

LÄHIVERKON DOKUMENTOINTI



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeen ammattikorkeakoulu, Insinööri, tieto- ja viestintäteknikka

Syksy, 2018

Ismo Toivonen

Insinööri, Tieto- ja viestintäteknikka
Hämeen Ammattikorkeakoulu, Riihimäki

Tekijä	Ismo Toivonen	Vuosi 2018
Työn nimi	Lähiverkon dokumentointi	
Työn ohjaaja/t	Teemu Järvenpää	

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin laadukkaana lähiverkkodokumentaat-
tion suunnittelun ja toteutuksen käytäntöjä, sekä tiedon ylläpidon ongel-
makohtia niin teknisesti, kuin myös organisaatioiden välisten vastuiden
kannalta.

Dokumentaation suunnittelun ensimmäisiä vaiheita ovat tiedon hallinnan
ja jakamisen menetelmät, sekä komponenttien nimeämiskäytäntöjen ja
tunnushierarkioiden luominen. Ne muodostavat pohjan, jolle varsinaista
dokumentaatiota aletaan rakentaa.

Perusedellytysten valmistelun jälkeen voidaan jatkaa dokumentaation
suunnittelua sopivien työkalujen, topologioiden ja esitystapojen valinnalla.
Erityyppiset ohjelmistot rajoittavat tai tukevat dokumentaation osa-alu-
eita eri tavoin. Sen vuoksi niiden ominaispiirteisiin tiedon esittämisessä liit-
tyi lukuisia näkökohtia, joita dokumentoinnissa tulisi huomioida.

Hyvä dokumentaatio kattaa verkon osakokonaisuudet toteutettuna juuri
sillä tarkkuudella, kuin on tarkoituksenmukaista. Siksi opinnäytetyössä py-
rittiin antamaan työkaluja sopivan dokumentointitason löytämiseksi erilai-
sille organisaatiolle ja verkkoympäristöille, huomioiden kuitenkin kokonai-
suuden hallintaan liittyvät haasteet, jotka pysyvät samoina ympäristöstä
riippumatta.

Ylläpitäjän kannalta katsottuna hyvin dokumentoidun verkon hallinta on
helpompaa ja työ vähemmän kuormittavaa, kun tiedetään, miten verkko
on rakennettu ja minkälaista dataa siellä liikkuu.

Avainsanat Hierarkia, lähiverkko, topologia, verkkodokumentti, yleiskaapelointi.

Sivut 68 sivua.

Bachelor of Engineering, Information and communication technology
Häme University of Applied Sciences, Riihimäki

Author Ismo Toivonen **Year** 2018

Subject Local Area Network documentation

Supervisors Teemu Järvenpää

ABSTRACT

This thesis examined the best practices of designing and implementing a high quality local area network documentation. The project included updating and administrating documented information from a technical point of view but also from an inter-organizational liabilities perspective.

The first phases in documentation design are to consider the methods of information management and sharing. In addition, the design of object naming and ID hierarchies are crucial parts in the base where documentation is built on.

After these basic conditions have been planned, the documentation design process can continue by selecting proper software, and the best suitable document topology and layout. Different software solutions support or limit various parts of documentation in several different ways. Therefore, their versatile features and default methods to present information should be carefully considered, when documentation is designed.

Good documentation covers every part of the network implemented with accuracy that is appropriate for that network. The aim of this thesis project was to provide the tools and ideas to find the correct depth of documentation for different organizations and network environments. It also considered the challenge of information management at an overall level, because this remains the same in any kind of environment and organization.

From an administrator's perspective, administrating a well-documented network is straightforward work, and causes less of a mental and physical load, when the administrator knows how a network is built, and what kind of data traffic is moving in there.

Keywords Generic cabling system, hierarchy, LAN, Network document, topology.

Pages 68 pages.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	DOKUMENTOINNIN PERUSTELUT JA ESTEET	6
2.1	Psykologiset esteet.....	6
2.2	Käytännön syyt.....	7
3	HYVÄN VERKKODOKUMENTIN MÄÄRITELMÄ.....	8
3.1	Dokumentin ulottuvuudet	8
3.2	Informaation hallinnan näkökulma	10
3.2.1	Tiedon jakaminen	10
3.2.2	Osapuolten sitouttaminen	11
3.3	Tekninen näkökulma	12
3.3.1	Standardit verkkotopologiat dokumentoinnin pohjana.....	13
3.3.2	Tiedon esittämisen rajaaminen	16
3.3.3	Yhtenäiset nimeämiskäytännöt.....	16
3.3.4	Sopivat työkaluohjelmat.....	17
4	DOKUMENTOINTITYÖKALUT	17
4.1	Graafinen dokumentointi.....	18
4.1.1	NetViz ja netTerrain.....	18
4.1.2	MS Visio	21
4.1.3	Muut graafiset ohjelmistot.....	22
4.2	Muut työkalut.....	22
4.2.1	Taulukkolaskentaohjelmat	23
4.2.2	Tekstinkäsittelyohjelmat	24
4.2.3	Valvonta- ja hallintaohjelmistot osana verkkodokumenttia	25
5	TOPOLOGIAT.....	27
5.1	Looginen verkkodokumentti	28
5.1.1	Monimutkaiset verkkoympäristöt.....	28
5.1.2	Erilaiset näkökulmat verkkoon	30
5.1.3	Laitteiden roolit osana dokumentin sisältöä.....	33
5.1.4	Muut loogiset kuvaukset	33
5.1.5	Dynaamiset dokumentit	34
5.1.6	Loogisen dokumentin rajoitukset.....	35
5.2	Fyysinen verkkodokumentti	36
5.2.1	Dokumentointivastuun jakaminen	37
5.2.2	Valokuitukaapelin esittämisen haasteet	38
5.2.3	Laitetekijujen hallinta	41
5.2.4	Yleiskaapelointijärjestelmä.....	43
5.3	Sisällön ja näkymien rajaaminen.....	48
5.3.1	Aluejaottelu	49
5.3.2	Dokumentin käyttökohteet	50

5.4 Oikean työkalun valinta.....	51
6 OBJEKTIEEN MÄÄRITTELY	52
6.1 Nimeämisjärjestelmä	53
6.1.1 Pysyvän siirtotien tunnushierarkia	54
6.1.2 Päätelaitteiden nimeämiskäytännöt	57
6.2 Objektikirjasto	58
6.2.1 Objektien määrän rajaaminen.....	59
6.2.2 Objektien yksityiskohtaisuuden rajoittaminen	60
7 TESTAUS.....	61
8 YHTEENVETO	62
KÄSITTEET	64
LÄHTEET	67

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on antaa suunnitteluideoita ja näkökulmia hyvän lähiverkkodokumentaation tuottamiseen.

Työn viitekehyksenä hyödynnetään *suunnittelun tutkimusta* (design science research methodology) johtuen tekijän pitkästä kokemuksesta teollisuuden tietoverkkojen ylläpidon ja dokumentoinnin parissa. Ylläpidon ja dokumentoinnin käytännöt ovat muovautuneet toistensa vaikutuksesta, ja tietämys on hankittu pääasiassa iteroimalla. Näin siitäkkin syystä, että alaa käsittelevää valmista koulutusaineistoa on erittäin vähän, ja olemassa olevat tietoteokset jättävät olennaisia näkökulmia huomioimatta, ja keskittyvät pääasiassa dokumentoinnin aktiivilaiteläheisiin osiin.

Opinnäytetyössä painotetaan hallinnollisten näkökulmien tärkeyttä, dokumentaation elinkaariajattelua, sekä laajempien suuntaviivojen huomioinnin merkittävää osuutta onnistuneen dokumentaation tuottamisessa.

Päivittäisen ylläpidon pitäisi olla helpoin, nopein ja vähiten osaamista vaativa osuus verkon dokumentoinnissa. Dokumentointiprosessin kehittäminen siihen pisteeseen vaatii dokumentaation suunnittelijalta aikaa ja osaamista. Sen vuoksi verkon dokumentaatio on valitettavan usein heikolla tasolla.

Hyvän verkkodokumentaation avulla verkon ylläpitäminen helpottuu ja vikatilanteista toipuminen nopeutuu. Kun verkko tunnetaan, osataan nopeammin selvittää mistä vikatilanne aiheutuu, ja pystytään suunnittelemaan ja toteuttamaan tarvittavat korjaustoimet mahdollisimman tehokkaasti. Myös verkon topologia pysyy helpommin sille suunnitelluissa raameissa, kun dokumentaatio ikään kuin ohjaa verkon fyysisten laajennusten ja konfiguraation hallinnan toteutusta päivittäisen työn tasolla.

Verkon dokumentointi on viime kädessä teknisen ylläpidon ja hallinnollisen toiminnan yhteisvaikutusta, johon useimmiten osallistuu ihmisiä organisaation eri puolilta ja tasoilta. Sen vuoksi perinteistä teknistä dokumentaatiota laajempi näkökulma verkon dokumentointiin kokonaisprosessina on ehdottoman tärkeää. Verkkodokumentaatiota ei pitäisi tarkastella pelkästään IT-osaston lähtökohdista. Verkot ovat tyypillisesti se IT-ylläpidon osa-alue, jossa yhteistyötä joudutaan useimmiten tekemään yli organisaatorajojen (puhelinverkot, sähkökunnossapito, automaatio, kameravalvontajärjestelmät jne.).

Tämän opinnäytetyön avulla halutaan kehittää verkkojen dokumentointia - ja hyvän dokumentaation kautta myös ylläpitoa - prosessimaisempaan suuntaan. Se on välttämättömyys useamman eri kaupungissa tai maassa sijaitsevan lähiverkkoympäristön ylläpidon toteuttamiseksi mahdollisim-

man pienin henkilöresurssein. Mitä yhdenmukaisempia käytännöt eri toimipisteiden välillä ovat, sitä helpompaa on siirtyminen ylläpitoympäristöstä toiseen.

Erilaiset yrityskulttuurit ja eri työosastojen välillä vaihtelevat toimintatavat vaikuttavat siihen, kuinka dokumentaation suunnittelu heijastuu lopullisen dokumentin ajantasaisuuteen. Teknisesti hyvin suunniteltu dokumentaatio ei välttämättä pysy ajan tasalla, jos toimintakulttuuriin liittyviä haasteita ei ole suunnittelussa huomioitu. Kulttuurin merkitystä tämän kaltaisissa prosesseissa ei ole aiemmissa opinnäytetöissä juurikaan huomioitu.

2 DOKUMENTOINNIN PERUSTELUT JA ESTEET

Verkon vianselvityksen nopeutuminen säästää yrityksen rahaa. Näinkin ilmeisestä syystä huolimatta dokumentointia tehdään usein vasta siinä vaiheessa, jos muilta töiltä jää aikaa. Näin siksi, ettei dokumentoinnilla saavutettua taloudellista hyötyä pystytä helposti mittaamaan.

Häiriötilanteen jälkeen olisi periaatteessa taaksepäin laskettavissa aika, joka olisi säästetty hyvällä dokumentaatiolla. Olisi voitu arvioida kuinka nopeasti ongelman lähde olisi löydetty, jos dokumentaatio olisi ollut kunnossa. Mutta jos häiriöitä on harvoin, voi yritysjohton halukkuus panostaa dokumentointiin olla vähäistä.

Dokumentoinnin merkitys kyllä jossain määrin jopa tunnustetaan, mutta siihen käytettävissä olevat taloudelliset ja henkilöresurssit eivät aina ole riittäviä hyvän dokumentaation tuottamiseen. Raha tai aika eivät kuitenkaan ole ainoat syyt sille, että dokumentaatio on laiminlyöty.

2.1 Psykologiset esteet

2000-luvulla globalisaatio toi yrityksiin IT-ulkoistusaallon. Tämä muutti infra- ja järjestelmien ylläpitoa. Ympäristö oli ulkoiselle toimijalle jo alun alkaen uusi ja outo, eikä paikallistuntemusta verkon fyysisestä rakenteesta välttämättä edes haluttu hankkia yhtä syvällisellä tasolla kuin yrityksen oman henkilöstön ylläpitäessä verkkoja.

Palvelun ylläpito oli todennäköisyyksien laskentaa. Jos verkosta tunnettiin 50 % se tarkoitti, että keskimäärin joka toinen ongelmatapaus oli helppo hoitaa. Ja toinen puolikas pystyttiin selittämään asiakkaalle vian monimutkaisuudella. Selitys meni läpi, koska usein konkretia oli ajan saatossa kadonnut myös palvelun tilaajalta.

Käytännössä palveluntuottaja rakensi asiakkaansa verkkoja ilman kokonaissuunnitelmaa, jokaista yksittäistä tarvetta kustannusmielessä optimoiden. Tämä johti verkon topologian sekavuuteen, minkä vuoksi ongelmatilanteissa ylläpitäjän piti tulla paikalle joka tapauksessa. Senkään vuoksi täydellisellä dokumentaatiolla ei ollut enää yhtä tärkeää roolia kuin aiemmin. Yritysjohdon näkökulmasta langat olivat pois omista käsistä ja dokumentaation puutteesta johtuva ylläpidon tehottomuus piiloutui palveluntuottajan vuosimaksuihin.

Vaikkei palveluja olisi vielä ulkoistettukaan, syy dokumentoimattomuuteen voi liittyä myös ylläpitäjän henkilökohtaiseen pelkoon työn ulkoistamisesta. Mitä kattavampi dokumentaatio on, sitä helpompaa yritysjohdon on kilpailuttaa palvelu, koska sitä paremmin tarjoukset ovat vertailtavissa keskenään niin hinnan, kuin palvelutasonkin osalta.

Tietoa pimittämällä voidaan myös haluta tehdä itsestään tarpeellinen. Vianselvitys dokumentoimattomassa verkossa nähdään tilaisuutena näyttää osaamisensa alueella, josta kukaan muu ei tiedä mitään.

2.2 Käytännön syyt

Verkkoasiantuntijan näkökulmasta yleisin syy dokumentaation puutteeseen on kuitenkin aika. Kuten sanonta kuuluu, ”on niin kova kiire, ettei ehditä nousta polkupyörän kyytiin, joten täytyy juosta pyörän vierellä”. Jokainen ymmärtää teoriassa miten järjetöntä sellainen on, mutta todella hektisessä työtehtävässä voi todella olla näin. Ei ole aikaa pohtia kokonaisuuksia, vaan keskittyminen kohdentuu yksittäisten detaljien tasolle.

Verkkoasiantuntijan pitäisi kaikin keinoin pyrkiä saavuttamaan tilanne, jossa olisi aikaa nousta polkupyörän kyytiin. Silloin hyvä dokumentaatio muuttuu työaikaa syövästä hirviöstä työkuorman keventäjäksi. Syntyy itseään ruokkiva positiivinen kierre, sillä mitä paremmassa jamassa dokumentaatio on, sitä tehokkaampaa verkon ylläpito on, ja sitä enemmän jää aikaa, jonka avulla voi taas parantaa dokumentaation syvyyttä entisestään. Kuten kaikessa dokumentoinnissa, ei ole liioiteltua sanoa, että merkittävä osa verkon ylläpitoon käytettävästä työpanoksesta säästyy hyvällä dokumentoinnilla (Cyborg Institute 2012).

Ylläpitäjän näkökulmasta hyvän dokumentaation voisi uhkien sijaan nähdä ansioluettelona: verkkoja voi perustasolla ylläpitää ymmärtämättä verkoista ihan kaikkea, mutta verkoista ymmärtämätön ei voi tuottaa laadukasta dokumentaatiota.

Dokumentointityö itsessään on myös oivallinen tapa tutustua uuteen verkkoympäristöön, kun kyse on työpaikan vaihdosta, alueellisen vastuun laajenemisesta tms.

3 HYVÄN VERKKODOKUMENTIN MÄÄRITELMÄ

Kansallisista kulttuurieroista tai erilaisista organisaatiokulttuureista riippumatta ymmärretään yleensä mihin dokumentoinnilla pyritään, ja tiedetään heti minkälainen on hyvä dokumentti, kun sellainen nähdään. Näin on käytännössä jokaisella alalla, oli kyse tietojärjestelmien toiminnasta, sovellusten tai laitteiden toiminta- tai käyttöohjeista, kuin vaikkapa oman kodin pohja- tai sähköpiirustuksista.

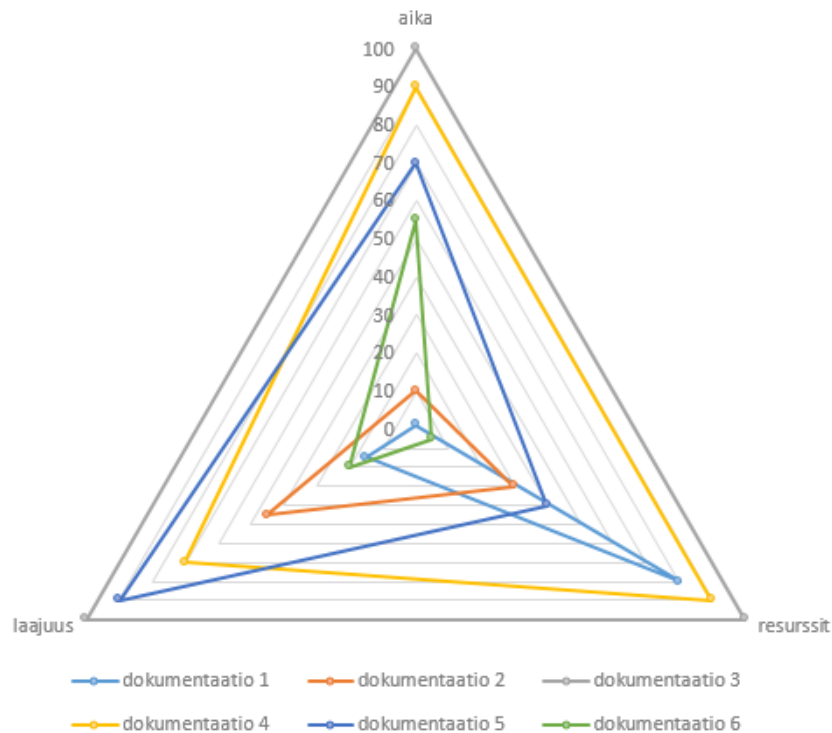
Yllättävän usein käytännön elämässä silti törmätään dokumentteihin, joiden käytön suunnittelu on jätetty puolitiehen. Selvästikin on helpompi tunnistaa hyvä dokumentti kuin tuottaa sellainen itse.

Jotta dokumentaatio palvelisi alkuperäistä tarkoitustaan, pitäisi jo sitä suunniteltaessa olla käsitys muutamasta dokumentin käyttökohteeseen, käyttäjään ja elinkaareen liittyvästä näkökulmasta, sekä siitä miten informaation hallinta organisaatiossa, sekä dokumentaation tekninen ylläpito aiotaan toteuttaa. Niillä on merkittävä vaikutus lopputulokseen.

3.1 Dokumentin ulottuvuudet

Jo dokumentin suunnittelun alkuvaiheessa tulisi huomioida se, mihin kaikille dokumentin vaikutus ulottuu niin ajallisesti, resurssillisesti kuin laajuudenkin osalta. Kuvassa 1 on havainnollistettu näiden kolmen osa-alueen vaikutusta dokumentaation kokonaislaajuuteen.

Valokuiturunkokaapeloinnin dokumentaatio muutaman rakennuksen välillä on laajuudeltaan kohtuullisen suppea (laajuudella tarkoitetaan sekä leveys- että syvyysuuntaista laajuutta), ja sitä ylläpitämään tarvitaan hyvin vähän aika- ja henkilöresursseja, mutta aikaskaala johon dokumentin elinikä tähtää voi olla pitkä (dokumentaatio 6, vihreä kuvaaja). Tällainen verkkodokumentaatio vaatii erilaista suunnittelua kuin kaikki detaljit sisältävä täydellinen lähiverkkodokumentaatio, jonka ylläpitoon osallistuu useita ihmisiä organisaation eri puolilta (dokumentaatio 1, sininen kuvaaja).



Kuva 1. Dokumentaation vaikutukset kolmen osatekijän suhteen.

Jos dokumentaation perusrakennetta joudutaan muokkaamaan, laajuuden kuvittelisi pikaisesti pohdittuna olevan osa-alue, jonka kanssa joudutaan tekemään eniten työtä. Tämä päätelmä voi käytännössä olla väärä. Esimerkiksi lisäresurssien sitouttaminen aiemmin yhden ihmisen näkökulmasta ja tarpeisiin suunniteltuun dokumentointityöhön voi olla isossa organisaatiossa hankala hallinnollinen ongelma, jos resursseilla on eri esimiehet ja erilainen ajattelutapa dokumentointiin. Myös aikaskaala voi tuottaa odottamattomia ongelmia, jos esimerkiksi dokumentointiin alun perin valitut työkalut eivät sovellu siihen, että dokumentaation elinikä olennaisesti pidennetään. Aika on näistä kolmesta vaikeimmin hallittavissa oleva osa-alue, koska se liittyy vahvasti käytettävien ohjelmistojen valintaan, ja niiden elinkaaren ennakointi voi olla mahdotonta.

Esimerkiksi omakotitalon piirustukset palvelevat käytännössä vain talon valmistumishetken aikaista tilannetta. Ainakaan vanhemmissa taloissa - joissa piirustukset ovat ainoastaan paperilla, tai kenties sähköisesti rasterikuvina eikä vektorimuodossa - ei pysty järkevästi päivittämään piirustuksia, jos taloon tulee vuosien aikana muutoksia remonttien myötä. Tätä tarvetta ei siis ole huomioitu talon dokumentaatiota suunniteltaessa, vaikka piirustuksista poikkeava sähkökaapelointi voi aiheuttaa jopa vaaratilanteita talossa asuville.

Verkon dokumentointi ei tässä suhteessa poikkea mistä tahansa muusta dokumentoinnista. Sen vaikutusalue täytyy kuitenkin tiedostaa erityisen hyvin, koska se toimii enemmän päivittäisenä työkaluna verkon ylläpitäjille, kuin vaikkapa mainittu talon pohjapiirustus asukkaalle.

Ulottuvuuksien määrittelemisen selkeyttää dokumentointityön kokonaiskuvaa, jonka pohjalta yksityiskohtiin liittyvät kysymykset tarkentuvat, ja päästään tarkastelemaan dokumentaatiota informaation hallinnan ja dokumentoinnin teknisestä näkökulmasta. Ei ole mahdollista valita vain jompaakumpaa, tai poimia pääkohdan sisältä jokin yksittäinen asia, joka toteutetaan erityisen hyvin unohtaen muut yksityiskohdat. Hyvän dokumentin täytyy sisältää kaikki osa-alueet oikeanlaisessa tasapainossa keskenään.

3.2 Informaation hallinnan näkökulma

Dokumentti tuotetaan tavallisesti sen tahon toimesta, joka sitä työssään tarvitsee, tai sitten tilauksesta toiselle organisaatiolle tai työosastolle. Käytännön vastuu dokumentista on useimmiten melko selkeästi määriteltävissä.

Ison verkkokokonaisuuden dokumentaatio ei kuitenkaan aina ole yhden osapuolen vastuulla. Silloin ylläpidon ja kehittämisen pitää olla hallinnollisesti oikein vastuutettu. Isoissa organisaatioissa se tarkoittaa eri osastojen, toimipaikkojen, jopa eri maiden välistä yhteistyötä monella organisaation tasolla.

3.2.1 Tiedon jakaminen

Tämä opinnäytetyö käsittelee pääasiassa dokumentoinnin teknistä näkökulmaa, joten informaation kulun hallintaa organisaatioissa käsitellään vain pintapuolisesti olennaisimpien asioiden osalta. Kantaa ei oteta niinkään siihen, *miten* tietoa olisi järkevintä organisaation sisällä jakaa, vaan olennaisempaa dokumentaation toimivuuden kannalta on, että on *jokin* tapa jakaa vastuuta ja tehtäviä organisaatioissa.

Tiedon hallinta ja jakaminen aiheuttavat myös kompromissitarpeita. Joskus tietyn dokumentointityökalun käyttöön on sopeuduttava kokonaisedun saavuttamiseksi, vaikkei se sopisi verkon dokumentointiin parhaalla mahdollisella tavalla. Informaation hallinta voi siis organisaation rakenteesta riippuen muodostaa tekniseen dokumentaatioon kompromisseja tuottavan lisäelementin, jonka kanssa on vain opittava tulemaan toimeen. Yksi osa-organisaatio tuottaa dokumenttia yhdellä työkalulla, toinen toisella, ja molemmat on pidettävä hallinnassa ja niiden on tuettava toinen toistaan.

Jotta tekninen dokumentaatio palvelee tarkoitustaan, pitää informaation hallintaan ja jakamiseen liittyvät asiat ratkaista. Muuten dokumentaatio voi olla:

a) Liian byrokraattinen ja jäykkä; dokumentaation teknisillä ratkaisuilla joudutaan ohjaamaan käyttäjää asioissa, jotka olisivat oikeastaan hallinnollisia kysymyksiä, tai

b) liian suurpiirteinen; teknisten ratkaisujen yksityiskohdissa joudutaan tinkimään esimerkiksi ylläpitohenkilöstön kompetenssiin liittyvien rajoitteiden vuoksi.

Toisin sanoen, dokumentaatio ei palvele välttämättä lainkaan sitä tarkoitusta, mitä varten se on luotu, minkä pohjalta voidaan ihan aiheellisesti kysyä, onko sellaisessa dokumentoinnissa mitään taloudellista järkeä.

3.2.2 Osapuolten sitouttaminen

Informaation hallintaan liittyvät kysymykset koskevat kaikkea sellaista yrityksissä tuotettavaa dataa, jolle ei voida osoittaa vain yhtä vastuuhenkilöä. Useimmiten – ja erityisesti, kun kyse on yrityksen tilaus- tai talousjärjestelmiin liittyvästä datasta – asia on organisoitu hyvin, mutta tietoverkot nähdään herkästi yhden osaston tai jopa yhden henkilön vastuualueena. Tällöin ihmisiä, joita dokumentaatio ei suoraan palvele on vaikea saada motivoitua tuottamaan ja ylläpitämään dokumentaatiota, vaikka se helpottaisi verkon ylläpidosta vastaavan henkilön työtä.

