

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma

Tommi Hokkanen

Tietoverkkolaboratorion kehitysprojekti

Insinööriyö 25.4.2010

Ohjaaja: systems specialist Matti Nikula
Ohjaava opettaja: yliopettaja Matti Puska

Tekijä	Tommi Hokkanen
Otsikko	Tietoverkkolaboratorion kehitysprojekti
Sivumäärä	44 sivua
Koulutusohjelma	tietotekniikan koulutusohjelma
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja	järjestelmä­asiantuntija Matti Nikula
Ohjaava opettaja	yliopettaja Matti Puska
<p>Tämän insinööri­työn aiheena oli Cygate Oy:n tietoverkkolaboratorion kehitysprojekti. Tavoitteena oli identifioida nykyisen laboratoriokäytön pahimmat ongelmakohdat ja tutkia sekä esittää ratkaisumahdollisuuksia niihin. Työn alussa kuvailtiin työn lähtökohdat sekä esiteltiin tietoverkkolaboratorio.</p> <p>Teoriaosuudessa kerrottiin dynaamisesta reititysprotokollasta, OSPF:stä (Open Shortest Path First). Osuudessa kuvattiin OSPF:n käyttöä yritysten verkoissa. Myös tietoverkkolaboratorion reitityksessä käytettiin OSPF-protokollaa. Teoriaosuudessa pohdittiin myös lyhyesti dokumentoinnin merkitystä tietoverkkojen toteutuksessa.</p> <p>Toteutusosassa tutkittiin aluksi verkkolaboratorion lähtötilanne ja etsittiin laboratorion ongelmakohtia. Pääasiallisena menetelmänä toimivat käyttäjähaastattelut ja yleiset tietoverkkojen selvitystyökalut. Ongelmakohtien löytämisen jälkeen lähdettiin etsimään parhaita tapoja ratkaista ongelmia. Apuna käytettiin projektityön vesiputousmallia.</p> <p>Esitutkimuksen jälkeen tehtiin laboratoriokäytölle vaatimusmäärittely, jonka perusteella lähdettiin suunnitteluosuudessa etsimään parhaita työkaluja vaatimusten toteuttamiseen. Toteutusosassa esitettiin tapoja, joiden avulla löydettyjä ratkaisuja voitaisiin käytännössä toteuttaa.</p> <p>Tuloksena saatiin aikaan suunnitelma, jota Cygate Oy voi käyttää pohjana kehittäessään tietoverkkolaboratoriotaan.</p>	
Hakusanat	tietoverkkolaboratorio, OSPF, dokumentaatio

Helsinki Metropolia University of Applied Sciences Abstract

Author Title	Tommi Hokkanen Network laboratory development project
Number of Pages Date	44 4 April 2010
Degree Programme	Information Technology
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor Supervisor	Matti Nikula, Systems Specialist Matti Puska, Principal Lecturer
<p>The subject of this thesis work was creating a development plan for Cygate's network laboratory. The goal was to identify the most pressing problems of the laboratory's current use and then make an investigation to find the best solutions to find the best solutions to address these problems.</p> <p>In the first chapters the network laboratory is introduced and the background of this work is given. In the theory chapter the dynamics of the OSPF routing protocol in the enterprise networks are discussed, as this protocol was also in use in Cygate's network laboratory. Documentation of networks iss also briefly discussed.</p> <p>In the chapter about implementation, the starting conditions of the laboratory are introduced and problems are then identified. The main means of research were user interviews and general network troubleshooting tools. After identifying the problems, the ways of solving them were studied and introduced. As a guideline to this process a traditional waterfall project model was used.</p> <p>After this research a list of requirements/demands for laboratory use was created. Based on these requirements/demands the best tools for solving problems were identified. Also ways of implementing these tools were introduced.</p> <p>As a result Cygate obtained a plan to help them in developing their network laboratory.</p>	
Keywords	network laboratory, OSPF, documentation

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Lyhenteet, käsitteet ja määritelmät

1	Johdanto.....	8
2	Tietoverkkolaboratorio.....	9
2.1	Runkotopologia	9
2.2	Laitekanta	11
3	Reititys suurissa yritysverkoissa.....	12
3.1	OSPF-reititysprotokolla.....	13
3.1.1	Naapuruudet ja läheisyydet.....	15
3.1.2	Reititinten roolit	16
3.2	OSPF-alueet.....	18
4	Dokumentaatio	22
5	Laboratorion kehityssuunnitelma.....	24
6	Esitutkimus	25
7	Määrittely	27
8	Suunnittelu	28
8.1	Laitekannan ja IP-osoitteiden dokumentointi.....	29
8.2	Varauskanta	34
8.3	Käyttöohje	35
8.4	Työskentelytavat ja prosessit.....	35
8.5	Suunnittelun johtopäätökset	38

9	Toteutus	38
10	Yhteenveto	39
	Lähteet.....	41
	Liitteet	
	Liite 1: Ohjelmistovertailu	44

Lyhenteet, käsitteet ja määritelmät

Autodiscovery	Verkkolaitteiden automaattinen havaitseminen IP-verkossa.
CMTS	Cable Modem Termination System, kaapeliverkon päätevahvistimessa sijaitseva järjestelmä, joka ohjaa kaapelimodeemien liikennettä
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol, protokolla, joka jakaa IP-osoitteita verkkoon kytkeytyville laitteille.
DNS	Domain Name System, internetin nimipalvelujärjestelmä, joka muuntaa verkko-osoitteet IP-osoitteiksi.
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer, laite, joka yhdistää tilaajaliittymät operaattorin verkkoon.
EGP	Exterior Gateway Protocol, internetin runkoverkossa käytettävä reititysprotokolla.
IP-Multicast	Verkkoteknologia, jonka avulla tietoa voidaan välittää tehokkaasti vastaanottajaryhmille.
Mediayhdyskäytävä	Laite, joka muuntaa digitaalisia mediavirtoja niin että ne voivat kulkea erityyppisten verkkojen välillä.
OOB	Out-Of-Band Management, mahdollistaa laitteen hallinnan etäyhteydellä vaikka laite ei olisi päällä.
Reititysprotokolla	Protokolla, jonka avulla reitittimet vaihtavat tietoa keskenään IP-verkkojen rakenteesta.

WAN	Wide Area Network, laajoja maantieteellisiä alueita kattava tiedonsiirtoverkko
WINS	Windows Internet Name Service, Microsoftin kehittämä tekniikka, jonka avulla lähiverkon isännät nimet muunnetaan verkko-osoitteiksi.

1 Johdanto

Tämän insinööriyön aiheena on Cygate Oy:n Espoossa sijaitsevan toimipisteen tietoverkkolaboratorion kehitysprojekti.

Cygate Oy on pohjoismainen tietoverkkoratkaisujen toimittaja, joka suunnittelee, asentaa ja ylläpitää yritysten tietoverkkoja. Toimintansa Cygate Oy on aloittanut vuonna 1989 Suomessa nimellä Santa Monica Software.

Cygate Oy on osa suurempaa konsernia, Cygate Groupia. Vuonna 2007 Cygate Group myytiin TeliaSoneralle ja tällä hetkellä Cygate-konsernissa on noin 470 työntekijää. Cygate Groupin pääkonttori sijaitsee Tukholmassa, ja yrityksellä on useita toimipisteitä Ruotsissa ja Suomessa. Cygate Groupin asiakkaisiin kuuluu muun muassa teleoperaattoreita, kauppaa-, palvelu- ja teollisuussektoreiden yrityksiä ja julkisia yhteisöjä. (1.)

Yrityksellä on omilla tiloissaan Espoossa tietoverkkolaboratorio, jota yrityksen asiantuntijat käyttävät. Laboratoriossa on runsas määrä erilaisia tietoliikennelaitteita, kuten kytkimiä, reitittimiä, palomureja, langattoman verkon laitteita, DSL (Digital Subscriber Line) -laitteita ja kaapelimodeemilaitteita. Laboratorion laitekaapeissa on myös laitteita Cygaten huoltovarastosta ja asiakkailta.

Laboratorion käyttö on koettu varsinkin uudempien työntekijöiden kannalta hankalaksi. Tämä johtuu osittain siitä, että laboratorion käytöstä ei ole ollut minkäänlaisia ohjeita ja dokumentointi on ollut niukkaa. Tähän tarpeeseen vastaamaan päätettiin tehdä aiheesta insinööriyö, jonka tavoitteena on identifioida tietoverkkolaboratorion suurimmat ongelmakohdat ja löytää parhaat työkalut sekä ratkaisumahdollisuudet laboratorion käytön parantamiseksi.

Insinööriyössä selvitetään laboratorion nykytila ja etsitään tämän hetkisen laboratorion käytön suurimmat ongelmakohdat. Lisäksi tutkitaan ja esitetään ratkaisuehdotuksia löydettyihin ongelmiin. Kirjallisessa osuudessa esitellään työtä

tukevaa teoriaa yritysverkoissa yleisesti käytettävästä OSPF (Open Shortest Path First) -reitityksestä. Teoriaosuudessa pohditaan myös dokumentoinnin merkitystä käytettävyyden kannalta.

