



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

DATAKESKUKSEN TIETOVERKKOJÄRJESTELMÄ

NETWORKING SYSTEM IN DATA CENTER

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Timo Aroalho			
Työn nimi Datakeskuksen tietoverkkojärjestelmä			
Päiväys	30.4.2013	Sivumäärä/Liitteet	43/1
Ohjaaja(t) Pekka Vedenpää, Laboratorioinsinööri / Savonia-ammattikorkeakoulu			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu, Tietohallintokeskus			
Tiivistelmä			
<p>Tässä opinnäytetyössä esiteltiin suunnitelma Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkosta Kuopion Technopolikselle. Alueelle valmistuu lähivuosina rakennus Savonian toimintaa varten, jonne tämä tietoverkkokin tullaan rakentamaan. Savonialla on Technopoliksella entuudestaan tietoverkko, jonka osa työssä esiteltävä verkko tulee olemaan.</p> <p>Lisäksi suunnitelmaan sisältyi Savonian tietohallinnon datakeskuksen siirtäminen Microkadulle samoihin tiloihin, joissa edellä mainittu verkko tulee olemaan. Datakeskukseen työssä esiteltiin uudenlainen, nykyaikainen virtuaali-kytkentäratkaisu, jossa on lukuisia etuja verrattuna aiemmin käytettyyn malliin.</p> <p>Suurin osa työstä oli uuden tietoverkon suunnittelua. Työn alkuvaiheessa eri tekniikoiden ja käytäntöjen tutkiminen olivat keskeisiä tehtäviä suunnitteluprosessissa. Lisäksi laitesuunnittelu täytyi tehdä huolella, jotta valitut laitteet ja komponentit tukisivat käytettäviä tekniikoita. Perinteisiä verkkosuunnittelutyökaluja ja toimisto-ohjelmia, kuten MS Visio, käytettiin verkkosuunnitelman ja sen dokumentaation tuottamiseen.</p> <p>Työn tuloksena tuotettiin verkkosuunnitelma Savonian uudesta runkoverkosta sekä datakeskusten kytkennöistä tietoverkkoon. Suunnitelmaan sisällytettiin myös suunnitelmat verkon päätelaitteiden sijainneista ja lukumääristä, joiden avulla laskettiin tarvittavien verkkolaitteiden määrä. Lisäksi työssä käytiin läpi Virtual Switching System-kytkentätekniikka, joka on tärkeä osa uutta tietoverkkoa.</p>			
Avainsanat Cisco, Catalyst 6500, datakeskus, Savonia, Technopolis, tietoverkko, VSS			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Information Technology			
Author(s) Timo Aroalho			
Title of Thesis Networking System in Data Center			
Date	30 April 2013	Pages/Appendices	43/1
Supervisor(s) Mr Pekka Vedenpää, Laboratory Engineer / Savonia University of Applied Sciences			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences, Data Management Center			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to design a network plan for Savonia University of Applied Sciences. A new building for Savonia will be built in Technopolis premises in Kuopio on Microkatu where also the new network will be located. Savonia's current network already spans over several buildings in Technopolis premises and the network presented in this thesis will be part of the Technopolis campus network.</p> <p>In addition, the design involved relocating the Savonia data center to Technopolis in the same location in which the new network will be built. As regards Savonia's data center, a new type of virtual switching system, which has several benefits over the old one, was also designed.</p> <p>Most of the work consisted of planning the new network and how to connect it to the existing parts of the network. Choosing the right protocol or technique for the right task had quite a large part in early design process. In addition, devices and modules for devices had to be chosen carefully to support the techniques that were planned to be used with the networking system. Traditional network design tools like MS Visio were utilized to accomplish the final design and its documentation.</p> <p>As a result of this thesis, a new network design for Savonia's new core network was implemented. In addition, a data center connectivity and network terminal device location plan was built as a part of the design. Virtual Switching System, its connection requirements and configuration requirements concerning network switches were also planned.</p>			
Keywords Cisco, Catalyst 6500, data center, network, Savonia, Technopolis, VSS			

ESIPUHE

Tämä työ on tehty Savonia-ammattikorkeakoulun tietohallintokeskukselle kevään 2013 aikana. Työ on tietoverkkotekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö.

Kiitokset vanhemmilleni ja ystävilleni, joiden tuki on ollut korvaamattoman arvokasta koko opiskelujaksoni ajan.

Kuopiossa 22.4.2013

Timo Aroalho

SISÄLTÖ

TYÖSSÄ KÄYTETYT LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 TIETOVERKON SUUNNITTELMALLIT	9
2.1 Yrityksen tietoverkon kampusmalli	9
2.2 Kampussuunnittelun hierarkiamalli	10
2.3 Kampusmallin hyödyt	11
3 SAVONIAN VERKKO JA SUUNNITELLUT MUUTOKSET	13
3.1 Opistotie	14
3.2 Technopolis	14
3.3 Muut toimipisteet	15
4 MICROKADUN LISÄRAKENNUKSEN VERKKO	17
4.1 Microkadun lisärakennuksen tilat.....	17
4.1.1 Pohjakerros	17
4.1.2 Ensimmäinen kerros	18
4.1.3 Toinen kerros	20
4.1.4 Kolmas Kerros.....	23
4.1.5 Neljäs Kerros	25
4.1.6 Viides Kerros.....	27
4.2 Verkon laitteisto.....	28
4.2.1 Cisco Catalyst 6509-E	28
4.2.2 Cisco Nexus 5000.....	29
4.2.3 Cisco Nexus 2000.....	29
4.2.4 Cisco Catalyst 4506-E	30
4.2.5 Cisco Catalyst 2960S ja FlexStack.....	30
4.3 Laitteiden sijoittelu.....	31
4.3.1 Tietoliikennehuone ja datakeskus.....	31
4.3.2 Kerrosjakamot	31
4.3.3 ATK-tilat.....	31
4.4 Verkon looginen rakenne.....	32
5 DATAKESKUKSEN VIRTUAALIKYTKENTÄTEKNIikka	34

5.1	EtherChannel (EC) ja Multichassis EtherChannel (MEC)	34
5.2	Cisco Nonstop Forwarding (NSF) ja Cisco Stateful Switchover (SSO)	36
5.3	Virtual Switching System (VSS 1440).....	36
6	KONFIGURAATIOESIMERKIT	38
6.1	Cisco IOS	38
6.2	Virtual Switching System, Nonstop Forwarding ja Stateful Switchover	38
7	YHTEENVETO.....	42
	LÄHTEET	43
	LIITTEET	44

TYÖSSÄ KÄYTETYT LYHENTEET

Cisco = Cisco Systems, yhdysvaltalainen maailman johtava verkkolaittevalmistaja

Etherchannel = Linkkien yhdistämistekniikka, jolla kaksi tai useampia ethernet-yhteyksiä voidaan yhdistää yhdeksi loogiseksi kokonaisuudeksi. Linkki toimii kuten tavallinen ethernet-yhteys, mutta sen nopeus on N kertaa yhden linkin nopeus, missä N on käytettävien linkkien lukumäärä.

Ethernet = Verkkoliikennestandardi, joka määrittelee tietoverkoissa käytetyn pakettipohjaisen lävi-verkkotekniikan. IEEE 802.1-standardi määrittelee Ethernet-tekniikan ja sen eri sovellukset.

Konfiguraatio = Verkkolaitteista puhuttaessa kytkimen asettelutiedot. Konfiguraation avulla määritellään kytkimen toiminnallisuus.

Kytkin = Verkkolaitte, jolla yhdistellään verkon osia toisiinsa ja jaetaan verkkoa fyysisesti eri pisteisiin.

PoE = Power over Ethernet on tekniikka, jossa Ethernet-kaapelissa tuodaan päätelaitteelle datan lisäksi sähkövirta. Käytetään usein esimerkiksi tukiasemien yhteydessä, jolloin ei tarvita erillistä sähkökytkentää.

Protokolla = Tietoliikenteestä puhuttaessa joukko sääntöjä ja toimintatapoja, joka määrittelee liikennöintitapahtuman kulun.

Reititin = Verkkolaitte, jolla eri tietoverkkoja yhdistetään toisiinsa.

LACP = Link Aggregation Control Protocol, standardoitu protokolla, jolla Etherchannel-tyyppinen yhteys voidaan muodostaa muidenkin kuin Ciscon laitteiden välille.

PAgP = Port Aggregation Protocol, Ciscon Etherchannel-tekniikan linkkien yhteysprotokolla.

SFP = Small form-factor pluggable transceiver, liitäntätyyppi jota käytetään kuituyhteyksissä. Kuten esimerkiksi kuparijohdoissa käytetty RJ-45, myös SFP-liitännät ovat "hot swapattavia", eli ne voidaan irroittaa tai kytkeä laitteiden ollessa päällä.

VSL = Virtual Switch Link, Virtual Switching Systemin erityinen yhteys, jolla järjestelmän toimintaa ja pakettien välitystä ohjataan osallistuvien kytkinten välillä.

VSS = Virtual Switching System, Cisco Catalyst 6500-sarjan ominaisuus, jossa kaksi sarjan kytkintä voidaan yhdistää toimimaan loogisesti yhtenä reitittävänä kokonaisuutena.

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään virtuaalista kytkentäratkaisua yrityksen tietoverkon liikenteen välittäjänä. Opinnäytetyön tilaajana oli Savonia-ammattikorkeakoulu. Työn painopiste on Cisco Systemsin verkkolaitteissa, sillä asiakasyrityksen verkosta suurin osa on rakennettu niillä. Toisaalta myös Savonian tietoverkkotekniikan opetus perustuu Ciscon kursseihin ja materiaaleihin, joten opinnäytetyö toimi erittäin hyvänä syventävänä opintokokonaisuutena.

Opinnäytetyö suoritetaan syksyn 2012 ja kevään 2013 aikana Savonia-ammattikorkeakoululle. Syksyllä 2012 työtä suunnitellaan ja varsinainen työn suorittaminen tapahtuu kevään 2013 aikana. Työn tarkoituksena on suunnitella uusi tietoverkko Savonialle Kuopion Technopolikselle vuonna 2015 valmistuvaan rakennukseen, joka on Savonian uusi pääkampus Kuopiossa. Verkon suunnittelun lähtökohdaksi on virtuaalikytkentämalli, jossa kahdella kytkinlaitteella voidaan muodostaa vikasietoinen ja nopea reitittävä kytkinkokonaisuus, joka palvelee suurta käyttäjämäärää Savonian verkossa. Tämän kytkennän ympärille suunnitellaan tietoverkko, joka kattaa valmistuvan rakennuksen sekä Savonian datakeskuksen.

Varsinaisen verkkosuunnitelman lisäksi työssä keskitytään virtuaalikytkennän ja sen vaatimien laitteiden ja tekniikoiden selvittämiseen. Lisäksi verkon rakentamista varten tutkitaan sopivien laitteiden soveltuvuutta käyttötarkoituksiinsa ja selvitetään tärkeimpiä tarvittavia konfiguraatioimenpiteitä ja –komentoja varsinaisen verkon rakentamista varten.

2 TIETOVERKON SUUNNITTELMALLIT

Tietoverkon suunnitteluun on olemassa lukuisia eri malleja, joilla tilanteen mukaan saadaan toimiva ratkaisu aikaiseksi. Yritysten tietoverkon suunnitelman pohjana on nykyisin yleisesti käytössä niin kutsuttu kampussuunnittelumalli, joka jaottelee verkon eri osat sen sisältämien verkkolaitteiden ja niiden tarjoaman toiminnallisuuden mukaan. Sanalla kampus ei tarkoiteta tässä kuitenkaan yliopiston tai korkeakoulun aluetta, vaan yleisesti jonkin yksittäisen organisaation hallinnoimaa aluetta tai rakennusta, jossa yrityksellä on toimintaa ja siten myös tarve tietoverkolle. Suuremmissa yrityksissä verkko voi koostua useammasta tällaisesta kampuksesta, jolloin yhteyksien muodostamiseksi eri kampusten välillä tarvitaan WAN (Wide area network)-tekniikoita. (Froom, Sivasubramanian ja Frahim 2010, 2 - 4)

2.1 Yrityksen tietoverkon kampusmalli

Kampusmallissa yrityksen verkko voidaan jakaa seuraaviin osa-alueisiin:

- kampus
- verkon ydin
- datakeskus
- sivutoimipiste/WAN
- internetrajapinta (Froom ym. 2010, 2 – 4).

Verkon kampusosion tehtävänä on verkkoyhteyden ja verkon palveluiden tarjoaminen käyttäjille. Kampusosio sisältää päätelaitteet ja usein tämä osio voikin olla hajautettu, jolloin sen laitteita on eri puolilla kampusta esimerkiksi kytkentäkaapeissa. Näin minimoidaan kaapeloinnin tarve ilman, että tingittäisiin verkon turvallisuudesta. (Froom ym. 2010, 2 – 4.)

Verkon ydinosio niputtaa muut verkon osat yhteen ja varmistaa nopeat yhteydet muiden osioiden välillä sekä verkosta ulospäin internet-rajapinnalle. Ydinosiossa on useimmiten erittäin nopeita kytkimiä ja yhteyksiä; koska tietomäärät ovat täällä suuria, tarvitaan myös järeämpää kytkinkalustoa tai verkkoon syntyy helposti pullonkaula, joka hidastaa verkon toimintaa. (Froom ym. 2010, 2 – 4.)

Tietokeskuksella tarkoitetaan palvelinhuonetta tai -salia, jossa verkon käyttäjille on tarjolla erilaisia palveluita, esimerkiksi verkkolevy tai Windows-toimialue. Palvelinhuone on usein sijoitettu lähelle verkon ydintä, sillä myös palvelinten liikennemäärät voivat olla suuria ja verkon ytimen kytkentäteho on suuri. Tällaisella sijoittelulla palvelinliikenteen rajoittaminen ja suodattaminen on helpompaa. Samanaikaisesti mahdollistetaan palvelinten estoton käyttö, sillä palvelinten liikennemäärät ovat usein suurempia kuin verkon muissa osissa. Joskus jaottelua ytimen ja tietokeskuksen välillä on vaikea tehdä, sillä ne voivat olla fyysisesti osa yhtä ja samaa kokonaisuutta. (Froom ym. 2010, 2 – 4.)