Ongelma ilmenee myös toisinpäin. Aina tieto ei kulje verkkoja hallinnoivalta taholta muille verkkodokumentaatiota hyödyntäville ihmisille. Esimerkiksi eri osastolla voi olla henkilöitä, jotka ylläpitävät erillistä automaatio- tai valvontakameraverkkoa. Päivittäisessä työssään he joutuvat tekemään omalla vastuualueellaan olevien laitteiden kytkentöjä ja konfiguraatiomuutoksia jonkun toisen vastuulla olevan lähiverkon verkkoliittymiin. Jos ajan tasalla oleva dokumentaatio puuttuu, aletaan herkästi käyttää jostain sellaista dokumenttia, jonka *luullaan* olevan ajan tasalla. Löydetään ehkä joku rakennusprojektin aikainen piirustus, jonka uskotaan pikavilkaisulla olevan ajan tasalla, tai aihetta käsittelevä sähköposti kuukausien takaa. Virheelliseen tietoon luottamisen lopputuloksena voi olla vakava verkkohäiriö. Siksi ajantasainen, virallinen verkkodokumentti on saatettava kaikkien sitä tarvitsevien osapuolten käyttöön.

Verkkodokumenttien pimittäminen ulkopuolisilta voi joskus johtua siitä, että perusteellinen dokumentti voi tarpeettomasti lisätä toisen osapuolen itsevarmuutta tehdä verkkomuutoksia ilmoittamatta niistä verkon ylläpidosta vastaavalle henkilölle. Tämä muodostaa riskin dokumentaation ajantasaaisuudelle. Tällöin kyse on organisaation vastuun jalkauttamisen ongelmasta, joka ei suoranaisesti liity verkon dokumentointiin lainkaan. Mutta jos tiedostetaan, etteivät vastuut ole yrityksen sisällä täysin hallinnassa, valveutunut ylläpitäjä voi tarkoituksella pimittää täydellistä dokumentaatiota, ja tarjota muille vain kulloinkin tarpeellisia palasia sen sisällöstä suojellakseen verkkoa omavaltaisilta kytkentämuutoksilta. Tällöin erityisesti isommissa organisaatioissa on vaarana varjodokumentaation syntyminen, koska jaettujen dokumenttien palasia jää talteen käyttäjien kiintolevyille ja niiden luotetaan olevan ajan tasalla liian pitkän ajan kuluttua.

Tiedon pimittämisestä pitäisi päästä eroon vastuuttamalla ylläpitotyö oikein, ja sitoutumalla koko yrityksen tasolla toimimaan niin, että voidaan

kaikissa tilanteissa luottaa ”kartan vastaavan maastoa”. Yksinkertainen käytännön keino on myös tietoliikennekaaplien lukitseminen muilta kuin asianosaisilta.

Myös tietoliikenneverkon hallinnointiin liittymättömien organisaatioiden tilaamien rakennusprojektien seurauksena voi syntyä epätasalaatuisia dokumentteja. Vaikka sähkö- ja tietoliikenneverkkoja ylläpitävien tahojen kesken olisi sovittu, ettei lähiverkkokaapelointeja piirretä sähköpiirustuksiin, voi niitä ilmestyä projektidokumentteihin sähkösuunnittelu-urakoitsijoiden toimesta, eikä niitä raaskita urakan tilaajan toimesta poistaa, koska niiden tuottamisesta on tavallaan jo maksettu. Tällaiset poikkeukset ovat riski. Jos verkkoa ylläpitävä organisaatio lisää, poistaa tai muuttaa verkkoja omaan tahtiin, eikä päivitä näitä vahingossa syntyneitä dokumentteja – joiden olemassaolosta he saattavat olla jopa täysin tietämättömiä - voi vuosien kuluessa fyysinen ympäristö ja dokumentaatio poiketa toisistaan merkittävästi. Ja jos joku ulkopuolinen tekee esimerkiksi maankaivuutöitä tai vanhojen kaapelien purkua olemassa olevan dokumentaation pohjalta, voivat seuraukset olla katastrofaaliset. Siksi on useimmiten järkevintä kieltäytyä tällaisesta ”ilmaisesta”, muun suunnittelun ohessa syntyvästä dokumentaatiosta.

Näihin hallinnollisiin ongelmiin ei verkkodokumentaatiota käsittelevissä aiheistoissa kiinnitetä useinkaan huomiota. Niillä on kuitenkin suuri merkitys jo dokumentoinnin suunnitteluvaiheessa, koska hallinnollisista ratkaisuista riippuu mille yksityiskohtaisuuden tasolle kannattaa dokumentoinnissa edes pyrkiä. On järjetöntä tuottaa dokumentti sellaisesta verkon osa-alueesta, jota kukaan ei aio jatkossa päivittää.

Käytännön dokumentointityötä ei kannata aloittaa, ennen kuin kysymykset informaation hallinnasta on ratkaistu.

3.3 Tekninen näkökulma

Teknisten ratkaisujen ja informaation syvyyden tarpeen arvioinnissa on paljon vaihtelua riippuen siitä, kuka arviointia tekee (järjestelmätoimittaja, yritysjohto vai käytännön työtä tekevä verkkoylläpitäjä), ja mikä on tarpeita arvioivan tahon kokemus asiasta. Sen vuoksi tekninen lopputulos voi vaihdella huomattavasti tilanteista riippuen. Voi jopa olla, että tuotetaan looginen dokumentti, kun tarve olisi ollut nimenomaan fyysiselle dokumentille.

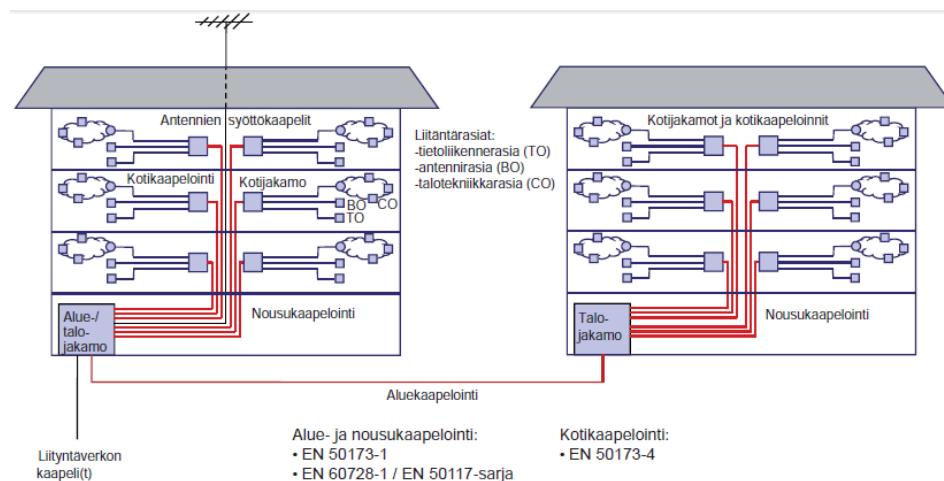
Tiedon oikeellisuuden ja esitystavan havainnollisuuden ohella tiedon päivittämisen helppous on tärkeää hyvässä verkkodokumentissa. Suuri osa laadukkaasta dokumentista toteutetaan suunnittelupöydällä. Ylläpito on lopulta varsin virtaviivaista ja prosessimaista rutiinityötä, kun dokumentaatio on oikein suunniteltu.

Dokumentin teknisestä näkökulmasta katsoen hyvä verkkodokumentti on topologisesti selkeä, helposti ylläpidettävä, tunnusten osalta yksiselitteinen, tarkoitukseen sopivilla työkaluilla toteutettu, sekä tietosisällön osalta oikein rajattu.

3.3.1 Standardit verkkotopologiat dokumentoinnin pohjana

Pohjustava työ alkaa jo verkon suunnittelusta. Verkon ominaisuuksia ja toimintoja ei tietenkään tarvitse rajoittaa dokumentoinnin ehdoilla, mutta kun dokumentointia on mietitty jo verkon suunnitteluvaiheessa, on verkosta mahdollista tehdä samaan aikaan helposti ylläpidettävä sekä helposti dokumentoitava.

Verkon fyysinen topologia muodostaa pohjan dokumentaatiolle. Selkeä, standardeja ratkaisuja sisältävä, jopa vähän jäykkärakenteiseksi koettu verkko on yksinkertainen dokumentoida, koska topologia toistuu samanalaisena läpi koko verkon. Tätä tarkoitusta palvelee kuvassa 2 rakennuksen nousukaapeloinnin osalta esitetty yleiskaapelointijärjestelmäksi kutsuttu standardimalli, joka määrittelee perusteet verkon fyysiselle rakenteelle. (50173-1 2007, 42.)



Kuva 2. Yleiskaapelointijärjestelmän kaaviokuva (Kelottijärvi 2012, 2).

Yleiskaapelointijärjestelmän mukainen puumainen verkko alkaa runkokytkimestä, etenee aluevalokuituja käyttäen eri rakennuksiin, sieltä nousukaapelointina kerrosjakamoihin, ja kerroskaapelointina työhuoneisiin. Se on helppo dokumentoitava, jos sitä vertaa verkkoon, jossa on sovellettu sekalaisesti erilaisia rakennustapoja.

Sekalaisesti yleiskaapelointia ja epästandardeja ratkaisuja yhdistelevässä verkossa reitti voi kulkea valokuituna suoraan runkokytkimeltä työpisteisiin asti, ja toisaalta vireisessä työpisteessä hiukan eri tavalla toteutettuna, vailla yhteistä kaapelointitapaa. Tällainen verkko ei ole pelkästään työläs ylläpidettävä, vaan myös hankalasti dokumentoitavissa. Yleiskaapeloin-

tistandardi määrittelee verkon teknisen rakenteen hyvinkin yksityiskohtaisesti, ja sitä hyödynnetään käytännössä aina kun uusia kiinteistöjä rakennetaan.

Yleiskaapelointistandardissa kerroskaapelointi lähtee tähtimäisesti kerrosjakamosta. Kukin parikaapeli päättyy toisesta päästä tietoliikennesasiaan ja toisesta päästä kytkentäpaneeliin. Yksinkertaisuus mahdollistaa sen, että jokaisessa saman jakamon piirissä olevassa huonerasian portissa voidaan yksiselitteisesti ilmoittaa kaapelin toisen pään sijainti muodossa jakamo, paneeli ja adapterin positio paneelissa. (50173-2 2007, 24.)

Aiemmin mainitussa esimerkissä, jossa osa huonerasioista on kaapeloitu kuituna toisesta rakennuksesta, on huonerasia merkinnältään monimukaisempi, koska sen täytyy sisältää myös toisen pään rakennus, sekä se on myös graafisessa dokumentissa vaikeammin kuvattavissa. Näkymää joudutaan tarpeettomasti "zoomaamaan" ulospäin.

Sama järjestelmällisyys toistuu alue- ja nousukaapeloinnin osalta. Nousukaapelointi lähtee tähtimäisesti aluejakamosta, kukin kaapeli omasta paneelistaan, ja päättyy kerrosjakamoihin, kukin kaapeli omiin kytkentäpaneelihiinsa. (50173-1 2007, 44-46.)

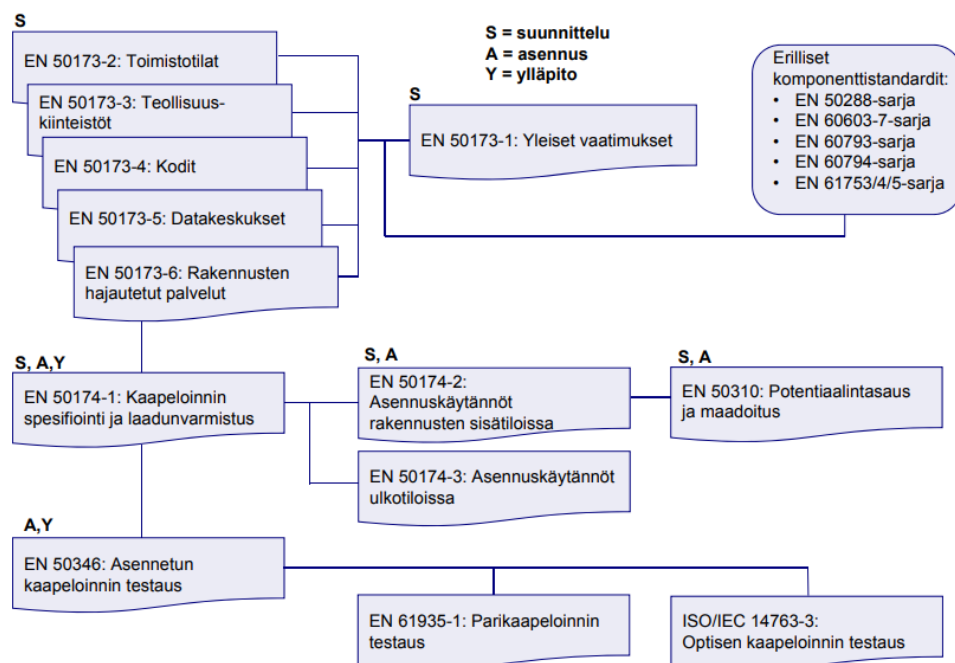
Tällaisen verkon rakennetta on helppo kuvata eri tasoisia näkymiä käyttäen. Eri näkymät helpottavat erityisesti graafisten dokumenttien komponenttien määrän hallintaa verkon eri osissa. Voidaan ikään kuin porautua koko verkon kuvasta aluekaapeloinnin tasolle, ja sieltä edelleen kerrosjakamoon ja niin edelleen, kunnes päästään tasolle, jolla nähdään kytkennät yksittäisen kuidun ja parikaapelin tasolla. Myös tekstimuotoisessa dokumentaatioissa tällainen "zoomaus-ajattelu" sopii hyvin esimerkiksi siihen, miten yhden jakamon kytkinten portit näkyvät yhdellä sivulla kytkentädokumentissa. Se muodostaa näin selkeän tavan jakaa verkkoa osiin. Tähän palataan tarkemmin hierarkian suunnittelussa.

Teollisuusympäristöissä kaapelointireitit voivat aiheuttaa haasteita topologian yhtenäisyydelle. Järjestelmä määrittelee kaapeloinnin maksimipituudeksi 100 m (pysyvän siirtotien maksimipituus 90 metriä, jolloin kytkentäkaapelien tarvitsema pituus tulee huomioiduksi), mikä varmistaa verkon toimivan halutulla nopeudella ja virheettömästi (50173-2 2007, 28.). Hankalassa asennusympäristössä yleiskaapelointijärjestelmän määrittämää kerroskaapelointia ei välttämättä voida monistaa identtisesti joka paikkaan, vaan kustannussyistä joudutaan turvautumaan valokuituihin tai poikkeaviin topologioihin normaalin parikaapeloinnin seassa. Erillisen jakamon rakentaminen lähemmäs työpistettä voi olla tilankäytöllisesti tai taloudellisesti mahdotonta. Tällaiset topologiset poikkeavuudet täytyy minimoida, jos niistä ei päästä kokonaan eroon.

Standardit ratkaisut tulisi aina pitää etusijalla, jopa taloudellisuuden kustannuksella, koska tietoliikenneverkon käyttöikä on pitkä. Nykyaikaisen kategorian 6:n mukaisen verkon pysyvän siirtotien käyttöikä on varsinkin lopukäyttäjien päätelaitteiden yhteyksien osalta todennäköisesti yli 20 vuotta. Tosin huomattavasti lyhyempiäkin aikoja on esitetty joissakin aiheita käsittelevissä julkaisuissa (Tektel 2016).

Uuden jakamon rakentamisesta koituva muutaman tuhannen euron kustannus maksaa itsensä takaisin nopeasti ylläpitotyön yksinkertaistumisen kautta. Jakamon sijainti tulisi jo alun perin pyrkiä sijoittamaan niin, että huonekaapelointi kattaa tai on laajennettavissa kattamaan kaikki rakennuksen tilat, vaikkei niissä juuri sillä hetkellä verkkokäyttäjiä olisikaan (50173-2 2007, 26-28.). Silloin vältetään standardien vastaisilta toteutuksilta ja verkon rakenne pysyy yksinkertaisena myös dokumentoinnin näkökulmasta katsottuna. Sitä on tämän osan alussa mainittu verkon suunnittelu dokumentoinnin näkökulmasta.

Tässä opinnäytetyössä yleiskaapelointijärjestelmää ei käsitellä kokonaisuudessaan, koska kyse on erittäin laajasta standardikokoelmasta, josta vain osa käsittelee IP-verkkoja, ja sitäkin pienempi osa dokumentoinnin näkökulmasta. Yleiskaapelointijärjestelmä toimii kuitenkin tämän opinnäytetyön ajatusmallin pohjana ja erilaisten vapaiden soveltamistapojen lähtökohtana, oli kyse sitten topologiasta tai nimeämiskäytännöistä. Yleiskuva standardikokonaisuudesta näkyy kuvassa 3.



Kuva 3. Yleiskaapelointijärjestelmän standardikokoelma (Sesko 2016, 4).

Yleiskaapelointijärjestelmä ei aina palvele verkon dokumentointitarpeita parhaalla mahdollisella tavalla, koska standardina sen täytyy tarjota ratkaisuja kaikkiin tilanteisiin. Sen vuoksi sitä käsitellään tässä opinnäytetyössä

pikemminkin soveltuvin osin. Silti, jotta siitä voidaan hallitusti joustaa vaarantamatta dokumentaation eheyttä, ymmärrettävyyttä ja tiedon yksiselitteisyyttä, täytyy yleiskaapelointijärjestelmän määrittelemät asiat ymmärtää. Muussa tapauksessa on varmempaa noudattaa yleiskaapelointijärjestelmää sellaisenaan.

3.3.2 Tiedon esittämisen rajaaminen

Samaa asiaa ei pitäisi esittää kahteen kertaan eri dokumenteissa. Tämä voi kuulostaa itsestäänselvyydeltä, mutta usein projektien aikaisista jokapäiväistä ylläpitokäyttöä varten liikaa informaatiota tarjoavista dokumenteista tulee huomaamatta verkon ylläpitodokumentteja. Kun tällaisia dokumentteja käytetään rinnan verkkoläheisempien, verkkoylläpitäjien itsensä toteuttamien dokumenttien kanssa, seuraus voi olla se, että sama informaatio on kahteen kertaan eri paikoissa, pahimmillaan erilaisena.

Tyypillinen projektidokumentti on tehty kuvaamaan meneillään oleva työ paitsi asiakkaille, myös palvelua tai järjestelmää myyvän yrityksen asenusteknikoille ja ylläpitohenkilöstölle. Siksi se voi sisältää esimerkiksi fyysiselle verkkodokumentille epäolennaista ”pehmeää informaatiota”, kuten kytkimen porttikytkentöjä, VLAN-tietoa tai jotain muuta potentiaalisesti muuttuvaa tietoa, verrattaessa dokumentin muun informaation näkökulmaan, kuten vaikkapa maahan kaivettujen kaapelien reitteihin alueen pohjakartalla.

Tällainen muuttuva tieto pitäisi siirtää sellaiseen järjestelmään, jossa sen eheydelle ei muodostu uhkaa. Jos verkon toiminnan kannalta olennainen tieto (esimerkiksi IP-osoite) on useammassa eri dokumentissa, ja niitä käyttävät ja päivittävät eri tahot, on hyvin todennäköistä, että jossain vaiheessa tiedot eivät ole enää yhdenmukaiset.

3.3.3 Yhtenäiset nimeämiskäytännöt

Verkon komponenttien nimeämiskäytäntöjen tulisi olla samanlaiset koko lähiverkon alueella. On myös tärkeää tehdä nimeämisstandardissa käytävistä merkkijonoista sellaisia, etteivät ne sisällä kaksoisarvoja, ja ovat laajennettavissa niin laitemäärien kuin laitetyyppienkin osalta mahdollisimman suureksi ilman, että laitemäärä vaikuttaa olennaisesti tietokenttien pituuteen.

Yhtenäisten nimeämiskäytäntöjen ansiosta dokumentointityökaluihin on helppo määritellä tietokenttiä, joiden pituudesta ja muodosta on jo ennakkoon selkeä käsitys. Valmiit tietokentät helpottavat komponenttien lisäämistä ja tietojen päivittämistä. Esimerkiksi käyttämällä kirjoittamisen sijaan alasvetovalikkoja, jos käytettävä dokumentointiohjelmisto sen mahdollistaa, voidaan varmistaa, että tunnukset ja niiden kirjoitusulkoasu ovat kaikkialla dokumentin sisällä samanlaisia.

3.3.4 Sopivat työkaluohjelmat

Oikeiden dokumentointityökalujen valinnalla on suuri merkitys onnistuneen dokumentaation tuottamisessa. Tyypillisesti verkkoasennuksia tekevät sähköalan yritykset suosivat CAD-ohjelmistoja. Tietoverkko on kuitenkin sähköverkkoa nopeammin muuttuva ympäristö, ja sisältää enemmän ohjelmistopohjaista ”pehmeää informaatiota”. CAD-ohjelmistoilla verkon dokumentointi voi sen vuoksi muodostua työlääksi.

Usein kokonaisdokumentaatio muodostuu useamman tahon ylläpitämästä tiedosta, jonka hallinnan rajanvetoa sekä tiedonvälitystä eri tahojen kesken on syytä miettiä jo verkon dokumentaatiota suunniteltaessa, kuten kohdassa 3.1 kuvattiin. Tuossa yhteydessä dokumentointiohjelmistoja koskevia kompromisseja joudutaan väistämättä tekemään.

Osa fyysisen verkon dokumentaatiosta voi näkyä vain rakennus- tai sähköpiirustuksissa. Tyypillisesti se liittyy pari- tai valokuitukaapelointiin, kytkentäkaappien sähköistykseen, maakaapelien reitteihin ja kaapelikaivoihin tms. Koska tällaisten dokumenttien sisällössä verkkokomponentit muodostavat vähemmistön, on luonnollista toteuttaa ne samalla CAD-ohjelmistoilla, jolla muukin dokumentti tehdään.

Osa dokumentin sisällöstä hyödyttää vain verkkoylläpitohenkilöstöä tai on luonteeltaan konfiguraatiokeskeisempää eli nopeammin muuttuvaa. Tällainen dokumentaatio kannattaa toteuttaa jollain verkon dokumentointiin paremmin soveltuvilla työkaluilla.

4 DOKUMENTOINTITYÖKALUT

Kun tiedetään dokumentin tarkoitus, sekä miten se topologisesti esitetään, voidaan aloittaa työkalujen valinta. Eri työkaluissa on suuria eroja sen suhteen, mikä työkalu mihinkin esitystapaan parhaiten soveltuu.

Verkon dokumentoinnin voi työkalujen näkökulmasta jakaa karkeasti kahteen osa-alueeseen: graafiseen dokumentointiin ja muihin dokumentointitapoihin. Jälkimmäisellä tarkoitetaan tyypillisesti taulukkolaskentaohjelmilla, monitorointityökaluilla tms. toteutettuja dokumentteja, tai sellaisten roolissa toimivia tietorakenteita. Molempia tarvitaan kokonaisvaltaisen kattavan informaation tuottamiseen. Kaiken tiedon voi toki tuottaa jommallakummalla näistä tavoista, mutta havainnollisuuden, ja hyvän dokumentoinnin tunnusmerkkien yhteydessä mainitun ylläpidon helppouden vuoksi molempia kannattaa useimmiten käyttää rinnakkain.

4.1 Graafinen dokumentointi

Graafisuuden avulla dokumentin havainnollisuus lisääntyy merkittävästi. Esimerkiksi useamman pisteen kautta kulkevaa kaapelireittiä on järkevämpi dokumentoida graafisesti, kuin rakentaa kytkennöistä matriisi taulukkolaskentaohjelmaan. Viimeistään muutaman keskenään ristiin menevän kytkentälinkin dokumentoimisen jälkeen tekstimuotoinen ylläpito osoittautuu mahdottomaksi. Tällaisissa tapauksessa myös ylläpito on graafista dokumentointia hitaampaa.

Graafinen dokumentointi on toisaalta enemmän riippuvainen työkaluohjelmistoista ja niiden versioista, ja kaiken kaikkiaan dokumentointi vaatii enemmän suunnittelua silloin, kun sitä tehdään graafiselle alustalle.

Suunnittelun lisäksi dokumentaation testaus näyttlee merkittävää osaa graafisessa dokumentointityössä. Ylläpitotyötä pitäisi kokeilla jo siinä suunnittelun vaiheessa, kun dokumentin muoto ja ulkoasu on valittu, jotta hankaluudet paljastuvat mahdollisimman aikaisessa vaiheessa projektia.

4.1.1 NetViz ja netTerrain

Työkalujen osalta dokumenttien tuottamisessa on 2010-luvulla eletty niin sanotusti "Netvizin jälkeistä aikaa". 90-luvun puolivälissä julkaistu Netviz oli työkalu nimenomaan verkon dokumentointiin, ja se teki sen paremmin ja monipuolisemmin kuin mikään kilpailijansa käytännössä koko olemassaolonsa ajan (Kenson n.d.).

90-luvulla ja vielä vuosituhannen vaihteen jälkeen verkkojen dokumentointi nähtiin nykyistä selkeämmin IT-infran vianselvitystä ja toiminnan varmistamista edistävänä asiana. Silti Netvizin rooli pelkkänä dokumentointityökaluna piti sen vain pienen asiakasryhmän erikoistuotteena.

2000-luvun edetessä yritysten tuottavuutta piti kasvattaa, ja se oli useimmiten pois juuri verkkojen dokumentointiin käytetystä ajasta ja rahasta. Jo alun perin pieni markkinasegmentti entisestään pienentyneen asiakaskunnan kanssa ajoi Netvizin hakemaan taloudellista selkänöjää isomman omistajan luota. Yritys sulautui osaksi CA Technologies-yritysjättiä, eikä uusi emoyhtiö panostanut ohjelmiston jatkokehittämiseen riittävästi. Muutama epäonnistuneen modernisointiyrityksen jälkeen Netviz hävisi markkinoilta.

Huolimatta Netvizin pitkäaikaisesta asemasta de facto-ratkaisuna verkkojen dokumentoinnissa, ohjelmistosta löytyy nykypäivänä hämmästyttävän vähän tietoa internetistä. Vaikuttaa suorastaan siltä, että CA tultuaan tuotteen omistajaksi halusi tietoisesti hävittää kaikki jäljet, jotka Netviziin viittasivat. CA ei kuitenkaan tuonut uutta saman tyyppistä tuotetta markkinoille omalla nimellään, joten CA:n lopulliset motiivit jäivät hämäräksi.

