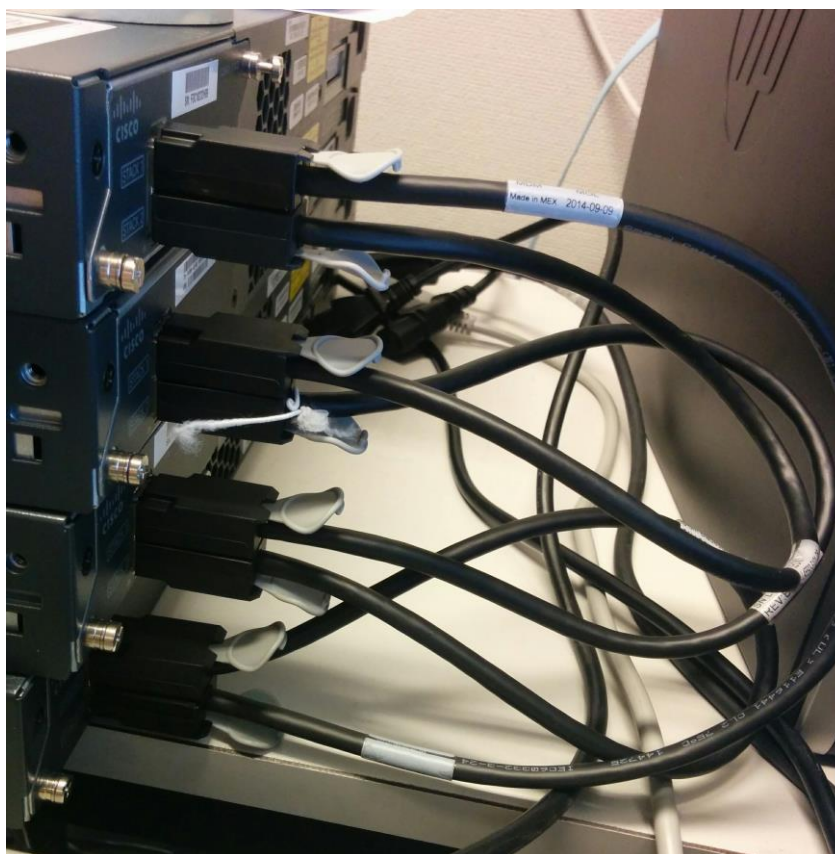
FlexStack protokolla on Cisco Catalyst 2960-S ja 2960-X mallin kytkimissä toimiva pinoamismenetelmä. FlexStack-Plus taas toimii pelkästään 2960-X sarjan kytkimissä, mutta sellaisissa tapauksissa joissa pino koostuu sekaisin molemmista kytkimistä, menetelmäksi kaikille kytkimille vaihtuu automaattisesti normaali FlexStack menetelmä. FlexStack ja FlexStack-Plus moduulit sisältävät kaksi kupariporttia stack-kaapeleita varten. FlexStack-Plus moduulilla ja kuparikaapeleilla saadaan kytkinten välille jopa 80Gbps nopeudet maksimissa kolmeen metriin (3m) asti. Tämä luonnollisesti pakottaa pinon kaikki kytkimet samaan tilaan. FlexStack ja FlexStack-Plusin lisäksi on vielä FlexStack Extended moduuli, joka käyttää hyödyksi moduulin kuituportteja, mahdollistaen kytkinpinon jäsenten sijoittamisen esimerkiksi eri rakennuksiin. Pidempi matka pienentää kytkinten välisen kokonaismaksiminopeuden 40Gbps.



KUVA 10. Kytkinten väliset liitokset FlexStack menetelmässä.
(Cisco Systems, 2014)

5.2. Pinoaminen ja konfigurointi

Pinoaminen aloitetaan asentamalla jokaiseen kytkimeen oma FlexStack-moduuli joka mahdollistaa pinoamisen. Moduulien lisäksi tarvitaan yhtä monta stack-kaapelia kuin kytkimiä on. Ennen kuin kytkimet liitetään toisiinsa, tarvitsee päättää mikä kytkin toimii master-kytkimenä, eli kytkimenä jolla hallinnoidaan koko pinon kaikkia kytkimiä. Tässä työssä on käytössä aiemmin mainitut C2960-X kytkimen versiot TS-L ja TD-L. TD-L malli on parempi malli master-kytkimeksi kahden 10Gb liittimen takia, joista saadaan isompi hyöty kuin TS-L mallin 1Gb liittimistä. Työssä tehdyssä pinossa on vain neljä jäsentä, mutta pinoon joka on jo valmis on erittäin helppo lisätä uusia kytkimiä tarvittaessa.



KUVA 11. Työssä tehdyn pinon liitokset.

