



VALOKUITU KIINTEISTÖSSÄ

Opas kiinteän kaapeloinnin toteutukseen

Jerry Kiskonen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2014
Talotekniikan
koulutusohjelma
Sähköinen talotekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma
Sähköinen talotekniikka

KISKONEN, JERRY:
Valokuitu kiinteistössä
Opas kiinteän kaapeloinnin toteuttamiseen

Opinnäytetyö 53 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Toukokuu 2014

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua tarkemmin valokuidun käyttöön kiinteistössä sähköisen talotekniikan opiskelijan silmin. Tavoitteena oli tehdä itse opinnäytetyöstä helposti lähestyttävä tietopaketti valokuidun käytöstä kiinteistössä niille sähköalan opiskelijoille tai muille aiheeseen vähemmän tutustuneille, joita aihe kiinnostaa. Lähtökohtaisena oletuksena oli, että lukijoilla on käsitys kiinteistöihin liittyvien projektien yleiskulusta sekä siitä, mitä valokuitu on ja miten se toimii. Aiheeseen päädyttiin koulutusohjelman harjoitteluiden kautta. Kiinteä valokuitukaapelointi kulkee samoilla johtoreiteillä sähkökaapelointien kanssa, joten selkeä kokonaiskuva kiinteän valokuitukaapeloinnin toteuttamisesta tukee alalla insinöörin töitä tekeviä helpottaen yhteistyötä muiden osapuolien kanssa.

Työn rakenne vastaa yleistä projektin kulkua. Työ etenee suunnittelusta asentamisen kautta aina järjestelmän ylläpitoon. Työssä pidetään kerronta yleisellä tasolla, vaikka lähes kaikki kirjallinen materiaali aiheesta on hyvin yksityiskohtaista. Työssä on käytetty todellisia esimerkkejä. Työlle haasteita aiheutti materiaalin laajuus, koska optista tiedonsiirtoa ei käsitellä yksittäin vaan samassa materiaalissa muun yleiskaapeloinnin kanssa. Työhön on poimittu kuituihin liittyviä määräyksiä, standardeja sekä yleisiä ja/tai hyväksi koettuja käytäntöjä.

Asiasanat: valokuitu, kiinteistössä, yleisnäkemys, suunnittelu, asennus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
Electrical Building Services

JERRY KISKONEN:
Optical Fiber in Buildings
Guide for executing solid cabling

Bachelor's thesis 53 pages, appendices 0 pages
May 2014

The idea of this thesis was to obtain a better understanding of the usage of optical fibers in buildings. The purpose was to make this thesis to be an easily approachable package of knowledge for electrical engineering students or other persons that have little knowledge of the subject but are interested in learning more. The primary presumption was that the person reading this thesis has some sort of understanding of the basic structure of projects in buildings and some knowledge of optical fibers. The idea for this thesis was picked up during my practical training. Optical fibers run in the same cable routes as electrical cables, so this thesis gives some extra knowledge for electrical engineers and therefore helps their interaction with telecommunication contractors.

The structure of the thesis was made to follow the structure of a basic project. The thesis proceeds from design and thorough installation all the way to the maintenance of the created system. The thesis tries to express things on a common level, even though almost all the written material on the subject is very specific. All the examples used in this thesis are based on real events. Difficulties in making this thesis came from the extensiveness of the material, because all material on optical fibers is combined with copper and coaxial systems. Basically, this thesis searched for information in order to explain the basic standards and common and/or good ways of doing things.

Keywords: optical fiber, buildings, general perspective, design, installation

SISÄLLYS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 6 |
| 2 | SUUNNITTELU | 7 |
| 2.1 | Kuituihin liittyvät määräykset ja standardit..... | 7 |
| 2.1.1 | Keitä määräys velvoittaa | 8 |
| 2.1.2 | Mitä määräysten mukaan pitää vähintään olla | 8 |
| 2.1.3 | Keskeisimmät Sähkötietokortiston materiaalit | 9 |
| 2.2 | Tarvekartoitus tilaajan kanssa tai lähtötietojen perusteella | 10 |
| 2.2.1 | Kiinteistön käyttötarkoitus nyt ja tulevaisuudessa..... | 10 |
| 2.2.2 | Mitä laitetaan minimivaatimusten lisäksi..... | 11 |
| 2.3 | Verkon rakenteen suunnittelu kiinteistöön | 11 |
| 2.3.1 | Saneerauskohteen huomiot | 12 |
| 2.3.2 | Asettavanko jakamoiden välimatkat vaatimuksia..... | 12 |
| 2.3.3 | Muiden kaapeleiden asentamisen vaikutus | 13 |
| 2.4 | Oikeiden materiaalien valinta (suojausvaatimukset) | 13 |
| 2.4.1 | Ympäristöluokitus | 14 |
| 2.5 | Laskennallinen vaimennus..... | 14 |
| 2.6 | Kaapelien pituuksien ja työhön kuluvan materiaalin sekä ajan arviointi | 15 |
| 2.6.1 | Kaapelireitit..... | 15 |
| 2.6.2 | Asennusvarat | 16 |
| 2.6.3 | Keskukset ja telekaapit..... | 16 |
| 2.6.4 | Jatkosten ja/tai päätösten määrä | 16 |
| 2.6.5 | Paneelien määrä..... | 17 |
| 2.6.6 | Mediamuuntimet | 17 |
| 2.6.7 | Asennuksiin kuluva aika | 18 |
| 2.7 | Merkintöjen ohjeistus | 18 |
| 2.8 | Suunnitteludokumentti..... | 18 |
| 2.9 | Laatusuunnitelma urakoitsijan työkaluna | 19 |
| 2.9.1 | Laatusuunnitelman sisältö..... | 20 |
| 2.9.2 | Laatusuunnitelman tarkoitus | 22 |
| 3 | ASENNUS..... | 23 |
| 3.1 | Kaapelien asentamisen suunnittelu ja valmistelu | 23 |
| 3.1.1 | Suunnitellaan..... | 23 |
| 3.1.2 | Valmistellaan kaapelit..... | 25 |
| 3.2 | Kaapelin vetäminen/puhaltaminen kiinteistössä..... | 26 |
| 3.2.1 | Kaapelin vetäminen..... | 26 |
| 3.2.2 | Kaapelin puhaltaminen..... | 27 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.3 | Kaapelin asennusvarojen jättäminen..... | 27 |
| 3.3.1 | – Telekeskukseen | 28 |
| 3.3.2 | – Asunnon sähkökaapin teleosaan tai vastaavaan..... | 29 |
| 3.3.3 | – Rasialle..... | 30 |
| 3.4 | – Kaapelin kuoriminen ja paneeliin kiinnitys | 31 |
| 3.4.1 | Maakaapeli | 31 |
| 3.4.2 | Sisäasennuskaapeli..... | 32 |
| 3.4.3 | Kuoritun asennusvaran jättäminen..... | 32 |
| 3.5 | Valokuidun käsittely ja hitsaaminen..... | 33 |
| 3.5.1 | Suotuisat asennusolosuhteet..... | 33 |
| 3.5.2 | Värijärjestelmät..... | 34 |
| 3.5.3 | Kuoriminen ja puhdistus | 35 |
| 3.5.4 | Häntäkuitujen käsittely..... | 35 |
| 3.5.5 | Kuidun katkaisu | 36 |
| 3.5.6 | Jatkoksen tekeminen ja suojaus | 36 |
| 3.5.7 | Nippujen merkintä..... | 39 |
| 3.5.8 | Paneeliin kieputtaminen | 39 |
| 3.5.9 | Paneelin merkintä..... | 40 |
| 3.6 | Työturvallisuus | 41 |
| 3.6.1 | Kuituroskat..... | 41 |
| 3.6.2 | Kemikaalit ja ärsyttävät aineet..... | 41 |
| 3.6.3 | Laservalo | 42 |
| 4 | TESTAUKSET JA TARKASTUKSET..... | 43 |
| 4.1 | Mittalaitteet | 43 |
| 4.1.1 | Kuitututka..... | 43 |
| 4.1.2 | Tehomittapari | 44 |
| 4.1.3 | Näkyvän valon lähetin..... | 45 |
| 4.1.4 | Kuitumikroskooppi | 45 |
| 4.2 | Testaukset | 46 |
| 4.2.1 | Liittimien puhtauden toteaminen | 46 |
| 4.3 | Tarkastukset..... | 47 |
| 4.3.1 | ST-korttien mukaiset raporttipohjat | 47 |
| 4.3.2 | Määräyksen asettaman minimivaatimukset pöytäkirjoille..... | 49 |
| 5 | Loppudokumentointi | 50 |
| 6 | YLLÄPITO | 51 |
| 6.1 | Asiakirjojen ylläpito ja säilytys | 51 |
| 6.2 | Järjestelmän ylläpito ja huolto | 51 |
| 7 | POHDINTA..... | 52 |
| | LÄHTEET..... | 53 |

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarjota niin sanotusti lyhyt oppimäärä valokuidun käytöstä kiinteistössä. Tavoitteena on, että tämän lukenut henkilö saa hyvän yleiskuvan valokuituihin liittyvistä asioista. Hyvin usein sähköasentajat ja –insinöörit ovat jonkinlaisissa tekemisissä valokuitujen kanssa kiinteistöprojekteissa. Tavallisesti sähköasentajat vetävät kuitukaapelit kiinteistön sisällä, joten ainakin siinä määrin he joutuvat jopa käsittelemään valokuitua. Opinnäytetyön rakenne on toteutettu selkeiden alaotsikoiden avulla siten, että lukijan on helppo tutustua jopa yksittäisiin itseään askarruttaviin asioihin, esimerkiksi muita kaapeleita huomattavasti pidemmistä asennusvaroista.

Opinnäytetyön teksti pohjautuu Sähkötietokortiston ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät -nimiseen kirjaan. Tämä ST-käsikirja on kuitenkin ensisijaisesti suunnattu alan ammattilaisille ja täten tässä opinnäytetyössä on pyritty yksinkertaistamaan ja tiivistämään näitä asioita sekä luetun että oman ammatillisen tiedon ja kokemuksen pohjalta. Ellei jossain tietyssä kappaleessa ole erikseen merkitty lähdettä, pohjautuu se ainoastaan edellä mainittuihin lähteisiin. Kappaleiden loppuun on useasti merkitty lisää tietoa haluaville lukijoille ST-käsikirjan tai muun lähdemateriaalin kohta, josta löytyy sama asia tarkemmin ja laajemmin selitettynä.

Opinnäytetyö lähtee liikkeelle valokuituihin tiiviisti liittyvistä standardeista ja määräyksistä, jotka asettavat pohjavaatimukset ja ohjeet verkon toteuttamista varten. Tästä jatketaan käsittelemällä asioita, joita suunnittelussa tulisi tehdä ja ottaa huomioon. Suunnittelusta siirrytään suunnitelmien toteuttamiseen eli asentamiseen. Asentamista käsitellään aina työn tekemisen suunnittelusta kuidun päättämiseen paneelille tai rasialle. Asennusosiossa selvennetään, mistä johtuvat pitkät asennusvarat tai miksi valokuituja paneelille ja rasialle päättävä asentaja ilmestyy työmaalle vasta projektin lopussa. Asennuksen jälkeen käsitellään mittauksia, jotka usein suoritetaan välittömästi asennusten valmistuttua ja samojen asentajien toimesta. Mittauksissa on kerrottu mittalaitteista, niiden käytöstä sekä yleisistä vaimennusrajoista. Lopuksi kerrotaan ylläpidosta, jossa käsitellään myös merkintöjä ja dokumentointia.

2 SUUNNITTELU

Valokuitukaapeloinnin suunnittelussa tulee huomioida monia asioita. Prosessi lähtee liikkeelle standardien ja määräysten tuntemisesta, jotka antavat selkeät rajat suunnittelulle ja toteutukselle. Tilaajan tarpeisiin vastaaminen sekä tilaajan tarpeiden muutokseen varautuminen ovat kaiken suunnittelun perusta ja tämä koskee myös valokuitujärjestelmiä. Suunnittelijan tulee myös valita ja mitoittaa olosuhteisiin sopivat kaapelit sekä arvioida niiden teoreettinen vaimennus. Suunnittelijan tulisi ohjeistaa suunnitelmissa myös merkintöjen ja dokumentoinnin teko.

2.1 Kuituihin liittyvät määräykset ja standardit

Lähes kaikki kuitujen käyttöön kiinteistöissä liittyvää standardointia löytyy yhdistettynä niin yleiskaapelointia kuin antenniverkkoa koskevista standardeista. EN 50173 -sarjan standardit yleiskaapeloinnista sisältävät tietoa yleiskaapeloinnista sekä sen erityisvaatimuksista eri kiinteistötyypeissä. Suomi on CELEC:in jäsenmaana velvollinen vahvistamaan kaikki EN-standardit kansallisiksi SFS-standardeiksi. Suomalaiset versiot EN-standardeista ovat seuraavanlaiset:

- SFS-EN 50173-1: Tietotekniikka. Yleiskaapelointijärjestelmät. Osa 1: Yleiset vaatimukset
(Information technology – Generic cabling systems – Part 1: General requirements)
- SFS- EN 50173-2: Tietotekniikka. Yleiskaapelointijärjestelmät. Osa 2: Toimistotilat
(Information technology – Generic cabling systems – Part 2: Office premises)
- SFS-EN 50173-3: Information technology – Generic cabling systems – Part 3: Industrial premises
- SFS-EN 50173-4: Tietotekniikka. Yleiskaapelointijärjestelmät. Osa 4: Koti
(Information technology – Generic cabling systems – Part 4: Homes)

”Osat 1, 2 ja 4 on käännetty ja julkaistu suomenkielisinä ja ne ovat saatavissa SFS:n standardimyynnistä. Osia 3 ja 5 ei ole käännetty ja niiden englanninkieliset tekstit ovat

saatavissa SESKOsta.” (Tämä tieto on varmistettu Seskon kotisivuilta: http://www.sesko.fi/portal/fi/ajankohtaista/uudet_julkaisut?bid=54) Osaa 5 ei ole esitelty, koska se ei liity suoraan kiinteistöihin, vaan käsittelee datakeskuksia.

Työssä viitataan edellä mainittuihin standardeihin EN-standardeina eikä SFS-EN-standardeina, koska lähdeaineistoissa on toimittu samoin.

Ainut kiinteistöjen kuituja koskeva määräys on Viestintäviraston määräys 65/2013 M, joka liittyy kiinteistön sisäverkkoon ja teleurakointiin. Tämä määräys tukeutuu paljolti yleiskaapeloinnin standardeihin. Aiemmat määräykset 25 E/2008 M ja 21 E/2007 M yleiskaapeloinnista ja yhteisantenniverkoista on yhdistetty tässä uudessa korvaavassa määräyksessä.