Netvizin alkuperäinen tekijätiimi tuli markkinoille uuden tuotteen kanssa useiden vuosien hiljaiselon jälkeen. NetTerrain-tuoteperhe sisältää NetVizin toiminnot ja monipuolisuuden, mutta lisäksi uusia kehittyneitä ominaisuuksia palvelinsalien dokumentointiin. Vanhoja Netviz-dokumentteja voi tuoda netTerrainiin ohjelmiston sisältämän import-toiminnon avulla. NetTerrain onkin ainoa markkinoilla oleva dokumentointiohjelmisto joka ymmärtää Netviz-dokumentteja. (Graphical Networks n.d.)

NetTerrain on vielä laajempi, kalliimpi ja monipuolisempi ohjelmisto kuin Netviz oli. Se on myös suunnattu IT-nykytrendien mukaisesti yhä suurempien datakeskusympäristöjen verkkodokumentointiin, joten sen avulla pystytään tuottamaan kuvan 4 mukaisia dokumentteja, joissa näkyvät jopa palvelinrakkien virransyötöt ja -kulutus.



Kuva 4. NetTerrain DCIM-ohjelmiston näkymä suuren datakeskuksen pohjakuvasta (Graphical Networks n.d.).

Monipuolisuuden varjopuolena netTerrain vaatii oman palvelimen tietokantoinen. Se on selkeästi segmentoitu isompien yritysten ja kansainvälisten organisaatioiden käyttöön. Tämä aiheuttaa hankaluuksia pienemmillä asiakkaille, sillä netTerrain (DCIM) palvelimen käyttöjärjestelmä- ja tietokantalisensseineen maksaa helposti kymmenkertaisesti vanhan Netvizin verran.

Työkalun maksaessa näin paljon dokumentoinnista saatavat hyödyt punnitaan yritysjohdossa erittäin kriittisesti. Verrattaessa vianselvityksen nopeutumisesta saatavaa hyötyä hitaamman toipumisen vuoksi menetettyyn tuotantoon päädytään varsinkin pienemmissä yrityksissä usein jonkun muun dokumentointiohjelmiston valintaan.

NetTerrain on markkinoiden ainoa ohjelmisto, joka pystyy näyttämään fyysisen kaapelireitin koko laiteketjun osalta alusta loppuun saakka ns. uimaratanäyttönä (kuva 5). Siniset neliöt alhaalla ovat porttiadaptereita, kaksi seuraavaa tasoa ovat aktiivilaitteita (oikealla modulaarinen kytkin, jonka moduuli 1 on kuvassa eritelty omalle tasolleen erona neljään muuhun kytkimeen), seuraavana laitekaappi, konesalin nimi, rakennus, paikkakunta, ja ylimpänä erittely onko päätasolla kyse fyysisestä vai loogisesta dokumentista.



Kuva 5. NetTerrainin ”uimaratanäyttö” (Graphical Networks n.d.).

Laitteiden aidon näköiset etupaneelit saa näkyviin myös muihin dokumentointityökaluihin, mutta NetTerrain on ainoa työkalu, jossa aktiiviseksi valittu kaapeli osaa myös vilkuttaa sitä kytkinporttia laitteen etupaneelikuvassa, johon valittu kaapeli on kytketty. Toiminnon avulla on monimutkaisissakin kytkentäketjuissa helppo löytää kaapelin molemmat päät klikkaamalla kaapeli aktiiviseksi mistä tahansa sen kulkeman reitin varrelta.

Hinnastaan huolimatta NetTerrain on ehdottomasti suositeltavin työkalu silloin kun verkon dokumentointi pitää aloittaa täysin alusta, tai päästä hyödyntämään vanhoja Netviz-dokumentteja. Laitteiden tietokenttien määrittely ja editointi on huomattavasti helpompaa kuin millään muulla markkinoilla olevalla tuotteella, mahdollistaen kuitenkin jopa käsin piirrettyjen objektien luomisen kokonaan alusta alkaen.

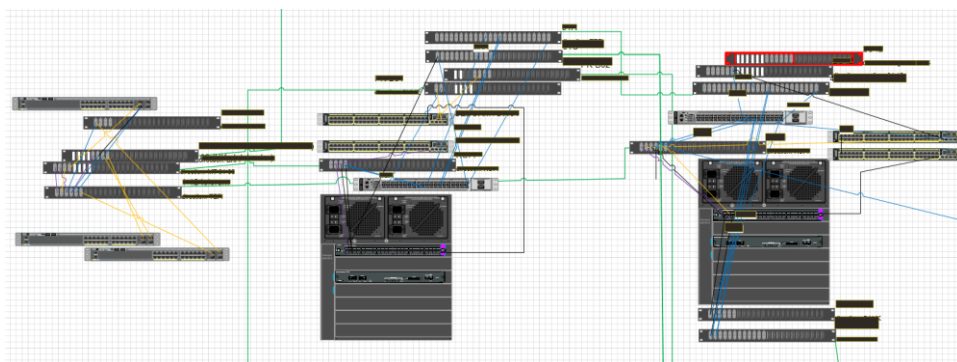
4.1.2 MS Visio

Microsoft Visio on yleisohjelmisto kaikenlaisten graafisten dokumenttien tekemiseen. Sen avulla voi tehdä niin työnkulku- tai vuokaavioita, tietojärjestelmäkuvaavuuksia, sisustussuunnitelmia, pohjapiirroksia kuin verkkodokumenttejakin. (Microsoft n.d.)

Monipuolisuutensa vuoksi Visiolla on suuri käyttäjäkunta, mikä tekee sen markkina-asemasta turvatun. Sen vuoksi laitevalmistajat tuottavat ja jakavat omien laitteidensa vektorigrafiikkamalleja (stencils) Vision ymmärtämässä muodossa. Valmistajasta riippuen mallien yksityiskohtaisuuden taso voi olla hyvin vaihteleva ja erilaisista tarpeista lähtöisin. Suurin osa valmistajista tuottaa ja ylläpitää mallikirjastoa puhtaasti asiakkaita palvelukseen. Cisco Systemsin tai Hewlett Packardin kaltaiset jättyyritykset tuottavat valtavia määriä hyvälaatuista aineistoa Visioon.

Visio sisältää melko vähän verkkodokumentoinnissa sellaisenaan käytettävissä olevia tietorakenteita tai template-tyyppisiä dokumenttipohjia. Kaikki on tehtävä alusta lähtien itse, mikä vie aikaa ja vaatii osaamista, mutta toisaalta tarjoaa mahdollisuuden tehdä juuri sellainen dokumentti kuin tarvitaan. Verkkodokumentoinnin näkökulmasta Vision monikäyttöisyys on tavallaan ohjelmiston vahvuus ja heikkous.

Vision tapa esittää kytkentäkartoja laitteiden etupaneelinäkymästä ei siinä poikkeaa NetTerrainista, mutta erona Visio ei tarjoa mitään tapaa nähdä useista linkeistä koostuvan kytkentäketjun ääripäitä muuten kuin seuraamalla kaapeleita kuvaavia linkkiviivoja laitteista toisiin, mikä voi esimerkiksi kuvan 6 kaltaisissa verkkoympäristöissä olla työlästä. Visiota käytettäessä dokumentin oikeaa esitystapaa voikin joutua miettimään NetTerrainia enemmän.



Kuva 6. Microsoft Vision kytkentänäkymä.

Koska visio on tiedostopohjainen työkalu toisin kuin NetTerrain, todella isot, satojen megatavujen kokoiset dokumentit saattavat tuottaa ongelmia ohjelmistolle, ja saada sen kaatuilemaan. Siksi Visio tapauksessa voi joskus olla järkevää jakaa dokumentaatio useisiin eri tiedostoihin.

Heikkouksien väistäminen edellyttää melko pitkälle vietyä dokumentointisuunnitelmaa. Sen vuoksi Vision käyttöön verkkodokumentoinnissa kannattaa suhtautua kriittisyydellä, vaikka sillä saakin osaavissa käsissä aikaan erinomaisia verkkodokumentteja. Visio on yksi harvoista laitevalmistajien taholta laajasti tuetuista ohjelmistoista, jolla verkkoja voi ylipäätään dokumentoida.

4.1.3 Muut graafiset ohjelmistot

Saatavana on myös useita edullisia tai jopa ilmaisia verkon dokumentointiohjelmistoja, kuten Infoblox, Draw.io, LibreOffice Draw, Lucid Chart, Dia Diagram. Useimmiten niiden heikkoutena on, että ne on suunniteltu loogisen verkon dokumentointiin, eivätkä siten tarjoa kovinkaan monipuolisia tai ainakaan käytettävyydeltään parhaita mahdollisia työkaluja fyysisen verkon dokumentointia varten.

Loogisissa dokumenteissa kahden objektin välille piirretään viiva kuvaamaan laitteiden signaaliyhteyttä, mutta kuvasta ei nähdä minkä kytkentäkaapin kautta, mitä kuitua pitkin, tai minkälaisien ei-hallittavien laitteiden läpi yhteys tosiasiasa kulkee.

Ilmaishjelmistojen ominaisuudet ovat yleensä riittäviä, jos tuotetaan paikaisia yleisen tason kaaviokuvia IT-ratkaisun toimintalogiikasta tai loogisesta rakenteesta. Tällaisten dokumenttien tarkoituksena on saada monimutkainen asia näyttämään yksinkertaiselta erityisesti järjestelmän tai infrastruktuurin hankintavaiheessa. Mutta kun järjestelmä on käytössä, ja halutaan dokumentoida laitteiden rooleja tai ominaisuuksia yksityiskohtaisemmin, fyysisistä kytkennöistä puhumattakaan, näillä työkaluilla ei ole enää samanlaista käyttöarvoa (esimerkiksi tulee tarve esittää graafisesti, onko palvelin tiedosto- vai web-palvelin, tai onko reititin netflow-lähde vai tavallinen reititin, tai onko tukiaseman rooli mesh-tyyppinen vai itsenäinen).

4.2 Muut työkalut

Graafisen dokumentin haittapuoli fyysisen rakenteen kuvaamisessa on (netTerrainia lukuun ottamatta) se, että dokumenttia tutkittaessa kytkentäreittiä täytyy seurata koko matka nähdäkseen mihin laitteen porttiin liike päättyy fyysisen verkon eri komponenttien läpi kuljettuaan.

Linkin toinen pää näkyy suoraan vain loogisessa dokumentaatiossa, ja tyyppillisesti loogisten dokumenttien tuottamiseen käytettävät discovery-toiminnot löytävät molempien päiden laitteet, portit ja IP-osoitteet automaattisesti. Ne eivät kuitenkaan näe fyysisistä kaapelireittiä passiivilaitteiden läpi menevine kytkentöineen. Koska pitkissä kytkentäketjuissa linkin päätepisteiden löytäminen on fyysisestä dokumentista työlästä, palvelee looginen dokumentti tätä tarvetta parhaiten.

Fyysisessä kaapeloinnissa joudutaan useimmiten päättämään mitä kuvataan graafisesti ja mitä tekstimuotoisesti. Loogisessa esitystavassa valintamahdollisuuksia on enemmän.

4.2.1 Taulukkolaskentaohjelmat

Taulukkolaskentaohjelmat (tässä Microsoft Excel) ovat monipuolisia työkaluja tiettyjen verkkoon liittyvien tekstimuotoisten yksityiskohtien dokumentoinnissa. Niiden avulla on helppo tehdä aliverkkojen IP-osoitteisiin liittyvää suunnittelua, kun halutaan pitää tietyn tyyppiset laitteet osoitealueella erillään muista, tai jättää osoitealueelle tilaa tulevia laajennustarpeita varten.

Taulukossa 1 eri rooleissa olevia palvelimia on jaettu aliverkon eri alueille verkon selkeyden parantamiseksi. Hyvänä periaatteena päivittäisessä osoitesuunnittelussa on, että koska joku IP-osoite on kiinteän osoitteen tarvitsevalle laitteelle joka tapauksessa annettava, kannattaa sen valintaan käyttää mieluummin hiukan aikaa ja saavuttaa kokonaisuuden kannalta looginen osoiterakenne, kuin ottaa käyttöön aliverkon ensimmäinen vapaa osoite.

Taulukko 1. IP-suunnitelma taulukkomuotoisena.

rooli	osoite	nimi	kuvaus
AD-palvelut	10.10.10.60	DHCP22SRV	DHCP-, staattinen DNS-, SMTP- ja RADIUS -palvelin1
	10.10.10.61	DHCP23SRV	DHCP-, staattinen DNS-, ja RADIUS -palvelin 2
	10.10.10.62	PKI01SRV	Sertifikaattipalvelin
	10.10.10.63	PKI02SRV	Sertifikaattipalvelin
	10.10.10.64		
	10.10.10.65		
	10.10.10.66	EX01SRV	sähköpostipalvelin
	10.10.10.67	EXC1FEC	SMTP ja WEBmail klusteriosoite
	10.10.10.68		
	10.10.10.69	DC01SRV	AD-toimialueen ohjaukone 1
Levypalvelimet	10.10.10.70	DC02SRV	AD-toimialueen ohjaukone 2
	10.10.10.71	DC03SRV	AD-toimialueen ohjaukone 3
	10.10.10.72	NAS4SRV	Hajautettu varmistuslevypalvelin
	10.10.10.73	NAS5SRV	MSA2050
	10.10.10.74		
	10.10.10.75		
	10.10.10.76		
Tietokantapalvelimet	10.10.10.76	DB1CL	DBS06 ja DBS07 windows-klusteri
	10.10.10.77	DB1MSDTC	MSDTC klusteri-palvelu
	10.10.10.78	DB1SQL	SQL klusteri-palvelu
	10.10.10.79		
	10.10.10.80		
	10.10.10.81	DBS06	Tietokantapalvelin node 1
	10.10.10.82	DBS07	Tietokantapalvelin node 2
	10.10.10.83		
	10.10.10.84		
	10.10.10.85		
10.10.10.86	DB08	Erillinen tietokantapalvelin	
SRV-palvelimet	10.10.10.87	DBTEST1SRV	Testauspalvelin
	10.10.10.88	SRV01	Flow storage database server
	10.10.10.89	SRV02	Video streaming cache proxy
	10.10.10.90	SRV03	raportoinnin palvelin

Parhaimmillaan taulukkomuoto on ristikytkentätiedon esittämisessä ja ylläpidossa. Asioita voi taulukossa järjestellä helposti haluamallaan tavalla. Soluja voi muotoilla niiden sisältämän tiedon perusteella havainnollistamaan liitettyä laitetyyppiä; erottamaan esimerkiksi tietokone, palvelin ja langattoman verkon tukiasema toisistaan. Taulukkomuotoisissa dokumenteissa on helppoa lisätä riville jokin huomiota vaativa kommentti esimerkiksi kytkennän tai osoitevarauksen väliaikaisuudesta.

Taulukkomuotoista tietoa voidaan käyttää myös laiterikkojen dokumentointiin, minkä kautta on helpompi arvioida tulevia laiteinvestointeja tietyn laitemallin ikääntymiseen liittyen. Taulukkolaskentaohjelmisto hoitaa erillisten laiterekisterisovelluksen tehtävää varsin mallikkaasti silloin, kun laitemäärät ovat kohtuullisia.

IPv6:n yleistyminen lähiverkkojen IP-osoitejärjestelmänä saattaa arkipäiväistyessään tuoda uudenlaisia näkökulmia ja ideoita dokumentointiin ja IP-osoitteiden hallintaan lähiverkkojen sisällä. Koska osoitteiden määrä IPv4-järjestelmässä on ollut rajoitettu, osoitteiden hallintaa on tehostettu sisällyttämällä osoitteeseen tavallaan metatietoa laitteesta, eli ryhmittelemällä laitteita osoiteavaruuden sisällä taulukon 1 mukaisesti. IPv6:ssa ali-verkoista voidaan tehdä niin suuria, ettei tällaista ryhmittelyä tarvita, tai sitä voidaan toteuttaa huomattavasti karkeammalla tasolla. Tällöin IP-dokumentaatio muuttuu dynaamisemmaksi, hyödyntäen verkonvalvontaohjelmistoja kiinteiden osoitetaulukoiden sijaan. Tuhansien osoitteiden kiinteät IP-taulukot eivät ole käytettävyydeltäänkään kovin hyviä.

Toisaalta IPv6 tuottaa harvoin merkittäviä toiminnallisia hyötyjä, koska nykyään IPv4-privaattiverkkoja on yritysten käytössä käytännössä aivan riittävästi. Kaikkia laitteita tuskin tullaan ikinä yhdistämään julkisiin verkkoihin, vaikka IPv6 sen periaatteessa mahdollistaisikin. Itse asiassa on paljon prosessilaitteita ja tuotantolinjoja ohjaavia automaatiojärjestelmiä, joissa sellainen halutaan nimenomaan estää.

On mahdollista, että heti käyttöönottonsa jälkeen IPv6-järjestelmää ylläpidetään ja dokumentoidaan samalla tavalla kuin IPv4-järjestelmää, koska tähän toimintatapaan on totuttu. Siksi IPv6 ei todennäköisesti heti muuta verkon dokumentaatiomenetelmiä kovinkaan merkittävästi, mutta tulevaisuudessa IoT (internet of things) voi ilmiönä viedä dokumentointia vielä tuntemattomaan suuntaan.

4.2.2 Tekstinkäsittelyohjelmat

Tekstinkäsittelyohjelmille on käyttöä verkon varsinaisessa dokumentoinnissa melko vähän, mutta joissakin verkon dokumentointiin läheisesti liitetyissä teksteissä ja valokuvaa yhdistävissä esitystavoissa se voi olla käytännöllinen.

Kuvan 7 esimerkissä yrityksessä käytettävien asennusstandardien kuvaaminen ulkopuolisille urakoitsijoille ei itsessään ole verkon dokumentointia, mutta läheisesti tekemisissä sen lopputuloksen kanssa, mitä tehdyn työn jälkeen jää ylläpidettäväksi ja dokumentoitavaksi.

2.2.2 Paneelit:

- Merkinnät paneelisiin tehdään tarranauhalla, jossa valkoinen pohja ja musta teksti.
- Merkintätarrat liimataan paneelin molempiin päihin riittävän isolla ja näkyvällä fontilla.
- Tehdasverkko
 - Merkitään kirjaintunnuksella **A**, **B**, **C**, **D** jne. Tunnus kulkee ylhäältä alaspäin, ja uusi kuparipaneeli merkitään seuraavalla vapaalla kirjaimella.
 - Kuitupaneeleissa käytetään samoja tunnuksia, mutta ylhäältä alaspäin lasketaan nimenomaan kuitupaneeleita.
- Merkintätarrat liimataan paneelin molempiin päihin riittävän isolla ja näkyvällä fontilla.
- Prosessiverkko
 - Merkitään tunnuksella **A11**, **A02** jne. Tunnus kulkee ylhäältä alaspäin, ja uusi paneeli merkitään seuraavalla vapaalla numerolla, kuitupaneelit numeroilla 01-09 parikaapelipaneelit 11:sta eteenpäin.

2.2.3 Kaapelit:

- Tehdasverkko:
 - Kuparikaapeleita ei merkitä.
 - Kuitukaapelit merkitään kaapeliin kiinnitettävällä vihreäpohjaisella merkintäkilvellä, jossa on musta teksti. Tekstissä sekä lähtö- että kohdepään kotelo- ja paneelitunnukset, esim. **S05A45.O4D44A**

Kuva 7. Ote kaapeliasennusta tekeväälle urakoitsijalle tarkoitetusta ohjeesta.

4.2.3 Valvonta- ja hallintaohjelmistot osana verkkodokumenttia

Siinä missä staattiset verkkokaaviot ovat osa verkkodokumentaatiota, myös dynaamiset tiedot ovat tärkeä osa nykyaikaista verkon ylläpitoa. Verkon valvontaan ja hallintaan käytetyillä ohjelmistoilla, kuten Solarwinds Orion, Cisco Prime Infrastructure tai HP Openview, voidaan myös toteuttaa dokumentoinnin kaltaisia toimintoja.

Tiedot voivat olla luonteeltaan dynaamisia, eli tieto on olemassa vain hetken, tai muuttua usein. Siksi näiden järjestelmien tuottamat tiedot eivät aina sovellu staattisiin dokumentteihin vietäväksi, vaan ne on syytä säilyttää järjestelmien sisällä. Toisaalta staattisenkin datan manuaalinen ylläpito voi joskus olla turhaa työtä, jos automaattisesti tuotettuun dataan päästään käsiksi myös verkkohäiriön aikana.

Verkon valvontaohjelmistojen tuottama data ei suoraan liity tähän opinnäytetyöhön, mutta esimerkiksi Solarwinds Orion ohjelmistoperheen IP Address Manager -lisämoduuli tuottaa reaaliaikaista dataa ip-osoitteiden käytöstä aliverkoittain, sekä osoitteiden DHCP-varauksista client- tai käyttäjätunnustasolla jne. Samaa dataa, jota IP-osoitesuunnitelmissa perinteisesti säilytetään. (Solarwinds IPAM n.d.)

Voikin olla perusteltua, että taulukon 1 mukaista alueellista osoitesuunnittelua, tai osoitevarauksia DHCP:lle tehdään taulukkolaskennassa vain korkean suunnittelun näkökulmasta, ilman tarkkoja laitenimiä, mutta varsinainen päivittäistilanne nähdään valvontaohjelmistosta. Ilman dynaamisia

työkaluja tietyn verkossa olevan laitteen sijainnin selvittäminen, tai käytössä olevien osoitteiden löytäminen aliverkosta on hankalaa ja hidasta.

Verkonvalvontajärjestelmiä ei tulisi pitää ainoana verkon dokumentointivälineenä, vaikka järjestelmien valmistajien mainoslauseet haluavatkin usein antaa kuvan järjestelmästä, joka hoitaa niin dokumentoinnin kuin vianselvityksenkin. Vaikka järjestelmä olisi asennettu kuinka vikasietoisesti, se voi jossain tilanteessa – juuri ongelmahetkellä, kun verkkoyhteys siihen on poikki – olla tavoittamattomissa. Siksi kannattaa tarkkaan miettiä minkä tyyppisen tiedon hallintaan ja hakuun verkonvalvontaohjelmistoja käyttää.

Taulukkolaskentaohjelmalla toteutetun hyvin yksityiskohtaisen ristikytkentätiedon ylläpito voi muuttuvassa ympäristössä olla työlästä, ja johtaa dokumenttiin, jonka tiedot eivät ole ajan tasalla. Siksi voi olla perusteltua, että tiettyyn kytkinporttiin liitetyn laitteen host-nimi jätetään ristikytkentätaulukosta pois ja kerrotaan vain yleisellä tasolla, että laite on PC, tulos-tin, kytkin, tukiasema jne. Verkonvalvontaohjelmisto voi sitten kertoa laitteen tarkemman nimen lukemalla se suoraan kytkimen portista. Kuvassa 8 on Solarwinds Orion UDT:n (User Device Tracker) tuottamaa reaaliaikaista dataa kytkinporteista, jota käyttäjä pääsee katselemaan suoraan järjestelmän käyttöliittymästä.

		Gi1/0/7	XEROX	10.100.24.105	X	08:00:37:36:C3:70	20
		Gi1/0/8	printer123	10.100.14.54	X	9C:93:4E:24:41:76	13
		Gi1/0/9					
		Gi1/0/10	pc333.domain.com			18:DB:F2:3D:2A:C8	20
		Gi1/0/11				5C:26:0A:5C:DE:4B	20
		Gi1/0/12				E4:11:5B:5E:BE:10	10
		Gi1/0/13	pc678.domain.com	10.100.18.242		D0:BF:9C:E2:F1:04	10
		Gi1/0/14					
		Gi1/0/15		10.100.18.28		B0:5A:DA:B2:96:23	10
				10.100.17.63		B0:5A:DA:B2:96:23	10
		Gi1/0/16					
		Gi1/0/17				14:58:D0:B9:22:AA	10

Kuva 8. Valvontaohjelmiston tietoa kytkimeen liitetystä laitteista.

UDT näkymästä nähdään portin tila, laitteen DNS-nimi, IP-osoite, valmistaja, MAC-osoite sekä mihin VLAN-verkkoon laite kuuluu. Samoin on mahdollista nähdä porttia klikkaamalla historia viime aikoina porttiin kytketyistä laitteista, tai MAC-osoitetta klikkaamalla tieto siitä missä tietty työasema on ollut viime aikoina verkkoon kytkettynä. (Solarwinds UDT n.d.)

Verkko virtualisoituu ja sen äly kasvaa jatkuvasti. Esimerkiksi virtuaalipalvelin-infrastruktuurin sielunelämä voi jäädä verkkomielessä etäiseksi ilman järjestelmän sisäisten virtuaalisten verkkokytkeiden ymmärrystä.

Älykkäiden, osittain vielä tulevaisuudessa hämmöttävien, uuden sukupolven kytkinverkkojen loogisen topologian dokumentointi staattisilla työkaluilla voi olla jopa mahdotonta. Liikenteeseen pääsee kunnolla käsiksi ehkä vain verkkolaitteiden omilla hallintasovelluksilla. Esimerkiksi Cisco Systemsin "Oivaltavan verkon" arkkitehtuuri pitää sisällään tekoälykkäästi liikennettä sen luonteen perusteella ohjaavia kytkinlaitteita, jotka osittain toimittavat myös perinteisten palomuurien tehtävää. (Cisco Systems Oivaltava verkko n.d.)

Valvontaohjelmistojen tuottama data on aina dynaamista. Staattista ristikytkentätaulukkoa ei voi korvata verkonvalvontaohjelmistolla, koska ohjelmisto ei voi tietää minkä kytkentäpaneelin portin takana - eli missä huoneessa - tietty laite fyysisesti on. UDT:n kaltaisilla työkaluilla nähdään kyllä mihin kytkimen porttiin laite on kytketty, ja jopa minkä kytkinporttien takana se on aiemmin ollut, koska järjestelmät tallentavat historiaa tietokantoihin. Mutta verkon passiivikomponentit, kuten parikaapelipaneelit eivät tällaisissa tietokannoissa näy. Dokumenttia fyysisestä verkosta ei mikään ohjelmisto pysty automaattisesti tuottamaan.

