



VALOKUITUVERKON HALLINTA- TYÖKALUN KEHITTÄMINEN

Elias Salmivirta

OPINNÄYTETYÖ

Helmikuu 2019

Talotekniikan koulutus
Sähköinen talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutus
Sähköinen talotekniikka

Elias Salmivirta
Valokuituverkon hallintatyökalun kehittäminen

Opinnäytetyö 51 sivua, joista liitteitä 16 sivua
Helmikuu 2019

Tämä opinnäytetyö on toteutettu yhteistyössä Granlund Tampere Oy:n kanssa ja työn tilaajana toimi Pirkanmaan sairaanhoitopiiri. Tässä työssä käsitellään valokuituja ja valokuituverkoissa käytettäviä komponentteja ja niiden ominaisuuksia, sellaisella tasolla kuin talotekniikan insinöörin tai kiinteistön tietoverkon fyysisestä puolesta vastaavan tulisi niistä vähintään tietää. Työssä kuvataan Tampereen yliopistollisen sairaalan (Tays) alueen valokuituverkon nykytilaa, sekä yleisesti kiinteistöjen valokuituverkkojen tulevaisuutta. Työssä esitellään osana opinnäytetyötä kehitetty työkalu, jonka avulla helpotetaan Taysin alueen valokuituverkon kytkentätietojen hallintaa.

Osana opinnäytetyötä kehitetty valokuituverkon hallintatyökalu helpottaa huomattavasti Taysin alueen valokuituverkon kytkentätietojen hallintaa. Kytkentätiedot olivat aiemmin koottu yli kahteensataan erilliseen taulukkolaskentaohjelman taulukkoon, jolloin niiden päivitys ja käyttö olivat työlästä. Kehitetyllä työkalulla mahdollistetaan koko valokuituverkon kytkentätietojen hallinta nopeasti helppokäyttöisen käyttöliittymän avulla.

Kehitetyn tyyppiselle työkalulle saattaisi olla käyttöä muissakin suurissa kiinteistökeskittymissä, ja työkalusta voisikin mahdollisesti jatkokehittää ihan oikean itsenäisen sovelluksen. Talotekniikan dokumentointien käytettävyyteen ei ole panostettu nykyisin riittävästi ja valitettavan usein tietoja kerätään erilaisiin kaavioiden ja taulukoihin, joiden hallinta vaikeutuu tietomäärän kasvaessa. Hyödyntämällä tietomallipohjaisen suunnittelun etuja, voitaisiin taloteknisten järjestelmien tietoja hallita ja analysoida nykyistä helpommin.

Tämän opinnäytetyön sisältämät tiedot valokuituverkoista toimivat hyvänä perustietona valokuituverkkoja suunnitteleville, niitä hallitseville tai valokuitutekniikasta muuten vain kiinnostuneille henkilöille. Syvällisempää tietoa valokuiduista tarjoavat tämän opinnäytetyön lähteinä käytetyt kuitutekniikan osaajan Pekka Koiviston ja hänen yhteistyökumppaneiden laatima kirjallisuus.

Asiasanat: valokuidut, hallintatyökalu, tietoverkkojen dokumentointi

ABSTRACT

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

Elias Salmivirta
Development of Optical Fiber Network Management Tool

Bachelor's thesis 51 pages, appendices 16 pages
February 2019

This thesis was made for Pirkanmaa Hospital District in cooperation with Granlund Tampere Oy. The purpose of this thesis was to develop a new practical management tool for managing data from optical fiber network connections. The thesis contains general information about optical fibers and components of optical fiber networks to the extend an electrical engineer or person who is in charge of managing optical networks should know. The thesis also contains a description of the current state of optical fiber networks in Tampere University Hospital (Tays) area and the future of the real estate's optical fiber networks. The optical fiber network managing tool which was developed is presented in the thesis.

As a part of the thesis an optical fiber network managing tool was developed, which makes managing optical fiber network connections in the Tays area much more approachable than previously. The network connections data were previously collected in over two hundred individual spreadsheets and managing them was laborious. The developed managing tool enables easy managing with a simple interface for the whole optical fiber network connections.

A type of the tool developed could be used in other big real estates, too. The tool in the thesis could be expanded into real independent software. Designers have not put enough effort into the usability of building system documentation and often the data are collected in different spreadsheet tables which makes the managing the data difficult as the amount of data increases. By utilizing the benefits of BIM-based design, information from building systems could be more easily managed and analysed.

This thesis contains a compact package of general information about optical fiber networks for those who are designing, managing or otherwise interested in optical fiber networks. Pekka Koivisto, an appreciated expert in optical fiber technology, and his co-writers were used as sources for this thesis. They offer more precise information about optical fiber networks.

Key words: optical fiber, managing tool, communication networks documenta-
tion,

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TYÖN TAUSTA JA TARKOITUS	8
3	VALOKUIDUT TIEDONSIIRROSSA	9
	3.1 Valokuitujen historia.....	9
	3.2 Optinen tiedonsiirto valokuidussa.....	9
	3.3 Valon vaimeneminen valokuidussa.....	10
	3.4 Dispersiot.....	11
	3.5 WDM-tekniikat	12
	3.6 Valokuitujen edut.....	13
	3.7 Liittävät lait ja standardit.....	13
4	VALOKUITUVERKON KOMPONENTIT	15
	4.1 Kuitutyypit	15
	4.1.1 Monimuotokuidut	15
	4.1.2 Yksimuotokuidut	17
	4.2 Valokuitukaapelit	17
	4.3 Liittimet.....	19
	4.4 Lähettimet ja vastaanottimet	20
	4.5 Häntäkuidut ja kytkentäkaapelit	21
	4.6 Päätteet ja jakamot	21
5	TIETOVERKKOJEN DOKUMENTOINTI	23
6	VALOKUITUVERKON HALLINTATYÖKALU.....	25
	6.1 Hallintatyökalun kehittäminen	25
	6.2 Hallintatyökalun toteutus.....	26
	6.2.1 Microsoft Access	26
	6.2.2 Työkalun toteutus	26
	6.3 Käyttäjien palaute työkalusta.....	28
7	TAYSIN ALUEEN VALOKUITUVERKKO	29
	7.1 Valokuituverkon nykytila.....	29
	7.2 Valokuituverkon suorituskyky	30
	7.3 Valokuituverkon käyttö	30
8	VALOKUITUVERKKOJEN TULEVAISUUS	32
9	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	33
	LÄHTEET.....	35
	LIITTEET.....	36

Liite 1. IEEE 802.3 -standardin virstanpylväät. (IEEE)	36
Liite 2. Kehitetyn työkalun käyttöohje	37

1 JOHDANTO

Taloteknisten järjestelmien asennuksien ja suunnitteluarvojen kattava dokumentointi on oleellinen osa laadukkaasti toteutettua rakennushanketta. Laadukkaalla ja kattavalla dokumentoinnilla voidaan oleellisesti pidentää järjestelmien elinkaarta helpottamalla järjestelmien huolto-, muutos- ja kunnossapitotöitä. Järjestelmien suunnitteluarvojen ja toimintaselostuksien avulla voidaan varmistaa järjestelmien oikeanlainen toiminta myös tulevaisuudessa. Taloteknisten järjestelmien dokumentointi ei ole kertaluontoinen toimenpide, jonka järjestelmän suunnittelija tai urakoitsija tekee kohteen valmistuessa, vaan dokumentit tulee pitää jatkuvasti ajan tasalla päivittämällä niihin asennuksiin, laitteisiin tai säätöparametreihin tehdyt muutokset. Kaikissa tapauksissa pelkkä hyvien dokumenttien laattaminen ei riitä, vaan dokumenttien käytettävyyteen tulee kiinnittää huomiota. Hyvän käytettävyyden takaamiseksi dokumenttien sisältämän tiedon tulisi olla helposti saatavilla ja päivitettävissä.

Kiinteistöjen koko tietoverkko on harvoin yhden henkilön tai organisaation käsi-ssä, vaan verkon fyysinen kaapelointi on usein kiinteistöstä vastaavan henkilöstön vastuulla ja verkon laitteet sekä looginen rakenne ovat tietohallinnon vastuulla. Tietoverkot ovat näkymätön, mutta olennainen osa organisaatioita ja niiden toimintaa. Nykyään tietoverkot ovat myös enenevässä määrin olennainen osa kiinteistöjen toimintaa. Tietoverkon olemassaolo huomataankin usein vasta silloin kun se ei syystä tai toisesta toimi halutulla tavalla. Tietoverkon vikojen nopean selvittämisen ja korjaamisen edellytyksenä on koko tietoverkon kattavien dokumenttien ajantasaisuus ja niiden helppo käytettävyys.

Tämä opinnäytetyö on toteutettu yhteistyössä Granlund Tampere Oy:n kanssa ja työn tilaajana toimi Pirkanmaan sairaanhoitopiiri (Pshp). Tässä työssä käsitellään valokuituja ja valokuituverkoissa käytettäviä komponentteja ja niiden ominaisuuksia sellaisella tasolla kuin talotekniikan insinöörin tai kiinteistön tietoverkon fyysisestä puolesta vastaavan tulisi vähintään niistä tietää. Työssä kuvataan myös Tampereen yliopistollisen sairaalan (Tays) alueen valokuituverkon nykytilaa ja

tulevaisuuden tarpeita. Osana opinnäytetyötä kehitettiin työkalu, jonka avulla helpotetaan Taysin alueen valokuituverkon kytkentätietojen hallintaa. Opinnäytetyössä kehitettyä työkalua tullaan tulevaisuudessa käyttämään apuvälineenä Taysin alueen valokuituverkon hallinnassa ja dokumenttien päivittämisessä.

2 TYÖN TAUSTA JA TARKOITUS

Tämän työn tarkoituksena on luoda Taysin tekniikasta vastaavan henkilökunnan käyttöön tietopaketti nykyisin käytettävistä valokuiduista ja niiden ominaisuuksista, sekä valokuituverkoissa käytettävistä komponenteista ja niiden ominaisuuksista. Työssä on tarkoitus peilata valokuitujen teoriaa Taysin alueen valokuituverkkoon ja tutkia valokuituverkon tulevaisuuden tarpeita. Tulevaisuuden tarpeiden tutkimisen tarkoituksena on luoda suuntaviivoja valokuituverkkoon kohdistuvien tulevaisuuden investointien suunnitteluun.

Osana tätä opinnäytetyötä kehitetään Taysin alueen valokuituverkon fyysisten kytkentöjen hallintaan vaihtoehtoinen työkalu nykyisiä verkosta olevia dokumentteja ja kytkentätietoja hyödyntäen. Taysin alue kattaa tällä hetkellä lähes 30 rakennusta, joista kaksi on vielä rakennusvaiheessa. Nykyisellään Taysin alueen valokuituverkon kytkentätiedot ovat koottu yli kahteensataan erilliseen taulukkolaskentaohjelman taulukkoon, joiden lisäksi verkon kaapeloinnista on olemassa kuitukartat, jotka osoittavat valokuituverkon valokuitukaapeleiden sijainnit sairaala-alueella ja rakennuksien sisällä.

Taysin alueen valokuituverkon nykyiset olemassa olevat dokumentit eivät vastaa käytettävyydeltään nykypäivän vaatimuksia, ja niiden käyttö on työlästä sekä aikaa vievää, joten käytettävyydeltään paremman järjestelmän kehittäminen on vastaus todelliseen tarpeeseen.

3 VALOKUIDUT TIEDONSIIRROSSA

3.1 Valokuitujen historia

Valokuitukaapeleita alettiin käyttää hyväksi tiedonsiirrossa ensimmäisenä teleoperaattoreiden runkoverkoissa. Ensimmäiset valokuitukaapelit asennettiin Suomessa vuonna 1979. Ensimmäiset asennetut valokuitukaapelit olivat tyypiltään monimuotokuituja, mutta 1980-luvun puolivälissä operaattorien televerkkoihin alettiin asentaa yksimuotokuituja, jotka nopeasti syrjäyttivät monimuotokuidut operaattorien televerkoissa. (Koivisto & STUL 2009, 65)

Kiinteistöjen yleiskaapeloinnissa valokuitukaapeleiden käyttö yleistyi 1990-luvulla kiinteistöjen nousukaapeloinneissa ja rakennusten välisissä kaapeloinneissa. Kiinteistöissä pääasiallisina kuitutyyppejä oli pitkään monimuotokuitu, mutta nykyään yksimuotokuidut ovat tulleet monimuotokuitujen rinnalle ja ovat jopa ainoa käytettävä kuitutyypistä kiinteistötyypistä riippuen. (Koivisto & STUL 2009, 65)

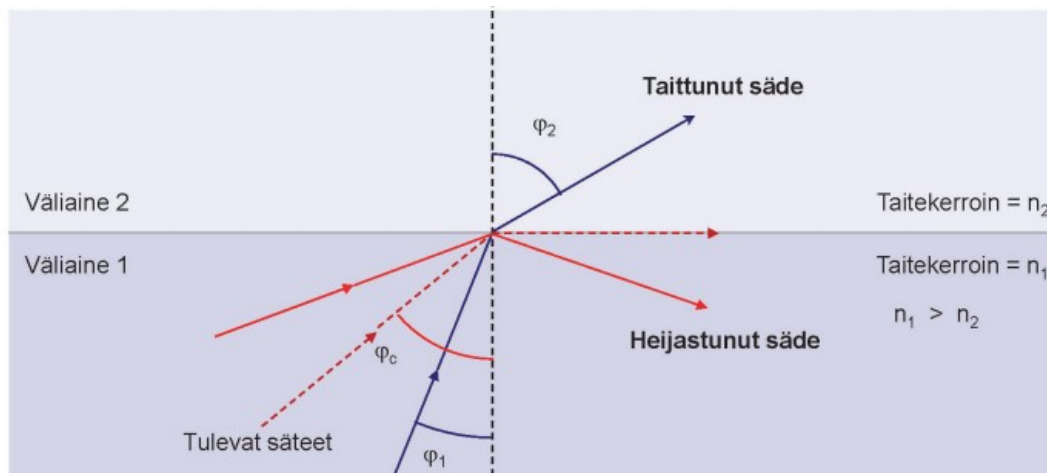
3.2 Optinen tiedonsiirto valokuidussa

Optisessa tiedonsiirrossa tietoa siirretään valon avulla kvartsilasista tai muovista valmistetussa ohuessa kuidussa lähettimestä vastaanottimeen. Lähettimen tehtävänä on muuntaa sähköinen signaali valoksi ja sovittaa se optiseen kuituun. Vastaanotin vastaanottaa valon ja muuntaa sen halutunlaiseksi sähköiseksi signaaliksi jatkokäsittelyä varten.