Sivutoimipiste/WAN:lla viitataan yhteyksiin, joita kampuksen verkosta on yrityksen muihin toimipaikkoihin. Wide Area Network on tietoverkko joka yhdistää kaksi tai useampia toisistaan etäällä olevia sijainteja samaan verkkoon. Koska usein yhteyksien toteuttaminen ei ole mahdollista käyttäen lähiverkkotekniikoita suurten etäisyyksien vuoksi, on turvaututtava WAN-tekniikoihin, jolloin välimatka

ei aiheuta esteitä. Useat internetoperaattorit vuokraavat kuituyhteyksiä tai tunnelointipalveluita, joilla verkon eri kampukset voidaan yhdistää turvallisesti toisiinsa. (Froom ym. 2010, 2 – 4.)

Internetrajapinnalla sijaitsevat verkon palvelimet, joiden palveluita käytetään pääsääntöisesti oman verkon ulkopuolelta. Tällaisia ovat useimmiten erilaiset verkkosivustoja ylläpitävät palvelimet, kuten esimerkiksi yrityksen kotisivupalvelimet, sähköpostipalvelimet ja VPN-palvelimet. Internetrajapinnalta on yhteydet sekä yrityksen verkkoon että internetiin. Internetrajapintaosiota voidaan joskus tietoverkoista puhuttaessa kutsua myös demilitarisoiduksi vyöhykkeeksi. (Froom ym. 2010, 2 – 4.)

2.2 Kampussuunnittelun hierarkiamalli

Kampussuunnittelumallissa käytetään myös hierarkiamallia, joka jaottelee verkon osat niiden tehtävien mukaan. Hierarkiamalli on hieman vanhempi kuin kampusmalli, mutta silti laajalti hyväksytty ja käyttökelpoinen. Hierarkiamalli tukee kampusmallia ja esittää verkon painottaen enemmänkin laitteiden tehtävää kuin niiden sijaintia. (Froom ym. 2010, 6 – 8.)

Hierarkiamalli on kerrosmalli, kuten lukuisat muutkin tietoverkkoteorian mallit. Malli koostuu kolmesta kerroksesta, jotka kuvaavat tehtävää ja ominaisuuksia, joita ko. kerrokseen kuuluvalla laitteella on. Kerrokset ovat yhteyskerros (access layer), jakeluserros (distribution layer) ja ydinkerros (core layer). (Froom ym. 2010, 6 – 8.)

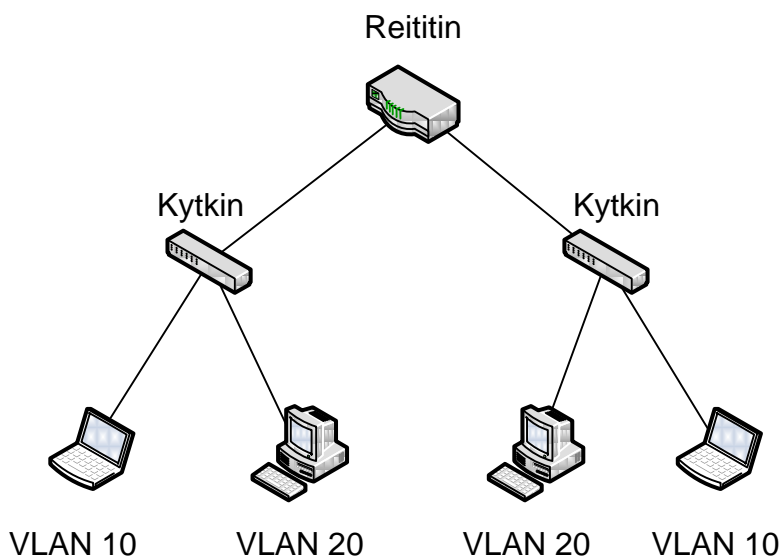
Yhteyserroksen tehtävänä on yhteyden vieminen päätelaitteille. Kytkin, joka tarjoaa yhteyden työasemalle, tulostimelle tai palvelimelle, voidaan katsoa kuuluvaksi yhteyserrokseen. Yhteyserrokselle pyritään toteuttamaan valtaosa verkon ominaisuuksista, kuten verkon turvallisuus, pääsynhallinta ja erilaiset liikenteensuodatusominaisuudet. (Froom ym. 2010, 6 – 8.)

Jakeluserroksen tehtävänä on yhdistää yhteyserroksen kytkimet samaan verkkoon sekä toisaalta yhdistää nämä kytkimet verkon ydinkerrokseen, jossa varsinaiset palvelut sekä yhteys internetiin sijaitsevat. Valtaosa verkon redundanttisuudesta tulisi toteuttaa jakeluserroksella. (Froom ym. 2010, 6 – 8.)

Ydinkerroksen päätehtävä on erittäin nopean kytkentäpalvelun tarjoaminen. Koska liikennemäärät verkon ytimen kautta ovat suuria, tulisi vastaavasti yhteyksien ytimessä olla myös nopeita. Lisäksi koska ydinkerros on välttämätön verkon toiminnalle, tulisi varajärjestelmiä ja redundanttisia linkejä olla rakennettuna tarpeen mukaan, jotta verkon häiriötön toiminta voidaan varmistaa. (Froom ym. 2010, 6 – 8.)

2.3 Kampusmallin hyödyt

Kampusmallilla on muutamia merkittäviä etuja verrattuna vanhanaikaiseen malliin, jossa yrityksen verkko perustui ns. tynkäreitittimeen (stub-router, Router-on-a-stick) ja jossa kytkimet liittyvät yhteen reitittimeen, jonka tehtävänä liikenteen reitittäminen VLAN:ien välillä sekä ulos ja sisään verkosta. Stub-router ja router-on-a-stick tarkoittavat verkkotopologiaa, jossa on yksi reititin, johon verkon muut kytkimet ovat kytkettyinä. Reititin reitittää kaikki verkon VLANit ns. aliliitännöiden (subinterface) avulla. Kuviossa 1 on esitettyä yksinkertainen tynkäreititinverkko.



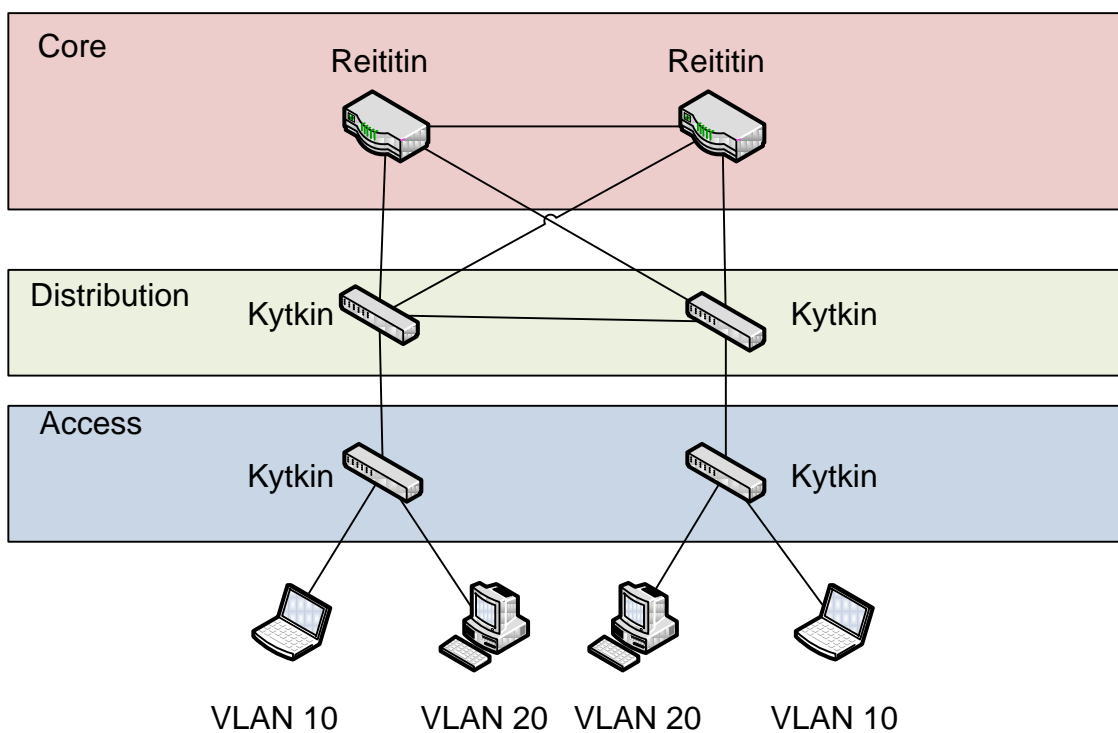
KUVIO 1. Esimerkki yksinkertaisesta Stub-router-verkosta

Kampusverkko on modulaarinen ja tukee hyvin verkon kasvua tai muutoksia. Koska kampukset ovat kokonaisuuksia, on uusien toimipisteiden liittäminen olemassa olevaan verkkoon helppoa verrattuna siihen, että koko verkko rakennettaisiin alusta saakka uudelleen aina, kun tehdään suurempia muutoksia verkon rakenteeseen. (Froom ym. 2010, 6 – 8.)

Kampusmallin mukainen verkko on myös luotettava; toisaalta tämä luotettavuus ei synny itsestään vaan se vaatii hieman lisätoimenpiteitä. Mikäli halutaan erittäin luotettava tietoverkko, verkkoon tulisi asentaa ns. HA (High Availability) -palvelut, jotka ovat korkean saavutettavuuden mahdollistavia palveluita. HA-palveluilla tietoverkkoa varmennetaan ja toisaalta minimoidaan se aika, mikä verkolta kestää toipua virhetilanteista. (Froom ym. 2010, 6 – 8.)

Mikäli HA-palvelut, kuten HSRP (Hot Standby Router Protocol) on otettu käyttöön ja verkossa on riittävästi redundanttisia linkkejä sekä hyvin toimiva STP (Spanning Tree Protocol), on verkon käytettävyyssä lähestulkoon 100 %. Spanning Tree Protokolla on verkkotekniikka, jolla verkosta suljetaan kahdennettuja yhteyksiä. Näin ehkäistään kytkentäsilukoiden syntyminen, mutta mahdollistetaan kuitenkin kahdennetut linkit tietoverkossa. Toisaalta aktiivisen yhteyden katketessa syystä tai toisesta, STP voi avata suljetun kahdennetun yhteyden katkenneen tilalle, mikä mahdollistaa liikennöinnin virhetilanteesta huolimatta. (Froom ym. 2010, 6 – 8.)

HSRP on reititystekniikka, jolla kaksi reitintä tai reitittävää kytkintä muodostaa parin, joka vastaa niille määritellyn liikenteen reitittämisestä. Vikatilanteen sattuessa toimiva laite pystyy ottamaan haltuunsa viallisen laitteen tehtävät. HSRP:llä voidaan toteuttaa kuorman tasaamista eri VLAN:ien välillä, jolloin käytettävien kytkinten tehosta saadaan mahdollisimman suuri osa hyötykäyttöön. Kuviossa 2 on esitettyä kampusmallin mukainen verkko. Verkossa on redundanttisia yhteyksiä ydin- ja jakelutasojen välillä. (Froom ym. 2010, 6 – 8.)



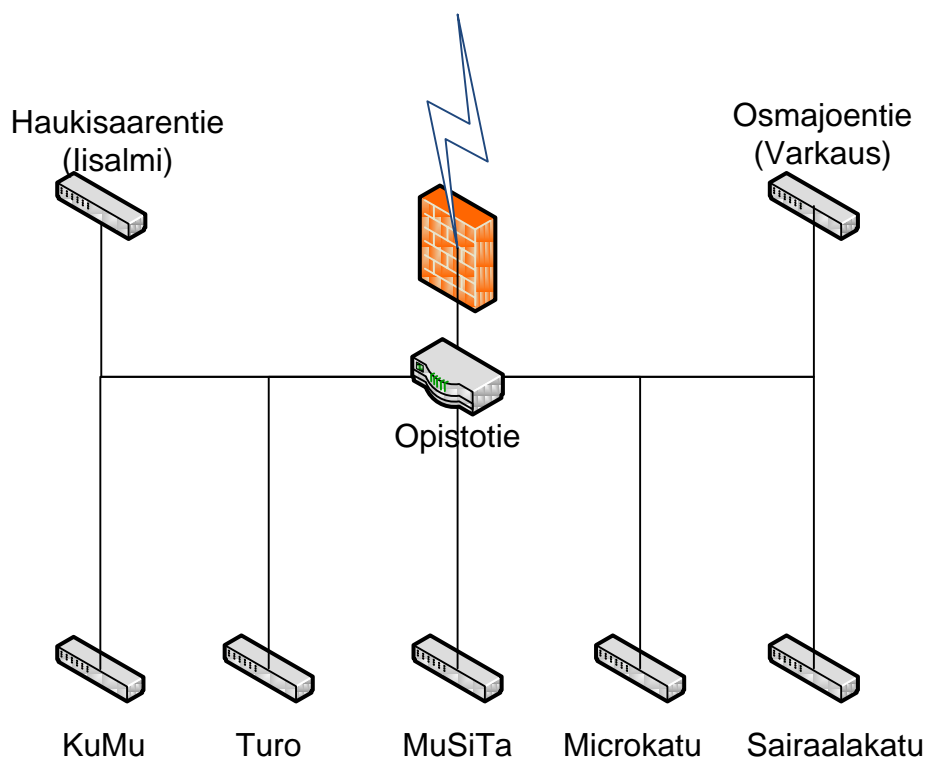
KUVIO 2. Kampusmallin mukainen redundanttinen verkko jaettuna toiminnallisuuskerroksiin

3 SAVONIAN VERKKO JA SUUNNITELLUT MUUTOKSET

Savonia ammattikorkeakoulu (myöhemmin Savonia) osallistuu Cisco Networking Academy- ohjelmaan ja tietoverkko-opetuksessa käytetään Cisco Systemsin tuottamaa materiaalia. Ohjelmaan osallistuminen edellyttää, että osallistuvan organisaation oma tietoverkko on toteutettu tietyltä osin Ciscon laitteilla. Savoniassa Ciscon laitteiden osuus aktiivisesta verkosta on yli 90 %. Onkin siis luonnollista, että tässä työssä käsitellään yksinomaan Ciscon laitteita ja toisaalta myös Ciscon kehittämiä protokollia, joilla verkko on rakennettu.