5 TOPOLOGIAT

Topologialla tarkoitetaan yleisesti verkon rakennetta, eli laitteiden välistä kytkentätapaa joka voi olla mm. väylämäinen, tähtimäinen, tai rengasmainen. Topologiat jaetaan vielä fyysiseen ja loogiseen. Ne kuvaavat verkkoa eri näkökulmista, fyysinen kytkentöjä, looginen signaalitason yhteyksiä. (Ogletree 1999, 138.)

Dokumentin kohdalla topologia-termillä voidaan tarkoittaa myös dokumentin hierarkiaa tai esitystapaa. Sitä, miten komponentit ja verkon osat on jaettu sen kokosiin palasiin, että dokumenttia on mielekästä käyttää ja ylläpitää. Sama jakamistarve koskee yleensä fyysistä ja loogista esitystapaa, koska kaikkea tietoa ei kannata ahtaa yhdelle sivulle.

Dokumentointitarve voi koskea seuraavia verkon osia:

- Kerroskaapelointi
- Ristikytkenät
- Runkoverkko- ja aluekaapelointi
- IP-osoite- ja aliverkkosuunnittelu
- Verkkolaitemääritykset
- Järjestelmien toimintakuvaukset
- Laitteiden ja komponenttien nimeämisjärjestelmä

Kolme ensimmäistä kuuluvat selkeästi fyysiseen dokumentaatioon, kun taas IP-suunnittelu, verkkolaitemääritykset ja järjestelmäkuvaukset ovat loogista dokumentaatiota. Nimeämisjärjestelmä toimii pikemminkin dokumentointia ohjaavana standardina kuin itse verkkodokumentaationa, mutta se täytyy olla dokumentoituna, jotta työmenetelmät eri henkilöiden ja organisaatioiden välillä eivät vaihtelisi ja dokumentaatio pysyisi tasalatauisena.

5.1 Looginen verkkodokumentti

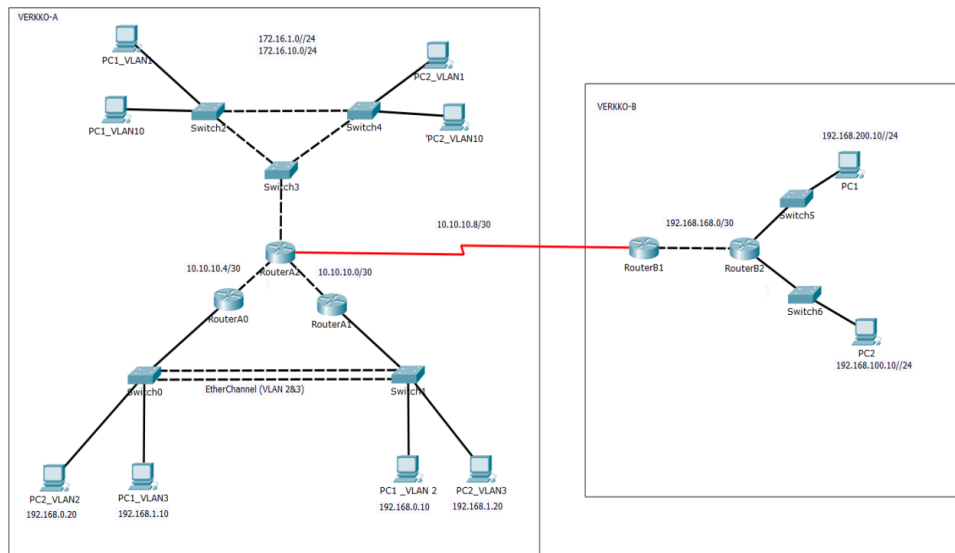
Looginen topologia kertoo verkon rakenteen dataliikenteen signaalireitien näkökulmasta (Ogletree 1999, 22). Siis laitteen A yhteys laitteeseen B, riippumatta siitä kuinka monen kytkentäpisteen kautta liikenne kulkee, jos välipisteet eivät ole aktiivisia (IP-osoitteellisia) verkkolaitteita. Joskus sitä kutsutaan luonteensa vuoksi myös *signaalitopologiaksi*, mikä kuvaa jopa havainnollisemmin mistä loogisessa topologiassa on kyse.

Topologialtaan puhtaasti tähtimäiseksi rakennetussa lähiverkossa loogisen topologiadokumentin tuottama lisäarvo voi olla melko marginaalinen, jos dokumentilla halutaan osoittaa lähinnä verkon muotoa. Kaikki aktiivilaitteet ovat loogisessa mielessä suoraan yhteydessä verkon keskustan reitittimeen tai runkokytkimeen. Jos liikennettä on reititetty matkalla, voi kaavioon muodostua aliverkkokohtaisia puumaisia rakenteita ja oksistoja, mutta nekin ovat useimmiten helposti ymmärrettävissä.

Tällaisten yksinkertaisten verkkojen esittämiseen ei siis välttämättä tarvita loogista dokumenttia lainkaan, tai verkon valvontaohjelmistot tuottavat siihen liittyvät tiedot automaattisesti tutkimalla IP-avaruutta ja laitteiden välisiä naapuruussuhteita.

5.1.1 Monimutkaiset verkkoympäristöt

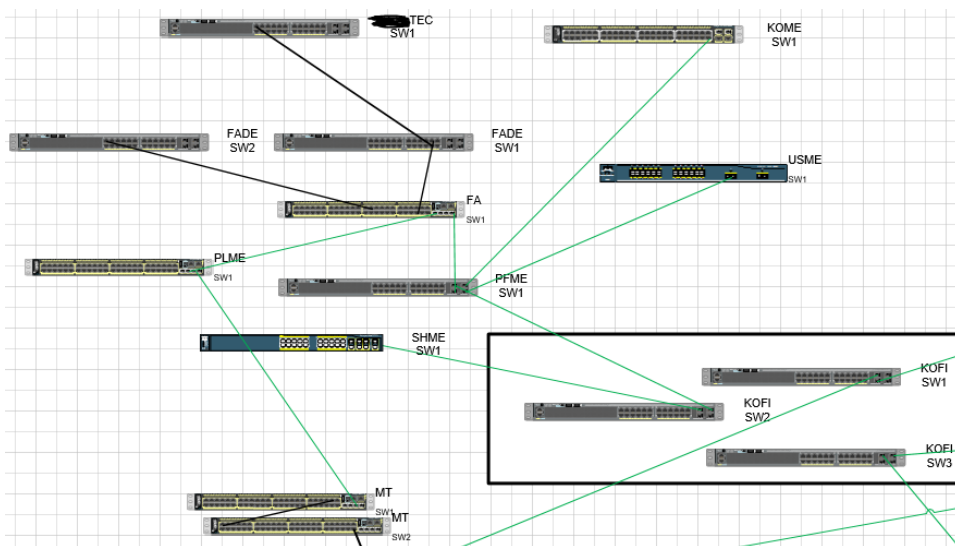
Looginen näkymä onkin käytännöllisempi WAN-verkkojen tai isojen LAN-ympäristöjen kuvaamiseen, koska niissä laitteiden väliset yhteydet voivat olla monimutkaisia ja sisältää useita tietoliikenneprotokollia. Kuvassa 9 näkyy kahden erillisen lähiverkon reititinten välisiä ja sisäisiä yhteyksiä eri protokollilla, sekä myös kytkinverkon spanning-tree – ja ether channel – ratkaisuja.



Kuva 9. Reititinten ja kytkinten looginen verkkokaavio (Grönfors 2016).

Joissain lähiverkkoympäristöissä suurin osa verkosta on tähtimäisesti toteutettu, kuten kuvan 9 oikeanpuoleinen lähiverkko, mutta pieni määrä laitteista on kytketty jollain muulla tavalla toisiinsa. Tuon pienen laitemäärän toiminnan kuvaamiseksi on koko verkko dokumentoitava, jotta dokumentaatio säilyisi saman tasoisena läpi verkon.

Samassa lähiverkoissa voidaan törmätä hyvin erilaisiin kytkentätopologioihin. Esimerkiksi kaapeloinnin asettamien pituusrajoitusten vuoksi on saatettu joutua ketjuttamaan kytkimiä sarjaan, ja tämän seurauksena valokuituporttien vähäisyyden vuoksi on jouduttu hajauttamaan kytkinketjuja sinne tänne verkon alueelle. Lopputuloksena voi olla kuvan 10 kaltainen tilanne, jossa kaksi ensinäkemältä itsenäistä työryhmäkytkintä ovatkin viikatapauksissa toiminnallisesti toisistaan riippuvaisia: myyntikonttorin kytkin saattaa palvella jotain toista osastoa kokonaan eri rakennuksessa. Tällaisia lopputuloksia pitää verkon suunnittelussa tietysti välttää kaikin tavoin, mutta taloudelliset näkökulmat voivat joskus pakottaa toteuttamaan niitä.



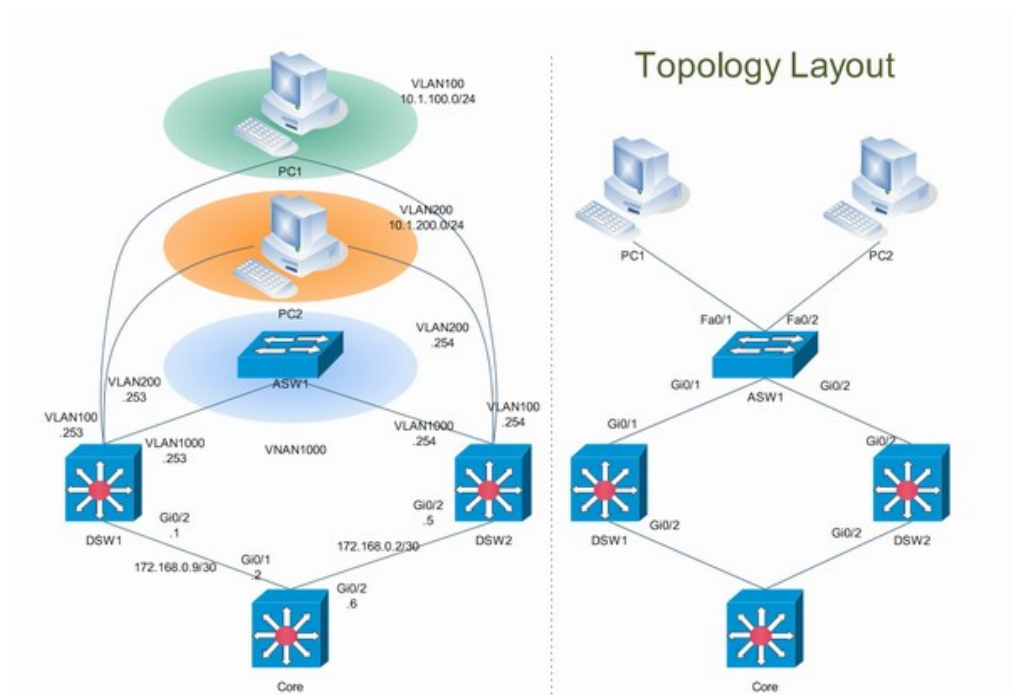
Kuva 10. Epästandardi kytkentäympäristö.

Kuvassa 10 kytkinten vieressä näkyvä kirjainyhdistelmä kuvaa kytkimen fyysistä sijaintia. Kuvasta nähdään miten ympäröidyllä alueella olevat kolme kytkintä muodostavat single-point-of-failure verkkorakenteen. KOFI SW2:n toiminnasta riippuu kokonainen kytkinketju PFME, FA, FADE, TEC.

Tällainen rakenne voi olla riskinhallinnan näkökulmasta ongelmaton, kun se on verkkoa rakennettaessa tiedostettu. Se pitää huomioida huoltopäivityksiä ja sähkökatkoja suunniteltaessa, ja niitä ei välttämättä ole tekemässä sama henkilö, joka on kyseisen verkon rakentanut. Siksi dokumentaatio on sitäkin tärkeämpi, mitä monimutkaisempia verkkototeutuksia on tehty.

5.1.2 Erilaiset näkökulmat verkkoon

Kuten kohdassa 5.1.1 mainittiin, hyvin suunniteltu ja järkeillä periaatteilla riittävän yksinkertaisesti rakennettu lähiverkko ei välttämättä edes tarvitse loogista dokumentaatiota. Dokumentti on (WAN- ja operaattoriverkkojen lisäksi) tärkeämpi silloin, kun sillä halutaan tuoda esiin tiettyjä yksityiskohtia tietoliikenneympäristöstä, esimerkiksi tietojärjestelmien arkkitehtuuria. Loogisessa verkkokuvassa on fyysistä enemmän mahdollisuuksia sen suhteen, mitä näkökulmaa kuvalla halutaan tuoda esiin. Tätä havainnollistetaan kuvassa 11.



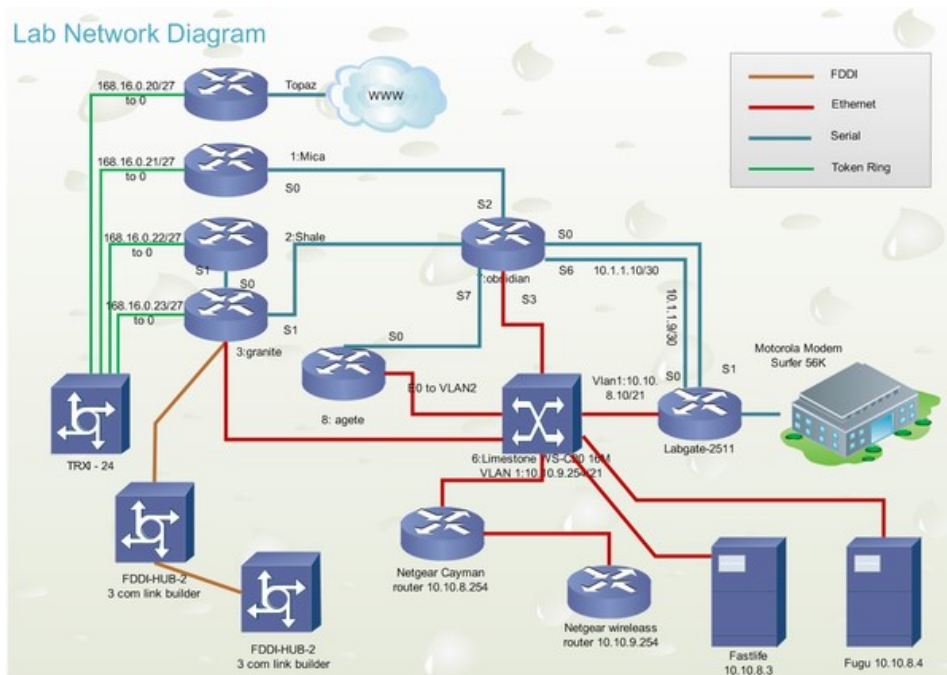
Kuva 11. Kaksi eri näkökulmaa samaan verkkoon (EdrawSoft n.d.).

Vasemmalla puolella on kuvattu tietokoneiden (PC1 ja PC2) liikennöintiä reitityksen näkökulmasta, eli minkä laitteiden kautta tietyn aliverkon liikenne reitittyy runkokytkimelle (Core). Kuvan tapauksessa molemmissa reitittimissä DSW1 ja DSW2 on olemassa molemmat päätelaitteiden käyttämät aliverkot, joten on siitä näkökulmasta yhdentekevää, kumpaa kautta liikenne kulkee (näin ei välttämättä tarvitsisi olla). Kuvasta selviää laitteiden nimet, IP-osoitteet ja aliverkkopeite, sekä VLAN-ID, jota kukin aliverkko käyttää.

Oikean puoleisessa kaaviossa samaa asiaa katsotaan laitteen liitännöiden näkökulmasta. Jos halutaan esimerkiksi tehdä aliverkkomuutos tietylle laitteelle, niin kuvan perusteella tiedetään, minkä kytkinportin VLAN-määrittäminen täytyy muuttaa.

Oikeanpuoleinen kuva muistuttaa porttitunnusineen fyysistä topologiaesitystä, mutta on looginen kuten vasemmanpuoleinenkin esitystapa. Oikeanpuoleisesta kuvasta ei nimittäin selviä missä rakennuksissa laitteet ovat, tai minkä kytkentäpisteiden kautta liikenne kulkee. Sen esittäminen on fyysisen topologianäkymän tehtävä.

Kuvan 12 esimerkki näyttää laitteiden välisten linkkien käyttämät protokollat, mikä on yksi loogisella verkkokuvalla luontevasti esitettävistä asioista.



Kuva 12. Tietoliikenneprotokollat loogisessa topologiakuvasa (EdrawSoft n.d.).

Kuvissa on nähty jo kolme eri näkökulmaa loogisen topologian kuvaamiseen. Käytännössä erilaisia tapoja on lukemattomia. Se osoittaa, miksi verkkodokumentoinnin suunnittelussa on jo aikaisessa vaiheessa päätettävä, mitä dokumentilla halutaan kertoa.

Eryteisesti loogisissa verkkodokumenteissa kaiken eri asiakkaita ja käyttäjiä kiinnostavan informaation kertominen yhdessä kuvassa on käytännössä mahdotonta. Kuten kuvat 11 ja 12 osoittavat, kyse ei ole vain siitä saadaanko teksti ja numerot mahtumaan objektien ympärille, vaan myös siitä minkälaisia linkkiviivoja objektien välille piirretään. Sama laiteympäristö näyttää tarkastelutavasta riippuen hyvinkin erilaiselta.

Samoja objekteja voi ainakin teoriassa hyödyntää sijoittamalla erilaiset esitystavat eri tasoille (layer), jolloin näkyviin voisi valita vain kulloinkin kiinnostavan tarkastelutavan. Tälläkin esitystavalla on rajoitteensa, koska voi olla, etteivät generiset objektit riitä kuvaamaan tarkasteltavaa verkkotason riittävän yksityiskohtaisesti, ja lopputuloksena sekä objektit, että niitä yhdistävät linkit pitäisi piirtää jokaiselle tasolle uudelleen. Onnistuessaan näin rakennettu verkkodokumentti muistuttaisi jo fyysisen verkkotopologian kuvaamisessa käytettävää kokonaisuusien pilkkomista osiin. Näkymiä voisi tasoalinoilla ikään kuin zoomata sen mukaan, minkä tason tietoa tarvitaan. Näkymien zoomaamiseen palataan tarkemmin fyysisen topologiadokumentin yhteydessä, koska siellä sillä on suurempi merkitys objektien suuremman määrän vuoksi.

5.1.3 Laitteiden roolit osana dokumentin sisältöä

Yksi laite voidaan esittää eri kuvissa tarpeesta riippuen erilaisessa roolissa. Jos kuvan esittämisen asian kannalta on olennaista kertoa reitittimen roolista esimerkiksi VPN-konsentraattorina, voi olla järkevää käyttää perussymbolin sijaan sitä kuvaavaa objektia, vaikka laitemallina olisi ihan tavallinen reititin, joka on konfiguroitu toteuttamaan erilaista roolia. Toisaalta sama reititin voi jossain toisessa kuvassa saada aivan erilaisen ulkoasun, jos siinä halutaankin tuoda esiin sen rooli netflow-lähteenä. Useamman reitittimen verkossa halutaan ehkä symbolisesti erottaa Netflow-dataa tuottavat reitittimet normaaleista reitittimistä. Kuvassa 13 on esitetty muutamia erilaisia reititinsymboleja.



Kuva 13. Content-reititin, netflow-reititin ja normaali reititin (Cisco Systems Visio stencils 2018).

Erikoistarkoituksiin suunniteltujen objektien ulkoasut ovat aina valmistaja-kohtaisia, mutta suuri osa perussymboleista on vakiintunut käyttöön myös muualla kuin verkkojen kanssa työskentelevien keskuudessa. Jos dokumenteissa käyttää objektien erikoisversioita, voi niiden merkitystä joutua selittämään dokumenttia ensimmäistä kertaa katsovalle.

5.1.4 Muut loogiset kuvaukset

Aktiivilaitteiden konfiguraation voidaan ajatella olevan myös eräänlainen looginen topologiadokumentti. Sehän näyttää mm. porttien tilan, portteihin määritellyt virtuaaliverkot (VLAN) ja käytössä olevat porttinopeudet. Lisäksi nähdään minkälaisia pääsilystoja, ether channeleita, tai spanning-tree -asetuksia laitteella on käytössä. Jos konfiguraatiot ja niiden versiohistoria kiinnostaa, joudutaan suunnittelemaan millä eri tavoilla tämä osa-alue on mahdollista dokumentoida.

Aiemmin ohjelmistoesimerkinä mainittuun Solarwinds Orion-tuoteperheeseen kuuluu monia verkkoliikenteen valvontaa ja tilastointia suorittavia moduuleita, mutta myös työkaluja joiden avulla käyttäjän on mahdollista nähdä verkkoon kytkettyjen päätelaitteiden sijainti- tai muita tietoja. Esimerkiksi User Device Trackerin avulla pääsee näkemään verkkolaitteiden porttien asetuksia ja tilaa, ja Network Performance Monitor kertoo verkon aktiivilaitteiden naapurussuhteista.

Jos kehittyneitä valvonta- ja hallintatyökaluja ei ole tarjolla, ratkaisu voi olla pienessä verkossa yksinkertaisesti konfiguraatioiden varmuuskopiointi, jossa tiedostojen tekstisisältö toimii verkon dokumenttina, ja tiedostojen aikaleimat toimittavat versionhallinnan tehtävää.

Helppimmillaan verkon valvonta- tai hallintaohjelmistojen hyödyntäminen dokumentointiin tarkoittaa varmuuskopioiden tuottamista automaattisesti, joko ajastettuna tai aina muutoksen tapahtuessa. Hallintaohjelmistolla pyritään tuottamaan konfiguraatitiedot sellaisessa muodossa, että ne ovat ihmisen helposti luettavissa.

Konfiguraationhallinta on hyvä käytännön esimerkki siitä, miten konfiguraatitiedoston avulla voidaan välttää kaksinkertaista dokumentointia. Tämä toimii kuitenkin vain silloin, jos ylläpitohenkilöstö osaa lukea konfiguraatiorivejä. Toisin sanoen tässäkin on tarkasteltava tilannetta tarpeiden, resurssien ja kompetenssin näkökulmasta. Voi olla perusteltua, että osa konfiguraatiodatasta viedään helpommin luettavaan perinteiseen dokumenttiin, kuten kytkentätaulukossa esitettävät VLAN- ja porttinopeustiedot.

Konfiguraatiohistorian ja konfiguraatioiden hallinnan näkökulma voi muuttua olennaiseksi erityisesti silloin, kun ympäristö on laaja, ja ylläpitohenkilöitä paljon, tai silloin kun yrityksen käytössä on esimerkiksi ITIL tai jokin muu IT-palvelunhallinnan viitekehys, joka tuo vaatimuksia muutoksenhallinnan ja palvelupyyntöjen prosessimaiseen käsittelyyn (Bose 2018). Pääylläpitäjän täytyy ehkä pysyä ajan tasalla tuhansien verkkolaitteiden globaalissa ympäristössä tapahtuvista konfiguraatiomuutoksista ja laitevaihtoista, joita paikallinen tukioorganisaatio tuottaa itsenäisesti.

Yksittäisten lähiverkkojen tasolla toimittaessa verkkomuutosten seuraamisella ei välttämättä ole niin suurta merkitystä, ellei IT-palvelunhallinnan viitekehys siihen velvoita.

IP-osoite- ja aliverkkosuunnittelu on tärkeä osa verkkojen suunnittelua, ja osa loogista dokumentaatiota. Verkon suunnitteluun ei tässä opinnäytetyössä mennä tämän syvällisemmin, mutta jotta verkon ylläpito olisi tehokasta, ylläpitäjällä täytyy olla dokumentit, joista näkyy mille laitteille eri aliverkot on tarkoitettu, tai minkälaisia osoitealueita niille on annettu käyttöön, oli kyse sitten kiinteistä tai DHCP:llä jaetuista IP-osoitteista. Osoitesuunnitteluun paras ja yksinkertaisin työkalu voi olla taulukkolaskentaohjelma.

5.1.5 Dynaamiset dokumentit

Verkkodokumentin olennaisin käyttötarkoitus on vianselvitys, eli topologian ja yhteyksien selvittäminen silloin, kun verkko on kokonaan alhaalla tai toimii väärin. Tästä lähtökohdasta ajatellen dynaaminen dokumentti ei tunnu kovinkaan järkevältä ajatukselta. Sehän päivittää linkkikartat ja osoitelistat verkon kulloisenkin tilanteen mukaan, eli vikatilanteessa tarjolla on kuva verkosta sellaisena kuin se on vikatilanteessa, eikä sellaisena kuin sen pitäisi oikein toimiessaan olla. Jos käytettävissä on staattinen dokumentti,

voi dynaaminen dokumentti antaa jopa hyödyllisiä vinkkejä siitä mikä verkossa voisi olla vialla, mutta ilman staattista dokumenttia dynaaminen dokumentti on hyödytön.

Dynaamiset dokumentit ovat hyödyllisiä pienempiä, yksittäisiä laitteita koskevia vikoja selvitettäessä. Dynaamisen dokumentin käyttökelpoisuus riippuu kuitenkin käytettävästä ohjelmistosta. On tiedettävä mitä ongelmaa ohjelmistolla halutaan ratkaista. Tyypillinen dynaamisesta dokumentista selvitettävä asia on yksittäisen päätelaitteen IP-osoiteristiriita, virheellinen VLAN-määrittely tms. IP-ristiriidan tapauksessa DHCP-palvelimen osoitevaraustaulukko on jo eräänlainen dokumentti, jonka kautta vian jäljille voi olla kaikkein nopeinta päästä. Syvemmälle ongelmaan voidaan kaivautua verkonvalvontaohjelmistoilla, kuten kohdassa 4.3.3 kerrottiin, koska niillä päästään näkemään jopa päätelaitteen osoitehistoria, tai mihin eri kytkimiin ja kytkinportteihin se on viime aikoina ollut kytkettyä.

Ylipäätään verkonvalvontaohjelmistot ovat tärkeä osa dynaamista verkkodokumentaatiota, koska niiden tallentama historia auttaa ymmärtämään ongelmahetken tilannetta syvällisemmin.

