



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# ERI VALMISTAJIEN TIETOVERKKO- KYTKIMIEN YHTEENSOPIVUUS SA- VONIA-AMMATTIKORKEAKOULUN VERKOSSA

TEKIJÄ: Ville Tikkanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Ville Tikkanen	
Työn nimi Eri valmistajien tietoverkkokytkimien yhteensopivuus Savonia-ammattikorkeakoulun verkossa.	
Päiväys	17.4.2017
Sivumäärä/Liitteet	41
Ohjaaja(t) Laboratorioinsinööri Pekka Vedenpää	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli testata ja arvioida toisen tason Dell Networking N2048P -kytkimen yhteensopivuutta ja toimivuutta Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkossa. Kytkintä arvioitiin tutustumalla kytkimen tekniisiin ominaisuuksiin ja yhteensopivuuteen Ciscon Inc:n valmistamien tietoverkkolaitteiden kanssa, joista Savonian ammattikorkeakoulun tietoverkko koostuu. Työn avulla selvitettiin, tulisiko Savonian ammattikorkeakoulun käyttää Dell N2048P -tietoverkkokytкимиä tietoverkossaan.</p> <p>Opinnäytetyössä keskityttiin tietoverkkokytкимиin ja niiden ominaisuuksiin. Tietoverkkokytkimet jakautuivat toisen tason ja kolmannen tason kytkimiin. Opinnäytetyössä tutustuttiin muutamiiin kytkimien käyttämiin standardeihin, joita ovat VLAN, Trunking, Spanning-Tree, EtherChannel ja DHCP. Kytkimien pinottavuus ja PoE-porttien ominaisuudet olivat tärkeitä teknisiä ominaisuuksia.</p> <p>Dell ja Cisco -tietoverkkokytkimien välillä testattiin kytkimien yhteensopivuutta testaavia kytkentöjä, kuten VLAN, Trunking, Spanning-Tree, EtherChannel ja DHCP -kytkentöjä. Kytkentöjä tuloksia tarkastelemalla arvioitiin kytkimen yhteensopivuutta Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkkoon. Kytkentöjä testattiin kytkemällä Dell N2048P -kytkin Savonia-ammattikorkeakoulun Cisco-laboratoriossa käytettäviin tietoverkkokytкимиin.</p> <p>Opinnäytetyö oli onnistunut ja testatusta kytkimestä saaduilla tuloksilla pystyttiin arvioimaan kytkimen toimivuutta Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkossa. Kytkennät olivat onnistuneita ja Dell N2048P -kytkintä pystyttiin käyttämään yhdessä Ciscon tietoverkkolaitteiden kanssa, mutta pinottavuudessa laitteiden välillä olevien yhteensopivuusongelmien vuoksi Dell N2048P -kytkintä ei voida käyttää tehokkaasti tietoverkossa. Mittaustulosten mukaan Dell N2048P ei ole kannattava investointi Savonia-ammattikorkeakoululle.</p>	
Avainsanat kytkin, tietoverkko, VLAN, PoE, pinottavuus	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Information Technology			
Author(s) Ville Tikkanen			
Title of Thesis Compatibility of Different Manufacturers Networking Switches in the Savonia University of Applied Sciences Network			
Date	17 April 2017	Pages/Appendices	41
Supervisor(s) Mr Pekka Vedenpää, Laboratory Engineer			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>The aim of the thesis was to test and create an estimate of the compatibility and functionality of Dell Networking N2048P Layer 2 switches in Savonia University of Applied Sciences network. A review was conducted of the technical characteristics and compatibility with Cisco Inc manufactured network devices, which are used in the Savonia University of Applied Sciences network. The thesis was done to estimate if Savonia University of Applied Sciences should use Dell N2048P network switches on their network.</p> <p>The thesis focused on the network switches and their features. The data network switches are divided into layer 2 and Layer 3 switches. Few standards of the switches were inspected in the thesis, such as VLAN, Trunking, Spanning-Tree, Etherchannel and DHCP. Stacking of the switches and PoE-port capabilities were important technical features.</p> <p>The compatibility of switches between Dell and Cisco Networking switches was tested using configurations, such as VLAN, Trunking, Spanning-Tree, Etherchannel and DHCP. The review of the compatibility in the Savonia University of Applied Sciences network was created by surveying the configurations between devices. Configurations were carried out by connecting the Dell N2048P switch with the network devices used in the Savonia University of Applied Sciences Cisco laboratory.</p> <p>The thesis was successful and the results of the tested switch were used to create a summary of the switch. Connections were successful and the Dell N2048P switch could be used with the Cisco network device, but due to compatibility issues with stacking between devices, the Dell N2048P switch cannot be used effectively in the network. The result of the summary is that Dell N2048P is not a worthwhile investment for the Savonia University of Applied Sciences.</p>			
Keywords switch, Network, VLAN, LAN, PoE, Stacking			

## ESIPUHE

Olen kiinnostunut verkkolaitteista ja niiden ominaisuuksista, joten opinnäytetyön tekeminen tietoverkkokytkimen tutkimisesta vaikutti sopivalta aiheelta. Tietoteknisissä laitteissa on mielenkiintoista se, kuinka valmistajat kehittävät valmistamilleen laitteille sopivia ratkaisuja ja kuinka ratkaisujen erot toisen valmistajan laitteisiin vaikuttavat laitteiden yhteensopivuuteen. Toivon tulevaisuudessa työskenteleväni tietoverkkojen ja tietoverkkolaitteiden parissa. Uusien ratkaisujen sekä erilaisten tietoverkkolaitteiden ja -tekniikoiden tutkiminen vaatii kiinnostusta myös vapaa-ajalla, jotta ammattilainen pystyy tehokkaammin arvioimaan niiden yhteensopivuutta ja toimivuutta.

Haluan kiittää ohjaajaani, laboratorioinsinööri Pekka Vedenpäästä aiheen tarjoamisesta ja tietoverkkojen opettajaa lehtori Veijo Pitkäästä hänen antamastaan opetuksesta ja tuesta tietoverkko-opinnoissani. Haluan myös kiittää Savonia-ammattikorkeakoulua laadukkaasta ja tehokkaasta koulutuksesta.

Kuopiossa 17.4.2017

Ville Tikkanen

## SISÄLTÖ

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT .....	7
1 JOHDANTO .....	9
2 KYTKIMET .....	10
2.1 OSI-malli .....	10
2.2 Toisen tason kytkin .....	12
2.3 Kolmannen tason kytkin .....	12
3 KYTKIMEN OMINAISUUKSIA.....	13
3.1 VLAN.....	13
3.2 Trunking .....	13
3.3 Spanning-Tree .....	14
3.4 EtherChannel.....	15
3.5 DHCP .....	15
4 POE.....	17
5 PINOTTAVUUS .....	18
6 LAITTEET .....	19
6.1 Dell Networking N2048P .....	19
6.2 Cisco Catalyst 2960-24TT-L .....	20
6.3 Cisco Catalyst 2960-X-48TS-L .....	21
6.4 HP Procurve 2520G-24-POE J9299A .....	22
7 SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULUN TIETOVERKKO .....	26
8 DELL N2048P -KYTKIMEN KOMENNOT JA KYTKENNÄT .....	27
8.1 CLI-komentokehote.....	27
8.2 Show-komennot.....	28
8.3 Kytkimimen nimeäminen ja salaaminen .....	29
8.4 VLAN-kytkentä.....	30
8.5 Trunking-kytkentä.....	31
8.6 Spanning-tree-kytkentä .....	32
8.7 EtherChannel-kytkentä .....	33
8.8 DHCP-kytkentä .....	34
9 DELL N2048P -KYTKIMEN PINOAMINEN .....	36

9.1	Dell N2048P -kytkimen lisääminen kytkinpinoon.....	36
9.2	Dell N2048P -kytkimen poistaminen kytkinpinoista.....	36
9.3	Dell N2048 -kytkimen kytkinpinojen hallinta.....	36
10	POE-HALLINTA DELL N2048P -KYTKIMESSÄ.....	38
11	ARVIO LAITTEESTA.....	39
12	YHTEENVETO.....	40
	LÄHTEET.....	41

## LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

Toisen tason kytkin (Layer 2 Switch) = Kytkin, joka toimii OSI-mallin toisella kerroksella.

Kolmannen tason kytkin (Layer 3 Switch) = Kytkin, joka toimii OSI-mallin kolmannella kerroksella.

Interface = On verkkolaitteessa käytettävä yhteyspiste, kuten kytkimen portti.

IOS (Internetwork Operating System) = IOS on kytkimillä käytettävä käyttöjärjestelmä.

OSI-malli (Open Systems Interconnection Reference Model) = OSI-malli on kuvaus seitsemän tiedonsiirtoprotokollan mallista.

IEEE 802 = Lähiverkko ja kaupunkiverkko ominaisuuksia määrittelevät standardit.

Kehys (Frame) = Kehys on IEEE 802.3 standardin mukaan määritetty datan siirtämysyksikkö.

Broadcast domain = OSI-mallin toisella kerroksella toimiva tietoverkon osa, joka vastaanottaa kehyksiä.

IP-osoite = On tunnisteen, jonka avulla laite tunnistetaan tietoverkossa.

MAC-osoite (Media Access Control) = On 48-bittistä pitkä fyysinen osoite, joka vaaditaan portin yhdistämiseksi lähiverkkoon.

LAN (Local area network) = LAN on lähiverkko, joka on rajoitetulla alueella toimiva tietoverkko.

WAN (Wide Area Network) = WAN on suuri tiedonsiirto verkko, joka kattaa maantieteellisesti laajoja alueita eikä rajoitu vain yhteen rakennukseen.

VLAN (Virtual local area network) = On virtuaalinen LAN verkko, jossa verkot voidaan erittää erillisiin loogisiin alueisiin. Kaikki kytkimen portit voivat kuulua VLAN verkkoon.

PoE (Power over Ethernet) = On tekniikka jonka avulla kuparikaapelilla voidaan toimittaa sähkövirtaa kytketyn laitteen porteista toiseen.

Spanning-Tree = On 802.1D IEEE algoritmia toteuttava protokolla, joka estää data silmukoiden syntymisen kytkimiin tai siltoihin. Spanning-tree jakaa BPDU viestejä ja tunnistaa silmukoita, jotka se poistaa sulkemalla valitut portit.

Ethernet = Lähiverkko tekniikka, jossa laitteet on kytketty samaan lähiverkkoon.

FastEthernet= Siirtonopeudella 100 mbts/s toimiva ethernet tekniikka.

GigabitEthernet = Siirtonopeudella 1Gbit/s toimiva ethernet tekniikka.

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) = DHCP on tietoverkko protokolla, jonka avulla mahdollistetaan IP-osoitteiden automaattinen jakaminen loppupään laitteille.

End device = On laite, joka kytketään tietoverkkoon ja ei jatka tietoverkon yhteyttä. Esimerkiksi tietokoneet ja palvelimet ovat End device – laitteita.

Command-line interface (CLI) = Verkkolaitteilla käytetty komentokehote, jolla syötetään komennot verkkolaitteille.

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia toisen tason Dell Networking N2048P -kytkimen teknisiä ominaisuuksia ja laitteen yhteensopivuutta Savonian-ammattikorkeakoulussa käytettäviin tietoverkkokytkeisiin. Kytkintä tarkastellaan Cisco Inc:n valmistamien verkkolaitteiden yhteensopivuuden näkökulmasta. Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkko koostuu pääosin Ciscon verkkolaitteista ja laitteiden ylläpitäjiä on perehdytetty käyttämään Ciscon verkkolaitteita.

Työ aloitetaan tarkastelemalla Dell Networking N2048P -kytkimen teknisiä ominaisuuksia ja vertailemalla niitä Savonia-ammattikorkeakoulussa käytettäviin toisen tason kytkimiin, joita ovat Cisco Catalyst 2960-24TT-L, Cisco Catalyst 2960-X-48TS-L ja HP Procurve 2520G-24-POE J9299A. Teknisten tietojen lähteenä käytetään laitteiden valmistajien antamia tietoja. Tärkeimmät vertailukohteet ovat virrankulutus, pinoamisominaisuudet, PoE-ominaisuudet, muistin määrä ja tiedonsiirtokyky.