Valon etenemisen perusteena valokuidussa on valon taittumis- ja heijastumislait kahden väliaineen rajapinnassa. Kuvassa 1 on kuvattu, kun valo kohtaa kahden väliaineen, esimerkiksi kuidun ytimen ja kuoren rajapinnan. Väliaineiden taitekerroimet ovat erisuuret siten, että väliaineen 1 taitekerroin n_1 on suurempi kuin väliaineen 2 taitekerroin n_2 . Kun väliaineesta 1 rajapinnan normaalista kulmassa φ_1 tuleva valonsäde kohtaa väliaineiden rajapinnan, se taittuu rajapinnassa siten,

että väliaineessa 2 se muodostaa rajapinnan normaalin kanssa kulman φ_2 . Valonsäde taittuu rajapinnan normaalista poispäin eli rajapinnan suuntaisesti. Valon taittuminen noudattaa Snellin lakia (yhtälö 1) (Nestor Cables Oy 2015, 16).

$$n_1 \sin\varphi_1 = n_2 \sin\varphi_2 \quad (1)$$



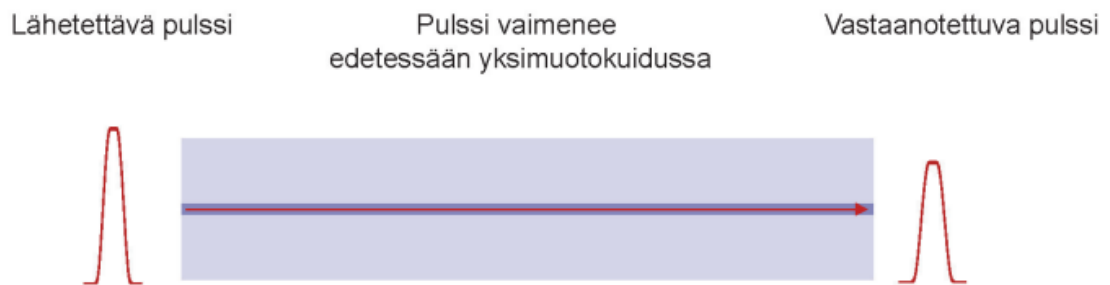
KUVA 1. Valon taittuminen Snellin lain mukaan. (Nestor Cables Oy 2015, 16)

Valonsäteen tulokulman kasvaessa riittävän suureksi, taittuu valonsäde rajapinnassa rajapinnan suuntaiseksi. Tulokulman tästä vielä kasvaessa heijastuu valonsäde rajapinnasta kokonaan takaisin väliaineeseen 1 samansuuruisessa kulmassa. Tätä ilmiötä, jossa valonsäde heijastuu kokonaan takaisin väliaineeseen 1 kutsutaan kokonaisheijastukseksi. Kulman φ_c arvoa, jolla kokonaisheijastus tapahtuu, kutsutaan kriittiseksi kulmaksi. (Nestor Cables Oy 2015, 16)

3.3 Valon vaimeneminen valokuidussa

Valon kulkiessa valokuidussa se menettää osan tehostaan. Tätä tehon menetystä kutsutaan vaimenemiseksi ja sen yksikkönä on dB/km. Signaalin vaimeneminen kuidussa aiheutuu pääosin absorptiosta ja sironnasta. Absorptio tarkoittaa valon imeytymistä kuidun materiaaliin, joka johtuu pääosin kuidun epäpuhtauksista sekä UV- ja IR-valosta. Sironna tarkoittaa kuidussa olevien mikrokooppisten pienten taitekerroinerojen aiheuttamaa heijastusta kaikkiin suuntiin. (Nestor Cables Oy 2015, 22)

Kuvassa 2 on esitetty valon vaimeneminen yksimuotokuidussa. Kvartsilasista valmistetussa kuidussa vaimeneminen riippuu myös kuidussa kulkevan valon aallonpituudesta siten, että vaimennus on suurimmillaan lyhyillä ja pitkillä aallonpituuksilla, jolloin vaimennusta lisäävät UV- ja IR-absorptio. (Nestor Cables Oy 2015, 24)



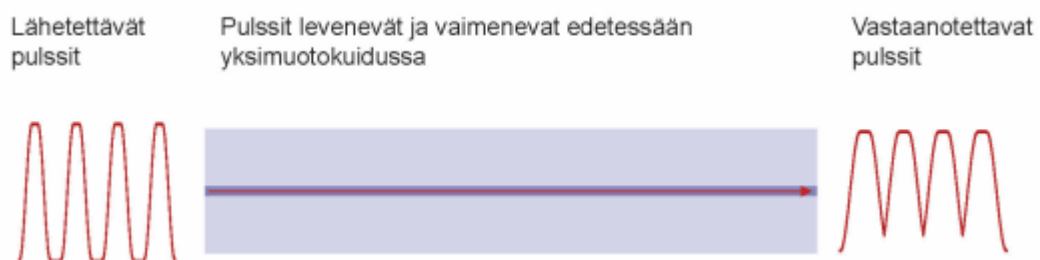
KUVA 2. Valon vaimeneminen yksimuotokuidussa. (Nestor Cables Oy 2015, 23)

Todellisessa valokuituverkossa syntyy lisävaimennusta kuidun oman vaimennuksen lisäksi kuituihin tehdyistä jatkoksista, kuitujen kytkentäliittimistä ja mahdollisista kuituihin asennuksen tai käytön aikana tulleista vaurioista, kuten liian jyrkistä taivutussäteistä aiheutuneista taipumista.

3.4 Dispersiot

Dispersiolla tarkoitetaan fysiikassa sitä, että aallon etenemisnopeus on riippuvainen sen aallonpituudesta. Valokuitujen yhteydessä ilmiötä, jossa valon eri aallonpituudet etenevät eri nopeudella valokuidussa kutsutaan kromaattiseksi dispersioksi. Muita dispersion muotoja ovat polarisaatiomuotodispersio ja monimuotokuiduilla esiintyvä muotodispersio. Valo kulkee yksimuotokuidussa kahdessa polarisaatiomuodossa, jotka kulkevat kuidussa hieman erisuurella nopeudella, joka ilmenee dispersiona. Monimuotokuitujen yhteydessä esiintyvä muotodispersio johtuu eri muotojen erisuurista kulkunopeuksista. (Nestor Cables Oy 2015, 26,29)

Kromaattinen dispersio on yksimuotokuitujen merkittävin dispersio. Kromaattisen dispersio lukuarvona käytetään $\text{ps}/(\text{nm} \times \text{km})$ ja sen arvo voi olla positiivista tai negatiivista. Positiivinen dispersio tarkoittaa, että lyhyet aallot liikkuvat pitkiä nopeammin ja negatiivinen dispersio tarkoittaa päinvastaista. Kromaattinen dispersio on kuidun rakenteellinen ominaisuus, eikä sen arvo muutu asentamisen tai käytön aikana. (Nestor Cables Oy 2015, 26) Kuvassa 3 on esitetty dispersioiden vaikutus valon etenemiseen yksimuotokuidussa.



KUVA 3. Kromaattisen dispersio vaikutus valon etenemiseen yksimuotokuidussa. (Nestor Cables Oy 2015, 26.)

3.5 WDM-tekniikat

WDM-tekniikalla (Wavelength-Division-Multiplexing) eli aallonpituuskanavoinnilla tarkoitetaan tekniikkaa, jolla voidaan lähettää useampi signaali eri aallonpituuksilla yhdessä kuidussa. Aallonpituuskanavoinnissa jokainen aallonpituus toimii omana kanavanaan, jolloin yksittäisen kuidun kapasiteetti voidaan moninkertaistaa. Aallonpituuskanavointi on suhteellisen vanha keksintö ja sitä on käytetty valokuitujen yhteydessä yleisesti jo yli 20 vuoden ajan. Suomen ensimmäinen WDM-tekniikalla toteutettu yhteys tehtiin Tampereen ja Helsingin välille vuonna 1997 (Jaakonhuhta 2005, 106). Nykyisin yhteen kuituun voidaan yhdistää jopa 80 kanavaa (Orbis Oy 2018). WDM-tekniikoista keskeisimmät ovat leveä- (WDM), harva- (CWDM) ja tiheä aallonpituuskanavointi (DWDM). Näistä yksinkertaisin on WDM-tekniikka, joka soveltuu hyvin esimerkiksi kaksisuuntaisen Ethernet yhteyden toteuttamiseen yhdessä kuidussa. (Nestor Cables Oy 2015, 73–74). Yksinkertaisimmillaan WDM-laitteet ovat passiivisia komponentteja, eli ne eivät tarvitse toimiakseen erillistä tehonsyöttöä.

3.6 Valokuitujen edut

Valokuiduilla on useita etuja tiedonsiirrossa verrattuna perinteisiin kuparikaapelointeihin. Tiedonsiirron määrä ja nopeus ovat jatkuvasti kasvaneet ja tulevat tulevaisuudessakin kasvamaan niin, että kuparikaapeloinnin rajat tulevat väistämättä vastaan. Valokuidun yksi suurin etu on sen lähes rajaton tiedonsiirtokapasiteetti pitkilläkin etäisyyksillä. Nykyisillä standardin mukaisilla yksimuotokuiduilla päästään jopa 25 Gbit/s tiedonsiirtonopeuteen. WDM-tekniikkaa käyttämällä tiedonsiirtonopeus voidaan vielä moninkertaistaa. Esimerkiksi Suomen ja Saksan välillä olevalla 1172 km:n pituisella valokuituyhteydellä päästään WDM-tekniikka hyödyntäen jopa 144 Tbit/s tiedonsiirtonopeuteen (Cinia Oy 2018).

Toinen merkittävä valokuidun etu on sen immuniteetti ulkoisille häiriöille. Valokuidun ytimen ollessa sähköisesti eristävää kvartsilasia tai muovia se ei johda sähköä, jolloin se on immuuni sähkömagneettisille häiriöille. Kuitu ei myöskään säteile ulospäin signaaleja, jolloin sen salakuuntelu on mahdotonta ilman, että kuituun liitytään fyysisesti kiinni.

3.7 Liittyvät lait ja standardit

Optiseen tiedonsiirtoon käytettävien valokuitujen kategoriat ja niiden ominaisuudet ovat määritelty SFS-EN 50173-1 -standardissa. Liitteessä 1 on esitetty IEEE 802.3 eli pakettipohjaisten lähiverkkojen tärkeimpien standardien nopeudet ja tuetut siirtomediat. Suomessa viestintävirasto antaa määräykset kiinteistön sisäverkkoista ja teleurakoinnista. Uusimmassa viestintäviraston määräyksessä Viestintävirasto 65C/2018 M määrätään kiinteistöjen optisen kaapeloinnin toteuttamisesta seuraavaa;

Toimitilakiinteistöjen ja julkisten kiinteistöjen sisäverkkojen rakenne on suunniteltava ja toteutettava siten, että rakenne palvelee verkon käyttötarkoitusta ja ennakoitavissa olevia laajennus- ja sovellustarpeita.

Asuinkiinteistön aluekaapelointi on suunniteltava ja rakennettava siten, että talojakamosta jokaiseen alijakamoon asennetaan optinen kaapelointi.

Määräyksessä määrätään asuinkiinteistöissä käytettäväksi kategorian OS2 yksimuotokuituja ja kuitujen liittimien tulee olla APC-hiottuja LC- tai SC-liittimiä.