Yksinkertaisillakin työkaluilla saadaan jopa automaattisesti luotua kytkentäkarttoja laitteiden välisistä yhteyksistä. Ilmaisella Cisco Network Assistant-ohjelmistolla voidaan hallita yksittäisiä (Ciscon valmistamia) kytkimiä komentorivin sijaan graafisesti, mikä on sovelluksen päätarkoitus. Mutta dokumentoinnin näkökulmasta se näyttää kytkimen naapurit ja kytkinporttien sen hetkisen tilan (onko siihen kytketty päätelaitetta vai ei), ja voipa sillä luoda tietyin rajoituksin jopa loogisen topologiakartan koko verkosta. CNA on hyvä esimerkki yksittäisen työkalun tuottamasta dynaamisesta dokumentista. Siitä on helppo esimerkiksi nähdä, jos verkkoon on ilmestynyt uusi laite ylläpitäjän tietämättä. (Cisco Systems CNA n.d.)

Loogisen topologian hierarkiassa dynaamiset dokumentit muodostavat dokumentaation viimeisen tason. Ne helpottavat vianetsintää, mutta elleivät dokumentoinnin muut tasot ole asianmukaisesti hoidettu, siitä ei ole välttämättä mitään hyötyä.

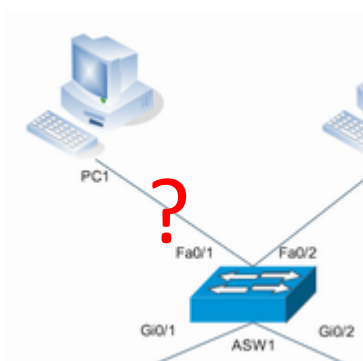
5.1.6 Loogisen dokumentin rajoitukset

Loogisen dokumentaation tehtävä on kertoa aktiivilaitteiden porttimääritykset, virtuaalilähiverkot, pääsyylistat ja palomuurisäännöt, porttinopeudet jne., mutta ei sitä, mitä fyysisen maailman reittiä liikenne laitteiden välillä kulkee.

Loogisella topologialla on siis suuri merkitys verkkoliikenteen toiminnan määrittämisessä ja kuvauksessa erityisesti silloin kun verkko toimii. Mutta ongelmatilanteessa ylläpitohenkilöstö ei välttämättä voi tietää mistä vikaa lähdetään fyysisessä maailmassa etsimään, jos konfiguraation perusteella verkon aktiivilaitteiden tila on ennallaan, mutta tietoliikenneyhteydet ovat

jostain syystä poikki, kuten kuvassa 14, johon on poimittu näkymä pienestä osasta aiemmin esitetyn kuvan 11 (sivu 30) oikeanpuoleista verkkoa.

Kaavioista ei selviä kaapelien reitti, minkälaisia välilytkentöjä reitillä on, onko kaapeli parikaapelia vai valokuitua, ja minkälaisen mediamuunninten tai muiden ei-aktiivisten komponenttien kautta liikenne kulkee. Niiden selvittämiseksi tarvitaan fyysistä verkkodokumenttia.



Kuva 14. Loogisen dokumentin rajoitteet vianselvityksessä.

Loogiset topologiakuvat syntyvät useimmiten automaattisesti tai varsin vähällä ihmistyöllä dokumentointiin tarkoitettujen työkaluohjelmien auto-discovery -toiminnoilla. Siksi niiden olemassaolo ja ylläpito on tyypillisesti paremmin hoidettu, kuin vianselvityksen kannalta yhtä tärkeässä osassa oleva fyysinen verkkodokumentaatio.

5.2 Fyysinen verkkodokumentti

Fyysinen topologia kuvaa nimensä mukaisesti sitä miten laitteet ovat sijoituneet fyysisessä maailmassa; minkälaisen kytkentäpaneelin kautta verkkoyhteys on toteutettu, mitä kaapelityyppiä käytetään, mitkä ovat kaapelien reitit, liitintyytit jne. (Ogletree 1999, 22.)

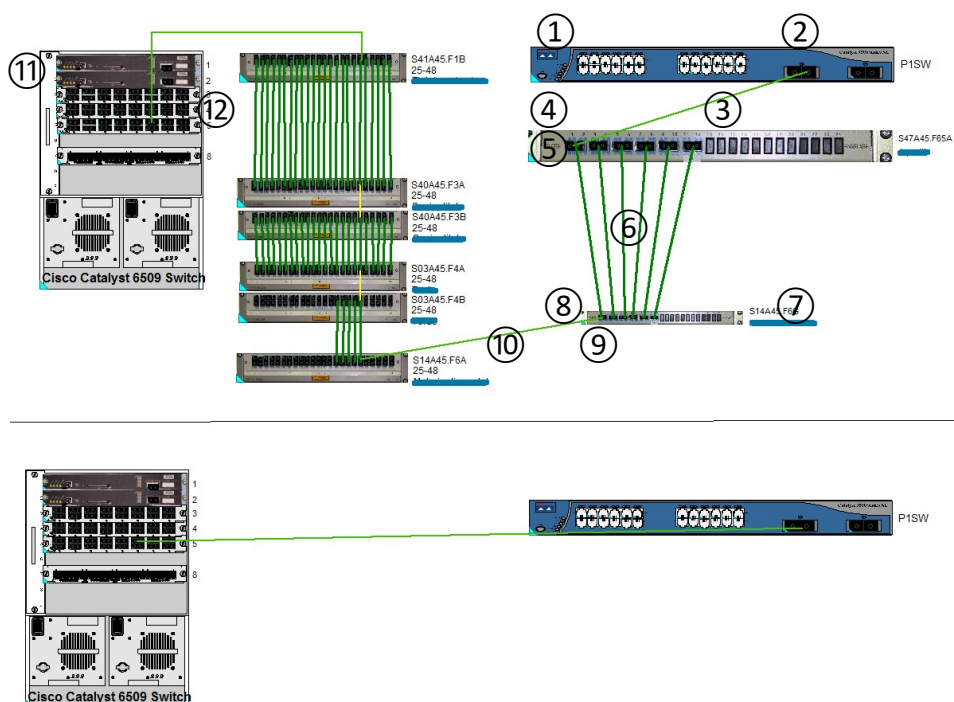
Hyvän fyysisen dokumentaation perusteella voi tehdä jo itse paikalle menemättä hyviä arvauksia siitä, missä vika voisi olla. Mitä maantieteellisesti kauempana kohde ylläpitäjästä on, sitä tärkeämmäksi fyysinen verkkodokumentti muodostuu. Toisin kuin loogista verkkoa, fyysistä verkkoa ei pääse etänä tarkastelemaan, vaan ollaan pelkästään dokumentaation varassa.

Fyysinen topologia sisältää laitteet, ja kaikki niiden välillä olevat aktiiviset ja ei aktiiviset komponentit yleensä tarkasti portti-/positiotasolla eriteltyinä. Esimerkki kuituverkon yksityiskohtaisesta fyysisestä dokumentista on esitetty kuvan 15 yläosassa. Siinä kahden fyysisesti eri rakennuksessa olevan kytkimen välillä on kytkimen (1) uplink-portista (2) liikkeelle lähdetäessä laitekaapeli (3), joka on liitetty ristikytkentäpaneeliin (4), joka sisäl-

tää porttiadapterin (5), jonka takaa lähtee kaapeli (6) toiseen rakennukseen (7). Toisessa päässä kaapeli päättyy paneeliin (8), jonka portista (9) kytketään uusi kytkentäkaapeli (10) kytkimen (11) uplink-porttiin (12).

Näiden kahdentoista komponentin täytyy näkyä fyysisessä dokumentissa. Yllä olevan esimerkin komponenttiluettelosta puuttuivat kuvassa näkyvät muut solmupisteet ja niiden kuitupaneelit, joiden kautta kuituyhteys aktiivikomponenttien välillä kulkee. Ne tarvitaan tietenkin mukaan täydellisen kytkentätopologian kuvaamiseksi.

Loogisessa dokumentissa tästä kaikesta näkyisi ainoastaan kaksi kytkintä ja niitä yhdistävä linkki (alempi kuva). Loogista esitystapaa voisi vielä visuaalisesti yksinkertaistaa käyttämällä generisiä kytkinsymboleja kuvassa näkyvien objektien näköisversioiden sijaan.



Kuva 15. Fyysisen ja loogisen dokumentin ero.

5.2.1 Dokumentointivastuun jakaminen

Runko-, alue- ja nousukaapelointi, siis maahan tai kaapelihyllyille asennetut kuitukaapelit ovat tyypillisesti se kaapeloinnin osuus, joka kannattaa dokumentoida graafisesti.

Dokumentaatiossa kaapelit voidaan piirtää rakennuksen pohjapiirustuksiin, jolloin kaapelin sijainti pysyy tiedossa, vaikka kaapelin päälle samalle kaapelihyllylle tai maanalaisteen putkistoon olisi myöhemmin asennettu muitakin kaapeleita. Erityisesti teollisuusympäristössä tällaisella dokumentointitavalla on merkitystä koska kaapelireitit voivat olla hyvinkin monimutkaisia.

Samaan aikaan tällaisissa kiinteiden kaapelien dokumentoinneissa tulee huomioida vastuun jako kunnossapidon eri tahojen kanssa. Yrityksen kunnossapito-osasto voi jo ylläpitää kaikkien muiden kaapelien (sähkö, automaatioon liittyvä sarjaliikenne, videovalvonta, puhelinverkko jne.) dokumentaatiota, jolloin voi olla luontevaa viedä tietoverkkokaapelit saman dokumentaation yhteyteen. Tällöin esimerkiksi tilanteissa, joissa maata kaivetaan kaapeli- ja putkistoreittien alueella, on todennäköisempää, että kaivajilla on tiedossaan kaikki alueen maanalaiset kaapelit.

Asennusdokumenttien lisäksi tarvitaan dokumentit kaapelin päättämisestä. Jos kunnossapito on kiinnostunut tätä tietoa ylläpitämään, vaikka kaapelointityöt tehtäisi IT-osaston tarpeesta ja aloitteesta, voi yhteistyö löytää hyvin toimivan muodon tällaisen rajanvedon kautta. Käytännön syistä voi kuitenkin olla hyödyllistä, jos IT-osastolla on jonkinlainen käsitys siitä, miten kaapelit on päätetty, mitä kaapelityyppejä on käytetty jne.

Tällöin tullaan hyvän verkkodokumentoinnin tunnuspiirteiden vastaiseen tilanteeseen, jossa pitää harkita saman informaation ylläpitämistä kahdessa paikassa. Kunnossapito-osaston hallussa oleva tieto voi toimia pohjana IT-osaston tekemälle muulle verkkodokumentoinnille, minkä vuoksi kahdentamisen tarve voi olla perusteltu, koska tiedostoformaatit ja käytetyt ohjelmistot eivät sovi yhteen. Voi siis olla tarkoituksenmukaista, että harvoin jos koskaan muuttuvien kaapelien osalta tietoa ylläpidetään kahdessa paikassa, kunhan kaikki osapuolet tietävät roolinsa ja sitoutuvat ylläpitovastuuseen.

Toisaalta voi olla luontevaa erottaa tietoverkkoihin liittyvä kaapelointi sähkö- tai muista kaapeleista, koska niiden ylläpitokin on usein eri tahojen vastuulla (eri budjetit, esimiehet jne). Tällöin maankaivuutilanteissa pitää huomioida kaapelien huolellinen tutkaaminen ja tiedonkulku eri osapuolten välillä.

5.2.2 Valokuitukaapelin esittämisen haasteet

Fyysisen topologian esittäminen on sikäli haasteellista, että komponentteja on verrattain suuri määrä ketjussa. Rinnakkain kaikkien muiden reittien kanssa lopputuloksena on usein valtava määrä toisiinsa eri tavoin kytköksissä olevia komponentteja.

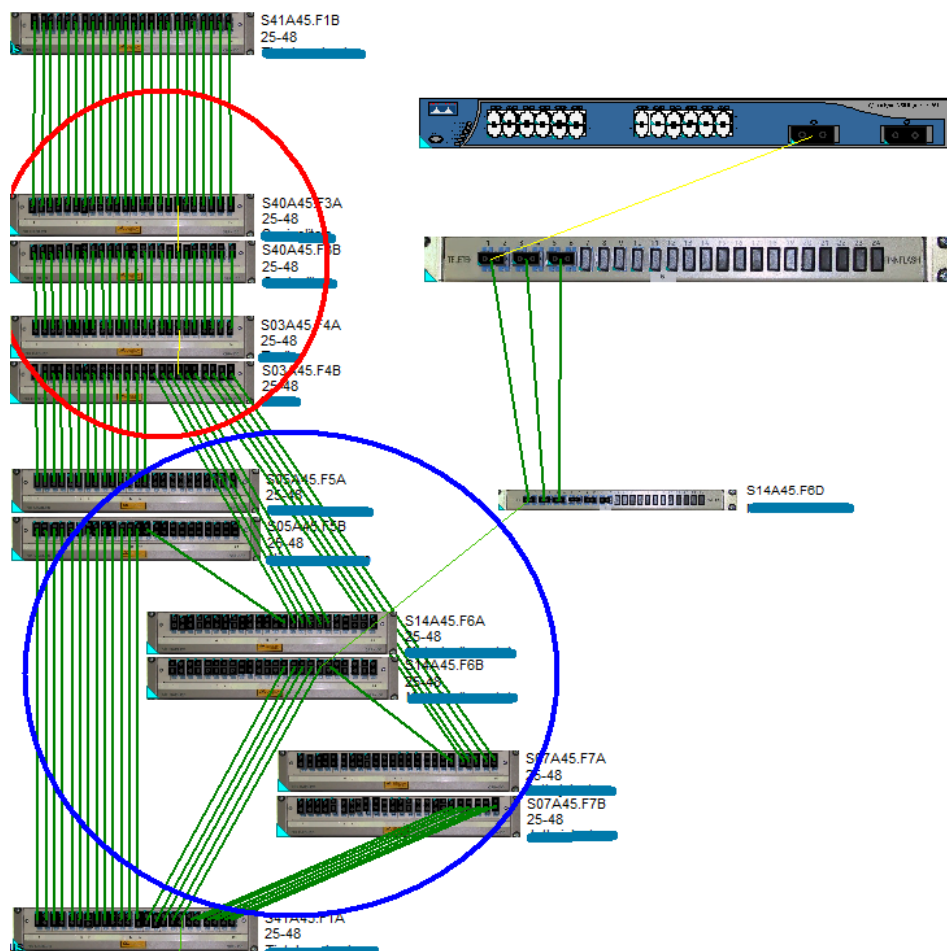
Kuituverkon yksinkertaisin mahdollinen esitystapa on sellainen, jossa valokuitukaapelit on piirretty yksittäisten kuitujen sijaan kokonaisina kaapeleina ja ainoastaan kytkentäkuidut yksittäisinä kuituina. Tällöin paneelisiin päätetyt kuituparit täytyy yksilöidä jollain muulla tavalla kuin visuaalisesti portista toiseen kulkevana viivoina. Myös kuitujen numerointi täytyy säilyttää samanlaisena läpi koko verkon, eli lähdepaneelin positioista 1 mentäisi kohdepaneelin positioon 1 kaikissa verkon pisteissä, eli kuidut ei-

vät menisi ristiin missään kohtaa - mikä toki on järkevä asennustapa dokumentointitavasta riippumatta. Oikeanlaista dokumentointiohjelmistoa käyttämällä, ja objektien tietokenttiä hyödyntäen kuitunumeron saa halutessa näkyviin.

Kuvan 15 (sivu 37) verkossa kuituja on kohtuullisen pieni määrä, jolloin on kokonaisuuden kannalta havainnollisempaa piirtää kuviin näkyviin yksittäiset kuidut. Kuvan tapauksessa erityisesti siksin, että reitillä on kaapeleita, joiden kaikkia kuituja ei ole päätetty kaikkiin reitin varrella oleviin kytkentäpisteisiin (kuidut on niin sanotusti hitsattu läpi). Vielä selkeämpi esimerkki tällaisesta verkosta näkyy kuvassa 16. Jos tällaisessa verkossa käytetään kuvaamiseen kokonaisia kaapeleita, pitäisi olla jotenkin dokumentoitu mitkä kuidut ja missä paneelipositioissa ovat ristikytkettävissä kunkin jakamon osalta.

Kuitumäärän kasvaessa havainnollisuus alkaa kärsiä kymmenien rinnakkaisten yksittäisiä kuituja kuvaavien viivojen sekamelskassa. Tällöin voi muuttua tarkoituksenmukaisemmaksi kuvata yksittäisten kuitujen sijaan kokonaisia kaapeleita, jos verkon topologia sen mahdollistaa.

Dokumentin käytettävyyden parantamiseksi on olennaista säilyttää valittu esitysmuoto läpi koko verkon. Tämä voi tarkoittaa kompromisseja visuaalisessa esitystavassa, mutta kokonaisedun kannalta katsottuna kompromissit ovat perusteltuja. Esimerkiksi myös kokonaan paneelieihin päätetyt kuitukaapelit kannattaa kuvata yksittäisinä kuituina, jos samassa verkossa on yhtään osittain paneeliin päätettyä kaapelia, kuten kuvassa 16 on esitetty.



Kuva 16. Osittain päätettyjen kuitukaapelien kuvaaminen.

Kuvassa kokonaan päätetyt kaapelit (punainen alue) olisi voitu kuvata yksittäisten kuitujen sijaan kokonaista kaapelia kuvaavalla viivalla, mutta osittain päätettyjen kaapelien (sininen alue) vuoksi on päädytty kuvaamaan myös kokonaan päätetyt kaapelit yksittäisinä kuituina.

Perinteisesti signaali lähetetään toiseen kuituun ja vastaanotetaan toisesta, joten kuituparia voidaan käsitellä yhtenä kuituna. Dupleksikytkentää korvaamaan on yleistynyt BiDi-tekniikka, jossa liikenne kulkee samassa kuidussa molempiin suuntiin, ja liikennesuunnat erotetaan toisistaan eri taajuusalueita käyttämällä (Fiber Optic Solutions 2016).

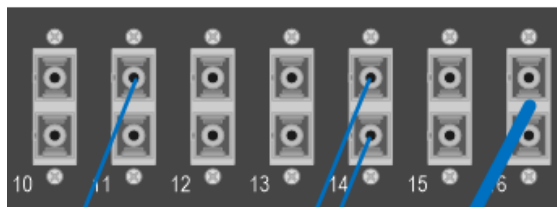
Kuvan 16 ratkaisussa on tietoisesti päädytty kuvaamaan yksittäisten kuitujen sijaan kuitupareja, mikä puolittaa tarvittavien viivojen määrän parantaen dokumentin selkeyttä. Tätä ratkaisua kannattaa käyttää harkiten, koska edessä voi olla iso muutos koko dokumenttiin siinä vaiheessa, jos verkkoon aletaan liittää BiDi-tyyppisiä kuitumuunninmoduuleita. Jo laiteobjekteja luotaessa kannattaa varautua siihen, että kuituportteja voidaan käsitellä tarpeen mukaan pareittain tai yksittäisinä.

Bidi-tyyppisiä kytkentöjä dokumentoitaessa tulee huomioida BiDi-SFP-moduulien tekninen erilaisuus. Taajuusalueet menevät ristiin niin, että

moduuliparin toisen osapuolen vastaanottotaajuus on sama kuin toisen osapuolen lähetystaajuus. Moduulit on tämän vuoksi usein värikoodattu identifiointiin helpottamiseksi. Vaikkei BiDi-moduulien sijoittelulla ole muuta toiminnallista merkitystä kuin se, että linkin eri päissä täytyy olla erilaiset moduulit, niin selkeyden vuoksi moduulipari kannattaa asentaa aina samoin päin. Esimerkiksi niin, että runkokytkimessä, jossa tyypillisesti on paljon kuituliitäntöjä, käytetään aina vain yhdenlaisia moduuleja, ja access- tai levityskytkinten päässä toisenlaisia. Kahdennetun verkon kohdalla toisen runkokytkimen ja siihen liitettyjen kytkinten moduulivärit ovat tietenkin toisinpäin kuin ensimmäisessä runkokytkimessä.

Järjestelmällisyys BiDi-moduulien kytkennässä helpottaa verkon ylläpitoa, mutta myös dokumentointia: jos on sovittu, että käytetään aina tietynlaista kytkentätopologiaa, moduulien tyyppiä ei tarvitse dokumentoida erikseen. Riittää että jossain on yleisluonteisesti kerrottu käytettävä kytkentäperiaate. Jos tällaista järjestelmällisyyttä ei ole, ja moduulipari kytketään miten päin milloinkin, pitää moduulityyppi dokumentoida jokaisen kytkennän yhteydessä.

Kun BiDi-moduuleita aletaan ottaa käyttöön yksittäisissä kohteissa, *koko* dokumentti tulisi yhdenmukaisuuden vuoksi muuttaa heti käsittelemään kuituja yksittäisinä. Siten minimoidaan tulkintavirheet. Kuituverkkotekniikan kehitys on menossa kohti BiDi-tekniikkaa, joten muutos olisi joka tapauksessa edessä enemmän tai myöhemmin. Kuvassa 17 objektin tarttumapisteitä luotaessa on huomioitu sekä yksittäisten kuitujen kytkentä, että kuituparit.



Kuva 17. Objektin käyttö muuttuvassa verkossa.

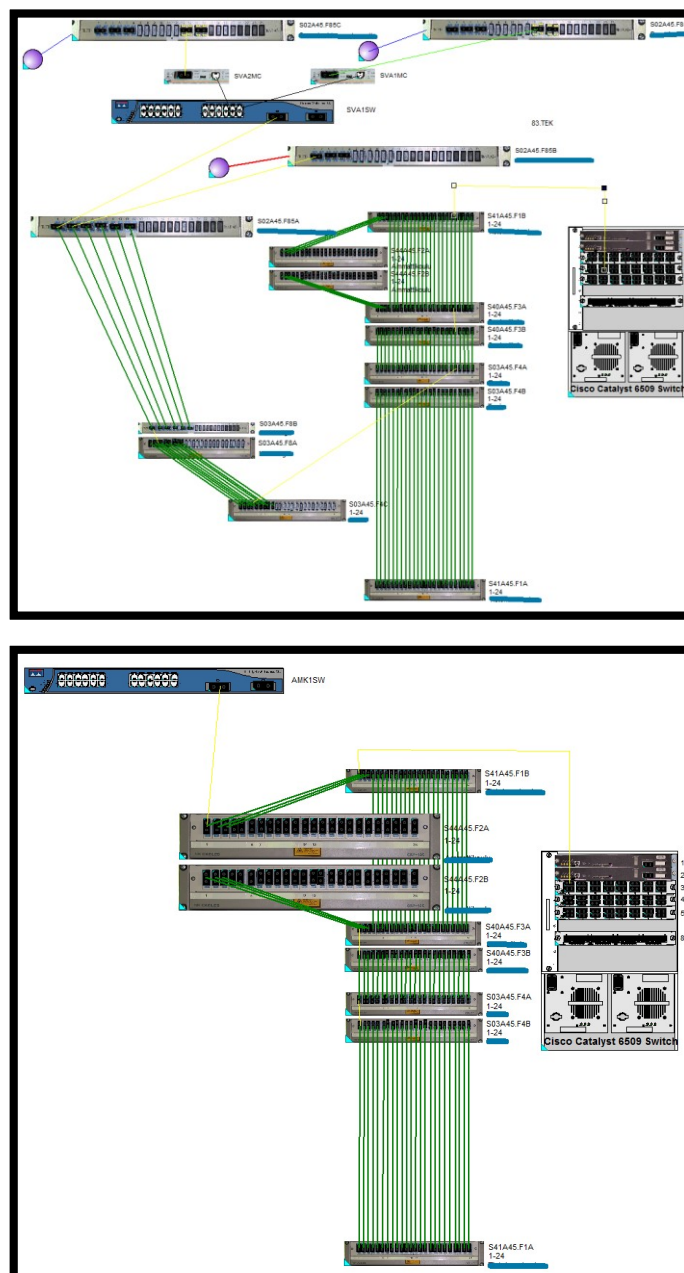
5.2.3 Laiteketjujen hallinta

Kuitukaapeliin lisäksi esitettävien laitteiden lukumäärä ja niiden muodostamien kytkentäketjujen laajuus voi vaihdella voimakkaasti verkon eri osissa. Siksi fyysistä dokumentaatiota suunniteltaessa pitää näkymien ulkoasu suunnitella haastavimman ympäristön perusteella. Kokonaisuuden arviointia hankaloittaa, jos ollaan aloittamassa itselle oudon verkon dokumentointia.

Helpointa olisi, jos verkko olisi alun perin suunniteltu selkeäksi ja järjestelmälliseksi kokonaisuudeksi. Verkkoyhteystarpeesta riippumatta samanlai-

senä säilyvä verkkotopologia voi jossain tilanteessa tuntua kustannustehottomalta, mutta maksaa itsensä takaisin ylläpidon ja dokumentoinnin ylläpidon helpoutena.

Kuvan 18 verkossa esitystavan suunnittelu monimutkaisimman kytkentäpisteen (ylempi kuva) ehdoilla takaa sen, että samanlainen esitystapa voidaan säilyttää myös yksinkertaisemmissa kytkentäpisteissä. Jos sivun asetelu olisi toteutettu alemman kuvan ehdoilla, olisi ylemmän kuvan sisältö jouduttu järjestelemään uudelleen tai jopa jakamaan useammille sivuille, mikä olisi heikentänyt dokumentin selkeyttä. Kymmeniä saman kaltaisia kytkentäkaavioita sisältävä dokumentaatio hyötyy huomattavasti asettelu samankaltaisuudesta.



Kuva 18. Näkymien suunnittelu kohteen laajuuden ehdoilla.

Kuvan 18 esimerkissä näkymät on suunniteltu niin, että dokumentissa esitetään vain kahden levyisiä objekteja. Leveämmät objektit sijaitsevat fyysisesti siinä jakamossa, jonka näkymää katsellaan. Jakamon ulkopuolella olevat objektit on tilankäytön ja luettavuuden vuoksi pienennetty, mutta kuitenkin näkyvissä, jotta koko ristikytkentäketju näkyisi runkokytkimelle asti (keltaiset viivat ovat kuitukytkentäkaapeleita).

