

Opinnäytetyö (AMK)

Tieto- ja viestintäteknikka

2021

Jere Kankaanpää

PK-YRITYKSEN LÄHIVERKON DOKUMENTOINTI

Jere Kankaanpää

PK-YRITYKSEN LÄHIVERKON DOKUMENTOINTI

Tänä päivänä monet yritykset ovat yhä enemmän riippuvaisia tietoverkkojen ja laskentaresurssien korkeasta saatavuudesta ja luotettavuudesta. Tietoverkon vikatilanteet, jotka aiheuttavat seisona-aikaa tarkoittavat yleensä maineen ja tulojen menettämistä. Rakenteellinen tietoverkon ylläpito edesauttaa korkeaa saatavuutta ja kustannusten hallintaa. Tärkeä osa rakenteellista tietoverkon ylläpitoa on pitää ajankohtaista dokumentaatiota siitä. Tämä kaikki koskee myös yrityksiä lähiverkkoja, jotka kattavat suuren osan yritysten tietoverkoista.

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia kattava ja selkeä dokumentaatio pk-yrityksen lähiverkosta. Yrityksen tarve lähiverkon ajankohtaisesta dokumentaatiosta oli noussut sen nopean laajenemisen myötä. Tämän takia dokumentaatio oli jäänyt hajanaiseksi ja vanhentuneeksi. Dokumentaation puuttuessa lähiverkon tarvittavat muutokset, joita piti tehdä usein, oli yhä hankalampia suunnitella ja toteuttaa. Uusi dokumentaatio kattaa pääte- ja välittäjälaitteiden väliset liitännät, verkkorasiat ja langattoman lähiverkon. Lisäksi dokumentaation päivitettävyyteen on keskitytty, jotta sen pysyminen ajan tasalla olisi todennäköisempää.

Yrityksen lähiverkon dokumentointiprosessi aloitettiin pääte- ja välittäjälaitteiden välisistä liitännöistä, joiden ohessa verkkorasiatkin saatiin dokumentoitua. Lopuksi keskityttiin langattomaan lähiverkkoon. Tietoa kerättiin paikan päällä fyysisesti eri menetelmillä ja tallennettiin taulukoihin, joista kyseinen tieto hahmoteltiin erilaisiin verkkokaavioihin ja yritykseltä saatuihin pohjapiirustuksiin, yrittäen saavuttaa mahdollisimman viimeistelty lopputulos hyödyntäen erilaisia ohjelmia. Kokonaisuudesta tuli lopulta kattava ja selkeä, mikä vastasi yrityksen tarpeita. Dokumentaation päivitettävyyden pysyi myös siedettävien rajojen sisällä.

Opinnäytetyön tuloksena tullutta dokumentaatiota hyödynnettiin kehitysehdotuksien laatimiseen yrityksen lähiverkkoon. Kehitysehdotuksia saatiin monia, ja ne ottivat huomioon yrityksen nopean kasvun. Yrityksen suunnitelmassa muutoksia lähiverkkoon kehitysehdotuksista voi olla hyötyä. Lisäksi dokumentaation ajan tasalla pitäminen ja laajentaminen lähiverkon kasvaessa on tärkeää. Dokumentaatiota voi laajentaa lukuisilla eri tavoilla yrityksen nousevien tarpeiden mukaisesti. Seuraava askel voisi olla esimerkiksi lähiverkon suorituskykymittaukset eri aikoina kuten toimistoaikoina ja niiden ulkopuolella. Tämän tiedon avulla opitaan, miten lähiverkko käyttäytyy, jotta vikatilanteiden ilmetessä pystytään erottamaan normaali ja normaalista poikkeava lähiverkon käyttäytyminen. Opinnäytetyön tulokset, joita on kuvattu liitteissä ovat tummennettu toimeksiantajan pyynnöstä.

ASIASANAT:

dokumentointi, tietoverkot, lähiverkot, langattomat lähiverkot

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Information and Communications Technology

2021 | 34 pages, 7 appendices

Jere Kankaanpää

DOCUMENTING AN SME LOCAL AREA NETWORK

Today, many SMEs depend increasingly on high availability and reliability of information networks and computing resources. Network failures that cause downtime usually mean loss of reputation and revenue. Structured network maintenance facilitates high availability and cost control. An important part of structured network maintenance is to keep up-to-date documentation about it. This also applies to SMEs' local area networks (LAN) that cover a large part of SMEs' information networks.

The aim of the thesis was to compile a comprehensive and clear documentation of an SME's LAN. The SME's need for up-to-date network documentation occurred due to its rapid expansion which rendered the current documentation fragmented and out-of-date. Missing documentation made the frequently needed changes increasingly difficult to plan and implement. The new documentation covered connections between end devices and intermediary devices, network sockets, and wireless LAN. In addition, the documentation was compiled keeping in mind that it would be easy to update in the future, when needed, to make it more likely to stay up-to-date.

The documentation process for the SME's LAN started from the connections between end devices and intermediary devices and network sockets were also documented. Finally, the next step was documenting the wireless LAN. The information was physically collected on site using different methods and stored in tables, after which the information was drafted in different network diagrams and onto the blueprints that were obtained from the SME. The aim was to achieve the most polished result by using different programs. Overall, the documentation became comprehensive and clear, meeting the needs of the SME. Keeping the documentation up-to-date in the future also remained relatively easy to handle.

The result of the thesis was the documentation of the SME's LAN which was used to make development suggestions for the SME's LAN. Many development suggestions were made and they took into account the rapid growth of the SME. When a SME plans changes to the LAN, development suggestions can be helpful. In addition, it is important to keep the documentation up-to-date and expand it as the LAN grows. The documentation can be expanded in a number of different ways according to the emerging needs of the SME. The next step could be, for example, LAN performance measurements at different times such as office hours and outside office hours. This information can be used to learn how the LAN behaves so that it is possible to distinguish between normal and abnormal LAN behavior during failures. The results of the thesis, which are described in the attachments, are shaded at the request of the SME.

KEYWORDS:

documentation, information networks, local area networks, wireless local area networks

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	7
2 TIETOVERKKO	9
2.1 Tyypit	9
2.2 Komponentit	10
2.3 Tekniikat	20
2.4 Suunnittelu	25
2.5 Dokumentointi	26
3 DOKUMENTOINTIPROSESSI	28
3.1 Liitännät	28
3.2 Verkkorasiat	29
3.3 Langaton lähiverkko	30
3.4 Kehitysehdotukset	31
4 LOPETUS	33
LÄHTEET	34

LIITTEET

- Liite 1. Fyysiset liitännät (tummennettu)
- Liite 2. Fyysinen topologia (tummennettu)
- Liite 3. Looginen topologia (tummennettu)
- Liite 4. Verkkorasiat alakerta (tummennettu)
- Liite 5. Verkkorasiat yläkerta (tummennettu)
- Liite 6. Langaton lähiverkko alakerta (tummennettu)
- Liite 7. Langaton lähiverkko yläkerta (tummennettu)

KUVIOT

Kuvio 1. Tietoverkkojen jako tyyppeihin maantieteellisen koon mukaisesti.	9
Kuvio 2. Tietoverkkojen jako tyyppeihin käyttäjien mukaisesti.	10
Kuvio 3. Tietoverkkojen kolme yleisintä mediaa.	11

Kuvio 4. Suojaamattoman parikaapelin rakenne.	12
Kuvio 5. Suojatun parikaapelin rakenne.	13
Kuvio 6. Koaksiaalikaapelin rakenne.	13
Kuvio 7. Valokuitukaapelin rakenne.	15
Kuvio 8. Yksimuotokuidun rakenne.	16
Kuvio 9. Monimuotokuidun rakenne.	17
Kuvio 10. Suosituimpia valokuitukaapelien liittimiä.	18
Kuvio 11. Yleisiä valokuitukytkenäkaapeleita.	19
Kuvio 12. Virtuaalisia lähiverkkoja.	21
Kuvio 13. Runkoportin toiminta.	22
Kuvio 14. STP:n toiminta.	23
Kuvio 15. Liitäntöjen yhdistäminen.	24
Kuvio 16. Litteä vastaan hierarkkinen lähiverkko.	26
Kuvio 17. WiFi Analyzer -sovelluksen näkymä.	31

TAULUKOT

Taulukko 1. Suojaamattomien parikaapelien kaapeliluokat ja niiden ominaisuudet.	14
Taulukko 2. STP-toteutukset ja niiden ominaisuudet.	23
Taulukko 3. PoE-teholuokat.	25
Taulukko 4. Pääte- ja välittäjälaitteiden fyysisten liitäntöjen dokumentointi.	28

KÄYTETYT LYHENTEET

CAT	Category, suojaamattomien parikaapelien kaapeliluokat.
EIA	Electronic Industries Alliance, organisaatio, joka on kehittänyt yhdessä TIA:n kanssa virallisia standardeja.
EMI	Electromagnetic Interference, elektromagneettinen häiriö.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, kansainvälinen voittoa tavoittelematon organisaatio, ylläpitää monia standardeja liittyen lähiverkkoihin.
LACP	Link Aggregation Control Protocol, IEEE:n tekniikka liitännöiden yhdistämiseen.
LAN	Local Area Network, lähiverkko.
MAN	Metropolitan Area Network, kaupunkiverkko.
MMF	Multimode Fiber, monimuotokuitu.
PAgP	Port Aggregation Protocol, Ciscon tekniikka liitännöiden yhdistämiseen.
PoE	Power over Ethernet, virta Ethernetin yli.
RFI	Radio Frequency Interference, radiotaajuushäiriö.
RJ	Registered Jack, standardoituja liittimiä.
SMF	Single-Mode Fiber, yksimuotokuitu.
SSID	Service Set Identifier, langattoman lähiverkon nimi.
STP	Spanning Tree Protocol, tekniikka, joka estää silmukoiden muodostumisen lähiverkoissa.
TIA	Telecommunications Industry Association, organisaatio, joka kehittää standardeja liittyen tietoliikennetekniikkaan.
UTP	Unshielded Twisted-Pair, suojaamaton parikaapeli.
VLAN	Virtual Local Area Network, virtuaalinen lähiverkko.
WAN	Wide Area Network, laajaverkko.
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access, langaton laajakaista.
WLAN	Wireless Local Area Network, langaton lähiverkko.

1 JOHDANTO

Tänä päivänä monet yritykset ovat yhä enemmän riippuvaisia tietoverkkojen ja lasken-taresurssien korkeasta saatavuudesta ja luotettavuudesta. Tietoverkon vikatilanteet, jotka aiheuttavat seisonta-aikaa tarkoittavat yleensä maineen ja tulojen menettämistä. Rakenteellinen tietoverkon ylläpito edesauttaa korkeaa saatavuutta ja kustannusten hal-lintaa. Tärkeä osa rakenteellista tietoverkon ylläpitoa on pitää ajankohtaista dokumen-taatiota siitä. Ilman ajankohtaista dokumentaatiota aina tarvittavien muutosten suunnit-telu ja toteuttaminen tietoverkkoon on yhä hankalampi tehdä tarkoituksenmukaisesti. Li-säksi puuttuva dokumentaatio vaikeuttaa ja pitkittää tietoverkon vikatilanteiden selvittä-mistä. Pahimmassa tapauksessa väärä tai vanhentunut dokumentaatio johtaa vianetsi-jän harhaan ja tätä kautta suurempiin menetyksiin yritykselle. Tämä kaikki koskee myös yritysten lähiverkkoja, jotka kattavat suuren osan yritysten tietoverkoista. (Ranjbar 2014, 29, 34–35, 48–50.)

Opinnäytetyön aihe on pk-yrityksen lähiverkon dokumentointi. Yrityksen tarve lähiverkon ajankohtaisesta dokumentaatiosta oli noussut sen nopean laajenemisen myötä. Tämän takia dokumentaatio oli jäänyt hajanaiseksi ja vanhentuneeksi. Dokumentaation puuttu-essa lähiverkon tarvittavat muutokset, joita piti tehdä usein, oli yhä hankalampia suunni-tella ja toteuttaa. Lisäksi pätkivä langaton lähiverkko oli aiheuttanut ongelmia pitkään erityisesti yrityksen varastotiloissa. Uusi dokumentaatio kattaa pääte- ja välittäjälaittei-den väliset liitännät ja verkkorasiat sekä langattoman lähiverkon. Saatuja tuloksia hah-moteltiin erilaisiin verkkokaavioihin ja yritykseltä saatuihin pohjapiirustuksiin. Tulokset, joita on kuvattu liitteissä ovat tummennettu toimeksiantajan pyynnöstä.

Tämän opinnäytetyön tavoite oli laatia kattava ja selkeä dokumentaatio yrityksen lähi-verkosta. Dokumentaation päivittäminen tulee olla kivutonta, jotta sen pysyminen ajan tasalla on todennäköisempää. Lopuksi uutta dokumentaatiota hyödyntämällä laadittiin kehitysehdotuksia lähiverkkoon. Hyödyt lähiverkon ajankohtaisesta dokumentaatiosta ovat kattavat yritykselle kuten edellä on mainittu. Yhdeksi hyödyksi nousee helpotus, jonka lähiverkon ajankohtainen dokumentaatio luo yrityksen tulevaisuudensuunnittelulle. Tämä lienee tärkein hyöty, koska tulevaisuudensuunnitelmat ovat elintärkeitä kaikille yri-tyksille.