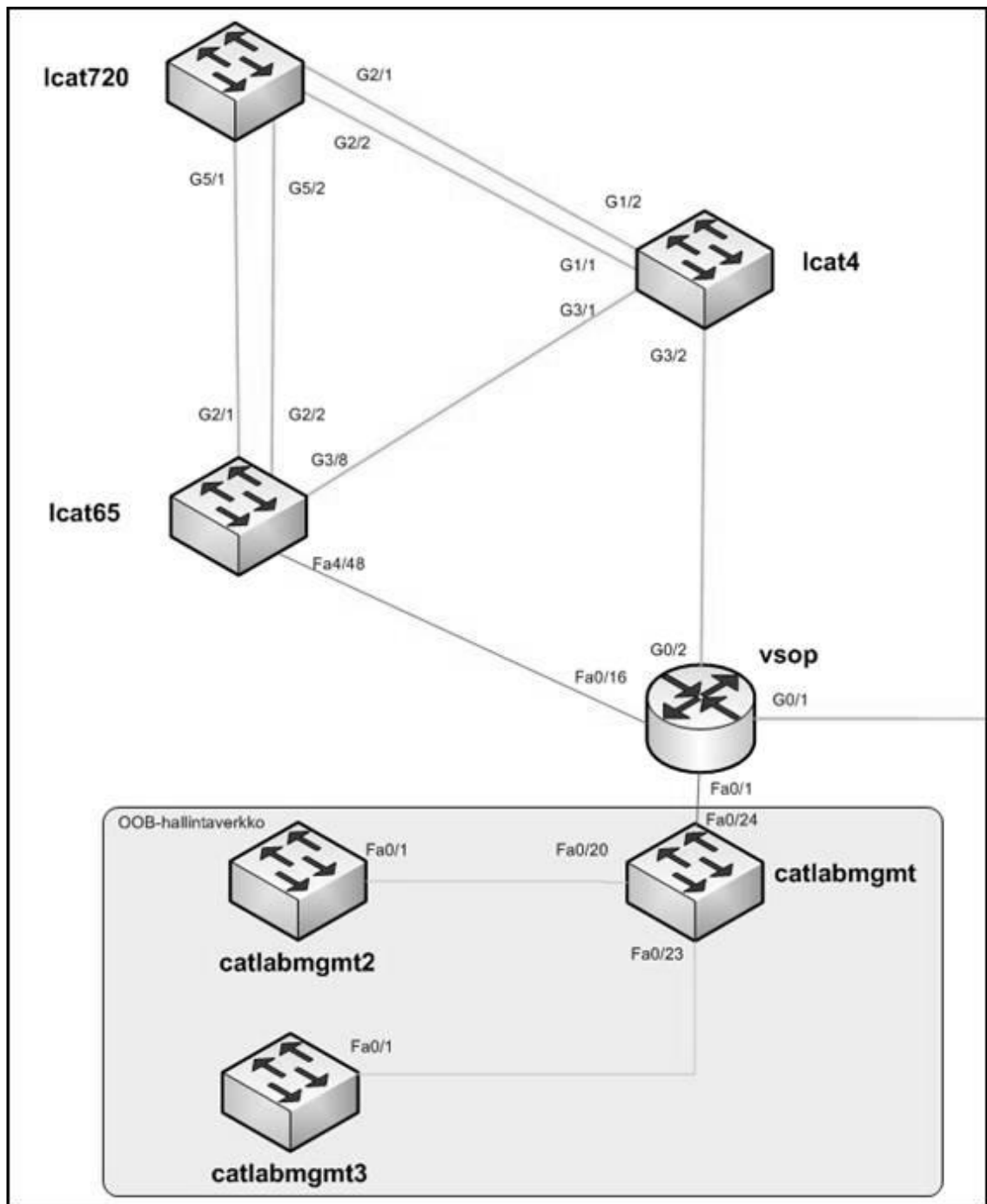
2 Tietoverkkolaboratorio

Cygate Oy:n tietoverkkolaboratorio sijaitsee laiteilassa, jossa on yhdeksän laitekaappia laitteita varten. Laboratorion runkolaitteisiin kuuluu kolme monitasokytkintä ja yksi reititin. Laboraatiokytkennät tehdään näiden runkolaitteiden kautta ja reitittimen kautta päästään käsiksi muihin verkkoihin, kuten internetiin.

Laboratoriokäyttöön on varattu yksityinen osoitealue 192.168.10.0/23. Laitteita varten on myös varattu julkinen osoiteavaruus 81.20.227.0/24 ja 81.20.228.0/24. Näitä osoitteita voidaan käyttää laboratoriolaitteiden etähallinnassa, esimerkiksi Telnet- ja SSH (Secure Shell) -yhteyksin. OOB (Out-Of-Band) -hallintaa varten laboratoriossa on Cisco 2500 -päätepalvelimia, joista voidaan kytkeä konsolijohto laitteeseen ja ottaa sen jälkeen siihen Telnet-yhteys. Päätepalvelimia on yksi jokaisessa laitekaapissa, ja ne on kytketty kytkimen kautta runkoreitittimeen.

Runkotopologia

Laboratorion runkotopologia on melko yksinkertainen. Päätepalvelimet on kytketty OOB-hallintaverkon kytkimeen (*labmgmt*) ja laboratorion laitteita voidaan liittää niihin tai suoraan runkokytkimiin. Kuvassa 1 on esitetty laboratorion runkolaitteiden tason 2 topologia. Kuvan reititin (*vsop*) on yhteydessä muihin verkkoihin.

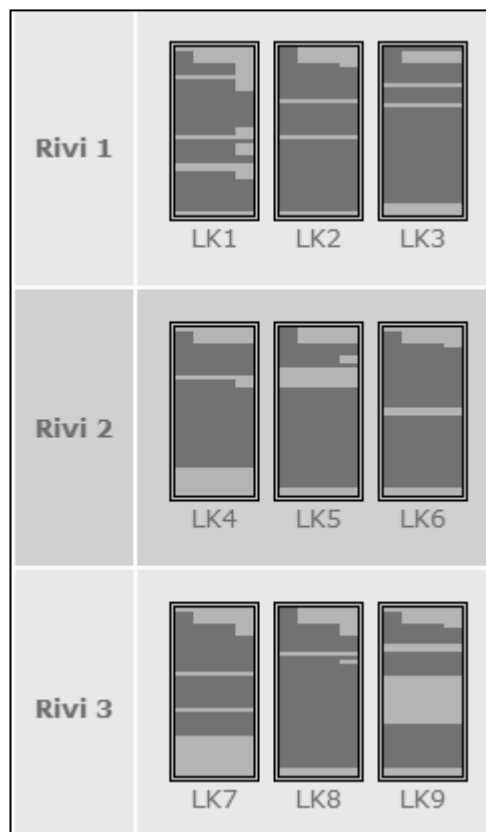


Kuva 1 Tietoverkkolaboratorion runkotopologia

Laitekanta

Laboratorion laitekanta on hyvin monipuolinen. Jonkinlaista jakoa käyttäjien kesken on tehty, mutta ei mitenkään järjestelmällisesti. Laitteiden nimeämisessä ei myöskään ole noudatettu mitään erityistä käytäntöä. Tällä hetkellä laitekaapeissa 1 ja 2 on tietoturvaan erikoistuneiden asiantuntijoiden laitteita, enimmäkseen erilaisia palomureja.

Laitekaapissa 3 on kaapelimodeemilaitteita ja laitekaapissa 4 DSL-laitteita, muun muassa CMTS (Cable Modem Termination System) ja DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer). Laitekaapissa 5 on langattoman verkon laitteita, mm. tukiasemia ja kontrollereita. Muissa laitekaapeissa laitteet ovat melko sekalaisesti. Laitteina niissä on mm. reitittimiä, kytkimiä, Windows- ja Linux-palvelimia, verkkoliikennetesteri, mediayhdyskäytävä ja sähköpostisuodatin. Kuvassa 2 näkyy laitekaappien tämänhetkinen järjestys.



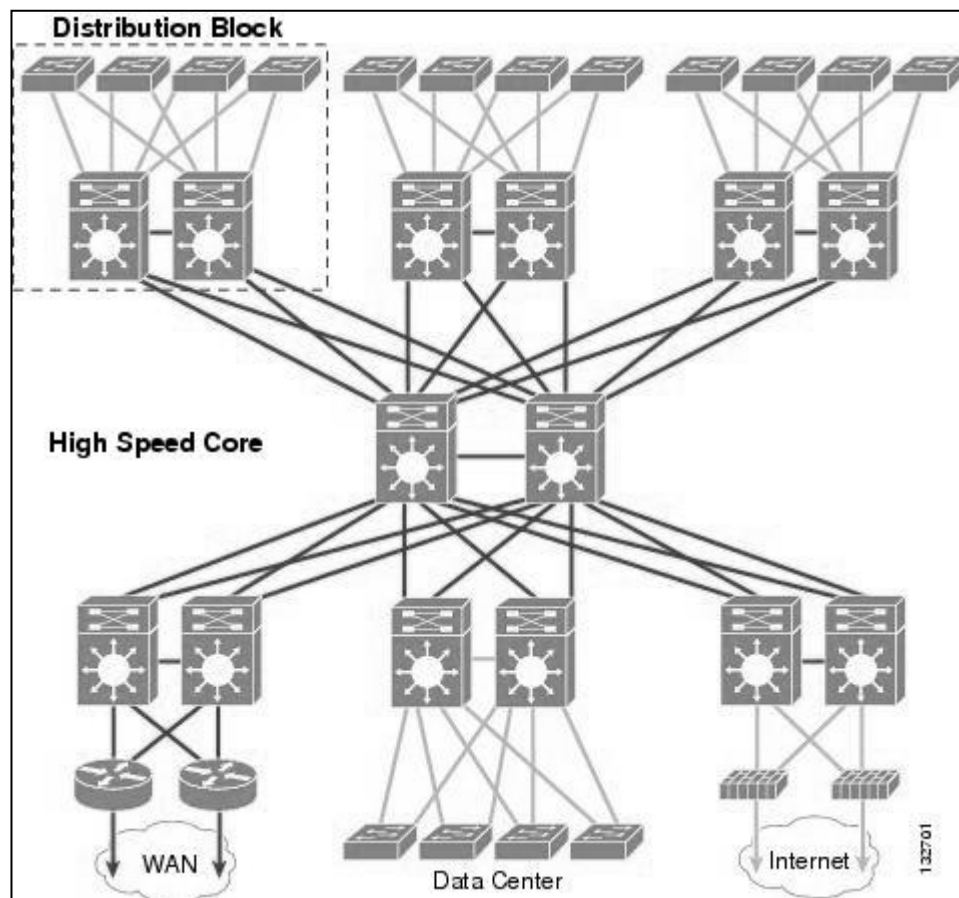
Kuva 2 Laboratorion laitekaapit

3 Reititys suurissa yritysverkoissa

Suurissa yritysverkoissa käytetään hyvin yleisesti dynaamista Open Shortest Path First, eli OSPF-protokollaa reititykseen. Tässä osiossa kerrotaan OSPF-reitityksestä IPv4-verkoissa ja erityisesti usean alueen OSPF:stä. Myös laboratorion runkoreitittimissä on OSPF käytössä. (2.)