Esitystasolla olevan kerrosjakamon kuitureitti ristikytkentöineen nähdään kokonaan runkoon asti. Tässä esitystavassa aluejakamojen kuituristikytkennät näkyvät dokumentissa kahteen kertaan: aluejakamon kytkentäkuvassa, sekä kunkin talo-/kerrosjakamon omassa näkymässä. Tämä on ollut tietoinen ratkaisu kytkentäketjun esittämisen selkeyttämiseksi, mutta ei välttämättä kaikissa tapauksissa paras.

Verkon topologiaa voi sekoittaa jopa merkityksettömältä tuntuvalta asialla: esimerkiksi jos huonerasia jätetään asentamatta sillä perusteella, että kytkinkaappi on samassa huoneessa, jolloin laitekaapelin saa kytkettyä suoraan kytkimeen ja säästetään kaapelointikustannuksia, se voi aiheuttaa yllättäviä hankaluuksia fyysisen topologian dokumentoinnissa. Sivun asettelussa voidaan joutua turvautumaan kompromisseihin, jotta poikkeus saadaan kuvattua. Ja jos noudatetaan periaatetta, että dokumentin rakenne ja esitystapa säilyy samanlaisena kaikkialla, voi yksi tällainen topologinen poikkeus heikentää koko dokumentaation käytettävyyttä.

5.2.4 Yleiskaapelointijärjestelmä

Fyysinen verkko kannattaa mieltää yleisinfrastruktuuriksi, joka ei seuraa ainoastaan rakennushetken uusimpia IT-alan trendejä, vaan sen käyttöikä ulottuu jopa vuosikymmenien päähän.

Elektroniikan ja signaalitekniikan kehittymisen myötä samasta fyysisestä kaapelista saadaan ulos koko ajan enemmän kapasiteettia, mikä pidentää verkon käyttöikää, vaikka nopeusvaatimukset samaan aikaan jatkuvasti kasvavatkin. Kategoria 6A:n (ISO 11801 luokka E_A) mukaisen Ethernet-kaapeloinnin käytännön liikennöinti nopeus on jo tällä hetkellä 10 Gb/s täydellä yleiskaapelointijärjestelmän mukaisella kaapelipituudella (100 m), vaikka se oli standardia vuonna 2003 kehiteltäessä määritelty toimimaan vain 55 metriin saakka ja vaati kategoria 7:n toimiakseen täydellä kaapelipituudella (IEEE 10GBaseT 2003, 7). Käytännössä normaalilla Kategoria 6:n (luokka E) kaapeloinnilla saavutetaan toimiva 10 Gb/s verkkoyhteys 55 metrin kaapelipituudella.

Tällä hetkellä jo 1 Gb/s riittää käytännössä kaikkiin yksittäisen tietokoneen tietoliikennetarpeisiin, sillä kiintolevyjen luku- ja kirjoitusnopeudet rajoittavat tiedonsiirtokapasiteettia. Mutta vaikka tarpeet 10-kertaistuisivat, tänään rakennettu Cat6A-lähiverkko pystyy näitä tarpeita palvelemaan. Palvelin- ja konesali-infran osalta vaatimukset ovat tietenkin suuremmat,

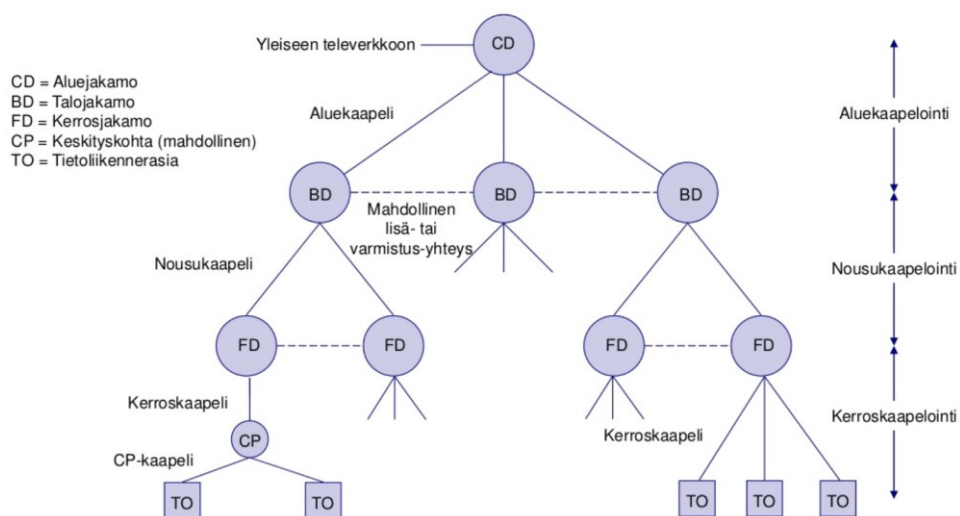
koska niiden verkkoliityntöihin ohjautuu useampien tietokoneiden dataliikenne.

Ethernet-verkon avulla laitteille voidaan syöttää myös käyttöjännitettä (Eisen 2008, 4-5). Päätelaitteiden langattomuuden lisääntyessä voi tulla eteen tilanne, jossa päätelaite pystyisi kyllä kommunikoimaan verkkoon langattomasti, mutta käyttöjännite on kätevintä ja asennusteknisesti huomattavinta syöttää lähiverkon kautta, joten Ethernet-yhteys on lopulta järkevin liitännävaihtoehto. Tämäkin osaltaan ylläpitää fyysisesti kaapeloidun verkon asemaa ja tarpeellisuutta myös tulevaisuudessa.

Kuten edellä on osoitettu, standardit toimintatavat ovat tärkeitä, koska tehtyjen ratkaisujen kanssa työskennellään pitkiä aikoja, ja huonojen ratkaisujen vaikutus kertautuu käyttöiän funktiona. Sen vuoksi on kehitetty yleiskaapelointijärjestelmäksi kutsuttu tapa standardisoida verkon ja muun rakennuskaapeloinnin asennus-, mittaus- ja dokumentointikäytäntöjä. Se määrittelee nykyaikaisen tietoverkkokaapeloinnin vaatimukset ja rakenteen. (50173-1 2007, 42-48.)

Jos yleiskaapelointijärjestelmää on hyödynnetty verkon rakentamisessa, se antaa hyvän pohjan myös hierarkian ja komponenttien nimeämiskäytäntöjen suunnittelulle. Standardin avulla luodaan topologiaan yksinkertainen verkkoympäristö, jota on helppo dokumentoida, ja jonka dokumentointia on helppo skaalata tarpeen mukaan yksityiskohtaisemmalle tasolle.

Yleiskaapelointistandardissa kuvataan järjestelmän piiriin kuuluvat osajärjestelmät, sekä tekniset komponentit, ja niihin liittyvät määrytykset ja ohjeistukset. Dokumentoinnin kannalta olennaiset osajärjestelmät näkyvät kuvassa 19. Yleisen televerkon liityntäpisteestä lähtevä *aluekaapelointi* liittyy talojakamoon (BD), ja jatkuu siitä *nousukaapelointina* kerrosjakamoon (FD) ja siitä *kerroskaapelointina* työpisteiden yhteydessä sijaitseviin tietoliikennesoihin (TD). (50173-1 2007, 42-48.)



Kuva 19. Yleiskaapelointijärjestelmän rakenne (Sesko 2016, 12).

Kerroskaapeloinnilla (käytetään myös termiä huoneistokaapelointi) tarkoitetaan toimisto- tai tuotantotilojen pysyvän siirtotien yleensä kierretyllä parikaapelilla toteutettua ethernet-kaapelointia kerrosjakamon ja tietoliikennesivun välillä. (50173-2 2007, 24 ja 32.)

Jossain tapauksessa pysyvän siirtotien dokumentointi on jo hoidettu jonkun toisen osapuolen toimesta; tilan vuokraajan, tuotanto- tai kunnossapito-osaston jne. Tällöin kaapeleilla ja rasioilla on jo tunnuksia, joita voi suoraan hyödyntää ristikytkennän dokumentoinnissa.

Kerroskaapelointi voi olla dokumentoitu graafisena rakennuspiirustuksiin, mutta vanhemmissa rakennuksissa usein vain taulukkomuodossa, jossa on kuvattu kaapelin lähtöpiste ja määränpää tunnuksineen. Jos dokumentoidaan sellaista olemassa olevaa verkkoa, jossa kaapelin reitti on tuntematon, voi tällainen dokumentointitapa olla kaikkein järkevin.

Jos reittejä kaapelikouruissa ja seinärakenteissa dokumentoidaan, reittitietojen pitää tietenkin vastata todellisuutta. Tämän varmistaminen voi olla aikaa vievä tehtävä. Sen sijaan kaapelin päät ovat helposti löydettävissä, jos yhtään tunnetaan dokumentoitavaa rakennusta. Reitin varmistamiseen voi käyttää myös kaapelitutkaa (kuva 20), jolla kaapeliin ohjataan signaali, jota kuunnellaan kaapelin suojavaipan päältä.



Kuva 20. Kaapelitutka Fluke 2042 (Fluke n.d.).

Ristikytkentädokumentissa kuvataan kerrosjakamokohtaisesti huoneistokaapeloinnin kytkentöjä verkon aktiivilaitteille. Nämä kytkennät muuttuvat usein, joten graafinen dokumentti voi olla hankala ylläpitää. Kerroskaapeloinnin ristikytkentöjen dokumentointi onkin puhdasta kahden pisteen välisen kytkennän esittämistä, jos se on topologisesti oikein suunniteltu, joten taulukkomuoto soveltuu siihen erittäin hyvin.

Kuitukaapelireitin varrella olevat kytkennät kuitupaneelist suoraan läpi seuraavaan täytyy harkita tapauskohtaisesti. Taulukkomuoto voi joskus olla oikea valinta, mutta jos graafinen dokumentti on tehty muodoltaan ja esitystavaltaan sellaiseksi, että kytkentöjen graafisesta kuvaamisesta on hyötyä verkon topologian tai toiminnan kuvaamiseksi, kannattaa nämä tiedot ylläpitää graafisesti. Tyypillisesti kuitukytkennät muuttuvat verrattain harvoin, joten helposta ylläpidettävyydestä saatava hyöty ei ole niin selkeä kuin parikaapeliverkon kohdalla.

Kuva 21 esittää, että kytkentätaulukossa tulisi näkyä portin VLAN-määritys, porttinopeus ja dupleksisuus (ainakin jos ne poikkeavat laitteen oletusasetuksesta, joka useimmiten tarkoittaa automaattivalintaa), kytkennän porttitunnus, sekä jonkinlainen kuvaus liitetystä laitteesta. Kenttien värikoodauksella voidaan erotella eri aliverkoissa olevia laitteita toisistaan.

Port	State	VLAN	Connectio	Device	Description / location	Notes
1 / 01	Enabled	10	A02	PC	Room 200	
1 / 02	Enabled	20	A01	Server 3	Room 200, Web-server, internal	
1 / 03	Disabled	1	-			
1 / 04	Disabled	1	-			
1 / 05	Enabled	10	A05	PC	Room 232	
1 / 06	Disabled	1	-			
1 / 07	Enabled	13	A08	KT2PR	Printer, Room 233	
1 / 08	Disabled	1	-			
1 / 09	Disabled	1	-			
1 / 10	Enabled	10	A11	PC	Room 235	
1 / 11	Enabled	11	A07	Camera	Room 233	
1 / 12	Enabled	1				

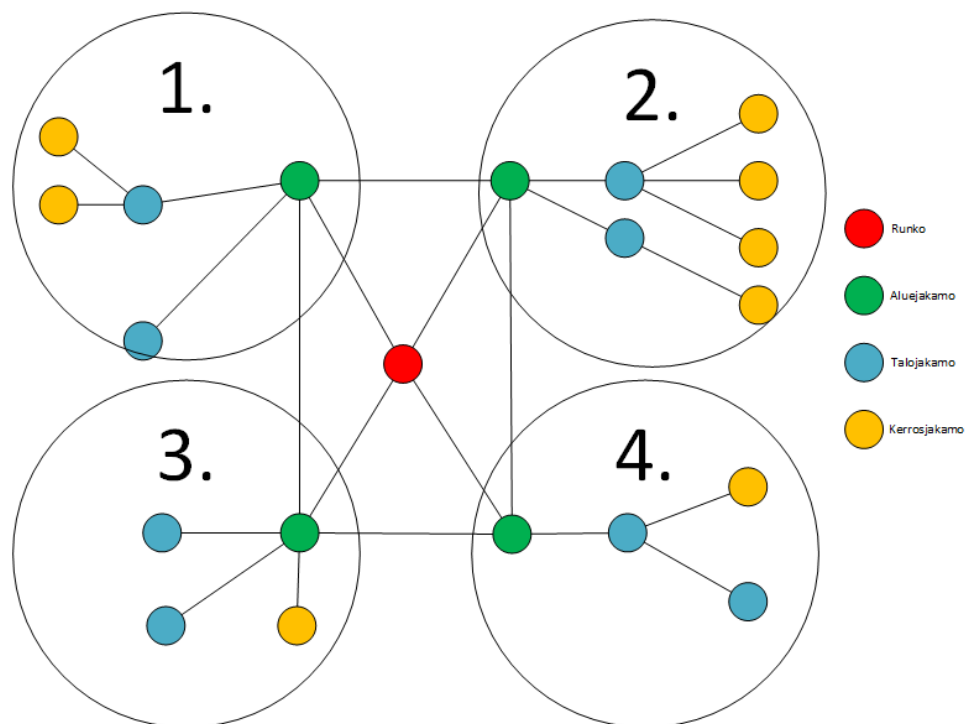
Kuva 21. Taulukkomuotoinen kytkentädokumentti.

Nousukaapelointi on talojakamosta eri kerroksiin tai rakennuksen osiin levittyvä verkkokaapeloinnin osa. Toiminnallisesti se ei eroa aluekaapeloinnista, joten verkon fyysisen dokumentoinnin kannalta niitä voidaan pitää jossain määrin saman kaltaisina. Standardin kolmas kaapeloinnin osajärjestelmä *aluekaapelointi* tarkoittaa rakennuksia aluejakamoiden kautta yhdistävää verkkoa. (50173-1 2007, 46.)

Standardi määrittelee hyvin tarkasti, miten verkon topologia tulisi rakentaa. Esimerkiksi aluekaapeloinnilla ei pitäisi yhdistää rakennuksia suoraan toisiinsa, vaan ainoastaan aluejakamoiden kautta. Teollisuusympäristöissä standardin käytännön tulkinnoissa otetaan jossain määrin vapauksia, koska aluejakamot toimivat usein myös kyseisen rakennuksen talojakamoina.

Poikkeukset pitää huomioida dokumentin rakennetta ja esitystapaa suunniteltaessa. Verkon rakenne ja erityisesti jakamoiden välisten kytkentäkettujen pituus vaikuttavat merkittävästi siihen minkälainen esitystapa dokumenttiin kannattaa valita. Aina kun standardista ratkaisusta poiketaan, täytyy dokumentaatiota jollain tavalla soveltaa. Ja koska sitä käytännössä joudutaan tekemään aina silloin, kun ei olla dokumentoimassa täysin uuden, standardien mukaan rakennetun rakennuksen verkkoa, on puhdasoppisen yleiskaapeloinnin esittely jätetty tässä opinnäytetyössä suhteellisen

vähälle huomiolle. Tärkeintä on tiedostaa rakenteet joihin kannattaa pyrkiä, ja siihen yleiskaapelointistandardi antaa tukea. Kuvassa 22 esitetään erilaisia topologisia poikkeamia.



Kuva 22. Poikkeamat standardin määrittämästä topologiasta.

Kuvan 22 esimerkki 2 on puhdasoppinen yleiskaapelointijärjestelmän toteutus, joka sisältää kaikki standardin määrittelemät tasot oikeissa suhteissa toisiinsa. Muut kohdat esittävät poikkeuksia standardista.

Kohdassa 4 on ketjutettu kaksi talojakamoja toisiinsa, mikä voi jossain tapauksissa olla perusteltua. Esimerkiksi haasteellinen maankaivutöitä vaativa ympäristö, jossa reitti rakennusten välille on helpompi tehdä kuin reitti aluejakamolta kauimmaiseen rakennukseen. Tällainen kaapelointitopologia ei välttämättä tarkoita sitä, että verkossa olisi kytkennällisesti useita työryhmäkytkimiä ketjutettuna, jos yhteys kulkee kytkentäpisteen läpi, mutta käyttää erillistä sille varattua kuitua.

Kohdassa 3 yksi kerrosjakamoista on yhdistetty suoraan aluejakamoon, mikä voi olla perusteltu ratkaisu silloin, kun aluejakamo sijaitsee jo fyysisesti samassa rakennuksessa.

Kohtien 1, 3 ja 4 esimerkeissä päätelaitteet on yhdistetty suoraan joihinkin talojakamoihin ilman kerrosjakamoja (siniset ympyrät toimivat kuituverkon päätepisteenä keltaisten sijaan), mikä voi olla luonteva ratkaisu pienen rakennuksen tapauksessa. Kyse on kuitenkin vain määritelmästä. Voidaan periaatteessa sopia, että kun talojakamo ja kerrosjakamo esiintyvät hierarkiassa samalla tasolla, niitä käsitellään kerrosjakamoina.

Lähiverkon alueella topologia voidaan ajatella niinkin, että aluekaapelointi muodostaa runkoverkon, ja nousukaapelointi on tästä rungosta eteenpäin puumaisesti laajeneva osa. Näin talo- ja kerrosjakamo ei välttämättä tarvitse erotella toisistaan käsitteellisesti. Idean toimivuus riippuu lähiverkon maantieteellisestä rakenteesta ja siitä minkälaisia rakennuksia lähiverkon alueella on.

Aluekaapeloinnin dokumentointi kannattaa yleensä toteuttaa graafisesti, koska se voi kulkea useamman talo- tai kerrosjakamon läpi, ja kauttakulku-pisteiden määrä voi vaihdella eri paikoissa voimakkaasti, minkä vuoksi fyysinen kytkentä voi muodostua mahdottomaksi kuvata taulukossa. Ylipää-tään aina, kun kuvataan useamman eri pisteen kautta kulkevaa *reittiä*, eikä kahden pisteen välistä *yhteyttä*, se on helpompi esittää graafisesti kuin taulukossa.

Dokumentointimielessä voi olla verkon koosta riippuen käytännöllistä yh-distää valokuituna toteutetut alue- ja nousukaapelointi samaan doku-menttiin, ja parikaapelointina toteutettu kerroskaapelointi omaansa.

5.3 Sisällön ja näkymien rajaaminen

Dokumentaation hierarkia ja muoto pitää suunnitella palvelemaan kaikkia niitä eri tilanteita, joissa dokumentin sisältämää tietoa tarvitaan. Se voi toi-sinaan johtaa tilanteeseen, jossa varmuuden vuoksi lisätään dokumenttiin tietoja, jotka eivät siihen loogisesti kuuluisi, tai jotka on jo jossain toisaalla esitetty. Sisällön rajaaminen onkin usein hankalampaa kuin ”varmuuden vuoksi” kaiken mahdollisen sisällyttäminen yhteen dokumenttiin. Järke-västi rajattu sisältö helpottaa dokumentin päivittäistä ylläpitoa, eli tiedon rajaamisen suunnitteluun käytetty vaiva maksaa itsensä takaisin työajan tehostumisena.

Esimerkiksi kerroskaapeloinnin ristikytkentämuutoksia tehtäessä ei tarvita ristikytkettävien laitteiden IP-osoitteita, joten kyseisen tiedon näyttämi-nen ja ylläpitäminen ristikytkentädokumentissa on tarpeetonta. IP-osoitteiden esittäminen ristikytkentädokumentissa on siksikin ongelmal-lista, ettei kaikkia osoitteita voida kuitenkaan esittää tällä tavoin. Kaikki IP-osoitteita itselleen varanneet laitteet eivät ole kaiken aikaa kytkettynä, tai aliverkkoihin on tehty IP-suunnitelmamielessä varauksia tulevaisuudessa verkkoon liitettäville IP-osoitteellisille laitteille, tai käytössä olevien laittei-den varalaitteille. Offline-laitteiden osoitteet täytyisi joka tapauksessa do-kumentoida jossain, joten on loogista dokumentoida myös online-laittei-den osoitteet samassa paikassa.

Komponentin tunnuksen esitystapa, ja komponentin todellinen tunnus voivat eri osassa dokumenttia - tai jopa dokumentin ja fyysisen maailman välillä - poiketa toisistaan. Tällaiset poikkeavuudet täytyy määritellä selke-ästi, jotta dokumenttien käyttäjillä on käsitys siitä, mitä merkinnällä tarkoi-tetaan.

Esimerkiksi seinäkouruun asennetun työpisterasian portin täydellinen tunnus voi sisältää tiedon rakennuksesta, tietoverkkoa hallinnoivasta osastosta, kaapelityypistä, ja vasta sen jälkeen tiedon ristikytkentäpisteen sijainnista, paneelitunnuksesta ja portista. Tunnuksen näkyvästä osasta voidaan poistaa ne asiat, jotka eivät tuo lisäarvoa informaatioisisältöön tyypillisen käyttötilanteen kannalta. Näkyvästä nimestä voidaan jättää pois esimerkiksi rakennuksen tunnus, koska se on joka tapauksessa jo tiedossa, kun kytkentöjä tehdään. Sen sijaan verkkodokumentissa rasiatunnus pitää näkyä kokonaisuudessaan kaksoisarvojen välttämiseksi. Näihin asioihin palataan tarkemmin kohdassa 6.1.

Edellä mainitut tarpeet ja rajoitukset tulee huomioida jo hierarkian suunnitteluvaiheessa, jottei dokumentointityön aloittamisen jälkeen jouduta tekemään muutoksia dokumentin ison mittakaavan rakenteeseen. Ne ovat useimmiten suuritöisiä ja alttiita inhimillisille virheille.

5.3.1 Aluejaottelu

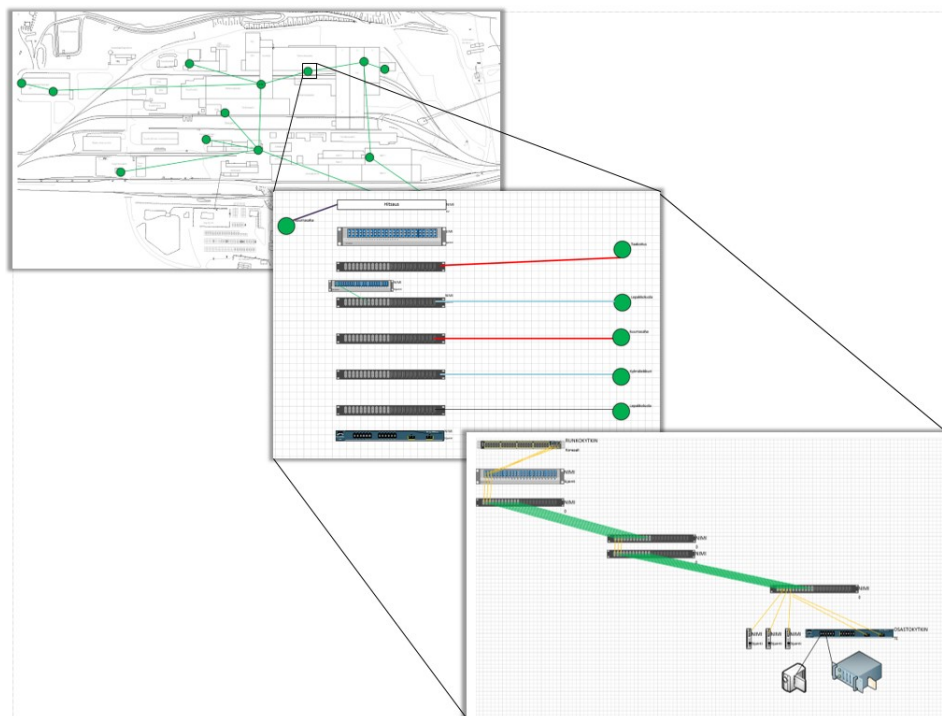
Niin graafisissa kuin taulukkotyyppisissäkin dokumenteissa saman fyysisen verkkoalueen laitteiden ja kytkentöjen tulisi näkyä yhdellä sivulla. Fyysisen verkon dokumenteissa näkymien sisällön rajaamisen perusteellinen suunnittelu on tärkeää, koska tulevaisuudessa verkko voi laajentua niin, ettei dokumentoitava alue enää mahdu käytettävissä olevaan tilaan. Esimerkiksi taulukkoon voi lisätä rivejä, mutta sarakkeiden lisääminen tai leventäminen voi olla tulostettavaksi tarkoitettussa dokumentissa ongelmallista.

Graafisen dokumentin hierarkian suunnittelussa on huomioitava se, mikälaista tietoa milläkin esityskerroksella halutaan näyttää. Lisäksi on jo alussa oltava käsitys dokumentoitavasta laite- ja komponenttimäärästä ja verkon topologiasta, koska sillä voi olla vaikutusta näkymien rajaamisen tarpeisiin. Yleensä kannattaa etsiä verkosta suurimman laitemäärän sisältävä kytkentäpiste, koska jos sen saa järkevästi kuvattua käytettävissä olevassa sivupinta-alassa, onnistuu myös pienempien kohteiden dokumentointi. Tätä on havainnollistettu kohdan 5.2.3 kuvassa 18 (sivulla 42).

Ensimmäisessä vaiheessa voi yksinkertaisesti kokeilla miltä erilaiset näkymät näyttävät, ja miten ne käyttäytyvät dokumentin muokkaustilanteissa.