Dell N2048P -kytkimen yhteensopivuutta testataan Savonia-ammattikorkeakoulun Cisco-laboratorio luokasta löytyvillä Ciscon valmistamilla tietoverkkolaitteilla. Ciscon laitteiden avulla arvioidaan kytkimen yhteensopivuutta ja toimintaa Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkossa Cisco-tietoverkkokytkimen kanssa, joista suurin osa Savonia-ammattikorkeakoulun käyttämistä verkkolaitteista koostuu.

Dell N2048P -kytkimestä tutkitaan kytkimen komentojen yhdenmukaisuus tarkastelemalla show-komentoja, nimeämistoimintoja ja salaustoimintoja. Kytkimellä tarkastellaan VLAN-ominaisuudet ja testataan VLAN-verkkojen muodostaminen. Kytkimellä selvitetään VLAN-verkkojen yhteyden testaaminen Trunk-linjan kautta. Kytkimestä tarkastellaan myös Spanning-tree ominaisuuksien toimintaa ja määrittämistä laitteille. Kytkimelle testataan myös EtherChannel-yhteyden muodostaminen Ciscon kytkimiin. Lopuksi testataan kytkimen DHCP-ominaisuuksia.

Näistä teknisten ominaisuuksien vertailuista ja yhteensopivuutta testaavien kytkentöjen tuloksista laaditaan arvio laitteesta. Arviossa keskitytään tarkastelemaan laitteen hyötyä Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkossa ja arvioimaan mihin käyttötarkoitukseen se sopisi parhaiten ja onko laite kannattava investointi tietoteknisestä näkökulmasta.

## 2 KYTKIMET

Kytkin on tietoverkkolaite, jonka avulla pystytään kytkemään useita laitteita yhteiseen tietoverkkoon. Kytkimet käyttävät OSI-mallin rakennetta, jonka perusteella kytkimet luokitellaan toisen tason kytkimiin ja kolmannen tai usean tason kytkimiin. Kytkin muuntaa verkossa tulevan signaalin kehykseksi (frame), minkä jälkeen se pystyy hyödyntämään kehyksen halutulla tavalla, kuten kuljettamalla sen toiseen laitteeseen tietoverkossa. (Frahim & Froom, 2015)

Kytkimelle pystytään määrittämään sille omistettu kaistanleveys, jolloin porttien ei tarvitse jakaa kaistanleveyttä. Näin kytkin hyödyntää tehokkaammin kaistanleveyttä, kun kytkimeen kytketty laite voi käyttää täyden kaistanleveyden jakaessaan dataa kytkettyyn laitteeseen. (Frahim & Froom, 2015)



KUVA 1. Kytkimen symboli tietoverkossa. (4vector, 2012)

### 2.1 OSI-malli

OSI-malli (Open Systems Interconnection Reference Model) on kuvaus seitsemän tiedonsiirtoprotokollan mallista. OSI-malli koostuu seitsemästä kerroksesta, jotka kuvaavat tiedonsiirtoprotokollan toimintoja. Kerrokset ovat Fyysinen kerros (Physical layer), Siirtoyhteyskerros (Data Link layer), Verkko-kerros (Network layer), Kuljetuskerros (Transport layer), Istunto-kerros (yhteyksijakso, Session layer), Esitystapakerros (Presentation layer) ja Sovelluskerros (Application layer). OSI-mallin jokainen kerros toimii itsenäisesti keskittyen oman kerroksensa tehtäviin. (Cisco System INC, ei pvm)

TAULUKKO 1. OSI-mallin rakenteesta. (Cisco System INC, ei pvm)

Layer 7--Application layer/ Sovelluskerros
Layer 6--Presentation layer/ Esitystapakerros
Layer 5--Session layer/ Istuntokerros
Layer 4--Transport layer/ Kuljetuskerros
Layer 3--Network layer/ Verkkokerros
Layer 2--Data Link layer/ Siirtoyhteyskerros
Layer 1--Physical layer/ Fyysinen kerros

Fyysinen kerros on OSI-mallin ensimmäinen kerros, joka keskittyy yksinkertaisen datan tiedonsiirtämiseen ja vastaanottamiseen. Data kulkee fyysisellä kerroksella sähköisenä tai optisena signaalina laitteille, joista se ohjaa datan OSI-mallin ylemmille kerroksille. (Microsoft, 2014)

Siirtoyhteyskerros on OSI-mallin toinen kerros, joka kuljettaa datakehysä fyysiseltä kerrokselta verkkokerrokselle. Siirtoyhteyskerros hallitsee myös fyysisten osoitteiden eli MAC-osoitteiden hallintaa ja tunnistamista. (Microsoft, 2014)

Verkkokerros on OSI-mallin kolmas kerros, joka ohjaa datan reitin valintaan ja hallinnoi aliverkosta. Verkkokerroksen tärkein ominaisuus on tietoverkkoyhteyksien reitityksen hallinta. Reititystä voidaan hallinnoida verkkokerroksella OSPF ja BGP -protokollien avulla. (Microsoft, 2014)

Kuljetuskerros on OSI-mallin neljäs kerros, joka keskittyy datan siirtoprotokollien hallintaan. Kuljetuskerros vastaanottaa viestiosion Istuntokerrokselta, paloittelee sen pienemmiksi osioiksi ja toimittaa sen verkkokerrokselle. (Microsoft, 2014)

Istuntokerros on OSI-mallin viides kerros, joka mahdollistaa istuntojen muodostamisen eri laitteiden välille. Istuntokerros tukee toimintoja, kuten kommunikointia verkon yli, sisäänkirjautumisen ja tietoturvan ominaisuuksien käyttämistä. (Microsoft, 2014)

Esitystapakerros on OSI-mallin kuudes kerros ja se muokkaa dataa, jotta se voidaan esittää sovelluskerrokselle. Esitystapakerros suorittaa koodin ja datan kääntämistä. Esitystapakerros suorittaa datan pakkaamisen ja salaamisen, kuten esimerkiksi salasanan salaaminen. (Microsoft, 2014)

Sovelluskerros on OSI-mallin seitsemäs kerros ja se mahdollistaa sovellusprosessien yhteydenottamisen tietoverkon palveluihin. Sovelluskerros mahdollistaa toiminnan verkonhallinnolle, tiedostonhallinnolle ja sähköiselle viestinnälle, esimerkiksi sähköpostiliikenne. (Microsoft, 2014)

## 2.2 Toisen tason kytkin

Toisen tason kytkimen toiminta perustuu OSI-mallin toiseen kerrokseen eli siirtokerrokseen. Toisen tason kytkimiä käytetään yksinkertaisempiin verkon toimintoihin, kuten yhteyksien muodostamiseen laitteiden välille tietoverkossa. Toisen tason kytkimet vastaanottavat kehyksiä ja ohjaavat niiden liikennettä kehyksistä löytyneiden MAC-osoitteiden avulla, mutta toisen tason kytkin ei muokkaa MAC-osoitetta. Toisen tason kytkimistä, puuttuvat reititysominaisuudet, jotka mahdollistavat kehysten reitin määrittämisen laitteiden porttien IP-osoitteiden mukaan. Yhteyden reitityksen avulla tietoverkon liikennettä pystytään hallitsemaan tehokkaammin, kun data ohjataan suoraan kytketyn laitteen porttiin. (Frahim & Froom, 2015)

Toisen tason kytkimillä voidaan hallinnoida yksinkertaisempia tietoverkkotoimintoja, kuten kehysten siirtämistä useille tietoverkon laitteille. Toisen kerroksen kytkimellä voidaan hallita tietoverkkoja, esimerkiksi luomalla VLAN-verkkoja, ja näin hallita tiedon kulkemista verkosta. Toisen tason kytkimet tukevat Spanning-tree -protokollaa, joka estää silmukoiden syntymistä laitteisiin. (Sridhar, ei pvm)

## 2.3 Kolmannen tason kytkin

Kolmannen tason kytkimet omaavat samoja ominaisuuksia, kuin toisen tason kytkimet, mutta hyödyntävät myös OSI-mallin kolmatta kerrosta eli verkkokerrosta. Tämä mahdollistaa kytkimelle hallinnoida tietoverkon reitittämistä. Reitittämisen avulla kolmannen tason kytkimellä voidaan määrittää kehysten kulkemisreitit tietoverkossa reitityksen avulla, jolloin kehysten kulkeminen pystytään määrittämään laitteisiin suoraan IP-osoitteiden mukaan. (Frahim & Froom, 2015)

Kolmannen tason kytkimet pystyvät hyödyntämään (OSPF Open Shortest Path First) ja RIP (Routing Information Protocol) reititysprotokollia kommunikoidessa muiden kolmannen tason kytkimien ja reitittimien kanssa, jolloin kytkimiin voidaan luoda reititystaulukot, jotka määrittävät mitä kautta tietopaketit kulkevat tietoverkossa. Kolmannen tason kytkimillä voidaan korvata tarvittaessa reitittämiä tietoverkoissa. (Sridhar, ei pvm)

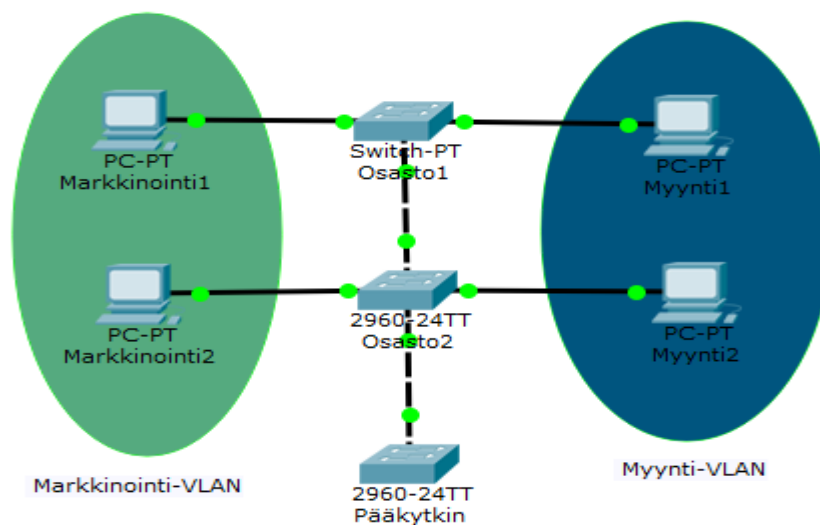
Kolmannen tason kytkimen ja reitittimen erot näkyvät tietopakettien lähettämisessä WAN-verkon kautta, jota useat kolmannen tason kytkimet eivät pysty suorittamaan tehokkaasti. Useasti tietoverkosta ulkoinen yhteys tulee lähiverkkoon reitittimen kanssa. Reitittimet hallitsevat tehokkaammin useita reititys-protokollia, kuten BGP (Border Gateway Protocol), jolla hallinnoidaan yhteyden muodostamista viereisiin tietoverkkoihin. (Sridhar, ei pvm)

### 3 KYTKIMEN OMINAISUUKSIA

#### 3.1 VLAN

VLAN eli virtual local-area network on broadcast-domain, jonka avulla voidaan jakaa kytkimen portteja erillisiin verkkoryhmiin, jolloin kytkin ei sekoita kytkimen jakamaa dataa. Tämän tekniikan avulla kytkimellä voidaan rajoittaa ja ohjata tietoliikennettä laitteiden portteissa. Jokaista VLAN-ryhmää voidaan käsitellä itsenäisenä lähiverkon osiona. VLAN-verkot pitää olla määritetty laitteiden portteihin, jotta laitteet tunnistavat, että ne ovat samassa VLAN-verkossa. VLAN-verkkojen avulla tietoverkon kokoa voidaan laajentaa luomalla uusia VLAN-verkkoja. Useampien VLAN verkkojen kulkemiseen tarvitaan Trunking-standardia. (Frahim & Froom, 2015)

VLAN-verkot voidaan jakaa eri fyysisten tilojen välillä, jossa eri osastoilla toimivat tietokoneet ovat yhdistetty yhteiseen VLAN-verkkoon. Vaikka Myynti1 ja Myynti2 tietokoneet ovat fyysisesti eri tilassa, ne ovat yhdistetty samaan Myynti-VLAN -verkkoon ja markkinointi-tietokoneet toimivat omassa Markkinointi-VLAN -verkossa. Näitä verkkoja voidaan hallinnoida itsenäisinä verkkoina ja niiden välistä tietoliikennettä tosiinsa voidaan laajentaa tai rajoittaa. (Kuva 2)