2.1.1 Keitä määräys velvoittaa

”Määräys velvoittaa eli määräyksen tekniset vaatimukset sitovat nimenomaisesti sisäverkkojen omistajaa eli kiinteistöä ja sisäverkkotöiden tekijää eli teleurakoitsijaa. Koska sisäverkoja koskevaa suunnittelua, rakentamista ja ylläpitoa tekevät myös muut toimijat, kuten rakennuttajat ja suunnittelijat, on hyvä huomata, että myös muusta kuin Viestintäviraston valvomasta lainsäädännöstä ja esimerkiksi toimijoiden välisistä sopimuksista voi johtua vastuuta tai seuraamuksia, joita ei käsitellä tässä määräyksessä. Esimerkiksi, kiinteistön tilatessa sisäverkon uudistamissuunnitelman, kiinteistö vastaa suhteessa Viestintäviraston valvomaan säädäntöön siitä, että tämän määräyksen vaatimukset sisäverkkosuunnittelusta täyttyvät. Jos taas kiinteistön ja se palkkaaman suunnittelijan kesken syntyy epäselvyyttä siitä, vastaako toteutettu suunnittelu kiinteistön eli tilaajan kanssa sovittua, nämä asiat eivät sopimusriita-asioina kuulu Viestintäviraston ratkaisovaltaan.” (Viestintäviraston määräyksen 65 perustelut ja soveltaminen)

2.1.2 Mitä määräysten mukaan pitää vähintään olla

Viestintäviraston määräyksestä 65/2013 M on alla lueteltuna muutamia keskeisiä poimintoja:

- Liittimien tulee olla APC (Angle Physical Contact) -hiottuja eli vinohiottuja tyyppin LC- tai SC-liittimiä.
- Kuitu tulee asentaa jokaiseen asuntoon, koska pelkkä varauksen tekeminen ei enää riitä.
- Kuitua tulee käyttää aluekaapeloinnissa kuparin tukena, kun välimatka ylittää 90 metriä.
- Jos antennijärjestelmän aluekaapeloinnissa käytetään kuitua, voidaan kuidut tuoda samalla kaapelilla sekä yleiskaapelointi- että antennijärjestelmään.
- Jokaiseen kiinteistöön tulee asentaa talojakamo yleiseen verkkoon liittymistä varten, mikä tarkoittaa usein sitä, että operaattori tuo kuidun talojakamolle.

Näiden keskeisten poimintojen lisäksi määräyksessä käsitellään paljon muutakin aihealueeseen liittyvää ja kyseiseen määräykseen on suositeltavaa tutustua, jos on vähääkään tekemisissä yleiskaapeloinnin ja/tai antenniverkon kanssa.

2.1.3 Keskeisimmät Sähkötiетokortiston materiaalit

Standardit ja määräykset ovat yleensä laajoja ja joissain tapauksissa vain karkeasti suuntaa antavia. Tästä syystä on olemassa selventäviä, tiivistäviä ja opastavia Sähkötiетokortiston materiaaleja. Määräyksissä usein suositellaan käyttämään näitä ST-kortteja esimerkiksi tarkastusten ja suunnitelmien apuna. Keskeisimpiä ja tämän työn tekemiseen käytettyjä ST-materiaaleja ovat:

- ST-käsikirja 16, Yleiskaapelointijärjestelmät
- ST-ohjeisto 18, Optiset liityntäverkot
- ST-kortti ST 601.02, Valokaapeleiden ja –kuitujen tunnistus ja merkintäjärjestelmät
- ST-kortti ST 611.40, Tarkastuspöytäkirja (asuinkiinteistöt)
- ST-kortit 681 sarjasta (ST 681.xx)
 - o 02, Optisten liittimien puhtaus ja kunto sekä niiden tarkastus
 - o 11, Asuinkiinteistöjen yleiskaapelointijärjestelmät. Suunnitteluohje
 - o 30, Yleiskaapelointijärjestelmät. Asennusohje
 - o 40, Tarkastuspöytäkirja (toimitilat)

- 41, Yleiskaapeloinnin dokumentointi
- 42, Yleiskaapeloinnin testaukset ja tarkastukset
- 43, Laatusuunnitelma (yleiskaapelointijärjestelmä)

Näiden edellä mainittujen ST-materiaalien lisäksi löytyy oletettavasti paljon muutakin valokuituja sivuavaa tai niistä kertovaa materiaalia, mutta kiinteistöihin ja tähän opin- näytetyöhön liittyen yllä mainitut vaikuttavat keskeisimmiltä.

2.2 Tarvekartoitus tilaajan kanssa tai lähtötietojen perusteella

Tarvekartoitusta tehdessä tulee valmistautua siihen, ettei tilaaja osaa suoraan kertoa aiheesta mitään. Tämän takia tuleekin rakentaa kartoitus pienemmistä palasista, joihin voidaan olettaa asiakkaan pystyvän vastaamaan viimeistään pienen esittelyn ja omien suositusten antamisen jälkeen. Tietoja tarvitaan sekä kiinteistön käyttötarkoituksesta nyt ja tulevaisuudessa että asiakkaan mahdollisista toiveista pakollisten minimivaatimuk- sien lisäksi. Jollei tarvekartoitusta päästä tekemään tilaajan kanssa, joudutaan edellä mai- nitut päätökset tekemään lähtötietojen perusteella ja tällöin usein päädytään minimivaa- timusten mukaiseen ratkaisuun. Tässä vaiheessa on hyvä selvittää mitä liitin- ja kuitu- tyyppiä käytetään. Käytetäänkö kuitutyyppinä yksi- vai monimuotoa ja liitintyyppinä SC- vai LC-liittimiä. Kuitutyypeillä ei ole merkittävää vaikutusta asennus työhön kun- han materiaalit ovat keskenään yhteensopivia. Liitintyypeillä on muutamia työhön muu- ten vaikuttavia asioita. Molempia liitintyyppjä voidaan kuitenkin käyttää ristiin, muun- tokaapelilla, joten peruuttamatonta vahinkoa ei synny, vaikkei liitintyyppi sopisi suo- raan aktiivilaitteeseen. Kuitenkin rasioilla tulee standardin mukaan käyttää LC-liittimiä. Tilaajalla saattaa usein olla näkemys siitä, kumpaa liitintyyppiä käytetään. Suurin ero liitintyyppien valinnassa suunnittelun kannalta liittyy siihen, montako liitintä saadaan yhteen paneeliin kiinnitettyä. SC-liittimet ovat suurempia kuin LC-liittimet ja adapterit ovat kooltaan yhden suhde kahteen. Yhden SC-liittimen paikkaan saadaan siis asennet- tua kaksi LC-liitintä.

2.2.1 Kiinteistön käyttötarkoitus nyt ja tulevaisuudessa

Tarvekartoituksessa selvitetään, mihin tarkoitukseen kiinteistöä ja sen osia käytetään. Asuinkiinteistöt ovat siitä yksinkertaisia, että niiden käyttötarkoitus ei todenkäoisesti tule muuttumaan vaatimuksia nostavaan suuntaan elinkaarensa aikana. Toimisto- ja teollisuuskiinteistöissä on eri käyttötarkoituksiin tarkoitettuja tiloja, jotka asettavat erilaisia vaatimuksia. Haasteita suunnittelulle luo se, että tilojen käyttötarkoitukset saattavat muuttua useammankin kerran kiinteistön elinkaaren aikana. Käyttötarkoitusten muuttumiseen ja/tai tiedonsiirtotarpeiden kasvuun on kuitenkin hyvä valmistautua etukäteen vaikka valitsemalla kaapeli, jossa on muutama ylimääräinen kuitu. Valinta kannattaa kuitenkin tehdä siten, että paneeleita ei tarvitse tämän takia lisätä.

2.2.2 Mitä laitetaan minimivaatimusten lisäksi

Tilaaajalta on hyvä tiedustella halutaanko kiinteistöön tämän työn kohdan 3.1.1 minimivaatimuksia korkeamman tason kaapelointi. Yleiskaapeloinnissa tämä tarkoittaa korkeampaa kategoria vaatimusta ja rasioiden laajuutta, kuitupuolella kategorioiden lisäksi mahdollista nousu-, kerros- tai rasiakaapeloinnin tekemistä kuidulla kuparin rinnalle tai jopa sijasta määräysten niin salliessa.

Tilaaajalta on hyvä selvittää, halutaanko näitä erikoisuuksia, kuten kuiturasioita huoneistoihin/toimistoihin, koska peruskäyttäjällä ei vielä tässä tekniikan kehitysvaiheessa ole tarvetta kuiturasialle. On myös hyvä ottaa selvää, halutaanko yleisesti suosia kuitukaapelointia sekä nousu- että kerroskaapeloinnissa, vaikka näitä ei tarvitsisikaan standardien ja määräysten vaatimusten mukaan kuidulla kaapeloida.

2.3 Verkon rakenteen suunnittelu kiinteistöön

Yleiskaapelointiverkko rakennetaan kiinteistöissä lähes poikkeuksetta tähti-rakenteen mukaisesti. Kaikki kaapelointi lähtee liikkeelle pääjakamosta ja päättyy viimeistään rasialle. Kuituverkon rakenteessa ei usein ole suurempaa suunnittelemista. Asuinkiinteistöissä verkkomalli on määräystenkin mukaan aina tähti-rakenteinen, toimisto- ja teollisuuskiinteistöissä voidaan tarpeen vaatiessa joustaa tästä määräyksestä. Operaattori tuo kuidun kiinteistön pääjakamolle ja tästä, kohteesta ja toiveista riippuen, viedään mahdolliset nousukaapelit kerros- tai kotijakamoille ja mahdolliset aluekaapelit alueja-

kamoille. Tämä kyseinen malli on niin sanottu perinteinen hajautettu kaapelointi. Vaihtoehtoisesti voidaan tehdä keskitetty kaapelointi, joka sisältää kolme eri toteutusmallia:

- ristikytetty kaapelointi
- jatkettu kaapelointi
- suora kaapelointi.

Näistä verkkomalleista voi lukea lisää ST-käsikirja 16 kappaleesta 3.5.2 Optisen kaapeloinnin mallit.

Huomionarvoista rakenteen suunnittelussa on se, missä kohtaa siirrytään kuidusta kupariin. Näille jakamoille tai päätteille on suunniteltava/valittava sopivat mediamuuntimet.

2.3.1 Saneerauskohteen huomiot

Saneerauskohteissa on huomioitava jo olemassa oleva verkko sekä tutustua sen tarjomiin mahdollisuuksiin. Kannattaa miettiä, onko esimerkiksi kaapelitelevisio tuotu kuidulla rakennukseen jo aikaisemmin, ja voidaanko tästä samasta kaapelista ottaa nyt kuituja tietoliikennekäyttöön. Esimerkiksi jos aluejakamoon (rakennuksen kellariin) on tuotu kuitu, joka on siitä jatkettu esimerkiksi rakennuksen ullakolle kaapelitelevisiota varten (vanhat koaksiaalikaapelit on vedettynä sinne, koska aiemmin oli käytössä antenni). Ei kannata edes väliaikaisesti hakea vapaata kuidunpäättä täältä ullakolta uuden aluejakamon (tämäkin kellarissa, mutta eri tilassa kuin vanha aluejakamo) käyttöön (vaikka vanhoissa piirustuksissa on merkitty kuitu päättyväksi ullakolle) vaan käyttää vanhaan aluejakamoon tulevaa vanhaa kuitua (koska kuitu on päätetty liittimeen ja vain kytketty kytkentäkaapelilla ullakolle menevään kaapeliin). Tällaisia kohteita varten on hyvä tuntee verkon rakennetta, jottei hämäänny siitä, mihin kuitu on viimeisenä päätetty, vaan tiedostaa mahdollisuudet ottaa se käyttöön jo aiemmalta paneelilta, jos sille on tarvetta. Tämän takia dokumenteista tulee käydä ilmi, missä kohdissa kuitua on jatkettu suoraan fyysisesti esimerkiksi hitsaamalla ja missä liittimin ja adapterein (kytkentäkaapelilla).

2.3.2 Asettavatko jakamoiden välimatkat vaatimuksia

Viestintäviraston määräyksen 65 mukaan pääjakamolta vedetään aluejakamoille kategoriakaapelit, mutta etäisyyksien ylittäessä 90 metriä rinnalle vedetään kuitukaapeli. Tämä

kategoriakaapeleiden 90 metrin rajoitus pätee toki muuallakin, vaikka siitä johtuvasta vaimennuksesta aiheutuvia rajoituksia ei ole määrätty korvaamaan tai tuplaamaan kuidulla. Tästä johtuen saattaa tämä matkaan liittyvä rajoitus varsinkin teollisuus- ja toimistokiinteistöissä hankaloittaa kuparin käyttöä, joten näissä kohteissa on hyvä käyttää kuitukaapelia jakamoiden välisenä kaapelointina.

2.3.3 Muiden kaapeleiden asentamisen vaikutus

Tällä hetkellä varsinkin kerros- ja rivitalokohteissa vedetään kiinteistön pää- tai aluejakamolta kategoriakaapeli joka tapauksessa asunnon telekaappiin. Tästä johtuen lähes aina vedetään kuitukaapeli siinä samalla joko omana kaapelina tai käyttäen suoraan hybridi- tai yhdistelmäkaapelia kaikkien nousukaapeleiden vetoon. Tämä asennustekninen piirre aiheuttaa sen, että kerros- tai talojakamoita ei käytetä, vaan kuidut tulevat suoraan pää- tai aluejakamolta. Urakan kannalta tällöin järkevintä ja taloudellisinta on vetää kaikki nousukaapelit samalla tavalla ja usein samalla kerralla.

2.4 Oikeiden materiaalien valinta (suojausvaatimukset)

Oikeiden materiaalien valinta on tärkeää, jotta asennukset kestävät niiden elinkaaren ajan. Ulkoiset olosuhteet ja muut tilaluokitukset vaikuttavat materiaalivalintoihin. Tämän takia tulee selvittää, millaisissa olosuhteissa kaapeli kulkee. Seuraavassa on lueteltu erilaisia tiloja ja niiden materiaalivalintoihin vaikuttavia asioita.

Ulkona

- Suojaus vedeltä
- Maahan mieluiten maakaapelia
- Mahdollisessa katkeamistilanteessa oikeanlainen suojattu jatkoslaatikko

Häiriöllisissä/Häiriöherkissä tiloissa

- Valokuituun ei vaikuta elektromagneettiset häiriöt
- Valokuitu ei aiheuta elektromagneettisia häiriöitä

Paloluokituksen alaisissa tiloissa

- Kaapelin paloluokituksen riittävyys
- Jakamoiden ja päätteiden paloturvallisuus

Mekaanisen rasitteen alaisena

- Onko tiloissa laitteita, jotka aiheuttavat tärinää
- Tarvitseeko putkittaa
- Tuleeko käyttää vahvempikuorista kaapelia

Vedessä

- Maakaapeli usein kestää kiinteistöjen pihalta mahdollisesti löytyvät lammet
- On olemassa niin sanottuja merikaapeleita
- Usein on parempi vetää kaapeli vesiesteen ohi

2.4.1 Ympäristöluokitus

Näiden havaintojen pohjalta tulee määritellä kaapeloinnille ympäristöluokitus eli niin sanottu MICE-luokitus. Tämän luokituksen nimi tulee englanninkielen sanoista Mechanical, Ingress, Climatic and Chemical ja Electromagnetic. Luokitukseen arvioidaan siis mekaaniset tekijät (esim. tärinä, isku, taivutus), kotelointi (esim. hiukkasten- ja nesteiden tunkeutuminen), ilmastolliset ja kemialliset tekijät (esim. lämpötila, kosteus, auringon valo, saasteet) sekä sähkömagneettiset tekijät (esim. magneettikentät).

Kaapelointi saattaa kulkea useamman erilaisen ympäristöluokan lävitse ja siksi tulee huomioida, että luokituksen vaatimukseen on vastattu koko kaapelin matkalta joko kokonaisuutena tai paikallisesti (esim. putkittamalla osa kaapelista).

Asuin- ja toimistorakennuksissa vallitsee usein alimman luokitustason olosuhteet, mutta mentäessä teollisuuspuolelle, tai jos kiinteistössä on teollisuus tai varastotiloja, muuttuvat olosuhteet vaativimmiksi ja ympäristöluokitus nousee.