Opinnäytetyössä käydään läpi aluksi tietoverkkojen perusteita ja niiden suunnitteluun sekä dokumentointiin liittyviä asioita. Seuraavaksi kerrotaan dokumentointiprosessista ja

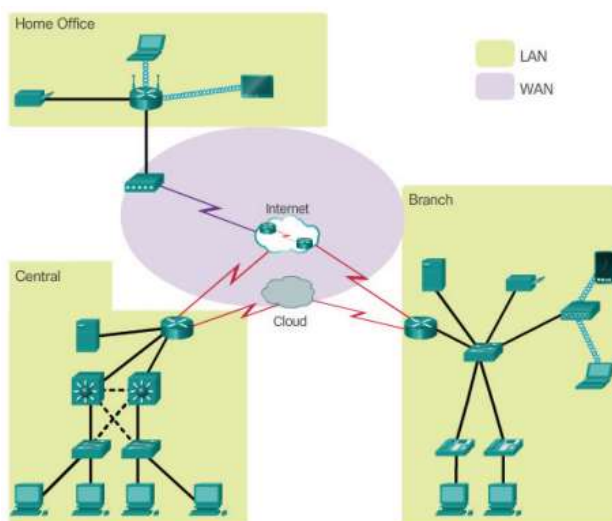
käytetyistä työmenetelmistä sekä tuloksista. Tämän jälkeen esitetään kehitysehdotuksia lähiverkkoon. Lopuksi opinnäytetyössä pohditaan saatua dokumentaatiota kokonaisuutena ja mietitään miten sitä voisi kehittää edelleen. Opinnäytetyössä käytettiin alan kirjallisuutta, tieteellisiä artikkeleita ja yrityksestä saatavaa tietoa. Tärkeimpinä lähteinä olivat Ciscon verkkoakatemiakirjat, jotka käsittelevät alalla tunnettuja Ciscon CCNA- ja CCNP-sertifikaattien aihealueita. Lisäksi yhtenä päälähteenä oli yrityksen tietoverkon ylläpitäjältä saatu tieto.

2 TIETOVERKKO

Tietoverkko eli ”tietokoneiden ja niiden välisten tiedonsiirtoyhteyksien sekä näiden molempien avulla tarjottavien palvelujen yhdistelmä” (Tietotekniikan termitalkoot, 1999) antaa meille tavan kommunikoida ja jakaa tietoa sekä resursseja fyysisestä sijainnistamme riippumatta. Tietoverkot tulevat eri kokoisina ja ne voivat koostua muutamista tietokoneista tai laajentua jopa miljooniin tietokoneisiin. Tietoverkoista suurin ja todennäköisesti tunnetuin on Internet, joka on nimensä mukaisesti tietoverkkojen tietoverkko. (Academy 2016, 4, 8–9.)

2.1 Tyypit

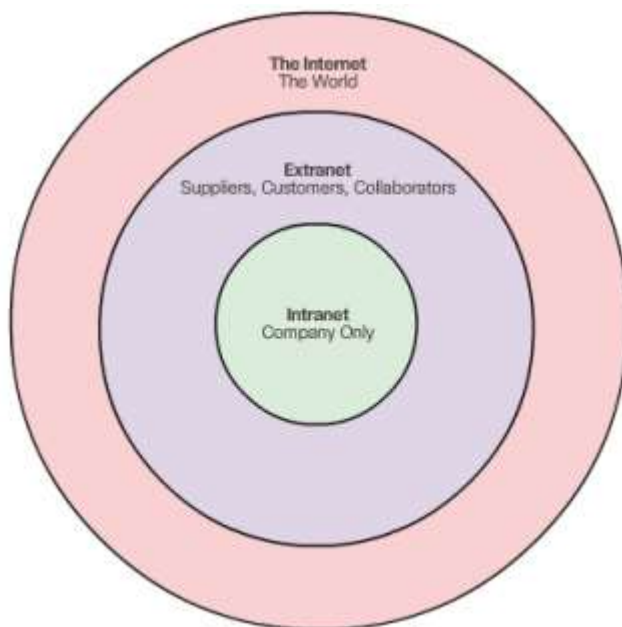
Tietoverkkoja on monenlaisia, ja ne eroavat kooltaan, käyttäjiltään ja palveluiltaan sekä vastuualueeltaan. Tämän takia on noussut tarve jakaa tietoverkkoja eri tyyppisiin. Yleinen tapa jakaa tietoverkot tyyppisiin on katsoa niiden maantieteellistä kokoa. Tunnetuimpia tyyppisiä ovat lähiverkko (LAN) ja laajaverkko (WAN) (kuvio 1.). Lähiverkko tarjoaa nimensä mukaisesti yhteyden käyttäjille ja päätelaitteille pienellä maantieteellisellä alueella. Lähiverkko on tyypillisesti yritys-, pienyritys- tai kotiverkko, jonka omistaa ja sitä hallinnoi yksittäinen henkilö tai IT-osasto. Laajaverkko tarjoaa yhteyden toisiin tietoverkoihin laajalla maantieteellisellä alueella. Laajaverkot omistavat ja niitä hallinnoivat tyypillisesti palveluntarjoajat. (Academy 2016, 20–21.)



Kuvio 1. Tietoverkkojen jako tyyppisiin maantieteellisen koon mukaisesti. (Academy 2016, 21.)

Muita tyyppejä ovat esimerkiksi langaton lähiverkko (WLAN), joka on samankaltainen lähiverkon kanssa, mutta tarjoaa yhteyden käyttäjille ja päätelaitteille langattomasti ja kaupunkiverkko (MAN), joka sijoittuu maantieteellisen koon mukaisesti lähiverkon ja laajaverkon välimaastoon. (Academy 2016, 20–21.)

Tietoverkot voidaan edelleen jakaa tyypeihin intranet, ekstranet ja Internet (kuvio 2.) niiden käyttäjien mukaisesti. Intranetillä eli sisäverkolla tarkoitetaan yksityisiä lähi- ja laajaverkkoja, jotka kuuluvat yritykselle ja niiden käyttö on suunniteltu pelkästään yrityksen työntekijöille tai muille luvan saaneille henkilöille. Yritys voi tarvita ekstranettiä tarjotakseen rajatun pääsyn yrityksen tietoihin ulkopuolisille henkilöille kuten toimittajille, asiakkaille ja yhteistyökumppaneille. Lopuksi Internet, jota ei omista mikään yksityinen taho tai ryhmä on kaikille käyttäjille avoin. (Academy 2016, 23–25.)



Kuvio 2. Tietoverkkojen jako tyypeihin käyttäjien mukaisesti. (Academy 2016, 25.)

2.2 Komponentit

Tietoverkot tarvitsevat monia erilaisia komponentteja tarjotakseen palveluita ja resursseja niitä tarvitseville. Nämä komponentit työskentelevät tehokkaasti harmoniassa. Komponentit voidaan jakaa kolmeen luokkaan, joiden summa muodostaa tietoverkon infrastruktuurin. Luokat ovat nimeltään laitteet, media ja palvelut. Laitteet ja media ovat infra-

struktuurin fyysisiä elementtejä. Näitä ovat esimerkiksi reititin, työasema ja kuparikaapeli. Palveluihin sisältyvät joka päivä käytettävät ohjelmistot kuten sähköposti ja prosessit, jotka ohjaavat ja siirtävät viestejä tietoverkon läpi. (Academy 2016, 11–13.)

Tietoverkot sisältävät pääte- ja välittäjälaitteita. Päätelaitteet ovat useimmille tuttuja esimerkiksi työasemat ja tulostimet. Päätelaitteet nimensä mukaisesti päättävät tietoverkon. Tämän takia ne ovat yleensä tietoverkossa lähetettävän viestin lähde tai kohde. Päätelaitteet erotetaan toisistaan MAC- ja IP-osoitteilla ja välissä olevat laitteet ovat vastuussa viestien ohjaamisesta oikeaan suuntaan käyttämällä yhdessä saatuja osoitteita ja omaa kuvaansa tietoverkosta. Näitä välissä olevia laitteita kutsutaan välittäjälaitteiksi. Esimerkkejä välittäjälaitteista ovat reitittimet ja kytkimet. Välittäjälaitteet yhdistävät päätelaitteet tietoverkkoon ja ne voivat yhdistää myös monia tietoverkkoja toisiinsa muodostaakseen suuremman tietoverkon. (Academy 2016, 13–15.)

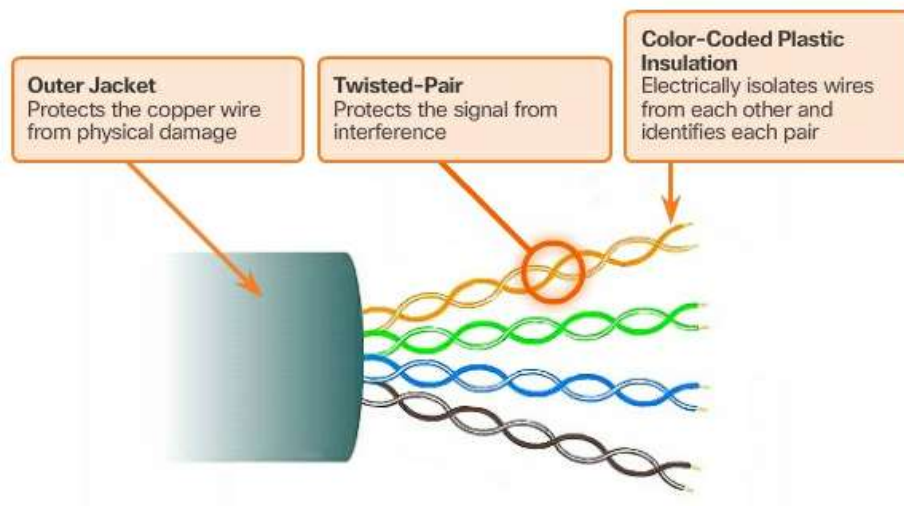
Laitteiden välinen kommunikaatio tapahtuu median avulla. Media tarjoaa kanavan, jota pitkin viesti voi kulkea lähteestä kohteeseen. Tämän päivän tietoverkot käyttävät ensisijaisesti kolmentyyppistä mediaa laitteiden välisiin liitäntöihin. Nämä kolme mediaa ovat kupari, valokuitu ja langaton (kuvio 3.). Näillä medioilla on omat ominaisuutensa ja hyötynsä. Oikean median valitseminen edellyttää eri kriteerien arvioimista kuten etäisyys, ympäristö, kaistanleveys ja nopeus sekä hinta. (Academy 2016, 15–16.)



Kuvio 3. Tietoverkkojen kolme yleisintä mediaa. (Academy 2016, 16.)

Kuparikaapeilla tieto lähetetään sähköisinä pulsseina. Kuparikaapelointi on vanhimpia ja yleisimpiä käytettyjä medioita tietoverkoissa. Yleiseksi kuparikaapeloinnin tekee sen edullisuus, asennushelpous ja alhainen resistanssi sähkövirralle. Kuparikaapeloinnilla on kuitenkin rajoituksia kuten etäisyys. Mitä pidemmän matkan signaali kulkee kaapeleissa, sitä enemmän se heikkenee. Tätä kutsutaan signaalin vaimennukseksi. Tämän lisäksi kuparikaapelointi on altis erilaisille häiriöille kuten elektromagneettisille häiriöille (EMI) tai radiotaajuushäiriöille (RFI) ja ylikuulumiselle. Näiden häiriöiden vaikutusta on pyritty vähentämään erilaisilla kaapelityypeillä. Esimerkiksi käärimällä kaapeli metalliseen suojukseen, joka vähentää EMI- ja RFI-vaikutuksia tai kiertämällä kaapelin vastakkaisia johtimia yhteen, joka taas vähentää ylikuulumista. Tietoverkoista löytyvien kuparikaapelien päätyypit ovat suojaamaton parikaapeli (UTP), suojattu parikaapeli (STP) ja koaksiaalikaapeli. (Academy 2016, 155–158.)

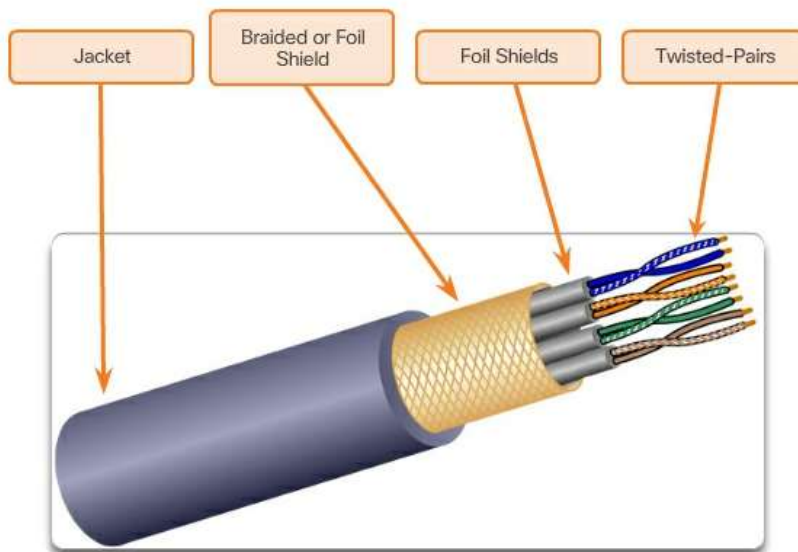
Suojaamattomat parikaapelit ovat yleisin kuparikaapelien tyyppi. Kaapeleita, jotka päättyvät RJ-45-liittimiin, käytetään pääte- ja välittäjälaitteiden välisissä liitännöissä. Suojaamattomat parikaapelit koostuvat (kuvio 4.) neljästä parista värikoodattuja johtimia, jotka ovat kierretty yhteen. Tämä kokonaisuus on koteloitu joustavaan muovivaippaan, joka suojaa johtimia fyysisiltä vahingoilta. (Academy 2016, 158–159.)