Master-kytkin päätetään prioriteettiarvolla joka määrätään jokaiselle pinon kytkimelle erikseen. Prioriteettiarvo FlexStack menetelmässä on väliltä 1-15, ja oletuksena se on kaikilla kytkimillä 1. Kytkin jolla on suurin prioriteettiarvo valitaan aina pinon master-kytkimeksi pinon käynnistysvaiheessa. Asetetaan halutun master-kytkimen prioriteetiksi 15 alla näkyvällä komennolla.

Nykyisen prioriteettiarvon, pinon jäsennumeron ja muut kytkimeen liittyvät perustiedot näkee **show switch** EXEC tason komennolla.

```
Switch# configure terminal
```

```
Switch(config)# switch pinon-jäsennumero priority uusi-prioriteetti-numero
```

Esimerkki:---- Switch(config)# **switch 2 priority 15**

```
Switch(config)# end
```

Kytkimeen konfiguroidaan tämän lisäksi esimerkiksi Vlan-asetukset, kirjautumistiedot, suojausasetukset ja muut tarvittavat tiedot. Asetuksia voi konfiguroida luonnollisesti myös pinon ollessa kasattuna, mutta on hyvä tehdä ainakin osa niistä jo valmiiksi ennen pinon kasaamista. Pinon muille kytkimille voi käydä myös vaihtamassa prioriteettinumeroa ennen pinoamista, mutta laittaen ne pienemmäksi kuin master-kytkimen priorityarvo. Tämä on erityisen hyvä tehdä jos kytkimet ovat ennen olleet jonkun toisen pinon jäsenenä, sillä sieltä on saattanut jäädä iso priority-arvo valmiiksi.

Jos pinossa on sekaisin 2960-S ja 2960-X mallin kytkimiä, pitää pinoamisporttien nopeudet säätää X-mallin kytkimistä erikseen 10Gbps nopeudelle, sillä S-mallin kytkimet eivät suostu pinoutumaan muussa tapauksessa. Tämä onnistuu alla olevalla komennolla.

```
Switch# configure terminal
```

```
Switch(config)# switch stack port-speed 10
```

```
Switch(config)# end
```

Toisaalta jos pinossa on vain 2960-X mallin kytkimiä, saa 10Gbps nopeusrajoituksen pois päältä myös.

```
Switch# configure terminal
```

```
Switch(config)# no switch stack port-speed 10
```

```
Switch(config)# end
```

Tämän jälkeen kytkimet voidaan yhdistää jo toisiinsa käyttäen stack-moduulien mukana tulleita stack-kaapeleita. Kuvasta 8 näkyy miten FlexStackin maksimi kahdeksan kytkintä liitetään toisiinsa, ja kuvassa 9 näkyy työssä tehty neljän kytkimen pino ja sen liitokset. Tärkeä huomioitava asia on myös se, että pino jossa on sekaisin 2960-X ja 2960-S mallin kytkimiä voi sisältää vain yhteensä neljä kytkintä. Homogeeniseen pinoon voi laittaa kahdeksan kytkintä.

Pinon jäsennumero kertoo kytkimen paikan pinossa. Jos kytkin ei ole koskaan ollut minkään pinon jäsenenä, on sen jäsennumero automaattisesti 1. Kun se liitetään johonkin pinoon jäseneksi, sille

määräytyy alhaisin vapaana oleva numero. Eli jos pinossa on kaksi kytkintä, jäsennumeroilla 1 ja 2, saa uusi kytkin automaattisesti arvon 3. Jäsennumeron määräytyy väliltä 1-8, ja samassa pinossa olevat kytkimet eivät voi käyttää samaa jäsennumeroa. Jäsennumeroa voi myös muuttaa manuaalisesti seuraavilla komennoilla:

```
Switch# configure terminal
```

```
Switch(config)# switch nykyinen jäsennumero renumber uusi jäsennumero
```

Esimerkki:---- Switch(config)# **switch 2 renumber 4**

```
Switch(config)# end
```

Manuaalinen muutos tulee voimaan seuraavan kerran kun kytkinpino käynnistetään uudestaan.

5.3. Uuden jäsenen lisääminen ja poistaminen

Työssä tehty pino on neljän kytkimen kokoinen, mutta FlexStack Plus pinossa voi olla jopa kahdeksan jäsentä. Tarvittaessa uuden jäsenen lisääminen on erittäin helppoa jo valmiiseen pinoon. Uuden kytkimen konfigurointi tapahtuu pinon master-kytkimeltä.

```
Switch# configure terminal
```

```
Switch(config)# switch jäsennumero provision tyyppi
```

Esimerkki:---- Switch(config)# **switch 5 provision WS-xxxx**

```
Switch(config)# end
```

Jäsennumeroksi tulee valita numero joka ei ole vielä käytössä väliltä 1-8. Tyypin näkee uuden kytkimen komentorivin tiedoista. Se on muodossa WS-xxxx.