2.5 Laskennallinen vaimennus

Kun käytettävät materiaalit ovat valittuna, voidaan materiaalien ja asennustapojen perusteella laskea jokaiselle yhteydelle laskennallinen vaimennus. Vaimennuksen laske-
misessa tulee huomioida kaapelin oman vaimennuksen lisäksi jatkosten ja liitosten vaimennukset. Myös jatkokset paneelilla häntäkuittuihin lasketaan jatkoksiksi. Laskennalli-

nen vaimennus tulee määrittää, jotta testauksissa voidaan helposti verrata saatua testaus-tulosta laskennalliseen vaimennukseen. Laskennallisen vaimennuksen laskennassa on hyvä käyttää hieman vaatimustenmukaisia arvoja pienempiä arvoja, jotta testauksissa rajatapaukset jäisivät vielä vaatimusten sisälle.

Esimerkiksi kiinteistössä nousukaapeloinnin laskennallisen vaimennuksen määräytymisessä jakamolta huoneistoon (50m) voisi maksimin laskenta olla seuraavan näköinen:

$$0,3\text{dB} + 0,1\text{dB} + 0,050\text{km} * 0,4\text{dB/km} + 0,1\text{dB} + 0,3\text{dB} = 0,82\text{dB}$$

Tässä siis lasketaan ensin liitin jakamon paneelilla, sitten jatkos häntäkuidun ja kaapelin kuidun välillä, sitten kaapelin vaimennus jakamon ja huoneiston välisellä matkalla, sitten jatkos kaapelin kuidun ja häntäkuidun välillä ja lopuksi vielä liitin huoneiston päätteellä. Esimerkissä käytetyt arvot ovat Viestintäviraston määräyksen 65/2013 M, mukaisia maksimiarvoja OS2 tyyppiselle yksimuotokuidulle, jota on jatkettu hitsaamalla.

Lisätietoja vaimennuksen laskennasta löytyy ST-käsikirja 16 kohdasta 3.3.2.

2.6 Kaapelien pituuksien ja työhön kuluvan materiaalin sekä ajan arviointi

Kaapelien pituuksien ja työhön kuluvan muun materiaalin sekä ajan arviointi on urakan kannalta tärkeää. Materiaalit voi sopimuksesta riippuen laskuttaa erikseen ja työn tehdä tuntityönä. Tällöinkin on hyvä tietää, kauanko asentaja on sidottuna projektiin. Tässä auttaa tämän opinnäytetyön seuraavassa osiossa (Asennus) kerrottavat asiat ja siinä käsiteltyjen asioiden tunteminen on myös suunnittelun kannalta tärkeää. Seuraavassa on lueteltu näihin asioihin ja niiden vaikutusten arviointiin liittyviä asioita.

2.6.1 Kaapelireitit

Kaapelireitit vaikuttavat luonnollisesti siihen, kuinka pitkä kaapeli tarvitaan kulkemaan paneelilta päätteelle. Reiteissä tulee huomioida pohjakuvassa selkeästi näkyvän matkan lisäksi nousut ja laskut kerrosten välillä sekä mahdollinen nousu tai lasku asennuskohdalle (asuntopääte, jakamo). Tulisi siis pystyä arvioimaan, millä korkeudella keskukset ja rasiat ovat, ja ottaa tämä huomioon kaapelin pituutta laskiessa. Reiteissä on huomioitava myös läpiviennit ja niille sopivat kohdat, jottei tule yllätyksiä, kun läpivientä ei voidakaan tehdä siihen kohtaan, johon oli ajateltu (lähinnä saneerauskohteet). Lisäksi on huomioitava vielä taivutussäde, jonka toteuttaminen saattaa lisätä matkaa. Kaapeli-

reitin haasteellisuudesta riippuen kaapelin vetämiseen saattaa kulua paljonkin aikaa. Kaapelien asentamiseen kuluvaan aikaan liittyviä tarkennuksia löytyy tämän työn kohdasta 3.1.

2.6.2 Asennusvarat

Aina kun kaapeli tulee kohtaan, jossa sitä käsitellään, tulee tätä varten jättää asennusvara. Jakamot, paneelit, päätteet ja rasiat löytyvät usein kaapelin molemmista päistä, joten asennusvara tulee laskea kaapelille molempiin päihin. Päättötyylistä sekä kaapelista riippuen asennusvara on hyvä jättää kahdesta metristä yli viiteen metriin. Tässä opinnäytetyössä on käsitelty asennusvaroja ja niihin vaikuttavia tekijöitä tarkemmin tämän kohdassa 3.3.

2.6.3 Keskukset ja telekaapit

Tulee selvittää, kuka toimittaa jakamoon telekaapin tai -hyllyn, minkä kokoinen sen tulee olla (paljonko jätetään laajennusvara). Tarvitseeko tätä kiinnittää vai riittääkö nostaminen paikalleen. Onko asuntojen sähkökeskuksissa teleosa vai tarvitaanko erillinen telekeskus ja kuka sen hankkii.

2.6.4 Jatkosten ja/tai päätösten määrä

Monessako kohdassa kaapeli tulee jatkaa toiseen kaapeliin (tässä ei tarvita häntäkuitua tai liitintä) ja monessako kohdassa kaapeli päätetään jollekin paneelille tai päätteelle (tähän tarvitaan häntäkuitu tai liitin). Jokaista hitsausta kohden kuluu häntäkuidun käyttämisestä riippumatta erilaisia tarvikkeita, kuten puhdistusliinoja, jatkosholkkeja ja merkintävälaineitä. Tästä tarkentavaa tietoa löytyy tämän opinnäytetyön kohdassa 4.5. Jatkoksiin ja päätöksiin liittyy olennaisesti kaapelin kuorinta ja muu käsittely, joka vie kaapelityypistä riippuen runsaasti aikaa. Tästä lisää tämän opinnäytetyön kohdassa 4.4.

2.6.5 Paneelien määrä

Paneelien ja erilaisten päätteiden määrään vaikuttaa kuitumäärän lisäksi kaapeleiden ja paneelien koko sekä liitintyyppi. Seuraavassa on listattu paneeli-/päätetyyppi ja sen käytettävään lukumäärään vaikuttavia asioita:

- Jatkopaneelit
 - Montako kuitua jatketaan suoraan (ei kovin yleistä kiinteistöissä)
 - Käytetäänkö jatkoslevyä vai jatketaanko kaappiin sopivalle paneelille
 - Mahtuuko paneeliin kiinnittämään kaikki tarvittavat kaapelit vaikka jatkokset mahtuisikin paneelin sisälle tekemään

- Päätepaneelit
 - Montako kuitua päätetään
 - Mitä liitintyyppiä käytetään
 - Kuinka monen adapteripaikan etulevyä paneelissa käytetään
 - Mahtuuko paneeliin kiinnittämään kaikki tarvittavat kaapelit vaikka päätökset mahtuisikin paneelin sisälle tekemään
 - Halutaanko esim. eri rakennukset tai rakennuksen osat omille paneelilleen

- Huoneistopäätteet ja mahdolliset rasiat
 - Montako huoneistoa (lähes poikkeuksetta päte/huoneisto)
 - Montako rasiaa

2.6.6 Mediamuuntimet

On syytä selvittää, kuka hankkii jakamoihin mediamuuntimet. Mediamuuntimia käytetään niissä kohdissa, joissa kuidusta siirrytään kupariin. Yksi mediamuunnin pystyy palvelemaan useampaa kuparikaapelia ja mediamuuntimia pystyy tarvittaessa myös ketjuttamaan. Tietoliikennepuolen aktiivilaitteet kuuluvat vain harvoin teleurakoitsijalle. Asuttopäätteille mahdolliset mediamuuntimet hankkii lähes poikkeuksetta asukas itse.

2.6.7 Asennuksiin kuuluva aika

Edellä on mainittu useita eri asioita, jotka vaikuttavat asennuksiin kuluvaan aikaan. Tämän lisäksi urakkaan saattaa kuulua asentajan tekemät mittaukset, dokumentoinnit sekä merkinnät. Kaikki tämä vie asentajalta aikaa ja suunnittelijan onkin hyvä mahdollisuuksien mukaan selvittää asentajilta, kauanko tyypillisesti kuhunkin asennusvaiheeseen menee aikaa. Näiden kaikkien lisäksi on muistettava, että työmaalla kaikki ei koskaan suju täysin suunnitelmien mukaisesti ja vaikka osattaisiinkin arvioida tarkasti töihin kuluva aika, niin muutoksia, viivästyksiä ja muita ongelmia ei voi tietää etukäteen. Tästä syystä on hyvä varata ja laskea jokaiseen projektiin hieman ylimääräistä aikaa.

2.7 Merkintöjen ohjeistus

Suunnittelijan on hyvä ohjeistaa paneelien ja rasioiden merkinnöistä suunnitelmissa. Suunnittelija kuitenkin on usein yhteydessä tilaajaan ja pystyy näin määrittelemään millaisella ohjeistuksella merkintöjä tulisi tehdä. Seuraavia asioita tulisi selvittää ja niistä ohjeistaa suunnitelmissa asentajia:

- Onko rakennuksessa jo tietty merkintätapa käytössä
- Onko tilaajalla yleisesti käytössä tietty merkintätapa
- Annetaanko asentajan merkitä hyväksi näkemällään tavalla
- Kaapelien merkinnät, jos merkinnöissä on jotakin erikoista
- Paneelien merkinnät
- Rasioiden merkinnät

Hyvällä ohjeistuksella asentajalla ei kulu aikaa soitteluun ja selvittelyyn. Tilaaja välttyy yllätyksiltä, kun kaikki tietävät alusta asti, jos käytössä on jokin tietty merkintätapa. Erinomainen työkalu merkintöjen selventämistä varten on laatusuunnitelma, josta kerrotaan lisää tämän opinnäytetyön kohdassa 2.9.

2.8 Suunnitteludokumentti

Viestintäviraston määräyksen 65/2013 M mukaan sisäverkoista on laadittava suunnitteludokumentit, joista ilmenee vähintään seuraavat asiat:

- 1) kiinteistöön rakennettavien tai kunnostettavien erisisäverkkojen tyypit ja rakenne (johtokaaviosuunnitelmat);
- 2) sisäverkkoa uudistettaessa tieto mahdollisista rinnalle jätettävistä sisä-verkoista;
- 3) huoneistonumerointi;
- 4) liityntäkaapelien sisääntulot;
- 5) antennit ja antennimaston paikkaehdotus;
- 6) sisäverkkojen suunniteltu suorituskyky ja järjestelmäarvot;
- 7) päävahvistimen ja tähtipisteiden rakenne ja sijoitus;
- 8) kytkentäpaikkojen numerointi, rakenne ja sijainti;
- 9) ristikytkentöjen kytkentäluettelot;
- 10) tietoliikennesasioiden, antennirasioiden ja muiden liitännärasioiden
- 11) suunnitellut materiaalit ja mahdolliset asennettavat laitteet;
- 12) kaapelireitit;
- 13) kaapelien suunnittelupituudet;
- 14) laitetilojen, kaappien, koteloiden ynnä muiden sellaisten varustukset, lukitus ja sijainnit;
- 15) sähkönsyötöt mahdollisine varmuuksineen;
- 16) maadoitukset ja potentiaalintasaukset;
- 17) paloturvallisuutta koskevat mahdolliset kohdekohtaiset erityisvaatimukset.

2.9 Laatusuunnitelma urakoitsijan työkaluna

ST 681.43 Laatusuunnitelma (yleiskaapelointijärjestelmä) alkaa seuraavilla sanoilla:

”Laatusuunnitelma on olennainen osa standardienmukaisen yleiskaapelointijärjestelmän toteuttamista. Laatusuunnitelman laatiminen kuuluu urakoitsijan tehtäviin ja se on hyväksyttävä tilaajalla tai tämän edustajalla ennen asennustöiden aloittamista. Laatusuunnitelman avulla sovitaan tilaajan kanssa yhdessä mm. työmenetelmät ja -tekniikat, kaapeloinnin suorituskyvyn testausmenetelmät ja testauksen laajuus, kaapeloinnin hyväksymisperusteet jne.

Lomake soveltuu asuin- ja toimitilakiinteistöihin sekä soveltaen myös teollisuuteen ja datakeskuksiin asennettavien yleiskaapelointijärjestelmien laatusuunnitelman laatimiseen.”

Edellä mainittu lainaus kiteyttää hyvin laatusuunnitelman tarkoituksen. Tämän lisäksi yleiskaapeloinnista on esitetty, tämän laatusuunnitelman (ST 681.43) liitteenä olevassa täyttö-ohjeessa, seuraavanlainen maininta liittyen standardinmukaisuuteen:

”Yleiskaapeloinnin standardinmukainen (EN 50174-1) toteutus edellyttää, että työn suorittaja, urakoitsija, laatii laatusuunnitelman ja hyväksyttää sen tilaajalla tai hänen edustajallaan. Lomake on tarkoitettu em. standardin mukaisen laatusuunnitelman laadintaan.”

2.9.1 Laatusuunnitelman sisältö

Laatusuunnitelmaan (ST 681.43) täytetään seuraavanlaisia tietoja:

Tiedot kohteesta ja urakoitsijasta

Tähän kohtaan täytetään tiedot kohteesta, tilaajasta ja tilaajan yhteyshenkilön tiedot. Kohtaan täytetään myös tiedot urakoitsijasta ja urakoitsijan yhteyshenkilön tiedot.

Urakoitsijan pätevyudet

Tässä kohdassa kysytään urakoitsijan pätevyyskysymyksiä. Vaihtoehtoina ovat SETI Oy:n myöntämä pätevyys tai muu voimassa oleva yleiskaapelointijärjestelmän asennuspätevyys. Kohdassa kysytään myös, toimitetaanko tilaajalle kopiot pätevyystodistuksista ennen urakan aloitusta.

Pätevyyksien kanssa on kuitenkin muistettava, että Viestintäviraston mukaan: ”Aiemmin teleurakointi oli valtuutusta ja sittemmin ilmoituksenvaraista toimintaa. Nykyisin tällaisia säädöksiä ei ole. Sisäverkkotöiden tekeminen edellyttää kuitenkin käytännössä erityistä osaamista ja tästä syystä Viestintävirasto suosittelee kaikissa sisäverkkosuunnittelu-, rakennus- ja ylläpitotöissä turvautumaan ammattilaiseen.”

Kaapeloinnin komponenttien ja asennusmenetelmien määrittely

Tässä kohdassa käydään yleisesti läpi koko asennusprosessi.

Määritetään kaikkien tarvikkeiden ja materiaalien oikeellisuus (yhteensopivuus, standardinmukaisuus) niin keskenään, ympäristön kanssa (ympäristöluokitus) kuin yleisen televerkon sekä mahdollisten olemassa olevien järjestelmien kanssa.

Materiaalien määrittelyiden jälkeen käydään ennakoiva osio läpi, jonka tarkoitus on ehkäistä monia mahdollisia ongelmatilanteita liittyen asennustekniikoihin ja –menetelmiin. Kuten esimerkiksi seuraavat asiat:

- Optisen kaapeloinnin jatkamis- ja päättämistekniikat
- Parikaapelointi mahdollisten 90m ylittävien osien kohdalla
- Jakamotilat ja niiden varustus ja kokoonpano
- Johtotiet ja niiden laajennusvarat
- Läpivientien sijainti sekä uloskäytävien ja muiden tilojen hyödyntäminen johtotieasennuksissa
- Tietoliikennesasioiden ja mahdollisten keskityskohtien sijoituspaikat
- Tuleeko mahdollisista tietoliikennekatkoksista ilmoittaa tiedottaa tilaajalle
- Optisissa kaapeleissa käytettävä värijärjestelmä

Verkon merkinnät, tunnisteet ja luovutettavat dokumentit

Verkon merkintöjä, tunnisteita sekä luovutettavia dokumentteja koskevassa osiossa määritetään, mitkä verkon osat (esim. jakamot, paneelit, kaapelit, rasiat) merkitään tunnisteilla. Minkälaisia merkintä- ja tunnistetietoja käytetään (tilaajan, urakoitsijan vai jonkun muun määrittelemä tapa). Dokumenteista on vain lähinnä maininnaksi tarkoitettu kohta siitä, että ne tulee sijoittaa siten, että ne ovat viivytyksettä saatavissa tarpeen vaatiessa (esim. kytkentöjen muutostyöt).