KUVA 2. Kuvaus VLAN verkoista. (Tikkanen, 2017)

#### 3.2 Trunking

Trunking on standardilla 802.1Q määritetty tekniikka, jonka avulla pystytään ohjaamaan ja hallitsemaan useita VLAN-verkkoja tietoverkkolaitteiden välillä. Tietoverkkolaitteen portti kuuluu normaalisti yhdelle VLAN-verkolle, jolloin tietoliikenne kulkee tämän määritetyn VLAN-verkon kautta. Määrittämällä portin trunk-portiksi, jolloin portin kautta kulkevat kehykset tunnistavat porttiin määritetyt VLAN-verkot. Määrittäminen on tehtävä molempien laitteiden portteihin verkko-yhteydessä, jotta kehykset pystyvät kulkemaan niille määritettyjen VLAN-verkkojen tietojen avulla. (Frahim & Froom, 2015)

Trunking-kytkentää suorittaessa kytkimelle määritetään kytkimen portteihin, joihin asetetaan trunk-linjan neuvottelutila, joita ovat Access-tila, Trunk-tila ja Nonegotiate-tila. Portille asetetaan myös VLAN-verkot, joiden yhteys saa kulkea portin kautta. Kytkimen porttiin tulee asettaa myös Native-VLAN verkko, jonka tulee olla sama molempien kytkettyjen laitteiden porteissa, jotta yhteysongelmia ei muodostuisi. Native-VLAN on oletuksena kytkimessä oleva VLAN1-verkko. Trunking-kytkentöjen jälkeen sallittujen VLAN-verkkojen yhteys kulkee kytkennässä määritettyjen porttien kautta. (Frahim & Froom, 2015)

Trunking-tekniikan avulla useat VLAN-verkot voivat jakaa dataa saman portin kautta. Esimerkiksi Myynti-VLAN ja Markkinointi -VLAN voivat kuljettaa dataa Osasto2-kytkimen portin kautta Osasto1-kytkimelle. Näin voidaan helpottaa tietoverkkojen luomista ja kytkimien välille ei tarvitse kytkeä toista yhteyttä kytkimien portteihin. Yhden portin kautta luodut VLAN-verkot helpottavat yhteyksien hallinnoimista ja vapauttavat kytkimen käyttämään portteja muihin yhteyksiin. (Kuva2)

### 3.3 Spanning-Tree

Spanning-tree on IEEE 802.1D -standardilla määritetty verkko-ominaisuus. Spanning-tree on suunniteltu ratkaisemaan tulvivien kehyksien aiheuttaman fyysisten silmukoiden syntymisen tietoverkkolaitteisiin, jolloin laitteeseen tulevat kehykset monistuvat ja jäävät kiertämään verkkolaitteeseen aiheuttaen häiriötä tietoliikenteeseen. Spanning-Tree tekniikan avulla kytkin tunnistaa ja estää silmukoiden syntymisen tietoverkko-osioihin ja VLAN-verkkoihin. (Frahim & Froom, 2015)

Spanning-tree-standardi valitsee kytkennästä Root-Bridge -kytkimen, joka toimii loogisena keskus-pisteenä protokollan toiminnalle. Valinta tehdään kytkimen pienimmän Bridge Priorityn (BID) mukaan, mutta jos kaikilla kytkimillä on sama BID-arvo, jolloin pienimmän MAC-osoitteen omaava kytkin valitaan root-kytkimeksi. Root-Bridge -kytkimen valinta, tehdään aina kun uusi kytkin liitetään kytkentään. Root-Bridge -kytkimen valinnan jälkeen valitaan root-portti, josta kulkee paras yhteys Root-Bridge kytkimeen. (Frahim & Froom, 2015)

Spanning-tree protokolleja on useita, esimerkiksi Rapid Spanning-tree ja MST (Multiple Spanning-tree) protokollat. Normaali Spanning-tree protokolla on hidas ja kattaa kaikki kytkennän VLAN -verkot. Rapid spanning-tree protokollan toiminta vaatii paljon resursseja ja kattaa kytkennän kaikki VLAN verkot. Multiple Spanning-tree protokollan toiminta vaatii vähemmän resursseja ja kytkentä kattaa vain valitut VLAN -verkot. (Frahim, Froom, 2015)

Rapid Spanning Tree (RSTP) protokolla on standardilla IEEE 802.1w määritetty protokolla. RSTP nopeuttaa Spanning-tree protokollan uudelleenlaskentaa, kun kytketyssä verkossa tapahtuu muutoksia. RSTP on hyödyllinen etenkin tukemaan kolmannen tason laitteiden reitityskytkentöjen määrittämisessä. RSTP valitsee kytkimeen kytketyn Root-kytkimen ja määrittää sen porttien roolit kytkennän mukaan. Yhteyden katketessa RSTP tarjoaa nopean yhteyden muodostamisen portteihin tai LAN-verkkoon. (Frahim & Froom, 2015)

### 3.4 EtherChannel

EtherChannel on standardi, joka mahdollistaa tietoliikenteen ohjaamisen laitteiden välillä useiden porttien kautta. Tämän tekniikan avulla nopeutetaan datan kulkemista tietoverkossa. EtherChannel mahdollistaa tietoliikenteen kulkemisen, jos jokin yhteyksistä katkeaa laitteiden välillä. EtherChannel yhteys pitää määrittää molempiin laitteisiin yhtenäiseksi, jotta yhteyksiin ei synny häiriöitä. Etherchannel voidaan kytkeä kolmella eri mekanismilla, jotka ovat LACP, PagP ja Static persistence. (Frahim & Froom, 2015)

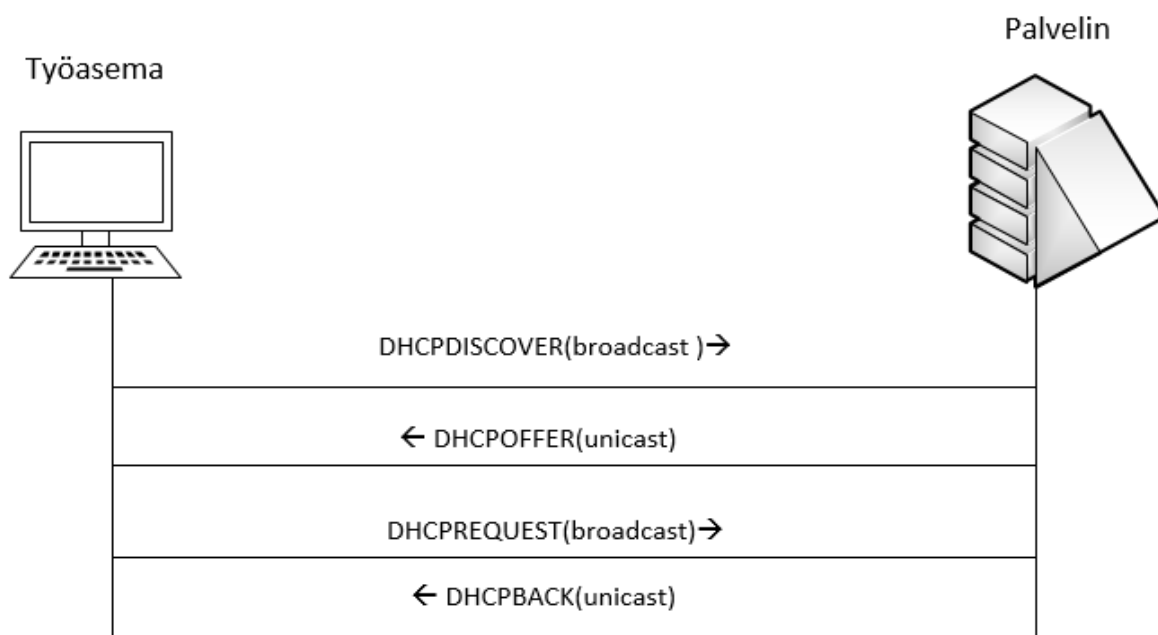
LACP (Link Aggregation Control Protocol) on EtherChannel -yhteyden muodostamisessa käytetty protokolla, joka mahdollistaa useiden porttien yhdistämisen yhdeksi loogiseksi kanavaksi. LACP on 802.3ad standardilla määritetty protokolla, joten sitä hyödynnetään useiden valmistajien laitteilla. LACP-tilalla on kaksi toimintoa, jotka ovat active ja passive. Active -toiminto ottaa LACP-tilan käyttöön kytkimessä. Passive -toiminto ottaa LACP -tilan käyttöön kytkimessä, kun laite havaitsee, että kytkimeen yhdistetty laite käyttää LACP:ta. (Frahim & Froom, 2015)

PAGP (Port Aggregation Protocol) on Ciscon tukema protokolla, jota Ciscon laitteet hyödyntävät. PAGP käyttää samoja neuvotteluominaisuuksia kuin LACP, mutta niitä ei voi käyttää yhdessä LACP -protokollan kanssa. Kytkimiin pitää olla asetettu yhdenmukaiset VLAN ja trunking-asetukset, jotta PAGP toimii EtherChannel-yhteydessä. PAGP muuttaa porttien parametreja automaattisesti, jos EtherChannel kytkennässä tapahtuu muutoksia. PAGP-tilalla on kaksi toimintoa, desirable ja passive. Active-toiminto ottaa LACP-tilan käyttöön ja passive-toiminto ottaa PAGP-tilan käyttöön, vain jos laite havaitsee, että yhdistetty laite käyttää PAGP:ta. (Frahim & Froom, 2015)

### 3.5 DHCP

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) on RFC 2131 standardilla määritetty tietoverkkoprotokolla, jonka avulla mahdollistetaan IP-osoitteiden automaattinen jakaminen End Device -laitteille. DHCP -protokolla nopeuttaa laitteiden IP-osoitteiden määrittämistä, kun jokaiseen laitteeseen ei tarvitse määrittää manuaalisesti IP-osoitetta. DHCP-asetukset määritetään palvelimelle tai verkkolaitteelle, jolloin laite voi jakaa IP-osoitteen tietoverkon End Device -laitteille. (Frahim & Froom, 2015)

DHCP -protokollan toiminta perustuu viestintään laitteiden välillä (KUVA 3). Työasema lähettää DHCPDISCOVER broadcast-viestin löytääkseen DHCP-palvelimen. Kun palvelin on löytynyt, palvelin tarjoaa laitteelle määrittämisparametrit, kuten esimerkiksi IP-osoitteen DHCP OFFER unicast -viestillä. Työasema voi ottaa parametrit vain yhdeltä palvelimelta. Työaseman vastaanotettua DHCP OFFER unicast-viestin työasema pyytää tarjottua IP-osoitetta palvelimelta DHCP REQUEST broadcast-viestillä. Lopulta palvelin varmistaa, että työasema on saanut IP-osoitteen DHCP ACK unicast-viestillä. (Frahim & Froom, 2015)



KUVA 3. Kaavio DHCP-protokollan IP-osoitteen jakamistoiminnasta. (Frahim & Froom, 2015)

## 4 POE

Power over Ethernet tai lyhennettynä PoE on teknologia, jonka avulla laite voi kuljettaa sähkövirtaa laitteesta toiseen. Sähkövirrankuljetus tapahtuu kuparikaapeleiden avulla, joita ovat Cat 5e ja Cat 6 -kaapelit. PoE-portti syöttää kaapelin kautta tasavirtaa kytkettyyn laitteeseen 44 voltin ja 57 voltin väliltä. Sähkövirta on turvallisen matala käyttäjille, mutta voi vahingoittaa kytkettyä laitetta, jos laite ei ole yhteensopiva PoE-tekniikan kanssa. (Veracity UK Ltd, 2016)

PoE-kytkin voi esimerkiksi kuljettaa sähkövirtaa langattomalle wifi-reitittimelle, jolloin kytketty reititin ei tarvitse erillistä virtalähdettä. PoE-kytkimet tunnistavat yleensä yhteensopivan PoE-laitteen ja syöttävät virtaa laitteelle automaattisesti. Virrankulun asetuksia voidaan muokata kytkimen asetuksista. (Veracity UK Ltd, 2016)

PoE on hyödyllinen tekniikka tietoverkkojen suunnittelun ja ylläpidon kannalta. Kun tietoverkkoon kytkettävä laite ei tarvitse erillistä virtalähdettä, voidaan säästää aikaa ja rahaa, kun tietoverkkoa varten ei tarvitse suorittaa erillisiä sähköverkkokytkentöjä. PoE-laitteet antavat myös nopean ja helpon tavan tietoverkon laajentamiseen, kun ei tarvitse huolehtia virtalähteen sijainnista. (Veracity UK Ltd, 2016)

## 5 PINOTTAVUUS

Pinottavuus (stacking) tarkoittaa usean kytkimen yhdistämistä yhdeksi toimivaksi kokonaisuudeksi kytkinkaappiin tai kehikkoon. Kytkimet kytketään yhteen pinoamiskaapeleilla (stacking cables), jotka kiinnitetään kytkimeen liitettäviin pinoamismoduuleihin. Kytkimen pinottavuudessa yksi kytkin on master-kytkin ja muut ovat slave-kytkimiä. Kytkimien hallinta keskitetään master-kytkimelle. Tällä tavoin kytkimien hallintaa helpotetaan, kun kytkimiä voidaan hallinnoida yhden laitteen kautta. Kytkinpinolla on käytössä yksi IP-osoite, joka helpottaa kytkentöjen asentamista. (Dell, 2016 s.195)

Pinottavuus helpottaa laajentamista ja verkon skaalantumista. Pinoaminen myös helpottaa verkon hallintaa ja verkkolaitteiden säilyttämistä. Pinottava kytkin on toimiva ratkaisu etenkin suurissa verkoissa, jotka vaativat paljon End Device -laitteita. Pinottavuus myös helpottaa tietoverkon huoltamista ja ylläpitoa, kun laitteita voidaan lisätä ja poistaa kytkinpinosta ilman tietoverkkokatkoja.