Suurten yritysten verkot on nykyään usein rakennettu niin sanotun ”kampus-mallin” mukaan. Kampusmallissa eri toiminnot on jaettu omiin lohkoihinsa ja lohkot yhdistetty niin, että niiden tarjoamiin palveluihin päästään käsiksi mistä vain verkossa.

Kampusverkko on määritelmän mukaan autonominen verkko, jota hallinnoi yksi taho (3). Tyypillinen kampusverkko on kuvan 3 kaltainen verkko, jossa eri lohkot yhdistyvät toisiinsa reitittimien tai monitasokytkinten avulla. Kuten kuvasta havaitaan, on lohkojen ja reititinten välisten linkkien määrä usein suuri. Reittien lisääminen käsin muodostuu nopeasti liikaa aikaa ja resursseja vieväksi ja siksi onkin tarpeen käyttää reititykseen *dynaamista reititysprotokollaa*.



Kuva 3 Esimerkki kampusverkosta (4)

3.1 OSPF-reitityprotokolla

OSPF on avoimen standardin protokolla ja se on kehittynyt avoin kansainvälinen yhteisö nimeltä IETF (Internet Engineering Task Force).

RFC-dokumentin 2328 mukaan OSPF on ns. *Link-State Protocol*, eli linkin tila-protokolla, joka on tarkoitettu ajettavaksi yksittäisen *autonomisen järjestelmän* sisällä. ”Linkin” voidaan ajatella olevan liitäntä kahden reitittimen välillä. Linkin tila on sen kuvaus ko. liitäntän tilasta ja sen suhteesta naapurireitittämiin. (5.)

OSPF perustuu SPF (Shortest Path First) -algoritmiin, jonka avulla linkin tilan muutoksiin voidaan reagoida hyvin nopeasti. Linkkien tilojen perusteella SPF-algoritmi

laskee lyhimmän reitin kohdeverkkoon. OSPF-reitityksessä kaikilla reititykseen osallistuvilla reitittimillä on yhtenäinen tietokanta, joka kuvaa kyseisen autonomisen järjestelmän topologiaa. (6.)

OSPF-protokollalla on monia etuja, kuten

- nopea konvergenssi
- standardius, joten toimii ympäristöissä joissa on useiden valmistajien laitteita
- reittipäivitysten lähetys vain niille laitteille, jotka sitä tarvitsevat
- tiedonsiirtokaistan säästeliäs käyttö. (7, s. 128.)

Muita etuja ovat muun muassa:

- Skaalautuvuus. OSPF on tarkoituksella suunniteltu toimimaan laajoissa verkoissa. Siinä ei ole reititinten määrään perustuvaa rajoitusta, ja OSPF-alueen jakaminen pienempiin osiin on mahdollista. Tämän ansiosta verkon hallinta on helpompaa.
- Täysi aliverkkojen tuki. OSPF tukee vaihtuvanmittaisia aliverkkopeitteitä (Variable Length Subnet Masking, VLSM) ja epäjatkuvia aliverkkoja.
- Hello-paketit. OSPF käyttää pieniä ”hello-paketteja” tarkistamaan linkin toimintaa siirtämättä laajoja reititystauluja. Vakaasti toimivissa verkoissa suuria päivityksiä tapahtuu vain kerran 30 minuutissa.
- DS-reititys. OSPF voi reitittää paketteja niiden DS-kentän (Differentiated Services) arvojen mukaan. Esimerkiksi tiedostojen siirto voidaan reitittää eri kautta kuin IP-puheen siirto. Tämä parantaa palvelunlaatua.
- Merkityt reitit. Reittejä voidaan merkitä mielivaltaisilla arvoilla, mikä helpottaa toimintaa *EGP-protokollien (Exterior Gateway Protocol)* kanssa, jotka voivat merkitä OSPF-reitit autonomisen järjestelmän numeron mukaan. (8.)

OSPF:llä on myös haittapuolia, joista merkittävimpiä ovat protokollan monimutkaisuus sekä muisti- ja prosessorivaatimukset. Nykyään reititinten prosessoritehot ja muistimäärät ovat tosin jo kasvaneet sellaiselle tasolle, ettei OSPF:n ajaminen tuota niille ongelmia laajoissakaan verkoissa.

Naapuruudet ja läheisyydet

Kun OSPF on käytössä, reitittimet, jotka ovat samassa verkkosegmentissä, muodostavat naapuruuksia toisiinsa. Naapurit valitaan lähettämällä Hello-paketteja kaikista liitännöistä osoitteeseen 224.0.0.5 käyttäen *IP multicastia*. Naapuruus muodostuu heti, kun reititin löytää vastaanotetusta hello-paketista omat tietonsa. Tämän ansiosta kaksisuuntainen viestintä on varmistettu. Taulukossa 1 on lueteltu erilaiset hello-viestien parametrit.

Taulukko 1 OSPF hello -viestiparametrit

Arvo	Kuvaus
Reititintunniste (router-id)	32-bittinen luku, joka esiintyy vain tällä reitittimellä
Hello ja Dead -intervallit	aikavälit hello-viestien ja aikakatkaisun välillä
Naapurilista	lista naapureiden reititintunneista
Aluetunniste (area-id)	alueen numero
Prioriteetti	korkein prioriteetti valitaan DR-reitittimeksi (Designated Router)
DR ja BDR (Backup Designated Router)	valittujen reititinten IP-osoitteet
Autentikointi	salasana, jos käytössä
Tynkääalueen lippu	TOSI, jos kyseessä on tynkääalue

Kun naapuruus on muodostettu, käyvät reitittimet läpi prosessin, jossa niiden tiedot synkronisoidaan. Synkronisoinnin jälkeen reitittimet ovat tilassa, jota kutsutaan täydeksi läheisyydeksi, *full adjacency*. Tämän jälkeen reitittimet vaihtavat reititystietoja vain muutosten tapahtuessa tai 30 minuutin välein.

Seuraava lista kuvaa naapuruussuhteiden kaikkia mahdollisia tiloja:

- **Alhaalla (down)**. Tämä on ensimmäinen OSPF-naapuruuden tila. Tarkoittaa, että mitään tietoja ei ole saatu naapurilta.
- **Yritys (attempt)**. Tämä tila on mahdollinen vain käsin määritellyillä naapureilla NBMA-ympäristöissä (Nonbroadcast Multiple Access). Yritys-tilassa reititin lähettää hello-paketteja naapurille, jolta hello-viestejä ei ole saatu dead-intervallin aikana.
- **Aloitus (init)**. Reititin on saanut hello-paketin naapurilta, mutta paketti ei sisältänyt reititintunnistetta.
- **Kaksisuuntainen (2-way)**. Kaksisuuntainen kommunikaatio on muodostettu reititinten välille.
- **Vaihdon aloitus (exstart)**. Kun DR ja BDR on valittu, aloitetaan linkintilatietojen vaihto reitittimen ja DR:n sekä BDR:n kanssa.
- **Vaihto (exchange)**. OSPF-reitittimet vaihtavat tietokannan kuvauspaketteja (DBD packets)
- **Lataa (loading)**. Tässä tilassa varsinainen linkintilatietojen vaihto tapahtuu.
- **Täysi (full)**. Tässä tilassa reitittimien tietokannat on synkronoitu ja reitittimien tiedot ovat yhtenevät.

Reititinten roolit

Jos reitittimet on liitetty levitysviestisegmenttiin, valitaan yksi reitittimistä ylläpitämään läheisyyksiä kaikkien segmentin reitittimien kanssa (esimerkiksi kun monta reititintä samassa VLANissa on samassa kytkimessä kiinni). Tätä reititintä kutsutaan valituksi reitittimeksi (Designated Router, DR). Vikasietoisuuden vuoksi valitaan myös varareititin, jota kutsutaan nimellä BDR (Backup Designated Router).

Valinta tehdään monipääsylinkeillä (esim. FastEthernet), sillä ylläpidettävien läheisyyksien määrä kasvaa neliöllisessä suhteessa. Verkossa, jossa on n reititintä, läheisyyksien määrä on

$$\frac{n(n-1)}{2}.$$

Verkossa, jossa on 15 reititintä, tarvitaan läheisyyksiä jo

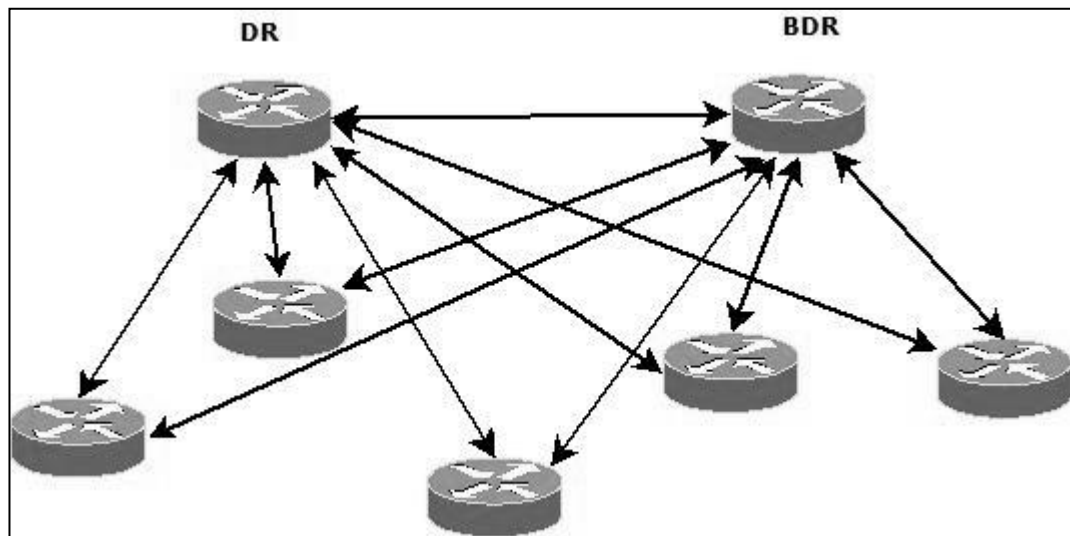
$$\frac{15(15-1)}{2} = 105 \text{ kpl.}$$

Käyttämällä DR:ää ja BDR:ää kyseessä olevassa verkossa tarvittaisiin vain 29 läheisyyttä.