Kuvassa 23 esitetään yksi tapa rakentaa näkymien hierarkia. Ensimmäisellä tasolla kuvataan koko verkon aluekartta jakamoineen ja niiden välisine aluekaapelireitteineen. Tällä tasolla ei ole välttämätöntä, että kaapelia kuvaava viiva erittelee kaapelityypit toisistaan. Jossain tapauksissa sekin voi olla perusteltua. Toisella tasolla kuvataan jakamo paneelitasolla esittäen kuitutyypit ja niiden kohteet paneelista eteenpäin. NetTerrainin kaltaisella työkalulla kytkentäkaapin koko kalustus voidaan tällä tasolla mallintaa, jolloin dokumentti näyttää kaapissa käytettävissä olevan tilan, ja sähköenergian kuormituksen. Kolmannella tasolla kuvataan kuituja tai kuitupareja,

sekä yksittäisiä laitteita ja niiden kytkentöjä joko paikallisesti aluekaapeloinnin sisällä, kuten kuvassa 23, tai jopa koko verkon läpi runkoreitittimelle asti kulkevana ristikytkentäketjuna, kuten kuvissa 15 (sivu 37), 16 (sivu 40) ja 18 (sivu 42).



Kuva 23. Dokumentoinnin pohjana käytettävä hierarkiamalli.

5.3.2 Dokumentin käyttökohteet

Näkymän rajaamisen lisäksi pitää dokumentaation jokaisen osa-alueen kohdalla päättää tehdäänkö dokumentista tulostettava vai tietokoneen ruudulla katseltava.

Käyttökohde voi vaikuttaa myös komponenttien nimeämisstandardiin. Tulostettavan taulukkomuotoisen dokumentin tapauksessa esimerkiksi paneeliposition tunnus "B15" (paneeli B, positio 15) voi kertoa aivan riittävästi, koska kyseistä sivua katsottaessa tiedetään esimerkiksi otsikon perusteella sen liittyvän tiettyyn kerrosjakamoon. Mutta sähköisessä dokumentissa merkkijonohakutyökalujen käyttö saattaa palauttaa suurenkin määrän kaksoisarvoja. Useammassa kerrosjakamossa voi olla paneeli B, josta löytyy positio 15. Mutta jos solun arvoon lisätään jakamoa kuvaava osa, esimerkiksi "25", kertoo 25B15 myös hakutoimintoa käytettäessä yksiselitteisesti mistä on kysymys, kunhan huolehditaan siitä, että tunnus 25 on uniikki.

Loogisessa verkkodokumentissa käyttökohteiden mukainen hierarkia tarkoittaa lähinnä sitä, mistä näkökulmasta verkko halutaan esittää, kuten luvussa 5 kerrottiin. Tyypillisin looginen verkkodokumentti on graafinen dokumentti. Sen yleisin tarkoitus on esittää nopealla vilkaisulla yleiskuva

verkko- tai järjestelmäympäristöstä. Hierarkiaa suunniteltaessa loogisessa esitystavassa pitää myös miettiä miten yksityiskohtaista informaatiota on tarkoituksenmukaista esittää, ja miten se saadaan mahtumaan käytettävissä olevaan tilaan. Erityisesti loogisessa dokumentaatiossa voi olla niinkin, ettei yhtä oikeaa tapaa ole, vaan hyvään ja havainnolliseen dokumenttiin voi päästä monella tavalla.

5.4 Oikean työkalun valinta

Kohdassa 5.3 kuvattiin mihin tarkoitukseen kukin työkalutyyppeistä tyypillisesti soveltuu parhaiten. Kun dokumentoitavana on laaja verkkokokonaisuus, on yleensä järkevää hyödyntää kaikkia dokumentointityökaluja yhdessä: graafinen dokumentti kuvaamaan kaapelireittejä, taulukko kuvaamaan parikaapelikytkentöjä ja osoitesuunnitelmaa, sekä dynaamiset työkalut kattamaan muut osa-alueet. Jossain tapauksissa tätä jakoa voi olla perusteltua rikkoa.

Mikään ei estä dokumentoimasta jopa koko verkkoa graafisilla työkaluilla. NetTerrainin kaltaista älykästä dokumentointiohjelmistoa käytettäessä koko verkkodokumentointin keskittäminen yhdeksi kokonaisuudeksi voi palvella kokonaistarvetta huomattavasti paremmin kuin dokumenttien riippottelu eri sovellusalueisiin ja esitysmuotoihin. Toisaalta yksittäisten verkkomuutosten dokumentointi saattaa olla työläämpää, kuin kutakin tarvetta varten optimoiduissa esitystavoissa. Karkeasti voidaan sanoa, että mitä suurempaa verkkokokonaisuutta samalla työkalulla ollaan dokumentoimassa, sitä enemmän suunnittelua sen vaatii.

Varsinkin graafista dokumenttia suunniteltaessa pitää pohtia mitä tehdä, jos dokumentointiohjelmo häviää markkinoilta, tai objektkirjastoja ei enää päivitetä. Moni perusteellisia Netviz-dokumentteja tuottanut ja ylläpitänyt järjestelmätoimittaja tai IT-osasto on ollut pulassa sen jälkeen, kun Netviz hävisi markkinoilta. Vanha versio voi toimia tiettyyn rajaan saakka uudemmissa käyttäjärjestelmissä, mutta tekniseltä kikkailulta ei voi välttyä, kun yritetään käyttää yli 10 vuotta vanhaa ohjelmistoa moderneilla käyttäjärjestelmissä. Esimerkiksi Netviz 7.0 toimii Windows 7 ja 10 käyttäjärjestelmissä täydellisesti vain yhteensopivuustilassa ja käytettävää väri-syvyyttä rajoittamalla.

Jossain vaiheessa vanhentuneen ohjelmiston käyttäminen muuttuu mahdollottomaksi, jolloin dokumentin sisältö on pakko siirtää toiseen sovellusympäristöön. Mitä täydellisempi ja kattavampi dokumentti on, sitä isompi työ on sen siirtämisessä, joten sitä suuremmalla syyllä sitä pitäisi miettiä jo dokumentoinnin suunnitteluvaiheessa.

Mitä laajemmalle levinnyt dokumentointiin käytetty ohjelmo on, sitä todennäköisemmin dokumentaatio on siirrettävissä jollekin toiselle alustalle menettämättä olennaista dataa. Excelin kohdalla tiedostoforfaatit eivät todennäköisesti ikinä muutu niin paljon, että taulukot lakkaisivat kokonaan

toimimasta uudemmassa versiossa. Silti Excelin erikoisominaisuuksien hyödyntämisessä kannattaa käyttää harkintaa, ja toteuttaa dokumentaatio mahdollisimman pitkälle ohjelmiston perusominaisuuksia hyödyntäen. Esimerkiksi jo solujen automaattinen muotoilu sisällön perusteella voi aiheuttaa ongelmia, jos Excel-versioiden välillä on 10 vuotta aikaa (Excel 2007->2016).

Graafisten työkalujen kohdalla uhkakuva yhteensopivuuden rikkoutumisesta on vieläkin todellisempi. Ja mitä pienempi sovellusyritys ohjelmiston takana on, sitä isompi riski sen tuotteisiin tukeutuminen on. Ohjelmistoja kannattaa arvioida kriittisesti yhteensopivuuden ja siirrettävyyden, eikä niinkään hinnan näkökulmasta. Kalliimpi hankinta- ja ylläpito hinta maksaa itsensä takaisin siinä vaiheessa, kun dokumentin alustan vaihtoon ilmaisohjelmasta toiseen menee pari kuukautta työaika.

NetTerrainin valttina on ohjelmiston sisältämä mahdollisuus Netviz-dokumenttien tuontiin, johtuen sovelluskehittäjien Netviz-taustasta. Se helpottaa ainakin todella suurten dokumentaatioiden siirtoa vanhasta järjestelmästä uuteen, vaikkei sekään siirrä kaikkea tietoa täydellisesti. (Graphical Networks netviz n.d.)

Jos automaattinen tuonti ei ole mahdollinen, pitää tiedot siirtää käsin. Toimenpiteen helppous riippuu siitä, miten dokumentti on alun perin toteutettu. Siksi siirrettävyyttä on syytä miettiä jo dokumentoinnin hierarkian suunnitteluvaiheessa.

Tietenkään dokumentaation elinkaariajattelu ei saa liikaa ohjata suunnittelua. Dokumentaatio on toteutettava sellaisella yksityiskohtaisuuden tasolla, kuin verkon ylläpidon näkökulmasta on hyödyllistä, vaikka se tarkoittaisi riskejä dokumentaation myöhemmälle siirrettävyydelle ohjelmistosta toiseen.

6 OBJEKTIEEN MÄÄRITTELY

Siinä vaiheessa, kun tiedetään verkkodokumentin hierarkia, sekä se min-kälaisilla työkaluilla eri osa-alueet tullaan toteuttamaan, siirrytään suunnittelemaan piirrosobjektien käyttöä ja komponenttien nimeämisjärjestelmää. Ne muodostavat pohjan, jolle koko dokumentaation päivittäinen ylläpito rakentuu.

Ylläpidon helppouden pitäisi olla aina visuaalista näyttävyyttä tärkeämpää. Kytöinten malli- ja lukumääräinventariota on kätevämpi ylläpitää Excel-tilukoissa tai laiterekisterissä tietokantamuodossa, kuin graafisissa dokumenteissa. Visuaalisesti aidon näköinen objekti dokumentissa - eli tavaltaan inventointi verkkodokumentin sisällä - ei välttämättä ole ylläpidon kannalta järkevin vaihtoehto. Syihin palataan myöhemmin.

6.1 Nimeämisjärjestelmä

Nimeämisjärjestelmää voi soveltaa yrityksen verkkoympäristön monimutkaisuudesta riippuen hyvinkin vapaasti. Pääasia on, että järjestelmä on samanlainen koko verkon alueella. Siksi sille kannattaa suunnitella alusta alkaen nimeämishierarkia, joka huomioi kaikki pysyvän siirtotien komponentit ja päätelaitteet. Päätelaitteiden nimeämisstandardi ei välttämättä palvele ainoastaan verkon dokumentointia, mutta esimerkiksi standardit laitetyyppitunnukset kytkentädokumenteissa selkeyttävät laitteiden käyttämän aliverkon ja laitteen roolin ymmärtämistä.

Jos lähtötilanne on sellainen, ettei mitään olemassa olevaa nimeämisjärjestelmää ole, eli käytännössä rakennetaan täysin uutta verkkoa, saavutetaan kaikkein yhdenmukaisin ympäristö. Verkon suunnittelijan ei tarvitse tehdä kompromisseja sovittaakseen uusi verkko olemassa olevaan ympäristöön.

Toinen ääripää on sellaisen verkon dokumentointi, jonka eri osissa on käytetty eri nimeämiskäytäntöjä, ja mahdollisesti osaa komponenteista ei ole nimetty lainkaan. Nimeämättömien komponenttien nimeäminen tai nimeämisstandardin vaihtaminen voi olla luultua hankalampaa, sillä täytyy päättää mitä olemassa olevista standardeista noudatetaan, vai kannattaako luoda kokonaan uusi standardi entisten rinnalle. Fyysisten tietoverkkojen pitkäikäisyyden vuoksi standardeja luotaessa tarvitaan pitkälle tulevaisuuteen ulottuva käsitys siitä, miten nimeämishierarkia saadaan muutumaan tulevaisuuden tilanteisiin.

Sekaympäristössä nimeämisperiaatteen pitää olla helposti ymmärrettävissä, käyttöön otettavissa, ja opastettavissa muille. Näin siksi, että jos olemassa olevaan, nimeämiskäytännöltään kirjataan verkkoympäristöön luodaan uusi nimeämisstandardi, jota aiotaan hyödyntää verkon tulevissa laajennuksissa – ajatuksena, että uusi standardi vähitellen korvaisi olemassa olevan ympäristön - voi tavoitteeseen pääseminen ylittää jopa työntekijäsukupolven rajat.

Nopeasti ulkoistushankkeiden ja työvoiman liikkuvuuden takia muuttuvassa työelämässä standardit kehittänyt ja niihin itse sitoutunut henkilö ei välttämättä jossain vaiheessa enää ole yrityksen palveluksessa. Hänen seuraajallaan voi olla täysin erilainen näkemys siitä, mikä on hyvä nimeämiskäytäntö. Siksi nimeämiskäytännön pitäisi olla sellainen, ettei siitä muodostu mielipidekysymystä, vaan käyttöön otettu järjestelmä olisi mahdollisimman yksiselitteisesti paras mahdollinen. Jos kulloinkin vastuussa oleva ylläpitäjä muuttaa standardit oman näkemyksensä mukaiseksi, voi käydä niin, ettei saavuteta ikinä tilannetta, jossa uusi standardi olisi kaikkialla käytössä.

Nimeämiskäytännöissä tulisikin noudattaa virallisia standardeja, esimerkiksi yleiskaapelointijärjestelmää tai alan de facto-menetelmiä, ellei jostain syystä ole pakko yhdistellä standardeja ja itse kehitettyjä käytäntöjä toisiinsa. Ulkopuolelta tuleva standardi on helpoin perustella parhaaksi vaihtoehdoksi työvoiman muutostilanteissa, koska siihen ei sisälly henkilökohtaista tunnesidettä kenenkään näkökulmasta katsottuna.

Tämän opinnäytetyön nimeämiskäytäntöesimerkit on luotu raskaan teollisuuden tehdasympäristöjen tarpeisiin. Teollisuusympäristön dokumentointi on hankalampaa - tai ainakin hyvin erilaista - verrattuna perinteisiin toimistorakennuksiin ja kouluihin. Toisaalta tehdasympäristön standardeja voi helposti skaalata soveltumaan pienempien tai muutoin erilaisten ympäristöjen dokumentointiin. Tehdasympäristö muodostaa kertaluokkaa suuremmaksi skaalattuna ikään kuin WAN-ympäristön, joten sen suunnitteluperiaatteita voi tietyiltä osin hyödyntää myös LAN-verkkojen ulkopuolella.

Teollisuudessa uudenlaisia haasteita verkon ylläpidon lisäksi myös dokumentoinnille aiheuttavat rakennusten eri ikäisyys, seinärakenteiden monimuotoisuus, turvallisuusnäkökohdat, fyysinen ja ilmastollinen kuormitus, sekä se, että verkot voivat olla peräisin hyvinkin pitkältä ajanjaksolta. Tässäkin mielessä teollisuuden LAN on tavallaan kuin operaattoriverkko; sielläkään operaattorit eivät uudista kaikkia verkkonsa laitteita ja komponentteja kerralla, vaan ympäristö sisältää hyvin heterogeenisen laite- ja kytkentäkannan, jonka kanssa ylläpitäjät työskentelevät. Nimeämisjärjestelmät luovat tällaiseen verkkoon yhtenäisyyttä ja ymmärrettävyyttä.

6.1.1 Pysyvän siirtotien tunnushierarkia

Tässä osiossa on esitetty eräs nimeämishierarkia. Sen perusteella syntyy tunnus, joka näennäisestä monimutkaisuudestaan huolimatta on helposti luettavissa. Siinä tunnuksen eri osat erotellaan toisistaan joko välimerkein tai merkkityyppiä vaihtamalla, jolloin ei tarvitse arvailla onko kyseessä kaksinumeroinen tunnus vai kaksi yksinnumeroista tunnusta. Tunnuksessa siis vuorottelevat kirjaimet ja numerot, tai muut välimerkit. Esitellyllä nimeämishierarkialla voidaan nimetä käytännössä kaikki erilaiset laitetypit.

Ympäristöstä riippuen ennen laitetypin ja kytkentäposition erittelevää tunnusosaa voi tulla yrityksen, rakennuksen, tai ympäristöä hallinnoivan osaston tunnuksia. Niissäkin tunnuksset ovat sellaisessa muodossa, että ne muodostuvat helposti ymmärrettävästä merkkijoukkokokonaisuudesta. Esimerkiksi "S18E20." voisi tarkoittaa varastorakennuksessa sijaitsevaa (S18) hälytysjärjestelmät-kategoriaan (E) kuuluvaa puhelinverkkoa (20), kun taas "S41A45." tuotantohallin toimistotietoverkkoa. Tämä muodostaa tunnuksen ensimmäisen osan.

Näitä tunnuksia käyttävät useimmiten myös muut tahot kuin IT-ylläpito, erityisesti teollisuuslaitoksissa, jossa ympäristön rakennuksille ja prosesseille on paljon eri ”omistajia”. Koko yrityksen tasolla määritelty tunnuksen alkuosa on esimerkin tapauksessa erotettu prosessin omistajan itse määrittelemästä jälkimmäisestä osasta pisteellä.

Pisteen jälkeisen osan muotoa voidaan muokata vapaammin kunkin prosessin omistajan tai toiminnon kannalta parhaiten sopivaan muotoon, koska on selvää, että sähkölaitteisto, vesiputkisto ja tietoverkko tarvitsevat erilaiset nimeämishierarkiat.

Nimeämishierarkian osastokohtaista osaa varten on ensin määritelty kaikki järjestelmässä käytettävät laiteyypit. Niiden avulla muodostetaan varsinaiset tunnuksot. Taulukossa 2 on esitetty joitakin verkkokomponentteja ja niiden kirjaintunnuksia.

Taulukko 2. Verkkokomponenttien kirjaintunnuksia (Kanerva 2002).

Kirjainmerkki	Merkitys
N	Laitekaappi / solmupiste (N ode)
W	Tietoliikennesasia (W all jack)
P	Portti (P ort)
F	Valokuitupaneeli (F iber panel)
T	Parikaapelipaneeli (T wisted pair panel)
O	Valokuitukaapeli (O ptic)
J	Kaapelin liitos (J oint)
...	...

Edellä kuvatuilla tunnuksilla ja niitä tarkentavilla numeromerkeillä voidaan tietty komponentti ilmaista esimerkiksi näin:

- S41A45.N15: toimistotietoverkon jakamokotelon (N) identifioivan tunnuslaatan teksti tietyn rakennuksen (S41) ja tietyn laitekokonaisuuden (A45) jakamossa 15.
- S41A45.F15B09: saman kotelon (15) kuitupaneeli (F) B:n porttipositio 09.
- S41A45.O15B72C: edelleen saman jakamon valokuitupaneelin B, ja jakamon 72 valokuitupaneelin C välisen valokuitukaapelin (O) tunnus.

Tällaisen yritystason ja osastotason erottelevan nimeämistavan hyvä puoli on, että jos IT-osasto luo kotelotunnuksen N15, ja sähkökunnossapito sattumalta saman kotelotunnuksen samaan rakennukseen, ne erotetaan toisistaan tunnuksen alkuosan perusteella. Siis: vaikka sähkökunnossapidolla olisi järjestelmässään luokka ”yleiset sähkölaitteet” (A), ja tietoliikenneverkko luokiteltaisi tähän samaan pääluokkaan A, niin tunnusosa 45 olisi jo varattu tietoliikenneverkolle, joten sen tilalla olisi jokin muu numero. Tällä

tavalla suunniteltu nimeämisjärjestelmä skaalautuu käytännössä loputtomiin ilman pelkoja kaksoisarvoista.

Taulukossa 3 tunnusten hierarkiaa ja muodostumista esitetään pilkottuna osiin. Kirjaimia ja numeroita ketjuttamalla voidaan hyvin monipuolisesti luoda erilaisia komponentteja ja kaapelireittejä esittäviä nimiä, jotka silti kuvaavat konkreettisesti tasolla mikä komponentti on kyseessä ja mihin se on kytketty. Järjestelmässä ei tarvita aputaulukkoa tiedon tulkitsemiseen, koska ulkoa muistettavien kirjainmerkkien määrä pysyy kohtuullisen pienenä. (Kanerva 2002.)

Taulukko 3. Tunnuksen muodostuminen (Kanerva 2002).

Rasiat								
N = laitekaappi, jakamo, solmupiste (Node)								
# = jakamon tunnus (numeerinen)								S41A45.N11
W = tietoliikennesasia (Wall jack)								
# = tietoliikennesasian tunnus (numeerinen)								S41A45.N11W1
P = portti (Port)								
# = tietoliikennesasian portin tunnus (numeerinen)								S41A45.N11W1P2
Paneelit								
F = kuitukaapelipaneeli (Fiber optic)								
# = jakamon tunnus (numeerinen)								
@ = kuitukaapelipaneelin tunnus (kirjain)								S41A15.F11A
# = kuitukaapelipaneelin kuidun numero								S41A15.F11A1
T = parikaapelipaneeli (Twisted pair)								
# = jakamon tunnus (numeerinen)								
@ = parikaapelipaneelin tunnus (kirjain)								S41A15.T11A
# = parikaapelipaneelin portin tunnus (numeerinen)								S41A45.T11A1
Kaapelin liitos								
O = kuitukaapeli (fiber Optic cable)								
# = jakamon tunnus (numeerinen)								
@ = kuitukaapelipaneelin tunnus (kirjain)								
# = jakamon tunnus (numeerinen)								
@ = kuitukaapelipaneelin tunnus (kirjain)								S41A45.O1E11A
J = kuitukaapeliliitos (Joint)								
# = kuitukaapeliliitoksen tunnus (numeerinen)								S41A45.O7B1AJ1
Kaapelitunnus (lähde-kohde)								
P = parikaapeli (twisted Pair cable)								
# = jakamon tunnus (numeerinen)								
@ = parikaapelipaneelin tunnus (kirjain)								
# = parikaapelipaneelin portin numero								S41A45.P11A1
P = parikaapeli (twisted Pair cable)								
# = jakamon tunnus (numeerinen)								
@ = parikaapelipaneelin tunnus (kirjain)								
# = parikaapelipaneelin portin numero								S41A45.P1B5P11A9

Yleisen tunnusosan ja pisteen jälkeen tuleva ensimmäinen kirjain kertoo mikä komponentti on kyseessä, kun halutaan ilmaista vaikkapa parikaapelipaneelin (T) tai valokuitukaapelin (O) tunnus.

Tunnusta voi tarpeen mukaan pilkkoa, jotta voidaan esittää kuhunkin tarpeeseen liittyen vain olennainen informaatio, eikä koko pitkää tunnusta,

josta vain pieni osa liittyy haluttuun informaatioon. Näin esimerkiksi huonerasioihin voidaan kunkin portin kohdalle merkitä tarralla pelkkä tunnus "66A15", koska rasiaa katsottaessa tiedetään jo missä rakennuksessa ollaan, ja nähdään että kyse on ethernet-liitännästä, eikä esimerkiksi paineil-maliitännästä. Mutta kun tuo sama rasiaportti dokumentoidaan piirustuk-siin, täytyy siinä käyttää täydellistä nimeä xxxxxx.T66A15. Tällä varmistee-taan, ettei dokumenteissa esiinny kaksoisarvoja eri osastojen hallin-noimissa dokumenteissa.

6.1.2 Päätelaitteiden nimeämiskäytännöt

Päätelaitteiden nimeämisessä pätevät samat lainalaisuudet kuin pysyvän siirtotien komponenteissakin. Nimien lukemista selkeyttää nimen muo-toilu niin, että kahden eri asiaa erottelevan tekstikentän välissä on nu-mero, tai toisinpäin. Ymmärtämistä helpottaa myös se, että nimi etenee loogisesti isompaa kokonaisuutta kuvaavasta osasta tarkenteeseen päin.

Nimi voi alkaa paikkakuntatunnuksella (HEL = Helsinki, TAM = Tampere jne), ja jatkaa lähiverkon tapauksessa esimerkiksi hallinnollisen osaston tai verkkoalueen maantieteellisellä tunnuksella, jonka jälkeen tulee vasta lai-tenimen erittely.

Ethernet-verkon yleiskaapelointistandardin pituusrajoituksesta johtuen yhden ristikytkentäpisteen noin 45 metrin säteen kattama alue on luon-teva laitenimen aloittava osa, koska se kertoo fyysisessä maailmassa suo-raan millä alueella laite sijaitsee. Näin maantieteelliset alueet muodosta-vat yhtenäisen nimeämistavan riippumatta laitteen tyyppistä tai käyttötar-koituksesta. Tietenkin tätä nimeämistapaa kannattaa soveltaa vain lait-teissa, jotka pysyvät paikoillaan, kuten kytkimet, tukiasemat, raskaat verk-kokopiokoneet ja tulostimet, automaatiologiikat jne.

Maantieteellisen nimen jälkeen voi tulla laitteen järjestysnumero, ja lo-puksi laitetyypin identifioiva osa. Esimerkiksi HEL2627PC tai KUO4AP ovat helpommin luettavissa kuin muodot HELPC2627 ja KUOAP4, koska jälkim-mäisissä laitetyyppi ei erotu muusta nimestä niin selkeästi. Ja useimmiten juuri laitetyypillä on verkon toiminnan kannalta enemmän merkitystä kuin laitteen järjestysnumerolla (esimerkiksi määrittely oikeaan VLAN-verkkoon, pääsylistasääntöjen luominen). Esimerkkejä laitenimistä: LOGISTIIKKA4SW, HQ3AP, MYYNTI11PR, PAKKAUS0024TC.

Taulukossa 4 esitetään järjestelmä, jossa valmiita tunnuslyhenteitä ennak-koon luomalla voidaan ohjata laitetyyppien, ja samalla koko laitenimien ni-meämistä yhdenmukaiseen suuntaan.

Taulukko 4. Päätelaitteiden nimeäminen

Lyhenne	Termin avaus	Selitys
ADC	AD-Controller	AD-kontrolleri
AP	Access Point	Tukiasema
CS	Communication Server	"Puolityhmä" valipurkki /COM-porttipalvelin / väylämuunnin verkossa
DBS	DataBaSe	Tietokanta
DC	Digital Copier	Kopiokone
DNS	Domain Name System	DNS-palvelin
DSP	Digital Signage Player	Infomonitor/Digital Signage player device
EXC	EXChange	Sähköpostipalvelin
FW	FireWall	Palomuri
HUB	HUB	Toistin
MC	Media Converter	Mediamuunnin (kuitu>kupari tms.)
MGR	ManaGeR	Hallintatyöasema
NB	NoteBook	Läppäri
PC	Personal Computer	PC
PR	PRinter	Tulostin
RTR	RouTeR	Reititin
SRV	SeRVer	Palvelin
STS	STorage System	Levyjärjestelmä
SW	SWitch	Kytkin
TC	Thin Client	Tyhmä pääte
TD	Testing Device	Mittalaite, kannettava testeri
TM	Temperature Meter	Lämpötilamittari
UPS	Uninterruptible Power Supply	Varavoima-järjestelmä
VC	Virtual Connect	Virtuaalinen liityntämoduli / kytkin
WC	Wlan Controller	WLAN kontrolleri
VCC	Video Communication Codec	Videoneuvottelujärjestelmän koodekki
VCS	Video Communication Server	Videoneuvottelujärjestelmän ohjauspalvelin
VS	Virtual Server	Virtuaalipalvelin

Kuten pysyvän siirtotien tunnushierarkiassakin, voidaan laitenimissä toteuttaa standardia tapaa sen verran ja sillä tasolla kuin se on tarkoitukseen sopivaa. Valittua tasoa täytyy sitoutua noudattamaan, ja siksi se kannattaa suunnitella huolellisesti ennakkoon.