KUVA 4. Cisco Catalyst 2960-X -kytkimen pinoamismoduuli. (Tikkanen, 2017)

## 6 LAITTEET

### 6.1 Dell Networking N2048P

Dell Networking N2048P on Dell Inc:n kehittämä toisen tason kytkin, jossa on kolmannen tason ominaisuuksia, kuten DHCP-poolin muodostaminen. Kytkimessä on 40 Gb-Ethernet -porttia, jotka tukevat Power over Ethernet -ominaisuutta. Kytkimessä on takana kaksi pinoamismoduulipaikkaa, jotka mahdollistavat pinottavuuden muiden Dell N2000 -sarjan kytkimien kanssa. Valmistajan myyntihinta kytkimelle on 3 299 dollaria.

Dell N2048P käyttää DELL Networking OS 6 -käyttöjärjestelmää, joka tukee useita IEEE-standardeja, mutta kytkimellä on useita valmistajan määrittämiä standardeja.



KUVA 5. Dell Networking N2048P -kytkin. (Tikkanen, 2017)

TAULUKKO2. Dell Networking N2048P tekniset ominaisuudet. (Dell Inc, 2017)

<b>Port Attributes</b>	
<b>Maximum PoE Watts per port</b>	30.8 watts on 48 ports
<b>Ports</b>	48x 1GbE RJ45 auto-sensing (1Gb/100Mb/10Mb) PoE+ fixed ports
<b>Memory:</b>	
<b>Flash:</b>	256MB
<b>RAM:</b>	1GB
<b>Switch Attributes:</b>	
<b>Switch Fabric Capacity (full duplex):</b>	220Gbps
<b>Forwarding Rate:</b>	164Mpps
<b>Chassis and Power:</b>	
<b>Dimensions in millimeter (H x W x D)</b>	43.5 x 440.0 x 387.0
<b>Weight in kilograms</b>	6.8 KG
<b>Power Supply (Watts)</b>	1000
<b>Max Thermal Output (BTU/hr)</b>	6069.8
<b>Power Consumption Max (Watts)</b>	1738

Lista Dell N2048P -kytkimen tukemista standardeista:

### **IEEE compliance**

802.1AB LLDP

Dell Voice VLAN

Dell ISDP (inter-operates with devices running CDP)

802.1D Bridging, Spanning Tree

802.1p Ethernet Priority (User Provisioning and Mapping)

Dell Adjustable WRR and Strict Queue Scheduling

802.1Q VLAN Tagging, Double VLAN Tagging, GVRP

802.1S Multiple Spanning Tree (MSTP)

802.1v Protocol-based VLANs

802.1W Rapid Spanning Tree (RSTP)

Dell RSTP-Per VLAN (compatible with Cisco's RPVST+)

Dell Spanning tree optional features: STP root guard, BPDU guard, BPDU filtering

802.1X Network Access Control, Auto VLAN

802.2 Logical Link Control

802.3 10BASE-T

802.3ab Gigabit Ethernet (1000BASE-T)

802.3ac Frame Extensions for VLAN Tagging

802.3ad Link Aggregation with LACP

802.3ae 10 Gigabit Ethernet (10GBASE-X)

802.3at PoE+ (N2024P and N2048P)

802.3AX LAG Load Balancing

Dell Multi-Chassis LAG (MLAG)

Dell Policy Based Forwarding

802.3az Energy Efficient Ethernet (EEE)

802.3u Fast Ethernet (100BASE-TX) on Management Ports

802.3x Flow Control

802.3z Gigabit Ethernet (1000BASE-X)

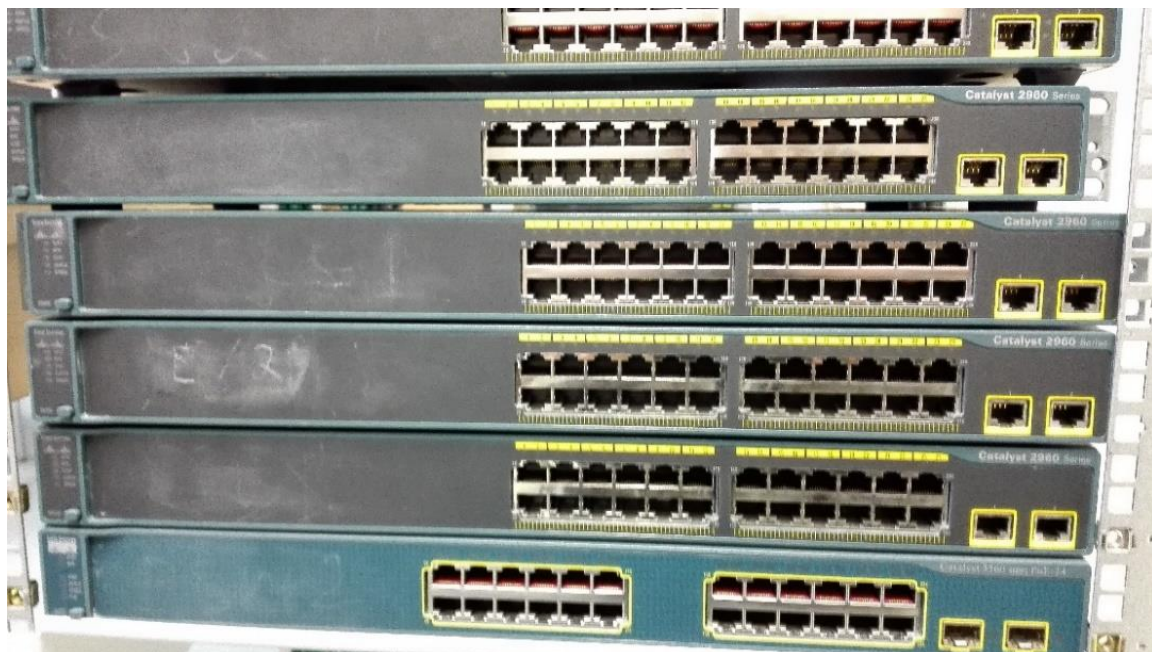
ANSI LLDP-MED (TIA-1057)

MTU 9,216 bytes

## 6.2 Cisco Catalyst 2960-24TT-L

Cisco Catalyst 2960-24TT-L on toisen tason kytkin, jossa on 24 Fastethernet-porttia. Kytkimen portteissa ei ole PoE-ominaisuutta. Kytkimessä ei ole myöskään pinoamismoduulipaikkoja. Valmistaja ei tue enää kytkintä ja siitä ei löytynyt valmistajan hinta-arviota. Savonia-ammattikorkeakoulu käyttää Cisco Catalyst 2960-24TT-L -kytkimiä koulutuskäyttöön.

Cisco C2960-24TT-L -kytkin käyttää Ciscon valmistamaa Cisco IOS 15 -käyttöjärjestelmää. Käyttöjärjestelmä tukee IEEE 802.1 -mallin toisen tason kytkimen standardeja ja Ciscon omia tukemia standardeja, kuten esimerkiksi PaGA ja VTP -protokollia.



KUVA 6. Cisco Catalyst 2960-24TT-L -kytkimiä. (Tikkanen, 2017)

TAULUKKO 3. Cisco Catalyst 2960-24TT-L -kytkimen tekniset ominaisuudet. (Cisco Systems INC, 2014)

<b>Port Attributes:</b>	
<b>Maximum PoE Watts per port</b>	0
<b>Ports:</b>	24 Ethernet 10/100 and 2 dual-purpose ports (10/100/1000 or SFP)
<b>Switch Attributes:</b>	
<b>Forwarding Rate:</b>	6.5 mpps(64-bit packets)
<b>Memory:</b>	
<b>Flash:</b>	32 MB
<b>RAM:</b>	64 MB(DRAM)
<b>Chassis and Power:</b>	
<b>Dimensions in millimeter (H x W x D)</b>	4.4 x 45 x 33.2
<b>Weight in kilograms</b>	3.6 KG
<b>Power Supply (Watts)</b>	740
<b>Max Thermal Output (BTU/hr)</b>	?
<b>Power Consumption Max (Watts)</b>	28

### 6.3 Cisco Catalyst 2960-X-48TS-L

Cisco Catalyst-X on pinottava toisen tason kytkin, jossa 48 Gigabit Ethernet porttia. Kytkimen takana ovat paikat Ciscon valmistamille pinoamismoduuleille. Kytkin käyttää Cisco IOS 15.2 -käyttöjärjestelmää, joka tukee IEEE 802.1 ja RFC tietoverkkostandardeja. Cisco Catalyst 2960-X-48TS-L -kytkin tukee myös Ciscon omia kehittämiä standardeja kuten esimerkiksi PaGA ja VTP protokollia. Cisco Catalyst 2960-X-48TS-L -kytkimiä käytetään mm Savonia-ammattikorkeakoulun verkossa.



KUVA 7. Cisco Catalyst 2960-X-48TS-L-kytkin. (Tikkanen, 2017)

TAULUKKO 4. Cisco Catalyst 2960-X-48TS-L -kytkimen tekniset ominaisuudet. (Cisco Systems INC, 2017)

<b>Port Attributes:</b>	
<b>Ports</b>	48 10/100/1000 ports and 4 SFP module slot.
<b>PoE Watts per port</b>	-
<b>Memory:</b>	
<b>Flash</b>	128 MB
<b>RAM</b>	512 MB
<b>Fowarding rate:</b>	107.1 Mpps
<b>Chassis and Power:</b>	
<b>Dimensions in millimeter (H x W x D)</b>	45 x 445 x 279
<b>Weight in kilograms</b>	4.2 Kg
<b>Max Thermal Output (BTU/hr)</b>	126 BTUs per hour
<b>Power Consumption Max (Watts)</b>	49.7 W

#### 6.4 HP Procurve 2520G-24-POE J9299A

HP Procurve 2520G-24-POE J9299A on Hewlett-Packard Companyn valmistama toisen tason kytkin. Kytkimessä on 24 PoE-ominaisuutta tukevaa Gigabit Ethernet-porttia. HP Procurve 2520G-24-PoE J9299A -kytkin ei ole pinottava kytkin ja siinä ei ole pinoamismoduulipaikkoja. Kytkimen IOS tukee yleisiä IEEE 802.1 ja RFC standardeja. Kytkintä käytetään vertailukohteena PoE-ominaisuuksia tarkastellessa.