Lisäksi määräyksessä määrätään yleiskaapelointijärjestelmän optisen kaapeloinnin suorituskyvylle seuraavaa;

Asuinkiinteistöjen optisen kaapeloinnin pysyvien siirtoteiden vaimennus aallonpituuksilla 1310 nm ja 1550 nm saa olla enintään:

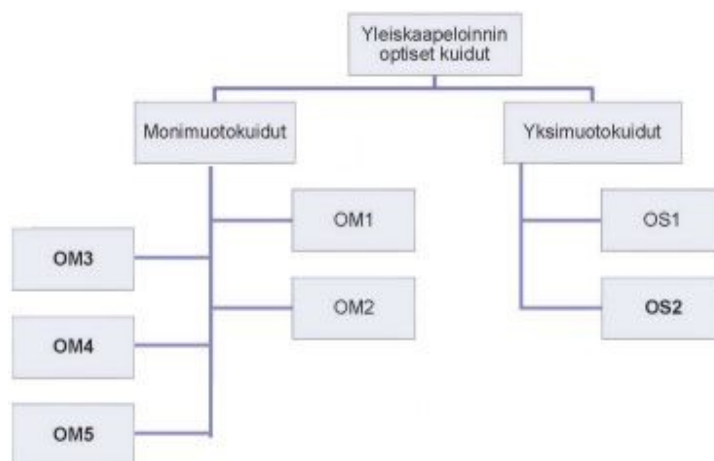
- 1) 1,0 dB, kun pysyvän siirtotien pituus ≤ 50 m
- 2) 1,2 dB, kun pysyvän siirtotien pituus > 50 m ja ≤ 250 m
- 3) 1,4 dB, kun pysyvän siirtotien pituus > 250 m ja ≤ 500 m
- 4) Mikäli pysyvien siirtoteiden kokoonpanossa on käytetty mekaanisia kuitujatkoksia, saa vaimennus olla enintään edellä pysyvän siirtotien pituuden mukaan määritellyn vaatimuksen suuruinen + 0,2 dB jokaista mekaanista jatkosta kohden.

Toimitilakiinteistöjen ja julkisten kiinteistöjen yleiskaapeloinnin optisen kaapeloinnin suorituskyvylle ja pysyvien siirtoteiden suurimmille sallituille vaimennuksille ei ole määräyksessä otettu kantaa.

4 VALOKUITUVERKON KOMPONENTIT

4.1 Kuitutyypit

Tiedonsiirtoon käytettävät valokuidut ovat tyypillisesti kvartsilasista valmistettuja kuituja. Nykyään käytetään myös enenevässä määrin muovista valmistettuja kuituja, jotka ovat aina monimuotokuituja (Koivisto & Metsikkö 2015,18). Valokuidut voidaan jaotella kahteen osaan niiden rakenteen perusteella; monimuoto- ja yksimuotokuituihin. Monimuotokuidussa valo kulkee kuidun ytimessä montaa reittiä pitkin, kun taas yksimuotokuidussa valo kulkee vain yhtä reittiä. Kuviossa 1 on esitetty yleisimmät kuitutyypit, joista nykyisin käytettävät kuitutyypit ovat lihavoitu.



KUVIO 1. Yleisimmät käytössä olevat kuitutyypit. (Nestor Cables Oy 2017, 24)

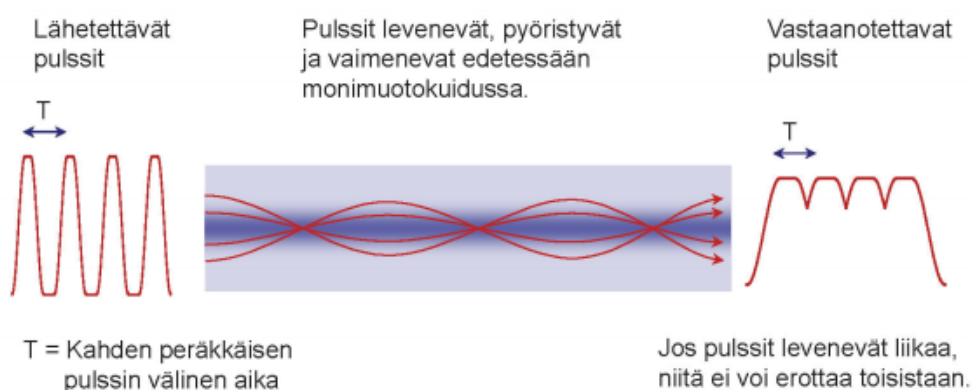
4.1.1 Monimuotokuidut

Monimuotokuiduissa valo etenee kuidun ytimessä nimensä mukaisesti montaa reittiä pitkin. Monimuotokuidun ytimen halkaisija on tyypillisesti 50 μm tai 62,5 μm ja kuoren halkaisija on 125 μm . Monimuotokuidun vaimennus on suurempi kuin yksimuotokuidulla ja monimuotokuitujen käyttökohteita ovatkin pääosin lähiverkko-sovellukset toimitila- ja teollisuuskiinteistöissä, sekä datakeskuksissa kiinteistöjen sisäinen tietoliikenne (Nestor Cables Oy 2015, 19).

Kvartsilasista valmistetut monimuotokuidut voidaan jakaa SFS-EN 50173-1 -standardin mukaan viiteen kategoriaan, OM1, OM2, OM3, OM4 ja OM5. Kategorian OM1 monimuotokuitu on tyypillisesti mitoiltaan 62,5/125 μm , josta on Suomessa aiemmin käytetty merkintää GK. Kategorian OM2 monimuotokuitu on tyypillisesti mitoiltaan 50/125 μm , josta on Suomessa aiemmin käytetty merkintää GI. Vanhoja aiemmin käytettyjä suomalaisia merkintöjä ei enää suositella käytettäväksi. Kategorian OM3 ja OM4 monimuotokuidut ovat aina mitoiltaan 50/125 μm . Vanhoissa 10-30 vuotta sitten tehdyissä asennuksissa voi vielä esiintyä mitoiltaan 100/140 μm (GN) ja 85/125 (GL) monimuotokuituja. (Koivisto & Männikkö 2015,21–22)

Nykyään yleisin ja suositeltavin monimuotokuitutyyppi toimisto- ja liikekiinteistöihin on kategorian OM3 monimuotokuitu. Kategorian OM1 ja OM2 monimuotokuituja ei enää suositella käytettävän, sillä ne ovat suorituskyvyltään riittämättömiä nykypäivän nopeisiin yli 10 Gbit/s lähiverkkosovelluksiin. (Koivisto & Metsikkö 2015, 21)

Monimuotokuiduilla suurinta tiedonsiirtonopeutta ja -etäisyyttä rajoittava tekijä on kaistanleveys. Kaistanleveydellä tarkoitetaan suurinta mahdollista siirrettävän signaalin taajuutta tietyllä matkalla. Kaistanleveys ilmoitetaan arvona MHz x Km. Kuvassa 4 on esitetty monimuotokuidun dispersioiden ja vaimenemisen vaikutus vastaanotettavaan signaaliin. Monimuotokuidun rajallinen kaistanleveys johtuu kromaattisen dispersion lisäksi muotodispersiosta, eli eri muotojen eri kulkunopeuksista (Nestor Cables Oy 2015, 29).



KUVA 4. Monimuotokuidun dispersioiden ja vaimenemisen vaikutus signaaliin. (Nestor Cables Oy 2015, 30)

4.1.2 Yksimuotokuidut

Yksimuotokuidussa ytimen halkaisija on todella pieni, yleensä 9 µm ja taitekerroin ytimen ja kuoren välillä on sellainen, että käytetyllä aallonpituudella signaali kulkee ytimessä vain yhdessä muodossa. Yksimuotokuidussa ei esiinny lainkaan monimuotokuiduissa esiintyvää muotodispersiota. Signaalin vaimeneminen yksimuotokuidussa on monimuotokuitua pienempää ja siksi yksimuotokuituja voidaan käyttää monimuotokuituja pidempiin ja nopeampiin tiedonsiirtoihin. (Nestor Cables Oy 2015, 17)

Yksimuotokuidut jaotellaan SFS EN 50173-1 -standardissa niiden ominaisuuksien perustella kahteen eri kategoriaan, joita ovat OS1 ja OS2. Näiden kuitukategorioiden ainoana erona on vaimennusta koskeva vaatimus. OS1 ja OS2 vaatimukset täyttyvät kansainvälisen ITU.T G.652.D standardin mukaisilla kaapeleilla, joiden vakiintunut suomalainen tyyppimerkintä on SM (Nestor Cables Oy 2015, 19). Nykyisten suosituksien mukaan kategorian OS1 kuituja ei tulisi enää käyttää. (Koivisto 2015, 22–23)

4.2 Valokuitukaapelit

Valokuitukaapelit voidaan jaotella osiin niiden rakenteen perusteella. Valokuitukaapeleiden rakennetyypit ovat, kerrattu rakenne, joustoputkirakenne, onteloraakenne ja urarunkorakenne. Valokuitukaapeleiden rakennetyypit ja niiden suomalaisten tyyppimerkintöjen alkukirjaimet ovat esitetty kuvassa 5. Kuitukaapeleiden kuitumäärät vaihtelevat paljon kuitutyypeittäin. Joustoputki- ja kerratun rakenteen kaapeleilla päästään suuriinkin kuitumääriin, jotka voivat olla 6...19...423 tai jopa enemmän. Keskiputkirakenteen kaapeleissa on usein 12 tai 24 kuitua, mutta kuituja voi olla myös enemmän, tyypillisesti enintään 96 kuitua. Urarunkokaapeleiden käyttö rajoittuu talokaapeleihin ja sisäverkon kaapeleihin ja niiden kuitumäärät ovat tyypillisesti 4...48. (Nestor Cables Oy 2015, 33)

Valokuitukaapelien sisältämien kuitujen merkintään käytetään nykyään standardin ANSI/TIA 598-C -mukaista 12-värijärjestelmää ja sen suomalaista vastinetta

FIN2012. FIN2012 on puhtaasti suomalainen järjestelmä, eikä sillä ole standardin asemaa. Järjestelmää kuitenkin käytetään laajasti Suomessa, joten sille on sovittu tunnuksiksi FIN2012. Taulukossa 1 on esitetty standardin ANSI/TIA 598-C ja suomalaisen FIN2012 -määrittelyn mukaiset värijärjestelmät. 1990-luvun alkupuolelta vuoteen 2012 asti Suomessa on ollut käytössä vuonna 2012 kumotun SFS 5648 -standardin mukainen 6-värijärjestelmä, joka on esitetty taulukossa 2. (Nestor Cables Oy 2015, 43)









KUVA 5. Valokuitukaapeleiden rakennetyypit ja suomalaisten merkintöjen alkukirjaimet. (Nestor Cables Oy 2015, 34)

TAULUKKO 1. ANSI/TIA 598-C ja FIN2012-värijärjestelmät. (Nestor Cables Oy 2017, 31)

ANSI/TIA 598-C			FIN 2012		
Kuitu	Kuidun väri			Kuidun väri	Kuitu
1	sininen (SI)	Blue	Blue	sininen (SI)	1
2	oranssi (OR)	Orange		valkoinen (VA)	2
3	vihreä (VI)	Green	Yellow	keltainen (KE)	3
4	ruskea (RU)	Brown	Green	vihreä (VI)	4
5	harmaa (HA)	Grey	Grey	harmaa (HA)	5
6	valkoinen (VA)	White	Orange	oranssi (OR)	6
7	punainen (PU)	Red	Brown	ruskea (RU)	7
8	musta (MU)	Black	Teal	turkoosi (TU)	8
9	keltainen (KE)	Yellow	Black	musta (MU)	9
10	violetti (VT)	Purple	Purple	violetti (VT)	10
11	vaaleanpunainen (VP)	Pink	Pink	vaaleanpunainen (VP)	11
12	sinivihreä (TU)	Teal	Red	punainen (PU)	12

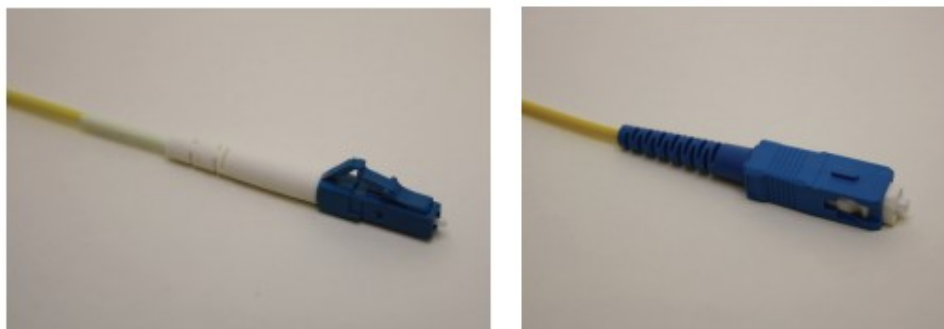
TAULUKKO 2. Kumotun SFS 5648 -standardin mukainen 6-värijärjestelmä.
(Nestor Cables Oy 2017,31)

Kuitu	Kuidun väri	
ensimmäinen	sininen (SI)	
2., 6., 10., jne.	valkoinen (VA)	
3., 7., 11., jne.	keltainen (KE)	
4., 8., 12., jne.	vihreä (VI)	
5., 9., 13., jne.	harmaa (HA)	
viimeinen	punainen (PU)	

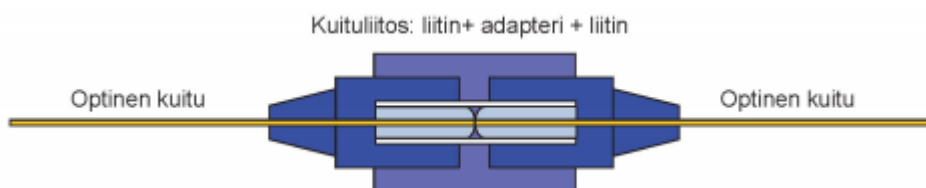
4.3 Liittimet

Optisia liittimiä käytetään valokuituverkoissa siellä missä liitoksien tulee olla avattavia, kuten kytkimissä, mediamuuntimissa ja ristikytkentäpaneelissa. Liitin on ehjän ja jatkamattoman valokuidun ainoa epäjatkuvuuskohta, joten se on verkon kannalta yksi todennäköisimmistä vikapaikoista. Optisen liitoksen suorituskyvyn optimoimiseksi liittimien tulee olla puhtaita, naarmuttomia ja ehjiä.