DR:n rooli on reitityspäivitysten vastaanottaminen ja jakaminen kaikille segmentin reitittimille. Muut reitittimet kertovat muutoksista lähettämällä uudet tiedot multicast-osoitteeseen 224.0.0.6, jota DR kuuntelee. Tämän jälkeen DR puolestaan lähettää muuttuneet linkintilatiedot (LSA) multicastina osoitteeseen 224.0.0.5.

BDR kuuntelee passiivisesti tietojen vaihtoa ja ylläpitää naapuruuksia kaikkiin reitittämiin. Jos DR lopettaa jostakin syystä hello-viestien lähettämisen, ottaa BDR sen roolin ja valitaan uusi BDR. (7, s. 130–134.)

Kuva 4 esittää tietojen vaihtoa DR:n ja BDR:n kanssa.



Kuva 4 DR ja BDR

3.2 OSPF-alueet

OSPF-reititys toimii yhden alueen sisällä erittäin hyvin pienissä verkoissa. Verkkokoon kasvaessa vastaan tulee kuitenkin ongelmia:

- SPF-algoritmin ajo useammin. Mitä suurempi verkko on, sitä suuremmalla todennäköisyydellä siinä tapahtuu muutoksia. Tämä taas aiheuttaa topologian uudelleen laskemisen SPF-algoritmillä.
- Reititystaulun koko. Suurissa verkoissa reititystaulut voivat olla hyvin suuria. Suuresta reititystaulusta reitin haku on hidasta. Myös muistivaatimukset kasvavat reititystaulun kasvun myötä.
- Topologiatietokannan ylläpito. Suuressa verkossa topologiatietokannan koko kasvaa hallitsemattomaksi. Topologiatietokanta vaihdetaan ainakin 30 minuutin välein lähekkäisten reititinten välillä.

OSPF:ssä yksittäinen autonominen järjestelmä voidaan jakaa pienempiin ryhmiin, alueisiin. Tämä vähentää linkintilatietojen lähettelyä ja muuta OSPF:n luomaa liikennettä verkossa. Myös ylläpidettävien topologiatietokantojen koko pysyy pienempänä. Seuraavaksi kerrotaan usean alueen OSPF:stä.

Usean alueen OSPF:n terminologiaa

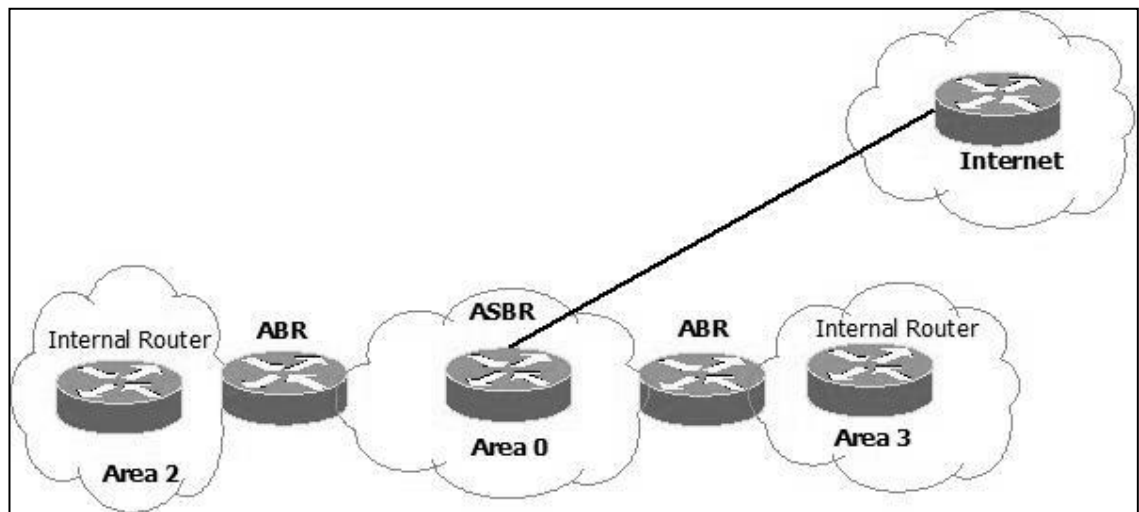
Linkin tilatiedot mainostetaan OSPF:ssä niin sanottuina LSA-paketteina. Taulukossa 2 on lueteltu yleisimmät seitsemän LSA-tyyppiä ja niiden lyhyt selite. (9.)

Taulukko 2 LSA-tyypit

LSA	Selitys
1 – Reititin LSA	Listaa linkit muihin reitittämiin tai verkkoihin samalla alueella.
2 – Verkko LSA	DR, joka on liitetty levitysviestisegmenttiin (Ethernet) listaa reitittimet ko. segmentissä.
3 – Summaus LSA	ABR (Area Border Router) lähettää tietyn alueen summareitin liitetyistä verkoista.
4 – ASBR-summaus-LSA	ASBR (Autonomous System Border Router) lähettää summauksen alueelle, jolta se on vastaanottanut tyyppin 5 LSA:n
5 – Ulkoinen LSA	LSA-tiedot, jotka on tuotu OSPF:ään muilta reititysprosesseilta. Lähetetään kaikille, paitsi tynkäalueille.
6 – Ryhmän jäsenyys LSA	Multicast OSPF (ei ole yleisesti käytössä).
7 – NSSA LSA	NSSA-reititin välittää saamansa ulkoiset LSA-tiedot ABR:lle tyyppin 7 LSA:na.

Aluetta 0 kutsutaan myös runkoalueeksi, sillä kaikkien alueiden täytyy olla yhteydessä alueeseen 0. Reititintä, jonka kaikki liitännät kuuluvat samaan alueeseen, kutsutaan sisäiseksi reitittimeksi (*internal router*). Reititintä, jolla on liitännät alueella 0, kutsutaan *backbone- eli runkoreitittimeksi*. Se sisältää kaikki ABR-reitittimet, sekä kaikki runkoalueen sisäiset reitittimet. Jos taas reitittimellä on liitännät useammalla OSPF-alueella, kutsutaan sitä nimellä alueen rajareititin, *Area Border Router (ABR)*. Neljäs reititintyyppi on sellainen reititin, joka reitittää liikennettä usean autonomisen järjestelmän välillä. Tällaista reititintä kutsutaan nimellä autonomisen järjestelmän rajareititin, *Autonomous System Boundary Router (ASBR)*. (10)

Kuvassa 5 esitetään erityyppiset OSPF-reitittimet.



Kuva 5 Usean alueen OSPF

Runkoalue

Alue 0 eli runkoalue, muodostaa OSPF-verkon ytimen. Kaikki muut alueet ovat yhteydessä selkäranka-alueeseen. Selkäranka-alue toimii keskittimenä alueiden välisessä liikenteessä ja reititystietojen välityksessä alueiden välillä. Alueiden välinen liikenne reititetään aina alueelle 0, sen jälkeen kohdealueelle ja lopuksi kohteeseen.

Alueiden rajareitittimet mainostavat muiden alueiden reittejä selkäranka-alueelle summareitteinä. Nämä summareittimainokset lähetetään kaikille selkäranka-alueen reitittimille. Näin ollen reititystaulut sisältävät alueen kaikki sisäiset reitit, mutta vain summareitit muille alueille. Tämä pienentää reititystaulun kokoa ja nopeuttaa reititystiedon hakua reititystaulusta. (11.)

Tynkäalue

Tynkäalue (*Stub area*), on alue, joka ei vastaanota reittipäivityksiä oman autonomisen järjestelmänsä ulkopuolelta. Tynkäalueelta on vain yksi ulosmenokohta (reitti). Kaikki reititys tynkäalueella käyttää reititykseen oletusreittiä, mikä pienentää reititystaulujen kokoa tynkäalueella. (2.)

Ei niin tynkä -alue

Tynkäalueen erikoistapaus on ”ei niin tynkä -alue” (Not-So-Stubby Area, NSSA). Se on tynkäalue, joka voi välittää muilta autonomisilta järjestelmiltä saatuja reittejä muille alueille, mutta ei voi vastaanottaa reittejä. NSSA:n avulla voidaan siis syöttää ulkoisia reittejä tynkäalueelle. (2.)

Muut alueet

Useat valmistajat (mm. Cisco, Juniper, Huawei ja Quagga) ovat tehneet lisäyksiä tynkäalueisiin. Vaikka näitä lisäyksiä ei olekaan standardoitu, pidetään niitä kuitenkin useasti OSPF:n vakio-ominaisuuksina.

Lisäyksiä on kaksi kappaletta, joista ensimmäinen on *täysin tynkä alue (Totally Stubby Area)*. Tämä alue poikkeaa tynkäalueesta, siten että täysin tynkä alue ei salli ulkoisten reittien lisäksi myöskään summareittejä. Tämä tarkoittaa, että alueiden välisiä reittejä ei summata täysin tynkälle alueelle. Liikenne lähtee täysin tynkältä alueelta vain ja ainoastaan oletusreittiä.

Toinen lisäys on *ei-niin täysin tynkä -alue (NSSA Totally Stubby Area)*. Ei-niin täysin tynkä -alue eroaa täysin tynkä -alueesta siten, että alueelle ei lähetetä LSA tyyppin 3 ja 4 summareittejä. (2.)

4 Dokumentaatio

Dokumentti on asiakokonaisuus, joka on tarkoitettu ihmisen tarkasteltavaksi. Yleensä dokumentti on tallennettu jollakin tallennusvälineellä ja sitä voidaan käyttää lukuisia kertoja uudelleen. Dokumentteja ovat esimerkiksi

- tieteellinen dokumentaatio
- tekninen dokumentaatio
- laillinen dokumentaatio
- hallinnollinen dokumentaatio (12).

Hyvän dokumentaation tulisi olla sarja loogisia askeleita, jotka edistävät tuottavuutta ja lopputuloksen laatua. Lisäksi dokumentaation tulisi

- määritellä kuka tekee mitä, missä, milloin, miten ja miksi (jos tarpeellista)
- olla niin selkeä, että tulkinnassa ei ole mitään epäselvyyttä
- olla hallittavissa (13).