KUVA 8. HP Procurve 2520G-24-PoE J9299A -kytkin. (Tikkanen, 2017)

Taulukko 5. HP Procurve 2520G-24-PoE J9299A tekniset ominaisuudet. (Hewlett Packard Enterprise)

<b>Port Attributes:</b>	
<b>Ports:</b>	20 RJ-45 auto-sensing 10/100/1000 PoE ports, 4 dual-personality ports
<b>Maximum PoE Watts per port</b>	195 W
<b>Switch Fabric Capacity (full duplex):</b>	48 Gbps
<b>Forwarding Rate:</b>	
<b>Memory:</b>	
<b>Flash:</b>	32 MB
<b>RAM:</b>	128 MB DDR2 SDRAM
<b>Chassis and Power:</b>	
<b>Dimensions in millimeter (H x W x D)</b>	44.5 x 443 x 246.1
<b>Paino</b>	3.27 KG
<b>Max Thermal Output (BTU/hr)</b>	223
<b>Power Consumption Max (Watts)</b>	260.4

HP ProCurve -kytkimen tukemat standardit:

### **Standards and protocols(applies to all products inseries)**

Denial of service protection

CPU DoS Protection

#### **Device management**

RFC 1591 DNS (client)

SSHv1/SSHv2 Secure Shell

#### **General protocols**

IEEE 802.1D MAC Bridges

IEEE 802.1p Priority

IEEE 802.1Q VLANs

IEEE 802.1s Multiple Spanning Trees

IEEE 802.1w Rapid Reconfiguration of Spanning Tree

IEEE 802.3 Type 10BASE-T

IEEE 802.3ab 1000BASE-T  
IEEE 802.3ad Link Aggregation Control Protocol (LACP)  
IEEE 802.3af Power over Ethernet  
IEEE 802.3x Flow Control  
RFC 768 UDP  
RFC 783 TFTP Protocol (revision 2)  
RFC 792 ICMP  
RFC 793 TCP  
RFC 826 ARP  
RFC 854 TELNET  
RFC 868 Time Protocol  
RFC 951 BOOTP  
RFC 1350 TFTP Protocol (revision 2)  
RFC 1542 BOOTP Extensions  
RFC 2030 Simple Network Time Protocol (SNTP) v4  
RFC 2131 DHCP

**IP multicast**

RFC 3376 IGMPv3 (host joins only)

**IPv6**

RFC 1981 IPv6 Path MTU Discovery  
RFC 2460 IPv6 Specification  
RFC 2925 Remote Operations MIB (Ping only)  
RFC 3315 DHCPv6 (client only)  
RFC 3513 IPv6 Addressing Architecture  
RFC 3596 DNS Extension for IPv6  
RFC 4022 MIB for TCP  
RFC 4113 MIB for UDP  
RFC 4251 SSHv6 Architecture  
RFC 4252 SSHv6 Authentication  
RFC 4253 SSHv6 Transport Layer  
RFC 4254 SSHv6 Connection  
RFC 4293 MIB for IP  
RFC 4419 Key Exchange for SSH  
RFC 4443 ICMPv6  
RFC 4861 IPv6 Neighbor Discovery  
RFC 4862 IPv6 Stateless Address Auto-configuration

**MIBs**

RFC 1213 MIB II  
RFC 1493 Bridge MIB  
RFC 2021 RMONv2 MIB  
RFC 2613 SMON MIB  
RFC 2618 RADIUS Client MIB

RFC 2620 RADIUS Accounting MIB

RFC 2665 Ethernet-Like-MIB

RFC 2668 802.3 MAU MIB

RFC 2674 802.1p and IEEE 802.1Q Bridge MIB

RFC 2737 Entity MIB (Version 2)

RFC 2863 The Interfaces Group MIB

### **Network management**

IEEE 802.1AB Link Layer Discovery Protocol (LLDP)

RFC 1098 A Simple Network Management Protocol (SNMP)

RFC 2819 Four groups of RMON: 1 (statistics), 2 (history), 3 (alarm) and 9(events)

SNMPv1/v2c/v3

### **QoS/Cos**

RFC 2474 Diffserv precedence, with 4 queues per port

RFC 2475 DiffServ Architecture

RFC 2597 DiffServ Assured Forwarding (AF)

RFC 2598 DiffServ Expedited Forwarding (EF)

### **Security**

IEEE 802.1X Port Based Network Access Control

RFC 1492 TACACS+

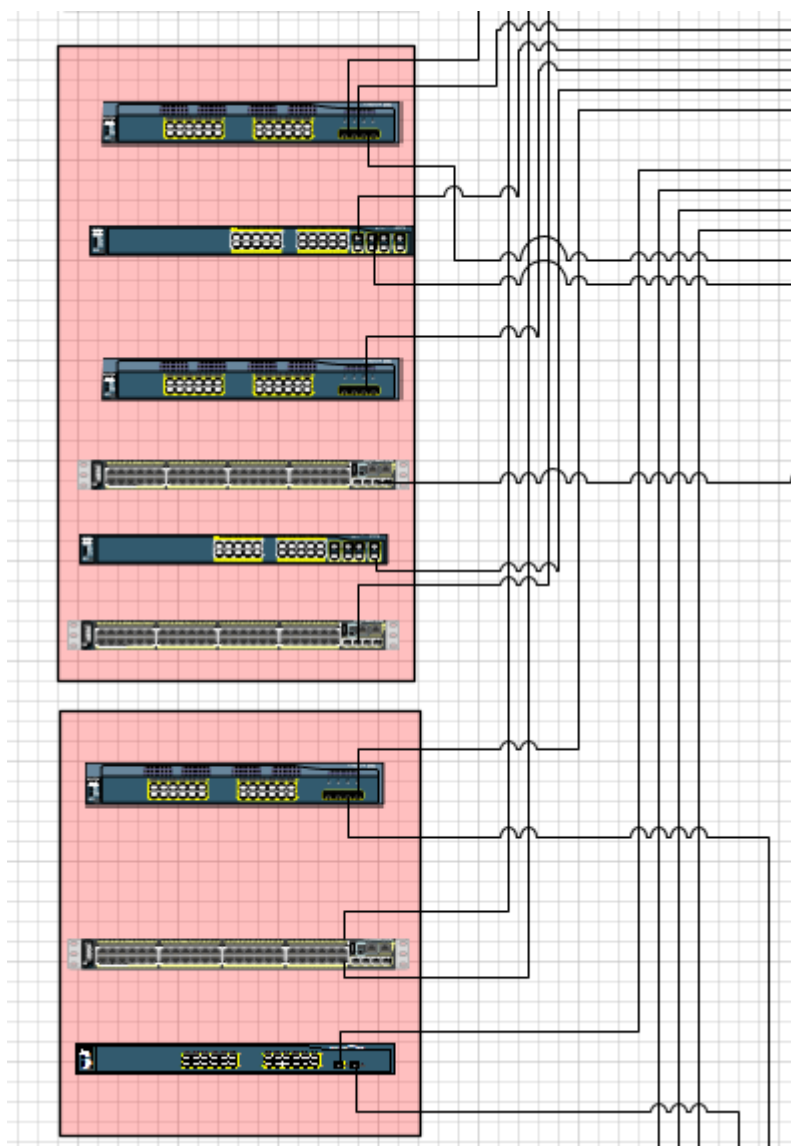
RFC 2138 RADIUS Authentication

RFC 2866 RADIUS Accounting

Secure Sockets Layer (SSL)

## 7 SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULUN TIETOVERKKO

Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkko koostuu Cisco Inc:n valmistamista tietoverkkolaitteista. Tietoverkossa käytetään useita toisen tason Catalyst 2960-X-48TS-L -kytkimiä, jotka vastaavat ominaisuuksiltaan testattavaa Dell N2048P -kytkintä. Cisco Catalyst 2960-X-48TS-L -kytkimissä on käytössä 48 GigabitEthernet-porttia, ja ne hyödyntävät Ciscon FlexStac-pinottavuus ominaisuutta ja ovat pinottavissa vain Ciscon valmistamien laitteiden kanssa. Toisen tason kytkimien tehtävät tietoverkossa on jakaa määritettyjä VLAN-verkkoja määritetyille työasemille ja palvelimille. Useiden kytkinpienjen muodostaminen tietoverkkoon mahdollistaa tietoverkon tehokkaan toiminnan ja redundanssin, jolloin verkkolaitteita voidaan lisätä ja poistaa ilman, että yhteyshäiriöitä muodostuu tietoverkkoon.



KUVA 9. Kuvakaappaus Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkosta

## 8 DELL N2048P -KYTKIMEN KOMENNOT JA KYTKENNÄT

### 8.1 CLI-komentokehote

Testauksessa tutkittiin Dell N2048P -kytkimen komentoja. Tarkoitus on tarkastella kytkimen CLI-komentokehotetta ja verrata sitä Cisco Catalyst 2960 -kytkiminen CLI-komentokehoteeseen. Komennot tutkittiin kytkimen CLI-komentokehoteen User EXEC -tasolla, Privileged EXEC -tasolla ja Global Configuration -tasolla.

Käynnistäessä Dell N2048P -kytkin avautuu User EXEC -tasolla samalla tavalla kuin Cisco 2960 -kytkin. Molemmilla kytkimillä pystytään siirtymään enable-komennolla Privileged EXEC -tasolle, jolla annetaan kytkimelle pääasiallisesti show-komennot kytkimen tarkastelemiseen. Molemmilla kytkimillä pääsee myös Global Configuration-tasolle configure terminal -komennolla. Global Configuration -tasolla kytkimille annetaan kytkimen toimintoja määrittävät komennot.

Interface-portteihin molemmilla kytkimillä pääsee suorittamaan komentoja komennolla interface|portin nimi|, kuten esimerkiksi porttiin 0/0/1 pääsee komennolla interface gigabitethernet0/0/1. Interface-tasolla suoritetaan määrittäykset valitulle portille. Dell N2048P käyttää porteissaan nimeämiskäytäntöä gigabitethernet0/0/0. Cisco 2960 -kytkimen portin nimeämiskäytäntö on fastethernet0/0. Porttien nimeäminen vaihtelee laitteidenporttien ja pinoamisominaisuuksien mukaan.

Molemmilla kytkimillä komentoja voidaan tarkastella "?"-komennolla, joka luo listan komennoista, jotka voidaan suorittaa kyseisellä kytkimen CLI-tasolla. Komennot Dell N2048P -kytkimen listassa vastasivat Ciscon Catalyst 2960 -kytkimien käyttämiä komentoja ja olivat selvästi luettavissa.

Kuvaus kytkimen CLI tasoista:

User EXEC:

```
console>?
```

```
console>enable
```

Privileged EXEC:

```
console#?
```

```
console#configure terminal
```

Global Configuration:

```
console(config)#interface gigabitethernet0/0/1
```

## 8.2 Show-komennot

Dell N2048P -kytkemestä tutkittiin show-komentoja Dell N2000 -sarjan konfigurointioppaan mukaan. Show-komennoilla saadaan tietoa kytkimien asetuksista ja kytkennöistä. Kytkimen show ? -komentolla saadaan listaus kytkimen show-komennoista. Tämä komento voidaan antaa kytkimelle kaikilla CLI-komentokehoteen tasoilla, toisin kuin Cisco 2960 -kytkimissä Show-komento voidaan suorittaa vain Priviledged EXEC -tasolla. Show-komennot vastasivat Ciscon 2960 -kytkimelle käytettyjä komentoja.

Komennoista kytkentöjen tarkastelun kannalta tärkein komento oli Show running-configuration -komento, joka näyttää tiivistettynä kytkimelle suoritettut määrytykset. Kytkimeltä löytyivät myös yksittäisten määrytysten tarkastelun show-komennot, kuten "show VLAN", "show spanning-tree" ja "show interfaces", jotka pääasiallisesti näyttävät kytkimelle suoritettut komennossa kuvatut kytkennät. Dell N2048P -kytkimeltä puuttui show ip interface brief -komento, joka näyttää tehokkaasti interface-porttien tilan tiivistettynä. EtherChannel-yhteyksien tarkastelemiseen käytettävää show etherchannel summary -komentoa ei löytynyt Dell N2048P -kytkimestä.

Listaus tärkeimmistä show-komennoista:

console#show ?	
access-lists	Display access list information.
boot	Display auto-install configuration and status.
dhcp	Display DHCP relay agent or client lease information.
hosts	Display default domain, name server and address cache
interfaces	Display all interfaces information.
ip	Display IP routing and host configuration and status.
ipv6	Display IPv6 routing and host configuration and status.
lACP	Display dynamic LACP actor and partner status..
memory	Display the system memory usage.
passwords	Display information about passwords.
port	Display protocol based VLAN status.
port-security	Display port-security (port MAC locking) information for system.
route-map	Display route-map information.
routing	Display a routing specific information.
running-config	Display the running configuration.
spanning-tree	Display spanning tree information.
startup-config	Display the startup configuration script.
switch	Display switch and stack management information.
switchport	Display auto-VoIP and protected port configuration.

system	Display system environmental status.
users	Display user account information.
version	Display system hardware and software status.
vlan	Display VLAN configuration.