Verkon suorituskyvyn testaus

Optisen kaapeloinnin testauksesta käsitellään seuraavia asioita:

- Testauksessa käytetty mittalaite
 - o Malli/tyyppi
 - o Viimeisen kalibroinnin ajankohta (onko voimassa)
- Testattava kokoonpano
 - o Mitä testataan

- Testausten määrä (kaikki vai vain osa)
- Testattavat ominaisuudet (esim. vaimennus, pituus, jatkosten etäisyydet)
- Liittimien puhtauden ja kunnon toteaminen ja dokumentointi
- Testauksissa käytetyt aallonpituudet
- Testauksen suunta (yhteen vai molempiin)
- Testaustulokset ja hyväksymisperusteet
 - Mitä arvoja käytetään hyväksymisen rajana
 - Millaiset testaustulokset luovutetaan ja missä laajuudessa

Ylläpito ja takuuehdot

Ylläpitoa ja takuuehtoja käsittelevässä kohdassa määritetään, onko tilaaja hyväksynyt takuuehdot ja toimitetaanko nämä ehdot tilaajalle työn luovuttamisen yhteydessä. Merkitään myös, tuleeko tilaajaa opastaa verkon käytössä, hallinnassa ja ylläpidossa ja todetaan erikseen sovittavaksi, missä laajuudessa tämä toteutetaan.

Laatusuunnitelman laatija ja hyväksyjä

Loppuun merkitään vielä, kuka on laatusuunnitelman laatinut, tämän henkilön yhteystiedot sekä laatimisajankohta. Samat tiedot täytetään myös laatusuunnitelman hyväksyjästä.

2.9.2 Laatusuunnitelman tarkoitus

Laatusuunnitelman tarkoituksena on toimia selkeyttävänä ja ennaltaehkäisevänä työkaluna urakoitsijan ja tilaajan välillä. Laatusuunnitelmaa täyttäessä joudutaan pohtimaan juuri niitä asioita, joista saattaa tulla erimielisyyksiä ja ongelmia osapuolten välille niin asennusten aikana kuin asennuksen jälkeenkin. Laatusuunnitelmassa määritellään myös monia taloudellisesti merkitseviä asioita, joten mahdollisimman valmiiksi mietitty laatusuunnitelma on hyvä apu jo tarjouslaskenta vaiheessa. Standardinmukaisuuden täytyminen vaatii usein myös laatusuunnitelman olemassaoloa. Laatusuunnitelmaa käytetään pohjana myöhemmin tehtäville tarkastuksille, joista kerrotaan tämän opinnäytetyön kohdassa 4.3.

3 ASENNUS

Valokuitukaapeloinnin saaminen kiinteistöön toteutuu useammassa vaiheessa. Uudiskohteessa kaapelointi alkaa usein siitä, että perustamisvaiheessa sopimuksenmukainen operaattori toimittaa ja vetää valokuitukaapelin kiinteistön suunnitellulle telekeskukselle. Tämän jälkeen mahdollisen kuitujen sisäkaapeloinnin suorittaa usein sähköurakoitsija, suunnitelmien mukaisesti. Kaapelit ovat usein kiepillä pitkälle rakennusprojektin loppuun asti. Saneerauskohteissa, joihin kuitua ei vielä operaattorin puolesta tule, saattaa kaapeloinnin järjestys olla myös toisinpäin. Kuidut päätetään kuitenkin aina rakennusprojektin loppupuolella, ellei ole syytä epäillä kuidun vaurioitumista kaapeloinnin aikana. Tällöin usein teleurakoitsija tulee sähköurakoitsijan pyynnöstä päättämään kyseiset kuidut vähintään toisesta päästä ja tarkistaa tutkaamalla, onko kaapeli vaurioitunut. Tämän jälkeen teleurakoitsija antaa arvion siitä, tuleeko kaapeli korvata uudella (usein huomattavasti halvempaa) tai pitkissä ja vaikeissa vedoissa mahdollisesti korjata jatkoksella. Tässä kappaleessa on käsitelty asennukseen liittyviä eri vaiheita ja esitetty niistä muutamia selventäviä esimerkkitapauksia.

3.1 Kaapelien asentamisen suunnittelu ja valmistelu

Asennus on hyvä suunnitella etukäteen, jotta kaapelit saadaan mahdollisimman tehokkaasti paikalleen, kun asennuksia päästään kohteessa tekemään. Kaiken tarvittavan materiaalin tulisi olla käytettävissä silloin, kun kaapeleita aletaan vetää, jotta asennukset saadaan tehtyä kerralla mahdollisimman valmiiksi. Varsinkin, jos vetämiseen tarvitaan nostimia, olisi tärkeää saada niiden maksullinen ja/tai rajoitettu käyttöaika tehokkaasti hyödynnettyä.

3.1.1 Suunnitellaan

Asennuksen suunnittelun ideana on mahdollisimman tehokas työskentely. Kaikkien osalueiden ollessa kaikilla työvaiheeseen osallistuvilla asentajilla tiedossa, saadaan käytettävissä olevat resurssit käytettyä paremmin hyödyksi. Suunnittelulla pyritään välttämään konfliktit muiden johtoteiden läheisyydessä työskentelevien kanssa aikatauluttamalla

kaapelointi yhteistyössä heidän kanssaan. Suunnittelulla pyritään minimoimaan ihmettely tapauksissa, joissa mahdollisia johtoteitä olisi useampiakin käytössä sekä antamaan asentajille työkaluja arvioida oikein jätettävä asennusvara (kaapelin määrä) johtotien katketessa puuttuvan läpiviennin tai muun syyn takia.

– Mitä vedetään

Tieto vedettävästä kaapelista on äärimmäisen tärkeää, jotta saadaan kerralla oikea kaapeli oikealle johtotielle eikä tarvitse jälkikäteen vaihtaa tai kokonaan purkaa kyseistä kaapelia pois. Etukäteistieto vedettävän kaapelin tyypistä auttaa asentajia suunnittelemaan oman työskentelynsä kaapelin mahdollisten erityisvaatimusten varalle eikä näin tule yllätyksiä itse asennustilanteessa.

– Mihin vedetään

Johtotiet ja -reitit on hyvä olla tiedossa etukäteen. Näin tiedetään tarkasti, mitä reittiä pitkin kaapelit tullaan viemään ja tarvitaanko vedon suorittamiseen erityisiä välineitä, kuten nostimia. Johtoreittien ollessa tiedossa ennen asentamista voidaan käydä tarkistamassa kohteesta riippuen, onko johtotiet jo asennettu tai ovatko johtotiet siinä kunnossa, että niille voidaan kyseiset kaapelit edes asentaa.

– Missä järjestyksessä

Asennusjärjestys on hyvä suunnitella, jotta asentaminen olisi mahdollisimman helppoa loppuun asti. Suunnitelmissa kannattaa huomioida johtoteiden ahtaus, mahdolliset tilojen valmistumisten eriaikaisuudet sekä tilankäytön aikataulut muiden asentajien kanssa. Toisin sanoen kaapeleita ei kannata lähteä vetämään ensin tiloihin, joissa lvi-asentaja asentaa putkea ja läpivientejä ei ole vielä tehty, jos toisaalla on vapaana oleva tila, jossa aletaan jo tekemään palokatkoja, kun muut ovat jo tavaransa saaneet seinästä läpi. Järjestyksen ollessa selvillä, voidaan miettiä, onko mahdollista vetää useampi kaapeli samalla kertaa esimerkiksi ensimmäiset vedot nousukuiluun, kun kuilussa on vielä reilusti tilaa useankin kaapelin samanaikaiseen vetämiseen. Vaikka kaapelit vedettäisiinkin yksi-

tellen, kannattaa miettiä, onko järkevämpää vetää ensin pitkät vedot, varsinkin, jos on odotettavissa johtotien käyminen ahtaaksi asennuksen loppua kohden.

– Mitä välineitä tarvitaan

Vaikka on suunniteltu mitä, minne ja missä järjestyksessä kaapelit vedetään, on hyvä vielä miettiä, mitä välineitä tarvitaan tämän suunnitelman tehokkaaseen toteutukseen. Tulee selvittää, tarvitaanko esimerkiksi henkilönostimia vai pärjätäänkö tikkailla, vedetäänkö käsivoimin vai koneella, tuleeko asentaa uusia johtoteitä tai tehdä läpivientejä. Oikeat välineet ja oikeaan aikaan työskentely ovat työn sujuvuuden ja täten sekä kustannustehokkuuden että työmukavuuden kannalta tärkeitä.

3.1.2 Valmistellaan kaapelit

Ennen kuin kaapeleita päästään vetämään, tulee kaapeleita kuitenkin mitä luultavimmin säilyttää jossain. Täten kaapelien valmisteluihin kuuluu varastointipaikkojen sopiminen. Sekä varastoitujen että vedettyjen kaapeleiden päiden sulkeminen/suojaaminen/peittäminen on tärkeää niin turvallisuuden kuin kuidun laadun turvaamiseksi. Liittimellisten kaapeleiden säilyttämisessä on tärkeää, että liittimet eivät pääse kolhiintumaan. Mahdollisuuksien mukaan kannattaa koettaa suojata liittimet sitten, että samaa suojausta voi käyttää myös kyseistä kaapelia vedettäessä. Asentajien kannattaa huomioida, että optiset kaapelit tulee valmistella ennen vetoa siten, että veto kohdistuu kaapelin vetoelementteihin. Onkin suositeltavaa, että kaapelien valmisteleviin toimenpiteisiin lukeutuisi kaapelin rakenteeseen ja vetoelementtien esiin kuorimiseen tutustuminen, ellei kaapelityyppi ole asentajalle entuudestaan tuttu.

– Määrät ja mitat

Asennukseen valmistautuessa on hyvä miettiä suunnitelmien pohjalta, vedetäänkö tietyt pätkät yksittäistä tai useampaa kaapelia suoraan kelalta vai yksittäistä tai useampaa valmiiksi mittaan katkaistua kaapelia. Varsinkin lyhyitä ja pidemmän, mahdollisesti työmaan tilanteesta johtuen kelan kanssa vaikeakulkuisen, matkan päässä olevia vetoja

varten voi olla kätevämpää katkaista kaapelia valmiiksi mittaan, ellei suunnittelija ole valinnut tälle välille liittimellistä, valmiiksi mittaansa rakennettua kaapelia.

Kaapelien hitsaamista/päättämistä on käsitelty myöhemmin tämän opinnäytetyön kohdassa 4.5

3.2 Kaapelin vetäminen/puhaltaminen kiinteistössä

Hyvien asennustapojen noudattaminen on tärkeää, kun vedetään tai puhalletaan kuitua. Seuraavissa kahdessa kappaleessa on esitelty ensin kaapelin vetämistä ja sen jälkeen puhaltamista. Tarkempia tietoja löytyy ST-käsikirja 16, kohdasta 7.2.2, jossa vielä suositellaan katsomaan tarkempia tietoja ST-käsikirjasta 34, sekä standardeista EN 50174-2 ja -3.

3.2.1 Kaapelin vetäminen

Kaapelia vedettäessä on kiinnitettävä huomiota oikeanlaiseen käsittelyyn. Kaapeleilla on itsessään fyysisiä ominaisuuksia, jotka asettavat rajoituksia käsittelylle:

- Pienin sallittu taivutussäde
 - o Vedon aikana
 - o Asennettuna
- Suurin sallittu vetovoima
- Suurin sallittu puristusvoima
- Pienin sallittu asennuslämpötila

Kaapelin valmistaja antaa nämä edellä mainitut tiedot ja niitä tulee noudattaa, jotta kaapeli säilyttää ominaisuutensa ja pysyy vaurioitumattomana.

Lisäksi kaapelia vedettäessä / asennuksen aikana tulisi huolehtia siitä, että seuraavanlaisia asioita varotaan ja vältetään:

- Kaapelin kiertyminen
- Kaapelin puristuminen

- Nykäisy
- Silmukoiden syntyminen
- Hankautuminen
 - o Teräviä kulmia vasten
 - o Muita kaapeleita vasten

Optisissa kaapeleissa tulee lisäksi huomioida, että veto ei saa koskaan kohdistua kuituihin. Sisäkaapelien vaipparakenteet ovat kevyitä ja tästä syystä veto ei saisi kohdistua näissä kaapeleissa vaippaan. Kaapeleissa, jotka on valmiiksi varustettu toisesta tai molemmista päistä liittimillä, tulee näitä liittimiä suojata vedolta, kolhuilta sekä mahdollisuuksien mukaan liialta.

3.2.2 Kaapelin puhaltaminen

Kuitujen puhaltaminen on vaihtoehto kuitukaapelin vetämiselle. Tällöin rakennetaan puhallusta varten vaatimusten mukainen johtotie (putkitus) (huomioituna mm. taivutus- säteet ja terävät kulmat) tai lisätään olemassa olevalle johtotielle (putkitukselle) uusia kuituja. Kuituja puhallettaessa tulee huomioida kuitujen fyysiset perusominaisuudet, kuten kaapeleita vetäessäkin. Taivutussäteet ja reitin terävät reunat on huomioitu johtotietä (putkitusta) rakentaessa, joten puhaltaessa huomioitavaksi jää puhallusvoima sekä lämpötila. Puhaltamisen etuja ovat kaapelin vetämisestä aiheutuvien jännitteiden ja mikrohalkeaminen välttäminen. Puhaltamisen suureksi eduksi voidaan katsoa mahdollisuus rakentaa johtotie (putkitus) valmiiksi laajennuksia varten, mutta jättää kuidut vielä puhaltamatta. Tällöin vaatimus kuitujen päättämisestä molemmista päistä ei aiheuta lisäkustannuksia tässä vaiheessa projektia, koska mahdolliset lisäkuudit voidaan puhaltaa vasta myöhemmin.

3.3 Kaapelin asennusvarojen jättäminen

Optisten kaapeleiden asentamiseen kuuluu usein olennaisena osana se, että itse kaapeli on asennettu paikalleen huomattavasti ennen kuin sitä tullaan muutoin käsittelemään, hitsaamaan ja/tai päättämään. Tässä kohtaa kulkevat usein myös urakkarajat sähköura-koitsijan ja teleurakoitsijan välillä. Siksi on äärimmäisen tärkeää oman(yrityksen) ima-

gon ja hyvien asennustapojen noudattamisen kannalta jättää riittävästi asennusvaraa kaapelin käsittelyä varten. Teleasentaja haluaa päästä jatkokäsittelymään kaapelia ergonomisessa asennossa mahdollisimman lähellä kohtaa, johon pääte tulee. Nyrkkisääntönä on, että kaapelin pitäisi ylettyä asennuksen mahdollistavassa tilassa ensin noin navan korkeudelle ja siihen päälle tulisi mitoittaa reilu metri käsittelyvaroja. Seuraavassa on esitelty, mitä tulee ottaa huomioon kun kaapeli on vedetty seuraavanlaisiin tiloihin.

