

Opinnäytetyö (AMK)

Tietojenkäsittely

Tietoliikenne

2012

Joona Rantapere

**TURUN
AMMATTIKORKEAKOULUN
LEMMINKÄISENKADUN
TOIMIPISTEEN
LABORATORIOVERKON
DOKUMENTOINTI**



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tietojenkäsittely | Tietoliikenne

Maaliskuu 2012 | 41 sivua

Esko Vainikka

Joona Rantapere

TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN LEMMINKÄISENKADUN TOIMIPISTEEN LABORATORIOVERKON DOKUMENTOINTI

Opinnäytetyön tavoitteena on päivittää Turun ammattikorkeakoulun Lemminkäisenkadun toimipisteen laboratorioverkon dokumentointi ajan tasalle, luoda verkkokuvat helpottamaan verkon ylläpitoa sekä miettiä tehdyn dokumentaation pohjalta mahdollisia parannusehdotuksia.

Työ jakaantuu kolmeen osaan, joista ensimmäisessä käsitellään verkon suunnittelua, käytettävää kaapelointia ja aktiivilaitteita. Verkon suunnittelua tarkastellaan systeemityön vaihejakomallin avulla, kun taas aktiivilaitteista pyritään selvittämään perusominaisuudet ja toimintaperiaatteet.

Työn seuraava osa koostuu dokumentoinnin teoriasta, jossa pyritään selvittämään miksi, miten ja millä dokumentointia tehdään. Tässä osassa myös käsitellään dokumentaation rajaamista ja hyvän dokumentaation tunnusmerkkejä.

Lopuksi käsitellään Turun ammattikorkeakoulun Lemminkäisenkadun toimipisteen laboratorioverkkoa, sen rakennetta, käytettyjä laitteita ja laboratorioverkon palveluita. Dokumentaation ja keskusteluiden perusteella on verkolle laadittu myös parannusehdotuksia tulevaisuuden varalle, jotta verkossa ilmeneviä ongelmia voidaan vähentää.

ASIASANAT:

Dokumentointi, lähiverkko, verkon suunnittelu

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Business Information Technology | Data Communications

March 2012 | 41 pages

Esko Vainikka

Joona Rantapere

LABORATORY NETWORK DOCUMENTATION AT TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, LEMMINKÄISENKATU

The purpose of this thesis is to update the documentation of Turku University of Applied Sciences Laboratory Network to create network images to ease network maintenance, as well as to use the created documentation as the basis for possible improvements.

The thesis is divided into three parts, of which the first addresses network design, cabling and devices. Network designing is examined using the systemic work phasing model, and the devices basic features and principles of operation are explained.

The next part of the thesis consists of the theory of documenting which seeks to explain why, how and with what the documentation is made. This part also addresses delimiting of the documentation and the characteristics of good documentation.

In the last part the Turku University of Applied Sciences Laboratory Network, its structure, devices used and the services it provides are explained. Also, some improvement suggestions for the future that can reduce the occurring problems in the network are given based on the created documentation and discussions.

KEYWORDS:

Documentation, local area network, network design

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 TIETOVERKON SUUNNITTELU	7
2.1 Systeemyön vaihejakomalli	7
2.2 System Development Life Cycle -malli	11
3 VERKON AKTIIVILAITTEET JA KAAPELOINTI	14
3.1 Kaapelointi	14
3.2 Kytkimet	20
3.3 Reitittimet ja reititys	21
4 VERKON DOKUMENTOINTI	25
4.1 Dokumentoinnin tarkkuus	25
4.2 Hyvän dokumentoinnin tunnusmerkit	26
4.3 Dokumentointiohjelmat	27
5 LABORATORIOVERKKO	30
5.1 Kytkimet	30
5.2 Reitittimet	33
5.3 Palvelimet	33
5.4 DHCP ja DNS	34
5.5 Active directory	34
6 DOKUMENTOINNIN TULOS	35
6.1 Laitteet	35
6.2 Verkon rakenne	36
7 PARANNUSEHDOTUKSET	38
8 YHTEENVETO	39
LÄHTEET	41

LIITTEET (SISÄLTÖ SALATTU)

- Liite 1. Laboratorioverkon kytkimien portit.
- Liite 2. B155 ja B162 työasemien nimeämiskäytäntö
- Liite 3. Laboratorioverkon looginen verkkokuva

KUVAT

Kuva 1. SDLC-malli (NIST 2012).	13
Kuva 2. Parikaapeli.	16
Kuva 3. Suojattu parikaapeli.	17
Kuva 4. Optinen kuitu.	20
Kuva 5. NetViz:llä piirretty fyysinen verkkokuva (netViz 2012).	28
Kuva 6. Microsoft Visiolla piirretty looginen verkkokuva (Fr3d 2012).	28
Kuva 7. HP ProCurve 2626 (Govgroup 2012a).	31
Kuva 8. HP ProCurve 2810-24G (Sohu 2012).	32
Kuva 9. HP ProCurve 2824 (Govgroup 2012b).	32
Kuva 10. Laboratorioverkon rakenne.	37

TAULUKOT

Taulukko 1. Ristiinkytkentä (Granlund 2007, 46).	18
Taulukko 2. Ciscon käyttämiä dynaamisia reititysprotokollia (Hakala & Vainio 2005, 276).	24
Taulukko 3. HP ProCurve 2626 perustiedot ja ominaisuudet (HP 2009a).	31
Taulukko 4. HP ProCurve 2810-24G perustiedot ja ominaisuudet (HP 2009c).	32
Taulukko 5. HP ProCurve 2824 perustiedot ja ominaisuudet (HP 2009b).	32

1 JOHDANTO

Yksi lähiverkon ylläpidon kannalta tärkeimmistä asioista on ajan tasalla oleva verkon dokumentaatio. Verkossa havaittujen ongelmien nopea ja tehokas ratkaiseminen ilman ajan tasalla olevaa dokumentaatiota on hankalaa, jos verkkoa ei tunne ennestään täydellisesti. Kymmenistä verkon aktiivilaitteista ja työasemista koostuvaa suurehkoa verkkoa on miltei mahdoton tuntea niin hyvin, ettei hyvästä dokumentaatiosta olisi ylläpidon kannalta hyötyä.

Turun ammattikorkeakoulun Lemminkäisenkadun toimipisteen laboratorioverkon dokumentaatio ei ollut ajan tasalla ja monia ylläpidon helpottamista edesauttavia dokumentteja ja verkkokuvia puuttui. Verkon vastuuhenkilön vaihduttua dokumentaation päivittäminen tuli entistä tärkeämmäksi, sillä tuntemattoman verkon ylläpito ilman kunnon dokumentaatiota on hyvin haastavaa ja ongelman sattuessa aikaa kuluu turhaan verkon opetteluun ongelman ratkaisun sijaan.

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli tehdä laboratorioverkon dokumentaatiosta puuttuvat verkkokuvat ja dokumentit, sekä päivittää jo olemassa olleet dokumentit ajan tasalle. Aluksi työssä tutkitaan verkon suunnittelun perusteita, joihin verkkojen ratkaisut yleensä pohjautuvat. Tämän jälkeen tutkitaan verkoissa käytettävien laitteiden ja kaapeleiden toimintaa sekä verkon dokumentaation perusteita. Lopuksi käydään läpi laboratorioverkon eri osa-alueet, dokumentaation tekemisen aikana syntyneet parannusehdotukset ja syntynyt dokumentaatio.

2 TIETOVERKON SUUNNITTELU

Tietoverkon suunnittelu on suuri projekti, jossa täytyy ottaa huomioon OSI-mallin kaikki kerrokset sovelluksista fyysiseen kaapelointiin. Tietoverkon hallittu rakentaminen tai modernisointi vaatii projektin osittamista hallittaviin osiin. Tähän sopii hyvin perinteinen systeemyön vaihejakomalli, jonka käyttäminen onnistuu myös projektityöskentelyssä.

2.1 Systeemyön vaihejakomalli

Systeemyön vaihejakomallissa tietoverkon rakentaminen jaetaan seitsemään vaiheeseen:

- Esitutkimus
- Määrittely
- Suunnittelu
- Toteutus
- Testaus
- Käyttöönotto
- Ylläpito.

Kaikki vaiheet eivät välttämättä ole peräkkäisiä, vaan projektityöskentelyssä saatetaan tehdä useaa vaihetta rinnakkain, kuten määrittelyä ja suunnittelua. Suunnittelutyön yksi tärkeä ominaisuus on tehdyn työn dokumentointi. Dokumentaatio helpottaa myöhemmin työtä huomattavasti verkon ylläpidossa ja kehittämisessä. (Hakala & Vainio 2005, 406.)

Esitutkimus

Esitutkimusvaiheessa keskitytään selvittämään projektin etenemisen kannalta tarpeelliset tiedot, kuten aiemmat dokumentoinnit, käytössä olevien standardien

kuvaukset sekä tarpeelliset ohjelmisto- ja laitemanuaalit. Esitutkimuksen perimmäisenä tarkoituksena on kartoittaa projektin sisältö ja sen perusteella luoda projektisuunnitelma, aikataulu ja alustava arvio tarvittavista resursseista. (Hakala & Vainio 2005, 407.)