Dokumentoinnin syyt

Dokumentointi luo yhtenäisyyttä. Yrityksissä työntekijät ovat usein hyvin erilaisia ihmisiä ja kaikilla on omat tapansa ja ajatuksensa. Näin ollen jokaisella voi olla oma (ei välttämättä oikea) tapansa suorittaa työtehtäviään. Kun prosessit, toimintatavat tai menetöt on huolellisesti dokumentoitu, voidaan työtehtävät suorittaa jokaisella kerralla samalla tavalla. Usein tuloksena on työn laadun paraneminen ja työajan käyttäminen paremmin hyödyksi.

Dokumentointi takaa jatkuvuuden. Erityisesti pienemmissä yrityksissä voi olla vain yksi henkilö, joka osaa jonkin työtehtävän täydellisesti. Jos tämä henkilö jostakin syystä poistuu yrityksestä, täytyy hänen tilalleen tulevan työntekijän usein opetella tehtävä vailla mitään pohjatietoja. Dokumentaation avulla voidaan myös varautua odottamattomiin tilanteisiin, kuten tulipaloon tai ilkeältä. Hyvä dokumentaatio on siis tärkeä osa yrityksen tietoturva.

Dokumentointi on merkki laadusta. Hyvin dokumentoidut prosessit ovat usein merkki hyvin toimivasta organisaatiosta. Dokumentoimalla taataan, että prosessit ovat täydellisiä, tehokkaita ja loogisia. Dokumentointia tehtäessä ja sitä käytettäessä voi myös tulla esille parantamiskohteita toiminnassa. (14.)

Dokumentointi IP-verkoissa

IP-verkkojen dokumentointi on tärkeää, sillä ajan tasalla oleva dokumentaatio auttaa vianselvityksessä ja suunnittelussa. Verkosta olisi hyvä olla dokumentoituna ainakin seuraavat asiat:

- staattiset IP-osoitteet
- palvelinten tiedot
- verkkokuvat
- WAN (Wide Area Network) linkit
- DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) palvelimet
- määrittystiedot kaikilta verkkolaitteilta:
 - kytkimet
 - reitittimet
 - palomuurit.

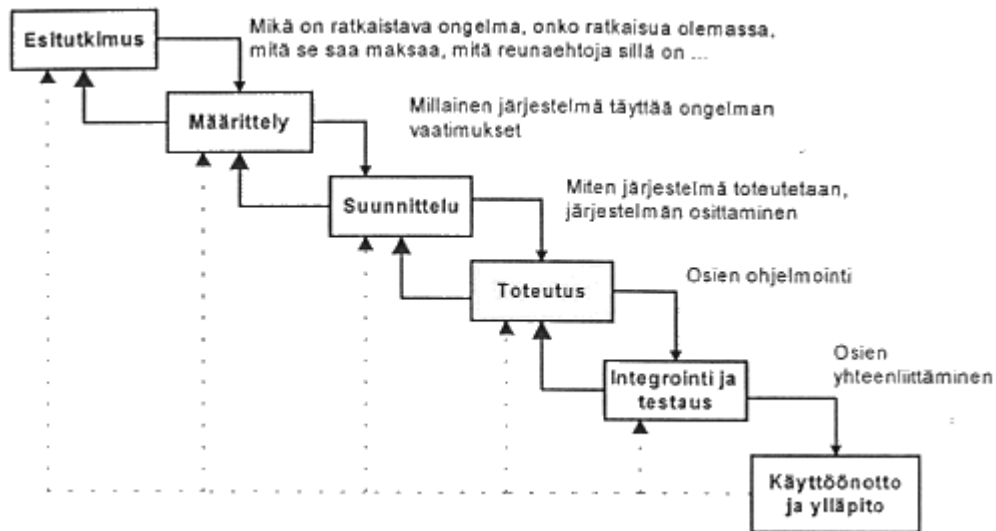
Määrittystiedoista tulisi ilmetä ainakin seuraavat asiat:

- IP-osoite
- aliverkkopeite
- oletusyhdyskäytävä
- DNS (Domain Name System) palvelinosoitteet
- WINS (Windows Internet Name Service) tiedot.

Dokumentaation ylläpitämisen varmistamiseksi tulisi dokumentaatio tarkastaa tietyin väliajoin, esimerkiksi kuukausittain. (15.)

5 Laboratorion kehityssuunnitelma

Lähdin liikkeelle siitä oletuksesta, että insinööriyön lopputuloksena on jonkinlainen ”tuote” tai tuotekokonaisuus, jonka avulla laboratorion ongelmakohtia pyritään ratkaisemaan. Lähdin tekemään suunnitelmaa käyttäen avuksi suunnittelutyön vesiputousmallia (kuva 6).



Kuva 6 Vesiputousmalli (16)

Tässä tapauksessa käytännön toteutusta ei päästy tekemään, joten työssä käsitellään vain neljä ensimmäistä kohtaa.

6 Esitutkimus

Ensimmäisenä haasteena oli selvittää laboratorion alkutilanne. Tavoitteena oli saada selville, miten laitteet on kytketty, miten laboratoriota käytetään, ketkä sitä käyttävät, miten dokumentointi on hoidettu ja mitkä ovat käytön suurimmat ongelmat.

Kytkenät

Lähdin ensiksi selvittämään laboratorion runkolaitteiden topologiaa ja laitteiden kytkentöjä toisiinsa. Kävin runkolaitteet yksitellen läpi konsoliyhteyden avulla ja kirjasin ylös, mitkä liitännät ovat käytössä ja mihin ne on kytketty.

Runkotopologian selvittäminen kävi helposti, sillä siitä löytyi ajan tasalla oleva verkkokuva. Muiden laitteiden kytkeytymisen kuvaamiseksi käytin apuna Microsoft Visio -ohjelmaa, jolla piirsin kuvaa laitteiden fyysisestä kytkeytymisestä. Laitteita oli

melko paljon (yli sata kappaletta), joten päätettiin, että ei ole järkevää selvittää jokaisen laitteen jokaista kytkentää. Tärkeintä oli saada yleiskuva tilanteesta.

Käyttäjät

Toisena työvaiheena selvitin laboratorion käyttäjät. Tiedossa oli, että laboratoriota käyttää osa yrityksen tason 3 asiantuntijoista. Tason 3 asiantuntijoita on melko vähän, joten käyttäjien selvittäminen kävi yksinkertaisesti kysymällä kaikilta asiantuntijoilta heidän laboratorion käytöstään.

Käyttö

Seuraavana vaiheena oli laboratorion käytön selvittäminen. Tätä selvitin haastatteleamalla laboratorion käyttäjiä.

Esille tuli, että laboratoriota käytetään hyvin monipuolisesti. Yleisin käyttötarkoitus on jonkin verkkoteknologian testaaminen laboratorioympäristössä. Laboratoriota käytetään myös koulutusten järjestämiseen asiakkaille sekä asiakasverkkojen mallintamiseen.

Dokumentaatio

Laboratoriosta on olemassa kaksi eri dokumenttia. Toinen on Excel-taulukko, jossa pidetään kirjaa käytetyistä IP-osoitteista, ja toinen on laboratorion inventaarilista laitekannasta.

Ongelmat

Käyttäjien haastattelussa ilmi tuli monenlaisia ongelmia liittyen laboratorion käyttöön:

- 1) Laitetietojen ylläpito. Laboratorion laitteiden tietoja ei ole keskitetysti missään. Tämä aiheuttaa ongelmia, kun pitäisi saada selville missä jokin laite on.
- 2) Tiedon päällekkäisyys. Laitekannasta ja IP-osoitteista on kaksi erillistä dokumenttia, joissa on osin eri tiedot.
- 3) Tiedon vähyys. Käyttäjillä ei ole tietoa siitä, mitä kaikkia laitteita laboratoriossa on. Tällä hetkellä kukin käyttäjä tietää vain omista laitteistaan.

- 4) Käyttötiedon puute. Koska laboratorion käyttöä ei seurata mitenkään, ei myöskään tiedetä sitä mitkä laitteet kulloinkin ovat käytössä. Tämän ansiosta muiden kuin laboratorion tämän hetkisten käyttäjien on lähes mahdotonta käyttää laboratoriota.
- 5) Kaappitilat. Laitetilan kaikki rakkikaapit ovat samankokoisia, 42 U (Unit) korkeita ja 80 cm syviä. Tällaisiin kaappeihin useimmat palvelimet eivät mahdu kunnolla, joten niitä ei saada asianmukaisesti kiinnitettyä.
- 6) Vikasietoisuus. Laboratorion runkoreitittimen (vsop) vikaantuessa mihinkään laboratorioverkon laitteeseen ei pääse käsiksi.

7 Määrittely

Esitutkimuksessa esille tulleita ongelmia lähdettiin ratkaisemaan laatimalla vaatimusmäärittely laboratorion käytettävyydelle. Vaatimusmäärittely laadittiin yhdessä työn ohjaajan kanssa ja siitä tuli seuraavanlainen:

Prioriteetti 1:

- Laitekannan dokumentaatio ja ylläpito
- IP-osoitteiden dokumentaatio ja ylläpito
- Varauskanta ja sen ylläpito
- Toteutuksen alhaiset kustannukset

Prioriteetti 2:

- Laitteiden ”Autodiscovery”
- Laboratorion käyttöohje

Prioriteetti 3:

- Tarrat laitteisiin

8 Suunnittelu

Vaatimusten ollessa selvillä siirrytään vesiputousmallin mukaan suunnitteluvaiheeseen, jossa luodaan vaihtoehtoisia ehdotuksia tuotteen toteutukselle (17, s. 49–50).

Päätin rajata suunnitteluvaihtoehtojen tutkimisen jo olemassa oleviin ohjelmiin tai ohjelmistoihin. Lisäksi tein seuraavat rajaukset:

- avoin lähdekoodi (kustannusten pitäminen alhaisena)
- yrityksen käytössä jo oleva ohjelma (tuttuus, kustannukset)
- ohjelman jatkuva kehitys (kehittäjien tuki)
- toiminta palvelimella (yhteiskäyttö).