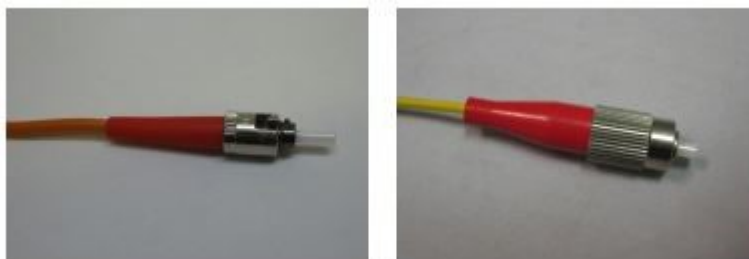
Valokuituverkkojen kytkennöissä käytetään nykyään pääsääntöisesti SC- ja LC-tyypin liittimiä (kuva 6), jotka ovat aina holkkiliittimiä. Holkkiliittimen rakenteen periaate on esitetty kuvassa 7. Vanhoissa asennuksissa saattaa törmätä myös muihin liitintyyppeihin, joista yleisimmät ovat ST- ja FC-tyypin liittimet (kuva 9). (Nestor Cables Oy 2015, 48)



KUVA 6. LC- ja SC-liitin (Nestor Cables Oy 2015, 52-53)



KUVA 7. Holkkiliittimen periaatekuva. (Nestor Cables Oy 2015, 49)



KUVA 8. ST- ja FC-liitin (Nestor Cables Oy 2017, 49)

4.4 Lähettimet ja vastaanottimet

Lähettimet ja vastaanottimet ovat valokuituverkon aktiivisia komponentteja. Optinen lähetin muuntaa sähköisen signaalin optiseksi signaaliksi ja välittää sen kuituun. Vastaanotin taas puolestaan vastaanottaa kuituun johdetun optisen signaalin ja muuntaa sen takaisin sähköiseen muotoon.

Optiset lähettimet voidaan jakaa luokkiin niiden valonlähteen mukaan, joista keskeisimmät ovat LED, VCSEL (Vertical-Cavity-Surface-Emitting-Laser) ja Laser. LED- ja VCSEL-lähtimiä käytetään vain monimuotokuituja käyttävillä yhteyksillä. LED-lähtimet eivät sovellu nykypäivän nopeisiin tiedonsiirtoyhteyksiin, sillä LEDin ominaisuudet rajoittavat LED-lähtimien siirtonopeuden Ethernet-verkoissa 100 Mbit/s nopeuteen. VCSEL-lähtimiä käytetään luokan OM3 tai sitä parempia monimuotokuituja käyttävissä lähiverkoissa aina 10 Gbit/s nopeuteen asti alle 300 m etäisyyksillä. Yksimuotokuitujen yhteydessä käytetään aina laser-lähtimiä. (Nestor Cables Oy 2015, 91)

Lähetin ja vastaanotin ovat yleensä pakattu yhdeksi liityntämoduuliksi, joka voidaan asentaa esimerkiksi Ethernet-kytkimen moduulipaikkaan. Tällaisia lähettimen ja vastaanottimen sisältäviä yhdistelmiä kutsutaan usein niiden englanninkielisten nimien transmitter ja receiver yhdistelmällä transceiver. Liityntämoduuleissa yleisimmät käytettävät liitintyypit ovat LC ja SC. (Nestor Cables Oy 2015, 91)

4.5 Häntäkuidut ja kytkentäkaapelit

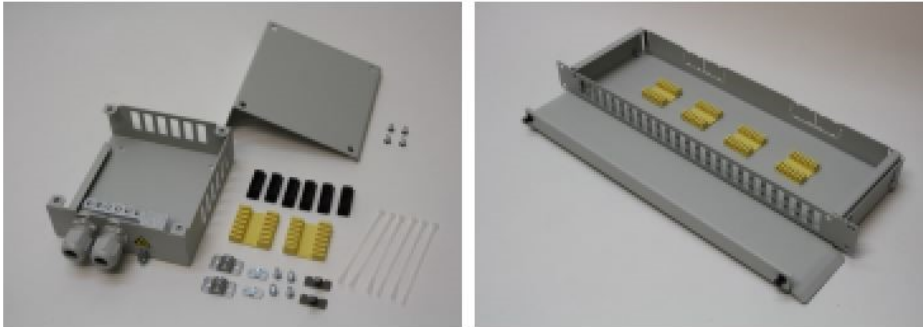
Häntäkuituja käytetään optisen kaapelin päättämiseen päätetekeloissa tai -paneeleissa. Häntäkuidut ovat lyhyitä, yleensä 1,5 m tai 2 m pitkiä tiukkapäällysteisiä halkaisijaltaan 900 µm kuituja, joiden toisessa päässä on optinen liitin. Kuidun toinen pää jatketaan hitsaamalla tai mekaanisella jatkoksella. Jatkos on suositeltavinta suorittaa hitsaamalla parhaan mahdollisen lopputuloksen takaamiseksi. Jatkos asennetaan päätetekelön tai -paneelin sisältämälle jatkoslevylle tai vastaavalle rakenteelle. (Nestor Cables Oy 2017, 49)

Kytkentäkaapeleilla tarkoitetaan valokuituja, joiden molempiin päihin on asennettu optiset liittimet. Kytkentäkaapelin liittimet tulee valita tarpeen mukaan. Yleensä ristikytkentätelineissä kaikki liittimet ovat samanlaisia, mutta laitelii-tynnöissä voi olla tarpeen käyttää eri liitintyyppejä. Kytkentäkaapelien valinnassa on otettava liittimien tyyppin ja suorituskyvyn lisäksi huomioon kytkentäkaapelin kuitutyyppi, pituus ja mekaaniset ominaisuudet. (Nestor Cables Oy 2017, 50–51)

4.6 Päätteet ja jakamot

Kuidut tuodaan päätetekeloihin tai -paneeleihin päättämistä, ristikytkentää ja laitelii-tyntöjä varten. Päätekotelolla tarkoitetaan koteloa, joka asennetaan muualle kuin 19” räkkiin, esimerkiksi suoraan seinään. Päätepaneelilla tarkoitetaan 19” räkkiin asennettavaa päätepaneelia. Päätekotelot ovat tarkoitettu pienemmälle kuitumäärälle kuin päätepaneelit, ja niitä käytetäänkin pääosin asuinrakennuk-sissa ja pienissä liike- ja teollisuuskiinteistöissä. Yhteen 19” päätelaitepaneeliin

mahtuu tyypillisesti 24...48 SC-liitintä. LC-liittimen pienemmän koon ansiosta yhteen paneeliin mahtuu jopa 48...96 LC-liitintä. Suurilla liitinmäärillä tulee ottaa huomioon kuitujen asennustekniset ja ylläpitoon liittyvät seikat. Kuvassa 9 on esitetty esimerkki päätelaitekotelosta ja -paneelistä (Nestor Cables Oy 2017, 54–55)



KUVA 9. Esimerkki päätetekelosta ja -paneelistä. (Nestor Cables Oy 2017, 55)

Jakamoissa päätelaitepaneelit asennetaan kaappeihin tai telineisiin. Telineiden rakenteet ovat yleensä 19” laiterungolle tarkoitettuja, mutta myös muita telinerakenteita voidaan käyttää. Paneeli voi sijaita omassa tai aktiivilaitteiden kanssa yhteisessä kaapissa tai telineessä. Suurissa jakamoissa, kuten yleiskaapeloinnin aluejakamoissa on järkevää varata omat telineet päätepaneeleille ja verkon aktiivilaitteille. Tietoturvallisuuden takia päätetekeloiden ja -paneelien tulisi aina sijaita lukittavassa tilassa. Jos lukittavan tilan järjestäminen ei ole mahdollista tulisi laitteet sijoittaa lukittavaan kaappiin. (Nestor Cables Oy 2017, 56-57)

5 TIETOVERKKOJEN DOKUMENTOINTI

Nykyisin tietoverkot ovat näkymätön, mutta olennainen osa erilaisten organisaatioiden jokapäiväistä toimintaa. Tietoverkkojen kohdalla onkin ensiarvoisen tärkeää pyrkiä ennakoimaan viat ja minimoimaan häiriöiden vaikutus organisaation toimintaan. Laadukkaalla tietoverkon dokumentaatiolla luodaan perusedellytykset tietoverkon hallinnalle ja ylläpidolle. Hyvä ja laadukas dokumentaatio antaa myös paremmat mahdollisuudet suunnitella tulevia tietoverkon muutoksia. (Jaakonhuhta 2005, 324-326)

Tietoverkkojen dokumentointiin voidaan käyttää erilaisia sähköisiä dokumentointitapoja, kuten CAD-ohjelmia ja erilaisia taulukkolaskentaohjelmia. Tietoverkkojen dokumentointiin voidaan käyttää myös erityisesti tietoverkkojen dokumentointiin tarkoitettuja ohjelmia, kuten esimerkiksi netTerrain, The Dude ja 10-Strike Network -ohjelmistoperhe. Tietojen kerääminen dokumentointia varten voidaan suorittaa verkkoanalysointilla, sovellusohjelmalla tai käsin erilaisten lomakkeiden avulla. Tietojen kerääminen käsin on etenkin suurien järjestelmien kohdalla työlästä ja aikaa vievää. Automaattinen tiedon keruu onnistuu ainoastaan päällä olevista verkon aktiivisista komponenteista. Passiivisten komponenttien, kuten muuntimien, toistimien, kaapeleiden ja kytkentöjen tiedot ovat aina kerättävä käsin. (Jaakonhuhta 2005, 327)

Tietoverkkoja dokumentoitaessa tietoverkkojen fyysisestä rakenteesta olisi hyvä dokumentoida ainakin seuraavien asioiden tiedot ja sijainnit:

- kaapelointi, johtotiet ja jakamot
- verkon aktiivilaitteet
- WLAN-tukiasemat
- UPS-järjestelmät

Tietoverkkojen dokumentointi ei ole kertaluontoinen toimenpide, vaan dokumentteja tulee päivittää ja uudistaa jatkuvasti tietoverkon muuttuessa. Tietoverkkojen dokumentointien käytettävyys ja ylläpito tulisi olla mahdollisimman helppoa. Jos

dokumentit ovat vaikeasti käytettäviä, jää niiden päivittäminen ja ylläpito helposti tekemättä. Hannu Jaakonhuhta on maininnut kirjassaan (2005, 329) hyvän dokumentoinnin tunnusmerkkejä, joista alle on poimittu keskeisimmät:

- Helppo ja edullinen ylläpidettävä.
- Havainnollinen ja helposti tulkittava.
- Helposti saatavilla.
- Yhdenmukainen organisaation muiden dokumenttien kanssa.
- Mahdollisimman pitkälle standardien mukainen (piirosmerkit, merkinnät jne.).

Järjestelmien komponenttien merkinnät tulisi olla koko organisaatiossa yhdenmukaiset, sillä sekalaiset tai epäloogiset merkinnät sekä ristiriidat eri dokumenttien välillä ovat omiaan aiheuttamaan sekaannusta ja heikentävät dokumenttien tulkittavuutta.

6 VALOKUITUVERKON HALLINTATYÖKALU

6.1 Hallintatyökalun kehittäminen

Työn tilaajana toiminut Pirkanmaan sairaanhoitopiiri halusi käyttöönsä työkalun, jolla helpottaa Taysin alueen valokuituverkon hallintaa. Käytännössä tämä tarkoittaa työkalua, jolla voidaan helposti selvittää valokuitujen fyysiset kytkennät eri jakamoiden ja rakennusten välillä. Aikaisemmin Taysin alueen valokuituverkon kytkennät olivat koottu telejakamoittain omiin taulukkolaskentaohjelman taulukoihin. Lisäksi rakennusten välisistä kaapeloinneista sekä rakennusten sisäisistä nousukaapeloinneista on olemassa kuitukartat. Nämä dokumentoitavat ovat olleet toimiva tapa valokuituverkon dokumentoinnin toteuttamiseen. Dokumenttien määrän ja niiden sisältämän tiedon kasvaessa on yksittäisiin taulukkolaskentaohjelman taulukoihin koottujen tietojen etsimisestä ja päivittämisestä tullut työlästä ja aikaa vievää.