Kuvio 4. Suojaamattoman parikaapelin rakenne. (Academy 2016, 159.)

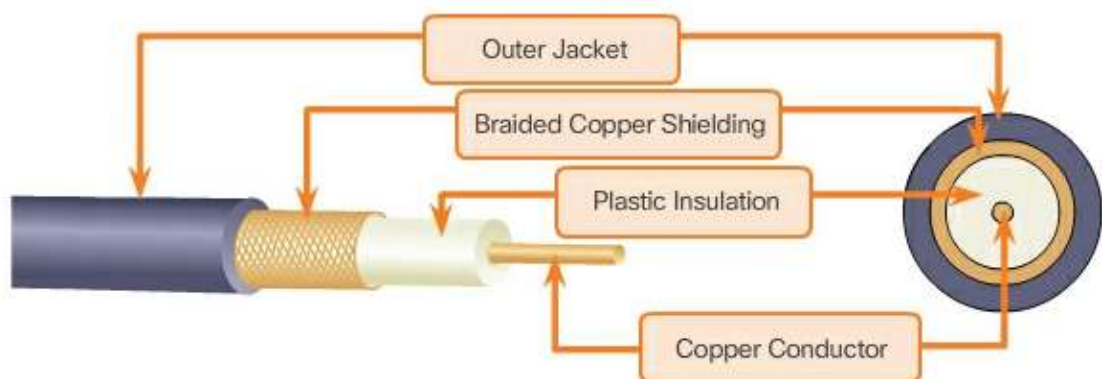
Suojatut parikaapelit, jotka samalla tavalla kuin suojaamattomatkin parikaapelit päättyvät RJ-45-liittimiin, sisältävät lisättyä suojausta. Suojatuissa parikaapeleissa (kuvio 5.) neljä kierrettyä johdinparia ovat kukin kääritty foliosuojukseen, jotka taas on kääritty metalliseen punokseen tai kalvoon. Nämä lisäsuojaukset tarjoavat paremman suojan häiriöitä

vastaan, mutta tekevät suojatuista parikaapeleista merkittävästi kalliimpia ja hankalampia asentaa verrattuna suojaamattomiin parikaapeleihin. (Academy 2016, 159–160.)



Kuvio 5. Suojatun parikaapelin rakenne. (Academy 2016, 160.)

Koaksiaalikaapelit koostuvat (kuvio 6.) kuparijohtimesta, kuparijohdinta ympäröivästä joustavasta muovikerroksesta, muovikerroksen ympäröivästä kuparipunoksesta tai metallikalvosta ja lopuksi koko kaapelin kattavasta vaipasta. Koaksiaalikaapelit käyttävät erilaisia liittimiä kuten BNC-, N- ja F-liittimiä. Suojaamattomien parikaapelien yleistyessä koaksiaalikaapelien käyttö on jäänyt vähemmälle. Koaksiaalikaapeleita tulee kuitenkin vastaan erilaisissa radio- ja Internet-ratkaisuissa. (Academy 2016, 160–161.)



Kuvio 6. Koaksiaalikaapelin rakenne. (Academy 2016, 161.)

Suojaamaton parikaapelointi noudattaa TIA/EIA:n asettamia standardeja. Standardeista TIA/EIA-568 on yleisin lähiverkkojen kaapeliympäristöissä käytetty standardi, joka määrittelee asennusten kaupalliset kaapelointistandardit. Määriteltyjä elementtejä ovat esimerkiksi kaapeliluokat, kaapelin pituudet, liittimet, kaapelin päättäminen ja kaapelin testausmenetelmät. Kuparikaapeloinnin sähköiset ominaisuudet määrittelee Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). IEEE arvioi suojaamattoman parikaapeloinnin sen suorituskyvyn mukaan. Suojaamattomat parikaapelit jaetaan kaapeliluokkiin katsomalla niiden kykyä kantaa korkeampia kaistanleveyksiä. Tästä esimerkkinä TIA/EIA:n kaapeliluokka kategoria 5 (Cat 5)-kaapeleita käytetään yleisesti 100BASE-TX Fast Ethernet -asennuksissa toisin sanoen IEEE 802.3u -standardin mukaisissa asennuksissa. (IEEE 802.3u 1995.) Muita kaapeliluokkia ovat esimerkiksi parannettu kategoria 5 (Cat 5e) ja kategoria 6 (Cat 6) sekä kategoria 6a (Cat 6a). Kasvava tarve suuremmille tiedon siirtonopeuksille tämän päivän lähiverkoissa on tehnyt kaapeliluokasta Cat 5e minimimitäson. Uusille asennuksille suositellaan kaapeliluokkaa Cat 6 käytettäväksi. Kaapelit, jotka ylittävät TIA/EIA:n kaapeliluokan Cat 6a vaatimukset sijoitetaan luokkaan kategoria 7 (Cat 7). (Academy 2016, 164–165.) Taulukko 1 listaa suojaamattomien parikaapelien kaapeliluokat ja niiden nopeudet. Lisäksi taulukon viimeisessä sarakkeessa kerrotaan kaapeliluokan käyttöympäristö. Tärkeimpänä näistä IEEE 802.3 -standardin Ethernet -asennukset kuten 100BASE-T, johon kuuluu myös edellä mainittu 100BASE-TX. (IEEE 802.3u 1995.)

Taulukko 1. Suojaamattomien parikaapelien kaapeliluokat ja niiden ominaisuudet. (Conrad, Misener & Feldman 2015, 246.)

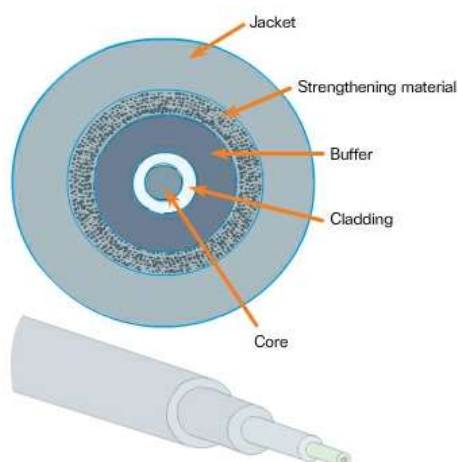
Category	Speed (Mbps)	Common use
Cat 1	< 1	Analog voice
Cat 2	4	ARCNET
Cat 3	10	10baseT Ethernet
Cat 4	16	Token Ring
Cat 5	100	100baseT Ethernet
Cat 5e	1000	1000baseT Ethernet
Cat 6	1000	1000baseT Ethernet

Suojaamattomat parikaapelit päättyvät yleisesti ottaen aina RJ-45-liittimiin, joita käytetään yleisimmässä lähiverkkotekniikassa nimeltään Ethernet. Standardi TIA/EIA-568 määrittelee Ethernet-kaapelin johtimien värikoodit ja niihin kuuluvat RJ-45-liittimen pinnit. RJ-45-liitin muodostaa urososan ja pistoke, joita löytyy esimerkiksi verkkolaitteista ja -ra-

sioista muodostaa naarasosan. Kaapelin päättäminen tulee olla huolellisesti tehty ja testattu. Huonosti päätetyt kaapelit voivat vaikuttaa haitallisesti lähiverkon suorituskykyyn ja viallisen kaapelin löytäminen myöhemmin voi osoittautua vaikeaksi. (Academy 2016, 165–168.)

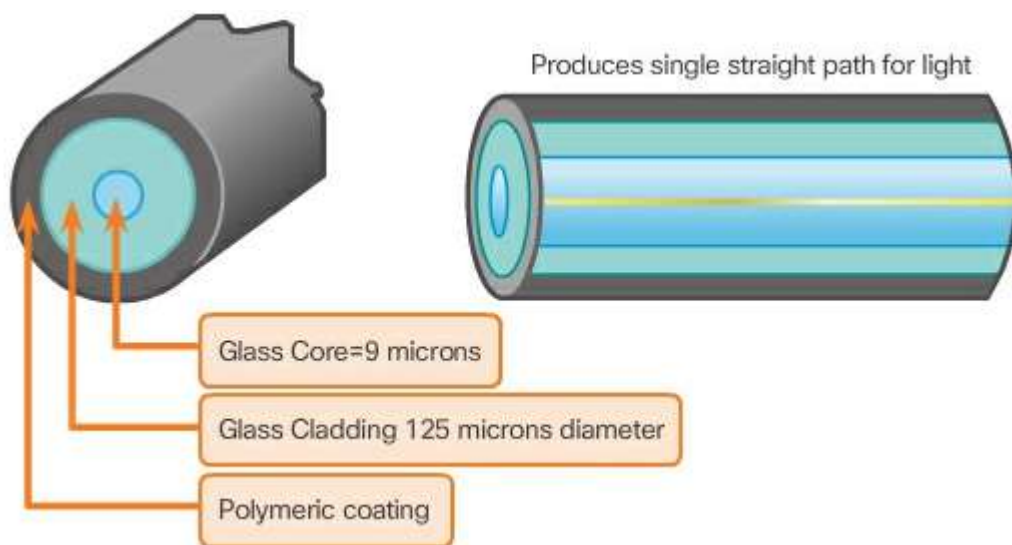
Valokuitukaapeleilla tieto lähetetään valopulsseina. Valokuitukaapeleilla voidaan saavuttaa suurempia etäisyyksiä ja kaistanleveyksiä verrattuna muihin tietoverkoissa käytettyihin medioihin. Kasvava tarve näille ominaisuuksille tekevät valokuitukaapeleista yhä yleisemmän käytettävän median tietoverkoissa. Toisin kuin kuparikaapelit valokuitukaapelit ovat vähemmän alttiita signaalin vaimennukselle ja ne ovat täysin immuuneja EMI- ja RFI-vaikutuksille. Valokuitukaapeleita käytetään yritysten runkoverkoissa, kuitu kotiinratkaisuihin, maiden ja kaupunkien yhdistämisessä palveluntarjoajien toimesta sekä mantereellisissä merenalaisissa yhteyksissä aina tuhansien kilometrien etäisyyksiin asti. (Academy 2016, 168–169.)

Valokuitukaapelit koostuvat (kuvio 7.) keskellä sijaitsevasta ytimestä, joka on tyypillisesti piidioksidia tai lasia. Valo kulkee ydintä pitkin. Ydintä ympäröi päällyste, joka on myös lasia, mutta tehty hieman erilaisista kemikaaleista kuin ydin. Päällysteen tehtävä on heijastaa ytimestä poistuva valo takaisin ytimeen, jonka ansiosta ytimessä kulkeva valo pysyy siellä. Ydintä ja päällystettä suojaa vahingoilta toinen päällyste. Tämän jälkeen on lisätty vahvistavaa materiaalia, joka estää kaapelia venymästä sitä vedettäessä. Lopuksi muovinen vaippa, joka suojaa kaapelia kulumiselta, kosteudelta ja muilta epäpuhtauksilta. Vaipan koostumus voi vaihdella kaapelin käytöstä riippuen. Suojaukset tekevät hyvin ohuesta valokuidusta riittävän kestäväksi jopa ankarissa ympäristöolosuhteissa ympäri maailmaa. (Academy 2016, 170–171.)



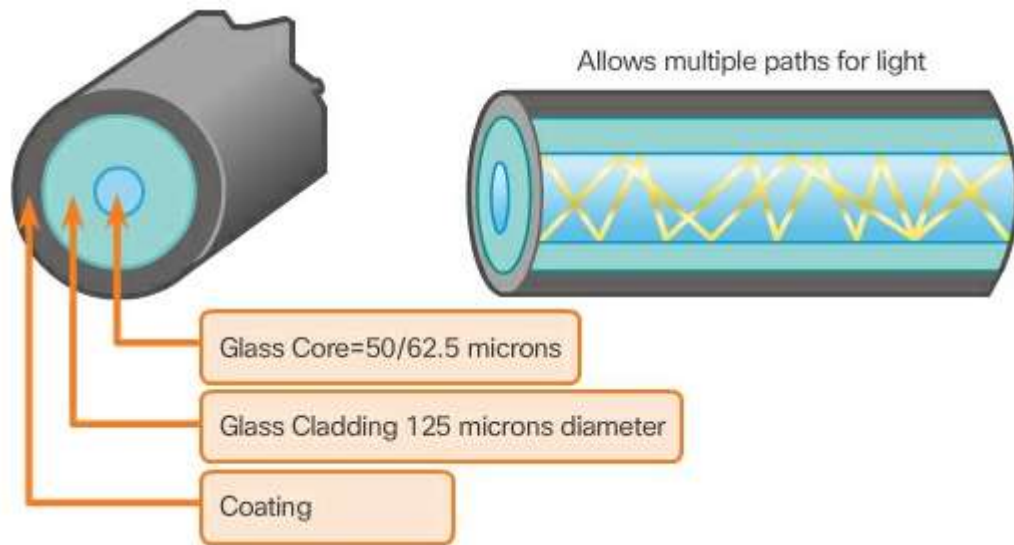
Kuvio 7. Valokuitukaapelin rakenne. (Academy 2016, 170.)