Savonia-ammattikorkeakoulun voidaan katsoa hallinnoivan yhtä suurta yritysverkkoa, joka koostuu yhteensä kahdeksasta kampusverkosta. Toimintaa on Kuopiossa kuudessa toimipisteessä, jonka lisäksi verkkoa on Savonian tiloissa Iisalmessa Haukisaarentiellä ja Varkaudessa Osmajoentiellä. Tarkasteltaessa yrityksen tietoverkon kampusmallia voidaan todeta, että Savonian verkko noudattaa paljolti edellisessä luvussa esiteltyä yrityksen kampusmallia.

Yhdellä kampusverkolla katetaan siis yhden toimipisteen tietoverkko. Pääkampusena toimii tällä hetkellä Opistotie, jossa sijaitsee kampusmallin mukaisesti verkon ydin, datakeskus ja internet-rajapinta. Muiden toimipisteen verkot muodostavat kampuksia ja sivutoimipisteitä, jotka on kytketty Opistotien ytimeen. Kaikkien toimipisteiden liikenteen reititys ulos ja sisään verkosta tapahtuu Opistotiellä, verkon ytimessä. Kuvassa 1 on esitettyä Savonian verkon eri toimipisteet.



KUVIO 2. Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkon toimipisteet syksy 2012

3.1 Opistotie

Syksyllä 2012 esitettiin suunnitelma, jonka mukaan kaikki toiminnot Opistotieltä siirtyisivät Technopolikselle vuoteen 2015 mennessä. Tällöin siis verkon ydin, datakeskus ja muut Opistotien verkon osat sijaitsevat Technopoliksella. Savonian Technopolikselta vuokraamien tilojen lisäksi alueelle rakennetaan uusi tila Savonian käyttöä varten, jonka tulisi valmistua niin ikään vuoteen 2015 mennessä.

Opistotiellä on opetus-, työhuone- ja laboratoriotiloja. Suunnitelman mukaisen muuton jälkeen Opistotien kiinteistössä ei olisi enää Savonian toimintaa, vaan ne siirtyvät kokonaisuutena Technopoliksella.

3.2 Technopolis

Suunnitelman mukaan Technopolis tulee olemaan Savonian päätoimipiste, kun toiminnot Opistotieltä, Sairaalakadulta ja muista Kuopion toimipisteistä siirtyvät sinne. Tällä hetkellä Savonialla on toimintaa Technopoliksella useassa eri rakennuksessa. Kuviossa 3 on esitettyä karttakuva Technopoliksen sijainnista, olemassa olevista rakennuksista sekä Savonian toimipisteet rakennuksissa. Kuvioon on merkitty kirjaimilla ne rakennukset ja alueet, joissa Savonialla on toimintaa ja siten myös tietoverkkoa. Kirjaimet vastaavat Technopoliksen tila- tai rapputunnuksia.



KUVIO 3. Savonian nykyiset toimitilat Kuopion Technopoliksella Microkadulla (Google Maps, Technopolis Kuopio)

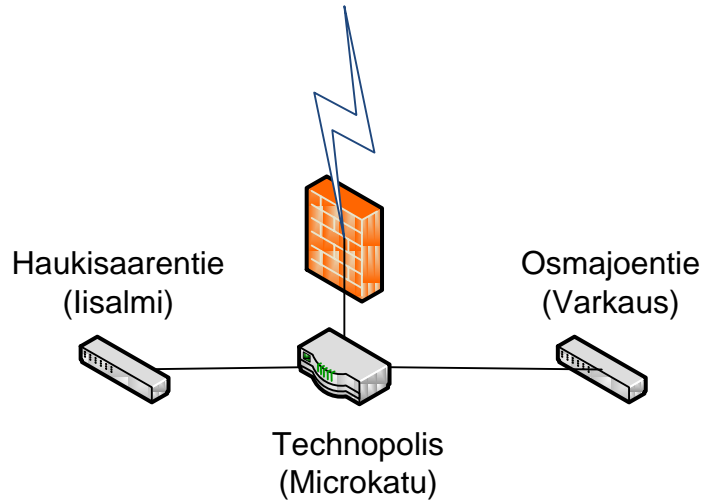
Savonian nykyinen verkko Technopoliksella ulottuu melko laajalle alueelle ja useaan rakennukseen. Suunnitelmassa Savonian uusi rakennus sijaitsee alueella, jota rajaavat kuviossa 3 B-, C-, D- ja E-raput. Paikalla on tällä hetkellä sisäpiha, johon uusi rakennus rakennetaan.

Savonian tilat Technopoliksella ovat tällä hetkellä pääasiassa opetus-, työhuone- tai laboratoriokäytössä. Kuten aiemmin mainittiin, olemassa oleva verkko on osa Savonian verkkokokonaisuutta ja se voidaan nähdä yhtenä kampuksena, kun tarkastellaan tietoverkkoa kampusmallin pohjalta.

3.3 Muut toimipisteet

Microkadun ja Opistotien kampusten lisäksi Savonian verkossa on muutamia muita kampuksia. Luukunottamatta Iisalmen ja Varkauden toimipisteitä usealla kampuksella on mahdollisesti edessä siirtyminen Technopolikselle. Tarkkaa tietoa siirtymisistä tai siirtymisten aikatauluista ei ole. Verkon

suunnittelun kannalta tällä asialla on melko vähän merkitystä; ainoa muutos mikä sivutoimipisteille aiheutuu verkon reitityksen siirtymisestä Technopolikselle on se, että kaikki liikenne tulee kulkemaan Technopoliksen kautta Opistotien sijaan. Suunnitelma ei sisällä muutoksia Iisalmen ja Varkauden toimipisteiden suhteen vaan ne säilyvät ennallaan omissa tiloissaan. Kuviossa 4 on nähtävissä verkon toimipisteet, mikäli suunnitelma toteutetaan siten että kaikki toimipisteet siirretään Technopolikselle.



KUVIO 4. Savonian verkon toimipisteet suunnitelman mukaan

4 MICROKADUN LISÄRAKENNUKSEN VERKKO

4.1 Microkadun lisärakennuksen tilat

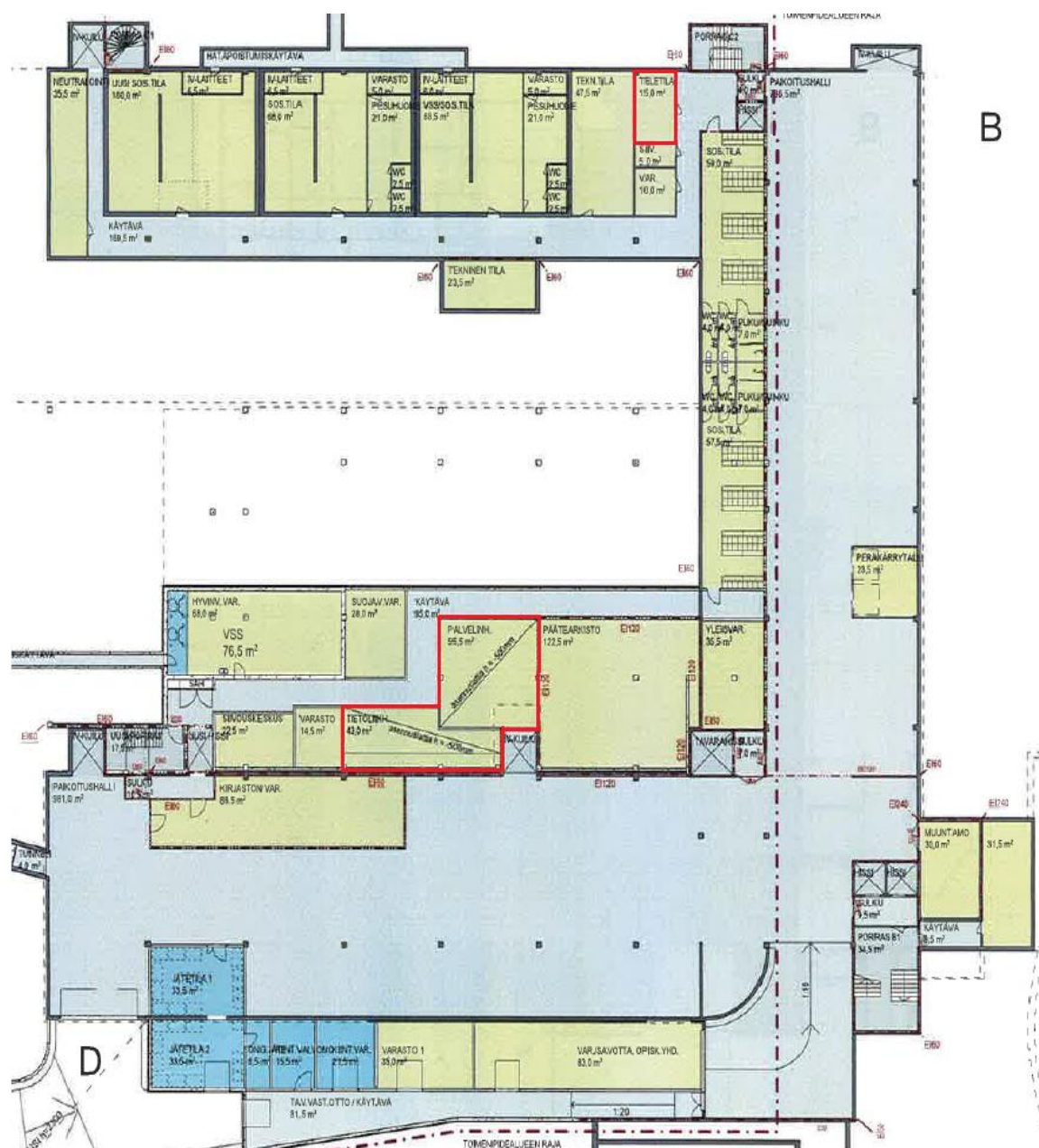
Microkadun uuteen rakennukseen valmistuu uusia luokka-, työhuone- ja laboratoriotiloja Savonian käyttöön. Koko rakennus tulee olemaan Savonian käytössä. Savonian Microkadun tietoverkon kannalta datakeskus ja verkon ydin sijaitsevat tässä uudessa rakennuksessa 0. Kerroksessa, joka on pohjakerros. Ylemmissä kerroksissa verkkolaitteet ovat paitsi kerrosjakamoissa, myös sivujakamoissa jotka sijaitsevat olemassa olevissa C- ja D- rakennuksissa. Näiden avulla voidaan jakaa verkkoa kaikkialle kerroksen tiloihin.

Seuraavissa kappaleissa esitellään arkkitehtitoimisto QVIM:n 10.5.2012 piirtämät pohjakaaviot, joihin on merkitty kytkentätilat kerroksittain sekä jokaisen kytkentätilan vastuualueet. Lisäksi arvioidaan tietoverkkopisteiden määrä kerroksittain, jotta voidaan laskea tarvittavien verkkolaitteiden lukumäärä.

4.1.1 Pohjakerros

Technopoliiksen uuden rakennuksen pohjakerroksessa on tärkeimpänä tietoverkon näkökulmasta tietoliikenne- ja palvelinhuoneet. Tietoliikennehuone on verkon ytimen fyysinen sijaintikohta, kun taas datakeskuksen voidaan katsoa sijaitsevan palvelinhuoneessa. Kuviossa 5 on esitetty pohjakerroksen tilat. Ylemmistä kerroksista poiketen pohjakerroksessa on vain yksi ATK-tila tietoliikennehuoneen lisäksi. Tämä sijaitsee kuvan oikeassa yläkulmassa B- ja C-siipien välisessä tilassa. Mikäli halutaan jakaa verkkoa kuvan alaosassa oleviin tiloihin, tehdään se suoraan tietoliikennehuoneesta. Sekä ATK-tila että tietoliikenne- ja palvelinhuoneet ovat rajattuina kuvioissa punaisella viivalla.