Pshp:n toiveena oli saada työn tuloksena helppokäyttöinen työkalu, jonka avulla voidaan etsiä tietoa verkon kytkennöistä jakamotunnuksen avulla. Työkaluun haluttavia tietoja ovat muun muassa jakamon tunnus, jakamon tilatunnus, liittimet ja liittämiin kytketyt kuidut ja niiden lähtöpäät. Työkalun tulee olla sellainen, että siihen on mahdollista lisätä helposti uusia kytkentöjä ja jakamoita, sekä mahdollisuus lisätä erilaisia huomautuksia kytkentöihin. Lisäksi työkaluun toivottiin ominaisuutta, jonka avulla pystyy tarkistamaan, onko käyttäjän määrittelemien jakamoiden välillä kuituyhteyttä, ja jos on niin missä jakamoissa ristikytkennät tulisi suorittaa.

6.2 Hallintatyökalun toteutus

6.2.1 Microsoft Access

Työkalu päätettiin toteuttaa käyttäen Microsoft Access -ohjelmistoa.

Microsoft Access on Microsoft Corporationin kehittämä tietokantasovellus, jonka ensimmäinen versio julkistettiin vuonna 1992. Microsoft Access -ohjelma on osa Microsoft Office365 -ohjelmistopakettia, jonka johdosta ohjelmisto on hyvin laajasti käytetty niin yksityishenkilöiden kuin työ- ja koulutusyhteisöjen toimesta. Ohjelman yleisyys puolsi omalta osaltaan ohjelman käyttöä työkalun toteuttamisessa.

Access on helppokäyttöinen työkalu näyttävien ja toiminnallisten tietokantaohjelmien luomiseksi, eikä sen käyttäminen vaadi aikaisempaa ohjelmointiosaamista. Ohjelman käyttöliittymä on hyvin samankaltainen kuin muissakin Office365 -ohjelmistopakettien ohjelmissa, joten jos ohjelmistopakettin jotakin muuta ohjelmaa on joskus käyttänyt, omaksuu Accessin käyttöliittymän nopeasti.

6.2.2 Työkalun toteutus

Työkalun toteuttamiseksi olemassa olevat kytkentätiedot koottiin yhdeksi tietokannaksi. Kaikkien kytkentätietojen ollessa yhdessä keskitetyssä tietokannassa on tietokantaan helpompi tehdä hakuja käyttäjän määrittelemien rajoitusten mukaan. Kehitetty työkalu on käyttöliittymä, jolla käyttäjä pystyy helposti hakemaan haluamansa tiedon tietokannasta. Kuvassa 10 on esitetty työkalun käyttöliittymä.

Työkalussa käyttäjä pystyy tarkastelemaan valitsemansa rakennuksen, kerroksen, jakamon tai yksittäisen liittimen kytkentätietoja. Työkalun sisältämät haku-toiminnot ovat tehty pääosin Accessin valmiita makroja ja kyselytoimintoja hyödyntäen. Muutamia toiminnot ovat toteutettu yksinkertaisella VBA (Visual-Basic-for-Applications) -koodauksella. Työkalussa käyttäjä voi valitun rakennuksen, kerroksen tai jakamon tietojen lisäksi rajata haun näyttämään valitsemaltaan alu-

eelta ainoastaan kytketyt tai kytkemättömät kuidut, muutokset tai kytkentätietoihin tehdyt huomautukset. Sanahaun avulla käyttäjä voi hakea hakusanalla tietoja verkon kytkennöistä. Sanahaun avulla käyttäjä voi esimerkiksi etsiä kaikki kytkennät, joissa on käytetty ST-liittimiä. Näiden hakutoimintojen lisäksi työkalua voidaan käyttää apuna verkon ristikytkentöjen ja uusien yhteyksien suunnitteluun. Työkalussa käyttäjä voi valita kaksi jakamoa ja työkalu hakee tietokannasta onko valittujen jakamoiden välillä mahdollista kuituyhteyttä. Kuituyhteyden löytyessä työkalu kertoo missä jakamoissa ristikytkennät tulee suorittaa. Työkalun ehdotusten perusteella käyttäjän tulee hakea ristikytkettävien jakamoiden tiedot ja valittava ja tarkastettava ristikytkettävät kuidut. Työkalu ehdottaa uusia mahdollisia kuituyhteyksiä vain yhden tai kahden jakamon kautta, sillä tätä suurempien ristikytkentöjen määrä ei ole enää suositeltavaa. Työkalun käyttäminen ja ominaisuudet on esitelty tarkemmin tämän työn liitteenä (liite 2) olevassa työkalun käyttöohjeessa.

The screenshot shows the Tays network tool interface. At the top, there are search filters for building (VALITSE RAKENNUS: A), floor (VALITSE KERROS: 00), and distribution (JAKAMO: 76.A.00.R32). There are also buttons for 'Tyhjennä' (clear) and 'HAE' (search). A table displays search results with columns: TILA, JAKAMO, MISTÄ, HUOMIO 1, KAAP./TUNN., JOHDIN, LIITIN, KYTKENTÄ, HUOMIO 2, and MUUTOS. Below the table, there are search options for 'MISTÄ' and 'MINNE' with input fields. At the bottom right, there are search filters for building (RAKENNUS: A), floor (KERROS: 00), and distribution (JAKAMO: 76.A.00.R32) with a 'HAE' button.

TILA	JAKAMO	MISTÄ	HUOMIO 1	KAAP./TUNN.	JOHDIN	LIITIN	KYTKENTÄ	HUOMIO 2	MUUTOS
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	1	0101			
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	2	0102			
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	3	0103	PSHP	SW-3 gi 3/0/12	
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	4	0104	PSHP	SW-3 gi 3/0/12	
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	5	0105	PSHP	VSS	
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	6	0106	PSHP	VSS	
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	7	0107			
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	8	0108			
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	9	0109	PSHP	SW-3	

KUVA 10. Kehitetyn työkalun käyttöliittymä.

6.3 Käyttäjien palaute työkalusta

Kehitetty työkalu on vastaus todelliseen tarpeeseen. Työkalun toteuttamisen tarkoituksena on helpottaa Taysin alueen valokuituverkon kytkentätietojen ylläpitoa ja hallintaa. Käyttäjältä saatu palaute työkalusta on ollut positiivista ja työkalun esittelytilaisuudessa saatujen käyttäjien kommenttien perusteella työkalussa on juuri sellaiset ominaisuudet kuin käyttäjät olivat siihen toivoneet. Käytettävyydeltään työkalu on saadun palautteen perusteella riittävä ja tarkoituksenmukainen. Parannusehdotuksina käyttäjiltä saatiin muutamia tietojen visualisointiin liittyviä ehdotuksia.

Käyttäjien kokemuksia työkalun käytöstä ei valitettavasti ehditty saamaan osaksi opinnäytetyötä. Kun työkalu on ollut käyttäjillä pidempään käytössä, parannusehdotuksia saadaan varmasti työkalun käyttöön ja toimintoihin liittyen.

7 TAYSIN ALUEEN VALOKUITUVERKKO

7.1 Valokuituverkon nykytila

Taysin alue kattaa tällä hetkellä lähes 30 rakennusta, joista kaksi on vielä rakennusvaiheessa. Nämä rakennukset sisältävät yhteensä yli 200 telejakamoita, joista lähtee yhteensä satoja valokuitukaapeleita. Yksittäisiä kuituja verkossa on yhteensä lähes 15000 kappaletta. Näistä kuiduista käytössä on noin 2000 kappaletta.

Taysin alueen valokuituverkon aluekaapeloinnit ja kiinteistöjen sisäiset kaapeloinnit ovat pääosin rakennettu vuonna 1997, jonka jälkeen verkon komponentteja on tarpeen mukaan lisätty ja päivitetty. Taysin alueella sijaitsee silmukka- ja tähtimuotoinen valokuituverkko. Kiinteistön jokaisessa rakennusosassa on oma pääjakamonsa, josta on asennettu tähtimäinen kaapelointi kerrosjakamoihin. Rakennusosakohtaiset pääjakamot ovat pääsääntöisesti kytketty kahteen muuhun pääjakamoon eri rakennusosissa, jolla on saatu syntymään silmukkamuotoinen varareititys koko alueelle. Vikatilanteessa tärkeimpien jakamoiden välille voidaan kytkeä uusi reitti vikapaikan ohi muuttamalla valokuitujen ristikytkentöjä.

Taysin alueen aluekaapeloinnit eli rakennusten väliset kaapeloinnit ovat toteutettu yksimuotokaapeleilla tai yksimuoto- ja monimuotokaapeleiden yhdistelmillä. Kaapeloinnissa on käytetty pääosin kategorian OS1 yksimuotokuituja ja kategorian OM3 monimuotokuituja. Verkon kaapeloinnissa on käytetty myös kategorian OM1 monimuotokuituja (GK). Aluekaapeloinnissa jokaisen rakennuksen välillä olevassa kaapelissa on vähintään kuusi kategorian OS1 yksimuotokuitua. Myös uusien rakenteilla olevien D- ja L-rakennusten valokuituyhteydet ovat suunnitelmien mukaan toteutettu kategorian OS1 yksimuotokuituja ja kategorian OM3 monimuotokuituja käyttäen.

7.2 Valokuituverkon suorituskyky

Verkon aluekaapeloinnissa käytetyt kategorian OM1 monimuotokuidut (GK) ovat riittämättömiä nykyisille tiedonsiirtonopeuksille. Yleisesti ottaen monimuotokuidut ovat tulleet tiensä päähän aluekaapeloinnissa, sillä monimuotokuituja käyttäen yli 10 Gbit/s tiedonsiirtonopeudet ovat käytännössä mahdottomia saavuttaa alueverkossa. Monimuotokuiduilla kategoriasta ja kuitujen määrästä riippumatta saavutetaan yli 10 Gbit/s tiedonsiirtonopeuksilla vain noin 100 metrin siirtoetäisyydet. Yli 100 metrin tiedonsiirtoetäisyyksillä yksimuotokuitu on tulevaisuudessa käytännössä ainoa ja suositeltavin vaihtoehto. Yksimuotokuiduilla voidaan siirtää tietoa jopa 25 Gbit/s nopeudella käyttäen yhtä kuitua. Tätä suuremmat tiedonsiirtonopeudet yksimuotokuiduilla ovat mahdollisia käyttäen WDM-tekniikkaa. Nykyisten standardien mukaiset maksimi tiedonsiirtonopeudet yksimuotokuidulla WDM-tekniikka käyttäen ovat 40 Gbit/s ja 100 Gbit/s. Näitäkin suuremmat, jopa terabittien tiedonsiirtonopeudet ovat mahdollisia. Yksimuotokuidun tiedonsiirtokapasiteetti riittää siis pitkälle tulevaisuuteen, eivätkä sen ominaisuudet rajoita verkon tiedonsiirtonopeutta.

7.3 Valokuituverkon käyttö

Sairaalakiinteistöjen valokuituverkkojen ja yleisesti tietoverkkojen käyttöä selvitettiin Taysin tietohallinnon työntekijöiden haastattelun avulla. Tietohallinnon haastattelun perusteella pyrittiin luomaan perusajatus siitä, mihin tietoverkkoja sairaalakohteessa käytetään ja millainen merkitys niillä on sairaalan päivittäiseen toimintaan.

Tietoverkot ovat kriittinen osa sairaaloiden toimintaa. Sairaaloissa tietoverkkoja käytetään mm. potilastietojärjestelmän ylläpitoon, kamera- ja kulunvalvontaan, talotekniikan ohjaukseen ja internetin käyttöön. Tietoverkon vioittuminen sairaalakohteessa on omiaan aiheuttamaan vakavia vaaratilanteita ja Taysissa tehdyissä riskiarvioinneissa tietoverkkojen vioittuminen onkin saanut arvioiduista riskeistä korkeimpia pisteitä. Vakavimmillaan sairaalakohteen tietoverkkojen vioittuminen voi aiheuttaa vakavia potilaiden terveyttä ja henkeä uhkaavia vaaroja.

Taysin tietoverkon luotettavuutta on parannettu jakamalla uusien rakennuksien tietoverkko sairaalaverkkoon ja tekniseen yleiskaapelointiverkkoon, sekä kahdentamalla koko verkossa verkon toiminnan kannalta kriittisiä komponentteja.

Keväällä 2018 Taysissa sattui harvinainen tietoverkon vika, kun Taysin tietoverkon runkoverkon kytkimen vikaantuminen aiheutti tietoliikennekatkoksen, joka esti mm. potilastietojärjestelmään pääsyn sekä aiheutti häiriötä kulunvalvottujen ovien toimintaan. Tietoliikennekatkos aiheutti monin tavoin vaarallisen tilanteen, mutta potilaiden terveyttä ja henkeä uhkaavilta ongelmilta vältyttiin.