### 8.3 Kytkimimen nimeäminen ja salaaminen

Kytkin nimettiin hostname -komenolla. Dell N2048P -kytkin käyttää samaa nimeämiskäytännön komentoa, kuin Ciscon valmistamat kytkimet. Komento annettiin kytkimen CLI-komentokehотteen Globa Configuration -tasolla. Kytkimen nimeäminen helpottaa kytkimien tunnistamista suorittaessa kytkentöjä useille verkkolaitteille.

Kytkimen nimeämiskomento:

```
console(config)#hostname DELL_N2048P
DELL_N2048P(config)#
```

Kytkimellä testattiin salaamisominaisuuksia, kuten salasanan antamista kytkimelle. Salasanan antaminen laitteelle parantaa laitteen ja tietoverkon tietoturva. Dell N2048P -kytkimessä salasana luodaan CLI-komentokehотteen Global Configuration-tasolla. Kytkimelle tulee antaa käyttäjänimi ja salasana. Salasanan tulee olla 8-64 merkkiä pitkä. Salasanan antamisen jälkeen kytkin tulee kysymään salasanaa ja käyttäjänimeä, kun kytkimellä edetään privileged EXEC-tasolle.

DELL N2048P -kytkimen salasanan määrittäminen:

```
DELL_N2048P(config)#username admin password ?
<password>      Enter the password. The special characters allowed in
                  the password include ~ ` ! @ # $ % ^ & * ( ) _ - + =
                  [ ] { } \ | : ; ' < > . , /.
```

```
DELL_N2048P(config)#username admin password dell
Could not set user password!
Password should be in range of 8-64 characters in length
or set minimum password length to 0 by using 'no passwords min-length' command.
```

```
DELL_N2048P(config)#
```

```
<187> Nov 14 15:49:44 DELL_N2048P-1 USER_MGR[emWeb]: user_mgr.c(5271) 616 %% Password Configuration Error: Password Length should be in the range of <8-64> characters.
```

```
DELL_N2048P(config)#username admin password delltest
```

Dell N2048P -kytkimeltä tarkasteltiin myös portin suojaamisasetuksia. Suojausasetukset annettiin CLI-komentokehotteella valitun portin interface-tilassa. Komennolla `-switchport port-security maximum` voidaan rajoittaa käytettävien MAC-osoitteiden määrää. Nämä komennot toimivat samalla käytännöllä kuin Cisco Catalyst 2960 -kytkimessä ja niiden suorittaminen ei tuottanut ongelmia.

Dell N2048P -kytkimen portinsuojaus kytkennät:

```
DELL_N2048P(config-if-Gi1/0/2)#switchport port-security maximum 50
```

```
DELL_N2048P(config-if-Gi1/0/2)#switchport port-security mac-address sticky
```

```
DELL_N2048P(config)#show port-security gigabitethernet1/0/2
```

```
<0-100>          Set Static Limit for the interface.
```

```
DELL_N2048P(config-if-Gi1/0/2)#
```

```
Interface Status  Max-dynamic Max-static Protect  Frequency Shutdown  Sticky Mode
-----
Gi1/0/2  Enabled  100      50      Enabled  30      Disabled  Enabled
```

#### 8.4 VLAN-kytkentä

VLAN-ominaisuuksia testattiin luomalla kaksi VLAN-verkkoa kytkimille Dell N2048P ja Cisco 3560. Luodut VLAN-verkot olivat Vlan99 ja native Vlan100. Verkot nimettiin käytännöllä DELLTEST ja VLAN-verkon numero nimen loppuun, VLAN99-verkon nimi oli DELLTEST99. Poikkeuksena toimi native VLAN -verkko, jonka nimeksi kirjattiin DELLNATIVE. VLAN99 -verkoille määritettiin molemmissa kytkimissä IP-osoitteet. Kytkimen Dell N2048P DELLTEST99 VLAN -verkolle määritettiin IP-osoite 10.1.99.2 ja kytkimen Cisco 3560 -kytkimen DELLTEST99 VLAN -verkolle määritettiin IP-osoite 10.1.99.1.

VLAN-verkkojen luomien onnistui ongelmitta ja komennot vastasivat Cison käyttämiä VLAN-kytkentä käytäntöjä. VLAN verkkojen toimivuutta testattiin Trunking-kytkennän testauksessa.

Vlan-verkkojen luominen Dell N2048P -kytkimelle:

```
console#configure terminal
console(config)#hostname DELL_N2048P
DELL_N2048P(config-vlan30)#vlan 99
DELL_N2048P(config-vlan99)#name DELLTEST99
DELL_N2048P(config-vlan99)#vlan 100
DELL_N2048P(config-vlan100)#name DELLNATIVE
```

```
DELL_N2048P(config-vlan100)#exit
```

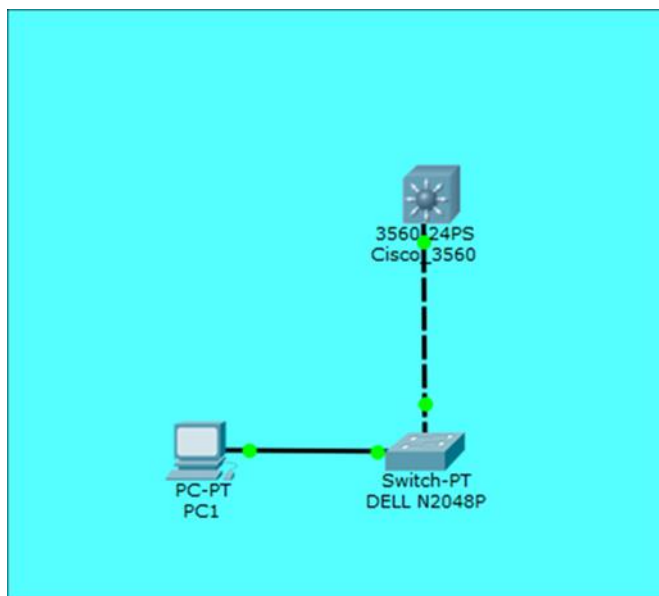
```
DELL_N2048P(config)#interface vlan 99
```

```
DELL_N2048P(config-if-vlan99)#ip address 10.1.99.2 255.255.255.0
```

```
DELL_N2048P(config-if-vlan99)#exit
```

## 8.5 Trunking-kytkentä

Kytkimien trunking-kytkennässä hyödynnettiin VLAN-kytkennässä luotuja VLAN-verkkoja. DELL N2048P -kytkimen VLAN-ominaisuuksia ja yhteensopivuutta Cisco-kytkimien kanssa testattiin luomalla Cisco Academyn luomien mallien mukaisia kytkentöjä. Kytkennässä kytkettiin kolmannen tason kytkin Cisco 3560 toisen tason Dell N2048P -kytkimeen. Kytkentä suoritettiin kierrettyillä parikaapeleilla. Dell N2048P -kytkimen portin Gigabitethernet1/0/3 ja Cisco 3560 -kytkimen portin fastethernet 0/3 välille luotiin trunking-yhteys.



KUVA 10. VLAN ja trunking-kytkentä. (Tikkanen, 2017)

DELLTEST100 VLAN100 -verkko asetettiin molempien kytkimien native VLAN -verkoksi. Molempien kytkimien porttiin sallittiin yhteys kaikille VLAN-verkoille. Kytkimien yhteyden toimivuus testattiin suorittamalla IP-osoitteiden ping-testillä. Molemmat kytkimet saivat muodostettua toimivan yhteyden kytkimien DELLTEST99 VLAN -verkkoon, jolloin kytkimien välille pystytään luomaan trunking-yhteys, joka mahdollistaa VLAN -verkkojen toiminnan Dell ja Cisco -kytkimien välillä.

Kytkimelle annetut Trunking komennot:

```
DELL_N2048P(config)#interface gigabitethernet1/0/3
```

```
DELL_N2048P(config-if)#switchport trunk native vlan 100
```

```
DELL_N2048P(config-if)#switchport mode trunk
```

```
DELL_N2048P(config-if)#switchport trunk allowed vlan all
```

```
DELL_N2048P(config-if)#no shutdown
```

Tulokset yhteyden testaamisesta:

```
DELL_N2048P#ping 10.1.99.1
```

```
Pinging 10.1.99.1 with 0 bytes of data:
```

```
Reply From 10.1.99.1: icmp_seq = 1. time= 1096 usec.
```

```
Reply From 10.1.99.1: icmp_seq = 2. time= 966 usec.
```

```
Reply From 10.1.99.1: icmp_seq = 3. time= 1093 usec.
```

```
----10.1.99.1 PING statistics----
```

```
4 packets transmitted, 3 packets received, 25% packet loss
```

```
round-trip (msec) min/avg/max = 0/1/1
```

## 8.6 Spanning-tree-kytkentä

Dell N2048P -kytkimellä testattiin spannig-tree ominaisuuksien kytkemistä ja toimivuutta. Aluksi tarkasteltiin Dell N2048P -kytkimen spannig-tree ominaisuuksia, jotka vastasivat IEE 802.1w standardeja. Kytkimelle Dell N2048P Spanning-tree asetettiin rapid-pvst tilaan, jota Cisco suosittelee käytettävän Spanning-tree-kytkennöistä. Dell N2048P -kytkimen gigabitethernet1/0/3 -porttiin kytkettiin portfast-tila, jotta kytkimeen voidaan kytkeä bpdudfilter-asetus oletukseksi. Samat asetukset annettiin Ciscon 2960 -kytkimelle ja yhteys toimi laitteiden välillä ja silmukoita ei syntynyt kytkimiin. Spanning-tree-kytkennän testaamiseen käytettiin VLAN ja trunking -kytkentöjä.

Dell N2048P -kytkimelle annetut Spanning-tree-komennot:

```
DELL_N2048P(config)#spanning-tree mode rapid-pvst
```

```
DELL_N2048P(config-if-Gi1/0/5)#spanning-tree portfast
```

```
DELL_N2048P(config-if-Gi1/0/5)#spanning-tree portfast bpdudfilter default
```

Show running-config tulokset spanning-tree-kytkennöistä:

```
DELL_N2048P(config)#show running-config
```

```
spanning-tree bpdud-protection
```

```
spanning-tree mode rapid-pvst
```

```
spanning-tree vlan 1 priority 28672
```

```
spanning-tree vlan 10 priority 28672
```

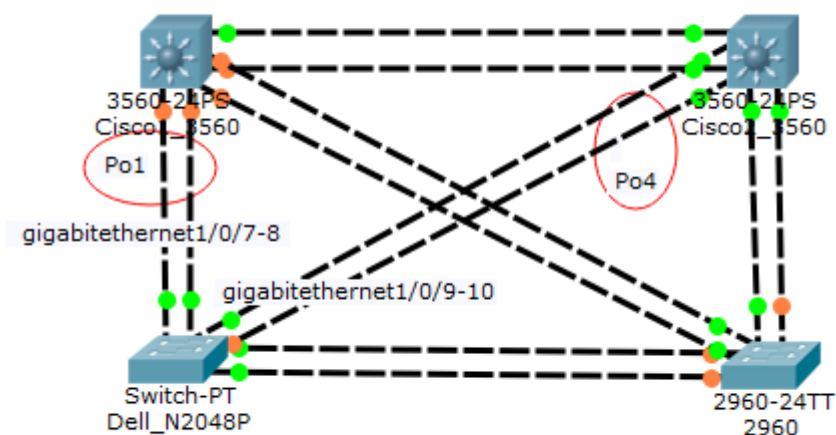
```
spanning-tree vlan 99 priority 28672
```

```
application install hiveagent start-on-boot
```

## 8.7 EtherChannel-kytkentä

Kytkimellä testattiin EtherChannel-yhteyden muodostaminen, jossa yhteys kuljetetaan useamman portin kautta yhdenaikaisesti. Kytkentä suoritettiin kahden kolmannen tason Cisco 3560 -kytkimen ja N2408P -kytkimen ja Cisco 2960 toisen tason -kytkimen välille. Yhteydet muodostettiin kahdenne-tulla yhteydellä kierrettyillä kuparikaapeleilla kytkimen portteihin. Jokaisesta kytkimestä muodostettiin yhteys muihin kytkimiin kahdella kuparikaapelilla. Tällä kytkennällä pystyttiin simuloimaan yhteyden muodostamista verkossa, jossa on kytkettynä useita verkkolaitteita.