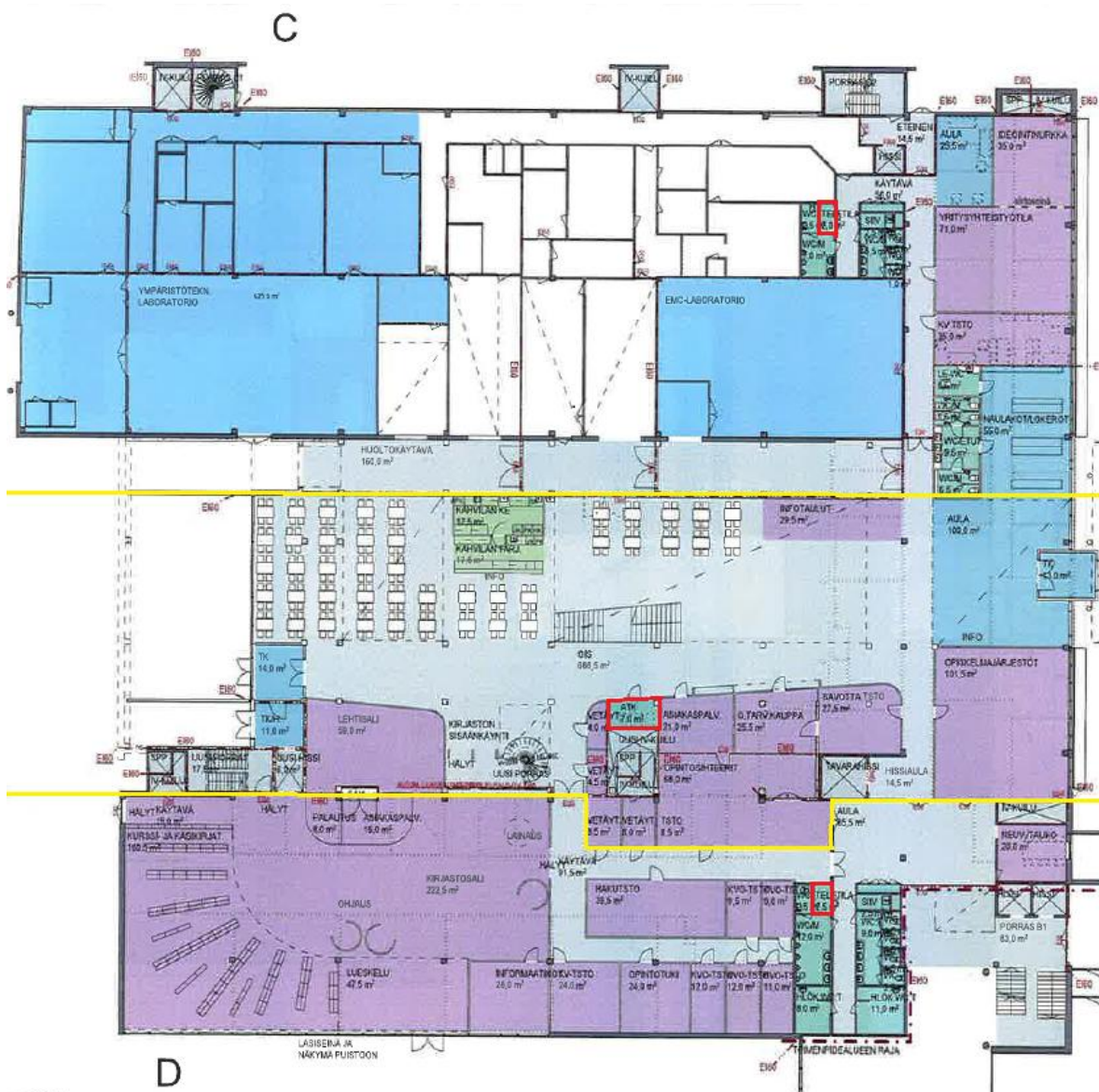
Pohjakerros koostuu suurelta osin autotalli-, varasto- ja sosiaalituloista. Näihin tiloihin ei ole tarpeellista tuoda tietoverkkoa. Kuitenkin tietoliikennehuoneen ja ATK-tilan välille asennetaan kuituyhteys, jos verkkoa halutaan joskus laajentaa tai tiloja muuttaa uuteen käyttötarkoitukseen. Tällöin voidaan tietoverkko ulottaa tarpeen mukaan koko rakennukseen lisäämällä kytkimiä sopivaan kytkentätilaan.



KUVIO 5. Pohjakerros ja verkon kytkentätilat (Qvick, 2012)

4.1.2 Ensimmäinen kerros

Ensimmäisen kerroksen pinta-alasta suurin osa on kirjaston, kahvilatilojen sekä erilaisten laboratorioiden käytössä. Kerroksessa on myös opiskelijajärjestöjen ja opintotoimiston toimistotiloja ja projektityötiloja. Kuviossa 6 on esitetty ensimmäisen kerroksen pohjakuva. ATK-tilat on rajattu punaisella viivalla ja ATK-tilojen vastuualueet keltaisella viivalla. Vastuualue jakaa kerroksen siten, että kullakin alueella on yksi ATK-tila. Tästä tilasta toteutetaan ko. alueen kytkeytminen verkkoon.



KUVIO 6. Ensimmäisen kerroksen tilat, verkkoalaitehuoneet ja vastuualuejako (Qvick, 2012)

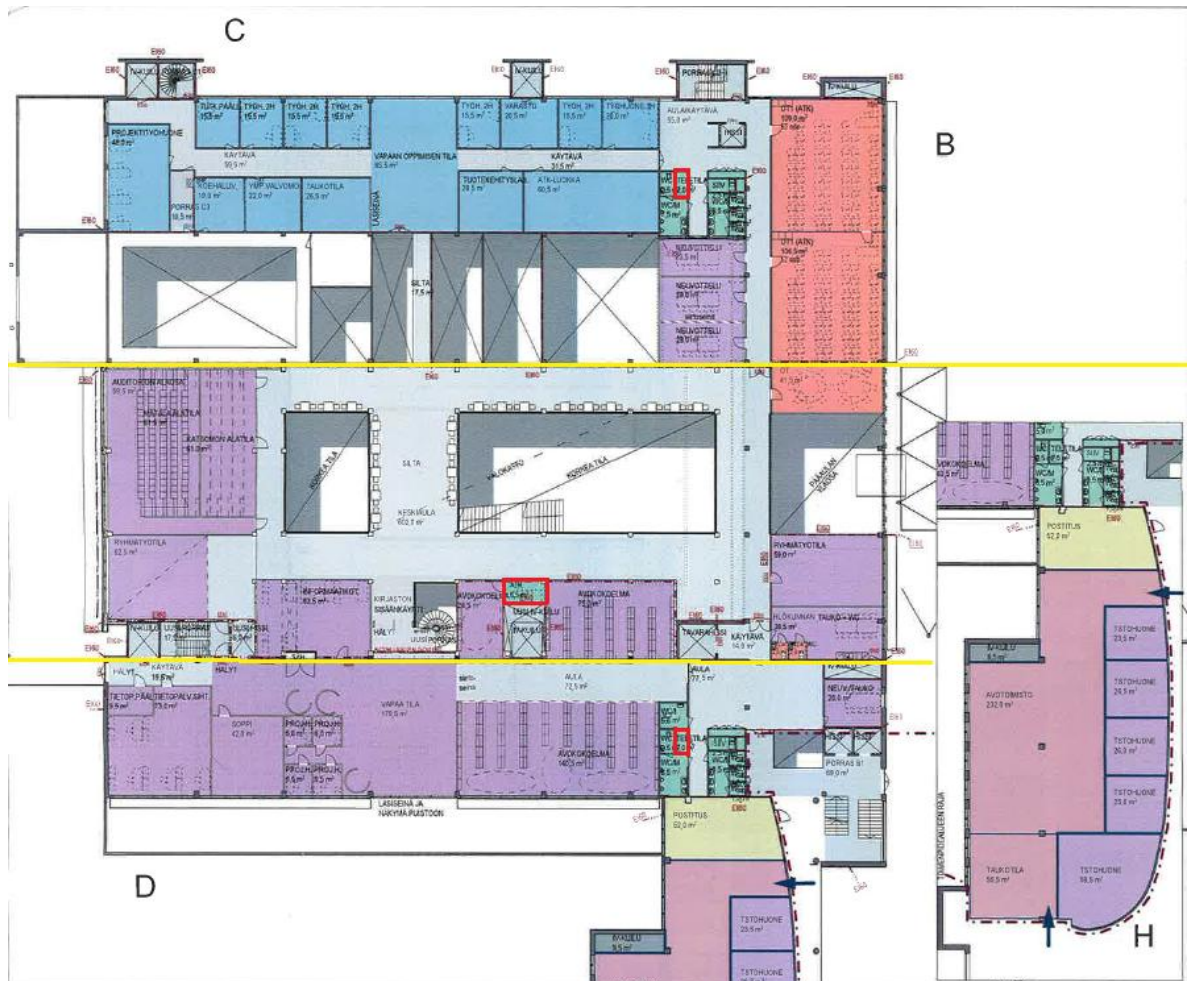
Taulukossa 1 on esitettyä kerroksen tiloihin tuotavien verkkoliitännöiden lukumäärä. Tämän lisäksi taulukkoon on merkitty, mikä vastualueen (ja ATK-tilan) piirissä kyseinen tila on. Koska kuvion 6 piirroksessa kaikkia tiloja ei ole vielä asetettu mihinkään käyttöön, tulisi näille varata tarpeellinen määrä verkkoliitännöitä, kun tilan tyyppi ja verkon tarve selviävät. Taulukossa näitä ei ole otettu huomioon. Vastuualueet on numeroitu taulukossa siten, että kuvion 6 ylin vastuualue on numero 1, keskimäinen on numero 2 ja alimmainen on numero 3. Vastaavalla tavalla jako tehdään myös muissa kerroksissa.

TAULUKKO 1. Ensimmäisen kerroksen tilojen verkkopisteet ja vastualueet

Tilan nimi	Pisteiden lkm. / tila	Tilojen lkm.	Vastuualue
Ympäristötekniikan lab.	40	1	1
EMC-laboratorio	24	1	1
Aula	8	1	1
Ideointinurkka	8	1	1
Yritysyhteistyötila	24	1	1
Kv. tsto.	8	1	1
OIS	50	1	2
Infotaulut	8	1	2
Aula	16	1	2
Opiskelijajärjestöt	24	1	2
Savotta tsto.	8	1	2
O. Tarv. Kauppa	8	1	2
Asiakaspalv.	8	1	2
Vetäytymistila	2	4	2
Opintosihteerit	24	1	2
Kurssi- ja käsikirjat	24	1	3
Lueskelu	12	1	3
Kirjastosali	30	1	3
Informaatikot	8	1	3
Kv. tsto.	4	6	3
Hakutsto.	8	1	3
Aula	16	1	3
Neuv. / Tauko	8	1	3
Kerros yhteensä	396	31	
Vastuualue 1 yhteensä	112	6	
Vastuualue 2 yhteensä	154	12	
Vastuualue 3 yhteensä	130	13	

4.1.3 Toinen kerros

Toisen kerroksen tiloissa on lisää kirjaston tiloja, sillä uusi kirjasto palvelee kahdessa kirjastossa. Tämän lisäksi kerroksessa on muutamia ATK-luokkatiloja, ryhmätyötiloja ja henkilökunnan työ- ja taukutiloja. Auditorion alaosa on myös rakennuksen toisessa kerroksessa. Kuviossa 7 on pohjakuva toisesta kerroksesta. Aiemmistä käsitellyistä kerroksista poiketen suunnitelmassa on myös tiloja Technopoliksen H-siivestä, joka sijaitsee kuvassa alimmaisena ja joka on kuviossa 7 piirretty erillisenä kokonaisuutena oikeaan alakulmaan. Nämä tilat toimivat kokonaisuudessaan henkilökunnan työtiloina. Myös nämä tilat tulee kattaa verkkosuunnitelmalla, ja ne ovat osa kerroksen vastuualue 3:n verkkoa.



KUVIO 7. Toisen kerroksen tilat, verkkolaittehuoneet ja vastuualuejako (Qvick, 2012)

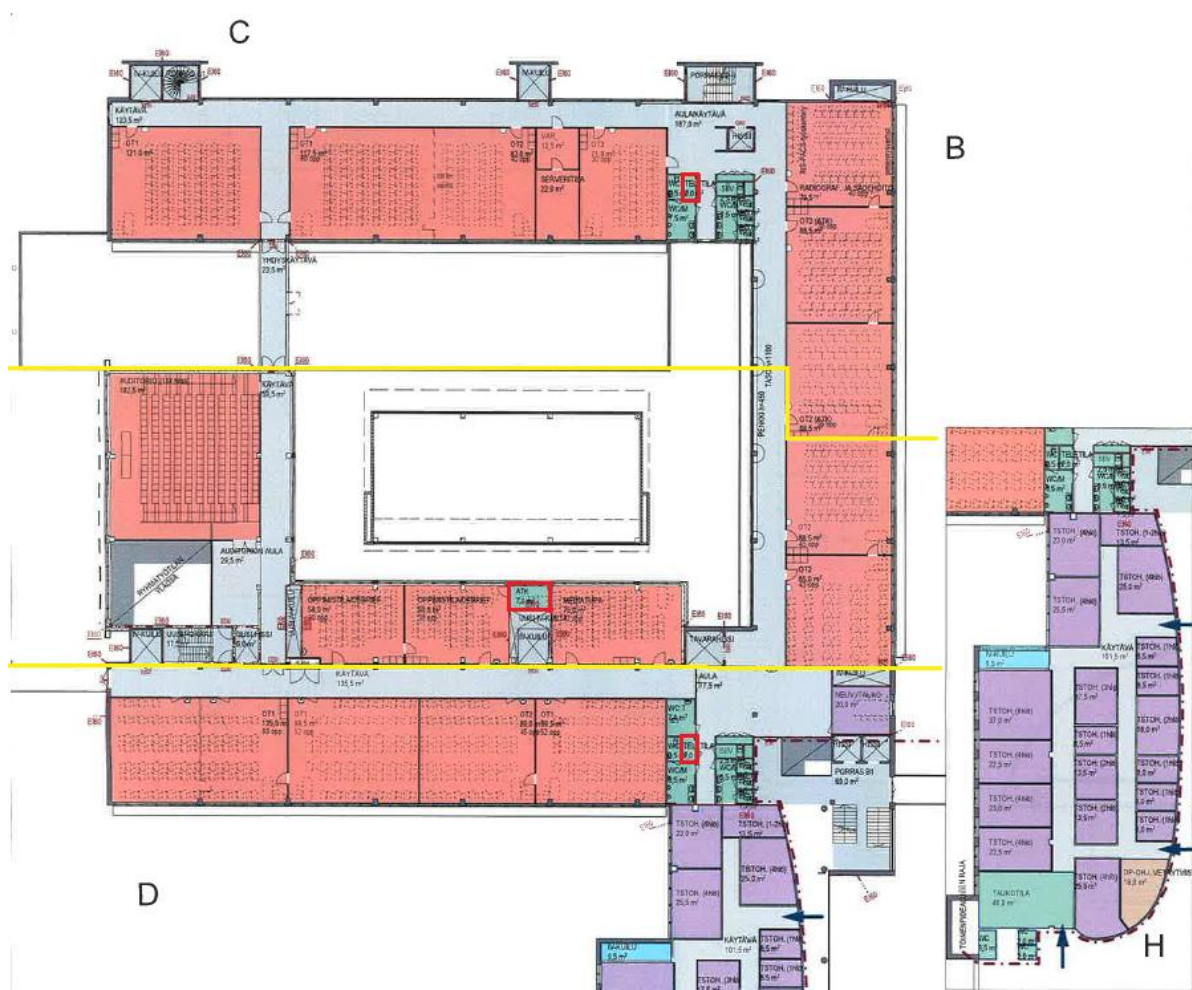
Taulukossa 2 on esitetty toisen kerroksen tiloihin tuotavien verkkopisteiden lukumäärä sekä vastualueet, joille nämä tilat kuuluvat. Taulukossa on verkkopisteiden lukumäärät jaoteltu myös vastuualueittain, mistä on hyötyä, kun verkon laitteita ja niiden lukumääriä halutaan selvittää suunnitellessa eri kerroksien verkkotiloihin tarvittavien kytkimien määrää.