Valokuitukaapeleita on kahdentyyppisiä yksimuotokuitu (SMF) ja monimuotokuitu (MMF). Yksimuotokuidut koostuvat (kuvio 8.) hyvin pienestä ytimestä, jota pitkin lähetetään yksittäisiä valopulsseja kalliilla laser-teknologialla. Yksimuotokuidut ovat yleisiä pitkien etäisyyksien yhteyksissä, jotka voivat ulottua yli satojen kilometrien päähän. Tyypillisiä yksimuotokuidun ominaisuuksia ovat pieni ydin, vähäinen dispersio, pitkät etäisyydet ja valonlähteenä käytetyt kalliit laserit. Yksimuotokuituja voidaan löytää myös yritysten runkoverkoista, joissa etäisyys voi olla muutamia kilometrejä. (Academy 2016, 171–172.)



Kuvio 8. Yksimuotokuidun rakenne. (Academy 2016, 171.)

Monimuotokuidut koostuvat (kuvio 9.) suuremmasta ytimestä ja lähettävät valopulsseja hyödyntämällä halvempaa teknologiaa. Monimuotokuitu käyttää halvempia LED- tai laserlähettämiä, joista valo tulee kaapelin sisään eri kulmissa tarjoten useita polkuja valolle, josta monimuotokuidun nimikin tulee. Monimuotokuitujen edullisuus tekee niistä yleisiä lähiverkoissa. Monimuotokuidut tarjoavat jopa 10 Gb/s kaistanleveyden 550 metrin etäisyyksiin asti. Tyypillisiä monimuotokuidun ominaisuuksia verrattuna yksimuotokuituun ovat suurempi ydin, runsaampi dispersio, lyhyemmät etäisyydet ja valonlähteenä käytetyt halvemmat LEDit ja laserit. (Academy 2016, 171–172.)



Kuvio 9. Monimuotokuidun rakenne (Academy 2016, 172.)

Näistä merkityksellisin ero on dispersion määrä, jota ilmenee monimuotokuidussa huomattavasti enemmän kuin yksimuotokuidussa. Dispersiolla tarkoitetaan valopulssin leviämistä ajan myötä. Mitä enemmän dispersiota, sitä suurempi signaalin voimakkuuden menetys. Tämän takia yksimuotokuidut sopivat paremmin pitkille etäisyyksille. (Academy 2016, 171–172.)

Valokuitukaapelit päättyvät erilaisiin liittimiin. Liittimiä on tarjolla useita ja niiden mitat sekä kytkentämenetelmät eroavat toisistaan. Suosituimmat liittimet (kuvio 10.) ovat ST-, SC-, LC- ja kaksisuuntainen monimuoto LC-liitin. ST-liitin on yksi ensimmäisiä käytetyitä liittimiä. Liitin on pistin tyylinen ja lukittautuu kiertämällä. SC-liitin on laajalti hyväksytty lähi- ja laajaverkkojen yhteyksissä, joka käyttää työnnä-vedä-mekaniikkaa. Tätä liitintä käytetään yksi- ja monimuotokuiduissa. LC-liitin taas on pienempi versio SC-liittimestä, jonka käyttö on yleistynyt nopeasti sen pienen koon myötä. Lopuksi kaksisuuntainen monimuoto LC-liitin, joka on samankaltainen kuin LC-liitin, mutta tarjoaa kaksisuuntaisen yhteyden. (Academy 2016, 172–174.)



ST Connectors



SC Connectors



LC Connectors

Duplex Multimode LC
Connectors

Kuvio 10. Suosituimpia valokuitukaapelien liittimiä. (Academy 2016, 173.)

Valon kulkiessa vain yhteen suuntaan kuidussa kaksisuuntainen yhteys edellyttää yleisesti kaksi erillistä kuitua, lähettämistä ja vastaanottamista varten. Tämän takia valokuitukytkentäkaapeleissa on niputettu kaksi valokuitukaapelia yhteen ja päätetty ne kahdella samalla liittimellä. Kaksisuuntaisissa liittimissä on liitin lähettämistä ja vastaanottamista varten. Valokuitukytkentäkaapeleita käytetään välittäjälaitteiden välisiin liittäntöihin. Yleisiä kytkentäkaapelita (kuvio 11.) ovat SC–SC-monimuoto, ST–LC-monimuoto, LC–LC-yksimuoto ja SC–ST-yksimuoto. Kuten kuvio 11 huomaa yksi- ja monimuotokuidunkytkentäkaapelit ovat merkitty värikoodeilla. Yleisesti yksimuotokuitukytkentäkaapeleissa käytetään keltaista vaippaa ja monimuotokuitukytkentäkaapeleissa oranssia tai sinivihreää vaippaa. (Academy 2016, 172–174.)



Kuvio 11. Yleisiä valokuitukytkentäkaapeleita. (Academy 2016, 174.)

Valokuitukaapelien päättäminen tulee olla erityisen huolellisesti tehty ja testattu. Huonosti päätetyt kaapelit johtaa pienempiin saavutettaviin etäisyyksiin tai jopa täydelliseen toimimattomuuteen. Lisäksi valokuitukaapelien liittimet tulee olla suojattu muovisella suojalla, kun ne eivät ole käytössä. (Academy 2016, 174–176.)

Langaton media hyödyntää radioaaltoja tiedon lähettämässä. Langaton media tarjoaa suurimman liikkuvuuden ja joustavuuden muihin medioihin verrattuna. Mobiililaitteiden käytön lisääntyessä vuosi vuodelta kysyntä langattomalle medialle on kasvanut samanaikaisesti. Kysynnän nopea kasvu on tuntunut erityisesti yrityksissä. Langaton media tuo mukanaan kuitenkin huolenaiheita kuten kuuluvuus, häiriöt ja tietoturva sekä muut käyttäjät. Langattoman median kuuluvuus ei ole ongelma avoimissa ympäristöissä radioaaltojen kulkiessa ilmassa vapaasti, mutta tietyt rakennuksissa ja rakenteissa käytetyt rakennusmateriaalit haittaavat radioaaltojen liikettä, jonka takia langattoman median kuuluvuusalue pienenee. Lisäksi täyteen pakatut rakennukset kuten varastot ovat ongelmallisia langattomalle medialle. Kyseisissä rakennuksissa voi esiintyä yllättäviäkin paikkoja, joissa yhteys langattomaan lähiverkkoon katkeaa kokonaan radioaaltojen ollessa niin heikkoja. Langaton media on myös altis häiriöille, joita voivat aiheuttaa tavalliset kotitalouden laitteet kuten mikroaaltouunit tai muu langaton viestintä. Suurimpia huolenaiheita

ovat lukuisat tietoturvaohjelmat, joille langaton media altistaa lähiverkon. Tämä johtuu langattoman median luonteesta. Kuka tahansa kuuluvuuden alueella voi yrittää saada yhteyttä langattomaan lähiverkkoon. Lopuksi langattomissa lähiverkoissa vain yksi laite voi lähettää tai vastaanottaa kerrallaan. Tämä tarkoittaa, että langaton media on jaettu media eli mitä enemmän käyttäjiä on yhdistänyt langattomaan lähiverkkoon, sitä vähemmän kaistanleveyttä on käytettävissä jokaisella käyttäjällä. (Academy 2016, 176–177.)

IEEE on määritellyt standardeja langattomille medioille. Näitä ovat IEEE 802.11 -standardin WLAN, IEEE 802.15 -standardin Bluetooth ja IEEE 802.16 -standardin WiMax. Tämän opinnäytetyön kannalta tärkein on IEEE 802.11 -standardin WLAN eli langattoman lähiverkon -standardi. Wi-Fi on Wi-Fi Alliancen tavaramerkki, jota käytetään sertifioidujen langattomien lähiverkkojen tuotteiden kanssa, jotka noudattavat IEEE 802.11 -standardeja. Langattomassa lähiverkossa laitteet yhdistävät nimensä mukaisesti langattomasti lähiverkkoon. Langaton lähiverkko tarvitsee toimiakseen tukiaseman ja langatonta yhteyttä tukevan verkkokortin. Tukiasema ohjaa käyttäjien langattoman lähiverkon viestit lähiverkkoon eli fyysiseen infrastruktuuriin, joka on yleisesti kuparipohjainen. (Academy 2016, 177–178.)

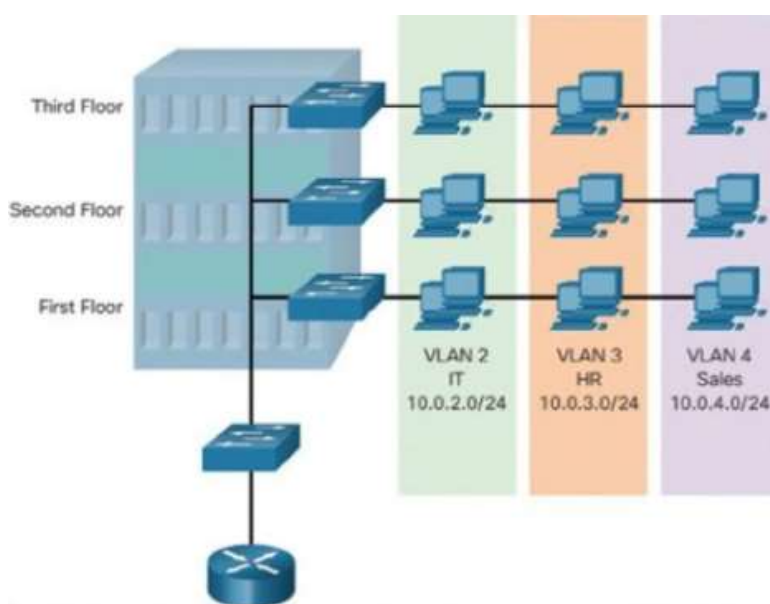
Langattoman median hyödyt ovat ilmeisiä yrityksille. Näitä hyötyjä ovat esimerkiksi säästöt kalliissa tilojen johdotuksessa ja langattoman median tarjoama liikkuvuus sekä joustavuus. Langattomien lähiverkkojen tuodessa mukanaan kuitenkin lukuisia huolenaiheita niiden suunnitteluun ja toteuttamiseen sekä ylläpitoon tulee kiinnittää erityistä huomiota. (Academy 2016, 177–178.)

2.3 Tekniikat

Tietoverkot tarvitsevat komponenttien lisäksi erilaisia tekniikoita. Lisäksi käytetyt tekniikat eroavat tietoverkon tyypistä riippuen. Esimerkiksi lähi- ja laajaverkkoihin yhdistetään laajalti erilaisia tekniikoita. Tässä opinnäytetyössä keskitytään lyhyesti muutamiin opinnäytetyön kannalta oleellisiin lähiverkoista ja langattomista lähiverkoista löytyviin tekniikoihin. Näitä tekniikoita ovat virtuaalinen lähiverkko (VLAN), runkoportti, Spanning Tree -protokolla (STP) ja liitäntöjen yhdistäminen sekä virransyöttö Ethernetin yli (PoE).

Virtuaalinen lähiverkko on tekniikka, jolla lähiverkko voidaan jakaa pienempiin loogisiin osiin. Virtuaalinen lähiverkko on siis suuremmasta lähiverkosta pilkottu looginen osa.

Virtuaalisten lähiverkkojen ollessa kokonaan erillisiä lähiverkkoja niiden tietoturva ja suorituskyky paranevat. Näiden lisäksi virtuaaliset lähiverkot vähentävät kustannuksia ja helpottavat käyttäjien hallintaa. Lähiverkko voidaan jakaa virtuaalisiin lähiverkkoihin esimerkiksi toiminnan, projektiryhmän tai sovelluksen perusteella käyttäjien tai laitteiden fyysisestä sijainnista riippumatta. Virtuaalisella lähiverkolla on yleensä oma IP-osoiteavaruus ja se käyttäytyy omana itsenäisenä lähiverkkona, vaikka se jakaisikin samaa fyysistä infrastruktuuria toisten virtuaalisten lähiverkkojen kanssa (kuvio 12.). (Academy 2016(2), 248–250.)



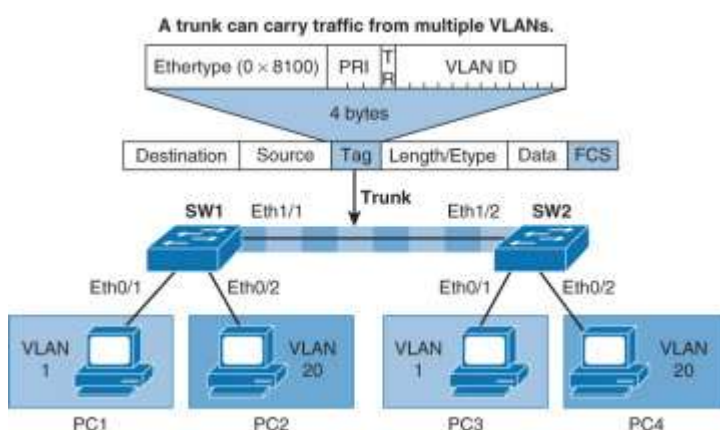
Kuvio 12. Virtuaalisia lähiverkkoja. (Academy 2016(2), 248.)