Tietoverkkojen tiedonsiirtomäärät ja -nopeudet ovat kasvaneet jatkuvasti ja tulevat mitä ilmeisimmin kasvamaan myös tulevaisuudessa. Etenkin kameravalvontajärjestelmät ovat nykyisin yksi merkittävä kiinteistöjen tietoverkkoja kuormittava asia. Lisäksi internetin ja erilaisten suoratoistopalveluiden käyttö kuormittaa tietoverkkoja enenevässä määrin. Suoratoistopalvelut ovat kuormittaneet Taysin tietoverkkoa jopa siinä määrin, että niiden käyttöä on jouduttu ajoittain rajoittamaan.

8 VALOKUITUVERKKOJEN TULEVAISUUS

Valokuituverkot ovat pitkäikäisiä investointeja ja niiden tiedonsiirtokapasiteetti riittää pitkälle tulevaisuuteen. Optiset kuidut tukevat hyvin uusia tekniikoita ja palveluita, jolloin asennukset voivat olla käyttökelpoisia vielä vuosikymmenienkin päästä. Kuituoptiikka onkin tällä hetkellä ainoa teknologia, joka pystyy vastaamaan tulevaisuudessa kasvavaan tiedonsiirtotarpeeseen (Nestor Cables Oy 2015, 12).

Kategorian OM1 ja OM2 monimuotokuidut ovat suorituskyvyltään jo nykypäivänä riittämättömiä, eikä niitä tule enää asentaa uusiin kiinteistöihin, ellei esimerkiksi olemassa oleva laitekanta velvoita asentamaan niitä. Tulevaisuudessa tiedonsiirtonopeuksien kasvaessa monimuotokuitujen rajat tulevat väistämättä vastaan. Monimuotokuiduilla tiedonsiirtonopeutta voidaan kasvattaa käyttämällä useita kuituja rinnakkain tai WDM-tekniikkaa eli aallonpituuskanavointia käyttämällä. WDM-tekniikkaa käytetään myös yksimuotokuitujen nopeilla yhteyksillä. Molemmissa vaihtoehdoissa monimuotokuidulla saavutettava yhteyspituus jää vain noin 100 metriin. (Nestor Cables Oy 2017).

Viestintäviraston uusimmassa sisäverkkoja koskevassa määräyksessä 65C/2018 M määrätään käyttämään asuinkiinteistöjen kaapeloinnissa luokan OS2 yksimuotokuituja. Määräyksessä todetaan, että toimitilakiinteistöjen ja julkisten kiinteistöjen sisäverkkojen rakenne on suunniteltava ja toteutettava siten, että rakenne palvelee verkon käyttötarkoitusta ja ennakoitavissa olevia laajenus- ja sovellustarpeita. Kuten asuinkiinteistöjen kohdalla on määrätty, on suositeltavaa käyttää yksimuotokuituja myös toimitilakiinteistöjen ja julkisten kiinteistöjen sisäverkoissa. Yksimuotokuidulla päästään nopeillakin yhteyksillä useiden kilometrien, jopa useiden kymmenien kilometrien etäisyyksiin, joten kiinteistöissä yksimuotokuitujen pituus ei tule yhteyden nopeutta rajoittavaksi tekijäksi. Myös optisten liitäntämoduulien hintakehitys tukee yksimuotokuituihin siirtymistä, eikä nykyään juuri mitkään seikat puolla monimuotokuitujen käyttöä (Nestor Cables Oy 2017).

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Osana opinnäytetyötä kehitetty valokuituverkon hallintatyökalu helpottaa huomattavasti Taysin alueen valokuituverkon kytkentätietojen hallintaa. Kytkentätiedot olivat aiemmin koottu yli kahteensataan erilliseen taulukkolaskentaohjelman taulukkoon, jolloin niiden päivitys ja käyttö olivat työlästä. Uudella työkalulla on helppo etsiä, muokata ja lisätä valokuituverkon kytkentätietoja. Kehitetyn tyyppiselle työkalulle saattaisi olla käyttöä muissakin suurissa kiinteistökeskitymissä, ja työkalusta voisikin mahdollisesti jatkokehittää oikean itsenäisen sovelluksen. Vastaavia pelkästään tietoverkon fyysisten kytkentöjen ja kaapelitietojen hallintaan käytettäviä kaupallisia sovelluksia ei tietääkseni ole tarjolla. Tietoverkkojen kattavaan dokumentointiin on olemassa kaupallisia sovelluksia, kuten esimerkiksi Graphical Networks:n netTerrain -ohjelmisto, jota voidaan käyttää koko tietoverkon kattavaan visuaaliseen dokumentointiin.

Opinnäytetyön pohjalta aloin pohtia yleisesti taloteknisten järjestelmien dokumenttien käytettävyyttä. CAD-suunnittelu syrjäytti käsin piirtämisen kokonaan 1990-luvulla, eivätkä talotekniset dokumentit ole sen jälkeen juuri muuttuneet, vaikka nykyään käytössä oleva tekniikka mahdollistaisi erilaisetkin esitystavat. Esimerkkinä huonosta käytettävyydestä huolto- ja kunnossapitotöissä voidaan pitää kaikille tuttua kiinteistön valaisinluetteloa. Valaisinluettelo on yleensä taulukkomuotoinen dokumentti, joka sisältää valaisimien positionumerot, tärkeimmät tekniset tiedot ja valaisimien määrät. Valaisimien sijaintitietoja ei yleensä ole valaisinluettelossa, vaan valaisimien sijainnit ovat merkitty vain tasokuviin. Jos valaisimien sijaintiedot olisivat koottu valaisinluetteloon tai paremminkin valaisintietojen hallintaohjelmistoon olisi valaisintietoja mahdollista etsiä valaisintyyppi- tai tilakohtaisesti, jolloin valaisimien huolto-, kunnossapito-, ja muutostöiden suunnittelu onnistuisi helposti vain yhtä dokumenttia tai järjestelmään käyttäen.

Jo 2000-luvun alkupuolelta käytössä ollut tietomallipohjainen suunnittelu tarjoaa ratkaisun näihin edellä mainittuihin ongelmiin. Valitettavan usein tietomallipohjainen suunnittelu mielletään talotekniikan ammattilaistenkin toimesta vain rakennuksen ja suunnitelmien 3D-mallina, vaikka se on vain yksi pieni ja usein ainoa

hyödynnetty osa rakennuksen tietomallista. Tietomallipohjaisen suunnittelun tarkoituksena on koota kaikki suunnitelmiin liittyvät tiedot yhteen CAD-projektiin, jolloin oikein toteutettuna se vähentää suunnittelu-aikaa ja virheitä, sekä mahdollistaa erittäin tarkkojen massaluetteloiden luomisen ja suunnitelmien sisältämän tiedon analysoinnin. Oikein toteutettu rakennuksen tietomallipohjainen suunnittelu hyödyttää kaikkia rakennushankkeen osapuolia ja viimekädessä suurin hyöty muodostuu tilaajalle. Rakennushankkeen valmistuttua rakennuksen tietomalli voi toimia työkaluna rakennuksen huollossa ja ylläpidossa joko CAD-ohjelmistossa tai erillisessä kunnossapitojärjestelmässä.

Opinnäytetyötä tehdessä opin paljon valokuituverkoista ja niissä käytettävistä komponenteista. En kuitenkaan väitä olevani vielä kuitutekniikan osaaja, mutta opinnäytetyössä opittujen tietojen avulla olen saanut ymmärryksen valokuituverkoissa käytettävistä komponenteista ja valokuituverkon suunnittelusta. Talotekniikan ammattilaisten tulee hallita tietoverkoissa käytettävät komponentit, standardit ja määräykset, sillä kiinteistöjen tietoverkkojen kaapelointien suunnittelu on usein talotekniikan ammattilaisten vastuulla. Tietoverkot ovat kehittyneet viimeisen kahden vuosikymmenen aikana valtavasti ja sama kehitys tulee jatkumaan myös tulevaisuudessa. Talotekniikan ammattilaisten tulisikin pitää osaamisensa jatkuvasti ajan tasalla pystyäkseen tarjoamaan asiakkailleen parhaat mahdolliset ratkaisut nyt ja tulevaisuudessa. Tämän opinnäytetyön lähteinä käytetyt kuitutekniikan osaajan Pekka Koiviston ja hänen yhteistyökumppaneiden laatima kirjallisuus toimii hyvänä oppimateriaalina valokuituverkkoja suunnitteleville, niitä hallitseville ja valokuitutekniikasta muuten vain kiinnostuneille henkilöille.

LÄHTEET

Cinia Oy. C-Lion1 merikaapeli. Luettu 9.12.2018

<https://www.cinia.fi/en/services/international-connectivity-services/c-lion1-submarine-cable.html>

Jaakohuhta, H. 2005. Lähiverkot: Ethernet. 4. uud. p. Helsinki: IT Press.

Koivisto, P. & STUL. 2009. Optiset kaapeloinnit kiinteistössä. Espoo: Sähköinfo.

Koivisto, P. & Metsikkö, A. 2015. Yleiskaapelointijärjestelmät: Optisen kaapeloinnin asennus. Espoo: Sähköinfo.

Nestor Cables Oy. 2015. FTTX, Optiset liityntäverkot. Luettu 9.12.2018

https://issuu.com/nestorcables/docs/fttx_optiset_liityntaverkot

Nestor Cables Oy. 2017. Kiinteistöjen optiset kaapeloinnit. Luettu 11.12.2018

https://issuu.com/nestorcables/docs/kiinteist__kaapelointikirja_2017_fi?e=27040400/50819900

Nestor Cables Oy. 2017. Monimuotokuidun viivytystaistelu -blogikirjoitus. Luettu 9.12.2018

<https://www.nestorcables.fi/blog/monimuotokuidun-viivytystaistelu-aseena-om5>

Orbis Oy. 2018. WDM-laitteet. Luettu 12.12.2018

<https://www.orbis.fi/tuotteet/wdm-jaottimet>

Viestintävirasto 65 C/2018 M. Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista.

LIITTEET

Liite 1. IEEE 802.3 -standardin virstanpylväät. (IEEE)

Standardi	Nimitys	Siirto-nopeus	Kaapelityyppi	Julkaisu- vuosi
IEEE 802.3	10Base5	10 Mbit/s	Koaksiaalikaapeli (paksu)	1983
IEEE 802.3a	10Base2	10 Mbit/s	Koaksiaali (ohut)	1985
IEEE 802.3d	FOIRL	10 Mbit/s	MM-kuitu	1987
IEEE 802.3i	10Base-T	10 Mbit/s	Parikaapeli (kategoria 3)	1990
IEEE 802.3j	10Base-F	10 Mbit/s	MM-kuitu	1993
IEEE 802.3u	100Base-T 100Base-FX	100Mbit/s 100 Mbit/s	Parikaapeli (kategoria 5) MM-kuitu	1995
IEEE 802.3z	1000Base-SX 1000Base-LX	1000 Mbit/s 1000 Mbit/s	MM-kuitu MM-kuitu tai SM-kuitu	1998
IEEE 802.3ab	1000Base-T	1000 Mbit/s	Parikaapeli (kategoria 5e)	1999
IEEE 802.3ae	10GBase-SR/SW 10GBase-LR/LW 10GBase-ER/EW 10GBase-LX4	10 Gbit/s 10 Gbit/s 10 Gbit/s 10 Gbit/s	MM-kuitu (kategoria OM3) SM-kuitu SM-kuitu MM-kuitu (WDM)	2002
IEEE 802.3af	PoE: Tehonsyöttö parikaapelia pitkin, 13 W/laite			2003
IEEE 802.3ah	EFM (Ethernet in the First Mile): Ethernet liityntäverkossa, P2P ja P2MP (EPON)			2004
	10PASS-TS	10 Mbit/s	Puhelinverkon kaapeli	
	2BASE-TL	2 Mbit/s	Puhelinverkon kaapeli	
	100BASE-LX10	100 Mbit/s	SM-kuitu	
	100BASE-BX10	100 Mbit/s	SM-kuitu	
	1000BASE-LX10	1000 Mbit/s	SM-kuitu	
	1000BASE-BX10	1000 Mbit/s	SM-kuitu	
1000BASE-PX10	1000 Mbit/s	SM-kuitu		
1000BASE-PX20	1000 Mbit/s	SM-kuitu		
IEEE 802.3an	10GBase-T	10 Gbit/s	Parikaapeli (cat 6A)	2006
IEEE 802.3aq	10GBase-LRM	10 Gbit/s	MM-kuitu (vanhat "FDDI-tasoiset" MM-kuidut)	2006
IEEE 802.3at	PoE Plus: Tehonsyöttö parikaapelia pitkin, 24 W/laite			2009
IEEE 802.3av	10G EPON	10/10 Gbit/s 10/1 Gbit/s 1/1 Gbit/s	SM-kuitu	2009
IEEE 802.3ba	40GBASE-CR4	40 Gbit/s	Parikaapeli	2010
	40GBASE-SR4	40 Gbit/s	4 x OM3/OM4-kuitua/suunta	
	40GBASE-LR4	40 Gbit/s	SM-kuitu + CWDM	
	100GBASE-CR10	100 Gbit/s	Parikaapeli	
	100GBASE-SR10	100 Gbit/s	10 x OM3/OM4-kuitua/suunta	
	100GBASE-LR4	100 Gbit/s	SM-kuitu + DWDM	
100GBASE-ER4	100 Gbit/s	SM-kuitu +DWDM		
IEEE 802.3bg	40GBASE-FR	40 Gbit/s	SM-kuitu, yksi aallonpituus	2011
IEEE 802.3bm	100GBASE-SR4	100 Gbit/s	4 x OM3/OM4-kuitua/suunta	2015
	40GBASE-ER4	40 Gbit/s	SM-kuitu +CWDM	
IEEE 802.3bq	25GBASE-T	25 Gbit/s	Parikaapeli (cat 8.1 ja 8.2)	2016
	40GBASE-T	40 Gbit/s		
IEEE 802.3by	25GBASE-T	25 Gbit/s	Monimuotokuitu (OM3/OM4)	2016

VALOKUITUVERKON HALLINTATYÖKALU

Käyttöohje

SISÄLLYS

1	YLEISTÄ	3
2	TYÖKALUN OMINAISUUDET	4
3	TIETOJEN MUUTTAMINEN JA LISÄYS	6
4	TIETOJEN VIENTI JA TUONTI	9
5	UUSIEN TIETOJEN KERÄYS	15

1 YLEISTÄ

Työkalu on toteutettu käyttäen Microsoft Access -ohjelmaa ja se soveltuu käytettäväksi Access 2013 -ohjelmalla ja sen uudemmilla versioilla.