TAULUKKO 2. Toisen kerroksen tilojen verkkopisteet ja vastualueet

Tilan nimi	Pisteiden lkm. / tila	Tilojen lkm.	Vastuualue
Projektityöhuone	16	1	1
Koehalliv.	4	1	1
Tutk. Pää.	2	1	1
Työh. 2h.	4	5	1
Ymp. Valvomo	8	1	1
Taukotila	6	1	1
Vapaan oppimisen tila	16	1	1
Tuotekehityslab.	8	1	1
ATK-luokka	30	1	1
Aula/Käytävä	8	1	1
Työhuone 3h	8	1	1
OT1 (ATK)	40	2	1
Auditorion alaosa	8	1	2
Ryhmätyötila	12	1	2
Informaatikot	8	1	2
Avokokoelma 26,5m ²	4	1	2
Avokokoelma 75,0m ²	8	1	2
Keskiaula	40	1	2
OT	8	1	2
Ryhmätyötila	10	1	2
Hlö. Kunnan tauko	8	1	2
Tietop. Pää.	2	1	3
Tietopalv. Siht	12	1	3
Soppi	8	1	3
Proj. Huone	2	4	3
Vapaa tila	20	1	3
Avokokoelma 140,5 m ²	12	1	3
Aula 77,5 m ²	12	1	3
Neuv./Tauko	8	1	3
Postitus	8	1	3
Avotoimisto	24	1	3
Tstohuone	4	4	3
Tstohuone 59,5m ²	8	1	3
Taukotila	8	1	3
Kerros yhteensä	458	45	
Vastuualue 1 yhteensä	206	17	
Vastuualue 2 yhteensä	106	9	
Vastuualue 3 yhteensä	146	19	

4.1.4 Kolmas Kerros

Kolmannen kerroksen tiloista valtaosa on luokkahuonekäytössä. Näistä valtaosa on ATK-luokkia, joten kerrokseen tarvitaan paljon verkkopisteitä. Kerroksessa on lisäksi auditorion yläosa, joten on varmistettava, että siellä olevalle esitysteknillisille laitteistolle on saatavilla riittävästi tietoverkkoa. Kerroksen keskialueella on tyhjä osa, sillä toisen kerroksen keskiaula on korkea tila ja se kohoaa koko rakennuksen korkeudelle. Kuten toisessa kerroksessa, myös kolmannessa kerroksessa on tiloja H-siivessä. H-siiven tilat ovat henkilökunnan toimisto- ja taukotiloja. Kuviossa 8 on esitettyä kolmannen kerroksen pohjakuva, verkkolaitetilat ja vastuualuejako.



KUVIO 8. kolmannen kerroksen tilat, verkkolaitetilat ja vastuualuejako (Qvick, 2012)

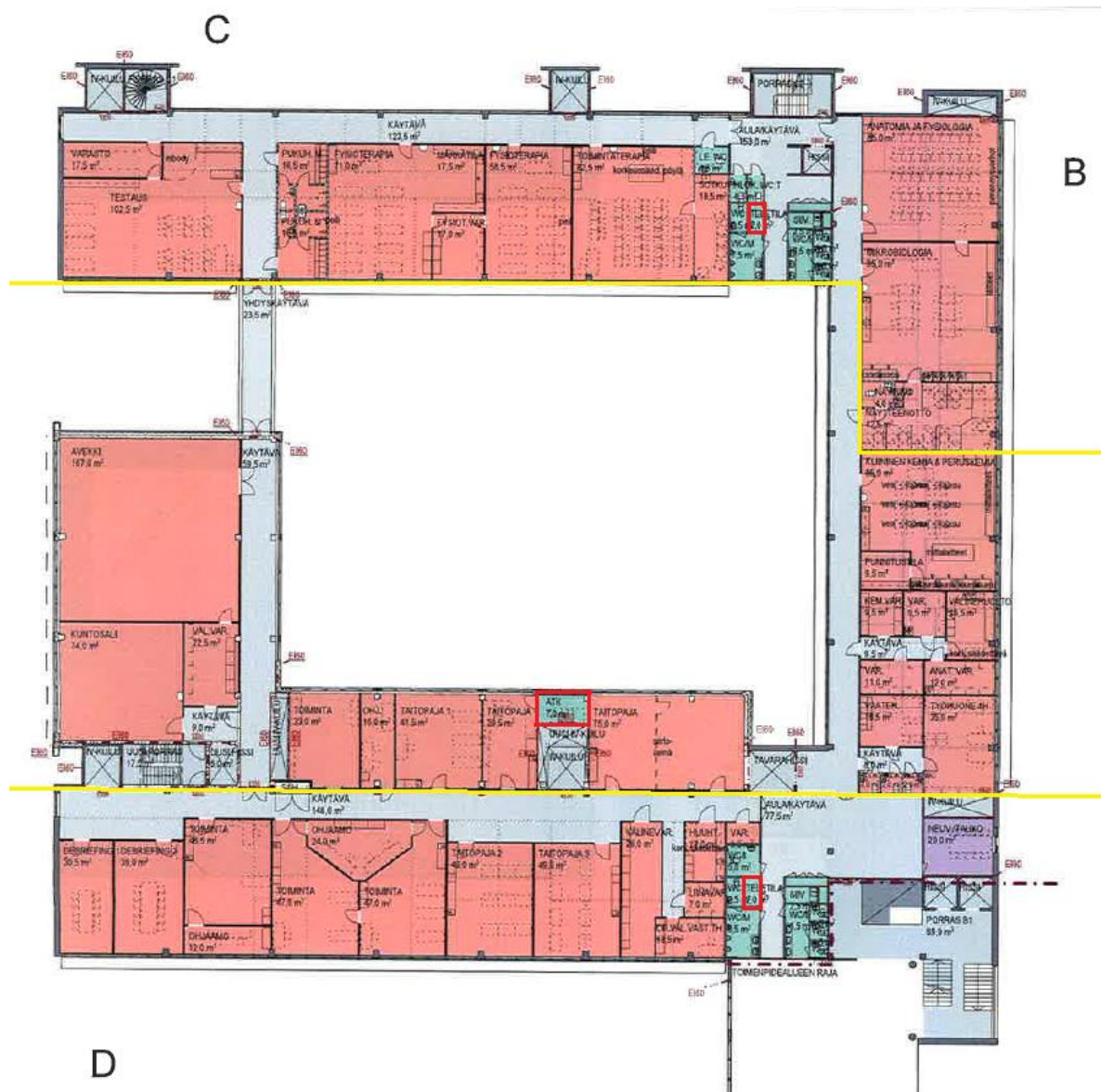
Taulukossa 3 on esitettyä kolmannen kerroksen tiloihin tuotavien verkkopisteiden lukumäärä sekä vastuualueet, joille nämä tilat kuuluvat.

TAULUKKO 3. Kolmannen kerroksen tilojen verkkopisteet ja vastualueet

Tilan nimi	Pisteiden lkm. / tila	Tilojen lkm.	Vastuualue
OT1	40	2	1
OT2	32	3	1
Serveritila	12	1	1
OT3	32	1	1
Aula / Käytävä	12	1	1
Radiograf. ja sädehoito	24	1	1
Auditorio	12	1	2
Auditorion aula	8	1	2
Oppimistila / Debrief	24	2	2
Mediatupa	24	1	2
OT2	40	2	2
OT1	40	3	3
OT2	40	1	3
Aula	12	1	3
Neuv. /Tauko	8	1	3
Tstoh. (4 hlö)	4	7	3
Tstoh. (3 hlö)	4	1	3
Tstoh. (2 hlö)	2	3	3
Tstoh. (1 hlö)	2	3	3
Tstoh. (1-2 hlö)	2	1	3
Tstoh. (6 hlö)	6	1	3
Taukotila	8	1	3
Op-ohj. Vetäytymis	4	1	3
Kerros yhteensä	672		
Vastuualue 1 yhteensä	256	9	
Vastuualue 2 yhteensä	172	7	
Vastuualue 3 yhteensä	244	24	

4.1.5 Neljäs Kerros

Neljännän kerroksen tilat ovat pääasiassa opetuskäytössä. Valtaosa tiloista on terveydenhuoltoalan käytössä. Lisäksi kerroksessa ovat kuntosali ja Avekki-tila, joka on liikuntatila. Kuviossa 9 on esitetty neljännän kerroksen pohjakuva, verkkolaitetilat ja vastuualuejako.



KUVIO 9. Neljännän kerroksen tilat, verkkolaittehuoneet ja vastuualuejako (Qvick, 2012)

Taulukossa 4 on esitetty neljännän kerroksen tiloihin tuotavien verkkopisteiden lukumäärä sekä vastuualueet, joille nämä ko. tilat kuuluvat. Aiemmistä kahdesta kerrasta poiketen ei H-siivessä ole Savonian tiloja neljännässä kerroksessa, mikä pienentää verkkopisteiden tarvittavaa määrää kerroksen vastuualueella 3.

TAULUKKO 4. Neljännen kerroksen tilojen verkkopisteet ja vastualueet

Tilan nimi	Pisteiden lkm. / tila	Tilojen lkm.	Vastuualue
Testaus	40	1	1
Fysioterapia 71,0 m ²	24	1	1
Fysioterapia 58,5 m ²	20	1	1
Toimintaterapia	30	1	1
Sotkut	4	1	1
Aula / käytävä	12	1	1
Anatomia ja fysiologia	30	1	1
Mikrobiologia	32	1	1
Näytteenotto	16	1	1
Avekki	24	1	2
Kuntosali	20	1	2
Toimintaterapia	10	1	2
Ohj.	4	1	2
Taitopaja 1	12	1	2
Taitopaja 26,5 m ²	10	1	2
Taitopaja 75,0 m ²	24	1	2
Kliininen kemia & ...	30	1	2
Punnitustila	2	1	2
Työhuone 4h	8	1	2
Debriefing 1	10	1	3
Debriefing 2	10	1	3
Toiminta	12	3	3
Ohjaamo 24,0 m ²	8	1	3
Ohjaamo 12,0 m ²	4	1	3
Taitopaja 2	12	1	3
Taitopaja 3	12	1	3
Neuv. / Tauko	8	1	3
Kerros yhteensä	452		
Vastuualue 1 yhteensä	208	9	
Vastuualue 2 yhteensä	144	10	
Vastuualue 3 yhteensä	100	10	

TAULUKKO 5. Viidennen kerroksen tilojen verkkopisteet ja vastualueet

Tilan nimi	Pisteiden lkm. / tila	Tilojen lkm.	Vastuualue
Taukotila	10	1	1
Vetäyt.	2	1	1
Toimisto 5 hlö	8	2	1
Toimisto 3 hlö	4	1	1
Toimisto 4 hlö	6	1	1
Toimisto 1-2 hlö	2	1	1
Toimisto 1 hlö	2	1	1
Toimisto 1-2 hlö	2	2	2
Toimisto 1 hlö	2	3	2
Toimisto/Vetäyt.	1	2	2
Neuvottelu	8	1	2
Aula	12	1	2
Var./Monistus	8	1	2
Kerros yhteensä	82	18	
Vastuualue 1 yhteensä	42	8	
Vastuualue 2 yhteensä	40	10	

4.2 Verkon laitteisto

4.2.1 Cisco Catalyst 6509-E

Cisco Catalyst 6509-E on kytkin, joka on tarkoitettu erityisesti datakeskusten käyttöön. Pelkässä kytkinrungossa ei ole ollenkaan verkkoportteja, vaan runko tarjoaa edellytykset tarvittavien korttien asentamiseen. Kytkinrungon ominaisuuksia ovat mm. kaksi kappaletta redundanttisia virtalähteitä, jotka osaavat jakaa sähkötehoorman ja tarvittaessa hoitavat koko kytkimen virransaannista, mikäli toinen virtalähde vioittuu, sekä 9 korttimoduulipaikkaa, johon tarvittavia toimintoja voidaan helposti asentaa kortteina. Cisco Catalyst 6509-E -kytkimiä tarvitaan Savonian järjestelmään yhteensä kaksi kappaletta. (Cisco Systems Inc. 2013., 1 – 6.)

Savonian Catalyst 6509-E -kytkinten päätehtävä on toteuttaa koko verkon reititys muodostamalla niistä VSS (Virtual Switching System)-kokonaisuus. Tätä tarkoitusta varten kytkimiin asennetaan Virtual Switching Supervisor Engine 720 10G, jonka avulla em. järjestelmän rakentaminen on mahdollista. Catalyst 6509-E kytkin mahdollistaa 720 Gbps:n kytkentänopeuden (VSS-järjestelmässä 1.44 Tbps). VSS:stä lisää kappaleessa 5. (Cisco Systems Inc. b, 1 – 7.)

Virtual Switching Supervisor Engine 720 10G:n lisäksi 6509-E -kytkimiin tarvitaan kuituportteja, joilla verkko jaetaan datakeskuksesta ylempiin kerroksiin sekä muihin toimipisteisiin. Koska yhteysnopeudet halutaan myös nostaa 10 gigatavuun sekunnissa paitsi VSS-kytkinten, myös kerrosten ja datakeskuksen välillä sekä datakeskuksen ja muiden Savonian toimipisteiden välillä, tarvitaan VSS-kytkimiin 10 gigatavun portteja. Molempiin Catalyst 6509-kytkimiin on hankittava kaksi kappaletta Cisco WS-X6724-SFP –kortteja, jotka ovat 24-porttisia 10 gigatavun SFP-kuitukortteja.