IP-osoiteavaruus koostuu IP-osoitteista, joita laitteet käyttävät. Yleisimmät IP-versiot ovat IPv4 ja IPv6. IPv4-osoitteet koostuvat 32 bitistä ja IPv6-osoitteet 128 bitistä. Tässä työssä keskitytään versioon IPv4. IPv4 ilmaisee 32-bittisen osoitteen desimaalimuodossa, kahdeksan bittiä kerrallaan pisteellä eroteltuna esimerkiksi 192.168.1.1, jossa 192 on binaarimuodossa 11000000 ja niin edelleen, joka lopulta muodostaa koko 32-bittisen osoitteen. IPv4-osoiteavaruuden koko riippuu sille annetuista yksittäisistä IPv4-osoitteiden määrästä. Kyseisen määrän voi ilmaista samalla tavalla kuin itse IPv4-osoitteetkin eli kahdeksan bittiä kerrallaan pisteellä eroteltuna esimerkiksi 255.255.255.0 tai käyttämällä lyhyempää /24 merkintää. Nämä kertovat saman tarinan sen, että IPv4-osoiteavaruudelle on varattu 24 bittiä ja yksittäisiä IPv4-osoitteita jää siis kahdeksan bitin edestä eli 256 kappaletta (0–255). Nämä muodostavat kokonaisuuden, jossa IPv4-osoiteavaruudet ilmaistaan esimerkiksi seuraavalla tavalla 192.168.1.0 255.255.255.0 tai

192.168.1.0/24. Näistä osoitteista ensimmäinen on varattu ilmaisemaan itse IPv4-osoitevaruutta (192.168.1.0) ja viimeinen on tarkoitettu viesteille, jotka ovat koko IPv4-osoitevaruudelle tarkoitettu (192.168.1.255). Näin ollen laitteiden käytettävissä olevia IPv4-osoitteita on yhteensä 254 kappaletta (192.168.1.1–192.168.1.254). (Academy 2016, 327, 338, 341–344.)

Mikä tahansa virtuaalisia lähiverkkoja tukevan kytkimen portti voi kuulua virtuaaliseen lähiverkkoon ja kyseisen virtuaalisen lähiverkon viestit lähetetään vain samaan kuuluvaan virtuaaliseen lähiverkkoon. Näitä portteja kutsutaan pääsyporteiksi. Virtuaalisten lähiverkkojen välinen yhteys on kuitenkin mahdollista toteuttaa tarvittaessa. Tämä kuitenkin vaatii reititystä tukevan välittäjälaitteen, koska kyseessä on kaksi erillistä lähiverkkoa. (Academy 2016(2), 248–250.)

Virtuaaliset lähiverkot voidaan toteuttaa yhdessä kytkimessä paikallisesti tai ne voivat laajentua useimmille kytkimille. Virtuaalisten lähiverkkojen laajentuessa useampaan kytkimeen nousee tarve erottaa ne toisistaan. Virtuaalisten lähiverkkojen erottaminen tapahtuu runkoportin avulla (kuvio 13.). Toisin kuin pääsyportti, runkoportti kantaa usean virtuaalisen lähiverkon viestejä yhtä fyysistä liitäntää pitkin kahden kytkimen tai minkä tahansa tätä toimintoa tukevan laitteen välillä. Runkoportti tekee tämän lisäämällä merkinnän viestiin siihen liittyvästä virtuaalisesta lähiverkosta. Näin ollen vastaanottaja tietää viestin alkuperän ja pystyy käsittelemään tämän asianmukaisesti. Merkintä poistetaan, kun viesti lähetetään edelleen siihen liittyvän virtuaaliseen lähiverkkoon liitetyn portin suuntaan. (Froom & Frahim 2015, 44–46, 49–52.)

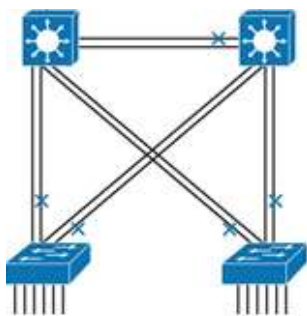


Kuvio 13. Runkoportin toiminta. (Froom & Frahim 2015, 49.)

Runkoportit noudattavat yleisesti IEEE 802.1Q -standardia, joka toimii eri laitevalmistajien laitteiden välillä. IEEE 802.1Q merkitsee kaikki virtuaalisten lähiverkkojen viestit

paitsi natiiviksi kutsutun virtuaalisen lähiverkon viestit. Parhaiden käytäntöjen mukaan tulisi hyödyntää omia virtuaalisia lähiverkkoja tiedolle, äänelle ja hallinnalle sekä käyttämättömille porteille. Näiden lisäksi natiivi- ja oletus -virtuaalisten lähiverkkojen arvot tulisi muuttaa oletuksista. (Froom & Frahim 2015, 52, 65–66.)

Korkean saatavuuden ollessa yritysten lähiverkkojen yksi päätavoitteista tekee kytkimien välisistä redundantisista yhteyksistä yleisiä. Tämä kuitenkin altistaa lähiverkon erilaisille uhille kuten silmukoille, joissa viestit kulkevat loputonta kehää pitkin johtaen lopulta lähiverkon lamautumiseen. STP-tekniikka on kehitetty estämään näiden silmukoiden muodostumista. STP tekee tämän (kuvio 14.) estämällä redundanttisen yhteyden toiminnan. Pääyhteyden mentäessä alas, redundanttisen yhteyden esto poistetaan ja lähiverkon toiminta pääsee jatkumaan normaalisti. (Froom & Frahim 2015, 119–121.)



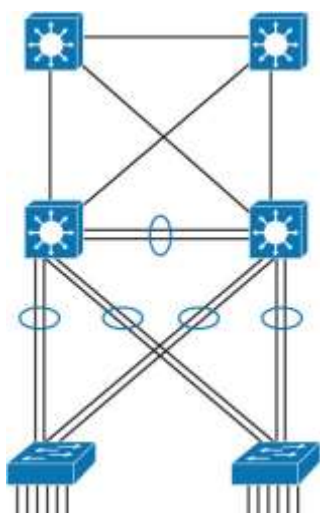
Kuvio 14. STP:n toiminta. (Froom & Frahim 2015, 95., muokattu.)

STP-tekniikasta on erilaisia toteutuksia. Toteutuksia ovat itse STP, jonka määrittelee IEEE 802.1D. Muita toteutuksia ovat CST, PVST+, MST ja RSTP sekä RPVST+. Niiden tarvittavat resurssit ja nopeus sekä virtuaalisten lähiverkkojen käsittely eroavat laajalti. Esimerkiksi STP tukee vain yhtä lähiverkkoa tai virtuaalista lähiverkkoa, kun taas PVST+, joka tarjoaa erillisen STP-instanssin jokaista virtuaalista lähiverkkoa kohden. Taulukko 2 listaa nämä STP-toteutukset ja niiden ominaisuudet. (Froom & Frahim 2015, 121–122.)

Taulukko 2. STP-toteutukset ja niiden ominaisuudet. (Froom & Frahim 2015, 122.)

	Standard	Resources Needed	Convergence	
CST	802.1D	Low	Slow	All VLANs
PVST+	Cisco	High	Slow	Per VLAN
RSTP	802.1w	Medium	Fast	All VLANs
RPVST+	Cisco	Very high	Fast	Per VLAN
MST	802.1s	Medium or high	Fast	VLAN list

Kasvava tarve suuremmille kaistanleveyksille kytkinten tai kytkinten ja palvelimien välillä on tehnyt liitäntöjen yhdistämisestä yleistä. Liitäntöjen yhdistämisellä tarkoitetaan monen fyysisen liitännän yhdistämistä yhdeksi loogiseksi liitännäksi (kuvio 15.). Tekniikalla on monia hyötyjä kuten kustannusten väheneminen kasvattamalla kaistanleveyttä hyödyntäen jo olemassa olevia kytkinten portteja ja fyysisten liitäntöjen hallinnan tapahtuessa loogisesta liitännästä, joka edesauttaa fyysisten liitäntöjen johdonmukaisuutta sekä kuormantasaus fyysisiä liitäntöjä pitkin. Näiden lisäksi STP näkee loogisen liitännän vain yhtenä liitännänä eikä näin ollen estä redundanttisten liitäntöjen toimintaa. Tekniikka tuo myös lisää vikasietosuutta, yhden loogiseen liitännään kuuluvan fyysisen liitännän mentäessä alas, loogisen liitännän kaistanleveys päivittyy automaattisesti muiden fyysisten liitäntöjen jatkaessa toimintaa normaalisti. Liitännät voidaan yhdistää käyttämällä IEEE:n LACP- (802.1AX ja 802.1aq), joka toimii eri laitevalmistajien laitteiden välillä tai Ciscon PAgP-tekniikkaa. Näiden lisäksi liitännät voidaan yhdistää staattisesti. (Froom & Frahim 2015, 94–99.)



Kuvio 15. Liitäntöjen yhdistäminen. (Froom & Frahim 2015, 96.)

PoE tarjoaa laitteille tiedon lisäksi virransyötön samaa Ethernet-kaapelia pitkin. Tämä tekniikka vähentää tarvittavien pistorasioiden määrää. Tekniikkaa tukevat tietyt kytkinmallit ja sitä hyödynnetään yleisesti tukiasemien ja valvontakameroiden kanssa, joiden asennuskohteessa ei ole yleisesti pistorasioita saatavilla. PoE koostuu kolmesta komponentista. Laitteista, jotka syöttävät virran kuten kytkimet ja laitteista, jotka saavat virran kuten tukiasemat sekä Ethernet-kaapeloinnista. PoE noudattaa IEEE 802.3af- ja 802.3at -standardeja, joissa kytkin yrittää havaita virran saavan laitteen syöttämällä pienen jännitteen Ethernet-kaapelia pitkin. Tämän jälkeen kytkin mittaa resistanssin ja sen ollessa

25 k Ω virran saava laite on havaittu. Virran saava laite toimittaa kytkimelle sen teholuokan. Lopuksi teholuokan perusteella kytkin syöttää sopivan virran laitteelle. IEEE 802.3at -teholuokat on numeroitu 0–4. Oletusluokkaa 0 käytetään, jos kytkin tai virran saava laite ei tue teholuokan havaitsemista. Taulukko 3 listaa IEEE:n teholuokat ja niiden ominaisuudet. (Froom & Frahim 2015, 360–363.)

Taulukko 3. PoE-teholuokat. (Froom & Frahim 2015, 363.)

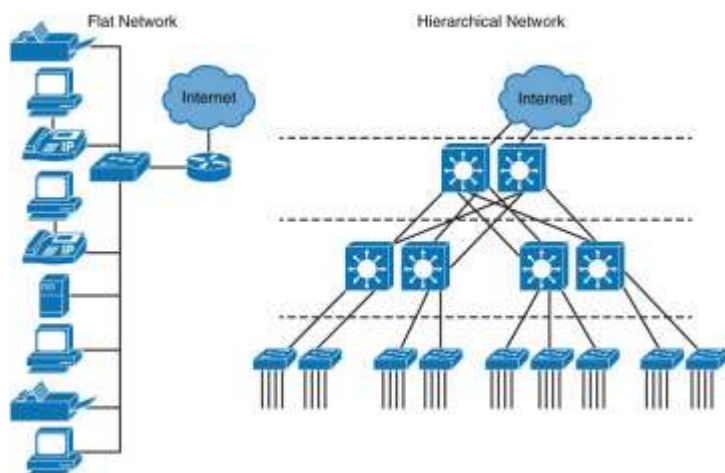
IEEE Power Class	Min. Power Output	Notes
0	15.4 W	Default class
1	4 W	Optional class
2	7 W	Optional class
3	15.4 W	Optional class
4	51 W	Valid for 802.3at devices only (that is, thin clients)

2.4 Suunnittelu

Yrityksien lähiverkkojen kasvaessa jatkuvasti ne tulisi suunnitella mahdollisimman skaalautuvaksi. Lähiverkkoja, joissa laitteet kuten tietokoneet, palvelimet ja tulostimet ovat liitetty toisiinsa lähiverkon kytkinten avulla ilman virtuaalisia lähiverkkoja kutsutaan liitteiksi lähiverkoiksi. Kaikkien laitteiden ollessa liitettynä samaan litteään lähiverkkoon tuhlata saatavilla olevaa kaistanleveyttä ja resursseja. Tämä johtuu kaikille tarkoitetuista viestien määrästä, joita tuottavat esimerkiksi kytkimet löytääkseen oikean kohteen. Mitä suurempi lähiverkko, sitä suurempi määrä kyseisiä viestejä pyörii lähiverkossa. Tämä ei tuota vielä näkyviä ongelmia lähiverkossa kytkettyjen laitteiden lukumäärän ollessa muutamia laitteita, mutta laitteiden lukumäärän kasvaessa luonnollisesti jatkuvasti, ongelmia voi ilmetä hyvinkin nopeasti. (Froom & Frahim 2015, 10–12.)

Käsitelläkseen litteään lähiverkon ongelmia, lähiverkot suunnitellaan yleisesti hyödyntäen hierarkkista mallia (kuvio 16.). Hierarkkisessa mallissa lähiverkko on jaettu kolmeen kerrokseen nimeltään ydin-, jakelu- ja pääsykerros. Jokaisella kerroksella on omat tehtävänsä ja ne rakentuvat toistensa päälle. Hierarkkinen malli on modulaarinen ja joustava, jolla on kyky kasvaa ja laajentua ilman suurempia muutoksia tai uudistuksia lähiverkkoon. Pääsykerros, joka koostuu lähiverkon kytkimistä tarjoaa yhteyden työasemille, tu-

kiasemille ja tulostimille. Jakelukerros yhdistää lähiverkon kytkimet hyödyntämällä kytkimiä, jotka tukevat reititystä. Lopuksi ydinkerros, jota kutsutaan myös runkoverkoksi huolehtii viestien mahdollisimman nopeasta lähettämisestä. Ydinkerroksella on yleisesti reititysominaisuuksia ja on kaikista kriittisin osa lähiverkkoa, jonka täytyy mukautua muutoksiin nopeasti. (Froom & Frahim 2015, 10–12.)



Kuvio 16. Litteä vastaan hierarkkinen lähiverkko. (Froom & Frahim 2015, 10.)