Kytkimen poisto pinosta on yhtä helppoa kuin uuden lisääminen. Ensiksi tarvitsee sulkea virta pinosta, ja irroittaa poistettava kytkin. Pinokaapelit tulee laittaa uudelleen kiinni uusille paikoilleen jäljelle jääviin kytkimiin. Sen jälkeen pino käynnistetään ja master-kytkimen kautta poistetaan irti otetun kytkimen provision-tiedot alla olevalla komennolla.

```
Switch# configure terminal
```

```
Switch(config)# no switch jäsennumero provision
```

Esimerkki:---- Switch(config)# **no switch 5 provision**

```
Switch(config)# end
```

Tärkeää on muistaa myös jokaisen muutoksen jälkeen tallentaa muutokset EXEC tason komennolla **copy running-config startup-config**. Näin muutokset pysyvät varmasti myös uudelleen käynnistämisen jälkeen tallennettuina.

6. ONGELMAT

Yksi ongelma pinon rakentamisessa ilmeni ensimmäistä kertaa pinoa rakentaessa. Master-kytkin saatiin konfiguroitua ilman ongelmia, mutta kun laitettiin pinon 3 muuta jäsentä master-kytkimeen kiinni, ne loivat jostain syystä kaksi eri pinoa. Toisessa pinossa oli valmiiksi konfiguroitu kytkin sekä kaksi muuta kytkintä, mutta yksi kytkin teki jostain syystä itselleen oman pinon eikä suostunut liittymään tähän oikeaan pinoon. Asiaa yritettiin ensiksi korjata resetoimalla tehdastasetuksille tämä kytkin joka ei suostunut liittymään pinoon, mutta se ei korjannut asiaa. Sen jälkeen resetoitiin kaikki 3 muutakin kytkintä, ja konfiguroitiin master-kytkin uusiksi, mutta tämäkään ei auttanut asiaa. Lopulta viaksi selvisi stack-porttien nopeudet jotka erosivat kytkimissä. Kolmessa toimivassa kytkimessä nopeudeksi oli laitettu 10Gbps jokaiseen porttiin, mutta kytkimessä joka ei suostunut yhdistymään oli porttinopeus maksimissa 20Gbps. Vika korjattiin vaihtamalla kaikkien kytkimien porttien nopeudet 20Gbps käyttämällä komentoa "***no switch stack port-speed 10***".

7. TIETOVERKON ONGELMIA JA MUUTOKSIA

Iisalmen kampuksen tietoverkossa tehtiin muutamia muutoksia kytkinpinon sekä suunnitelman lisäksi. Nämä muutokset olivat pienempiä ja ne jouduttiin tekemään tietoverkossa ilmenneiden ongelmien takia. Ne tapahtuivat opinnäytetyötä tehdessä ja olin mukana niiden korjaamisessa / muutoksien teossa joten nähtiin sopivaksi lisätä ne myös työhön.

7.1. Kirjasto

Iisalmen kampuksen kirjastossa on kolme tiedonhakukonetta, ja heti kirjaston ulkopuolella on kolme normaalia työasemaa. Koulun kirjaston katolla on kaksi HP:n Aruba kytkintä, ja kaikki kuusi konetta ovat yhdistetty näihin kirjaston katon kytkimiin. Kirjaston sisällä olevissa tiedonhakukoneissa on automaattinen sisäänkirjautuminen heti kun kone herää levosta. Savonian tietohallinnolle oli tullut ilmoitus että koneet eivät enään kirjautuneet automaattisesti sisään. Toinen ilmoitus kertoi että käytävän koneet eivät saaneet yhteyttä verkkoon enään. Viaksi oletettiin ensin Aruba-kytkintä jossa kaikki koneet olivat kiinni, sillä sen syvemässä tutkinnassa löytyi että kytkimen portit joissa käytävän koneet olivat kiinni tiputtivat paljon paketteja. Tämä yleensä tarkoittaa sitä että kytkin yrittää lähettää nopeammin paketteja kuin siinä kiinni oleva laite pystyy niitä vastaanottamaan.

Käytävän koneet olivat pienessä neljä paikkaisessa kytkimessä kiinni, joka puolestaan oli yhdistettynä kirjaston katolla olevaan Arubaan. Ensimmäiseksi veikattiin ongelmaksi tätä pientä kytkintä, joten se vaihdettiin uudempaan ja samalla vaihdettiin myös johto tämän kytkimen ja Aruban välille. Koneet yhdistivät verkkoon, mutta paketteja tippui silti huomattavat määrät. Tämän jälkeen pieni kytkin poistettiin käytöstä kokonaan, ja kaikki kolme konetta yhdistettiin suoraan Arubaan. Tämän jälkeen pakettien tippuminen loppui.