3.3.1 – Telekeskukseen

Telekeskuksissa asennusvaroihin vaikuttaa seuraavia asioita:

- Käytetäänkö maa- vai sisäkaapelia
- Onko tilassa useampia kaappeja/telineitä
- Ovatko telineet/kaapit kiinteitä vai liikuteltavissa
- Onko teline/kaappi suunniteltu täyteen
- Mahtuuko telineen/kaapin eteen tai välittömään läheisyyteen työskentelemään

Näiden asioiden huomioiminen ja tiedostaminen helpottaa sopivan asennusvaran määrittämistä.

Maakaapelin kieputtaminen vaatii enemmän tilaa, joten sitä on aina hyvä jättää hieman enemmän kuin sisäkaapelia.

Paneelia tulee aina voida liikuttaa kaapin sisällä, joten vaikka kaappi olisi asennushetkellä aivan tyhjä, tulee jättää ylimääräistä sen verran, että paneeli pystytään sijoittamaan lähes mille tahansa korkeudelle kaapin sisällä.

Jos kaappeja on tilassa enemmänkin tai on todennäköistä, että kaappeja tullaan liikuttamaan, on hyvä jättää muutamia metrejä varaa tällaiselle toiminnalle. Joissain harvoissa tapauksissa paneeli saatetaan haluta siirtää toiseen kaappiin. Esimerkiksi toimiston laajentuessa ja kaapin täytyessä voidaan haluta muuttaa rakennetta siten, että kupareille on oma kaappi ja kuiduille omansa.

Kaapelityyppejä, tarpeiden muutoksia ja asennustiloja on hyvä miettiä asennusvaroja jättäessä. Tietysti miniminä on jälleen se, että asentaja saa kaapelin kaapista ulos ja hä-

nelle jää asennuskorkeudelle vielä reilun metrin verran käsittelyvaroja. Pelkän minimin jättäminen ei varsinkaan telekeskuksilla ole hyvän tavan mukaista edellä mainituista syistä.

3.3.2 – Asunnon sähkökaapin teleosaan tai vastaavaan

Asunnon sähkökaapin teleosaan, kotijakamoon tai vastaavaan tulee jättää myös tämä asentajalle riittävä asennusvara. Tässä on huomioitava jakamon sijainti arvioitaessa, kuinka pitkä pätkä tarvitaan, jotta asentaja saa kaapelin asennuspöydälle. Tarkkaa metrimäärää on vaikea sanoa suoraan, koska jakamo voi olla aivan katon rajassa tai sitten suoraan asennuskorkeudella. Ohessa olevassa kuvassa on esitetty lähes olemattoman asennusvaran tuomista haasteista asennustilanteessa.

Suoraan asennuskorkeudella sijaitseville jakamoille on hyvä jättää hieman ylimääräistä vaikka kaapelin saisikin suoraan asennuspöydälle, varsinkin jos kyseessä on maakaapeli, jonka taivutussäde on suurempi. Näissä jakamoissa riittää tämä asentajalle riittävän asennusvaran jättäminen, koska on hyvin epätodennäköistä, että kuitupäätteitä liikutetaan asennuksen jälkeen.



KUVA 1. Liian lyhyt asennusvara

3.3.3 – Rasialle

Optisen tiedonsiirtotekniikan yleistyessä (halventuessa) tullaan mahdollisesti tuomaan valokuituja rasialle asti tavallisissakin kohteissa. Tällöin tulee asennusvaroja miettiä rasian tyypin mukaisesti, eli paljonko rasian sisään mahtuu varoja jättämään kiepille. Kaapeli pitäisi kuitenkin saada työtasolle, jota lattiarasioiden tapauksessa voidaan joutua laskemaan ja työasentoa muuttamaan huomattavasti kumarammaksi tai jopa polvien varassa työskentelyksi. Käsittelyvaroja voidaan myös joutua lyhentämään, jos rasia on ahdas. Kuitujen tuonti rasialle on kuitenkin tällä hetkellä hyvin harvinaista, joten paras suositus on käydä teleasentajan kanssa läpi rasiatyypin mukaisesti, millaisia varoja olisi

hyvä jättää. Varoja pystyy ja tuleekin jättää reilummin silloin, kun rasia tulee kaapelikouruun kiinni, koska tällöin pitää jättää mahdollisuus rasian liikuttamiselle kourussa.

3.4 – Kaapelin kuoriminen ja paneeliin kiinnitys

Kaapelia kuoriessa oleellisinta on olla vaurioittamatta sen sisällä olevia kuituja. Kaapelityypistä riippumatta on aina hyvä tutustua kaapelin rakenteeseen ja hienoisinkin epävarmuuden vallitessa kokeilla ensin kuoria lyhyt pätkä. Kaapeleita on moneen käyttötarkoitukseen eri paksuisilla ja erityyppisillä suojaustavoilla suojattuna. Alla on esitetty yleistettynä armeeratun maakaapelin sekä kuivan sisäasennuskaapelin käsittely. Lisää tietoa erilaisista kaapelityypeistä, niiden rakenteista sekä tyyppi merkinnöistä löytyy ST-käsikirja 16 kohdista 4.3.4 Valokaapelirakenteet sekä 4.3.5 Valokaapeleiden tyyppimerkinnät. Käsittelyssä on aina, kaapelityypistä riippumatta, huomioitava kaapelivalmistajan omat suositukset.

3.4.1 Maakaapeli

Armeerattua maakaapelia kuoriessa tulee selvittää armeerauksen tyyppi. Kaapeli saattaa olla armeerattu pelkästään metallisella keskiputkella, jolloin pitää selvittää millä tavoin keskiputki saadaan katkaistua vaurioittamatta kuituja. Armeerausena voi olla myöskin pelkästään muutama (usein 2kpl) metallisia tukilankoja, jotka kulkevat keskiputken molemmin puolin. Tällöin keskiputki voi olla myös muovinen ja täten helpommin käsiteltävissä. Tukilankoja voi usein käyttää kuorinnan apuna ja teleasentajilla on muutamia erilaisia tapoja toteuttaa tällainen kuorinta. Jos maakaapelia pidetään kuorinnan aikana taivutettuna, niin tulee huolehtia siitä, ettei kaapeli pääse yllättäen suoristumaan. Tämä johtuu siitä, että maakaapeli on tyypillisesti jäykkää juurikin tämän armeerauksen ja/tai vahvan keskiputken johdosta. Maakaapelien kanssa toimittaessa saatetaan usein kuoria pidempikin matka ja käyttää sisäputkia asennus-/liikutteluvaroiksi kieputtamiseen, jos sisäputken rakenne sen sallii, kaapelin hankalahkon käsiteltävyyden tähden. Kuitujen ollessa putkitettuina tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen, että usein huonosti joustavat putket saattavat taittua terävästikin ja täten vaurioittaa sisällä olevia kuituja. Maakaapelien sisäputkessa on materiaalista riippumatta aina jonkinlaista rasvaa tai vastavaa kosteussuojana. Tähän tulee valmistautua ja kuoriessa tuleekin olla mukana liinoja

tai muita kuivaamiseen soveltuvia välineitä. Sen lisäksi, että tämä rasva sotkee sormet käsitellessä, sotkee se myös paneelin jolle kuidut kieputetaan. Tällöin aina kuituihin koskiessa kädet rasvoittuvat ja kuitujen muuta jatkokäsittelyä pystyy jatkamaan vasta kuivin sormin. Kuidut tuleekin siis pyyhkiä suurimmista rasvoista jo kuorimisvaiheessa, mikä takaa sen, että jatkokäsittely on huomattavasti mukavampaa ja tehokkaampaa.

3.4.2 Sisäasennuskaapeli

Kuivissa sisäasennuskaapeleissa ei ole sisäputkea tai rasvaa. Ulkokuori on ohut ja vahvistuksia ei ole. Kaapelin sisällä kulkee usein neljä (4) kappaletta, tässä tapauksessa paksummalla toisiopäällysteellä suojattua, kuitua. Nämä kuidut on vielä niputettu ja suojattu kevlar säikeillä/nauhalla tai muulla vastaavalla. Sisäasennuskaapelin kuoriminen on helppoa ja nopeaa. Asentajan ei tarvitse kuin katkaista kaapelin kuori halutusta kohdasta ja tämän jälkeen leikata suojanauha poikki katkaistusta kohdasta.

3.4.3 Kuoritun asennusvaran jättäminen

Kaapelia saatetaan usein esivalmistella kuorimalla ja kiinnittämällä kuorittu osio paneelille tai päätteelle ennen hitsauksia tekevää asentajaa. ST 681.30 Yleiskaapelointijärjestelmät, Asennusohje -kortissa on annettu paneelille kuorittavalle kaapelipituudelle vähimmäispituus 120 senttimetriä. Vaikka on olemassa erilaisia asennustapoja, niin aina tulee muistaa, että pidempi asennusvara on lähes aina lyhyttä parempi. Liian lyhyen kuidun jatkaminen saattaa käydä vaikeaksi ja sen ominaisuudet laskevat uusien jatkosten myötä, mutta pitkää kuitua voi aina tarvittaessa lyhentää ominaisuuksiin vaikuttamatta. Kaapelia kuorittaessa paneelille tai päätteelle asentamista varten tulee kuoritun asennusvaran määrittämisessä huomioida tämän lisäksi kuitenkin muitakin asioita.

Tuleeko kaapelin jokainen kuitu paneelille

Usein kohteissa, joihin tehdään kerros- tai aluekaapelointia, voidaan päätyä tilanteeseen, jossa kaapelissa kulkee useampi kuitu kuin paneelille mahdollista. Tällöin kaapeli tulee kuoria pidemmältä matkalta ja kuidut tuoda omissa putkissaan (putkitettu

rakenne) tai putkittaa kuidut ensin (muut rakenteet) ja tuoda samalla tavalla. Tällöin nämä sisäputket tai erikseen putkitetut kuidut voidaan jakaa tarpeen mukaan useammallekin paneelille. Kaapelia joudutaan kuorimaan pidemmältä matkalta, koska kaapelia ei suoraan kiinnitetä paneelille, mutta itse paneelille asennusvaroja tulee tästä huolimatta jäädä reilusti, vähintään 120 senttimetriä.

Kieputusvarat

Erilaisilla paneeleilla, päätteillä ja rasioilla on erilaiset tilat kieputtamista varten. Pienen tilaan ei välttämättä ole tarkoituksenmukaista kuoria pitkää pätkää varoja hitsausta tekevää asentajaa varten, koska asentaja joutuu kuitenkin raivaamaan tilaa häntäkuiduille. Tällöin voidaan ammattitaidosta riippuen jättää lyhyempikin pätkä kuorittua asennusvaraa, kunhan ollaan keskenään samaa mieltä sopivasta pituudesta.

3.5 Valokuidun käsittely ja hitsaaminen

Valokuidun käsittelyyn ja hitsaamiseen liittyy monia huomioitavia asioita. Seuraavassa käsitelläänkin yleisesti itse valokuitujen käsittelyä ja siihen olennaisesti liittyviä asioita. Aiheesta vielä tarkennettua selvennystä löytyy ST-käsikirja-16 kappaleessa 7.3.4 Optisten kaapeleiden jatkaminen ja päättäminen.

3.5.1 Suotuisat asennusolosuhteet

Optista kaapelointia asentaessa, oli sitten kyse jatkoksen tekemisestä tai liittimien kytkemisestä, olisi huolehdittava siitä, että tilat ovat pölyvapaita. Tämä tarkoittaa kaikkea pölyä ja muuta leijailevaa likaa. Parhaassa tapauksessa työskentelyalueen lähellä ei ole liikehdintää, joka saattaisi aiheuttaa pölyn leijailua liittimille tai kuiduille. Yleisestikin liikehdintä asennusalueen lähellä on hyvin haitallista itse asentamiselle, koska työpöytä on usein kevytrakenteinen ja sen päällä on erittäin arvokkaat työvälineet sekä ohuita kuituja. Lähes jokaista työalueen läheltä ohittavaa henkilöä varten asentaja joutuu keskeyttämään työnsä ja varautuakseen siihen, että mikään ei pääse kolhiintumaan tai varsinkaan tippumaan tai katkeamaan. Tämä on erityisen huomionarvoista varsinkin asuntopäätteitä tehdessä. Siksi asuntopäätteet usein valmistellaan mahdollisimman pitkälle, ennen kuin jatkosvälineet otetaan esille. Tietysti suotuisiin asennusoloihin sisältyy myös

jo aiemmin mainittujen työskentelyvarojen olemassaolo sekä riittävän tukeva työskentelyalusta. Teleasentajalla on oma työskentelypöytä tai vastaava jatkoksen tekemistä varten, joten tärkeintä asennusten kannalta on vapaa lattiatila päätteen lähistöllä, jonne tämän pöydän tai vastaavan saa tukevasti pystytettyä.

3.5.2 Värijärjestelmät

Varsinkin runkoverkon puolella etäisyyksien ollessa useita kilometrejä on hyvin luonnollista, että kymmenien, jopa satojen kuitujen oikeaan järjestykseen asentaminen on kaiken työskentelyn kannalta eduksi kaikille. Tämän takia jokainen nipussa oleva kuitu on päällysteeltään erivärinen ja usein jokainen nippukin on merkitty eri väreillä. Niput voivat tosin olla joissakin kaapeleissa keskiputken uriin upotettuja ja tällöin saattaa olla merkittynä vain ensimmäinen ja viimeinen nippu. Kun merkinnät ovat vain ensimmäisessä ja viimeisessä, on järjestys silloin usein myötäpäivään. Tällöin olisi hyvä merkitä niput esimerkiksi numeroteipillä, koska järjestyksen ilmoittava keskiputki katkaistaan kuorimisvaiheessa.

Valokuiduille ei valitettavasti ole olemassa vain yhtä universaalista värijärjestelmää, joten käytettävästä värijärjestelmästä tulee olla tietoinen. Tietysti värijärjestelmästä riippumatta kuidut voidaan jatkaa väri väriin ja päätettäessä molemmat päät voidaan itse valita väreille järjestys, kunhan se on molemmissa päissä sama. Tämä ei kuitenkaan ole optimaalista, koska omat merkinnät saattavat kadota ja/tai muutostöitä saattaa myöhemmin tehdä jokin ulkopuolinen taho, joka ei huomaa standardeista poikkeavaa alkuperäisasennusta. Tästä aiheutuu suuri työmäärä, kun kuitujen järjestystä joudutaan selvittämään näkyvän valon lähettimien kanssa.

Hyviin asennustapoihin kuuluu standardin ja yleisten värijärjestelmien mukaiset asennukset. Suunnitelmista ja/tai kaapelityypistä tulisi käydä ilmi värijärjestelmä, jolla asennukset tulisi tehdä. Tämän takia värijärjestelmä määritellään laatusuunnitelmassa. Värijärjestelmän noudattaminen on merkki laadukkaasta asennuksesta. Varsinkin jatkettaessa eri värijärjestelmien mukaisia kaapeleita suoraan keskenään on erityisen tärkeää tuntea molempien kaapelien värijärjestelmä ja noudattaa tätä.