Valokuituverkon hallintatyökalun avulla käyttäjä voi etsiä valokuituverkon kaapeleita, kytkentöjä ja niihin liittyviä huomioita. Työkalun avulla voidaan helposti dokumentoida nykyisen verkon kytkennät ja niihin tehtävät muutokset. Lisäksi työkalua voidaan käyttää apuna uusien kytkentöjen suunnittelussa.

Työkalun toiminnan kannalta on tärkeää, että tietokanta täytetään oikein. Uusia tietoja lisätessä jokaiselle riville tulee täyttää rakennus, kerros ja jakamon sekä tilan tunnuksat. Jos joltain riviltä puuttuu rakennuksen, kerroksen tai jakamon tunnus, ei ohjelma löydä kyseisen rivin sisältämiä tietoja halutulla tavalla. Ohjelma tulkitsee tyhjiksi soluiksi vain ne solut, jotka eivät sisällä yhtään merkkejä. Tyhjäksi tarkoitettun solun täytyy siis olla oikeasti tyhjä, välilyönnin sisältävä solu ei ole tyhjä, eikä työkalu tunnista sitä tyhjäksi.

2 TYÖKALUN OMINAISUUDET

Työkalun vasemmassa yläkulmassa olevien vetovalikoiden avulla käyttäjä voi valita alueen, jonka tietoja haluaa tarkastella. Valitsemalla Rakennus -vetovalikosta rakennuksen, ohjelma näyttää vain valitun rakennuksen kytkennät. Valitsemalla kerroksen, ohjelma näyttää vain valitun kerroksen kytkennät. Valitsemalla jakamon, käyttäjä voi tarkastella vain valitun jakamon kytkentöjä. Näiden lisäksi käyttäjä voi valita vielä mistä jakamosta tulevia kytkentöjä haluaa tarkastella tai yksittäisen liittimen jonka kytkentöjä tarkastella.

”Näytä valitun alueen:” -otsikon alla olevista painikkeista käyttäjä voi rajata ohjelman näyttämään vain valitun alueen kytkennät, kytkemättömät kuidut, muutokset, huomiot 1 tai huomiot 2. Vain yksi näistä lisä rajauksista kerrallaan on käytettävissä. Rajauksen voi poistaa painamalla painiketta ”Kumoa valinta”.

The screenshot shows the Tays software interface with various search filters and a data table. The filters include: VALITSE RAKENNUS: A, VALITSE KERROS: 00, JAKAMO: 76.A.00.R32, JAKAMO MISTÄ: 76.A.0.R1, TAI LIITIN: Tyhjennä, and SANAHAKU: HAE. The table below shows the results of the search.

TILO	JAKAMO	MISTÄ	HUOMIO 1	KAAP./TUNN.	JOHDIN	LIITIN	KYTKENTÄ	HUOMIO 2	MUUTOS
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	1	0101			
00.021/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	2	0102			
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	3	0103	PSHP	SW-3 gi 3/0/12	
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	4	0104	PSHP	SW-3 gi 3/0/12	
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	5	0105	PSHP	VSS	
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	6	0106	PSHP	VSS	
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	7	0107			
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	8	0108			
00.011/A	76.A.00.R32	76.A.0.R1		24*SM	9	0109	PSHP	SW-3	

Below the table, there are search filters for MISTÄ and MINNE, and a section for ETSI UUSI MAHDOLLINEN YHTEYS with filters for RAKENNUS, KERROS, and JAKAMO.

Sanahaku -toiminnon avulla käyttäjä voi etsiä tietokannasta tietokannan tietoja hakusana. Hakusana tulee kirjoittaa * -merkkien väliin, esimerkiksi hakusana *puret* etsii tietokannasta kaikki sanat jotka sisältävät merkkijonon "puret". Ilman * -merkkejä haku

näyttää vain hakusanan täsmälliset osumat. Sanahaun rajauksen voi poistaa painamalla painiketta ”Kumoa valinta”.

Työkalun alareunassa olevaan taulukkoon voi etsiä uusia mahdollisia kytkentöjä. Vetovalikoiden avulla valitaan jakamot joiden välille yhteys halutaan ja tämän jälkeen painetaan hae –painiketta. Työkalu etsii yhden mahdollisen reitin joko yhden tai kahden jakamon kautta. Työkalu näyttää vain yhden mahdollisen reitin valittujen jakamoiden välillä. Todellisuudessa mahdollisia reittejä voi olla useitakin.

Alla olevassa kuvassa on haluttu tietää, onko jakamon 76.Ba.00.R55 ja 76.C.1.R91 välillä mahdollinen yhteys. Haun tuloksena nähdään, että jakamoiden välillä voidaan luoda yhteys tekemällä ristikytkenät jakamoissa 76.Ba.10.R65 ja 76.Cb.00.R93. Jos haku ei palauta yhtään tuloksia, ei hakuehtoina olevien jakamoiden välillä ole mahdollista yhteyttä yhden, eikä kahden jakamon kautta. Kun työkalu on antanut mahdollisen kytkentäreitin, tulee vielä hakea kyseisten jakamoiden kytkemättömät liittimet ja tarkistaa ovatko jakamoiden väliset kuidut samaa kuitutyyppiä.

Työkalu ei siis suoraan kerro onko kyseisten jakamoiden välinen yhteys mahdollinen, vaan se kertoo, että näiden jakamoiden välillä on vapaita kytkemättömiä kuituja.

MISTÄ:		MINNE:	
<input type="text" value="76.Ba.00.R55"/>	<input type="text" value="76.Ba.10.R65"/>	<input type="text" value="76.Cb.00.R93"/>	<input type="text" value="76.C.1.R91"/>

ETSİ UUSI MAHDOLLINEN YHTEYS			
MISTÄ:		MINNE:	
RAKENNUS: <input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="C"/>	<input type="button" value="HAE"/>	
KERROS: <input type="text" value="00"/>	<input type="text" value="1"/>		
JAKAMO: <input type="text" value="76.Ba.00.R55"/>	<input type="text" value="76.C.1.R91"/>		

3 TIETOJEN MUUTTAMINEN JA LISÄYS

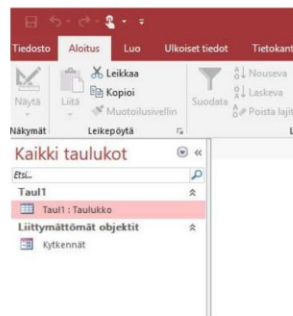
Olemassa olevien kytkentätietojen muuttaminen onnistuu suoraan työkalussa. Kytkentätietoja voidaan muuttaa hakemalla valittu kytkentä ja sen jälkeen valitsemalla haluttu sarakke, jonka jälkeen sarakkeen sisältämää tietoa voi lisätä, muuttaa tai poistaa. Tietokantaan tehdyt muutokset tallentuvat tietokantaan automaattisesti, eikä erillistä tallennusta vaadita.

Yksittäisen, tai korkeintaan muutaman uuden kytkennän lisääminen on helpoin tehdä suoraan Accesin tietokantaan. Uuden rivin lisäämiseksi tulee ensin sulkea avoinna oleva työkalu painamalla työkalun oikeassa yläkulmassa olevaa sulje -painiketta.



Kuva 2. Työkalun sulkeminen

Kun työkalu on suljettu, aukeaa Accesin vasempaan reunaan valintapalkki, jossa ovat objektit ”Taul1” ja ”Kytkenät”. Avataan Taul1 kaksoisklikkaamalla sitä.



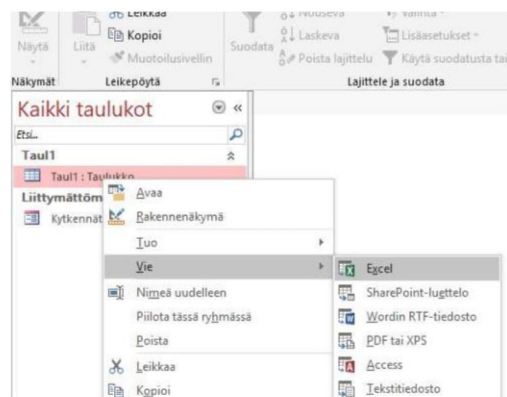
Usean kytkentätiedon, esimerkiksi uuden jakamon sisältämät tiedot ovat järkevintä tuoda työkaluun viemällä työkalun sisältämät tiedot Excel -tiedostoon, jonka jälkeen uuden jakamon sisältämät kytkentätiedot voidaan helposti kopioida Excel -taulukkoon.

Kun tarvittavat lisäykset on tehty Excel -tiedostoon, tallennetaan Excel tiedosto, jonka jälkeen Excel -tiedosto tuodaan Accessiin. Tietojen vienti ja tuonti on esitetty tarkemmin vaihe vaiheelta kappaleessa 4.

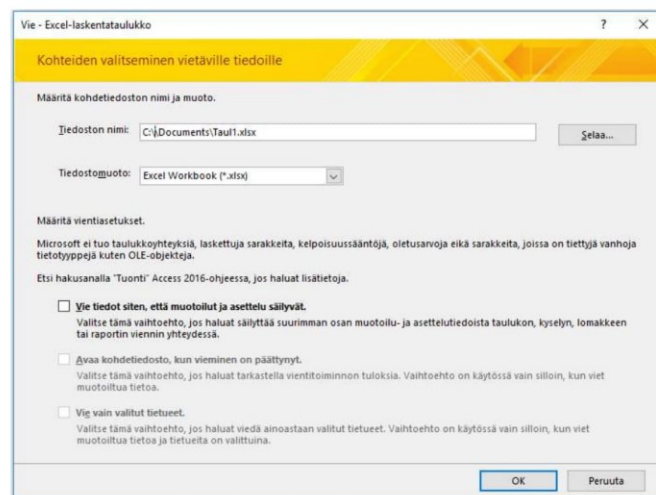
4 TIETOJEN VIENTI JA TUONTI

Accesin ja Excelin välillä voidaan siirtää tietoja käyttämällä tietojen vienti- ja tuontityökaluja.