Seuraavaksi tutkittiin kirjaston sisällä olevien tiedonhakukoneiden kirjautumisongelmaa. Tiedonhakukoneiden pitäisi kirjautua automaattisesti sisään heti kun ne käynnistetään / ne heräävät lepotilasta. Kirjautumisvaiheessa tuli pelkästään ilmoitus 'Kirjautuminen epäonnistui'. Ongelmaksi oletettiin olevan HP Aruba kytkin, joka ei ehtinyt vastata koneiden kirjautumispyyntöön tarpeeksi nopeasti, johtaen kirjautumisongelmaan. Ongelma ratkaistiin laittamalla Aruban ja koneiden väliin yksi pieni kytkin (ei sama joka poistettiin käytävän koneiden ja Aruban välistä aiemmin). Koneet pääsivät taas kirjautumaan automaattisesti sisään. Kuukauden päästä sama ongelma alkoi uudestaan. Ongelmaksi oletettiin vieläkin Arubaa. Suunniteltiin poistettavan käytöstä molemmat kaksi Arubaa kokonaan, ja näiden tilalle olisi vaihdettu Ciscon 2960G kytkin. Kytkintä ei loppujen lopuksi kuitenkaan vaihdettu kun saatiin tieto että tiedonhakukoneet kutsuivat sisäänkirjautumistilanteessa erästä palvelinta, joka oli poistettu käytöstä aiemmin. Palvelimen tiedot poistettiin kirjautumistiedoista ja koneiden kirjautumisongelmat hävisivät.

8. YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli tutkia Savonia-ammattikorkeakoulun Iisalmen kampuksen tietoverkkoa, ja miettiä sitä varten tehtäviä muutoksia, ja luoda kytkinpino erääseen tietoverkon kohtaan.

Työssä käytiin läpi monia tietoverkkoihin liittyviä osia, mikä oli hyvä sillä siinä samalla kun lueskeli kaikkea opinnäytetyöhön tarvittavaa asiaa tuli myös virkistettyä jo ehkä vähän tietoverkkokursseilta unohtuneita asioita. Lisäksi tuli opittua monta muuta kokonaan uutta asiaa.

Pinoamisesta ei ollut työn aloitusvaiheessa ollenkaan kokemusta, joten se vaati paljon syvää perehtymistä ja omaa opiskelua aiheesta. Pino tuli rakennettua työssä alusta asti monta kertaa, mikä oli näin jälkikäteen ihan hyvä asia, sillä kaikki pinon kytkinten rakentamiset ja konfiguroinnit tulivat jo viimeisellä kerralla melkein automaattisesti.

Työn laajuus oli omasta mielestäni sopiva, ja tarvittaessa sitä olisi voinut helposti laajentaakin vielä lisää esimerkiksi käymällä syvällisemmin läpi eri aktiivilaitteiden tai kuituyhteyksien eroja. Tavoitteet saavutettiin mielestäni hyvin.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

SAVONIA 2017. Tutustu Savoniaan. savonia.fi. [Viitattu 2017-09-28] Saatavissa:
<http://portal.savonia.fi/amk/fi/tutustu-savoniaan>

CISCO SYSTEMS 2003. Scalable Network Design. Cisco. [Viitattu 2017-10-02] Saatavissa:
https://www.cisco.com/web/learning/netacad/demos/CCNP1v30/ch1/1_1_1/index.html

BEAL, Vangie 2017-03-15. What Are Network Topologies? [Viitattu 2017-09-26] Saatavissa:
http://www.webopedia.com/quick_ref/topologies.asp

CERTIFICATIONKITS 2017. CCNA - Bus, Ring, Star & Mesh Topologies. CertificationKits.com.
[Viitattu 2017-09-26] Saatavissa: <https://www.certificationkits.com/cisco-certification/ccna-articles/cisco-ccna-physical-networking-concepts-layer-1/ccna-bus-ring-star-a-mesh-topologies/>

FROOM, Richard ja FRAHIM, Erum 2015. Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH) Foundation Learning Guide. CCNP SWITCH 300-115. Indianapolis, United States: Cisco Press.

CISCO SYSTEMS 2016-09-28. Network Design Models [digikuva]. Network Computing. [Viitattu 2017-10-04] Saatavissa: <http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=2698000>

CISCO SYSTEMS 2014-03-09. Cisco Networking Academy Connecting Networks Companion Guide: Hierarchical Network Design. Cisco. [Viitattu 2017-10-13] Saatavissa:
<http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=2202410&seqNum=4>

CISCO SYSTEMS 2017-05-08. Cisco Catalyst 3750-X and 3560-X Series Switches Data Sheet. Cisco.
[Viitattu 2017-11-22] Saatavissa:
https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-3560-x-series-switches/data_sheet_c78-584733.html

CISCO SYSTEMS 2014-01-20. Catalyst 2960-X Switch Stack Manager Configuration Guide. Cisco.
[Viitattu 15.11.2017] 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