Määrittely

Määrittelyvaiheessa selvitetään tietoverkon vaatimukset ja ominaisuudet. Tämä vaihe koostuu suurelta osin kartoituksista ja analyyseistä. Määrittelyyn vaikuttaa olennaisesti ollaanko tekemässä täysin uutta, vai korvataanko aiempaa järjestelmää uudella tehokkaammalla järjestelmällä. Määrittelyvaiheessa tietoverkon käyttäjät voivat usein vaikuttaa tietoverkkoon kertomalla tarpeitaan ja toiveitaan mahdollisissa tarvekartoituksissa. Kartoituksen tulokset analysoidaan ja verrataan organisaation strategiaan ja IT-politiikkaan. Tärkeitä työvälaineitä ovat myös erilaiset analyysit. Uutta tietoverkkoa rakentaessa niitä ovat seuraavat:

- **Tietotarveanalyysi**, jolla määritellään, mitä tietoja organisaation toimintaprosessit tarvitsevat. Tiedot luokitellaan syöttö- ja tulostietoihin. Syöttötiedot ovat järjestelmään kirjattavat tiedot, kuten asiakasrekisteri, ja tulostiedot esimerkiksi niistä tietojenkäsittelyä käyttäen johdettuja raportteja ja yhteenvetoja. Näille tiedoille määritellään omistaja ja ne jaetaan tietoturvapoliittikan mukaisesti luokkiin.
- **Tietovarastoanalyysi**, jolla mietitään tietotarveanalyysissä ilmenneiden tietojen säilyttämistä ja otetaan huomioon tietojen saatavuus ja luottamuksellisuus.
- **Tietovuonoanalyysi**, jolla selvitetään miten tiedot kulkevat organisaation sisällä. Tiedot jaetaan yleensä raportoitavaan tietoon, ohjaavaan tietoon ja rutiinitietoon. Raportoiva tieto kulkee yleensä organisaation alemmalta tasolta ylöspäin, ohjaava tieto päinvastoin ylhäältä alaspäin ja rutiinitieto organisaatiotasolla olevien ihmisten välillä ja myös eri tasojen välillä.

Mikäli kyseessä on vanhan tietoverkon päivitys tai korvaaminen, tehdään edellisten analyysien lisäksi yleensä myös seuraavat analyysit:

- **Ongelma-analyysi**, jolla pyritään selvittämään vanhan järjestelmän puutteita, kuten miksi järjestelmä ei toimi riittävän hyvin, mitä puutteita siinä on tai onko siinä tietoturvaongelmia.
- **Syy-seuraus-analyysi**, jolla pyritään löytämään ne heikkoudet joiden takia vanha järjestelmä ollaan korvaamassa.

Tietoverkkosuunnittelussa määrittelyvaiheeseen kuuluu myös verkon liikenne-analyysit. Liikenteen määrä pyritään arvioimaan tietotarve-, tietovarasto-, ja tietovuonanalyysien avulla. Määrittelyvaiheen tarkoituksena on kartoittaa, mitä ominaisuuksia tietojärjestelmällä tulee olla. Tietoverkon kannalta tämä tarkoittaa, kuinka suurta tiedonsiirtokapasiteettia tarvitaan, kuinka vikasietoinen verkon tulee olla ja millaista luottamuksellisuutta tarvitaan. (Hakala & Vainio 2005, 407-408.)

Suunnittelu

Suunnitteluvaiheessa yritetään löytää monia ratkaisuja määrittelyssä asetettujen vaatimusten saavuttamiseksi ja vertailla niitä keskenään. Kaikkia määrittelyssä esille tulleita vaatimuksia ei välttämättä voida kuitenkaan täyttää, sillä jotkin vaatimusten kriteerit voivat olla ristiriidassa toistensa kanssa. Suunnitteluvaiheen kustannus-hyöty-analyysillä päätetään, mitkä halutuista ominaisuuksista ja vaatimuksista voidaan taloudellisesti järkevästi toteuttaa.

Analyysissä tulee kiinnittää huomiota laite- ja ohjelmistokustannuksien lisäksi palkka-, käyttö- ja ylläpitokustannuksiin. Vaihtoehtojen arvioimiseksi käytetään useasti SWOT-analyysiä, jolla saadaan kartoitettua ratkaisun tämän hetkiset vahvuudet ja heikkoudet, sekä tulevaisuuden mahdollisuudet ja uhkakuvat. Suunnitteluvaiheen tarkoituksena on saada selville, miten haluttuihin vaatimuksiin ja ominaisuuksiin päästään. (Hakala & Vainio 2005, 409-410.)

Toteutus

Toteutusvaiheessa aloitetaan tietojärjestelmän ja tietoverkon rakentaminen. Toteutuksessa pyritään seuraamaan suunnitteluvaiheessa valittuja vaihtoehtoja, mutta usein jotain yksityiskohtia joudutaan vielä muuttamaan. Toteutusvaiheessa dokumentointi on erittäin tärkeä osa järjestelmän ylläpidon ja kehittämisen kannalta. Dokumentteihin kirjataan asetukset, mutta niistä ei tehdä asennusohjeita, vaan oletetaan, että dokumentin lukija tietää, mistä on kyse. Näiden dokumenttien tarkoituksena on kertoa, mitä asetuksia on tehty ja mihin ne on tehty. (Hakala & Vainio 2005, 410.)

Testaus

Kun tietojärjestelmä on saatu valmiiksi, alkaa testausvaihe. Tämä testaus voidaan jakaa kolmeen osaan seuraavasti:

- **Toiminnallinen testaus**, jolla varmistutaan, että asennetut laitteet, kaapelit ja ohjelmistot toimivat odotetusti.
- **Määrittystenmukaisuustestaus**, jolla selvitetään, että järjestelmä vastaa asetettuja vaatimuksia.
- **Standardinmukaisuustestaus**, jossa järjestelmää verrataan siihen liittyviin standardeihin.

Tietoverkkoa testataan tekemällä liikenne- ja kuormitusanalyysyjä. Verkkoa kuormitetaan manuaalisesti tai käytetään tietojärjestelmiä ruuhkakäyttöä vastaavalla kapasiteetilla. Kuormituksen aikana tietoverkosta kerätään tietoja siitä, tarjoaako verkko määrittysten mukaisen kapasiteetin ja paljonko tiedonsiirtovirheitä verkossa esiintyy. Testaustulokset dokumentoidaan ja niiden perusteella projektin ohjausryhmä tai vastaava henkilö päättää tarvittavista korjauksista tai antaa luvan käyttöönotolle. (Hakala & Vainio 2005, 410-411.)

Käyttöönotto

Käyttöönottovaiheessa järjestelmä otetaan kokonaisuudessaan käyttöön. Tässä vaiheessa IT-ammattilaiset seuraavat järjestelmän toimintaa ja neuvovat käyttäjiä tarpeen mukaan. Mikäli uusi järjestelmä on tehty vanhan rinnalle, voidaan molempia järjestelmiä käyttää jonkin aikaa rinnakkain. Tämä varmistaa sen, ettei liiketoiminnalle aiheudu haittaa ja ongelmien ilmaantuessa uuteen järjestelmään voidaan vielä tehdä muutoksia. Haittapuolena on se, että tämä aiheuttaa lähes kaksinkertaisen työmäärän. (Hakala & Vainio 2005, 411.)

Ylläpito

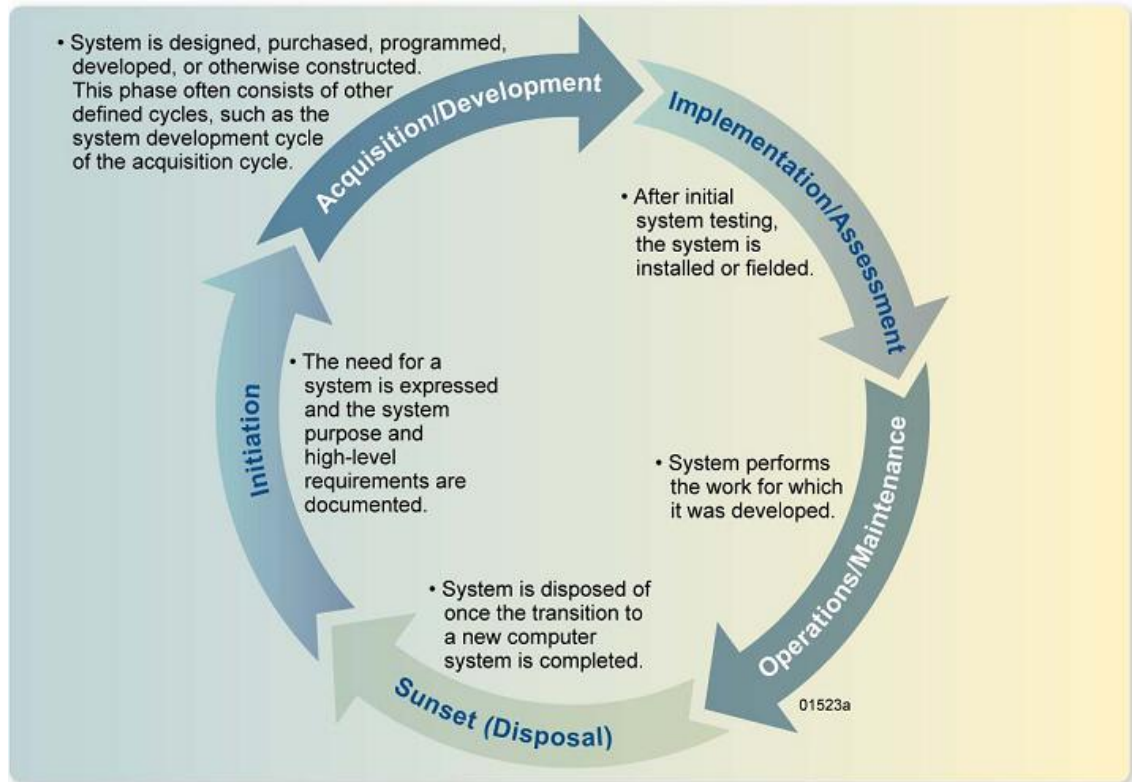
Kun tietojärjestelmäprojekti on saatu valmiiksi, alkaa rutiininomainen ylläpitovaihe. Ylläpidon toimesta tehdyt muutokset kannattaa dokumentoida samaan tapaan kuin projektin aiemmissa vaiheissa on toimittu. Dokumentointiin kuuluu muun muassa käyttäjä- ja käyttöoikeusasetukset, aktiivilaitteet ja niiden asetukset, ristiinkytkentätaulukot ja verkon yhteyskaaviot. Ylläpitovaiheessa saatetaan vielä suorittaa liikenne- ja kuormitusanalyysjä sekä ylläpitää lokitilastoja. (Hakala & Vainio 2005, 411.)