Päätin ensiksi etsiä joukon ohjelmia, jotka ratkaisisivat ainakin jonkin ongelmista ja vertailla sitten niiden ominaisuuksia. Ohjelmien etsimiseen käytin apuna Google-hakukonetta. Löydetyistä ohjelmista laadin taulukon 3, jossa ohjelmat on luokiteltu prioriteettien perusteella kahteen ryhmään:

Taulukko 3 Työkalut

Prioriteetti	Vaatus	Työkalut
1	Laitekannan dokumentaatio, IP-osoitehallinta ja varauskanta	Excel, RackTables, Rackmonkey, OpenNetAdmin, Netdisco, MRBS, Outlook, phpScheduleIt
2	Autodiscovery ja käyttöohje	Netdisco, Racktables, Word, Wiki

Ohjelmien löytämisen jälkeen analysoin työkalujen heikkouksia ja vahvuuksia pisteyttämällä ohjelmat arvostelukriteerien perusteella. Ohjelmien arvostelu on kuvattu liitteessä 1. Avoimen lähdekoodin ohjelmien testaamisen suoritin pääasiassa omalla tietokoneellani, johon asensin tarkoitusta varten Sun Virtualbox -virtuaalikoneohjelman ja siihen virtuaalikoneeksi Ubuntu Linux -palvelinkäyttöjärjestelmän.

8.1 Laitekannan ja IP-osoitteiden dokumentointi

Dokumentointi on tällä hetkellä toteutettu Excel-taulukolla. Menetelmän hyviä puolia on se, että ohjelmisto on jo yrityksen käytössä ja sitä voidaan käyttää monipuolisesti eri tarkoituksiin. Laboratorion laitekanta on kohtuullisen pieni, joten Excel-taulukkoa saadaan melko helposti pidettyä yllä. Dokumenttia päivitetään aina kun laboratorioon lisätään tai poistetaan jokin laite. Usein kuitenkin dokumentointi kuitenkin jää viimeiseksi, jos sitä tehdään ollenkaan, joten taulukon ylläpito on osoittautunut hankalaksi. Ylläpitoa helpottaisi, jos siitä vastaisi joku tietty henkilö tai henkilöt.

Laitteiden ja IP-osoitteiden dokumentointiin on myös tarkoitusta varten tehtyjä työkaluja. Näistä testasin kolmea ohjelmaa, jotka vastasivat parhaiten määrittelyn mukaisia kriteerejä.

RackTables

Ensimmäiseksi testasin ohjelmaa nimeltä Racktables. Racktablesissa jokainen laite on oma objektinsa ja jokaiseen laitteeseen voidaan liittää useita tietoja. Näitä ovat esimerkiksi laitteen nimi, käyttöjärjestelmä ja yhteyshenkilö. Lisäksi ohjelma kuvaa myös rakkikaapit, joihin laiteobjektit voi sijoittaa niin kuin ne oikeasti ovat. Racktablesissa on myös hyvin toimiva hakutoiminto, jonka avulla oikean laitteen löytäminen on helppoa.

Laitteisiin voidaan myös yhdistää niiden IP-osoite tai -osoitteet. IP-osoitehallinta ei kuitenkaan RackTablesissa pysty käsittelemään päällekkäisiä verkkoavaruuksia. Laboratorioympäristössä tämä ei ole ongelma, mutta jos halutaan laajentaa laiteylläpito kattamaan useita kohteita (esim. asiakkaiden laitteet), täytyy niille tehdä oma asennuksensa. Ohjelman ulkoasu on selkeä ja havainnollinen (ks. kuva 7), ja sitä myös voi muokata omiin tarpeisiin sopivaksi.

RackTables Hello, RackTables Administrator. This is RackTables 0.17.0. [Click here to logout.](#)

MyCompanyName: Main page: IPv4 space Search:

[Browse](#) [Manage](#)

networks (11)

auto-collapsing at threshold 25 (expand all)

prefix	name/tags	capacity
10.200.0.0/31	M-L P2P Москва, London, small network, WAN link	2/2
10.200.0.2/31	L-NY P2P New-York, London, small network, WAN link	2/2
10.200.0.4/31	NY-T P2P 東京, New-York, small network, WAN link	2/2
10.200.0.6/31	T-M P2P 東京, Москва, small network, WAN link	2/2
10.200.1.0/26	London network devices and VI... London, medium network	8/64
10.200.1.64/26	London HA server farm London, medium network	9/64
10.200.2.0/26	New-York network devices New-York, medium network	4/64
10.200.2.64/26	New-York servers New-York, medium network	14/64
10.200.3.64/26	Tokyo server farm 東京, medium network	6/64
10.200.4.0/26	Moscow network devices Москва, medium network	5/64
10.200.4.64/26	Moscow servers Москва, medium network	9/64

filter

and or

- Geo
 - east
 - far east
 - 東京
 - Москва
 - west
 - far west
 - New-York
 - London
- network
 - medium network
 - small network
 - WAN link

(no predicates to show)

Kuva 7 Kuvankaappaus RackTables -ohjelmasta

RackMonkey

Myös RackMonkeyssä on laitteet kuvattu erillisinä objekteina, joihin voi liittää tietoja hyvin samaan tapaan kuin RackTablesissa. Laitteet voi myös sijoittaa räkkikaappiobjekteihin oikeille paikoilleen. Ohjelma ei sisällä IP-osoitehallintaa, eikä juuri muitakaan ominaisuuksia, joten sen käyttömahdollisuudet ovat melko rajalliset. RackMonkey soveltuu enemmänkin pelkästään palvelinten tietojen ylläpitoon. Ohjelman käyttöliittymä on RackTablesin tapaan hyvin selkeä (kuva 8).



Device .dom	Rack	Room	Role	Hardware	OS	Customer	Notes
app1	A1 [10]	TFM4 in THDO	App Server	Sun Fire T2000	Solaris 10	Road Runner	Test data
app2	A2 [10]	TFM4 in THDO	App Server	Sun Fire T2000	Solaris 10	Road Runner	Test data
appdev	A2 [12]	TFM4 in THDO	App Server	Sun Fire T2000	OpenSolaris 2008.11	Road Runner	Test data
db1	A1 [2]	TFM4 in THDO	DB Server	IBM System p5 510Q	Red Hat Enterprise Linux 4	Road Runner	Test data
db2	A2 [2]	TFM4 in THDO	DB Server	IBM System p5 510Q	Red Hat Enterprise Linux 4	Road Runner	Test data
mon1	A1 [17]	TFM4 in THDO	Monitoring	HP ProLiant DL365 G5	FreeBSD 6	Coyote	Test data
mon2	A2 [17]	TFM4 in THDO	Monitoring	HP ProLiant DL365 G5	FreeBSD 6	Coyote	Test data
sw1	A1 [20]	TFM4 in THDO	Switch	Cisco Catalyst 3560	IOS 12	Coyote	Test data
sw2	A2 [20]	TFM4 in THDO	Switch	Cisco Catalyst 3560	IOS 12	Coyote	Test data
winf5	A1 [12]	TFM4 in THDO	File Server	HP ProLiant DL365 G5	Windows Server 2003	Road Runner	Test data
www1	A1 [5]	TFM4 in THDO	Web Server	Dell PowerEdge 2850	Ubuntu 8.04	Road Runner	Test data
www10	R100 [10]	TFM8 in THDO	App Server	HP ProLiant DL365 G5	Ubuntu 9.04	Road Runner	Test data
www11	R100 [11]	TFM8 in THDO	App Server	HP ProLiant DL365 G5	Ubuntu 9.04	Road Runner	Test data
www2	A2 [5]	TFM4 in THDO	Web Server	Dell PowerEdge 2850	Ubuntu 8.04	Road Runner	Test data
www3	A1 [7]	TFM4 in THDO	Web Server	Dell PowerEdge 2850	Ubuntu 8.04	Road Runner	Test data
www4	A2 [7]	TFM4 in THDO	Web Server	Dell PowerEdge 2850	Ubuntu 8.04	Road Runner	Test data

Showing 16 of 16 devices. Devices with a red tint behind their name aren't in service.

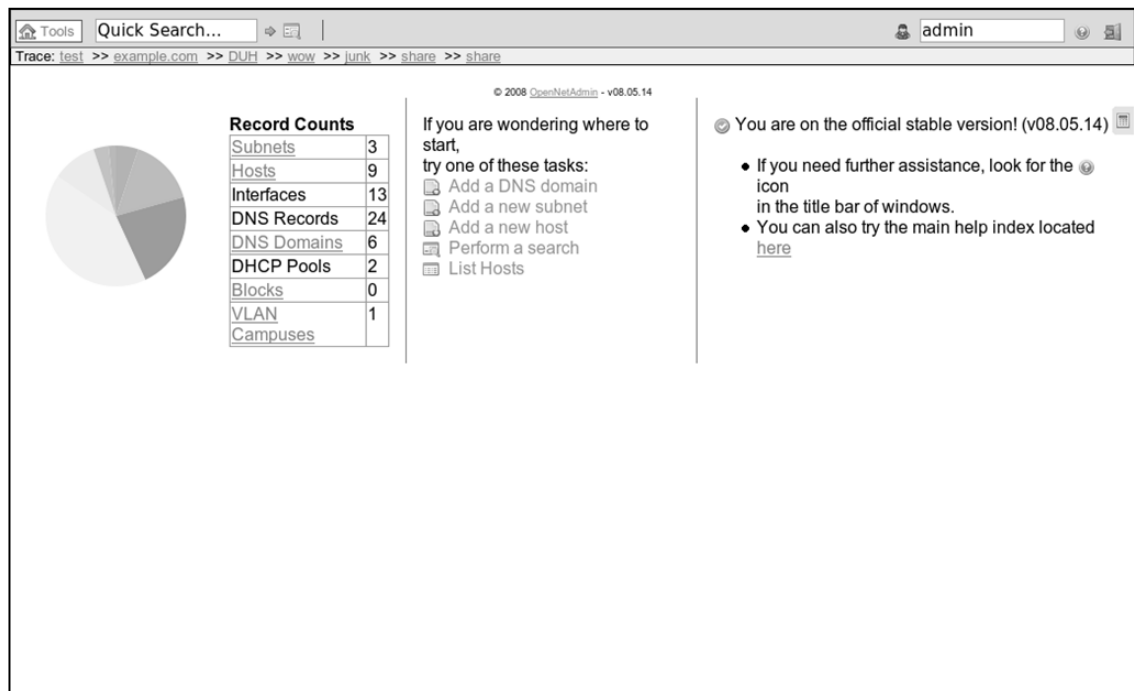
Connected from ::1 and not logged in. Generated by RackMonkey v1.2.5 at 2009-08-14 19:25 GMT.