2.5 Dokumentointi

Tärkeä osa lähiverkon suunnittelua on laatia dokumentaatio siitä. Lähiverkon ylläpitoon kuuluu pitää kyseinen dokumentaatio ajan tasalla. Puuttuva dokumentaatio hankaloittaa aina tarvittavien muutosten suunnittelua ja toteuttamista lähiverkkoon tarkoituksenmukaisesti. Lisäksi lähiverkossa tapahtuvien vikatilanteiden selvittäminen vaikeutuu ja pitkittyy. Väärä tai vanhentunut dokumentaatio voi johtaa myös vianetsijän harhaan, joka edelleen vaikeuttaa ja pitkittää vikatilanteiden selvittämistä. Tehtyjen muutoksien jälkeen dokumentaatio tulisi päivittää mahdollisimman nopeasti. Dokumentaation kattavuus tulisi määräytyä lähiverkon suuruudesta riippuen. Mitä suurempi lähiverkko, sitä kattavampi dokumentaatio. (Ranjbar 2014, 34–35.)

Lähiverkon dokumentaatio koostuu tavallisesti erilaisista verkkokaavioista ja listoista. Kaksi tavallisinta verkkokaaviota, joita käytetään kuvaamaan lähiverkkoa ovat fyysinen ja looginen topologia. Fyysinen topologia kuvaa välittäjälaitteiden ja kaapeli-asennusten fyysistä sijaintia. Looginen topologia taas kuvaa laitteita, portteja ja IP-osoitteita. (Academy 2016, 19–20.) Listat voivat sisältää tietoa liitännöistä, laitteista, ohjelmistoista ja

IP-osoitteista. Näiden lisäksi varmuuskopioinnit laitteiden nykyisistä asetuksista ovat hyvin tärkeitä. Samalla tavalla dokumentaatioon kuuluu fyysisten kaapelien ja verkkorasioiden merkitseminen. Suuremmissa lähiverkoissa dokumentaatio voi kattaa myös suorituskykymittauksia. (Ranjbar 2014, 48–50.)

3 DOKUMENTOINTIPROSESSI

Pk-yrityksen lähiverkko koostui välittäjälaitteista kuten palomuurilaitteesta, kytkimistä ja tukiasemista. Päätelaitteisiin kuului muun muassa palvelin, työasemia ja tulostimia sekä maksupäätteitä. Osa kytkimistä tukivat reititystä ja/tai PoE-tekniikkaa. PoE-kytkimillä syötettiin virta tukiasemille ja kameroille. Yrityksen dokumentaation ollessa hajanaista ja vanhentunutta dokumentaatio aloitettiin käytännössä nolasta. Dokumentaatioissa keskityttiin pääte- ja välittäjälaitteiden välisiin liitännöihin, verkkorasioihin ja langattomaan lähiverkkoon. Tietoa kerättiin fyysisesti paikan päällä eri menetelmillä. Saatuja tuloksia hahmoteltiin verkkokaavioihin ja yritykseltä saatuihin pohjapiirustuksiin. Yrityksen lähiverkko oli jaettu muutamiiin virtuaalisiin lähiverkkoihin palomuurilaitteesta. Tämän lisäksi yrityksessä oli myös erillinen lähiverkko kameroita varten, jota ei käsitelty dokumentaatioissa.

3.1 Liitännät

Ensimmäinen vaihe työssä oli pääte- ja välittäjälaitteiden fyysisten liitännöiden dokumentointi. Dokumentointi aloitettiin lähiverkon reunalta palomuurilaitteesta ja edettiin järjestelmällisesti kaapeleita seuraamalla kytkentäkaappi kerrallaan kohti päätelaitteita. Liitännät tallennettiin Excel-tiedostoon (liite 1.) kaksisuuntaisesti taulukon 4 esimerkin kaavaa noudattaen. Lisätietokenttää hyödynnettiin tarvittaessa.

Taulukko 4. Pääte- ja välittäjälaitteiden fyysisten liitännöiden dokumentointi.

Laitteesta	Portti	Laitteeseen	Portti	Lisätietoa
Laitteen malli	x	Laitteen malli	y	
Laitteen malli	y	Laitteen malli	x	

Liitännöiden lisäksi Excel-tiedosto sisälsi laitteiden tarkat nimet ja verkkopaneelit. Näiden lisäksi Excel-tiedostoon on luotu erillinen välilehti jokaista kytkentäkaappia kohden helpottamaan tiedoston lukemista. Excel-tiedostosta löytyy myös välilehti, jossa on listattu lähiverkon kytkimiä, joilla on laajennettu pääsykerrosta.

Fyysisten liitännöiden kartoituksen jälkeen selvitettiin yhdessä yrityksen tietoverkon ylläpitäjän kanssa virtuaalisten lähiverkkojen IP-osoitevaruudet ja niiden ilmeneminen kytkinten porteissa. Näiden lisäksi selvitettiin välittäjälaitteiden välisten liitännöiden oleelliset IP-osoitteet. Uuden tiedon valossa Excel-tiedoston liitännöihin lisättiin värikoodit jokaiselle virtuaaliselle lähiverkolle. Lopuksi Excel-tiedostoa hyödyntäen piirrettiin fyysinen ja looginen topologia lähiverkosta Network Notepad-ohjelman ilmaisversiolla. Tässä dokumentaatiossa fyysisellä topologialla (liite 2.) havainnollistettiin fyysisiä liitännöitä kuten kaapeleita ja portteja. Loogisella topologialla (liite 3.) taas loogisia kuten virtuaalisia lähiverkkoja ja IP-osoitteita. Selkeyden ja päivitettävyyden vuoksi verkkokaavioissa on keskitytty enimmäkseen vain välittäjälaitteiden välisiin liitännöihin.

3.2 Verkkorasiat

Dokumentaatioon kuului myös verkkorasioiden kartoittaminen ja merkintöjen lisääminen itse fyysisiin rasioihin niiden puuttuessa yrityksen merkintätapojen mukaisesti. Verkkorasiat olivat kaapeloitu suojaamattomilla parikaapeleilla, joiden luokka vaihteli Cat5–Cat6 välillä. Pääte- ja välittäjälaitteiden välissä olevat verkkorasiat saatiin kartoitettua fyysisten liitännöiden dokumentoinnin ohessa. Nämä kattoi suurimman osan verkkorasioista. Jäljelle jääviä verkkorasioita paikannettiin hyödyntämällä jo löydettyjen verkkorasioiden merkintöjä ja yrityksen tietoverkon ylläpitäjän vinkkejä.

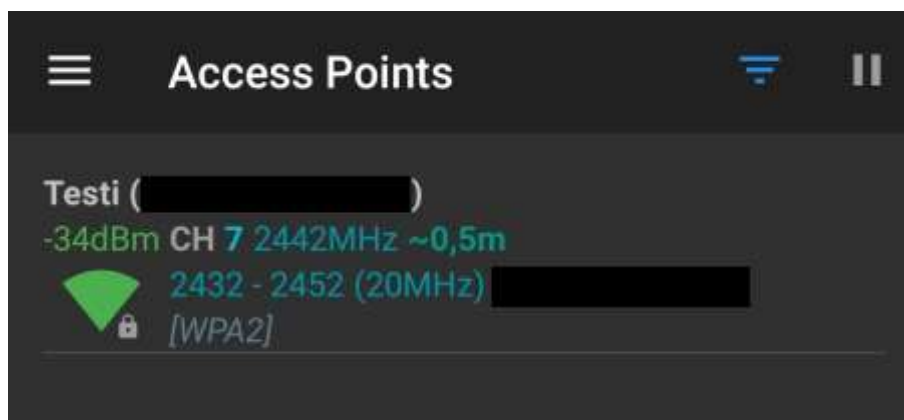
Merkkaamattomat verkkorasiat selvitettiin erilaisilla menetelmillä kuten yritykseltä käyttöön saadulla Pro'sKit MT-7068 -laitepakkausella. Pakkaus sisältää lähettimen ja vastaanottimen, joilla voi esimerkiksi paikantaa, eristää ja validoida monia erilaisia kaapeleita kuten suojaamattomia parikaapeleita. Laitteilla on myös lukuisia muita toimintoja. (Pro'sKit) Verkkorasia saatiin selville kytkemällä lähetin kytkentäkaapissa olevaan verkkopaneeliin ja kytkemällä vastaanotin merkkaamattomaan verkkorasiaan. Asettamalla molemmat laitteet CABLE-asentoon, mikäli oikea verkkopaneeli ja -rasia pari oli löydetty, laitteet validoi välissä olevan suojaamattoman parikaapelin. Toinen turvallinen tapa selvittää verkkorasian identiteettiä oli siihen liitetyn käyttämättömän päätelaitteen irrottaminen lähiverkosta ja seurata kytkentäkaapissa sijaitsevan kytkimen linkkivaloja. Merkkaamattoman verkkorasian selvittäessä se merkattiin tulostetulla tarralla yrityksen merkintätapojen mukaisesti.

Verkkorasiat merkittiin alustavasti Excel-tiedostoon erillisille välilehdelle. Lopuksi Excel-tiedostoa hyödyntäen verkkorasiat hahmoteltiin (liitteet 4 ja 5.) silmämääräisesti yritykseltä saatuihin pohjapiirustuksiin ilmaisella ja avoimeen lähdekoodiin perustuvalla kuvankäsittelyohjelmalla nimeltään GIMP.

3.3 Langaton lähiverkko

Dokumentaation viimeinen vaihe oli kartoittaa langattoman lähiverkon peittoaluetta. Yrityksellä oli muutamia langattomia lähiverkkoja eri käyttötarkoituksiin ja nämä kulki runkoportteja pitkin palomuurilaitteesta PoE-kytkimiin ja niistä tukiasemiin. Tukiasemia oli muutamia asennettuna ympäri yrityksen tiloja. Pätkivä langaton lähiverkko oli aiheuttanut ongelmia pitkään erityisesti yrityksen varastotiloissa, jossa sen luotettava toiminta oli tärkeää varastotyöntekijöiden lukiessa tilauksia ja tuotteita tablet-laitteista. Pätkiminen johtui varaston suuresta tavaramäärästä, joka häiritsi radioaaltojen liikettä.

Langattoman lähiverkon peittoalue mitattiin (liitteet 6 ja 7.) hyödyntämällä ilmaista avoimen lähdekoodin WiFi Analyzer -sovellusta, joka oli ladattavissa Google Play-kaupasta. Mitattaessa sovellus havaitsi (kuvio 17.) lähellä olevat tukiasemat, langattomien lähiverkkojen nimet eli SSID:t, signaalin voimakkuuden ja kanavan sekä salaussuojan. Lisäksi sovellus arvioi laitteen etäisyyden tukiasemasta. (WiFi Analyzer.) Kuvio 17 havainnollistaa mittauksen tukiaseman vierestä. Tulokset on rajattu vain yhteen kirjoittajan luomaan langattomaan lähiverkkoon tietoturvasyistä. Signaalin voimakkuus ilmaistaan logaritmisella desibeliasteikolla, jonka yksikkönä käytetään desibelimilliwattia (dBm) ja sen arvo on negatiivinen langattomien lähiverkkojen signaalien tehon ollessa pienempiä kuin 1 mW, joka tuottaa logaritmissa negatiivisen arvon. Esimerkiksi todella hyväksi todetun signaalin voimakkuuden -30 dBm arvo on vain 0,001 mW. Signaalin voimakkuudet noudattavat yleisesti asteikkoa -30 – -90 dBm, jossa -30 dBm on paras mahdollinen yhteys ja -90 dBm vastaa käytännössä yhteyden puuttumista signaalin ollessa niin heikko. (Hendrickson 2019.)



Kuvio 17. WiFi Analyzer -sovelluksen näkymä.

Mittaukset tehtiin paikan päällä ja suurin osa mittauspisteistä sijaitti varastossa, jossa langaton lähiverkko oli erityisesti tuottanut ongelmia. Mittaustuloksista otettiin kuvakaappaus talteen ja lopuksi mittaustulokset hahmoteltiin yritykseltä saatuihin pohjapiirustuksiin GIMP-kuvankäsittelyohjelmalla. Tukiasemien ollessa kaksikaistaisia eli niiden jakaessa molempia 2,4 GHz ja 5 GHz langattomia lähiverkkoja sekä tukiasemia ollessa monia pohjapiirustuksiin hahmoteltiin (liitteet 6 ja 7.) selkeyden vuoksi vain kaksi parasta mittaustulosta. Tulokset värikoodattiin pohjapiirustuksiin WiFi Analyzer -sovelluksen oman asteikon mukaisesti. Asteikossa -30 – -66 dBm on merkitty vihreällä, joka kuvaa hyvää yhteyttä ja -67 – -88 dBm keltaisella, joka kuvaa heikkoa yhteyttä. Näistä pienemmät arvot ovat merkattu punaisella -89 dBm:stä alkaen ja tämä kuvaa käytännössä yhteyden puuttumista.

3.4 Kehitysehdotukset

Valmista dokumentaatiota hyödyntämällä pohdittiin mahdollisia kehitysehdotuksia lähiverkkoon. Kytkenäkaappien kaapeleita oli osalta määrin värikoodattu virtuaalisten lähiverkkojen mukaisesti, mutta tämä ei ollut johdonmukaista. Lisäksi lukuun ottamatta uusia asennuksia kaapelit olivat ylipitkiä, joka vaikeuttaa niiden käsittelyä ja seuraamista.