Datakeskuksen palvelimia varten myös vanhat kuparikortit tulee päivittää 10 gigatavun liikennöintiin kykeneviksi. Tähän tarkoitukseen hankitaan molempiin kytkimiin Cisco WS-X6748-GE-TX -kortteja, joissa on 48 kappaletta kupariportteja, joiden nopeudeksi saadaan jopa 40 gigatavua sekunnissa. Näiden lisäksi VSS-systeemin rakentamiseksi tarvitaan molempiin kytkimiin 10 gigatavun kuituportteja, joissa on tuki VSS-tekniikalle. Cisco WS-X6708-10GE-3C -kortteja hankitaan yksi molempiin Catalyst 6509 -kytkimiin.

Yhteensä Catalyst 6509-E -kokoonpanoja on siis kaksi, ja ne ovat tässä tapauksessa identtisiä. Molemmista on

- 6509-E runko
- Virtual Switching Supervisor Engine 720 10G
- 2 kpl Cisco WS-X6724-SFP -kortti
- 1 kpl WS-X6708-10GE-3c -kortti
- 1 kpl WS-X6748-GE-Tx -kortti.

Tällaisella kokoonpanolla mahdollistetaan paitsi VSS:n toiminta, myös liitäntöjen riittäminen Savonian verkolle ja datakeskuksen palvelimille.

4.2.2 Cisco Nexus 5000

Cisco Nexus 5000 on erityisesti datakeskuksille ja palvelinsalikäyttöön tarkoitettu kytkinsarja. Kytkintyyppisiä sarjassa on kolme ja niiden kytkentänopeudet vaihtelevat 960 gigatavusta sekunnissa 1920 gigatavuun sekunnissa. Verrattain korkeat nopeudet antavat parhaan hyödyn juuri palvelinkäytössä, sillä niiden kuormitus saattaa olla ajoittain suurta. Kaikissa Nexus 5000 -sarjan kytkimissä on kiinteitä portteja. Kaikissa koteloissa on myös yksi tai useampia laajennusmoduulipaikkoja. Malleittain kiinteitä portteja on 32 tai 48 ja laajennusmoduulipaikkoja 1 tai 3. Laajennusmoduuleihin kytkettyjen porttien suurin määrä on 16, jolloin täyteen laajennetussa Nexus 5000 -sarjan kytkimessä on joko 48 tai 96 porttia. (Cisco Systems Inc. c., 137 – 145.)

4.2.3 Cisco Nexus 2000

Cisco Nexus 2000 -sarja, kuten myös Nexus 5000 -sarja, on tarkoitettu nimenomaan palvelinten kytkemiseksi tietoverkkoon. Erikoista Nexus 2000 -sarjan kytkimissä on se, että ne käyttäytyvät kuin ne olisivat Nexus 5000 - tai Nexus 7000 -sarjan kytkinten lisäkortteja. Tämä vaatii tietysti, että em. sarjojen kytkimiä käytetään yhdessä 2000 -sarjan kytkinten kanssa. Merkittävä etu on myös se, että kun esimerkiksi Nexus 5000- ja 2000 -sarjan kytkimistä rakennetaan verkkosegmentti, koko segmenttiä voidaan hallinnoida yhdestä kohdasta, tässä tapauksessa siis Nexus 5000-sarjan kytkimeltä. Nexus 2000- sarjan kytkimiä on saatavilla 24- ja 48-porttisina malleina. Välitysnopeus on mallista riippuen joko 88 gigatavua sekunnissa tai 176 gigatavua sekunnissa. Laajennuspaikkoja Nexus 2000 -kytkimissä ei ole. (Cisco Systems Inc. c., 249 – 256.)

Savonian datakeskukselle rakennetaan Nexus-verkkosegmentti datakeskuksen palvelinten käyttöön. Segmentti muodostetaan siten että kaksi Nexus 5000- sarjan kytkintä toimii segmenttien pääkytki-

minä ja hallinnoi kahta Nexus 2000- sarjan kytkintä. Tarvitaan siis kaksi Cisco Nexus 5548UP – kytkintä ja kaksi Cisco Nexus 2248TP –kytkintä.

4.2.4 Cisco Catalyst 4506-E

Cisco Catalyst 4506-E on korttimoduulikytkin, jolle on useita käyttökohteita. Savonian verkossa nämä toimivat hierarkiamallin jakelutasolla, jossa varmistetaan siis verkon redundanttisuus ja kytkennät edelleen yhteystasolle. Kuten Catalyst 6509-E, myös 4506-E on kytkinrunko, johon voidaan asentaa lukuisia eri tyyppisiä kytkentäkortteja, joilla verkko voidaan toteuttaa. Korttimoduulipaikkoja on yhteensä kuusi kappaletta, joista yhteen voidaan kytkeä kuormanjakokortti ja viiteen muuhun linjakortit, joilla kytkimestä jaetaan verkko edelleen muualle. (Cisco Systems Inc. 2013., 1 – 7.)

Kytkimen kuormanjakokorttina on Cisco Series 4500 Supervisor 6-E, joka asennettuna 4506-E- runkoon mahdollistaa kytkentänopeuden 24 gigatavu sekunnissa jokaiselle kytkimen korttipaikalle. Koska verkko jaetaan edelleen kuituyhteyksillä yhteystasolle, tarvitaan lisäksi kuituportteja. Cisco Catalyst WS-X4624-SFP-E -kortissa on 24 kappaletta kuituportteja, joten tällaisia tarvitaan jokaiseen 4506-E-kytkimeen yksi kappale. (Cisco Systems Inc. 2013., 1 – 7.)

Edellä esiteltyjä Cisco Catalyst 4506-E -kokoonpanoja on Savonian verkossa yhteensä viisi: yksi jokaisessa kerroksessa pois lukien pohjakerros. Catalyst 4506-E –kokoonpanot ovat identtisiä ja koostuvat siis seuraavista komponenteista: (Cisco Systems Inc. 2013., 1 – 7.)

- Cisco Catalyst 4506-E –runko
- Cisco Series 4500 Supervisor 6-E
- 1 kpl Cisco Catalyst WS-X4624-SFP-E -kuitukortti.

4.2.5 Cisco Catalyst 2960S ja FlexStack

Yhteystason kytkiminä käytetään Cisco Catalyst 2960S -kytkimiä. Catalyst 2960S on suunniteltu erityisesti yhteystasolle. Kytkimiä on saatavilla monissa erilaisissa koteloissa aina 8 porttisista 52 porttisiin. Joissain kytkimen versioissa, kuten Cisco Catalyst 2960S-48FPD-L, on PoE-tuki, jolloin virta saadaan tuotua päätelaitteelle verkkojohdossa esimerkiksi tukiaseman käyttöön. Catalyst 2960S -kytkimiä voidaan pinota FlexStack-tekniikalla, jolloin muodostetaan kokonaisuus, jota voidaan hallita yhtenä kokonaisuutena. Pinossa olevien kytkinten välillä on nopeudeltaan 10 gigatavua sekunnissa oleva yhteys. Pinon muodostamiseksi tarvitaan erillinen FlexStack-moduuli sekä tarpeen mukaan FlexStack-johtoja. (Cisco Systems Inc. a., 1 – 13.)

Hyötynä pinoamisessa kytkinten hallittavuuden parantamisen lisäksi myös se, että uusien kytkinten lisääminen pinoon on vaivatonta. Pino osaa säilyttää kytkimen konfiguraation, joten jos siihen lisätään kytkimiä, ei konfiguraatioiden varmuuskopioinnista tarvitse kantaa huolta, sillä uuteen kytkimeen latautuu automaattisesti pinon käyttämä konfiguraatio, kun kytkin asetetaan toimimaan osana pinoa. Pinoon voidaan asentaa yhteensä 4 kytkintä, jolloin käytettäessä 52-porttisia kytkimiä saadaan yhteen kokonaisuuteen 208 porttia, joista 192 on 1 gigatavun kupariportteja ja 16 SFP+ -

portteja, joihin voidaan asentaa 10 gigatavun kuitumoduuli tai 1 gigatavun kuparimoduuli. (Cisco Systems Inc. a, 1 – 13.)

Tyypillisessä FlexStack-pinossa kytkimistä on yksi FlexStack-johto aina pinon seuraavaan jäseneen. Vaihtoehtoisesti pino voidaan rakentaa toimimaan redundantisesti, jolloin jokaisesta kytkimestä on kaksi johtoa pinon naapurikytkimiin. Mahdollisissa kytkimen vikatilanteissa pinon toiminta ei redundantisessa kytkennässä häiriinny viallista laitetta lukuunottamatta. (Cisco Systems Inc. a, 1 – 13.)

4.3 Laitteiden sijoittelu

4.3.1 Tietoliikennehuone ja datakeskus

Tietoliikennehuoneen ja datakeskuksen voidaan katsoa sijaitsevan uudessa verkossa samassa paikassa, sillä ne sijaitsevat Technopoliksen rakennuksen pohjakerroksessa vierekkäisissä huoneissa. Datakeskuksessa ovat kaikki palvelimet ja tietoverkon ydin sijaitsee vastaavasti tietoliikennehuoneessa. Tietoliikennehuoneeseen asennetaan sekä Catalyst 6509-E -kytkimet että Nexus 5000 – ja Nexus 2000 –sarjan kytkimet.

4.3.2 Kerrosjakamot

Jokaiseen kerrosjakamoon sijoitetaan Cisco Catalyst 4506E, joka on kuusimoduulipaikkainen jakelutason kytkin. Lisäksi on huomattava, että kerrosjakamot toimivat myös ristikytkentätiloina kerroksissa (kappaleessa 4.1 esiteltiin kerrosten pohjakuvat, joissa kerrosjakamo toimi myös vastuualue 2:n kytkentätilana), joten osa yhteystason Catalyst 2960S -kytkimistä sijaitsee kerrosjakamoissa.

4.3.3 ATK-tilat

ATK-tiloihin sijoitetaan yhteystason kytkimet eli Cisco Catalyst 2960S -mallit. Kytkimet asetetaan toimimaan pinona FlexStackin avulla. Koska kerrosjakamot ovat myös kytkentätiloja, osa näistä pinoista toimii kerrosjakamoissa. Taulukossa 6 on esitetty eri kytkentätiloihin sijoitettavien Catalyst 2960S -kytkinten lukumäärä. Yhteensä näitä tarvitaan rakennuksen verkon toteuttamiseen tarvitaan 51 kappaletta.

TAULUKKO 6. Catalyst 2960S-kytkinten lukumäärät eri kytkentätiloissa

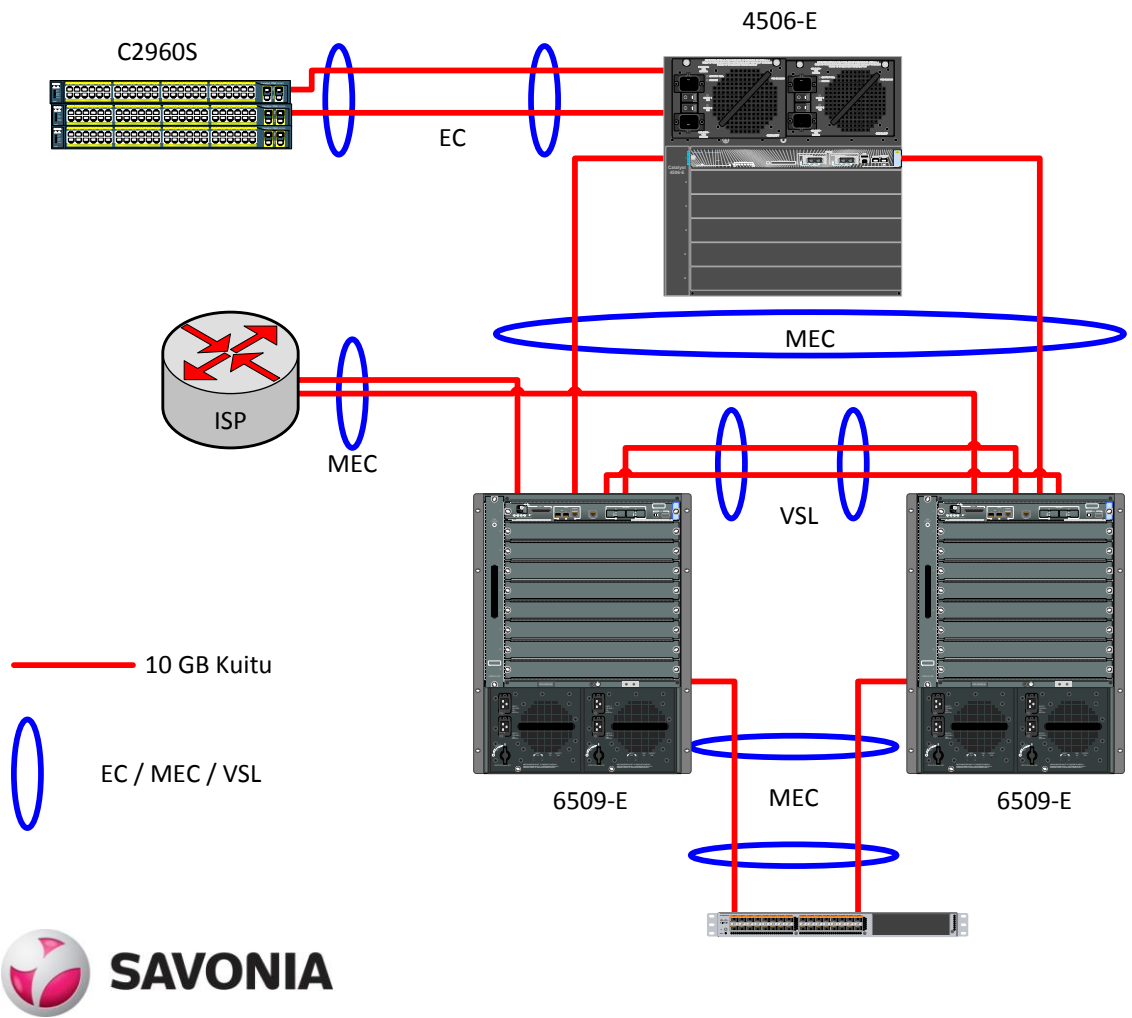
Kerros	Kytkentätila 1	Kytkentätila 2	Kytkentätila 3
Pohjakerros	0	0	0
1. Kerros	3	4	3
2. Kerros	4	3	4
3. Kerros	6	4	6
4. Kerros	5	4	3
5. Kerros	1	1	0
Rakennus yhteensä	51		

4.4 Verkon looginen rakenne

Datakeskuksesta jaetaan verkkoa ylempiin kerroksiin, jolloin kampusmallin mukaisesti voidaan katsoa kerrosjakamoiden toimivan verkon jakelutasona. Kerrosjakamot sijaitsevat joka kerroksessa lähes tulkoon samalla kohtaa ATK-tiloissa, joka on suoraan datakeskuksen yläpuolella pois lukien 5. kerros. Kaapelointi datakeskuksen ja jakelukerroksen kytkinten välillä toteutetaan ilmanvaihtokanavaa hyväksi käyttäen, joka on suoraan näiden tilojen vieressä. Yhteyskerroksen kytkimet sijaitsevat eri puolilla rakennusta kytkentähuoneissa. Yhteydet näihin tiloihin muodostetaan kerroksen kerrosjakamosta.