Jokaiseen kytkimeen muodostettiin VLAN verkot yhteyden sallimista ja testaamista varten. Jokaiseen kytkimeen luotiin VLAN verkot, joille määritettiin IP-osoite. Näiden IP-osoitteiden kautta testattiin yhteyden toimivuus.



KUVA 11. EtherChannel-testikytkenä.

Kytkenän alussa nimettiin kytkimet. Kolmannen tason kytkimet nimettiin nimeämiskäytännöllä Cisco1\_3560 ja Cisco\_3560. Dell -kytkin nimettiin käytännöllä DELL\_2048P ja toisen tason Cisco -kytkin nimettiin käytännöllä Cisco\_2960.

Seuraavaksi muodostettiin Ciscon 3560 kolmannen tason kytkimiin VLAN-verkot. Kytkimelle Cisco1\_3560 muodostettiin VLAN verkko VLAN99, jossa käytettiin nimeämiskäytäntöä DELLTEST99. DELLTEST99-verkolle annettiin IP-osoite 10.1.99.1. Cisco2\_3560-kytkimelle muodostettiin VLAN-verkko VLAN110 ja verkko nimettiin käytännöllä DELLTEST110. DELLTEST110 verkolle määritettiin IP-osoite 10.1.110.1.

Kytkimelle Cisco\_2960 luotiin VLAN 120, joka nimettiin verkoksi DELLTEST120. Verkolle DELLTEST120 annettiin IP-osoite 10.1.1.120.2. DELL\_N2048P-kytkimelle luotiin VLAN -verkot VLAN99 ja VLAN100. Verkolle DELLTEST99 annettiin IP-osoite 10.1.99.1. Kaikissa kytkimissä native VLAN -verkkona toimi VLAN100, joka nimettiin nimeämiskäytännöllä VLANNATIVE.

Kytkimien välille luotiin EtherChannel -yhteydet luomalla portchannel-group 1 - ryhmä kytkimen Cisco1\_3650 ja Dell\_N2048P kytkimien porttien 7 - 8 välille. Kytkimen Dell\_N2048P ja Cisco2\_3650 porttien 9 - 10 välille luotiin portchannel-group 4 -ryhmä. Dell N2048P-kytkin ei tue PAgP- ominaisuuksia, joten portchannel-groupin tilaksi valitaan active-tila ja hyödynnettiin LACP ominaisuutta. Kytkimien välille onnistuttiin luomaan toimiva EtherChannel- yhteys. Yhteyden testaaminen kytkimien välillä suoritettiin ping-komennolla onnistuneesti.

Dell N2048P -kytkimelle asetetut EtherChannel-komennot:

```
DELL_N2048P(config)#interface range gigabitethernet1/0/9-10
DELL_N2048P(config-if)#channel-group 1 mode ?
```

```
active          Force the port to port-channel with LACP.
on              Force the port to port-channel without LACP.
```

```
DELL_N2048P(config-if)#channel-group 1 mode active
DELL_N2048P(config-if)#switchport mode trunk
DELL_N2048P(config-if)#switchport trunk allowed vlan all
DELL_N2048P(config-if)#switchport trunk native vlan 100
DELL_N2048P(config-if)#no shut
DELL_N2048P(config-if)#exit
```

```
DELL_N2048P#ping 10.1.110.1
Pinging 10.1.110.1 with 0 bytes of data:
Reply From 10.1.110.1: icmp_seq = 1. time= 1097 usec.
Reply From 10.1.110.1: icmp_seq = 2. time= 966 usec.
Reply From 10.1.110.1: icmp_seq = 3. time= 1092 usec.
```

```
----10.1.110.1 PING statistics----
4 packets transmitted, 3 packets received, 25% packet loss
round-trip (msec) min/avg/max = 0/1/1
```

## 8.8 DHCP-kytkentä

Kytkimellä Dell N2048P testattiin DHCP-poolin luominen. DHCP-pool luodaan yleensä palvelimelle, reitittimelle tai kolmannen tason kytkimelle, mutta Dell N2048P -kytkin omaa DHCP-poolin luonti ominaisuudet, joten testattiin kytkimen kykyä luoda DHCP-pool ja jakaa IP-osoitteita työasemalle.

Kytkin kytketään työasemaan, jonka pitäisi saada automaattisesti IP-osoite kytkimeltä, johon DHCP-pool on luotu. Kytkimelle luodaan DHCP-pool nimeltä DELL\_DHCP, jolle määritetään network IP -osoite ja rajataan osoitteet, joita ei jaeta kytkimelle. Kytkimen pitäisi nyt saada 192.168.10.6 alkuisen IP-osoite, mutta osoitteen jakaminen työasemalle ei onnistunut.

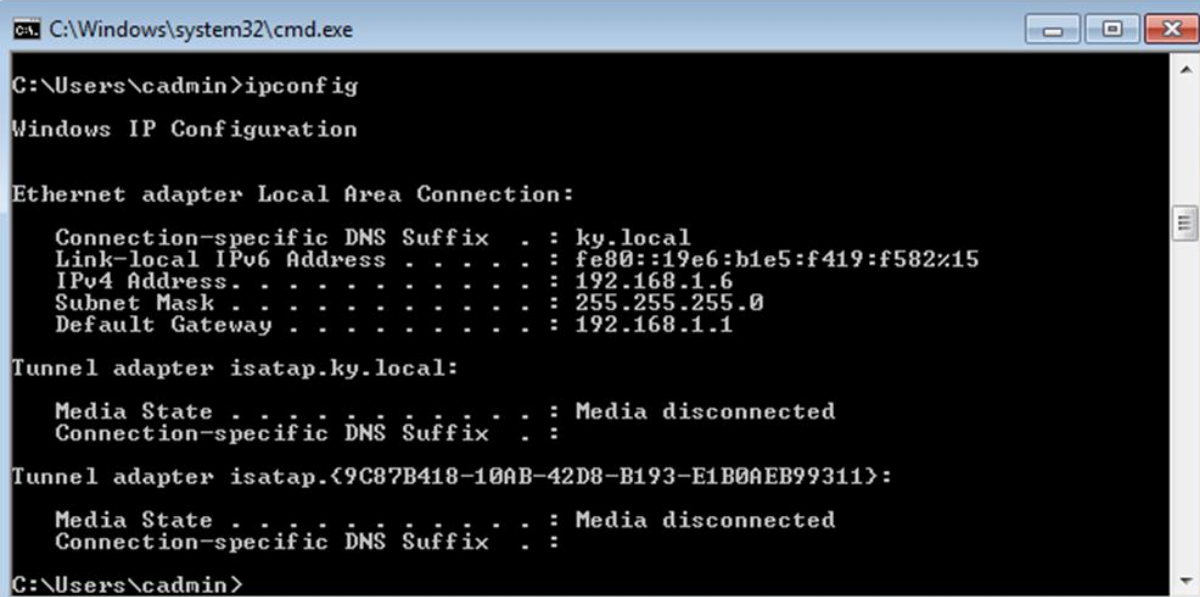
DHCP-poolin luontia testattiin samoilla komennoilla Ciscon reitittimelle ja kytkennässä Dell N2048P -kytkin oli kytketty reitittimen ja työaseman väliin ilman erillisiä komentoja. Tällä kertaa IP-osoitteen jakaminen onnistui ilman ongelmia. Mahdolliset ongelmat saattoivat, johtua mahdollisista portin tunnistamisongelmista kytkimen ja työaseman välillä.

Dell N2048P -kytkimelle suoritettut DHCP-komennot:

```
Dell_N2048P(config)#ip dhcp pool DELL_DHCP
Dell_N2048P(config-dhcp-pool)#network 192.168.1.0 255.255.255.0
Dell_N2048P(config-dhcp-pool)#default-router 192.168.1.1
Dell_N2048P(config-dhcp-pool)#dns-server 192.168.1.3
Dell_N2048P(config-dhcp-pool)#exit
Dell_N2048P(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.1.0 192.168.10.5
```

Cisco-reittimelle suoritettut DHCP-komennot:

```
CiscoRouter_1841(config)#ip dhcp pool DELL_DHCP
CiscoRouter_1841(dhcp-config)#network 192.168.10.0 255.255.255.0
CiscoRouter_1841(dhcp-config)#default-router 192.168.1.1
CiscoRouter_1841(dhcp-config)#dns-server 192.168.1.3
CiscoRouter_1841(dhcp-config)#exit
CiscoRouter_1841(dhcp-config)#ip dhcp excluded-address 192.168.1.0 192.168.10.5
```



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\cadmin>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : ky.local
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::19e6:b1e5:f419:f582%15
    IPv4 Address. . . . .             : 192.168.1.6
    Subnet Mask . . . . .            : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . .        : 192.168.1.1

Tunnel adapter isatap.ky.local:

    Media State . . . . .           : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix  . :

Tunnel adapter isatap.<9C87B418-10AB-42D8-B193-E1B0AEB99311>:

    Media State . . . . .           : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix  . :