Virtuaalisten lähiverkkojen IP-osoiteavaruudet olivat joissain tapauksissa niukkoja ja niiden päivittäminen suuremmiksi voi tulla tulevaisuudessa vastaan hyvinkin nopeasti yrityksen laajetessa samaa vauhtia. Silmiin iski ensimmäiseksi langallinen sisäverkko, jolle on varattuna 126 IP-osoitetta ja varastotyöntekijöiden käyttämä langaton lähiverkko, jolle on varattuna 14 IP-osoitetta.

Langattomat lähiverkot kulkivat runkoportteja pitkin PoE-kytkimiin. Muiden virtuaalisten lähiverkkojen siirtäminen kytkimistä toisiin kytkimiin käytti kuitenkin pääsyportteja, mikä tarkoitti, että kahden virtuaalisen lähiverkon siirtäminen vaati kaksi erillistä kaapelia. Tämän voisi toteuttaa yhdellä kaapelilla, runkoportilla. Toinen vaihtoehto olisi yhdistää fyysiset liitännät yhdeksi loogiseksi liitännäksi ja asettaa tämä runkoportiksi. Ratkaisu toisi lisää joustavuutta kaistanleveydelle loogisen liitännän hyödyntäessä kuormantasausta molemmille virtuaalisille lähiverkoille. Tämän lisäksi ratkaisu toisi myös lisää vikasietoisuutta. Yhden kaapelin mentäessä alas, molemmat virtuaaliset lähiverkot olisivat silti saatavilla.

Yritys oli miettinyt tukiasemien sijainnin vaihtamista tai uuden tukiaseman asentamista. Tukiasemien sijainnin pohtimisessa voi hyödyntää tehtyjä langattoman lähiverkon peittomittauksia, jotka ovat hahmoteltu pohjapiirustuksiin (liitteet 6 ja 7.).

4 LOPETUS

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia helposti päivitettävä, kattava ja selkeä dokumentaatio pk-yrityksen lähiverkosta. Dokumentaatioon kuului pääte- ja välittäjälaitteiden väliset liitännät ja verkkorasiat sekä langaton lähiverkko. Tietoa kerättiin paikan päällä fyysisesti eri menetelmillä, minkä jälkeen kyseistä tietoa hahmoteltiin verkkokaavioihin ja yritykseltä saatuihin pohjapiirustuksiin sekä yritettiin saavuttaa mahdollisimman viimeistely lopputulos hyödyntäen erilaisia ohjelmia. Lopuksi uutta dokumentaatiota hyödyntämällä pohdittiin mahdollisia kehitysehdotuksia lähiverkkoon.

Dokumentointiprosessi eteni suunnitelmien mukaisesti ja järjestelmällisesti. Tiellä oli kuitenkin muutamia töyssyjä, joihin ei ollut osannut varautua kokonaan. Kerättävän tiedon suuri määrä ja monimutkaisuus yllättivät. Esimerkiksi lähiverkon kytkimet, joilla on laajennettu pääsykerrosta ja joita äärimmäisessä tapauksessa oli kaksi peräkkäin, lisäsivät tiedon ja monimutkaisuuden määrää. Dokumentaatiosta tuli kuitenkin riittävän kattava ja selkeä, mikä vastasi yrityksen tarpeita. Dokumentaation päivitettävyys pysyi myös rajojen sisällä. Työ opetti paljon ja antoi laajan kuvan pk-yrityksien lähiverkkojen toiminnasta ja laajuudesta.

Yrityksen suunnitellessa muutoksia lähiverkkoon kehitysehdotuksista voi olla hyötyä. Lisäksi dokumentaation ajan tasalla pitäminen ja laajentaminen lähiverkon kasvaessa on tärkeää. Dokumentaatiota voi laajentaa lukuisilla eri tavoilla yrityksen nousevien tarpeiden mukaisesti. Seuraava askel voisi olla esimerkiksi lähiverkon suorituskyky mittaukset eri aikoina, kuten toimistoaikoina ja niiden ulkopuolella. Tämän tiedon avulla opitaan, miten lähiverkko käyttäytyy, jotta vikatilanteiden ilmetessä pystytään erottamaan normaali ja normaalista poikkeava lähiverkon käyttäytyminen.

LÄHTEET

Academy, C. 2016. Introduction to Networks v6 Companion Guide, 1st edn, Cisco Press. Viitattu 26.1.2021 proquestcombo.safaribooksonline.com.

Academy, C. 2016(2). Routing and Switching Essentials v6 Companion Guide, 1st edn, Cisco Press. Viitattu 23.1.2021 proquestcombo.safaribooksonline.com.

Conrad, E., Misener, S. & Feldman, J. 2015. CISSP Study Guide, Elsevier Science & Technology Books, Rockland, MA. Viitattu 15.1.2021 ebookcentral.proquest.com.

Froom, R. & Frahim, E. 2015. Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH) Foundation Learning Guide, 1st edn, Cisco Press. Viitattu 26.1.2021 proquestcombo.safaribooksonline.com.

WiFi Analyzer. Android application to analyze WiFi signals. Viitattu 27.1.2021 <https://vremsoftwa-redevelopment.github.io/WiFiAnalyzer/>.

Hendrickson J. 2019. How to Check Your Wi-Fi Signal Strength. Viitattu 27.1.2021 <https://www.howtogeek.com/426642/how-to-check-your-wi-fi-signal-strength/>.

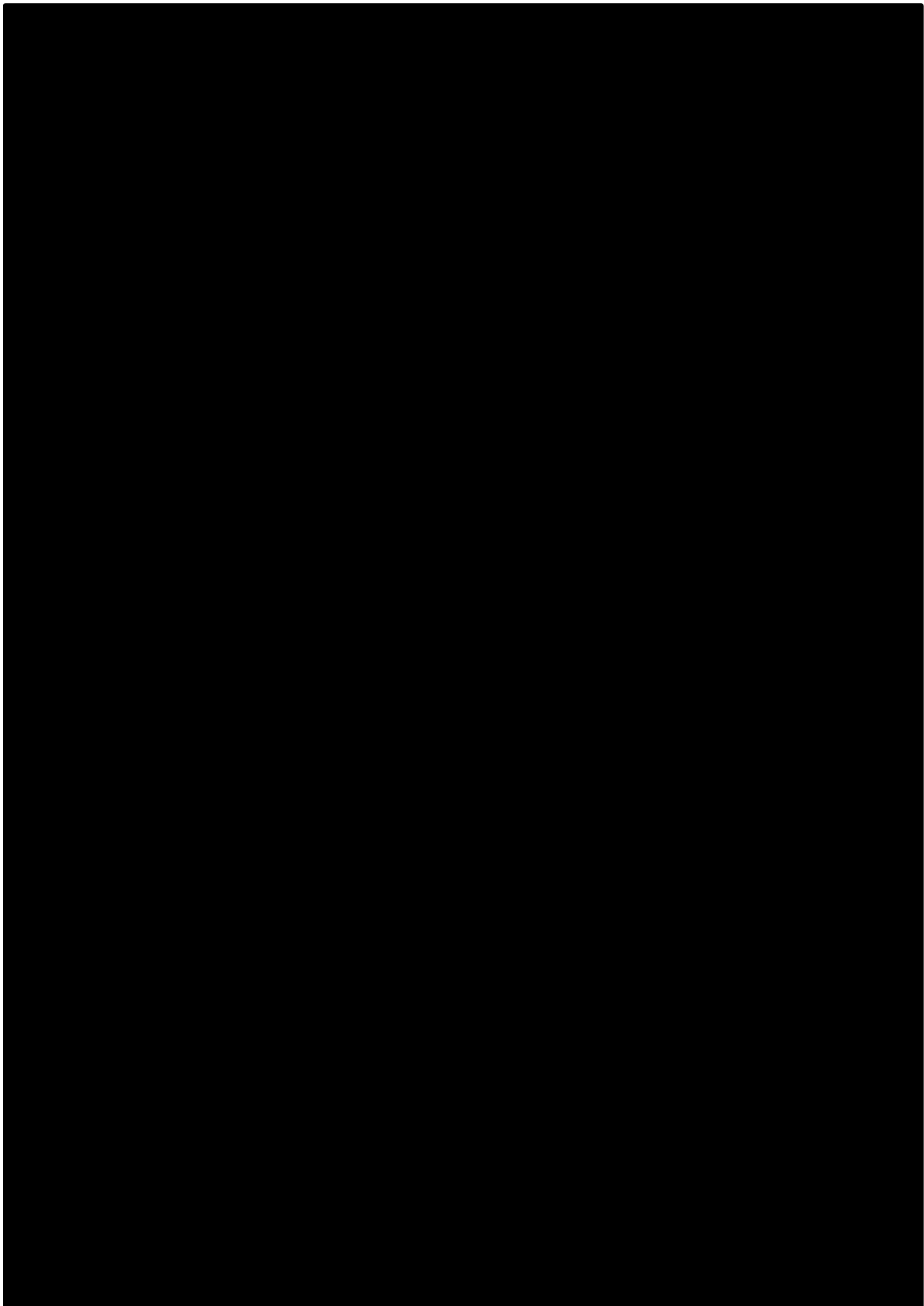
IEEE 802.3u 1995. IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Supplement - Media Access Control (MAC) Parameters, Physical Layer, Medium Attachment Units, and Repeater for 100Mb/s Operation, Type 100BASE-T (Clauses 21-30). Viitattu 16.1.2021 https://standards.ieee.org/standard/802_3u-1995.html.

Pro'skit. All-In-One Toner & Probe Kit MT-7068 User's Manual. Viitattu 27.1.2021 <https://www.prokits.com.tw/Download/1/MT-7068/>.

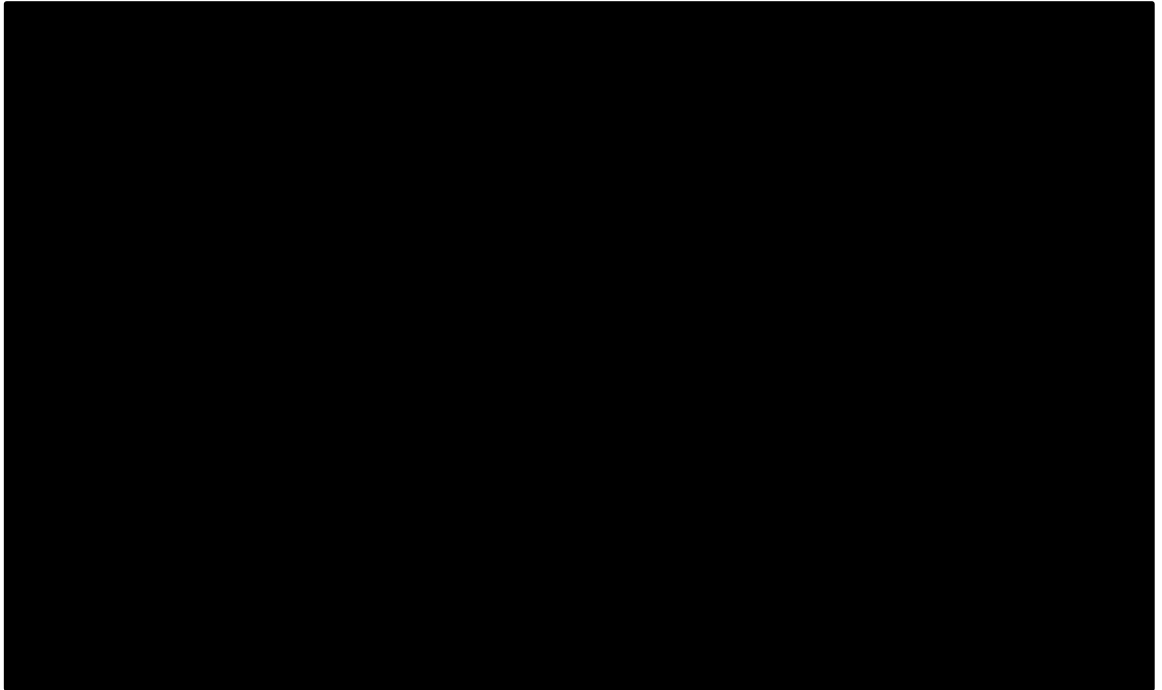
Ranjbar, A. 2014. Troubleshooting and Maintaining Cisco IP Networks (TSHOOT) Foundation Learning Guide: (CCNP TSHOOT 300-135), 1st edn, Cisco Press. Viitattu 26.1.2021 proquest-combo.safaribooksonline.com.

Tietotekniikan termitalkoot: hakusana tietoverkko 1999. Viitattu 7.1.2021 <http://www.tsk.fi/tsk/termitalkoot/fi/haku-266.html>.