Kuten kaikessa dokumentoinnissa, dokumentaatio on vain niin hyvä kuin sen huonoimmin ylläpidetty osakokonaisuus. Liian kunnianhimoinen dokumentointisuunnitelma voi osoittautua mahdottomaksi ylläpidettäväksi, vaikka järjestelmä itsessään olisi kuinka erinomainen tahansa.

6.2 Objektikirjasto

Graafisia dokumentteja luotaessa on jo suunnitteluvaiheessa huomioitava dokumentoitavien laitteiden määriä, laitetyppejä, kaapelityyppejä, kytkentäpaneelityyppejä ja niin edelleen, jotta syntyisi jonkinlainen käsitys siitä, mille tasolle objektien yksityiskohtaisuudessa ja eri laitemalleja kuvaavien objektivariaatioiden määrässä on järkevää mennä.

Mitä enemmän visuaalisia vaihtoehtoja on tarjolla, sitä helpommin valinnoissa ajautuu umpikujiiin, jotka huomataan vasta myöhemmin dokumentaation päivittäisen ylläpidon hankaluutena. Sen vuoksi objektikirjaston koostamiseen kannattaa käyttää jonkin verran vaivaa, ja välttyä houkutuksilta tehdä liian yksityiskohtaisia objektivalintoja.

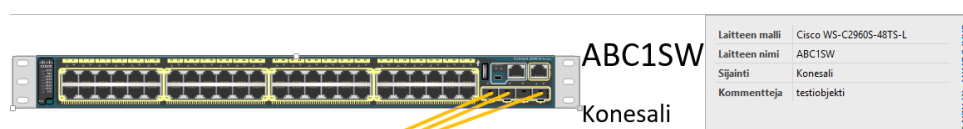
6.2.1 Objektien määrän rajaaminen

Graafisten dokumentointisovellusten objektikirjastojen sisältämien laitemallien suuri määrä, ja uusien objektien internetistä löytämisen helppous voi houkuttaa esittämään dokumenteissa epäolennaisia asioita.

Esimerkiksi kahden porttimääriltään ja porttipositioltaan identtisen, mutta sisäisesti poikkeavan - ja siksi mallinimeltään hiukan erilaisen - kytkimen käyttäminen dokumentissa erillisinä objekteina voi olla houkuttelevaa. Voidaan ajatella, että näin laitevalikoima tulisi samalla kertaa myös inventoitua, eikä varsinaista laiterekisteriä välttämättä tarvittaisi. Tämä johtaa yleensä hankaluuksiin jossain vaiheessa dokumentin ylläpitoa, koska suuresta objektimäärästä voi jossain vaiheessa olla hidasta löytää oikeaa objektia. Tilannetta voi pahentaa se, jos uusien objektien tuomiseen liittyy käsin tehtävää määrittelytyötä, joka kertautuu suorassa suhteessa käytettyjen objektien määrään.

Käsin tehtävä muokkaus on Microsoft Visio kaltaisten - hyvin monen tyyppisten esitysten ja dokumenttien tuottamiseen tarkoitettujen - yleissovellusten heikkous: koska Visio ei ole pelkästään verkon dokumentointityökalu, kuten esimerkiksi NetTerrain, dokumentin suunnittelijan pitää käytännössä tehdä kaikki objektikirjastoon liittyvä pohjatyö itse.

Tämä pitää sisällään objektiin liittyvien tietokenttien muotoilua, asemointia objektin suhteen, sekä näytetäänkö tieto objektin vieressä vai erillisessä tietolaatikossa, ja mitä tietoja tietolaatikot sisältävät (kuva 24). Sen määrittely voi kestää suhteellisen kauan jopa tottuneeltakin Visio-käyttäjältä. Ja jos objekteja on runsauden huumassa valittu käyttöön kymmeniä tai satoja, voi dokumentoija hukkaa työtaakan alle jo ennen varsinaisen dokumentoinnin aloittamista.



Kuva 24. Objektin tietokentät

Objektille pitää määritellä sen sisältämät tietokentät (kuvassa oikealla harmaalla pohjalla), sekä mitä tietoja ja miten asemoituna ne näytetään varsinaisessa verkkokaaviossa laiteobjektin vieressä (kuvassa keskellä). Nämä määrittelyt täytyy tehdä jokaisen ohjelmistoon tuodun objektin kohdalla erikseen.

Huolimattomasti määritellyt objektit hidastavat merkittävästi erityisesti suuria kertaluonteisia dokumentointitöitä, kuten dokumentaation siirtämistä vanhasta järjestelmästä uuteen, tai uusien verkkoalueiden rakentamiseen liittyviä lisäyksiä. Yksittäisen paneelin lisääminen harvoin tapahtuvana työnä voi olla ajankäytöllisesti riittävän tehokasta, vaikkei objektikirjastoa olisikaan äärimmilleen optimoitu.

6.2.2 Objektien yksityiskohtaisuuden rajoittaminen

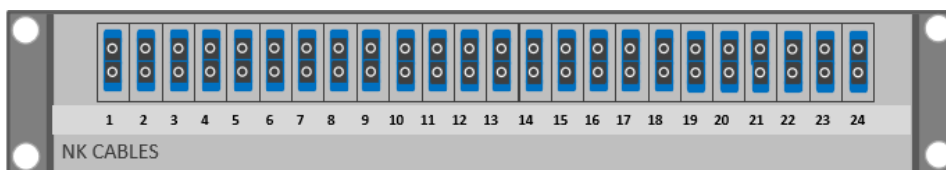
Aiemmin käsiteltiin jo laitemallien ja -roolien graafisen esittämisen haasteita informatiivisuuden näkökulmasta, joten nyt käsitellään yksityiskohtaisuuden rajoittamista dokumentin ylläpidon ja pitkäikäisyyden näkökulmasta.

Dokumentin suunnittelijan kannattaa miettiä mitä tapahtuu sitten, kun tulee dokumentoitavaksi laite, jolle ei ole valmista objektimallia. Kaupallisilla dokumentointityökaluilla niiden itse piirtäminen on mahdollista, mutta hyötyihin nähden työlästä, ainakin sillä pikkutarkkuudella, jolla laitevalmistajat omia mallejaan tuottavat. Siksi kannattaa miettiä kuinka yksityiskohtaiseksi omat objektinsa tekee. Riittääkö että kuitupaneelin porttimäärä täsmää, vaikka portit eivät olisikaan täysin samoilla paikoilla kuin oikeassa paneelissa?

Dokumentin luontivaiheessa piirtotyökalujen käyttö voi olla rutiini-omaista ja tuoreessa muistissa. Yksityiskohtainen piirtäminen voi tällöin tuntua vaivan arvoiselta idealta, mutta kun vuosien päästä pitäisi luoda muutama uusi objekti, ja piirtotoimintoa on joutunut käyttämään erittäin harvoin, voikin työ tuntua hankalalta. Tällöin saattaa tulla kiusaus tyytyä aiempaa suurpiirteisempään objektimalliin.

Jos alun perin visuaalisesti täydelliseksi aiottu dokumentti rämettyy itse piirtämisen vuoksi ajan saatossa ”vähän sinne päin” tehdyksi, voidaan oikeutetusti kysyä, oliko alkuperäisestä pikkutarkkuudesta ja siihen uhrausta työajasta mitään hyötyä? Siksi yksityiskohtaisuuden rajat kannattaa määritellä selkeästi jo dokumentointityön alkuvaiheessa.

Kuvissa 25 ja 26 näkyy kaksi eri periaatteella toteutettua MS Visiolla tehtyä kytkentäpaneelia. Kuvan 25 paneeli on tarkka kopio tosielämän vastineestaan. Kuvassa 26 paneelin ulkonäkö on pelkästään suuntaa antava, eivätkä porttiadapterit edes täytä tasaisesti koko etulevyä. Tämän paneelin käyttö dokumentoinnissa on joustavampaa, kun ei tarvitse välittää tosielämän vastaavuudesta. Jälkimmäisen toteutustavan lisäetuna on, että objektin oikeassa laidassa olevilla ”peitelevyillä” paneelin porttimäärää voidaan helposti säätää sen mukaan, kuinka monta kuitua siihen on päätetty. Näin yksi objekti riittää kuvaamaan kaikkia verkossa käytettäviä SC-tyyppistä liitäntäkäyttäviä kuitupaneeleita, kun kuvan 25 toteutusmallilla joudutaan jokainen uusi paneelimerkki ja -malli piirtämään erikseen objektikirjastoon, ellei niin ole laitevalmistajan taholta jo tehty.



Kuva 25. ”Liian tarkka” itse piirretty laiteobjekti



Kuva 26. Sopivalla yksityiskohtaisuuden tasolla toteutettu objekti.

Pikkutarkkuuteen liittyy sama ongelma, joka koskee myös valmiita laiteobjekteja. Tarkasti tosielämän vastineita muistuttavat laitteiden etunäkymät näyttävät toki hyvältä, mutta luovat laitemallikohtaisuudellaan mielikuvan siitä, että laite on nimenomaan kuvan esittämää mallia. Jos näin ei aina olekaan, esimerkiksi sen vuoksi, ettei tarkkaa laitemallia kuvaavaa objekti ole olemassa, johtaa dokumentti harhaan. Mihin visuaaliseen informaatioon voi tällaisen dokumentin sisällä luottaa ja mihin ei? Dokumentin piirtäjä tietää sen, mutta loppukäyttäjä ei välttämättä tiedä. Nehän eivät aina ole sama henkilö.

Siksi neutraalin näköinen laite, joka ainoastaan porttimäärältään vastaa tosielämän vastinettaan, voi ollaärkevin rajaustas graafisen yksityiskohtaisuuden osalta. Laitteen mallimerkintä voidaan tietenkin kertoa objektin tietokentässä, jos se katsotaan graafisessa dokumentissa tarpeelliseksi.

7 TESTAUS

Dokumentaation suunnittelutyön edetessä olisi hyödyllistä testata välillä miltä dokumentin ylläpito käytännössä tuntuu niillä työkaluilla, objektikirjastoilla ja sillä organisaatiolla, joka dokumentaatiota tulee jatkossa ylläpitämään.

Projektin edetessä joudutaan ottamaan kantaa moniin teknisiin ja hallinnollisiin yksityiskohtiin, ja jonkin niistä seurauksena dokumentaation kehitys saattaa huomaamatta ohjautua väärälle uralle. Epähuomiossa liian pitkälle väärään suuntaan edenneen dokumentaation korjaaminen on kallista ja aikaa vievää työtä. Huolellinenkaan suunnittelu ei välttämättä estä kaikkia ”valuvikoja”, ja siksi niitä kannattaa etsiä ja korjata proaktiivisesti jo suunnitteluvaiheessa.

Testausta täytyy tehdä ainakin seuraavilla osa-alueilla:

- Oman organisaation ulkopuolelle luovutetun dokumentointivastuun toimivuus, tiedon kulun haasteet, lopputuloksen laatu jne.
- Objektikirjaston käyttökelpoisuus, tietokenttien täyttö, uusien luominen ja muokkaus.
- Dynaamisten dokumentointityökalujen antaman tiedon käyttökelpoisuus.
- Valitun sivuasettelun mukautumiskyky erilaisiin lisäyksiin ja muutoksiin.

- Myös standardeista poikkeavia muutoksia kannattaa ainakin rajatusti tai mielikuvatasolla testata, vaikka standardeihin aiottaisikin pyrkiä.

Testausta kannattaa tehdä myös vianselvityksen ja IT-palvelupyynnöjen näkökulmasta. Onko dokumentaation rakenne sellainen, että siitä on apua tyypillisissä käyttäjätukitilanteissa? Tyypillinen tilanne voisi olla käyttäjän havaitsema verkko-ongelma, josta hän soittaa IT-tukeen. Mitä tietoja käyttäjältä tarvitaan vianselvityksen aloittamiseksi? Onko helpdeskin ensivas-teella pääsy tarvittaviin verkkodokumentteihin ja osaako se hyödyntää niitä?

Ongelmasta soittanut tyypillinen loppukäyttäjä ei välttämättä tiedä kuin oman nimensä ja työasastonsa. Voiko nimen perusteella löytää fyysisen työpisteen sijainnin, ja sitä kautta oikean huonerasian ja kytkinportin?

Kannattaa miettiä asiaa myös toisinpäin: onko nimitiedon ylläpito verkko-dokumentissa järkevää ja resurssimielessä tehokasta, kun se on saatavissa toimialuepalvelimista. Tai olisiko parempi muokata palvelupyynnöiden muotovaatimuksia sellaiseksi, että huonerasiatiedon, työaseman nimen tai jonkun muun paremmin identifioivan tiedon lähettäminen olisi vikaselvityspyynnötilanteessa pakollista.

Kaikki kehitystyön aikainen pohdinta ja testaaminen lähentävät verkon ylläpitoprosesseja ja dokumentointia toisiinsa. Lopputuloksena syntynyt hyvä dokumentaatio palvelee myös muita kuin verkkoylläpitäjiä, ja ylläpitäjillekin siitä tulee parempi päivittäinen työkalu.

8 YHTEENVETO

Ajan tasalla oleva ja riittävällä tarkkuudella toteutettu lähiverkon dokumentointi on verkon luotettavan toiminnan ja vianselvityksen kannalta katsottuna äärimmäisen tärkeää.

Dokumentoinnissa on huomioitava sekä kaiken pohjana olevat hallinnolliset kysymykset, että dokumentointityökalujen erityispiirteisiin liittyvät tekniset yksityiskohdat. Molemmat vaikuttavat dokumentaation lopputulokseen ja ylläpidettävyyteen. Näiden lisäksi dokumentaatio täytyy esimääritellä esitystavan ja käytettävien työkalujen osalta riittävän hyvin. On tiedettävä mitä dokumentaatiosta halutaan nähdä ja missä tilanteissa.

Näiden dokumentointia valmistelevien perusasioiden suunnittelu tehdään usein hutiloiden, koska kiirehditään saamaan aikaiseksi näkyviä tuloksia. Todellisuudessa jopa puolet dokumentointiin budjetoidusta ajasta on ainakin isommissa lähiverkkoympäristöissä järkevää käyttää dokumentoitavan verkon rakenteen omaksumiseen ja sen pohjalta tehtävään esisuunnitteluun. Sitä tällä opinnäytetyöllä on haluttu erityisesti painottaa.

Hyvin suunnitellun dokumentin ylläpito ja laajentaminen on helppoa, ja dokumentointivastuun siirtäminen henkilöltä toiselle onnistuu vaivattomasti.

Siinä missä hyvä verkkodokumentaatio itsessään säästää ylläpito- ja vian-selvitysresursseja, dokumentaation suunnitteluun käytetty ”ylimääräinen” aika maksaa itsensä takaisin dokumentin päivittäisen käytön ja ylläpidon helppoutena, mikä lisää todennäköisyyttä sille, että dokumentti on ajan tasalla silloin kun sitä tarvitaan.

Dokumentaatio pitäisi mieltää verkon ylläpitotyökaluksi. Siihen sijoitettu panos palaa takaisin yritykselle nopeampana häiriöiden selvityksenä, ja investointien ennakoinnin helpottumisena. Lisäksi sen merkitys näkyy ylläpitohenkilöstön henkisen kuormituksen pienentymisenä ja poissaolojen vähentymisenä, koska heillä on parempi käsitys siitä minkälaisesta verkko-ympäristöstä he tosiasiaassa ovat vastuussa.

KÄSITTEET

Aliverkko	Tietoliikenneverkon osa, joka on lohkottu isommasta verkkoavaruudesta palvelemaan loogisia pienempiä verkkokokonaisuuksia, esimerkiksi tiettyä toiminnallista osastoa tai tiettyä laitetyyppiä, kuten palvelimet, kannettavat tietokoneet, tukiasemat jne. Lähiverkossa aliverkot ovat nykyään yleensä virtuaalisia, ns. VLAN-verkkoja. VLAN-määrittysten avulla kytkimestä käsin rajataan liikennettä eri laitteiden välillä. VLAN toimii myös yleislähetysalueen rajoittajana samoin kuin fyysinenkin aliverkko.
Bi-Directional SFP	Valta-aseman palvelin- ja verkkotekniikassa saavuttaneen kaksikuituisen kuituliitännämoduuli SFP:n (Small form-factor pluggable transceiver) rinnalla on viimeisen 10 vuoden aikana yleistynyt kaksisuuntainen SFP-moduuli (BiDi SFP). Se mahdollistaa verkon käytettävissä olevan kuitumäärän tuplaamisen, koska kahden laitteen välille riittää perinteisen lähettävän ja vastaanottavan optisen kuidun sijaan vain yksi kuitu, jossa liikenne kulkee molempiin suuntiin eri taajuusalueita hyödyntäen.
Content-reititin	Nimitys on hämäävä, koska reititin välittää normaalistikin "sisältöä", eli dataa, mutta jossain tapauksessa reitittimen roolia sisällön reitityksessä halutaan tietoisesti korostaa, esimerkiksi jos reititin ohjaa aktiivisesti liikennettä sisällön perusteella eri paikkoihin, kuten palomuurille tai sen ohi. Esimerkiksi proxy-palvelin voi olla rooliltaan sisältöreititin, vaikkei se fyysisenä laitteena olisi reititin lainkaan.
DHCP	Palvelu, joka jakaa verkon laitteille IP-osoitteita ja muita laitteen ja verkon yhteistoimintaan liittyviä parametrejä palvelussa määritellyillä ehdoilla.
DNS	Nimipalvelu. Verkon toiminnan kannalta tärkeä palvelu, jonka tarkoitus on kääntää IP-osoite nimeksi ja toisinpäin. Näin käyttäjät ja laitteet itse voivat kutsua laitteita nimillä, ja jättää IP-osoitteen selvittämisen DNS-palvelulle.
ITIL-viitekehys	Kokoelma IT-palvelujen hallintaan ja johtamiseen tarkoitettuja käytäntöjä, joita yritysten IT organisaatiot käyttävät omien palvelujensa määrittelyyn ja kehittämiseen ja sitä kautta oman toimintansa tehostamiseen. (ITIL = information technology infrastructure library)

Internet of Things	Esineiden internet, IoT. Käsite sisältää ajatuksen Internet-verkon laajentumisesta uudentyyppisiin älykkäisiin laitteisiin ja koneisiin, joita voidaan ohjata tai valvoa internetin yli.
LAN	Local Area Network, eli lähiverkko on yrityksen toimipisteiden sisäinen fyysinen verkkoalue. LAN-verkot yhdistetään toimipisteiden välillä WAN-verkoilla, ja jaetaan pienemmiksi kokonaisuuksiksi aliverkoilla. Lähiverkot ovat tyypillisesti kokonaan yrityksen oman IT-organisaation hallinnassa toisin kuin WAN-verkot, joita hallitsevat verkkooperaattorit.
Netflow	Cisco Systemsin omiin laitteisiinsa kehittämä IP-liikenteen keruuprotokolla, jonka avulla tuotettua dataa hyödynnetään verkonvalvontaohjelmistoissa.
Objekti	Dokumentaatioissa esiintyvä laitetta kuvaava graafinen symboli.
Objektikirjasto	Joukko objekteja, jotka muodostavat dokumentissa käytettävien laitesymbolien kokonaisuuden. Objektit on (ohjelmistosta riippuen) käytännöllistä ladata käyttöön yhtenä kokonaisuutena, jolloin puhutaan objektikirjastosta.
Pysyvä siirtotie	Yleiskaapelointijärjestelmässä ja yleisemminkin tietoliikennekaapeloinnissa esiintyvä termi, jolla tarkoitetaan kiinteistöissä tai maan alla kulkevia kiinteän luonteisia kaapelointireittejä kahden pisteen välillä. Yleiskaapelointijärjestelmässä pysyvän siirtotien muodostavat kaapeli ja sen molemmissa päissä olevat liittimet, mutta ei laite- tai riskityöntäkaapelit. Pysyvän siirtotien enimmäispituus ethernet-verkossa on 90 metriä.
Single-point-of-failure	Verkon toteutuksessa syntynyt rakenne, jossa useampi verkon komponentti on riippuvainen yhden komponentin toiminnasta. Esimerkiksi kytkin, josta on kytketty eteenpäin yhteyksiä muihin kytkimiin.
Tietoliikenneprotokolla	Tarkoittaa yhteyskäytäntöä laitteiden välillä. Tietoliikennestandardeilla pidetään huoli siitä, että eri laitevalmistajat pystyvät tuottamaan yhteisiä protokollia käytettäviä laitteita.

Verkonvalvontaohjelmisto	Ohjelmisto joka valvoo verkon toimintaa, mitaten ja raportoiden verkkoliikennettä ja sen häiriöitä. Jotkut ohjelmistot mahdollistavat myös verkon aktiivilaitteiden konfiguraatitiedostojen varmuuskopioinnin.
WAN	Wide Area Network, eli suuralueverkko, jota tyypillisesti käytetään yritysten toimipisteiden yhdistämiseen operaattoriverkkojen avulla.
Yleiskaapelointijärjestelmä	Standardi, jonka mukaan tietoliikennekaapelointi on kiinteistöihin olennaisesti kuuluva kokonaisuus samalla tavalla kuin lämmitys tai sähkö. Sen vuoksi sen rakentamiseen ja ylläpitoon on suunniteltu kansainvälinen standardi, joka määrittelee käytännössä kaiken tietoliikenteeseen liittyvän, kuten kaapeloinnin, mittaukset, suunnittelun, merkintäjärjestelmät, dokumentoinnin.

LÄHTEET

50173-1 (2007). Eurooppalainen yleiskaapelointijärjestelmä SFS-EN 50173-1. Tietotekniikka. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

50173-2 (2007). Eurooppalainen yleiskaapelointijärjestelmä SFS-EN 50173-2. Tietotekniikka. Osa 2: Toimistotilat. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

Bose, J. (2018). ITIL Key Concepts: An Overview Of Processes And Functions. Haettu 9.9.2018 osoitteesta <https://www.knowledgehut.com/blog/it-service-management/itil-key-concepts-an-overview-of-processes-and-functions>

Cisco Systems Oivaltava verkko (n.d.). Solutions. Encrypted Traffic Analytics (ETA). Haettu 13.8.2018 osoitteesta <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/enterprise-network-security/index.html#~stickynav=2>

Cisco Systems CNA (n.d.) Cisco Network Assistant. Features And Capabilities. Haettu 17.7.2018 osoitteesta <https://www.cisco.com/c/en/us/products/cloud-systems-management/network-assistant/index.html>

Cisco Systems Visio stencils (2018). Product & services. Visio stencils Haettu 17.7.2018 osoitteesta <https://www.cisco.com/c/en/us/products/visio-stencil-listing.html>

Cyborg Institute (2012). Documentation is the Most Valuable Thing You Do. The Value of Documentation. Haettu 3.9.2018 osoitteesta <http://cyborginstitute.org/projects/administration/documentation/>

EdrawSoft (n.d.). Cisco Network Design. Haettu 17.7.2018 osoitteesta <https://www.edrawsoft.com/Cisco-Network-Design.php>

Eisen, M. (2009). Introduction to PoE and the IEEE802.3af and 802.3at Standards. Haettu 9.9.2018 osoitteesta https://www.ieee.li/pdf/viewgraphs/introduction_to_poe_802.3af_802.3at.pdf

Fiber Optic Solutions (2016). Things to Know About BiDi Transceiver. Haettu 9.9.2018 osoitteesta <http://www.fiber-optic-solutions.com/know-bidi-transceiver.html>

Fluke (n.d.). Fluke 2042 Cable locator. Haettu 28.1.2018 osoitteesta <http://www.fluke.com/fluke/m2en/electrical-testers/electrical-testers/fluke-2042.htm?pid=56052>

Graphical Networks (n.d.). Features. Haettu 17.7.2018 osoitteesta <https://graphicalnetworks.com/netterrain-dcim-2/>

Graphical Networks (n.d.). FAQ. Haettu 17.7.2018 osoitteesta <https://graphicalnetworks.com/resource-center/faqs/>

Graphical Networks netviz (n.d.). FAQ. Haettu 19.7.2018 osoitteesta <https://graphicalnetworks.com/it-visualization-solutions/netviz-migration/>

Grönfors, M. (2016). AHOT tietoverkot-moduulista? Sähköpostiviesti tekijälle 19.12.2016.

IEEE 10GBaseT (2003). IEEE 802 10GBASE-T Tutorial. Haettu 10.9.2018 osoitteesta http://www.ieee802.org/3/10GBT/public/nov03/10GBASE-T_tutorial.pdf

Kanerva, S. (2002). Tunnushierarkia. Yrityksen X sisäinen ohjeisto. 27.5.2002, Imatra.

Kelottijärvi, M. (2012). Asuinkerrostalon yleiskaapelointi. Haettu 16.7.2018 osoitteesta <http://docplayer.fi/21294916-Kemi-tornion-ammattikorkeakoulu.html>

Kenson (n.d.). Netviz Product Information. Haettu 17.7.2018 osoitteesta http://www.netviz.co.uk/products/netviz_pro.htm

Microsoft (n.d.). Visio. Haettu 17.7.2018 osoitteesta <https://products.office.com/en-us/visio/flowchart-software>

Ogletree, T. (1999). *Verkot*. Helsinki: Oy Edita Ab.

Sesko (2016). Yleiskaapelointijärjestelmät. Haettu 24.7.2018 osoitteesta https://www.sesko.fi/files/629/Tietotekniikka_Yleiskaapelointijarjestelmat.pdf

Solarwinds UDT (n.d.). Orion. Haettu 17.7.2018 osoitteesta <https://www.solarwinds.com/user-device-tracker>

Solarwinds IPAM (n.d.). Orion. Haettu 17.7.2018 osoitteesta <https://www.solarwinds.com/ip-address-manager>

Tektel (2016). Network Cable Life Expectancy. Haettu 28.1.2018 osoitteesta <http://www.tektel.com/b1/network-cable-life-expectancy>