2.2 System Development Life Cycle -malli

System Development Life Cycle -malli (SDLC), eli järjestelmäkehityksen elinkaari-malli on toinen hyvä vaihtoehto, jota voi käyttää tietojärjestelmää rakentaessa ja sen elinkaarta mietittäessä. Se on samankaltainen kuin systeemyön vaihejakomalli, mutta siinä otetaan huomioon järjestelmän käytöstä poisto. Tästä mallista on monia eri variaatioita, mutta yleisesti käytetään Yhdysvaltalaisen tietoturvaan ja standardeihin perehtyneen National Institute of Technologyn (NIST) käyttämää mallia. (NIST 2012.)

NIST:n käyttämä SDLC-malli on jaettu viiteen osaan ja kuvassa 1 on esitetty mallin käyttämä elinkaari. Kyseiset viisi vaihetta ovat seuraavat:

- **Alkuunpano** (initiation), jonka aikana organisaatio miettii järjestelmän tarpeet ja dokumentoi sen tarkoituksen. Tietoturvan suunnittelu aloitetaan tässä vaiheessa.
- **Hankinta ja kehittäminen** (acquisition/development). Tässä vaiheessa järjestelmä suunnitellaan, ostetaan, ohjelmoidaan, kehitetään ja rakennetaan valmiiksi. Tietoturvan kannalta tässä vaiheessa suoritetaan riskiarvioita ja analysoidaan turvavaatimukset.
- **Täytäntöönpano ja arviointi** (implementation/assessment). Tässä vaiheessa otetaan järjestelmä käyttöön ja suoritetaan testejä, jotta järjestelmä toimii halutulla tavalla. Tietoturvan kannalta suoritetaan myös testejä, joilla varmistutaan, että se täyttää kaikki vaaditut tietoturvaominaisuudet.
- **Toiminta ja ylläpito** (operations/maintenance). Tässä vaiheessa järjestelmä on käytössä ja sen toimintaa seurataan. Mahdollisia parannuksia tai muutoksia järjestelmään saatetaan kuitenkin tehdä.
- **Käytöstä poisto** (disposal). Tässä vaiheessa tehdään suunnitelmat järjestelmän alasajoon ja vanhan järjestelmän korvaamiseen uudella. Tietoturvan kannalta täytyy miettiä, miten tieto siirretään uuteen järjestelmään, säilytetään tai tuhotaan. (NIST 2012.)



Kuva 1. SDLC-malli (NIST 2012).

NIST:n käyttämässä mallissa tietoturva integroidaan sisään järjestelmäkehityksen elinkaaren vaiheisiin ja tästä saadaan esimerkiksi seuraavia hyötyjä:

- Tunnistetaan haavoittuvuudet ja ongelmat varhain järjestelmän kokoonpanon yhteydessä, mikä vähentää tietoturvan toteuttamisen kustannuksia.
- Tiedostetaan turvallisuusriskien valvonnan aiheuttamat haasteet teknikalle.
- Dokumentoidaan tärkeät tietoturvaa koskevat päätökset kehitysvaiheessa, jotta niitä voidaan käyttää elinkaaren muissa vaiheissa hyödyksi.
- Parannetaan järjestelmien yhteentoimivuutta ja integraatiota, jotka olisi haasteellista saavuttaa, mikäli tietoturvaa käsiteltäisiin erikseen eri tasoilla. (NIST 2012.)

3 VERKON AKTIIVILAITTEET JA KAAPELOINTI

3.1 Kaapelointi

Kaapelien huolellinen valinta on tärkeä osa tietoliikennejärjestelmän moitteetoman toiminnan kannalta. Kaapelointia suunniteltaessa on otettava huomioon seuraavat asiat:

- **Tiedonsiirtonopeus**, jotta tieto verkon laitteiden välillä kulkee mahdollisimman nopeasti ja johdin pystyy kuljettamaan kaikkia haluttuja signaalintaajuuksia tarvittavan matkan.
- **Laitteiden etäisyys toisistaan**, jotta signaali ei vaimene tai vääristy ennen kuin se saavuttaa vastaanottajansa tai viive kasvaa liian suureksi.
- **Asennuskustannukset**, sillä kaapeloinnista ei kannata tehdä tarpeettoman kallista, mikäli käyttötarpeisiin riittää vähempikin. Kuitenkin kaapeloinnin täytyy toimia useita vuosia ja huomioida aina kasvava tiedonsiirtotarve.
- **Ympäristötekijät** vaikuttavat kaapeloinnin valintaan, sillä erilaiset kaapelit käyttäytyvät eri tavoin häiriölähteiden läsnä ollessa. Joskus myös kuparijohtimien käyttö ei ole edes mahdollista, mikäli kaapelointi tulee palotai räjähdysalttiiseen tilaan.
- **Tietoturva** saattaa olla mahdollinen tekijä kaapeloinnin valinnassa, mikäli verkossa liikkuu erittäin salaista tietoa, jota ei saa pystyä salakuuntelemaan. Kaapelin valinta tässä mielessä ei kuitenkaan suojaa siirrettyä tietoa verkon sisäpuolella, jossa tieto tulee suojata muilla menetelmillä, joten kaapeloinnin valinta vain tietoturvatekijöiden perusteella ei ole perusteltua. (Granlund 2007, 41-42.)

Kaapelointi perustuu nykyään yleensä joihinkin standardeihin, joiden käyttäminen helpottaa työtä. Niissä on valmiiksi mietitty yleisiä ongelmia, joita kaapeloinnissa tietyissä kohteissa joutuu kohtaamaan. Yleisesti käytössä on standardisarja EN 50173. Näistä standardi EN 50173-1 määrittää kaikkien yleiskaape-

lontien yhteiset vaatimukset kiinteistötyypistä riippumatta. EN 50173-1 -standardin määrittämät keskeiset asiat ovat:

- Runkokaapeloinnin rakenne ja kokoonpano
- Kaapeleiden ja siirtoteiden suorituskyky muita EN 50173 standardeja varten
- Rakenneosien suorituskyvyn vaatimukset.

Standardisarjan neljä seuraavaa standardia sisältävät standardit neljälle eri kiinteistötyypille:

- Toimistokiinteistöt: EN 50173-2
- Teollisuuskiinteistöt: EN 50173-3
- Asuinkiinteistöt: EN 50173-4
- Datakeskukset: EN 50173-5.

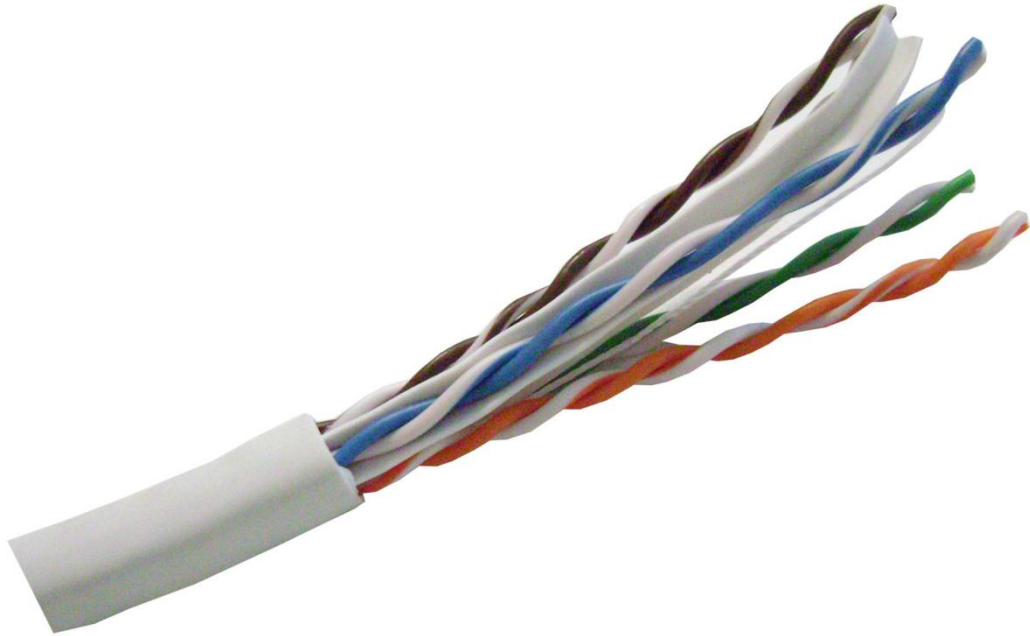
Näissä standardeissa on otettu huomioon tyypillisiä kiinteistökohtaisia näkökohtia ja vaatimuksia. Näitä ovat kerroskaapeloinnin kokoonpanot toimistoissa, vaativat käyttöympäristöt teollisuuskiinteistöissä, monipuoliset käyttökohteet kodeissa ja suuret siirtonopeudet ja liitintiheys datakeskuksissa. (Sähkötieto ry 2008, 15.)

Parikaapeli

Parikaapelia on alun perin käytetty puhelinverkoissa, mutta tietotekniikan myötä parikaapelin suosio on kasvanut sen hinnan ja hyvien ominaisuuksien vuoksi. Hyvät ominaisuudet johtuvat siitä, että tavallisessa johtimessa signaali ja sen paluujohdin kulkevat vierekkäin ja tämä altistaa ne häiriöille, mutta parikaapelin signaalijohtimet on kierretty toistensa ympärille, mikä vähentää kaapelin herkkyyttä elektromagneettisille häiriöille. Kaapelien kierteisyys mitataan kierroksina metriä kohti ja mitä suurempi kierteisyys, sitä vähemmän häiriöitä.

Häiriöiden syntymistä ehkäistään myös signaaloinnin avulla siten, että tieto ilmaistaan johtimissa parien välisillä jännite-eroilla. Tämä johtaa siihen, että

mahdollinen häiriö näkyy molemmissa johtimissa samansuuruisena ja näin ollen johtimien välinen jännite-ero ei muutu. Kuvassa 2 on esitelty Cat 6 -kategorian suojaamaton parikaapeli ilman RJ45-liitintä. (Granlund 2007, 42.)