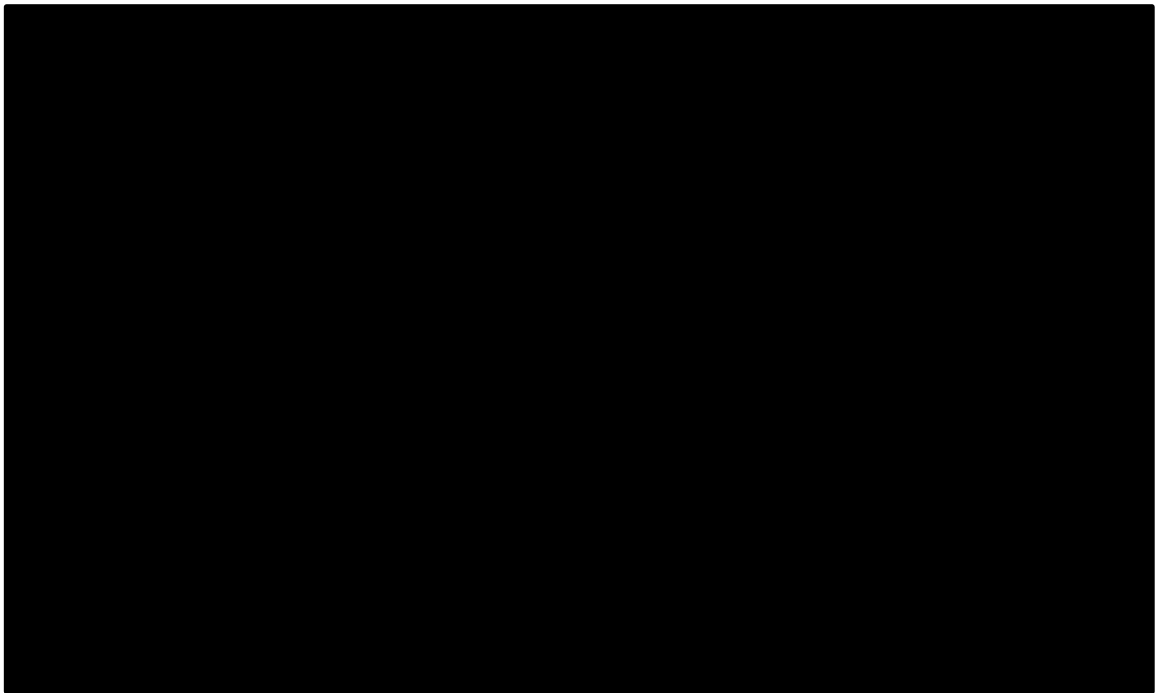
Liite 1. Fyysiset liitännät (tummennettu)



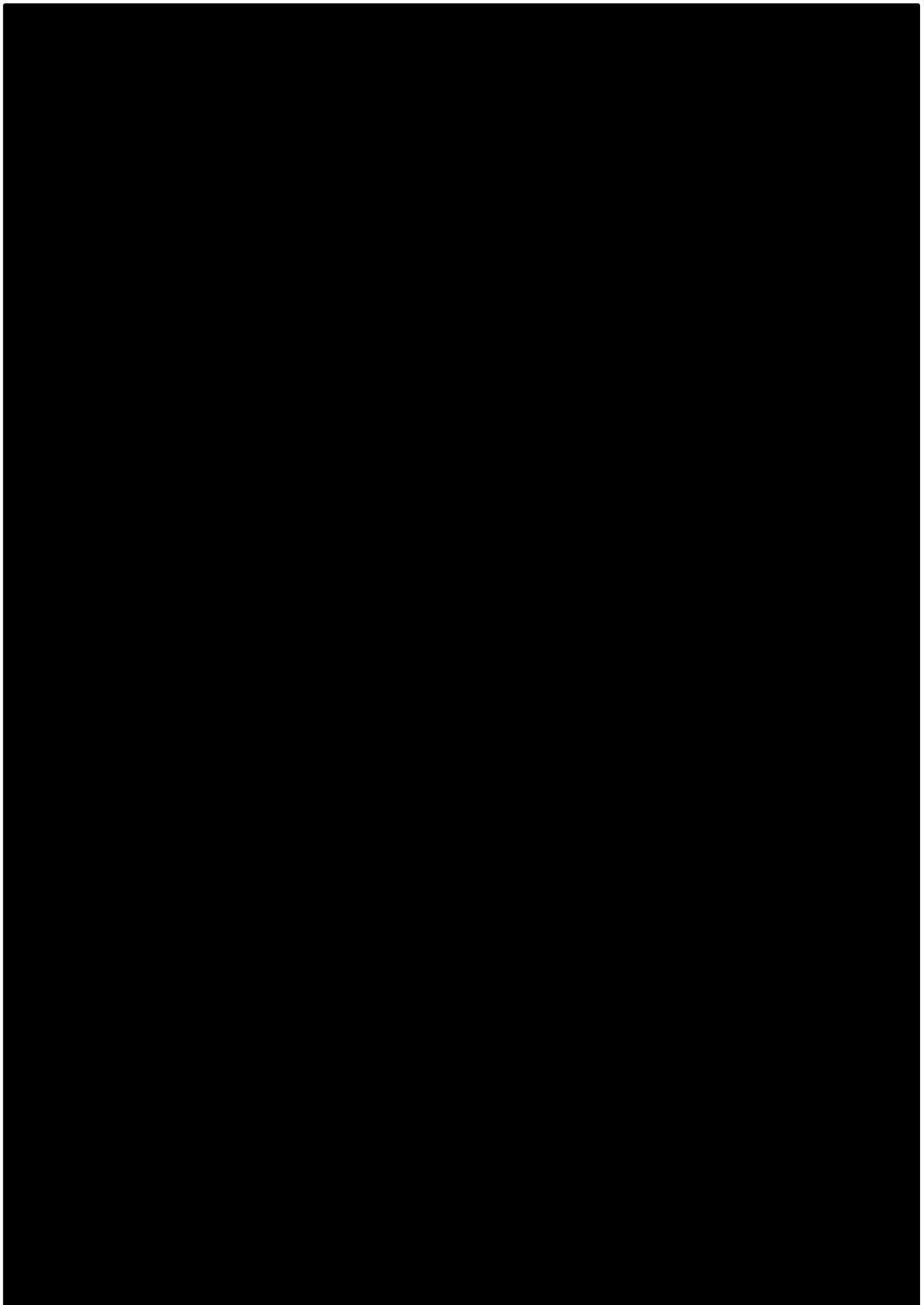
Liite 2. Fyysinen topologia (tummennettu)



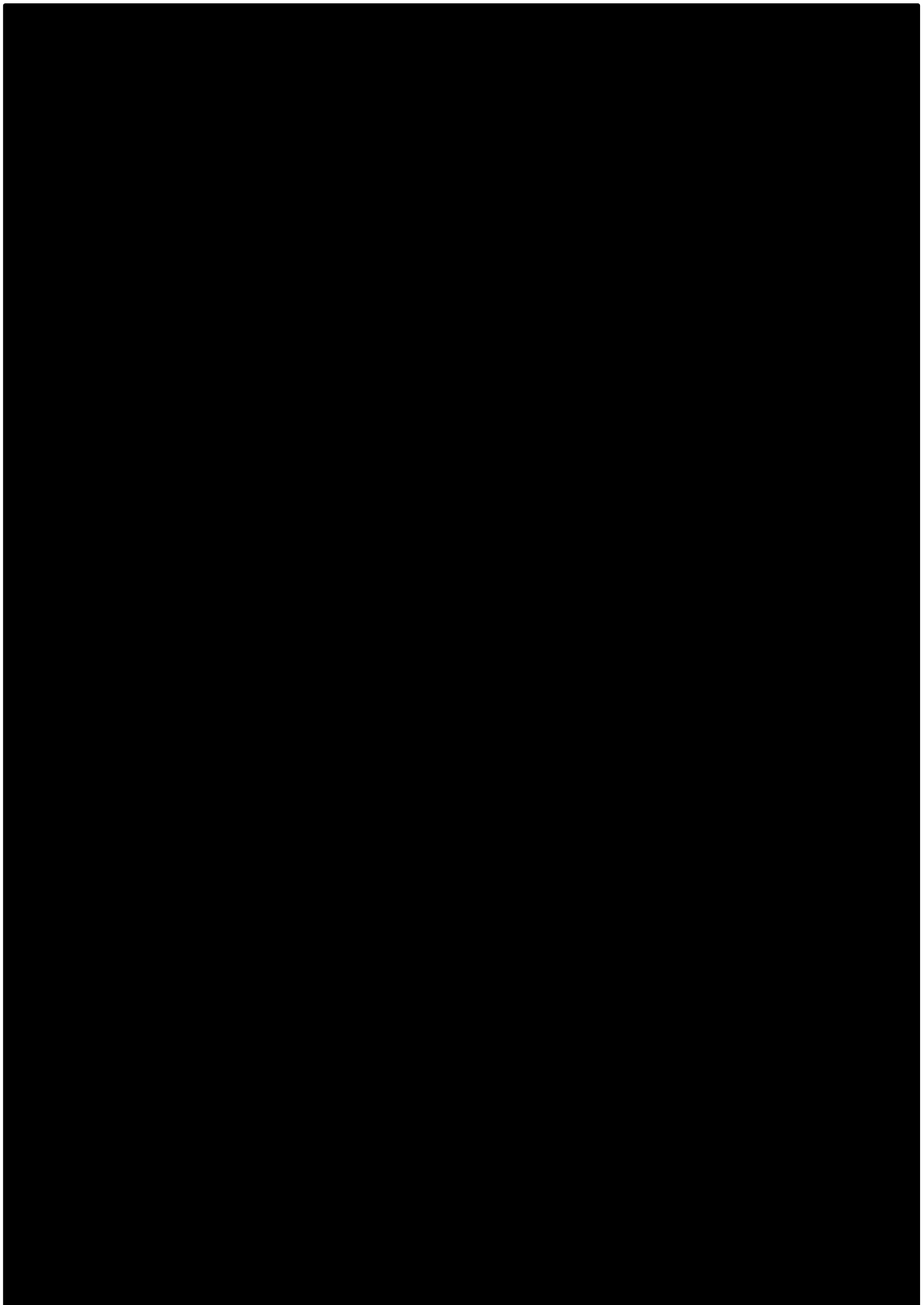
Liite 3. Looginen topologia (tummennettu)



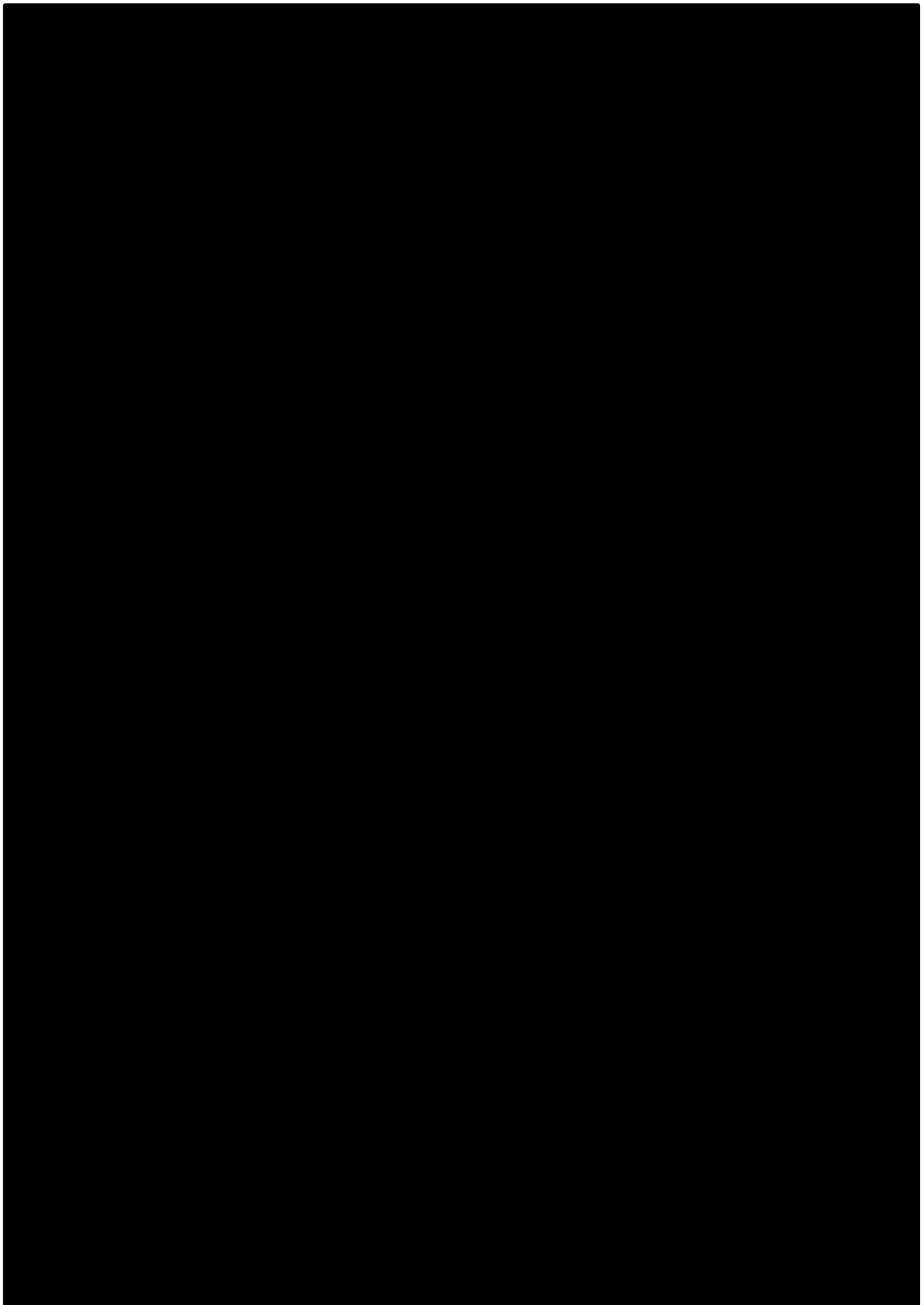
Liite 4. Verkkorasiat alakerta (tummennettu)



Liite 5. Verkkorasiat yläkerta (tummennettu)



Liite 6. Langaton lähiverkko alakerta (tummennettu)



Liite 7. Langaton lähiverkko yläkerta (tummennettu)