Yleisimmät värijärjestelmät sekä lisätietoa värijärjestelmistä löytyy ST-käsikirja 16 kohdasta 4.3.3

3.5.3 Kuoriminen ja puhdistus

Kun kaapeli on kuorittu ja kiinnitetty paneelille tai päätteelle, on itse kuitujen kuorimisen ja käsittelyn vuoro. Tässä vaiheessa suurin osa rasvasta (jos kyseessä rasvalla suojattu kaapeli) on kuiduista jo pyyhitty, mutta laitteiden herkkyyden vuoksi on hyvä vielä pyyhkiä puhdistusaineella käsitellyllä puhdistusliinalla kuidut niiltä osin kuin niitä käsitellään. Kun pintapuolinen puhdistus on kuiduille tehty, pujotetaan mahdollinen jatkosholkki paikalleen kuituun. Holkki kuitenkin pujotetaan kaapelin kuituihin vain jatkettaessa kuituja ilman häntäkuitujen käyttöä. Kuidusta kuoritaan päällysteet pois noin kolmen (3) senttimetrin matkalta ja pyyhittää kuorittu osa vielä puhdistusliinalla, jotta ensin leikkuriin ja sen jälkeen jatkoskoneen sisään menevä kuitu olisi mahdollisimman puhdas ja leikkauksesta sekä jatkoksesta tulisi mahdollisimman hyvät. Kuorittua kuidun osaa ei saa enää koskettaa sormin eikä se saa koskettaa mihinkään muualle kuin leikkuriin ja sitten jatkoskoneeseen. Tästä syystä kuidut tulee kuoria yksitellen ja niitä ei voi jättää roikkumaan kuorittuna pöydän reunalle. Yksittäinen käsittely aina kuorimisesta jatkoskoneeseen kiinnittämiseen asti tekee kuitujen jatkamisesta hieman hidasta. Jotkut urakoitsijat toimivatkin jatkosta tehdessä siten, että toinen asentaja kuorii, puhdistaa ja (mahdollisesti) leikkaa kuituja ja toinen asentaja (mahdollisesti) leikkaa, kiinnittää jatkoskoneeseen ja tekee jatkoksen. Tämä nopeuttaa jatkoskoneesta riippuen työskentelyä, mutta tuplaa asentajien määrän ja täten työtunnit. Kiinteistöpuolella useimmiten vain yksi asentaja suorittaa jatkoksen tekemisen alusta loppuun itsenäisesti, koska suurin osa ajasta kuluu muuhun kuin itse hitsaamiseen. Varsinkin asuntopäätteitä hitsatessa, asunnosta toiseen siirtymiseen kaikkien välineiden kanssa kuluu kohteesta riippuen enemmän aikaa kuin neljän kuidun hitsaamiseen.

3.5.4 Häntäkuitujen käsittely

Häntäkuitujen käsittely on pääpiirteittäin samanlaista kuin muidenkin kuitujen. Häntäkuiduissa on toisessa päässä liitin, jonka kolhimista ja likaamista tulee välttää. Häntäkuitujen väritys riippuu kuidun tyypistä. Yksi- ja monimuodoilla on erilaiset väritykset niin itse kuiduissa kuin sen päässä olevissa liittimissäkin, mutta myös liittimien väritys saattaa tämän lisäksi vaihdella vielä liittintyyppin mukaisesti. Useimmiten päätteelle tulee

suuri määrä samantyyppisiä häntäkuituja, joten ne kaikki ovat samannäköisiä. Tällöin on mietittävä, miten häntäkuidut merkitään, jotta saadaan asetettua oikea liitin oikeaan adapteriin. Tämän takia esivalmisteluissa häntäkuidut usein katkaistaan oletettuun, sopivaan mittaan ja niihin merkitään adapteriin numero (numerona tai viivoin) ja/tai itse kuidun päällysteeseen viivoin. Asuntoihin tulee lähes poikkeuksetta neljä kuitua, joten on hyvä tehdä häntäkuiduista esimerkiksi neljän nippuja, jotka on selkeästi merkitty yhdestä neljään. Häntäkuituihin usein esipujotetaan jatkosholkki, koska häntäkuiduissa ei ole koskaan ollut mitään rasvoja päällä, ja täten holkki pysyy sisältä paremmin puhtaana. Tämän jälkeen häntäkuidulle suoritetaan samanlaiset kuorimis-, puhdistus- ja käsittelyoperaatiot kuin tämän opinnäytetyön kohdassa 3.5.3 suoritettiin kaapelista tuleville kuiduille.

3.5.5 Kuidun katkaisu

Kuorittu kuitu tulee katkaista mahdollisimman tasaisesti ja suoraan kulmaan, jotta kuitujen liittäminen toisiinsa onnistuisi mahdollisimman hyvin. Siksi kuitujen katkaisuun käytetään erityisiä leikkureita. Yleisesti kuidun katkaisuun käytettävään leikkurin uraan asetetaan kuorittu ja puhdistettu kuitu. Leikkuri pitää kuidun tukevasti paikallaan ja suorassa, mutta asentajan on silmämääräisesti pyrittävä saamaan kuitu uralle ja tukiin mahdollisimman suoraan. Leikkurin kiinnityspidikkeet aiheuttavat kuituun pienen vetojännityksen ja loivan taivutuksen. Asentajan leikatessa leikkurilla hän joko itse liikuttaa timanttiterää tai nappia painamalla timanttiterä liikahtaa itsestään. Terä vain hipaisee kuidun pintaa, tehden siihen naarmun. Leikkurin aiheuttama pieni vetojännitys ja loiva taivutus aiheuttavat kuidun katkeamisen tasaisesti naarmun kohdalta. Periaate on sama kuin lasin leikkaamisessa. Hyvin katkaistun kuidun katkaisupinta on kuin peilipinta, jonka kulmavirhe on alle yhden asteen.

3.5.6 Jatkoksen tekeminen ja suojaus

Jatkoksen tekeminen ja suojaus on kuitujen asentamisessa vierain vaihe perehtymättömälle. Todellisuudessa tämä vaihe on varsin yksinkertainen. Kuitujen suoriksi leikatut päät kohdistetaan laitteella vastakkain ja joko puristetaan vastakkain mekaanisesti erikoisvalmisteisen holkin sisään tai sulatetaan fyysisesti yhteen kuituhitsauskoneella. Nykypäivän välineet ovat kehittyneitä ja huolellisella työskentelyllä päästään hyviin onnis-

tumisprosentteihin. Urakoinnin kannalta järkeviin nopeuksiin pääsemiseen vaaditaan harjaantuneisuutta ja ammattitaitoa, koska jokaisen liitoksen tekeminen vaatii monta huolellisuutta ja tarkkuutta vaativaa vaihetta. Kuitujen hitsaaminen on nyt tekniikan kehityttyä ehdottomasti paras tapa tehdä kuitujatkos. Laitteissa on akut, jotka kestävät työpäivän ajan, joten työpisteelle ei edes tarvitse saada sähköjä. Joissakin tapauksissa, kun esimerkiksi kuidut ovat jääneet erittäin lyhyiksi ja kuituja ei saada mitenkään koneeseen sisälle asti eikä kaapelia ole mielekästä/mahdollista vetää uudestaan, voidaan joutua päättämään kuitu työmaalla mekaanisesti suoraan liittimeen.

Hitsaaminen

Hitsaamisen yliveritaisuudesta kertoo sekin, että Viestintäviraston määräyksessä 65 kiristettiin hitsatun jatkoksen vaimennuksen vaatimuksia, mutta mekaaniselle jatkokselle ne jätettiin ennalleen. Hitsauksen vaimennus saa tämän uuden määräyksen mukaan olla maksimissaan 0,1 desibeliä, kun mekaaninen saa edelleen olla 0,3 desibeliä. Toisaalta hitsaamalla päästään normaalisti reilusti tämänkin vaatimuksen alle, joten mitään suurempaa merkitystä tällä vaatimuksen kiristämällä ei ole.

Kuitujen hitsaaminen tapahtuu nykylaitteilla helposti. Laitteen asetuksista valitaan kuitutyypin ja jatkossuojan tyyppi. Pätevimmat asentajat saattavat jopa muuttaa hitsausaikoja ympäristön mukaisesti, mutta koneet osaavat automaattisesti tunnistaa kuitutyypin ja hitsata nämä yhteen oikein. Hitsausta varten aiemmin tässä opinnäytetyössä kerrotunlaisesti valmistellut, kuoritut ja leikatut kuidut asetetaan hitsauskoneeseen oikealle etäisyydelle toisistaan. Kansi laitetaan päälle ja monitorista voidaan seurata kun laite tarkistaa kuitujen puhtauden sekä leikkauksen kulman. Elleivät puhtaus ja kulma täytä hitsauskoneen tarkkoja vaatimuksia, tulee kuitu kuoria, puhdistaa ja leikata uudelleen. Laitteen hyväksytyä puhtauden ja kulman, kohdistaa se kuidut oikealle etäisyydelle toisistaan, valmistele ne vielä pienellä valokaarella ja aloittaa sitten hitsauksen. Hitsausta tulee seurata monitorista, jotta huomaa tapahtuuko siinä jotakin erikoista. Toisaalta laitteet osaavat myös arvioida itse hitsauksensa tulosta ja suurimmat ongelmat ja virheet, esimerkiksi kuplat, näkee helposti myös hitsauksen jälkeen monitorilta. Ellei hitsaus jostain syystä onnistunut, tulee jälleen aloittaa uudelleen kuorimalla, putsaamalla ja leikkaamalla kuidut. Onnistuneen hitsauksen jälkeen laite suorittaa standardinmukaisen vetolujuustestin vastahitsatulle jatkokselle. Jos ja kun tämäkin testi menee läpi, voidaan kansi avata ja liu'uttaa tässä tapauksessa häntäkuituun ennen hitsausta pujotettu

jatkosholkki hitsauskohdan päälle. Tämän jälkeen kuidut nostetaan koneen uuniin, joka sulattaa holkin paikalleen suojaamaan hitsattua jatkosta. Sulatuksen valmistuttua uuni joko jäädyttää holkin tai se voidaan suoraan nostaa jäähdytys-/säilytystelineeseen, jollainen löytyy laitteesta itsestään.

Mekaaninen jatkos

Mekaanista jatkosta tehdessä jatkosholkkia ei pujoteta häntäkuituun, vaan se asetetaan suoraan jatkoslaitteen sisälle. Tämän jälkeen molemmat kuidut asetellaan oikein jatkoslaitteeseen ja puristetaan jatkosholkki kuituihin kiinni, minkä jälkeen jatkos on valmis. Laite ei anna minkäänlaista palautetta onnistumisesta. Toisaalta jos ja kun kaikki vaiheet on tehty huolellisesti, niin jatkos onnistuu lähes aina yhtä hyvin. Varsinkin kun vaatimukset ovat mekaanisille liitoksille alempia kuin hitsatuille, niin onnistumisprosentti jatkoksissa on hyvä. Laite ei käytä sähköä, joten se on helppo ottaa minne tahansa mukaan. Toisaalta akkutekniikka on niin kehittynyttä nykyisin, että hitsauskonekin toimii monta tuntia pelkällä akulla.

Liittimen suora asennus työmaalla

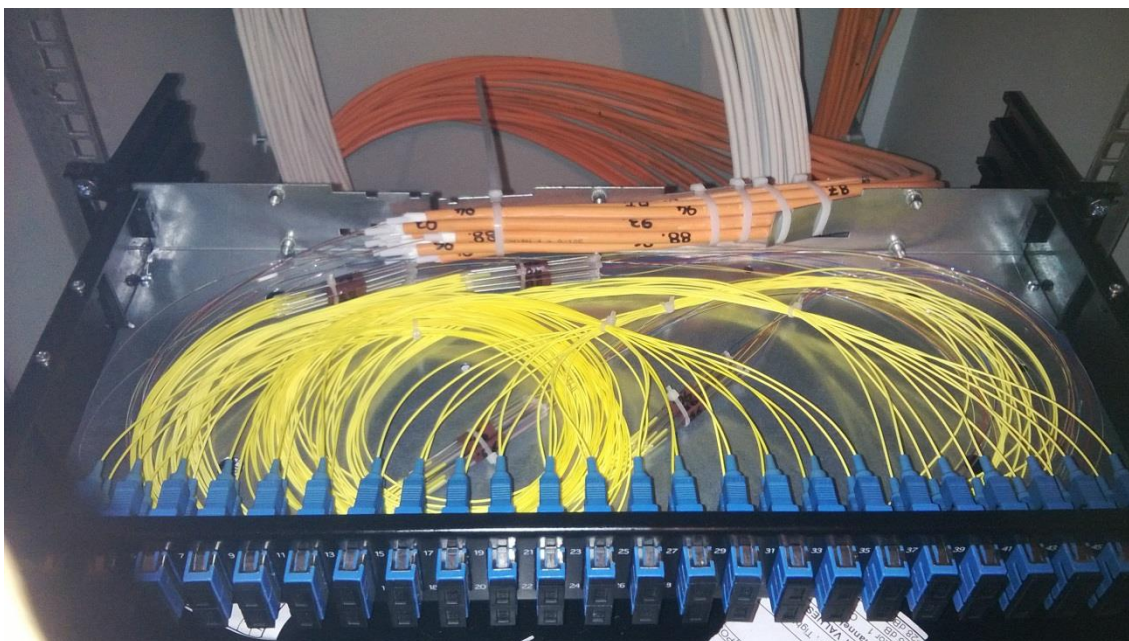
Liittimen suoraa asennusta kuituun työmaalla voidaan harkita, kun kaapeli on syystä tai toisesta jäänyt liian lyhyeksi muiden jatkoslaitteiden käyttämistä varten. Toinen vaihtoehtoinen vaihtoehto on käyttää liittimen suoraa asennusta, kun asennuskohdassa, esimerkiksi rasiolla, ei ole tilaa jatkosholkille ja/tai taivutussäteelle jatkosholkin kanssa. Tällöin voitaisiin käyttää liitintä, jonka rakenteeseen on valmiiksi asennettu kuidunpätkä liittimen sisälle ja liittimen pää on hiottu valmiiksi. Asennettaessa ei silloin tarvitsisi kuin työntää päätettävä kuitu liitinrakenteeseen ja liitinvalmistajan työkalulla tehdä mekaaninen jatkos päätettävän kuidun ja liittimen sisällä olevan kuidunpätkän välille. Vaimennukset tällä tavoin ovat parhaimmillaan 0,2 desibeliä. Tätä tapaa ei suositella käytettäväksi millään paneeleilla, vaan maksimissaan neljän liittimen asuntopäätteillä tai tietoliikennesioilla.

3.5.7 Nippujen merkintä

Jatketut kuidut tulee pitää selkeässä järjestyksessä ja jos on toiminut tämän opinnäytetyön mukaisesti, niin häntäkuidut on merkitty neljän jaksoihin. Tällöin kannattaa niputtaa nämä neljä keskenään esimerkiksi teippaamalla lyhyellä teipinpätkällä nämä kyseiset neljä jatkettua kuitua nippuun keskenään jatkosholkkien kohdalta. Teippiin voi tällöin kirjoittaa, mille paikoille paneelia tämän nipun liittimet on tarkoitus laittaa esimerkiksi. 1-4 tai 9-12. Tietysti, jos kyseessä on asunkiinteistö (kerrostalo, rivitalo), kannattaa nippuun kirjoittaa asunnon numero.

3.5.8 Paneeliin kieputtaminen

Kun kuidut on saatu jatkettua ja merkittyä, tulee ne vielä asetella eli kieputtaa paneelille. Tämän opinnäytetyön mukaisesti jatkettu/päätetyt kuidut ovat nyt neljän nipuissa ja ne tulisi saada paneelille oikeaan järjestykseen. Kieputtamisessa on tärkeää, että kuidut eivät mene ristiin rastiin, koska vika- tai muutostilanteen tapahtuessa, voidaan kuituja joutua päättämään uudestaan. Tällöin tulisi yksittäinen kuitu tai kuitunippu voida irrottaa paneelista edes jotenkin inhimillisesti. Kuten kuvasta huomaa, kuituja on paneelilla paljon ja saattaa olla tätä huomattavasti enemmänkin. Kuidut kannattaa kieputtaa reunoja myöden esimerkiksi siten, että kaikki niput alittavat adapterit, minkä jälkeen jonka jälkeen kuidut tekevät vielä pienen lenkin ja nousevat itsensä sekä muiden kuitujen ylitse kiinni adaptereihin. Tällöin purkutilanteessa ei tarvitse pujotella adaptereihin kiinnitettyjen kuitujen välistä näitä poistettavia kuituja, vaan ne voidaan vetää kaikkien kuitujen alta. Tällainen menettely pienentää lisävaurioiden syntymistä, jos ja kun kuituja joudutaan irrottamaan paneelista.