Kuva 2. Parikaapeli.

Parikaapeleita on myös erityyppisiä ja ne voidaan jakaa suojattuihin tai suojaamattomiin kaapeleihin. Suojatuissa kaapeleissa kaapelit tai parit voidaan suojata erillisellä maadoitetulla vaipalla, joka vähentää entisestään kaapelista lähtevää ja siihen tulevaa elektromagneettista säteilyä parantaen sen suorituskykyä ja turvallisuutta entisestään. Kuvassa 3 on esitelty suojattu Cat 6 -parikaapeli. (Granlund 2007, 44.)



Kuva 3. Suojattu parikaapeli.

Parikaapelit jaetaan eri kategorioihin niiden nopeuksien mukaan. Nykyään käytössä olevien kaapeleiden kategoriat ovat seuraavat:

- Cat 5: Aiemmin käytössä ollut kaapeli, joka tukee nopeuksia aina 100 Mbit/s asti 100 MHz:n taajuuksilla. Ei suositella käytettäväksi Gigabit Ethernet -verkoissa.
- Cat 5e: Myös yleisesti käytössä ollut kaapeli, joka on ominaisuuksiltaan sama kuin Cat 5, paitsi testausarvojen toleranssit ovat pienemmät.
- Cat 5E: Valmistajien oma mielikuva 250 MHz:n taajuuteen asti toimivasta kaapelista. E-kategoriaa ei ole standardoitu, joten kahden eri valmistajan kaapelit eivät välttämättä ole samanlaisia.
- Cat 6: Tämä kategoria on tarkoitettu Gigabit Ethernet -verkkoja varten. Teknisesti se on kuitenkin yhteensopiva aiempien kaapelointien kanssa, mutta mahdollistaa taajuudet 250 MHz asti.
- Cat 6e: Laajennus kategoriaan Cat 6, jonka suurin taajuus on 500 MHz.
- Cat 6a: Sama kuin Cat 6e, mutta suurin taajuus on nostettu 625 MHz:in ja on tarkoitettu 10GBaseT-verkkoja varten.
- Cat 7: Tämä kategoria on jopa 600 MHz:n taajuuksiin suunniteltu suojattu parikaapeli. Tässä kaapelissa on kaapelikohtaisen suojauksen lisäksi parikohtainen suojaus, joka vähentää kaapelin häiriöalttiutta. Kaapeli käyttää normaalisti käytössä olevan RJ45-liittimen sijasta GG45-liitintä, joka on kuitenkin mekaanisesti yhteensopiva RJ45-liittimen kanssa, mutta sisältää aiemman kahdeksan kosketinpinnan lisäksi neljä pintaa pari-

kohtaista suojausta varten. Cat 7 on tarkoitettu käytettäväksi 10Gb Ethernet -verkoissa. (Granlund 2007, 43-44.)

- Cat 7a: Tekeillä oleva standardi, jossa yhdistetään puhelin, CATV ja 1000BASE-T samaan kaapeliin. Kaapeli koostuu neljästä parisuojatusta parista ja sen ympärillä on palmikkosuojaus. Kaapelissa käytetään 1200 MHz:n taajuutta.
- Cat 8: Kehitteillä oleva standardi, johon ei ole vielä kehitetty sovelluksia. Kaapeli on fyysisesti samankaltainen kuin Cat 7a -kaapeli ja siinä käytetään samaa 1200 MHz:n taajuutta. (Parikaapeli 2012.)

Parikaapeloinnissa käytetään tavallisesti RJ45-liitintä, joka on varustettu kahdeksalla pinnillä. RJ45-pistoke on kuitenkin rakenteeltaan sellainen, että sen kanssa samassa pistokkeessa voidaan käyttää myös puhelinjärjestelmien RJ11-liitintä, jolloin käytössä on vain neljä keskimmäistä pinniä.

Mikäli kaapelin päät ovat kytketty siten, että molempien osapuolten lähetyssignaalit kytkeytyvät vastapuolen vastaanottoon, on kyseessä ristiinkytkentä. Ristiinkytkentä mahdollistaa kahden samanlaisella peruskytkennällä kytketyn laitteen keskustelun keskenään käyttäen ristiinkytkettyä parikaapelia. Ristiinkytketyssä kaapelissa pinnit kytkeytyvät seuraavasti taulukon 1 mukaan. (Granlund 2007, 45-46.)

Taulukko 1. Ristiinkytkentä (Granlund 2007, 46).

Pinni no	Tavallinen RJ45-liitin	Ristiinkytketty RJ45-liitin
1	Vihreä ja valkoinen	Oranssi ja valkoinen
2	Vihreä	Oranssi
3	Oranssi ja valkoinen	Vihreä ja valkoinen
4	Sininen	Sininen
5	Sininen ja valkoinen	Sininen ja valkoinen
6	Oranssi	Vihreä
7	Ruskea ja valkoinen	Ruskea ja valkoinen
8	Ruskea	Ruskea

Optinen kuitu

Optisen kuidun suurin ero parikaapeliin nähden on, että siinä kuljetetaan tietoa valopulssien avulla. Tämä vähentää häiriötekijöiden syntymistä ulkoisista lähteistä kuten elektromagneettisesta säteilystä. Kuidun kohtaamat ongelmat ovat lähinnä signaalin dispersio ja vaimeneminen. Näiden ongelmien minimoimiseksi kuidussa käytetyn lasin laatuvaatimukset ovat erittäin korkeat. Kuitu valmistetaan kolmesta komponentista. Kuidun sisällä kulkee ydinjohto. Ydintä ympäröi valoverho, joka pitää valonsäteen ytimessä ja päällimmäisenä kuitua suojaava vaippa.

Signaalina käytettävä valo syötetään kuituun joko LED- tai Laser-lähtetimellä. Nämä kaksi ratkaisua eroavat toisistaan siten, että LED-lähtetimen valo hajaantuu johtimessa enemmän ja vain osa lähtetimen valon kokonaismäärästä siirtyy johtimeen parhaassa mahdollisessa kulmassa. Laser-lähtetimestä syntyvä valo on samansuuntaista ja se pystytään keskittämään johtimeen kokonaan, mikä tekee Laser-lähtetimestä paremman, mutta kalliimman vaihtoehdon. Lähtetimen lähettämä valo ohjautuu vastaanottimeen, joka muuttaa sen sähköiseksi pulsseiksi, joissa valopulssi on 1-bitti ja valon puuttuminen on 0-bitti. (Granlund 2007, 48-50.)

Kuidut jaetaan vielä rakenteidensa mukaan kahteen eri ryhmään, monimuotokuituihin ja yksimuotokuituihin. Monimuotokuitu soveltuu lyhyemmille matkoille ja on halvempi vaihtoehto, sillä siinä käytetään edullisia LED-lähtetimiä. Näistä syistä sitä käytetään enemmän lähiverkoissa. Yksimuotokuitu taas sopii pitkille matkoille, mutta on kalliimpi kuin monimuotokuitu, koska siinä käytetään Laser-lähtetimiä. Näistä syistä yksimuotokuitu soveltuu käytettäväksi muun muassa runkoverkkoihin. (i&i Solutions 2006.)

Optisen kuidun edut parikaapeliin nähden ovat suurempi siirtonopeus, vähäisempi signaalin vaimeneminen, keveys ja ohuus. Kuituja täytyy kuitenkin aina olla kaksi, sillä kuidussa valopulssi kulkee aina vain toiseen suuntaan, joten lähtevällä ja saapuvalla liikenteellä täytyy olla omat johtimensa. Optisten kuitujen

päättämiseksi on myös suuri määrä erilaisia liittimiä, joista muutamia on esitelty kuvassa 4. (Granlund 2007, 52-53.)



Kuva 4. Optinen kuitu.

3.2 Kytkimet

Ethernet-verkkojen tärkein laite on kytkin, jonka portteihin tietokoneet ja toiset verkon aktiivilaitteet kytketään suoraan. Nykyiset Ethernet-verkot ovat rakenteeltaan useimmiten tähtitopologiaa käyttäviä verkkoja, joissa käytetään pari- tai valokaapeleita ja jokaisella laitteella on oma kaapelisegmenttinsä.

Kytkin on lyhykäisyydessään laite, joka pystyy ottamaan segmentistä tulevan kehyksen vastaan, tallentamaan sen, lähettämään edelleen seuraavaan segmenttiin ja tarvittaessa lähettämään sen uudelleen törmäystilanteen sattuessa. (Hakala & Vainio 2005, 84-85.) Useimmat kytkimet toimivat OSI-viitemallin kerroksella 2. Kerroksen tehtävänä on määrittellä lähettävän ja vastaanottavan laitteen fyysiset osoitteet (MAC-osoitteet) ja muodostaa datasta siirrettäviä yksiköitä, kuten kehyksiä. (Hakala & Vainio 2005, 139.)

Kytkimen toiminta perustuu siihen, että kytkin oppii laitteiden sijainnin verkossa tutkimalla porttiin saapuneesta kehyksestä lähettäjän fyysisen osoitteen ja tal-

lentamalla tämän ja portin, johon kehys on saapunut, laitteen omaan osoitetauluun. Mikäli vastaanottajan fyysinen osoite löytyy kytkimen osoitetaulusta, lähetetään saapunut kehys ulos fyysistä osoitetta vastaavasta portista. Mikäli fyysistä osoitetta ei osoitetaulusta löydy, lähettää kytkin sen ulos kaikista porteista (broadcast).

Suuremmissa verkoissa ongelmaksi saattaa muodostua, että ei tahdota, että jokainen verkon kone voi keskustella toistensa kanssa tai verkon broadcast liikenne kasvaa liian suureksi. Virtuaaliset lähiverkot (VLAN) ratkaisevat tämän ongelman. Kytkimen porteista voidaan muodostaa ryhmiä ja samaan porttiryhmään kuuluvat laitteet muodostavat oman virtuaalisen verkkonsa. Nämä verkot eivät voi keskustella keskenään ilman, että niiden liikenne reititetään verkosta toiseen. (Hakala & Vainio 2005, 94.)