C:\Users\cadmin>
```

KUVA 12. Kaappaus työaseman komento kehotteesta, jossa työasema on saanut IP-osoitteen.

## 9 DELL N2048P -KYTKIMEN PINOAMINEN

### 9.1 Dell N2048P -kytkimen lisääminen kytkinpinoon

Dell Networking N2048P -kytkin voidaan pinota vain Dell N2000 -sarjan kytkimien kanssa. Dell N2048P -kytkimessä on takana pinottavuus moduuli, jonka avulla kytkimet voidaan pinota yhteen pinoamiskaapeleilla. Dell N2000 -sarjan kytkimien pinoon voidaan kytkeä valmistajan mukaan 12 Dell N2000 -sarjan laitetta. (Dell, 2016 s.198)

Kytöntä lisättäessä kytkinpinoon on huomioitava, että uudessa kytkimessä ei ole sähkövirtaa päällä ja sen ethernet-porteissa ei ole kaapeleita kytkettyinä. Kun kytkin on lisätty pinoon pinoamiskaapeleilla, kytkin voidaan käynnistää. Useita kytkimiä liittäessä on muistettava käynnistää ensin lähin kytkin, joka on pinossa lähimpänä päällä olevaa kytkintä. (Dell, 2016 s.199)

Kun uudet kytkimet ovat lisätty kytkinpinoon, ne tulevat automaattisesti slave-kytkimiksi, jos master-kytkin on jo määritetty. Kun firmaware eli laiteohjelmisto päivitetään master-kytkimeen, se päivittyy myös automaattisesti slave-kytkimiin. (Dell, 2016 s.199)

Pinoihin voidaan määrittää automaattisesti tai manuaalisesti standby -kytkimen. Standby- kytkin muuttuu master -kytkimeksi, kun master-kytkimessä tapahtuu häiriö. Standby-kytkin muuttuu jälleen slave-kytkimeksi, kun master-kytkin on taas toiminnassa kytkinpinoissa. (Dell, 2016 s.201)

### 9.2 Dell N2048P -kytkimen poistaminen kytkinpinoista

Poistaessa Dell N2000 -sarjan kytkintä pinoista on huomioitava, että muut kytkimien yhteys säilyy ja yksikään kytkin ei jää eristyksiin. Tärkeintä on myös poistaa kaikki yhteydet poistettaviin kytkimiin, kuten Spanning-Tree ja EtherChannel-kytkentöihin osallistuvat portit, jotta pinoon suoritettuihin kytkentöihin ei synny häiriöitä. Yhteyden epäonnistuessa master-kytkin poistaa epäonnistuneen kytkimen automaattisesti ja epäonnistunut kytkin käynnistetään uudelleen oletusasetuksilla. (Dell, 2016 s.200)

### 9.3 Dell N2048 -kytkimen kytkinpinojen hallinta

Pinoamisominaisuuksia voidaan Dell N2048P-kytkimessä hallita, joko CLI-komentokehotteella tai Dell Inc:n valmistamalla Monitoring System Information and Configuring Logging Web- sovelluksella. Työsä keskitytään Dell kytkinpinojen hallintaan ja tarkastelemiseen CLI-komento kehotteen kautta. Komennot olivat selvästi luettavissa ja ymmärrettävissä Dell N2000 -sarjan kytkimien kytkentäoppaassa.

Dell N2048P -kytkimen pinottavuuden hallinnan komentoja:

stack- siirtyään Global Stack Configuration mode- tasolle

initiate failover – tekee standby-kytkimestä master-kytkimen

standby unit- määritä pinon standby-kytkimen, josta tulee master-kytkin, kun pinossa tapahtuu häiriö

set description unit – lisää kuvaus pinossa olevalle kytkimelle.

boot auto-copy-sw – ottaa käyttöön Stack Firmwaren synkronoinnin

show auto-copy-sw – tarkastellaan Stack Firmware synkronoinnin asetuksia

reload [unit] - käynnistää uudelleen valitun kytkimen kytkinpinosta

show switch [stack-member-number] – näyttää tiedot kytkinpinon kytkimistä tai valitusta kytkimestä

show switch stack-standby – näyttää standby-kytkimen ID:n kytkinpinosta

show switch stack-ports – näyttää tiedot kytkinpinon porteista

show switch stack-ports stack-path – näyttää polut, joiden kautta data kulkee kytkinpinossa oleviin kytkimiin

## 10 POE-HALLINTA DELL N2048P -KYTKIMESSÄ

PoE-ominaisuuksia voidaan Dell N2048P -kytkimessä hallita, joko CLI-komentokehotteella tai Dell Inc:n valmistamalla Monitoring System Information and Configuring Logging Web- sovelluksella. Työssä keskitytään Dell kytkimen hallintaan CLI-komento kehotteen kautta. PoE-komennoilla tarkastellaan ja hallinnoidaan virransyöttämisen asetuksia PoE-portteihin kytkettyihin laitteisiin. Komennot annetaan CLI-komentokehotteen Global Configuration-tasolla. Komennot olivat selvästi luettavissa ja ymmärrettävissä Dell N2000 -sarjan kytkimien kytkentäoppaassa.

PoE -komentoja kytkimellä Dell N2048P:

`power inline usage-threshold {1-99%}` - Määritetään Laitteen käyttämä PoE-virran määrä 1-99 prosenttiin koko laitteen virrasta

`power inline {auto | never}` - Komennolla määritetään PoE-porttiin kytketyn laitteen havaitseminen. Auto-tila antaa sähkövirtaa laitteelle automaattisesti, kun laite on havaittu. Never-tila ottaa laitteen ha-vainnoinnin pois käytöstä ja ei tuota sähkövirtaa laitteille

`power inline priority {critical | high | low}` - Määrittää portin prioriteetin virran syötössä kytketylle laitteelle

`power inline powered-device type-` komennolla voidaan antaa kuvaus PoE-porttiin kytketystä laitteesta

`show power inline` -Komennolla voidaan tarkistella PoE-portin tilaa

## 11 ARVIO LAITTEESTA

Kytkin Dell N2048P oli teknisesti tehokkaampi kuin useat Cisco-laboratorion kytkimet, etenkin muistin määrä oli laitteessa huomattavasti suurempi ja tiedonsiirtonopeus oli parempi kuin muiden työssä tarkastellujen kytkinten. Kytkimessä Dell N2048P oli pinottavuusmoduulipaikat, jotka puuttuivat useista muista testauksen kytkimistä. Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkossa käytettävä Cisco Catalyst 2960X-48TS-L -kytkin oli ainoa, joka vastasi Dell N2048P -kytkintä teknisiltä ominaisuuksiltaan ja molemmissa oli paikat pinoamismoduuleille, mutta Cisco Catalyst 2960X-48TS-L -kytkimestä puuttuivat PoE-ominaisuutta tukevat portit. Cisco Catalyst 2960X-48TS -kytkin oli myös teknisiltään ominaisuuksiltaan heikompi, etenkin flash-muistin ja RAM-muistin määrä oli vähäisempi kuin Dell N2048P -kytkimessä. Pinottavuudessa Dell N2048P -kytkin on vain yhteensopiva vain Dell N2000-sarjan kytkimien kanssa, joten pinottavuutta ei voida hyödyntää Ciscon laitteiden kanssa.

Käytettävyydessään Dell N2048P -kytkin vastasi Savonia-ammattikorkeakoulun käyttämiä Ciscon kytkimiä. Kytkimen komennot vastasivat suurimmilta osin toisiaan ja komennot olivat helposti löydettävissä CLI-komentokehotteesta. Show-komennot olivat samankaltaiset kuin Ciscon kytkimillä, ja ne olivat helposti luettavissa sekä antoivat tärkeimmät tiedot kytkimestä ja kytkennöistä. Laitteen nimeäminen ja salasanojen antaminen onnistuivat kytkimellä helposti.

Yhteensopivuudessa Cisco-laitteiden kanssa Dell N2048P -kytkin toimi alustavasti lupaavasti. Kytkimen VLAN-verkkojen ja trunking-yhteyden muodostaminen kytkiminen välille ei tuottanut ongelmia ja yhteydet toimivat ongelmitta. Spanning-tree-kytkennät suoritettiin samalla käytännöllä Dell N2048P -kytkimeen kuin Ciscon kytkimiin ja ei tuottanut ongelmia. EtherChannel-yhteyden muodostaminen aiheutti hieman ongelmia erillisten komentojen vuoksi. Dell ei myöskään tukenut EtherChannelin PAgP-toimintoa, joten kytkimellä tuli käyttää LACP-toimintoa, jotta toimiva EtherChannel-yhteys voitiin muodostaa. DHCP-ominaisuudet eivät toimineet toivotusti eikä kytkin pystynyt luomaan IP-osoitteita laitteille, mutta kytkin pystyy jakamaan erilliseltä laitteelta tulevat IP-osoitteet.

Dell Networking N2048P -kytkin on toimiva toisen tason kytkin, jota voidaan hyödyntää Ciscon valmistamien laitteiden kanssa useisiin yksinkertaisiin toimintoihin, kuten VLAN verkkojen muodostamiseen ja jakamiseen. Kytkimellä voidaan käyttää trunking ja EtherChannel -yhteyksiä Ciscon laitteiden välillä. Dell N2048P -kytkin ei ollut pinottavissa Ciscon pinottavien kytkimien kanssa, joten kytkintä ei voida hyödyntää tehokkaasti Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkossa. Jotta Dell N2048P -kytkin olisi hyödyllinen investointi Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkkoon, tulisi tietoverkkoon lisätä useampia Dell N2000 -sarjan kytkimiä, jolloin kytkimistä voidaan luoda kytkinpino. Yksittäistä Dell N2048P -kytkintä voidaan käyttää Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkossa yksittäisenä kytkimenä, mutta kytkintä ei voida hyödyntää tehokkaasti, joten se olisi liian hintava investointi Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkkoon. Tietoverkossa olisi suotavaa käyttää Ciscon valmistamia laitteita mahdollisten yhteysongelmien ja viallisten kytkentöjen välttämiseksi.

## 12 YHTEENVETO

Kytkimien tutkiminen ja vertaileminen oli mielenkiintoinen opinnäytetyön aihe, sillä oli kiinnostavaa verrata laitteen valmistajien käyttämiä yhtenäisiä standardeja ja valmistajien laitteilleen kehittämiä ominaisuuksia. Toisen tason kytkimet tukevat useita ominaisuuksia, ja nämä ominaisuudet jakautuvat useiden eri valmistajien laitteille. Laitteet käyttävät usein yhtenäisiä komentoja ja standardeja, kuten tässä työssä ilmeni, mutta laitteet eivät samankaltaisuuksistaan huolimatta tue toisiaan täysin. Työssä tehdyissä vertailussa ilmeni, että komentojen syöttäminen laitteille voi erota toisistaan, mikä voi aiheuttaa epäselvyyttä ja teknisiä ongelmia antaessa komentoja laitteille.

Verkkolaitteita tilattaessa on otettava huomioon laitteen tarkoitus tietoverkossa ja ominaisuudet, joita laitteelta vaaditaan. Useat toisen tason kytkimet voidaan kytkeä tietoverkkoon eri valmistajien kytkimien kanssa, esimerkiksi jakamaan palvelimelta tulevia IP-osoitteita tai luomaan VLAN -verkoja tietoverkkoon. Kytkimien pinoamisominaisuudet eivät ole yhtenäiset muiden valmistajien laitteiden kanssa ja vaativat yleensä useita samankaltaisia laitteita kytkinpinon muodostamiseen.

Tämä opinnäytetyö antoi käsityksen ominaisuuksista, jotka tulee ottaa huomioon hankittaessa tietoverkkolaitetta tietoverkkoon. Opinnäytetyö antoi käsityksen mahdollisista ongelmista, joita ilmenee kytkettäessä useiden eri valmistajien valmistamia tietoverkkokytkimiä samaan tietoverkkoon. Opinnäytetyötä voitaisiin jatkaa tutkimalla Ciscon valmistamia tietoverkkokytkimiä, joita voitaisiin käyttää Savonia-ammattikorkeakoulun tietoverkossa ja joiden avulla voitaisiin mahdollisesti uudistaa ja korvata tietoverkon kytkimiä.

## LÄHTEET

4vector, 2012, Network Switch clip art free vector. Haettu 10 huhtikuuta 2017 osoitteesta

<http://4vector.com/free-vector/network-switch-clip-art-110497>

Cisco Systems INC, Internetworking Basics. Haettu 24 maaliskuuta 2017 osoitteesta

<https://www.cisco.com/cpress/cc/td/cpress/fund/ith/ith01gb.htm>

Cisco Systems INC, 2017, Cisco Catalyst 2960-X Series Switches Data Sheet. 2017. Haettu 12 huhtikuuta 2017 osoitteesta.

[http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-2960-x-series-switches/data\\_sheet\\_c78-728232.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-2960-x-series-switches/data_sheet_c78-728232.html)

Cisco Systems INC, 2014, Cisco Catalyst 2960-S and 2960 Series Switches with LAN Base Software Data Sheet. Haettu 12 huhtikuuta 2017 osoitteesta.

[http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-2960-series-switches/product\\_data\\_sheet0900aecd80322c0c.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-2960-series-switches/product_data_sheet0900aecd80322c0c.html)

Dell Inc, 2016, Dell Networking N2000, N3000, and N4000 Series Switches User's Configuration Guide Version 6.3.0.0 and Later. Haettu 24. maaliskuuta 2017 osoitteesta.

[http://downloads.dell.com/manuals/common/networking\\_nxxug\\_en-us.pdf](http://downloads.dell.com/manuals/common/networking_nxxug_en-us.pdf)

Dell Inc, 2017, Dell Networking N2048P Switch. Haettu 12. huhtikuuta 2017 osoitteesta

[http://www.dell.com/us/business/p/networking-n2000-series/pd?oc=bcctj2p&model\\_id=networking-n2000-series](http://www.dell.com/us/business/p/networking-n2000-series/pd?oc=bcctj2p&model_id=networking-n2000-series)

Erum Frahim, Richard Froom. 2015 Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH) Foundation Learning Guide: (CCNP SWITCH 300-115) [Viitattu 2017-3-24]:

Hewlett Packard Enterprise, Haettu 12. huhtikuuta 2017 osoitteesta.

[http://h17007.www1.hp.com/us/en/networking/products/switches/HP\\_2520\\_Switch\\_Series/index.aspx#J9299A](http://h17007.www1.hp.com/us/en/networking/products/switches/HP_2520_Switch_Series/index.aspx#J9299A)

Microsoft, 2014, The OSI Model's Seven Layers Defined and Functions Explained. Haettu 24 maaliskuuta 2017 osoitteesta.

<https://support.microsoft.com/en-us/help/103884/the-osi-model-s-seven-layers-defined-and-functions-explained>

Thayumanavan Sridhar, Layer 2 and Layer 3 Switch Evolution - The Internet Protocol Journal - Volume 1, No. 2. Haettu 24. maaliskuuta 2017 osoitteesta.

<http://www.cisco.com/c/en/us/about/press/internet-protocol-journal/back-issues/table-contents-19/switch-evolution.html>

Veracity UK Ltd, 2016, Power over Ethernet (POE) Explained. Haettu 24 maaliskuuta 2017 osoitteesta

<http://www.veracityglobal.com/resources/articles-and-white-papers/poe-explained-part-1.aspx>