Kuva 8 Kuvankaappaus RackMonkey -ohjelmasta

OpenNetAdmin

OpenNetAdmin on tarkoitettu pääasiassa IP-osoitteiden hallintaan, ja siinä on monipuoliset IP-hallintatoiminnot. Ohjelmalla pystyy dokumentoimaan muun muassa DNS-alueet, virtuaaliset LANit, DHCP-tiedot ja laitetiedot. Kun ohjelmaan syötetään haluttu aliverkko, se löytää automaattisesti laitteet, jotka kuuluvat osoitealueelle. OpenNetAdmin löytää myös DNS-tiedot.

Laitteisiin voidaan myös liittää useita eri tietoja, ja omia tietotyyppisiä voi myös luoda. Ohjelman käyttöliittymä on hyvin sekava ja suhteellisen hidas verrattuna muihin testattuihin ohjelmiin (kuva 9).



Kuva 9 Kuvankaappaus OpenNetAdmin -ohjelmasta

Netdisco

Netdisco on alun perin Kalifornian yliopistossa kehitetty työkalu verkkolaitteiden automaattiseen ylläpitoon. Ohjelma käyttää SNMP-protokollaa (Simple Network Management Protocol) laitetietojen hakuun. Lisäksi Netdisco havaitsee automaattisesti, kun uusi laite liitetään kytkinporttiin käyttämällä tason 2 protokollia, kuten CDP:tä (Cisco Discovery Protocol) ja LLDP:tä (Link Layer Discovery Protocol). Laitekannan tiedot päivittyvät automaattisesti tietokantaan, joten laiteinventaarior helpottuu huomattavasti. (18.)

Netdiscolla IP-osoitteiden käytöstä saa tehtyä raportteja, mutta osoitteiden hallintaominaisuudet ovat muuten melko vaatimattomat. Lisäksi ohjelman asentaminen on hyvin hankalaa. Netdiscon käyttöliittymä on sekava (kuva 10).

Netdisco

Device Search

Search All

[Network Map]

[Device Search]

[Device Inventory]

[Node Search]

[Jack Search]

[Layer 2 Traceroute]

[Duplex Mismatch Finder]

[Log]

[Netdisco Statistics]

[Documentation]

[Administration Panel]

Advanced Search

IP: Location:

DNS Name: Description:

Vendor: Model:

Layer: OS:

Search Term Match: Any All criteria

Specific Searches

-
-
-
-

Kuva 10 Kuvankaappaus Netdisco -ohjelmasta

8.2 Varaukanta

Laboratoriokäyttöä varten laitteita tulisi pystyä varaamaan, jotta pystyttäisiin tietämään, mitkä laitteet ovat vapaita ja mitkä varattuja. Tätä varten tulisi jossakin olla tieto laitteista, joita voi varata, sekä siitä, mitä eri laitteita laboratorion löytyy.

Varausjärjestelmä- ja kalenteriohjelmia tutkiessani huomasin, että ne eivät sovellu kovinkaan hyvin yksittäisten laitteiden varaamiseen. Käyttäjät joutuvat aina kirjautumaan järjestelmään, kun he haluavat tarkastella varauksia. Jos varauksia on paljon, tulee näkymästä hyvin epäselvä. Lisäksi ylimääräisen järjestelmän käyttöönotto veisi aikaa, kun kaikkien täytyisi opetella uusi systeemi.

Yrityksessä on kuitenkin käytössä Microsoft Outlook -kalenteri, jonka avulla voidaan tehdä kaikille näkyviä, jaettuja kalentereita. Yhtenä vaihtoehtona olisikin tehdä Outlookiin laboratorion varten kalenteri, johon varaukset voisi tehdä. Koska laitteita on paljon ja laitteet ovat jatkuvassa käytössä, olisi ehkä järkevää jaotella laiteryhmiä kokonaisuuksiin. Tämä helpottaisi varausjärjestelmän käyttöä ja ylläpitoa, sillä jokaisen laitteen varaaminen erikseen aiheuttaa paljon työtä.

Kun laiteryhmit on määritelty, voi käyttäjä tehdä varausjärjestelmään varauksen haluamastaan kokonaisuudesta ilman pelkoa siitä, että häiritsee käynnissä olevia testejä. Kätevintä olisi, että varauksen voisi tehdä samalla ohjelmalla, jossa pidetään laitetietoja yllä. Tutkituista ohjelmista ainoa, joka vastasi tähän tarpeeseen edes jotenkin, oli RackTables. RackTables-ohjelmalla voidaan merkitä laitteita ja hakea niitä merkintöjen perusteella. Laitteen voisi siis esimerkiksi merkitä leimalla ”varattu”, kun se on käytössä. Menetelmän huonona puolena on kuitenkin se, että merkinnät täytyisi tehdä ohjelmaan joka kerta, kun laite varataan tai kun se vapautuu käyttöön.

8.3 Käyttöohje

Ennen laboratorion käyttöohjeen kirjoittamista on valittava käyttöohjeen muoto. Käytettävyyden kannalta ohjeen tulisi olla helposti saatavilla ja päivitettävissä. Sähköiset dokumentit täyttävät nämä vaatimukset parhaiten, joten rajasin mahdolliset käyttöohjetyypit niihin. Mahdollisia käyttöohjeen esitystapoja ovat

- tekstidokumentti
- perinteinen www-sivu
- wiki-sivu.

Pelkän tekstidokumentin heikkoutena on sen saatavuus, sillä jokaisen käyttöohjeen lukijan tulee ladata dokumentti itselleen ennen lukemista. Perinteistä www-sivua taas on hankalahkoa päivittää ja sen muotoileminen on hidasta. Näiden heikkouksien takia paras valinta käsitellyistä käyttöohjeen esitysmuodoista on wiki-sivu.

8.4 Työskentelytavat ja prosessit

Laboratorion hallintaa ja käyttöä voitaisiin helpottaa dokumentoimalla laitekanta huolellisesti. Laboratoriolaitteet voitaisiin esimerkiksi jakaa laiteryhmiin taulukon 4 mukaisesti:

Taulukko 4 Esimerkki laiteryhmäjaosta

Tietoturva
DSL
Kaapelimodeemi
WLAN
VoIP
Multimedia
Kytkin
Reititin
Palvelin

Laitteet voitaisiin tämän jälkeen järjestää laboratoriossa uudelleen rakkikaappeihin, mikä helpottaisi laitteiden löytämistä.

Nimeämiskäytäntö

Looginen nimeämiskäytäntö helpottaisi huomattavasti laitteiden dokumentointia. Nimien tulisi olla kuvaavia, mutta ei kuitenkaan liian pitkiä. Taulukossa 5 on laadittu esimerkki mahdollisesta nimeämiskäytännöstä, jossa ensiksi kuvataan laitteen käyttötarkoitus, toisena laitetyyppi ja kolmantena laitteen nimi (esimerkiksi lab-secu-laite1). (19.)

Taulukko 5 Esimerkki nimeämiskäytännöstä

Laitetyyppi	Nimeämiskäytäntö
Tietoturva	lab-secu-xxx
DSL	lab-xdsl-xxx
Kaapelimodeemi	lab-cabl-xxx
WLAN	lab-wlan-xxx
VoIP	lab-voip-xxx
Multimedia	lab-mult-xxx
Kytkin	lab-swit-xxx
Reititin	lab-rout-xxx
Palvelin	lab-serv-xxx

Laitteiden lisääminen ja poistaminen

Laitekannasta huolehtimaan voisi nimetä yhden tai korkeintaan muutaman henkilön. Kaikki tieto kulkisi vain vastuuhenkilön kautta, ja fyysisen järjestyksen sekä dokumentoinnin ylläpito olisi yksinkertaisempaa. Lisäksi laboratorion käyttäjien aikaa säästyisi laitteiden asentamisesta muihin tehtäviin. Vastuuhenkilön tehtäviä voisivat olla esimerkiksi seuraavat tehtävät:

- laitteen vieminen laboratorioon
- laitteen nimeäminen
- IP-osoitteen määrittäminen
- laitteen kytkeminen

- huolehtiminen laboratoriotarvikkeista (kaapelit, rakkiraudat, ruuvit yms.)
- dokumentaation päivitys.

Kaapelointi

Kaapelointi laboratoriossa on hyvin sotkuinen. Lisäksi kaapelit ovat lähes poikkeuksetta harmaita, joten on hyvin vaikea tietää, mihin mikäkin kaapeli johtaa. Apukeinona laboratoriota varten voisi hankkia värillisiä kaapeleita ja kaapeloida laitteet uudelleen. Laboratoriossa kaapelointeja kuitenkin vaihdetaan hyvin usein, joten kaapelointisääntöjen liika tiukkuus saattaa hankaloittaa työskentelyä. Taulukossa 5 on esimerkki mahdollisesta kaapeloinnin luokittelusta.

Taulukko 6 Esimerkki kaapeloinnista

Väri	Käyttökohde
Musta	Palvelin
Punainen	Palomuuuri
Harmaa	PC
Vihreä	Virtuaalikone
Keltainen	Runkokytkenä

Merkinnät

Laitteen löytämisen helpottamiseksi tulisi laitteet merkitä uudelleen yhtenäisen käytännön mukaisesti, esimerkiksi edellä esitetyn nimeämiskäytännön perusteella. Kaapeleiden merkitseminen ei ole järkevää kaikkien laitteiden osalta, mutta runkokytkenä kaapelit olisi syytä merkitä molemmista päistään.