Kytöinten hankinnassa kannattaa kiinnittää huomiota siihen, mitä ominaisuuksia ne tukevat. Kaksi hyödyllistä perusominaisuutta ovat seuraavat:

- Spanning Tree -protokolla, joka estää haitallisten silmukoiden syntymistä ei-reitittävien aktiivilaitteiden välille.
- Port Trunking, joka mahdollistaa useampien porttien yhdistämisen yhdeksi kapasiteetiltaan suuremmaksi yhteydeksi kahden kytkimen välillä.

Hankinnassa kannattaa ottaa huomioon myös kytkimen osoitemuistin suuruus, kytkimen kapasiteetti ja tuki varayhteyksille (backup link, redundant link) tarpeen mukaan. (Hakala & Vainio 2005, 105.)

3.3 Reitittimet ja reititys

IP-verkoissa käytännössä kaikki IP-osoitteita käyttävät laitteet ovat jollain tapaa reitittämiä. Ne reitittävät TCP/IP-liikennettä oman lähiverkkosegmenttinsä (LAN) sisällä tai oletusyhdyskäytävälle, joka reitittää liikenteen eteenpäin. Laitteet, joita varsinaisesti kutsutaan reitittimiksi, ohjaavat lähiverkon segmenttien välistä liikennettä ja oman lähiverkon ulkopuolelle suuntautuvaa liikennettä oikeaan laajaverkkoon (WAN). (Hakala & Vainio 2005, 256.)

Staattinen reititys

Pienissä verkoissa käytetään useimmiten staattista reititystä, jossa verkkojen väliset yhteydet kirjataan manuaalisesti verkon laitteisiin. Staattinen reititys toimii siten, että reitityksessä lähettävä laite tutkii oman reititystaulunsa ja katsoo, mistä IP-paketin vastaanottaja löytyy. Reititettävän paketin kohteena voi olla kolme perusvaihtoehtoa:

- Vastaanottaja on laite itse, jolloin pakettia ei lähetetä lähiverkkosegmenttiin, sillä Ethernet-verkoissa se ei koskaan palaisi lähettäjälle. Tämän sijaan paketti lähetetään loop back -osoitteeseen, joka yleisesti on 127.0.0.1, jolloin lähettäjä itse saa paketin.
- Vastaanottaja on samassa verkkosegmentissä. Tällöin voidaan paketti välittää oikealle vastaanottajalle suoraan Ethernet-kehyksenä. Kun laite lähettää oman verkkosegmenttinsä koneelle kehyksen, täytyy sen selvittää ARP-kyselyllä mikä MAC-osoite vastaa vastaanottajan IP-osoitetta.
- Vastaanottaja on eri verkkosegmentissä kuin lähettäjä, jolloin paketti lähetetään reitittimelle. Reititin tutkii reititystaulustaan löytyykö vastaanottajan osoite sieltä. Mikäli osoite on reititystaulussa, lähetetään paketti reitittimelle, joka on merkitty kyseisen verkon tai laitteen yhdyskäytäväksi (Gateway). Mikäli reititystaulusta ei löydy mitään viittauksia kohdelaitteesta tai -verkosta, lähetetään paketti oletusyhdyskäytävälle (Default Gateway), joka huolehtii paketin eteenpäin reitittämisestä. (Hakala & Vainio 2005, 256-257.)

Dynaaminen reititys

Suurissa verkoissa staattisen reitityksen sijaan käytetään dynaamista reititystä, jotta reititystaulujen manuaalinen ylläpito ei kävisi liian työlääksi. Dynaaminen reititys perustuu sääntöihin, joita reitittimet seuraavat ja käyttävät opettaakseen toisilleen tuntemansa reitit sekä raportoidakseen yhteyksien sen hetkisestä suorituskyvystä.

Jotta dynaaminen reititys onnistuu, täytyy kaikkien reitittimien vaihtaa tietoja keskenään. Tähän tarvitaan reititysprotokollia, jotka määrittelevät, mistä asioista reitittimet ilmoittavat toisilleen ja missä muodossa viestit lähetetään. Nämä protokollat voidaan jakaa kahteen eri ryhmään: sisäisiin reititysprotokolliin, joita käytetään Internetiin liitettyjen verkkojen sisäisessä liikenteessä ja ulkoisiin reititysprotokolliin, joita käytetään Internetin osaverkkojen välisessä liikenteessä. Sisäiset reititysprotokollat voidaan jakaa kolmeen pääryhmään:

- **Etäisyysvektoriprotokollat** (Distance Vector Protocol), joissa reitin valinta tapahtuu pääasiassa aliverkkojen välissä olevien reitittimien lukumäärän perusteella. Reitti valitaan sen polun (path) mukaan, johon kuuluu mahdollisimman vähän reitittimiä. Näiden protokollien paras ominaisuus on se, että ne ovat rakenteeltaan yksinkertaisia. Ne eivät paljoo kuormita reitittimen prosessoria tai käytä suurta määrää keskusmuistia. Huonona puolena voidaan pitää, että ne kuormittavat usein verkkoa säännöllisillä reititystaulujen päivityksillä tai yhteyden testausviesteillä.
- **Linkkitilaprotokollat** (Link State Protocol), joissa kaikilla verkon reitittimillä on yhteinen tieto verkon rakenteesta, eli kaikki reitittimet ylläpitävät verkon topologiasta kertovaa reittikarttaa. Reitittimet valitsevat käytettävät reitit yhteyden nopeuden, siirtokapasiteetin ja virheiden määrän mukaan. Näitä edellä mainittuja kriteerejä voidaan painottaa eri tavoin ja etsiä näin paras mahdollinen reitti useiden vaihtoehtojen joukosta.
- **Hybridiprotokollat** (Hybrid Protocol), jotka ovat linkkitila- ja etäisyysvektoriprotokollien yhdistelmiä. (Hakala & Vainio 2005, 274-275.)

Seuraavassa taulukossa 2 on vertailtu muutamia Ciscon reitittimissä käytössä olevia dynaamisia reititysprotokollia.

Taulukko 2. Ciscon käyttämiä dynaamisia reititysprotokollia (Hakala & Vainio 2005, 276).

Dynaamiset reititysprotokollat			
	RIP	OSPF	EIGRP
Tyyppi	etäisyysvektori	linkkitila	etäisyysvektori
Rinnakkaisreitit	ei yleensä	mahdollisia	mahdollisia
Laitekuormitus	vähäinen	suuri	vähäinen
Verkon kuormitus	suuri	vähäinen	vähäinen
Verkon koko	pienet verkot	skaalautuu	skaalautuu

4 VERKON DOKUMENTOINTI

Verkon dokumentaatiolla tarkoitetaan kaikkia fyysisiä tai sähköisiä asiakirjoja, joissa kuvataan verkon rakennetta tai toimintaa. Dokumentointi on hyvä antaa jonkun henkilön tai henkilöiden vastuulle, jotka pitävät huolen, että dokumentaatio pysyy ajan tasalla ja on aina tarvittaessa saatavilla. Dokumentaation olemassaolo lyhentää vikaselvityksiin kuluvaan aikaan sekä verkon suunnittelu ja käyttöönotto helpottuvat. Usein dokumentoinnin ajatellaan aiheuttavan lisäkustannuksia ja vaivaa enemmän kuin siitä aiheutuu hyötyä. Mikäli verkko pettää ja liiketoiminta keskeytyy päiväksikin, saattaa sillä olla kohtalokkaita seurauksia ja dokumentoinnissa säästetyt rahat saatetaan menettää moninkertaisesti.

Ylläpitämällä hyvää verkon dokumentaatiota saavutetaan tarkka tieto verkon laitteista, niiden fyysisestä ja loogisesta sijainnista ja yhteyksistä muihin laitteisiin tai järjestelmiin. Tämä helpottaa myös tulevaisuudessa uusien tietoteknisten ratkaisuiden suunnittelua. Dokumentointi on perusedellytys hyvälle verkonhallinnalle ja ylläpidolle. (Jaakohuhta 2000, 311.)

4.1 Dokumentoinnin tarkkuus

Jokaisen organisaation tulee päättää, millä tasolla oma verkon dokumentaatio tulee toteuttaa. Liiketoiminnan kannalta keskeiset komponentit tulee kuitenkin aina dokumentoida, jotta on helpompaa nopeasti selvittää jatkotoimenpiteet virheiden sattuessa. Dokumentaatioon voidaan sisällyttää tarpeen mukaan esimerkiksi seuraavia asioita:

- Kaapelointi
- Jakamot ja niiden sijainti
- Aktiivilaitteet ja niiden sijainti
- Palvelimet
- Työasemat ja muut päätelaitteet
- Liitännät

- Laitteiden MAC- ja IP-osoitteet
- Laitteiden nimet
- Laitteiden tyypit, mallit ja versiot.

Dokumentointi voidaan tehdä myös kahdella periaatteella, loogisella ja fyysisellä kuvauksella. Loogisessa kuvauksessa esitetään järjestelmän looginen rakenne siten, että laitteet ja niiden liitännät on helposti hahmotettavissa. Fyysisessä kuvauksessa kerrotaan tarkemmin, miten verkko on fyysisesti rakennettu ja missä kaikki verkon laitteet sijaitsevat. Usein verkon dokumentaatiossa saattavat olla mukana molemmat kuvaukset.

Tietojen kerääminen dokumentointia varten voidaan tehdä käsin tai käyttäen jotakin verkon analysointityökalua. Tietojen käsin kerääminen on työlästä, mutta sopii pienempien verkkojen kohdalle hyvin. Verkkoanalysointia voidaan nopeasti saada tietoa verkon laitteista verkkoliikenteen avulla. Tällä tavalla voidaan saada kattava tietokanta verkossa olevien laitteiden MAC- ja IP-osoitteista. Kaikkien laitteiden tulee kuitenkin olla päälle kytkettyinä, jotta niiden tiedot voidaan kerätä. Passiivisista verkon laitteista tai kaapeloinnista ei kuitenkaan voida saada tietoa käyttäen analysointia. (Jaakohuhta 2000, 312-313.)