Kaikki kaapelointi datakeskuksen, kerrosjakamoiden ja yhteyskerrosten kytkinten välillä toteutetaan monimuotokuidulla. Lisäksi datakeskuksen ja kerrosjakamoiden jakelukytkinten välille verkkoon rakennetaan 2 x 10 Gb Etherchannel-yhteys, jolloin jokaista talon kerrosta varten tarvitaan kaksi kuituyhteyttä. Myös jakelutason 2960S-kytkimille menevät yhteydet toteutetaan 2 x 10 Gb Etherchannel-yhteydellä. Näiden lisäksi voidaan tarpeen mukaan lisätä varayhteyksiä eri tilojen välille.

Kuviossa 11 on esitettyä verkon rakenne erityisesti verkon ytimen ja jakelutason osalta. Kaksi Catalyst 6509-E – kytkintä muodostavat verkon ytimen, josta verkko jaetaan kerroksiin 4506-E kytkimille sekä edelleen Catalyst 2960S- kytkinpinnoille. Catalyst 6509-E välillä on VSL (Virtual Switch Link) – yhteys, jolla VSS-kytkinkokonaisuus hoitaa verkon reitityksen ja järjestelmän ohjauksen. MEC (Multichassis EtherChannel) – yhteyksillä verkko jaetaan sekä jakelutason Catalyst 4506-E – kytkimille että myös operaattorille. EC (EtherChannel) -tyyppinen yhteys kerrosjakamon Catalyst 4506-E:n ja pääsytason Catalyst 2960S- kytkinpinon välillä tuo verkon ristikytkentätilaan, josta verkko jaetaan päätelaitteille. Täydellinen verkkokuva on työn liitteessä 1.



KUVIO 11. Verkon rakenne ja käytetyt yhteystekniikat

5 DATAKESKUKSEN VIRTUAALIKYTKENTÄTEKNIikka

5.1 EtherChannel (EC) ja Multichassis EtherChannel (MEC)

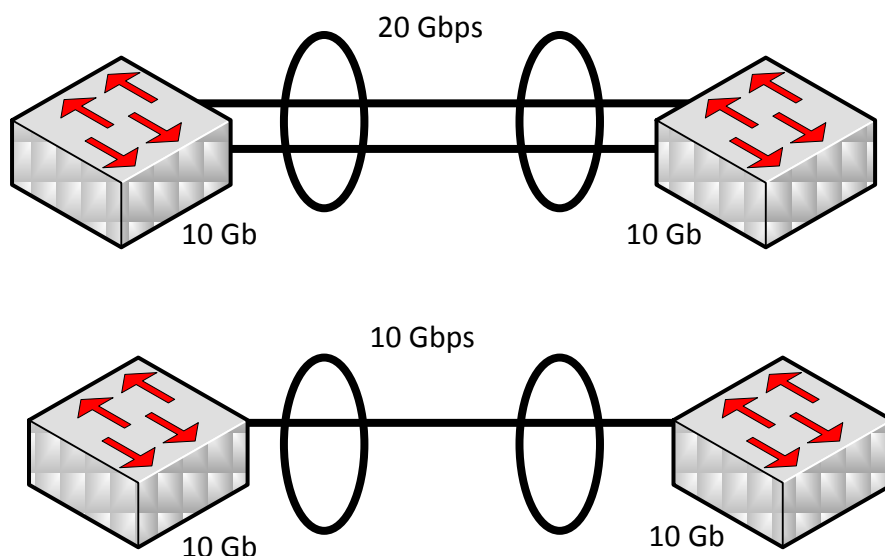
Etherchannel on linkkien yhdistämistekniikka, jolla Ethernet-yhteyksiä voidaan yhdistää loogisesti yhtenä linkkinä toimivaksi nipuksi. Tällöin tuloksena on yksi looginen yhteyskokonaisuus, jonka kaistanleveys on yhtä suuri kuin yhdistettyjen fyysisten linkkien kaistanleveyksien summa. Näin esimerkiksi yhdistämällä 4 kappaletta yhden gigatavun yhteyksiä saadaan tuloksena 4 gigatavun kaistanleveyden omaava yhteys. (Wikimedia Foundation 2013b.)

Suurin etu Etherchannelin käyttämisessä on sen vikasietoisuus. Jos yhdistetyn nipun yksi Ethernet-yhteys syystä tai toisesta katkeaa, se ei vaikuta liikenteen toimivuuteen muutoin, kuin että sen tarjoama kaistanleveys ei ole Etherchannel-linkin käytössä. Kun viallinen Ethernet-yhteys palautuu tai palautetaan jälleen toimivaksi, se liittyy automaattisesti osaksi vanhaa Etherchannelia ja sen kaistanleveys on jälleen Etherchannel-linkin käytössä. Etherchannel voidaan toteuttaa käyttäen mitä tahansa Ethernet-yhteyksiä. (Wikimedia Foundation 2013b.)

Etherchannelissa on tiettyjä rajoituksia; ensinnäkin se toimii vain Ciscon laitteiden välillä. Etherchanneling yhteydenmuodostamiseen ja hallintaan käyttämä protokolla on PagP (Port Aggregation Protocol) ja se toimii ainoastaan Ciscon laitteilla. Etherchannelia vastaava protokolla LACP (Link Aggregation Control Protocol) on sitä vastoin avoin standardi, jota voidaan käyttää muiden valmistajien laitteiden kanssa. Toinen rajoitus Etherchannelin käyttöön on se, että kaikkien linkin yhdessä päässä olevien fyysisten yhteyksien tulee sijaita samalla kytkimellä. Tästä on poikkeustapauksena MultiChassis Etherchannel, missä tätä rajoitusta ei ole. Lisäksi yhdessä Etherchannel-yhteydessä voi olla yhdistettynä enintään 8 Ethernet-yhteyttä. (Wikimedia Foundation 2013b.)

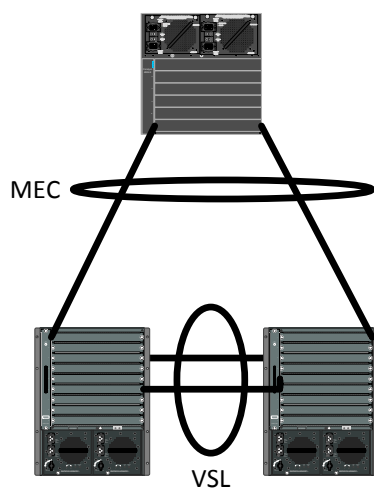
Etherchannel voidaan muodostaa kahdella eri tapaa. Kytkimille voidaan määritellä portit, joista Etherchannel halutaan muodostaa ja syötetään Etherchannelin ominaisuudet kytkimeen. Vaihtoehtoisesti voidaan antaa Etherchannelin käyttämän PagP – protokollan neuvotella kanavan ominaisuudet ja muodostaa yhteys. Etherchannelin konfiguroinnista lisää kappaleessa 6. (Wikimedia Foundation 2013b.)

Kuviossa 12 on esitettyä Etherchannelin toiminta, sekä tilanne jossa yksi Etherchannelin osayhteyksistä katkeaa. Normaalitytilassa kuvan Etherchannel-linkki toimii 20 Gbps. Mikäli toinen yhteyksistä katkeaa, liikenne kytkinten välillä ei katkea kokonaan vaan jatkuu alennetulla kaistanleveydellä 10 Gbps, mikä on sama kuin jäljelle jääneen toimivan Ethernet-yhteyden kaistanleveys. Kuvassa kaikkien kytkinten portit ovat 10 Gb portteja.



KUVIO 12. Etherchannel ja toiminta vikatilanteessa

Multichassis Etherchannel (MEC) on Etherchannel-toteutuksen erikoistapaus. Se kiertää Etherchannelin rajoituksen, että Etherchannel-yhteys voidaan toteuttaa vain kahden laitteen välille. Multichassis Etherchannelin käyttöä rajoittaa se, että sitä tukevat vain Cisco Catalyst 3750 -kytkin sekä Cisco Catalyst 6500- ja Cisco Nexus -sarjan kytkimet. Toteutettaessa Multichassis Etherchannelia Catalyst 6500 -kytkimillä, tulee lisäksi VSS:n olla aktiivinen. Kuviossa 13 on muodostettu Multichassis Etherchannel -yhteys Cisco Catalyst 4506-E:n ja Cisco Catalyst 6509-E:n välille. Catalyst 6500-kytkinten välinen yhteys on Virtual Switch Link (VSL), joka on erikoistapaus Etherchannelista. (Cisco Systems Inc. d., 14 – 16.)



KUVIO 13. Multichassis Etherchannel VSS-kytkennässä

5.2 Cisco Nonstop Forwarding (NSF) ja Cisco Stateful Switchover (SSO)

Cisco Nonstop Forwarding (NSF) ja Stateful Switchover (SSO) ovat tekniikoita, joilla verkon liikenteen reitittäminen pyritään pitämään käynnissä, kun reititysprosessi tai reitittävä laite vaihtuvat järjestelmässä. Palautuminen esimerkiksi jonkin reitittävän laitteen uudelleenkäynnistymisestä normaaliin verkon reitittämiseen on nopeampaa NSF- ja SSO-tekniikoiden avulla. NSF ja SSO ovat riippuvaisia toisistaan, ja ne toimivat aina yhdessä. NSF ja SSO tukevat useimpia tyyppisiä reititysprotokollia. (Cisco Systems Inc. 2012. 3 – 9.)

NSF:n ja SSO:n toiminta perustuu siihen, että ne tarkkailevat kytkimen reititysprosessoreja. Mikäli aktiivinen reititysprossori ei toimi, siirretään vastuu reitittämisestä varalla olevalle prosessorille. Näin reitityksen vikatilanteista selvittää mahdollisimman pienellä viivellä ja liikenteen katkeamisella. VSS-järjestelmä käyttää hyväkseen NSF- ja SSO-tekniikoita siten, että järjestelmän toisen kytkimen taustaväyläohjain toimii aktiivisena reititysprossorina ja toisen kytkimen vastaavasti varalla olevana. (Cisco Systems Inc. 2012. 3 – 9.)

5.3 Virtual Switching System (VSS 1440)

Virtual Switching System (VSS) yhdistää kaksi Cisco Catalyst 6500 –sarjan kytkintä yhdeksi reitittäväksi virtuaalikytkimeksi. Laitetekonaisuuden virtuaaliominaisuudet tulevat esiin mm. siten, että kokonaisuutta hallitaan yhdestä hallintapisteestä ja verkolla on vain yksi yhdyskäytäväosoite, jonne liikenne ohjataan haluttaessa liikennöidä Savonian verkon ulkopuolisten osapuolien kanssa tai muissa VLAN:eissa toimivien osapuolien kanssa. (Cisco Systems Inc. d. 1 – 11.)

Virtual Switching System on yksinomaan Ciscon Catalyst 6500 -sarjan kytkinten ominaisuus. Catalyst 6500 -sarjaa on saatavilla eri koteloissa ja ne kaikki tukevat VSS:ää. Kuitenkin VSS:ää (ja koko kytkimen toimintaa varten) tarvitaan taustaväylän ohjainkortit, jotka tukevat VSS:ää. Käytössä on molemmissa kytkimissä Virtual Switching Supervisor 720-10G-3C, jolla saadaan molempiin kytkimiin 720 Gbps väylänopeus. Tästä johtuu myös kytkentätekniikan lyhenne VSS 1440, joka viittaa järjestelmän kokonaisväylänopeuteen, joka on 1440 Gbps tai 1,44 Tbps. Näin siis VSS:n mahdollistama välitysnopeus on kaksinkertainen verrattuna yksittäiseen Catalyst 6500 -kytkimeen. Taustaväyläohjainkorttien lisäksi kytkimiin on oltava tarvittavat linjakortit, joissa on kytkentään tarvittavat kuituportit. Laitteiden lisäksi kytkentään tarvitaan myös sopivaa valokuitua. (Cisco Systems Inc. d. 1 – 11.)

Virtual Switching Systemin kytkentä käyttää Virtual Switch Link (VSL) -yhteyttä kytkinten toiminnan ohjaamiseen sekä liikennedatan välitykseen. Ohjausdata käsitellään VSL:ssä muuta liikennettä suuremmalla prioriteetilla. VSL yhteyttä suunniteltaessa on suositeltavaa, että se muodostetaan parillisesta määrästä fyysisiä yhteyksiä. Lisäksi VSL tukee vain 10 gigatavun yhteyksiä, joten molemmilla kytkimillä tulisi olla saatavilla tarvittava määrä 10 gigatavun portteja. Kuten Multichassis Etherchannel, myös Virtual Switch Link on erikoistapaus Etherchannelista. VSL-yhteys rakennetaan siten, että ensin luodaan Etherchannel-yhteys pohjalle, minkä lisäksi molemmille kytkimille konfiguroidaan NSF-

ja SSO-tekniikat käyttöön sekä luodaan virtuaalikytkentäinstassi ja –toimialue, joihin molemmat kytkimet asetetaan kuuluviksi. (Cisco Systems Inc. d. 1 – 11.)