KUVA 2. Valmis paneeli ilman kantta

Lopputuloksen tulisi näyttää jokseenkin tällaiselta. Sisäasennuskaapelit on kuorittuina niputettu paneelin takaosaan. Jokainen sisäasennuskaapeli on merkitty huoneistonumerolla, useammastakin kohdasta. Hitsatuissa nipuissa on teipit huoneistokohtaisesti, ja teipissä lukee vielä huoneiston numero. Kaapelit on kuorittu siten, että kuitu on ylettynyt asennuspöydälle ja kuitua riittää hitsauksen jälkeen vielä muutos- ja korjaustöitä varten. Häntäkuituihin on jätetty varoja tätä samaa tarkoitusta varten. Kuidut on kieputettu paneelille kohtuullisen siististi ja niput on löysästi kiinnitetty nippusiteillä käsittelyä selkeyttämään, kuitenkin siten, ettei nippuside purista saati taita kuitua. Jokainen kuitu on päätetty paneelille. Kuvassa näkyvät liittimet ovat SC-mallisia, mutta eivät tyyppiä APC.

3.5.9 Paneelin merkintä

Paneeli tulee merkitä suunnitelmien mukaisesti. Tähän kuuluu paneelin nimeäminen sekä tiedot siitä, mistä kuidut tulevat ja/tai mihin ne menevät. Merkintä kannattaa suorittaa vasta, kun asennukset on tehty, jotta voidaan olla varmoja siitä, toteutuivatko asennukset suunnitelmien mukaisesti. Tällöin ei tarvitse muuttaa merkintöjä jälkikäteen, paitsi tietysti muutostilanteessa. Esimerkiksi suuremmissa projekteissa asentajan on helpompi pitää kirjaa siitä, mitkä yhteydet ovat mitattu, kun kiinnittää nimeämiset vasta mittauksen jälkeen. Kun esimerkiksi kaapissa on useampi kuitupaneeli päällekkäin ja linjat valmistuvat eri aikoihin ja/tai asuntoihin pääsee eri aikoina päättämään, niin tällä

merkintätavalla pystyy seuraamaan valmistumista, sekä tietysti varmistuu siitä, että merkityt yhteydet toimivat.

3.6 Työturvallisuus

Kaikessa työskentelyssä tulee noudattaa yleistä työturvallisuutta. Valokuitujen kanssa työskentelyyn liittyy vielä sille erityisiä työturvallisuutta koskevia huomioita. Kuituroskiin sekä kemikaaleihin liittyvät toimet ovat oikein toimittaessa ainoastaan asentajan työturvallisuuteen liittyviä asioita. Laservalo, on vaarallista kaikille valmiiden asennusten kanssa tekemisissä oleville. Nämä työturvallisuusasiat on poimittu ST-ohjeisto 18 Optiset liittävät verkot, kohdasta 13 ja niistä on kerrottu alla vielä hieman tarkemmin.

3.6.1 Kuituroskat

Kuituja katkottaessa kaapelin päättämisen ja jatkamisen yhteydessä, jää kuidusta leikkurin jälkeen tai muuten katkenneena pieniä pätkiä. Nämä pätkät tulee kerätä välittömästi niille varattuun erilliseen jäteastiaan. Pöydälle, vaatteisiin tai muualle jääneet pätkät aiheuttavat turvallisuusriskin ajautuessaan kosketuksiin ihon kanssa. Päästessään kosketuksiin ihon kanssa saattavat pätkät tunkeutua ihon alle ja jopa verenkiertoon asti, mikä voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa hengenvaaran. Kuitujen oma jäteastia tulee hävittää asianmukaisesti. Jäteastiassa olisi hyvä olla selkeä varoitustarra tai -teksti ja sen tulee olla tiiviisti suljettu.

3.6.2 Kemikaalit ja ärsyttävät aineet

Kuitujen ja liittimien puhdistamiseen käytettävät aineet ovat usein palavia, huumaavia ja ärsytysoireita aiheuttavia. Valokuitukaapeleiden rakenteissa saattaa kaapelityypistä riippuen olla erityyppisiä ärsytysoireita aiheuttavia aineita. Kiinteinä aineina kaapelista löytyy erilaisia aramidi- tai lasikuituvahvikkeita ja kemikaaleina täyterasvoja. Tämän lisäksi kuidut puhdistetaan voimakkailla puhdistusaineilla. Nämä asiat on hyvä tiedostaa ja tarpeen vaatiessa huolehtia työalueen tuuletuksesta sekä suojakäsineiden käytöstä. Siisteys kuuluu hyviin asennustapoihin ja erityisesti kaikki ärsytystä aiheuttavat aineet

on syytä hävittää asianmukaisesti, jotta siivoojille tai muille työskentelijöille ei koidu niistä haittaa.

3.6.3 Laservalo

Optisessa tiedonsiirrossa käytettävä valo on näkymätöntä, mutta silti vahingollista silmälle ja verkkokalvolle. Varsinkin laservalokomponenttien lähettämän valon osumista silmään tulee erityisesti varoa. Tämä on hyvä tiedostaa ja ohjenuorana voidaan pitää sitä, ettei kuidun tai liittimen päähän tulisi koskaan katsoa suoraan. Vapaat liittimien ja kuitujen päät on normaalitilanteessa suojattu suojahatuin tai –tulpin, jo pelkästään puh-
taudenkin takia. Kaikkialla, missä on päätettyjä kuituja tai muita optisia laitteita, on suositeltavaa käyttää lasersäteestä varoittavia varoitusmerkkejä.

4 TESTAUKSET JA TARKASTUKSET

Testausten ja tarkastusten tarkoituksena on varmistaa, että asennettu valokuitujärjestelmä täyttää sille suunnitellut ja siltä vaaditut ominaisuudet. Suunnitelmat ja asennukset tulisi olla tehtynä huolellisesti alusta alkaen, jotta testaukset ja mittaukset olisivat vain dokumentointia varten. Usein kun kuidut on saatu päätettyä, asentaja testaa asennuksensa mittalaittein. Tämä on hyvän asennustavan mukaista ja usein mahdollisten korjausten kannalta kätevää, koska asennustarvikkeet ovat jo valmiina työmaalla.

4.1 Mittalaitteet

Testauksia ja mittauksia voidaan tehdä erilaisilla mittalaitteilla riippuen siitä, mitä halutaan tarkastella. Yksinkertaisimmillaan kuidun läpi näytetään silmälle näkyvää valoa ja täten voidaan testata, ovatko kaikki kuidut oikeassa järjestyksessä. Monimutkaisimmillaan tai informatiivisimmillaan voidaan tarkastella asennusta kuitututkalla, jolla saadaan graafinen näyttö koko linjasta, kaikkine vaimennusta aiheuttavine ominaisuuksineen (liittimet, jatkokset, liian tiukat mutkat, muut vauriot). Mittalaitteita tulee kalibroida säännöllisesti, jotta tuloksia voidaan pitää luotettavina. Mittausten teoriasta löytyy lisätietoa ST-ohjeisto 18, Optiset liityntäverkot kohdasta 14.

Optisen kaapeloinnin mittauslaitteiston on oltava standardin ISO/IEC 14763-3 mukainen. (Viestintäviraston määräys 65/2013 M)

4.1.1 Kuitututka

Kuitututka on monipuolisin ja ominaisuuksiltaan kattavin mittalaite, jolla saadaan tietoa koko asennuksen matkalta, vaikka ei päästäisi kuin toiseen päähän asennusta kiinni. Kuitututkan mittaus perustuu kuidun takaisinsirontaan ja valon heijastumiseen taitekerroimen muutoskohdista. Tästä tulee usein käytetty lyhenne OTDR (Optical Time Domain Reflectometer). Tasalaatuisessa kuidussa takaisinsironta on samanlaista koko matkalla, koska vaimennus on matkan suhteen vakio ja kuidussa ei ole suuria heijastuksia. Heijastukset taas syntyvät kaikesta, mikä rikkoo tämän tasalaatuisuuden (liittimet, jatkokset, liian tiukat mutkat ja muut vauriot). Jokainen eroavaisuus antaa erilaisen käyrän

tutkan grafiikkaan ja pätevän asentajan/mittajaan tuleekin osata tunnistaa, mistä muutokset grafiikassa johtuvat. Vaikka tutkalla saadaan tarkan oloista tietoa mitattavasta kuidusta, tulee kuitenkin muistaa, että tutka mittaa vain takaisin siroavaa ja heijastuvaa valotehoa ajan funktiona. Kaikki muu tieto (vaimennukset, etäisyydet) on osattava tulkita oikein. Nykyaikaiset kuitututkat osaavat automaattisesti tulkita suuren osan tiedoista, kunhan alkuasetukset on tehty oikein.

Kuitututkan käyttö kiinteistökohteiden mittauksissa painottuu suurelta osin vain vikojen etsintään, koska tehomittaparit ovat edullisempia ja dokumentoinnin kannalta kätevämpiä laitteita lyhyehköjen matkojen mittauksia varten. Tutka on kuitenkin aivan lyömätön apu vikojen etsinnässä, koska grafiikasta voidaan tulkita eroavan heijastuksen sijainti. Koska kuituja menee usein useampi samassa nipussa, voidaan poikkeavaa tulosta verratella vieressä olevaan ehjään kuituun. Tällöin saadaan vertailupohjaa grafiikan tulkitsemiselle, mikä helpottaa vian paikantamista. Tutkan ominaisuuksiin kuuluu niin sanottu kuollut alue (dead zone), joka johtuu tutkan etupaneelin liittimen suuresta heijastuksesta. Tämän takia tutkatessa tulee käyttää mitattavan kuidun kanssa samantyyppistä etumittakuitua (tyypillisesti 1000m pitkä), jotta tämä kuollut alue ei peittäisi alleen ensimmäistä mitattavaa liittintä sekä lyhyttä matkaa alkupään kuidusta. Tutkatessa voidaan käyttää myös takamittakuitua, jonka avulla saadaan tarkistettua, ovatko kuidut oikeassa järjestyksessä sekä mitattua kuitu myös toiseen suuntaan. Tutkan käyttö vaatii liittimen ainakin kuidun toiseen päähän, joten vasta vedettyä, vedossa vaurioituneeksi epäiltyä, kuitukaapelia ei voida suoraan tarkistaa, vaan siihen on asennettava ensin liitin. Tarkemmat selostukset kuitututkan käytöstä ja ominaisuuksista löytyy ST-ohjeisto 18 Optiset liityntäverkot kohdasta 16.

4.1.2 Tehomittapari

Tehomittapari on kiinteistöjen kuituasennusten mittauksissa tyypillisin mittalaite. Tehomittaparille tyypillistä on, että se mittaa vaimennusta ja sillä ei ole esittävä minkäänlaista grafiikkaa tuloksen yhteydestä. Tehomittaparissa ei tarvita etu- tai takamittakuituja, mutta testauskaapeleita, joiden pituus voi olla yhdestä ja viiteen metriä, tulee kuitenkin käyttää, jotta tehomittapari saadaan kiinnitettyä kuituasennusten liittimiin.

Yksinkertaisimmillaan tehomittapari koostuu valonlähteestä ja tehomittarista. Tällöin valonlähde on kiinni toisessa päässä ja tehomittari toisessa päässä. Tehomittariin pystyy

tallentamaan muutamia mittaustuloksia, mutta suuremmissa kohteissa saattaa joutua kirjaamaan käsin tuloksia ylös kesken mittausten. Kehittyneemmissä malleissa on automatiikkaa ja tallennetut tulokset voidaan siirtää suoraan tietokoneelle.

Parikaapelitestauslaitteistoihin on myös saatavana optisia liitäntäsovittimia, jolloin parikaapelitestauslaitteisto muuttuu käytännössä optiseksi tehomittapariksi. Laiterungot ovat kuitenkin samat kuin parikaapeloinnin testauksessa ja mittaukset on usein helppo suorittaa molempiin suuntiin, koska parikaapelitestauslaitteistoissa on enemmän tekniikkaa molemmissa päissä. Optisten liitäntäsovittimien käytön ehdoton etu on yhdenmukainen testausraportti parikaapeloinnin kanssa, koska laitteisto on sama. Sama laitteisto on samalla sovittimien käytön heikkous, jos joskus onkin tarve mitata pari- ja kuitukaapelointia samaan aikaan.

Tehomittapareista ja niiden käytöstä tarkempaa tietoa löytyy ST-ohjeisto 18 Optiset liityntäverkot kohdasta 15.

4.1.3 Näkyvän valon lähetin

Näkyvän valon lähetin on yksinkertaisin olemassa oleva kuitujen testaukseen liittyvä laite. Ei voida edes puhua mittalaitteesta, koska lähettimellä ei saada minkäänlaisia numeerisia tuloksia. Näkyvän valon lähetin kiinnitetään kuidun toiseen päähän ja se lähettää näkyvää valoa kuidun lävitse. Tällöin pystytään tarkistamaan, ovatko kuidut oikeassa järjestyksessä sekä näkykö kuoritussa kuidussa tai häntäkuiduissa kohtia, joista valoa paistaisi läpi. Näkyvää valoa voidaan käyttää apuna myös nippujen ja yksittäisten kuitujen etsinnässä, jos suuremmasta kaapelista on kadonnut nippujen merkinnät toisesta päästä. Näkyvällä valolla voidaan tarkistaa kuidun jatkuvuus. Jos valoa ei näy toisessa päässä, on kuituyhteys jostain kohdasta katkennut. Näkyvän valon pääsy kuidusta läpi ei kuitenkaan ole mikään taie kuituyhteyden hyvydestä, koska valoa pääsee läpi ainakin huonoista liitoksista ja pienistä murtumista. Lisää tietoa näkyvän valon lähettimistä ST-käsikirja 16 kohdasta 9.3.1.5.

4.1.4 Kuitumikroskooppi

Kuitumikroskooppi liittyy tarkastuksiin siten, että sillä voidaan visuaalisesti katsoa, onko liittimen päässä likaa tai naarmuja. Tavallisella kuitumikroskoopilla voidaan kat-

soa suoraan liittintä, ja videomikroskoopilla nähdään ruudulta liittimen pää. Mikroskoopeissa on suodattimia ja suoja haitallista laservaloa vastaan, mutta mikroskooppia tulisi silti käyttää vain varmasti ”tyhjiin/valottomiin” kuituihin. Liittimen likaisuus on hyvin tyypillinen vikatilanne ja siksi liittimet tulisi aina tarkastaa ennen asennuksen viimeistelyä sekä pitää huolta, että kiinteisiin asennuksiin kytketään vain puhtaita liittimiä.

4.2 Testaukset

Testauksia tehdään, jotta saadaan selvitettyä valmiin asennuksen tekniset ominaisuudet (vaimennus) sekä se, miten mitatut ominaisuudet (vaimennukset) vastaavat/täyttävät niille asetettuja vaatimuksia (Laskennallinen vaimennus, tämän opinnäytetyön kohdassa 2.5). Testauksista saatuja arvoja voidaan verrata mitatessa myös ennalta määriteltyyn vaimennusarvoon, joka perustuu laskennalliseen vaimennukseen, mutta ei kuitenkaan ole jokaisen yhteyden oma laskennallinen vaimennus. Testauksia/mittauksia tehdään kiinteistöihin useimmiten, tämän opinnäytetyön kohdassa 4.1.2 mainituilla, tehomittapareilla.