4.2 Hyvän dokumentoinnin tunnusmerkit

Dokumentoinnin tekeminen ei ole helppoa ja mitä kauemmin se on ollut tekevä, sen suurempi työmäärä sen ajan tasalle saamiseen kuluu. Hyvältä dokumentaatiolta voi odottaa seuraavia ominaisuuksia:

- Helposti ja edullisesti ylläpidettävissä
- Dokumentointi on rajattu hyvin
- Helposti saatavissa
- Organisaation sisällä yhdenmukainen
- Sopii käytettäväksi olemassa olevien pohjapiirroksien ja dokumenttien kanssa
- Käytetyt symbolit ovat mahdollisimman standardien mukaisia

- Ei ole ristiriidassa organisaation muun dokumentaation kanssa.

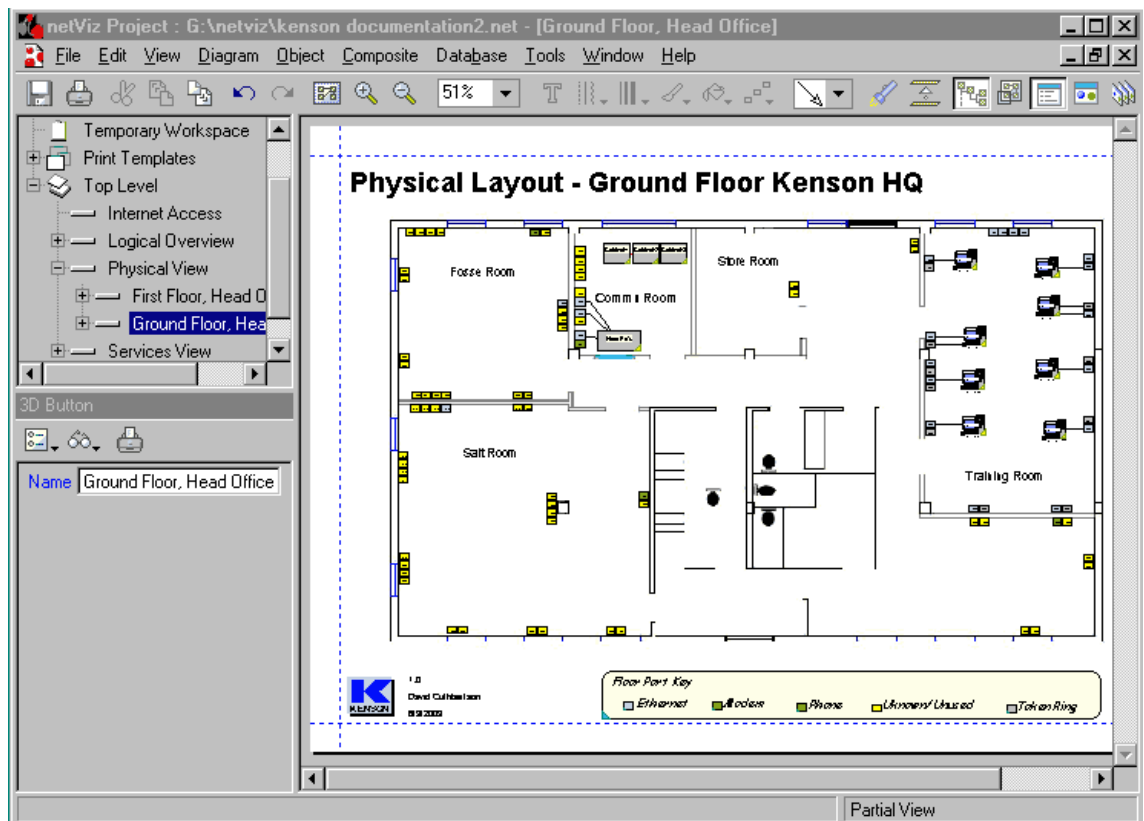
Huomiota kannattaa kiinnittää siihen, että ristikytkentäkaappien, työpisterasioiden ja liitännöiden merkinnät ovat koko organisaatiossa yhdenmukaisia, sillä sekava ja epälooginen merkintätapa voi olla jopa huonompi ratkaisu kuin dokumentoimatta jättäminen. (Jaakohuhta 2000, 315.)

4.3 Dokumentointiohjelmat

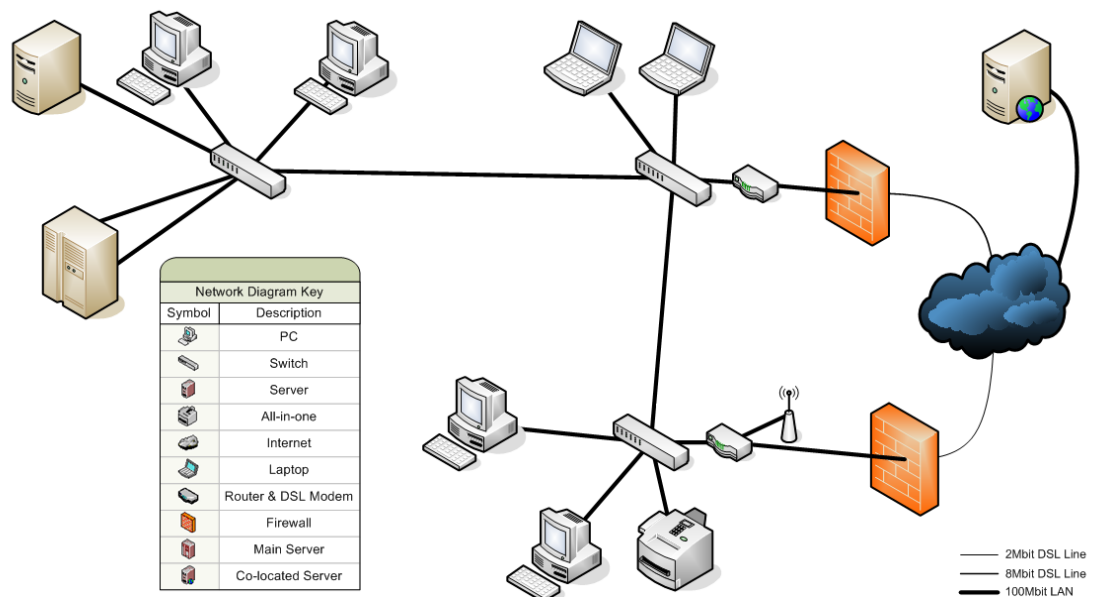
Nykyään verkon dokumentaatio toteutetaan useimmiten sähköisesti. Kaapeloinnin osalta käytetään usein CAD-ohjelmia tai muita korkeatasoisia piirrosohjelmia. Verkkokarttojen tekemiseen käytetään useasti esimerkiksi netViziä tai Microsoftin Visiota, joista netViz on erityisesti verkon dokumentointiin luotu ohjelma. Dokumentointiin käytettävän ohjelman tulee olla muiden ohjelmien kanssa tiedostoyhteensopiva, jotta dokumentoinnin käyttäminen on mahdollista vielä ilman sen tekemiseen käytettyä ohjelmaa. Verkon dokumentointiohjelmille voidaan asettaa seuraavia vaatimuksia:

- Helppokäyttöisyys
- Nopeatoimisuus
- Mahdollisuus luoda omia symboleja
- Mahdollisuus luoda fyysisiä ja loogisia verkkokuvia
- Tietokantamahdollisuus laitetietojen rekisteröimiseksi
- Dokumentoinnin tuottaminen paperille ja sähköisesti. (Jaakohuhta 2000, 317.)

Dokumentointiohjelmilla voidaan piirtää esimerkiksi fyysisiä verkkokuvia (kuva 5) tai loogisia verkkokuvia (kuva 6).



Kuva 5. NetViz:llä piirretty fyysinen verkkokuva (netViz 2012).



Kuva 6. Microsoft Visiolla piirretty looginen verkkokuva (Fr3d 2012).

Dokumentointiohjelmien lisäksi dokumentaatiota tehdessä voidaan käyttää tavallisia toimisto-ohjelmia, kuten Microsoft Exceliä ja Wordia erilaisten tietojen kirjaamiseen. Microsoft Excel soveltuu esimerkiksi erinomaisesti laitetietojen kirjaukseen ja kevyen laitetietokannan ylläpitämiseen.

5 LABORATORIOVERKKO

Turun ammattikorkeakoulun Lemminkäisenkadun laboratorioverkko on opetus- ja TKI-käytössä oleva verkko, joka on irrallaan koulun normaalista opetusverkosta. Laboratorioverkkoa käytetään opetustarkoituksissa ja se on käytössä parissa luokassa sekä muutamassa muussa kohteessa, joita ei voi opetusverkkoon liittää. Verkko on opetusverkon rinnalla tietoturvasyistä ja koska opetusverkon täytyy olla aina toiminnassa, ei sen kanssa näin ollen voi tehdä verkon rakenteeseen liittyviä kokeiluja.

Verkon dokumentaation tila ennen dokumentoinnin aloittamista oli sekava, sillä verkon laitteista tai palveluista ei ollut aivan ajankohtaista tietoa, eikä verkon rakenteesta ollut piirretty minkäänlaisia verkkokuvia. Valmiista dokumentaatiosta selvisivät kuitenkin laboratorioverkkoon kuuluvat laitteet ja käytetyt IP-osoiteavaruudet.

Verkkoon tehdään myös useasti muutoksia tai lisäyksiä, joiden takia dokumentoinnin ajan tasalla pitäminen on vaikeaa ja sen takia liian tarkkaa dokumentaatiota verkosta ei kannata tehdä. Laboratorioverkkoon kuuluu myös tilitoimisto, bio-puolen laitteita, koulun Info-TV:t, kansalaisen mikrotuki ja vaihtelevia laitteita. Nämä jätetään kuitenkin dokumentaatioissa vähemmälle huomiolle ja keskitytään dokumentoimaan verkon ydinosaa ja kaksi siihen kuuluvaa luokkahuonetta.