Laitetilat

Alkutilanteen selvityksessä yksi ongelma oli laitekaappien liian pieni koko. Laitetilaa ei enää mahdu uusia laitekaappeja, joten yksinkertaisimpana vaihtoehtona olisi vaihtaa osa kaapeista suurempiin. Laitetilassa on myös kaapeleita ja muuta tavaraa sekalaisessa järjestyksessä. Kaapeleita varten ei laitetilassa ole juurikaan tilaa, joten ne kannattaisi

siirtää toisaalle. Lisäksi laitetilassa ei tulisi säilyttää mitään ylimääräistä tulipalojen varalta.

Etäkäyttö

Käyttäjät voivat etäkäyttää laboratoriota tietoturvallisesti SSL (Secure Sockets Layer) VPN (Virtual Private Network) -yhteyden avulla. Tätä varten käyttäjille tulisi luoda tunnukset ja ohjeistaa käyttäjät.

8.5 Suunnittelun johtopäätökset

Suunnittelun lopputuloksena päädyttiin siihen, että paras valinta laboratoriolaitteiden tietojen ja IP-osoitteiden ylläpitoon olisi OpenSource-ohjelma RackTables.

Käytännössä ohjelmaa varten voidaan laboratorioon asentaa oma palvelin, jossa tietoja sitten ylläpidetään. Käyttöohjetta varten yrityksellä on jo käytössä omat wiki-sivut, joten ohjeen toteutusta varten ei tarvita uusia resursseja.

Varauksia varten voidaan luoda uusi Microsoft Outlook -kalenteri, johon käyttäjät voivat tehdä varauksia. Laboratoriolaitteet tulisi järjestää ja kaapeloida uudestaan ja laitteille tulisi luoda yhtenäinen merkitsemiskäytäntö. Laitteiden ylläpidosta vastaamaan tulisi nimetä yksi tai muutama henkilö. Laitetilaan olisi myös hyvä hankkia isompia kaappeja, joihin palvelimet mahtuisivat kunnolla.

9 Toteutus

Laboratorion käyttäjien kanssa tulisi vielä käydä tulevat muutokset läpi ennen toteutusta. Näin suunnitelmaa voidaan vielä parantaa ja mahdollisiin ongelmakohtiin puuttua.

Ennen kuin laboratorioon lähdetään tekemään kustannuksia aiheuttavia muutoksia, tulisi vielä tehdä arvio muutosten kustannuksista ja muutoksille pitäisi saada yrityksen johdon tuki. Näitä muutoksia ovat esimerkiksi uusien laitekaappien, uusien kaapelien ja uusien laitteiden hankinta. Myös ylläpitoon kuluva työaika ja uudistusten tuomat kustannukset

ja kustannussäästöt pitäisi arvioida. Kun muutokset on hyväksytty, täytyy muutoksille laatia vielä aikataulu ja varata tarvittavat resurssit niitä varten.

10 Yhteenveto

Tietoverkkolaboratorion kehityssuunnitelman laatiminen Cygate Oy:lle oli melko pitkä, mutta myös antoisa projekti. Työn tekeminen oli haasteellista, sillä en ollut aikaisemmin työskennellyt käytännön tietoverkkototeutusten kanssa. Tämän takia oli aluksi hankala luoda kokonaiskuva siitä, minkälainen laboratorioympäristö on ja miten sitä käytetään. Siksi työ edistyikin etenkin alkuvaiheessa hyvin hitaasti.

Jälkikäteen katsottuna käytin aivan liikaa aikaa laboratorion kytkentöjen selvittämiseen. Oleellista olisi ollut heti selvittää, miten laboratoriota käytännössä käytetään ja miten runkolaitteet on kytketty toisiinsa. Nämä asiat olisin voinut selvittää haastattelemalla laboratorion käyttäjiä jo aikaisemmassa vaiheessa. Lisäksi olisi ollut järkevää määrittellä insinööriyön tavoitteet tarkasti heti, kun lähdin toteuttamaan työtä. Työn ohjaaja ja laboratorion käyttäjät olivat hyvin kiireisiä, mutta suurin syy työn hitaaseen edistymiseen oli omassa epäaktiivisuudessa.

Työn tekemistä loppuvaiheessa hankaloitti myös työharjoitteluni loppuminen Cygatella ennen kuin insinööriyö oli valmis. Niinpä en enää pystynyt kommunikoimaan työn ohjaajan ja laboratorion käyttäjien kanssa juuri muuten kuin sähköpostitse. Laboratoriolaitteisiin pääsin kuitenkin kätevästi etäyhteyden avulla käsiksi. Lähdemateriaalia työhön liittyvistä aiheista löytyi melko niukasti. Etenkin IP-osoitehallintaa ja laitedokumentointia oli lähinnä käsitelty sivumennen joissakin tietoverkkoteoksissa. Pääasiassa käytin Internetistä löytyneitä lähdemateriaaleja.

Työn suurimpana tavoitteena oli esittää keinoja tietoverkkolaboratorion käytettävyyden parantamiseen, ja mielestäni tämä tavoite saavutettiin loppujen lopuksi hyvin. Uskon, että käyttämällä tämän työn tuloksia apuna Cygate Oy parantaa huomattavasti laboratorion käytettävyyttä. Tutkimuksen seuraava vaihe voisi olla kehityksestä

aiheutuvien kustannuksien arviointi. Tutkimus voidaan myös laajentaa käsittelemään yrityksen kaikkia laitteita ja tutkimukseen voidaan ottaa myös kaupallisia ohjelmistoja.

Lähteet

- 1 Yritys. (WWW-dokumentti.) Cygate Oy.
<http://www.cygategroup.com/cy_templates/Page.aspx?id=304>. Päivitetty 23.10.2004. Luettu 25.4.2010.
- 2 Open Shortest Path First. (WWW-dokumentti.) Wikipedia, the free encyclopedia.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Open_Shortest_Path_First>. Päivitetty 4.4.2010.
Luettu 5.4.2010.
- 3 Campus network. (WWW-dokumentti.) Sheldon, Tom. Linktionary.com.
<<http://www.linktionary.com/c/campusnet.html>>. Päivitetty 15.9.2005. Luettu 5.4.2010.
- 4 HA Campus Design. (WWW-dokumentti.) Cisco Systems.
<http://www.cisco.com/en/US/docs/solutions/Enterprise/Campus/HA_campus_DG/hacampusdg.pdf>. Päivitetty 21.5.2008. Luettu 5.4.2010.
- 5 Cisco Systems. (WWW-dokumentti.) Cisco Systems.
<http://ciscosystems.com/en/US/tech/tk365/technologies_white_paper09186a0080094e9e.shtml#topic1>. Päivitetty 10.10.2005. Luettu 5.4.2010.
- 6 RFC 2328. (WWW-dokumentti.) IETF. The Internet Society.
<<http://tools.ietf.org/html/rfc2328>>. Päivitetty 23.3.2010. Luettu 5.4.2010.
- 7 Stewart, Brent D. CCNP BSCI Official Exam Certification Guide. Indianapolis : Cisco Press, 2008.
- 8 OSPF-2 Protocol Overview. (WWW-dokumentti.) An Internet Encyclopedia.
<<http://www.freesoft.org/CIE/Topics/89.htm>>. Päivitetty 27.5.2001. Luettu 5.4.2010.

- 9 Link-state advertisement. (WWW-dokumentti.) Wikipedia, the free encyclopedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Link-state_advertisement>. Päivitetty 4.4.2010. Luettu 5.4.2010.
- 10 OSPF overview. (WWW-dokumentti.) Juniper Networks. <<http://www.juniper.net/techpubs/software/junos/junos74/swconfig74-routing/html/ospf-overview5.html#1013995>>. Päivitetty 14.9.2005. Luettu 5.4.2010
- 11 OSPF. (WWW-dokumentti.) Microsoft TechNet. Microsoft Inc., <<http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc957882.aspx>>. Päivitetty 2010. Luettu 5.4.2010.
- 12 Documentation. (WWW-dokumentti.) Wikipedia, the free encyclopedia. <<http://en.wikipedia.org/wiki/Documentation>>. Päivitetty 2.4.2010. Luettu 5.4.2010.
- 13 Procedures and documentation (WWW-dokumentti.) Berger, David. Plant & Maintenance. <http://www.maintenanceonline.org/maintenanceonline/content_images/p11%20Trans%20View-20080410-222135.pdf>. Päivitetty 4.4.2008. Luettu 9.4.2010.
- 14 How Do Documentation Procedures Contribute to Good Internal Control? (WWW-dokumentti.) Evans, Keith. eHow. <http://www.ehow.com/how-does_5201499_do-contribute-good-internal-control_.html>. Päivitetty 22.7.2009. Luettu 5.4.2010.
- 15 Network Documentation Policy. (WWW-dokumentti.). The Computer Technology Documentation Project. <<http://www.comptechdoc.org/independent/security/policies/network-documentation-policy.html>>. Luettu 22.3.2010.
- 16 Johdatus Ohjelmistotuotantoon. (WWW-dokumentti.) Immonen, Jarkko. <http://www.cs.joensuu.fi/~jimmonen/jot_moniste/jot_moniste_121.html>. Päivitetty 1.10.2002. Luettu 2.4.2010.

- 17 Hyysalo, Sampsa. Käyttäjätieto ja käyttäjätutkimuksen menetelmät. Helsinki: Edita Prima Oy, 2006.
- 18 Netdisco. (WWW-dokumentti.) <<http://netdisco.org/>>. Päivitetty 18.10.2009. Luettu 4.4.2010.
- 19 Naming Schemes. (WWW-dokumentti.) <http://www.namingschemes.com/Main_Page>. Päivitetty 22.3.2010. Luettu 5.4.2010.

Liite 1: Ohjelmistovertailu

	Painoarvo	Microsoft Excel	RackTables	RackMonkey	OpenNetAdmin	Netdisco
Laitedokumentaatio	20 %	6	8	8	6	6
IP-dokumentaatio	20 %	6	7	4	8	7
Varauskanta	20 %	5	7	6	4	
Autodiscovery	15 %	4	6	4	6	9
Käyttöliittymä	15 %	7	9	8	7	8
Muut ominaisuudet	10 %	9	8	6	6	
	100 %	5,95	7,45	6	6,15	5,15