Testauksista/mittauksista tulee tehdä asianmukainen raportti/lomake, joista ilmenee nimettyinä jokainen mitattu yhteys. Paremmissa laitteissa tulokset saadaan suoraan tietokoneelle, josta ne saadaan kätevästi käyttöön raportointia ja dokumentointia varten. Yksinkertaisemmista laitteista tulokset kirjataan valmiiksi tehdyille lomakepohjalle ylösmyöhempää raportointia ja dokumentointia varten.

4.2.1 Liittimien puhtauden toteaminen

Liittimien puhtaanapito on erityisen tärkeää, koska kyseessä on optinen tiedonsiirto ja tällöin kaikki lika on tiedonsiirron suorituskyvystä pois. ST-kortissa ST 681.02 Optisten liittimen puhtaus ja kunto sekä niiden tarkastus on käsitelty kattavasti kaikki liittimien puhtauteen liittyvät asiat ja tähän korttiin on hyvä tutustua. Lyhyesti sanottuna liittimet pysyvät puhtaina, kun ne pitää suojattuna pölyltä, niihin ei koske muilla kuin puhdistusvälineillä eikä niihin liitä muita kuin puhtaita tai puhdistettuja liittimiä.

Puhtauden toteamisesta tulee esittää jonkinlainen dokumentointi. Dokumentoinnin laajuus on esitetty laatusuunnitelmassa ja se tarkastetaan myös tarkastusten yhteydessä.

Puhtauden toteamiseen tarvitaan apuvälineitä, koska puhutaan todella pienistä hiukkasista. Hyvin usein apuvälineenä käytetään tämän opinnäytetyön kohdassa 5.1.4 mainittua kuitumikroskooppia. Liittimien tarkastaminen on työlästä ja jopa ST-kortista 681.02 sanotaan, että ”tarkastustulokset voivat vaihdella myös eri tarkastajien näkökyvyn, arviointikyvyn ja asenteen mukaan”.

4.3 Tarkastukset

Kiinteistöjen kuitujärjestelmien tarkastukset perustuvat sekä aistinvaraisiin havaintoihin että mittalaitteilla tehtäviin mittauksiin. Tarkastuksen tulee täyttää tiettyjä Viestintäviraston määräyksen 65/2013 M mukaisia vaatimuksia. Tämän takia tarkastus on hyvä suorittaa valmiin raporttipohjan mukaisesti, vaikka tarkastusraportin/-pöytäkirjan muodolle ei ole virallisia vaatimuksia. Teleurakoitsijalla saattaa olla omanlainen raporttipohja, mutta valmiit yleiskaapeloinnin tarkastukseen liittyvät raporttipohjat löytyvät myös ST-kortistosta. Asuinkiinteistöihin on suositeltavaa käyttää sille tehtyä omaa tarkastuspöytäkirjaa (ST 611.40), muille kiinteistötyypeille on sopivampaa käyttää niille tarkoitettua tarkastuspöytäkirjaa (ST 681.40). ST-kortiston raporttipohjissa on yhdistetty sekä kupari- että kuituasennusten tarkastus.

4.3.1 ST-korttien mukaiset raporttipohjat

Molemmat ST-kortiston raporttipohjat ovat pääpiirteittäin samanlaisia ja sisältävät seuraavat viisi kohtaa:

Tiedot kohteesta

Tähän kohtaan täytetään tiedot kiinteistön omistajasta sekä rakennuksen tyypistä. Suuremmissa kohteissa yleiskaapeloinnin saattaa omistaa joku muu kuin kiinteistön omistaja ja näissä tapauksissa kirjataan myös yleiskaapeloinnin omistajan sekä yhteys henkilön tiedot.

Tarkastuksen ja testauksen yleistiedot

Tarkastuksen ja testauksen yleistietoihin täytetään, miksi ja mitä tarkastetaan. Onko kyseessä uusi tai saneerattu verkko vai suoritetaanko tarkastus muista syistä (esim. omistajan vaihdos).

Kaapeloinnin rakenteen ja dokumentaation aistinvarainen tarkastus

Aistinvaraisessa tarkastuksessa käydään kattavasti läpi kaapeloinnin rakenne, dokumentit sekä käyttöön että ylläpitoon liittyvät asiat. Aistinvaraisessa tarkastuksessa käydään tiivistetysti läpi seuraavat asiat:

- Materiaalit vastaavat suunniteltuja ja täyttävät ympäristöluokituksen (MICE).
- Verkon laajuus vastaa suunnitelmia.
- Asennustekniikat ja –menetelmät vastaavat laatusuunnitelmaa.
- Kuidut täyttävät suunnitellun kategorian.
- Merkinnät ja tunnisteet ovat laatusuunnitelman mukaisia.
- Dokumentoinnit ovat selkeitä ja ajan tasalla.
- Dokumentit ovat helposti saatavilla.
- Jakamotiloihin on asianosaisilla viivytyksetön pääsy.
- Jakamoiden maadoitus ja potentiaalintasaus on asennettu oikein.
- Mahdolliset laatusuunnitelmaan kirjatut lisäykset.

Verkon suorituskyvyn testaus

Verkon suorituskyvyn testaamisesta kirjataan seuraavia asioita:

- Testauksessa käytetty mittalaite
 - o Malli/tyyppi
 - o Viimeisen kalibroinnin ajankohta
 - o Testauskaapeleiden tyyppi
- Testattava kokoonpano
 - o Mitä testataan
 - o Testausten määrä (kaikki vai vain osa)
 - o Liittimien puhtauden ja kunnan toteaminen ja dokumentointi
 - o Testauksissa käytetyt aallonpituudet
 - o Testauksen suunta (yhteen vai molempiin)

- Testaustulokset ja hyväksymisperusteet
 - o Vastaavatko laatusuunnitelman vaatimuksia
 - o Onko luovutettu oikeassa muodossa tilaajalle

Yhteenveto / Hyväksyminen

Yhteenvetoon / Hyväksymiseen kirjataan vastaako kaapelointi suunnitelmia ja täyttyvätkö siltä vaaditut ominaisuudet. Mahdolliset puutteet kirjataan erilliseen liitteeseen. Lisäksi kirjataan tarkastuksen suorittajan tiedot sekä tarkastuksen ajankohta.

4.3.2 Määräyksen asettaman minimivaatimukset pöytäkirjoille

Jos halutaan käyttää omaa tarkastuspöytäkirjaa, on sen täytettävä seuraavat Viestintäviraston määräykseen 65/2013 M kohtaan 34§ Tarkastuspöytäkirjat sisältyvät vaatimukset:

- 1) ajankohdat, jolloin määräyksenmukaisuus on todettu;
- 2) vaatimustenmukaisuuden toteaja;
- 3) selvitys tämän määräyksen 30 §:n 3 momentin edellyttämistä tarkastuksista;
- 4) kuvaus testauksissa käytetyistä testauskoonpanoista ja mittauslaitteista;
- 5) tämän määräyksen luvun 9 edellyttämien mittausten tulokset.

Tarkastuspöytäkirjan muodosta ei ole erityisiä vaatimuksia, kunhan siitä ilmenee edellä mainitut asiat. Tarkastuspöytäkirjat tulisi laatia ja luovuttaa ennen verkkojen käyttöönottoa ja myös teleurakoitsijan tulisi säilyttää niitä vähintään kaksi vuotta työn luovuttamisen jälkeen. Suositeltavaa olisi tehdä ja luovuttaa tarkastuspöytäkirjat sekä tulostettuna että sähköisessä muodossa työn tilaajalle. (Viestintäviraston määräys 65/2013 M)

5 Loppudokumentointi

Loppudokumentointi tehdään, jotta koko järjestelmästä saadaan selkeä dokumentaatio käyttöä, ylläpitoa ja huoltoa varten. Kokonaisuudessaan loppudokumentoinnista tulee Viestintäviraston määräyksen 65/2013 M mukaan ilmetä vähintään seuraavat asiat:

- 1) käytettävissä olevien eri sisäverkkojen tyypit ja rakenne (johtokaaviot);
- 2) huoneistonumerointi;
- 3) liityntäkaapelien sisääntulot;
- 4) antennit, antennimaston sijainti ja antennimaston lujuuslaskelmat;
- 5) sisäverkkojen suorituskyky ja järjestelmäarvot sekä arvio verkkojenmahdollistamista palveluista;
- 6) päävahvistimen ja tähtipisteiden rakenne ja sijoitus;
- 7) kytkentäpaikkojen numerointi, rakenne ja sijainnit;
- 8) ristikytkeiden kytkentäluettelot;
- 9) tietoliikennesiirtojen, antennisiirtojen ja muiden liitännäsiirtojen tyypit ja sijoitus;
- 10) käytetyt materiaalit ja mahdolliset asennetut laitteet;
- 11) kaapelien sijainnit, pituudet ja asennustapa;
- 12) kaapelien, johtojen ja kuitujen numerointi;
- 13) kaapelireitit;
- 14) laiteilojen, kaappien, koteloiden ynnä muiden sellaisten varustukset, lukitus, sijainnit ja kulkureitit;
- 15) sähkönsyötöt mahdollisine varmennuksineen;
- 16) maadoitukset ja potentiaalintasaukset;
- 17) paloturvallisuutta koskevat mahdolliset kohdekohtaiset erityisvaatimukset.

6 YLLÄPITO

Kuitukaapeloinnin/-järjestelmän ylläpito on hyvin huoletona. Tärkeintä on säilyttää dokumentit asianmukaisesti ja huolehtia jakamoiden siisteydestä sekä liitinten puhtaana pysymisestä.

6.1 Asiakirjojen ylläpito ja säilytys

Sisäverkosta tulee olla olemassa ajantasaiset asiakirjat (loppudokumentit ja tarkastus-pöytäkirjat). Tämä tarkoittaa sitä, että kaikkien muutostöiden jälkeen tulee päivittää dokumentit vastaamaan toteutusta.

Asiakirjoja (tai niiden kopioita) tulee säilyttää asianmukaisesti, siten, että ne ovat niitä tarvitsevien saatavilla. Ensisijaisesti tämä tarkoittaa asiakirjojen tulostettujen versioiden säilyttämistä kiinteistön talojakamossa.

Asiakirjoja tulee säilyttää aina niin kauan kuin sisäverkko on miltään osin käytössä tai käytettävissä.

Asiakirjoja olisi suositeltavaa säilyttää myös sähköisessä muodossa jossakin turvallisessa paikassa.

(Viestintäviraston määräys 65/2013 M)

6.2 Järjestelmän ylläpito ja huolto

Järjestelmän ylläpidon ja huollon tarkoituksena on pitää kuitukaapelointi käyttökunnossa koko sen elinkaaren ajan. Ylläpitoon ja huoltoon kuuluvat keskeisesti jakamoiden kunnossapito, mikä tarkoittaa jakamon sähkönsyötön ja ilmastoinnin ylläpitoa sekä jakamon puhtaanapitoa. Tärkeää on huolehtia myös kaapeloinnin kunnossa pysymisestä. Mahdolliset vikatilanteet tulee välittömästi korjata asiankuuluvasti. Järjestelmän ylläpitoon sisältyy lisäksi kytkentä-, lisäys- ja muutostyöt sekä aktiivilaitteiden ylläpito. Huollon ja ylläpidon asioista on hyvä huolehtia jonkinlaisella huolto- ja ylläpitosuunnitelmalla tai siirtää vastuu ylläpitosopimuksella ulkoiselle osapuolelle.

7 POHDINTA

Tämän työn tekeminen ja ennen kaikkea tähän työhön liittyvään materiaaliin tutustuminen opetti paljon lisää tästä itselle olevinaan tutusta aiheesta. Sitä helposti luulee tuntevansa jonkin asian ja silloin uuden oppiminen hankaloituu. Vaikka mielestäni tärkeimmät ominaisuudet työntekijälle ja varsinkin insinöörielle ovat erikoisosaaminen sekä kokonaisuuksien ymmärtäminen ja hallinta, on kuitenkin pidettävä mielessä, että kukaan ei voi tietää kaikkea. Tämä opinnäytetyö ei itsessään anna kenellekään eväitä erikoisosaamiseen, mutta sitä varten voi tutustua tässä työssä käytettyihin lähdemateriaaleihin. Mielestäni työ on kuitenkin riittävä laajentamaan johdannossa esiteltyjen kohdelukijoiden aiheeseen liittyvää kokonaisnäkemystä, mikä on opinnäytetyön tarkoituskin.

Lähdemateriaalit olivat hyvinkin sokkeloiset, koska lähes jokaisessa materiaalissa viitattiin jossakin kohtaa toiseen materiaaliin. Tämä on hyvin universaalia teknisellä alalla ja toivottavasti jatkossa, mahdollisesti tästä työstä inspiroituneena, tehtäisiin yleisiä, kokonaiskuvaa laajentavia materiaaleja. Työelämässä ja kommunikaatiossa yleensä on tärkeää, että molemmilla osapuolilla on käsitys siitä, miten homma todellisuudessa toimii. Kaikilla on oma tapa tehdä asioita, mutta pääpiirteittäin polkupyörääkin ajaessa pyritään liikkumaan eteenpäin vaikka sen tekisi miten erikoisesti tai erikoisella pyörällä tahansa. Kun molemmat osapuolet tietävät, että polkupyörällä on tarkoitus liikkua, voidaan lähteä keskustelemaan esim. siitä miksi näin ei kuitenkaan tapahdu. Ovatko molemmat polkimet samaan suuntaan eivätkä vastakkain, onko pintojen välissä ilmastointiputkea, puuttuvatko renkaista sisäkumit, seisooko toinen urakoitsija pyörän edessä vai eikö maasto vielä sovellu polkupyöräilyyn.

LÄHTEET

Kaikkiin lähteisiin on perehdytty niiden päivitetymässä sähköisessä muodossa aikajaksolla Tammikuu 2014 – Toukokuu 2014.

Viestintäviraston määräys 65/2013 M, kiinteistön sisäverkosta ja teleurakoinnista sekä siihen liittyvät perustelut ja soveltaminen ja usein kysytyt kysymykset.
<https://www.viestintavirasto.fi/ohjausjavalvonta/lainsaadanto/maaraykset/maarays65kiinteistonsisaverkoistajateleurakoinnista.html>

ST-käsikirja 16, Yleiskaapelointijärjestelmät

ST-ohjeisto 18, Optiset liityntäverkot

ST-kortti ST 601.02, Valokaapeleiden ja –kuitujen tunnistus ja merkintäjärjestelmät

ST-kortti ST 611.40, Tarkastuspöytäkirja (asuinkiinteistöt)

ST-kortti ST 681.02, Optisten liittimien puhtaus ja kunto sekä niiden tarkastus

ST-kortti ST 681.11, Asuinkiinteistöjen yleiskaapelointijärjestelmät. Suunnitteluohje

ST-kortti ST 681.30, Yleiskaapelointijärjestelmät. Asennusohje

ST-kortti ST 681.40, Tarkastuspöytäkirja (toimitilat)

ST-kortti ST 681.41, Yleiskaapeloinnin dokumentointi

ST-kortti ST 681.42, Yleiskaapeloinnin testaukset ja tarkastukset

ST-kortti ST 681.43, Laatusuunnitelma (yleiskaapelointijärjestelmä)

Seskon kotisivut: http://www.sesko.fi/portal/fi/ajankohtaista/uudet_julkaisut?bid=54