5.1 Kytkimet

Turun ammattikorkeakoulussa käytetään pääosin HP:n kytkimiä. HP:n kytkimistä käytössä on ProCurve 2626-, ProCurve 2810-24G- ja ProCurve 2824 -mallisia kytkimiä, sekä yksi modulaarinen HP ProCurve 5304XL. HP:n kytkimiä on verkossa 8 kappaletta lukuun ottamatta dokumentaation ulkopuolelle jätettäviä laitteita. Käytössä on myös Ciscon 3500XL kytkin ja kytkimiä, joita saatetaan tilapäisesti käyttää opetukseen liittyvissä harjoituksissa. Kytkinten määrää verkossa nostaa käytettyjen kytkinten kuituporttien vähyys. Monissa verkon kytki-

missä on Ethernet-portteja käyttämättöminä jopa toista kymmentä, mutta valokuituportit ovat käytössä.

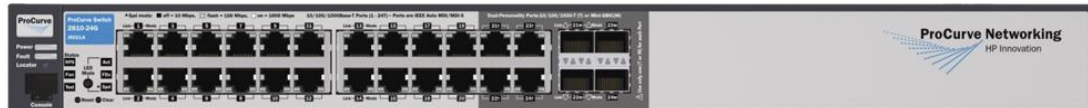
Käytetyissä kytkimissä on kuitenkin hyvät ominaisuudet toimivan ja vikasietoisen verkon rakentamiseen, sillä ne tukevat tärkeitä ominaisuuksia, joita ovat muun muassa Spanning Tree Protocol, VLAN ja Port Trunking (ks. luku 3.2). Verkossa eniten käytettyjen kytkinten perustiedot ja ominaisuudet on esitetty seuraavissa kuvissa (kuvat 7-9) ja taulukoissa (taulukot 3-5).



Kuva 7. HP ProCurve 2626 (Govgroup 2012a).

Taulukko 3. HP ProCurve 2626 perustiedot ja ominaisuudet (HP 2009a).

HP ProCurve 2626	
Porttien lukumäärä (nopeus):	24 (10/100 Ethernet) 2 (10/100/1000 Ethernet/Valokuitu)
Mitat (cm):	32.51 x 43.99 x 4.39
Paino:	4.15 kg
VLAN:	Kyllä
Spanning Tree Protocol (STP):	Kyllä
Port Trunking:	Kyllä
IPv6	Ei



Kuva 8. HP ProCurve 2810-24G (Sohu 2012).

Taulukko 4. HP ProCurve 2810-24G perustiedot ja ominaisuudet (HP 2009c).

HP ProCurve 2810-24G	
Porttien lukumäärä (nopeus):	20 (10/100/1000 Ethernet) 4 (10/100/1000 Ethernet/Valokuitu)
Mitat (cm):	32.26 x 44.2 x 4.32
Paino:	3.27 kg
VLAN:	Kyllä
Spanning Tree Protocol (STP):	Kyllä
Port Trunking:	Kyllä
IPv6-tuki	Ei



Kuva 9. HP ProCurve 2824 (Govgroup 2012b).

Taulukko 5. HP ProCurve 2824 perustiedot ja ominaisuudet (HP 2009b).

HP ProCurve 2824	
Porttien lukumäärä (nopeus):	20 (10/100/1000 Ethernet) 4 (10/100/1000 Ethernet/Valokuitu)
Mitat (cm):	36.58 x 43.99 x 4.45
Paino:	4.59 kg
VLAN:	Kyllä
Spanning Tree Protocol (STP):	Kyllä
Port Trunking:	Kyllä
IPv6-tuki	Ei

5.2 Reitittimet

Verkossa on käytössä kaksi reititintä, joista toinen toimii yhdyskäytävänä laboratorioverkon ja opetusverkon välillä ja toinen yhdyskäytävänä sekä palomuurina luokkien B155 ja B162 välillä. Reitittimien parempaa hyödyntämistä estää toisen reitittimen VLAN-tuen puute, jolloin VLANeja ei voida verkossa käyttää. Tästä johtuu myös verkon suurin ongelma: kaikki laitteet verkossa kuuluvat käytännössä samaan verkkoon ja verkot on jaettu vain eri IP-osoiteavaruuksien mukaan. Kuka tahansa voi kuitenkin muuttaa laitteensa IP-osoitteen ja siirtyä siten toiseen verkkoon. Jakamalla verkko VLANeihin voitaisiin tästä ongelmasta päästä eroon, mutta se vaatisi toisen reitittimen uusimisen.

5.3 Palvelimet

Verkon palvelimet koostuvat kuudesta fyysisestä palvelimesta ja yhdestä verkotallennuslaitteesta (NAS). Palvelimissa on käytössä RAID-tekniikkaa, joka parantaa huomattavasti palvelimien vikasietoisuutta. Käytössä olevista palvelimista uudemmat kahdeksan kiintolevyn palvelimet, kuten HP Proliant G7, käyttävät RAID5-tekniikkaa. Tämä tekniikka mahdollistaa yhden kiintolevyn hajoamisen dataa kadottamatta (RAID 2012).

Palvelimissa on myös yksi varakiintolevy, joka otetaan automaattisesti käyttöön, mikäli yksi kiintolevyistä hajoaa. Näin ollen vasta kolmannen kiintolevyn hajoaminen aiheuttaa datan katoamisen. Vanhemmissa kahden kiintolevyn palvelimissa käytetään RAID1-tekniikkaa, joka mahdollistaa yhden kiintolevyn hajoamisen dataa kadottamatta (RAID 2012).

Palvelimiin on asennettu useita virtuaalipalvelimia, kuten AD-palvelimet, AD-varapalvelimet, Stonesoft-palvelin, resurssipalvelin, INFO-TV-palvelin ja muita virtuaalipalvelimia, jotka tarjoavat verkkoon tarvittavia palveluita. Palvelimien käyttöjärjestelmänä on VMwaren ESXi, josta on käytössä useita versioita. Syyinä vanhempien versioiden käyttöön on se, että osa palvelimista on vanhempia

ja näin ollen ne eivät sisällä tukea 64-bittisille sovelluksille, jota ESXi:n uudemmat versiot vaativat.

5.4 DHCP ja DNS

Laboratorioverkossa on DHCP-palvelimia kolme kappaletta. Molemmissa luokissa ja A-puolella on omansa. Luokassa B155 on DHCP käytössä ja koneet saavat automaattisesti osoitteet verkosta. Luokan B162 laitteilla on itsemääritetyt IP-osoitteet ja automaattista DHCP:tä ei käytetä. Luokan B155 DHCP antaa myös osoitteita koneille niiden MAC-osoitteiden mukaan, mikäli MAC-osoitteet ja niille annettavat IP-osoitteet on siihen manuaalisesti määritetty.

Verkon VLAN-tuen puutteen takia DHCP:n käyttökin verkossa on vaikeaa, sillä kaikki koneet yrittävät saada osoitteen lähimmältä DHCP-palvelimelta ja se ei välttämättä ole oikea palvelin kyseiselle laitteelle. Tätä ongelmaa on paikattu kuitenkin palomuurisäännöillä, jotka estävät ei-toivotut DHCP-pyyntö tiettuihin verkon osiin.

Verkossa on omat DNS-palvelimet AD-palvelimien yhteydessä. Nämä nimipalvelimet hoitavat sisäverkon osoitteet. Kaikkien niiden ulkoverkon osoitteiden haut, joita ei laboratorioverkon nimipalvelimilta löydy, ohjataan yleisille DNS-palvelimille.

5.5 Active directory

Molemmilla luokilla B155 ja B162 on omat AD-palvelimet ja niiden varapalvelimet. Luokkien B155 ja B162 AD-palvelimet ovat itsenäisiä ja toimivat eri verkoissa. Käyttäjätilit luodaan manuaalisesti molempien palvelimien tietokantaan, mutta luodut käyttäjätilit ovat käytön helpottamiseksi molemmissa samat. Käyttäjätileille annetaan lähes täydet oikeudet muuttaa tietokoneen asetuksia, sillä luokissa tapahtuu paljon opetusta, joka vaatii tätä. Käyttäjille annetaan myös kotihakemisto, jota voi käyttää molemmissa luokissa työskennellessä.

6 DOKUMENTOINNIN TULOS

Dokumentoinnin tarkoituksena oli selvittää Turun ammattikorkeakoulun Lemminkäisenkadun opetus- ja TKI-käytössä olevan laboratorioverkon tila. Dokumentoinnissa keskityttiin selvittämään verkon perusrakenne, eikä menty tarkkoihin verkon yksityiskohtiin, sillä verkkoa muutetaan useasti. Näillä yksityiskohdilla tarkoitetaan verkon työasemia konekohtaisesti tai asioita, jotka ovat epäolennaisia tai tarpeettomia laboratorioverkon ylläpidossa.

Dokumentointi on suoritettu siten, että aluksi on kerätty kaikki tarvittavat tiedot, kuten laitteiden asetukset, IP-osoitteet ja fyysiset kytkennät. Näistä tiedoista tehtiin dokumentaatio ja piirrettiin tarpeelliset verkkokuvat. Kyseinen dokumentaatio löytyy työn lopusta liitteinä, joiden sisältö on salattu työn luonteen vuoksi.

6.1 Laitteet

Dokumentoinnin alkaessa verkon laitteista ei ollut ajankohtaista tietoa ja siksi kaikkien laitteiden tiedot piti kerätä uudelleen. Näiden tietojen pohjalta verkon aktiivilaitteet dokumentoitiin kaappikohtaisesti. Näihin dokumentteihin piirrettiin kaapissa olleiden laitteiden kuvat portteineen ja porttikohtaisesti kerrottiin, mitä missäkin portissa on kytkettynä.

Työasemilla ei ole laboratorioverkon ylläpidon kannalta suurta merkitystä, joten niistä dokumentoitiin vain koneiden määrä luokkakohtaisesti, nimeämiskäytäntö ja IP-osoiteavaruus. Mahdollisesti koneista olisi voinut tehdä myös laiteluettelon, johon olisi merkitty jokaisen koneen nimi, IP- ja MAC-osoite, mutta tämä todettiin tarpeettomaksi.