VSS-järjestelmän ollessa toiminnassa toisen kytkimen taustaväyläohjain on aktiivitulassa ja vastaa liikenteen ohjaamisesta ulos järjestelmästä. Toisen kytkimen taustaväyläohjain sitä vastoin on odotustilassa eikä se puutu reitityspäätöksiin. Kuitenkin sen vastuulla on paitsi liikenteen välittäminen ulos omista porteistaan, myös toisen kytkimen tilan tarkkailu VSL-yhteyden kautta. Mikäli aktiivinen kytkin syystä tai toisesta lopettaa toimimisen, odotustilassa oleva kytkin ottaa välittömästi ohjat käsiinsä ja alkaa toimia aktiivisena reitittäjänä verkossa. Virtual Switching System on paitsi vikasietoinen, myös nopea vaihtoehto perinteiselle kytkennälle. (Cisco Systems Inc. d. 1 – 11.)

6 KONFIGURAATIOESIMERKIT

Tässä kappaleessa käydään läpi verkon kytkinten konfigurointitehtäviä. Koska työssä esitettyä verkkoa tai sen osia ei ole testattu oikeilla verkkolaitteilla, esitellään verkkoon liittyvät tekniikat teoriassa ja selvitetään, kuinka järjestelmän laitteet tulisi olla konfiguroitu, jotta verkko toimisi esitetyllä tavalla. Konfiguraatiot liittyvät yksinomaan verkon Virtual Switching System-järjestelmään sekä aiemmin esiteltyyn kytkinten pinoamistekniikka FlexStackiin. Laitteiden konfigurointiin käytetään laitteiden Cisco IOS-käyttöjärjestelmä.

6.1 Cisco IOS

Cisco IOS (Internetwork Operating System) on Ciscon verkkolaitteissa käytössä oleva käyttöjärjestelmäkokonaisuus, jonka avulla verkkolaitteita voidaan hallita ja niille voidaan asentaa toiminnallisuuksia. Erilaiset asettelukomennot, kuten reititysprotokollan valinta, porttien välittämän liikenteen tyyppi, laitteen käyttäjänhallinta jne. voidaan toteuttaa Cisco IOS:n avulla. (Wikimedia Foundation 2013a.)

Cisco IOS on hierarkiarakenteinen tekstipohjainen käyttöliittymä, jossa eri komentotasolla on käytettävissä eri komentojoukko. Päätasoja voidaan katsoa olevan kolme kappaletta; käyttäjän komentotaso (user exec mode), etuoikeutettu käyttäjän komentotaso (privileged exec mode) ja asettelutaso (configuration mode). Tasojen komennot vaihtelevat ja pääsääntöisesti käyttäjän komentotasolla voidaan tarkastella joitain laitteen parametrejä, kun taas etuoikeutetulla käyttäjän komentotasolla pystytään tarkastelemaan kaikkia parametrejä aina reititystauluista porttien asetuksiin. Lisäksi tasolla voidaan suorittaa muutamia verkon diagnostiikkaan liittyviä komentoja. Asettelutasolla annetaan laitteelle varsinaisia asettelukomentoja, joiden johdosta laitteen toiminta muuttuu. Päätasojen lisäksi Ciscon verkkolaitteissa on suuri määrä muita tasoja, joissa kussakin on omat komentonsa riippuen tasosta. Esimerkiksi jokaisella laitteen portilla on oma alataso, jossa portin asetukset voidaan asettaa. (Wikimedia Foundation 2013a.)

6.2 Virtual Switching System, Nonstop Forwarding ja Stateful Switchover

Esimerkissä konfiguroidaan VSS-järjestelmän parametrit sekä VSL-linkki kahden Catalyst 6500-sarjan kytkimen välille. Oletetaan, että VSL-yhteydet ovat samalla korttimoduulilla molemmilla kytkimillä ja 16 porttinen 10 Gigatavun -moduulikortti on molemmissa kytkimissä toisessa moduulipaikassa, jolloin porttien nimet ovat muotoa TenGigabitEthernet 2/1-16. Kytkimet ovat nimetty 6509_01:ksi ja 6509_02:ksi.

Cisco (Cisco Systems Inc. d. 31) suosittelee, että VSS-järjestelmän pystytys tulisi tehdä seuraavallisessa järjestyksessä:

- kytkinten vanhojen konfiguraatioiden varmuuskopiointi
- SSO:n ja NSF:n konfigurointi molemmille laitteille
- VSS:n konfigurointi molemmille laitteille

- VSS-tilan aktivointi
- Osapuolten VSL-parametrien konfigurointi.

Kytöntien konfiguraatioiden varmuuskopiointi toteutetaan käyttämällä molemmilla kytkimillä copy-komentoa, jolla tiedostoja voidaan kopioida kytkimen muistissa eri sijainteihin tai etäsijainteihin verkon välityksellä. Verkkolaitteissa on Cisco IOS:ssa aina kaksi konfiguraatitiedostoa; running configuration, joka on sen hetkinen toimiva konfiguraatio sekä startup configuration, joka ladataan aina kun verkkolaitte käynnistetään uudelleen. Koska halutaan tallettaa nimenomaan aktiivinen konfiguraatio, kopioidaan toimivat konfiguraatiot kytkimen muistipaikassa 0 olevalle muistille seuraavilla komennoilla:

```
6509_01# copy running-config startup-config
6509_01# copy startup-config disk0:old-startup-config
```

ja

```
6509_02# copy running-config startup-config
6509_02# copy startup-config disk0:old-startup-config
```

Seuraavaksi laitetaan SSO ja NSF päälle molemmilla kytkimillä. Router-konfiguraatiotilaan päästään syöttämällä router-avainsanan jälkeen käytettävä reititysprotokolla ja sen prosessitunnus. Koska niitä ei ole tiedossa, jätämme kohdat tyhjäksi. Tehtäessä konfiguraatiota oikeasti ne tulee syöttää.

```
6509_01(config)# redundancy
6509_01(config-red)# mode sso
6509_01(config-red)# exit

6509_01(config)# router [routing_protocol] [process_ID]
6509_01(config-router)# nsf
6509_01(config-router)# end
```

ja

```
6509_02(config)# redundancy
6509_02(config-red)# mode sso
6509_02(config-red)# exit

6509_02(config)# router [routing_protocol] [process_ID]
6509_02(config-router)# nsf
6509_02(config-router)# end
```

Kytömiä varten luodaan seuraavaksi virtuaalitoimialue, jota käytetään VSS-toimintaan. Toimialueiden järjestysnumeroiden tulee olla samoja molemmilla kytkimillä.

```
6509_01(config)# switch virtual domain 100
6509_01(config-vs-domain)# switch 1
6509_01(config-vs-domain)# end
```

```
6509_02(config)# switch virtual domain 100
6509_02(config-vs-domain)# switch 2
6509_02(config-vs-domain)# end
```

VSL-virtuaalilinkkiä varten luodaan molemmille kytkimille portchannel-kanava, jota käytetään VSL-liikennöintiin. Lisäksi tulee määrittää, mitkä portit osallistuvat kanavan toimintaan. Käytetään molempien kytkimien toisen korttipaikan korttimoduulin portteja 1 ja 2.

```
6509_01(config)# interface port-channel 10
6509_01(config-if)# switch virtual-link 1
6509_01(config-if)# no shutdown
6509_01(config-if)# exit
```

```
6509_01(config-if)# interface range tengigabitethernet 2/1-2
6509_01(config-if)# channel group 10 mode on
6509_01(config-if)# no shutdown
6509_01(config-if)# end
```

ja

```
6509_02(config)# interface port-channel 20
6509_02(config-if)# switch virtual-link 2
6509_02(config-if)# no shutdown
6509_02(config-if)# exit
```

```
6509_02(config-if)# interface range tengigabitethernet 2/1-2
6509_02(config-if)# channel group 20 mode on
6509_02(config-if)# no shutdown
6509_02(config-if)# end
```

Lopuksi käynnistetään varsinainen virtuaalikytkentätoiminta molemmilla laitteilla. Edellytyksenä on, että ns. PFC (Policy Forward Card) -tila on sama molemmilla kytkimillä. Jos laitteet käynnistetään eri PFC-tiloissa, VSS-järjestelmä ei toimi kunnolla. Ensimmäiseksi kannattaa tarkastaa molemmilta kytkimiltä käytössä oleva PFC-tila.

```
6509_01# show platform hardware pfc mode
```

```
6509_02# show platform hardware pfc mode
```


Mikäli tilat vastaavat toisiaan, voidaan seuraava konfiguraatiokohta ohittaa. Mikäli tilat ovat erilaiset, tulee niitä muuttaa siten, että ne vastaavat toisiaan.

```
6509_01(config)# platform hardware vsl pfc mode pfc3c
```

```
6509_02(config)# platform hardware vsl pfc mode pfc3c
```

Viimeinenkin esiasettelutehtävä on suoritettu, joten käynnistetään virtuaalikytkentätoiminta.

```
6509_01# switch convert mode virtual
```

```
6509_02# switch convert mode virtual
```

Kun komento varmistetaan pyydettäessä, käytössä oleva konfiguraatio tallentuu automaattisesti käynnistyskonfiguraatioksi ja laite käynnistyy uudelleen. Kytkinten uudelleenkäynnistymisen jälkeen VSS-järjestelmä on toiminnassa. Laitteiden fyysisiin portteihin viittaaminen tapahtuu jatkossa siten, että ensin annetaan fyysisen kotelon numero, sitten kortin numero ja viimeiseksi porttinumero. Kun esimerkiksi aiemmin muodostettiin virtuaalilinkki 6509_01-kytkimellä käyttäen portteja `tengigabitethernet 2/1` ja `2/2`, nyt niihin viitataan nimellä `tengigabitethernet 1/2/1` ja `1/2/2`. Samalla tavalla muuttuu myös toisen kytkimen porttien numerointi, mutta niihin viitatessa annetaan portin ensimmäiseksi luvuksi 2. (Cisco Systems Inc. d. 29 - 35)

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella Savonia ammattikorkeakoululle tietoverkko, jossa hyödynnetään Virtual Switching System -tekniikkaa liikenteen reitittämiseen. Työ oli varsin opettavainen ja ehdottomasti lisäsi tietämystäni verkon reititystekniikoista ja virtualisoinnista. Työlle asetetut tavoitteet saavutettiin mielestäni hyvin ja saatiin odotetut tulokset työn osatehtävistä. Ainoa puute työn suorituksessa oli se, että suunniteltua verkkoa tai sen osia ei testattu oikeilla laitteilla.

Hajautetut reititysratkaisut ja virtualisointi ovat ehdottomasti tulevaisuuden tekniikoita. Tietoverkoille asetetaan kovia vaatimuksia paitsi nopeuden, myös varmatoimisuuden suhteen. Hajauttamalla verkon toiminnallisuutta useampiin osatekijöihin voidaan tiettyjä verkon liikenteeseen liittyviä riskejä minimoida.

Savonian verkon rakentaminen tiloihin, jotka tässä työssä esitellään, on erittäin epävarmaa. Tämä johtuu siitä, että rakennusta ei ilmeisesti tulla rakentamaan kuten suunniteltiin vaan toimintaa keskitetään toisaalle. Kuitenkin työssä on hyviä elementtejä, mm. VSS-tekniikka kokonaisuudessaan, joita Savonia voi käyttää muualla eivätkä ne ole mitenkään sidottuja Technopoliksen rakennukseen.

LÄHTEET

Cisco 2960-S FlexStack: Description, Usage and Best Practices. Cisco Systems Inc. a. [viitattu 21.4.2013]. Saatavissa: http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps6406/white_paper_c11-578928.pdf

Cisco Catalyst 4500E Series Chassis. 2013. Cisco Systems Inc. [viitattu 21.4.2013]. Saatavissa: http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps4324/product_data_sheet0900aecdd801792b1.pdf

Cisco Catalyst 6500 Series Virtual Switching Supervisor Engine 720 With 10 Gigabit Ethernet Uplinks. Cisco Systems Inc. b. [viitattu 21.4.2013]. Saatavissa: http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps9336/product_data_sheet0900aecdd806ed759.pdf

Cisco Catalyst 6500-E Series Chassis. 2012. Cisco Systems Inc. [viitattu 21.4.2013]. Saatavissa: http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps708/data_sheet_c78-708665.pdf

Cisco Nonstop Forwarding. 2002. Cisco Systems Inc. [viitattu 29.4.2013]. Saatavissa: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2s/feature/guide/fsnsf20s.pdf

Cisco Switch Guide. Cisco Systems Inc. c. [viitattu 23.4.2013]. Saatavissa: http://www.cisco.com/en/US/prod/switches/ps5718/ps708/networking_solutions_products_genericcontent0900aecdd805f0955.pdf

Configuring Virtual Switching Systems. Cisco Systems Inc. d. [viitattu 23.4.2013]. Saatavissa: <http://www.cisco.com/en/US/docs/switches/lan/catalyst6500/ios/12.2SX/configuration/guide/vss.pdf>

FROOM, Richard, SIVASUBRAMANIAN, Balaji ja FRAHIM, Erum 2010. Implementing Cisco Switched Networks (SWITCH) Foundation Learning Guide. 4. Painos. Indianapolis: Cisco Press.

GOOGLE MAPS. Technopolis Kuopio, Karttakuva. Google Inc. [viitattu ja muokattu 27.3.2013].

QVICK, Rainer 10.5.2012. Kiinteistö Oy Technopolis Mikrokatu 1, Rakennusvaihe 1 Tilakaavio K-5. Kerros mittakaava 1:300 Piirustusnumero ARK L-001. Arkkitehtitoimisto QVIM. [viitattu ja muokattu 24.4.2013].

WIKIPEDIA. 2013a. Cisco IOS [verkkójulkaisu]. Wikimedia Foundation [viitattu 29.4.2013]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Cisco_IOS

WIKIPEDIA. 2013b. EtherChannel [verkkójulkaisu]. Wikimedia Foundation [viitattu 29.4.2013]. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/EtherChannel>

LIITTEET

LIITE 1

VERKON RAKENNE