6.2 Verkon rakenne

Yksi tärkeimmistä osista dokumentaatiota oli luoda verkosta looginen verkkokartta. Ennen dokumentaation aloittamista ainoa verkkokartta oli käsin piirretty looginen kartta verkon ydinlaitteista. Tämä kartta oli kuitenkin jo hieman vanhentunut, eikä siinä ollut kaikkia verkon laitteita, joten siitä ei ollut paljonkaan apua verkon rakenteen selvittämiseen. Tämän kartan päivittäminen olikin ajallisesti suurin työ dokumentaation tekemisessä, sillä verkossa on laitteita paljon, kytkentäpaneelien merkinnät eivät aina ole johdonmukaisia ja laitteiden asetuksiin ei oltu nimetty lähes mitään portteja.

Kun lähes kaikki tiedot oli kuitenkin saatu kerättyä, lähdettiin loogista karttaa piirtämään uusiksi Visiolla. Karttaan piirrettiin ainoastaan kytkimet, reitittimet, palvelimet ja linkit toisiin verkkoihin, kuten Kansalaisen mikrotukeen ja tilitoimistoon. Kartan piirtäminen ei kuitenkaan sujunut aivan kivuttomasti, vaan piirtämisen aikana piti monesti vielä palata koululle tarkistamaan kytkentöjä, jotka olivat jääneet tiedonkeruuvaiheessa huomaamatta. Etenkin valokuitulinkit vielä siinä vaiheessa tuntemattomiin laitteisiin aiheuttivat hankaluuksia. Kuva 10 esittää laboratorioverkon loogista rakennetta yhteyksineen. Kuvasta on kuitenkin poistettu salattava tieto kuten laitenimet ja IP-osoitteet.

7 PARANNUSEHDOTUKSET

Verkon suurin ongelma on, että verkossa ei voi käyttää VLAN-tekniikkaa. Käytössä oleva GNATBOX-reititin ei tue kyseistä tekniikkaa ja se tulisi korvata uudemmalla ratkaisulla. Keskusteluissa laboratorioverkon kanssa tekemisissä olevien henkilöiden kanssa tuli esille mahdollinen ratkaisu korvata tällä hetkellä käytössä oleva GNATBOX kokonaan virtuaalisella palvelimella, joka hoitaisi verkon reitityksen ja logituksen.

Virtuaalinen kone voitaisiin asentaa käyttäen esimerkiksi pfSense nimistä käyttöjärjestelmää, joka on jo käytössä laboratorioverkkoon liitettyssä Kansalaisen mikrotuki-palvelussa palomuurina. Kyseisellä käyttöjärjestelmällä pystytään hoitamaan tarvittavat toiminnot, kuten DHCP, VLANit, logitus ja reititys. Järjestelmä pystyy myös moneen muuhun, joten tarpeen tullessa se olisi myös laajennettavissa uusiin tehtäviin.

Verkossa olevissa kytkimissä on asetuksissa jaettu portteja eri VLANeihin, mutta useissa laitteissa monia portteja on sisällytetty useampaan kuin yhteen VLANiin. Nämä kaikki asetukset pitäisi tehdä uudelleen, mikäli verkkoon saadaan VLAN-tuki aikaiseksi.

Yksi esille tullut ongelma on laboratorioverkon laitteiden sijainti. Laboratorioverkko tahdotaan pitää mahdollisimman erillään opetusverkosta, mutta laboratorioverkon ydinlaitteet ja palvelimet sijaitsevat samassa paikassa kuin opetusverkon laitteet. Mikäli verkon laitteet saataisiin siirrettyä johonkin tilaan, jossa ne eivät olisi samassa tilassa opetusverkon laitteiden kanssa, voitaisiin laboratorioverkkoa hyödyntää paremmin opetuksessa. Tällöin päästäisiin käsiksi koko verkkoon aiheuttamatta vaaraa opetusverkolle. Yhtenä mahdollisena sijaintina verkon laitteille olisi luokka B162, jossa on jo osa verkon laitteista, mutta ongelmaksi saattaisi muodostua laitteiden aiheuttama meteli ja sen vaikutus opetukseen.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli saada Turun ammattikorkeakoulun Lemminkäisenkadun toimipisteen laboratorioverkon dokumentaatio ajan tasalle ja antaa verkosta parannusehdotuksia dokumentoinnin ohessa. Verkon dokumentoinnista aiheena ei löytynyt kovin paljon aineistoa, joten työn teoriaosassa tutkittiin verkon suunnittelua ja siinä käytettäviä aktiivilaitteita, kaapelointia sekä jonkin verran itse dokumentointia.

Teoriaosuudessa pyrin selvittämään, mitä kaapelointistandardeja nykyaikaisissa kiinteistöissä on käytetty ja millaisia ominaisuuksia käytetyillä kaapeleilla on. Tämän jälkeen paneuduin verkon laitteisiin ja siihen mitä ominaisuuksia kytkimillä ja reitittimillä on. Kytkimistä tarkastelin muutamia perusominaisuuksia ja toimintaperiaatetta, kun taas reitittimistä tarkastelin staattista ja dynaamista reititystä.

Tämän jälkeen siirryin itse verkon dokumentoinnin pariin. Dokumentoinnista pyrin selvittämään, miksi verkkoa dokumentoidaan, millä tarkkuudella sen voi dokumentoida, millainen on hyvä dokumentaatio ja mitä ohjelmia sen tekemiseen voidaan käyttää.

Tämän teoriaosuuden jälkeen siirrytään laboratorioverkon dokumentointiin. Verkon yksityiskohtaiset tiedot ovat salattuja, joten esittelen verkkoa yleisellä tasolla, kuten mitä laitteita verkossa käytetään ja mitä palveluita verkossa on. Tässä vaiheessa myös kerron verkossa esiintyvistä ongelmista ja miksi niitä verkossa esiintyy. Verkosta dokumentoitiin myös kytkentäpaneelit, laitteiden nimeämisikäytäntö ja luotiin verkosta looginen kuva. Lopuksi tehtiin parannusehdotuksia, joilla verkon ongelmia voitaisiin saada ratkaistua ja miten verkko saataisiin paremmin opetuskäyttöön riskeeraamatta opetusverkon toimintaa.

Työn tekeminen oli opettava kokemus, sillä dokumentoinnista näin suurella skaalalla ei ollut kokemusta. Aiemmat dokumentaatiot ovat olleet opiskeluun liittyviä huomattavasti pienempiä verkkoja, kuten oman kotiverkon dokumentoin-

ti. Työssä kului eniten aikaa verkon tutkimiseen ja tietojen keräämiseen, sillä työtä aloittaessani verkosta ei ollut tarkkaa tietoa millainen se on ja paljonko aktiivilaitteita siihen sisältyy. Dokumentoinnin rajaaminen oli myös aluksi hankalaa, kun piti miettiä, mitä verkosta ei kannata dokumentoida sen muuttuvan luonteen takia. Loppujen lopuksi verkosta saatiin aikaiseksi dokumentaatio, joka kattaa verkon ydinlaitteet ja verkkoa käyttävät opetusluokat. Lisäksi selvitettiin, missä muissa tiloissa verkkoa käytetään, mutta niitä ei dokumentoitu sen tarkemmin.

LÄHTEET

Fr3d 2012. Network Diagram. Viitattu 14.2.2012 <http://www.fr3d.org/blog/network-diagram/>.

Govgroup 2012a. GovGroup.com – HP ProCurve 2626. Viitattu 7.2.2012
http://www.govgroup.com/images_products/1356134_large.jpg.

Govgroup 2012b. GovGroup.com – HP ProCurve 2824. Viitattu 7.2.2012
http://www.govgroup.com/images_products/1356209_large.jpg.

Granlund, K. 2007. Tietoliikenne. Jyväskylä: WSOYpro.

Hakala, M & Vainio, M. 2005. Tietoverkon rakentaminen. Jyväskylä: Docendo Finland Oy.

HP 2009a. ProCurve 2600 Datasheet. Viitattu 15.2.2012
<http://www.andovercg.com/datasheets/hp-procurve-2600-series.pdf>.

HP 2009b. ProCurve 2800 Datasheet. Viitattu 15.2.2012
<http://www.andovercg.com/datasheets/hp-procurve-2800-series.pdf>.

HP 2009c. ProCurve 2810 Datasheet. Viitattu 15.2.2012
<http://www.andovercg.com/datasheets/hp-procurve-2810.pdf>.

i&i Solutions 2006. Lähiverkon tekniikka. Viitattu 15.2.2012
<http://www.esp.fi/attachments/filebank/19.pdf>.

Jaakohuhta, H. 2000. Verkon dokumentointi ja vika-analysointi. Viitattu 28.2.2012 <ftp://host-94-101-4-76.igua.fi/OpenShare/Kirjat/Networking/L%C3%A4hiverkot%20-%20Ethernet/ethernet-luku12.pdf>.

netViz 2012. netViz 7 Professional. Viitattu 14.2.2012
http://www.netviz.co.uk/products/netviz_pro.htm.

NIST 2012. The System Development Life Cycle (SDLC). Viitattu 6.3.2012
http://csrc.nist.gov/publications/nistbul/april2009_system-development-life-cycle.pdf.

Parikaapeli 2012. Wikipedia. Viitattu 5.3.2012 <http://fi.wikipedia.org/wiki/Parikaapeli>.

RAID 2012. Wikipedia. Viitattu 5.3.2012 [http://fi.wikipedia.org/wiki/RAID_\(tietotekniikka\)](http://fi.wikipedia.org/wiki/RAID_(tietotekniikka)).

SOHU 2012. Sohu.com – HP ProCurve 2810-24G. Viitattu 7.2.2012
<http://product.it.sohu.com/img/product/picid/3739406.jpg>.

Sähkötieto ry. 2008. Yleiskaapelointijärjestelmät. 3., uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.