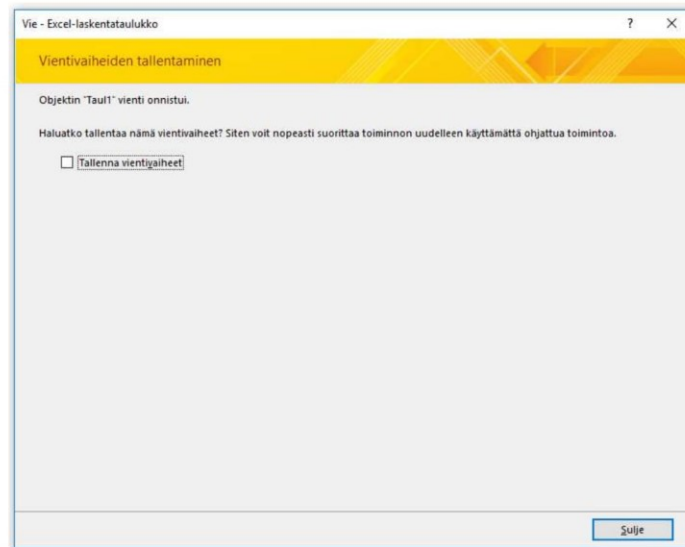
Tietojen vienti Excel-tiedostoon



1. Sulje työkalu ja klikkaa hiiren oikealla painikkeella taulukkoa Tauli ja valitse vie Excel.



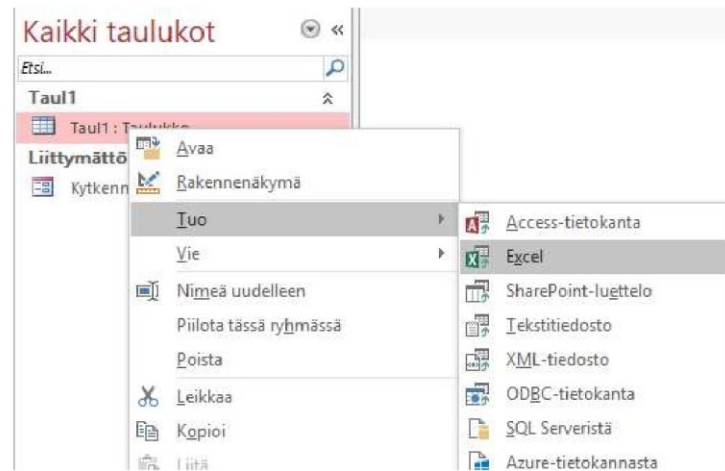
2. Valitse selaa painikkeella vietävälle tiedostolle tallennuspolku ja haluamasi nimi. Valitse tiedostomuodoksi Excel Workbook (*.xlsx). Tämän jälkeen paina OK. HUOM! Älä valitse ”vie tiedot siten, että muotoilut ja asettelu säilyvät”.



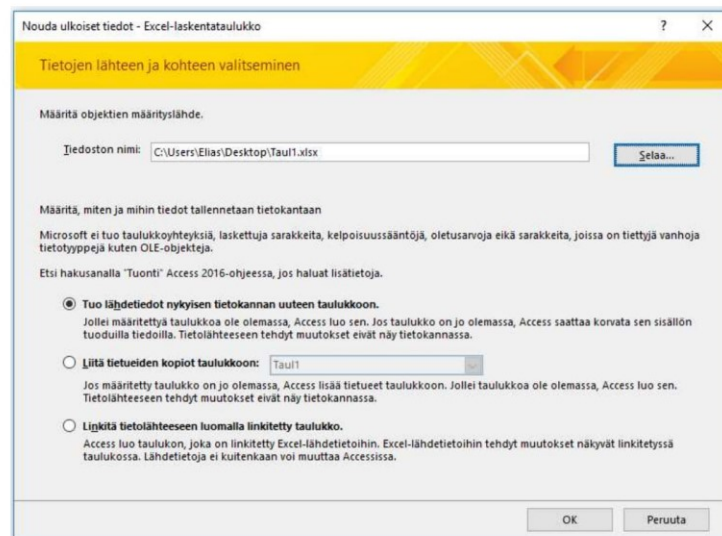
3. Vienti on valmis ja voit sulkea vientitoiminnon ja avata luodun Excel-tiedoston tietojen lisäämistä varten.

HUOM! Kun tietokanta on tuotu Excel-tiedostoon, ei tietokantaa voida tuoda uudelleen samaan tiedostoon, vaan seuraavalla tuontikerralla tietokanta pitää tuoda uuteen Excel-tiedostoon.

Tietojen tuonti Excel-tiedostosta



1. Sulje työkalu ja klikkaa hiiren oikealla painikkeella taulukkoa Taul1 ja valitse tuo Excel.



2. Valitse selaa -painikkeella Excel -tiedosto jonne lisäykset on tehty ja valitse ”Tuo lähdetiedot nykyisen tietokannan uuteen taulukkoon” ja paina OK.

Ohjattu laskentataulukon tuominen

Laskentataulukotiedosto sisältää useita taulukkoja tai alueita. Mitä taulukkoa tai aluetta haluat käyttää?

Näytä laskentataulukot
 Näytä nimetyt alueet

Taulu1

Laskentataulukon Taulu1 mallitiedot

	Rakennus	Kerros	UAKAMO	TIILA	HUOMIO1	MISTÄ	KAAP/TUNN	UOHD	LIITIN	KYTKENTÄ
1	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	1	0101	
2	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	2	0102	
3	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	3	0103	
4	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	4	0104	
5	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	5	0105	
6	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	6	0106	
7	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	7	0107	
8	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	8	0108	
9	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	9	0109	SONERA
10	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	10	0110	SONERA
11	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	11	0111	SONERA
12	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	12	0112	SONERA
13	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	13	0113	
14	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	13	0113	

Peruuta < Edellinen Seuraava > Valmis

3. Valitse "Näytä laskentataulukot" ja paina Seuraava.

Ohjattu laskentataulukon tuominen

Microsoft Access voi käyttää sarakkeiden otsikoita taulukon kenttien niminä. Sisältääkö ensimmäinen määritetty rivi sarakkeiden otsikot?

Ensimmäinen rivi sisältää sarakkeiden otsikot

	Rakennus	Kerros	UAKAMO	TIILA	HUOMIO1	MISTÄ	KAAP/TUNN	UOHD	LIITIN	KYTKENTÄ
1	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	1	0101	
2	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	2	0102	
3	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	3	0103	
4	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	4	0104	
5	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	5	0105	
6	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	6	0106	
7	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	7	0107	
8	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	8	0108	
9	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	9	0109	SONERA
10	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	10	0110	SONERA
11	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	11	0111	SONERA
12	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	12	0112	SONERA
13	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	13	0113	
14	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	14	0114	

Peruuta < Edellinen Seuraava > Valmis

4. Valitse "Ensimmäinen rivi sisältää sarakkeiden otsikot" ja paina Seuraava.

Ohjattu laskentataulukon tuominen

Voit määrittää tietoja jokaisesta tuotavasta kentästä. Valitse kentät alapuolella olevasta alueesta. Sen jälkeen voit muokata kenttätietoja Kenttäasetukset-alueessa.

Kenttäasetukset

Kentän nimi: JAKAMO Tietotyyppi: Lyhyt teksti

Indeksoitu: Alä tuo kenttää (Ohjita)

Kerros	JAKAMO	TILA	HUOMIO1	MISTÄ	KAAP/TUNN	JOHD	LIITIN	KYTKENTÄ	HUOMIO2
1	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	1	0101		
2	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	2	0102		
3	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	3	0103		
4	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	4	0104		
5	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	5	0105		
6	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	6	0106		
7	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	7	0107		
8	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	8	0108		
9	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	9	0109	SONERA	LC7700078
10	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	10	0110	SONERA	LC7700078
11	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	11	0111	SONERA	LC7700699
12	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	12	0112	SONERA	LC7700699
13	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	13	0113		
14	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	14	0114		

Peruuta < Edellinen Seuraava > Valmis

5. Tarkista, että kaikki sarakkeet ovat tuotu ja indeksoitu valinta on "ei" ja tietotyyppinä on lyhyt teksti. Jos kaikki ovat kuten oletuksena pitäisi olla, paina Seuraava.

Ohjattu laskentataulukon tuominen

Microsoft Access suosittelee, että määrittät uudelle taulukolle perusavaimen. Perusavaimen avulla voidaan yksilöidä taulukon kaikki tiedot, mikä nopeuttaa tietojen haun.

Lisää perusvain.

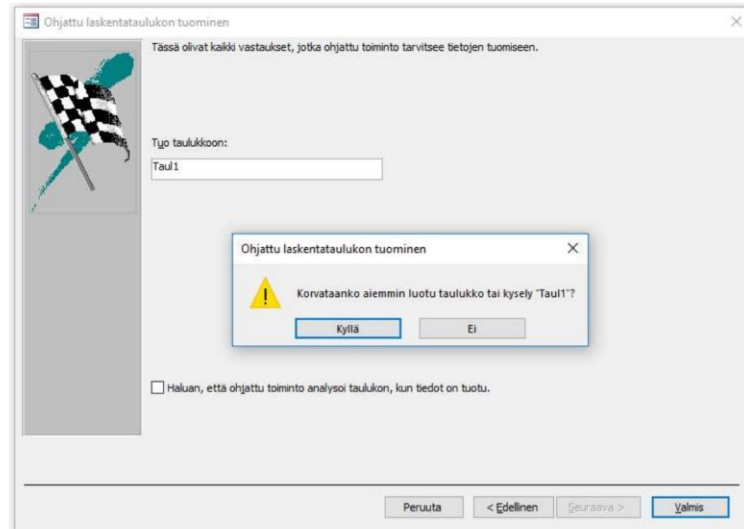
Valitse perusvain.

Ei perusavainta.

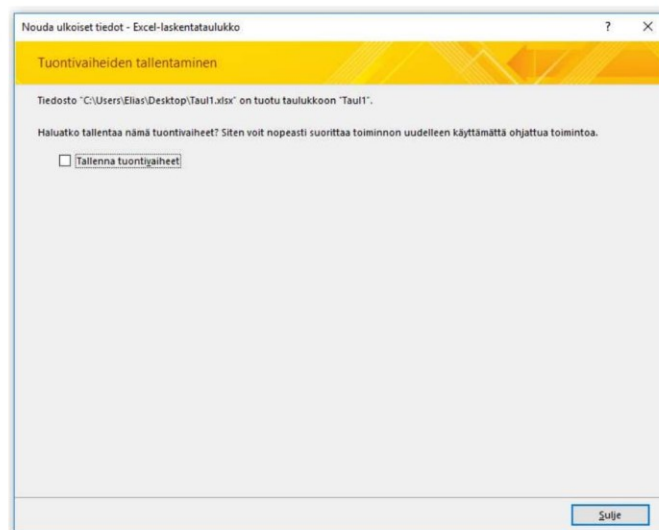
Rakennus	Kerros	JAKAMO	TILA	HUOMIO1	MISTÄ	KAAP/TUNN	JOHD	LIITIN	KYTKENTÄ
1	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	1	0101
2	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	2	0102
3	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	3	0103
4	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	4	0104
5	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	5	0105
6	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	6*SM	6	0106
7	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	7	0107
8	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	8	0108
9	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	9	0109
10	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	10	0110
11	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	11	0111
12	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	12	0112
13	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	13	0113
14	A	0	76.A.0.R83	0.129/A		76.A.00.R32	12*MM	14	0114

Peruuta < Edellinen Seuraava > Valmis

6. Valitse "Ei perusavainta" (oletuksena on "lisää perusvain") ja paina Seuraava.



7. Tuo Excel tiedosto taulukkoon Taul1 jolloin se korvaa vanhan taulukon tiedot. Paina Valmis. Ohjelma kysyy ”Korvataanko aiemmin luotu...”, paina tähän Kyllä.



8. Lopuksi ohjelma kysyy ”haluatko tallentaa tuontivaiheet”. Paina tähän Sulje. Tiedot ovat nyt tuotu Excel-tiedostosta ja työkalu on taas valmiina käytettäväksi.

5 UUSIEN TIETOJEN KERÄYS

Uusien jakamoiden kytkentätiedot kerätään jakamoittain Excel-taulukoihin, jonka jälkeen niiden sisältämät tiedot voidaan kopioida työkalun tietokantaan.

Alla olevassa kuvassa on esimerkki tietojen keräämisestä. Rakennus, kerros, jakamo ja tila -sarakeisiin kirjataan kyseisen jakamon tunnus sekä sijaintitiedot. Nämä tiedot tulee täyttää jokaiselle tietoa sisältävälle riville. Huomio1- ja Huomio2 -sarakeisiin kirjataan tarpeelliset huomiot, tai ne voidaan myös jättää tyhjiksi. Mistä-sarakeeseen kirjataan sen jakamon tunnus, jossa kyseisen kuitukaapelin toinen pää sijaitsee. Kaap/Tunn. -sarakeeseen kirjataan kuitukaapelin tyyppi, esimerkiksi 12*MM, 12*om3, 6*SM tai 6*OS2. Liitin -sarakeeseen kirjataan kyseisen paneelin liittimen tunnus. KytKentä -sarakeeseen kirjataan kyseisen liittimen kytkennän tiedot, jonka lisätiedot voi esittää Huomio2 -sarakeessa.

76.K.00.R29	00.23K		Muutos	Pvm.	Kuvaus/Suunn.		Hjv.					
Suunn.	Esimerkki			13.1.2019								
Pln.												
Hjv.												

RAKENNUS	KERROS	JAKAMO	TILA	HUOMIO 1	MISTÄ	KAAP/TUNN.	JOHD.	LIITIN	KYTKENTÄ	HUOMIO 2	MUUTOS
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R13	12*MM	1	2001			ST-LIITIN
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R13	12*MM	2	2002			ST-LIITIN
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R13	12*MM	3	2003			ST-LIITIN
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R13	12*MM	4	2004			ST-LIITIN
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R13	12*MM	5	2005			ST-LIITIN
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R13	12*MM	6	2006			ST-LIITIN
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R13	12*MM	7	2007			ST-LIITIN
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R13	12*MM	8	2008	SONERA	LC7700124	ST-LIITIN
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R13	12*MM	9	2009	SONERA	LC7700124	ST-LIITIN
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R13	12*MM	10	2010			ST-LIITIN
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R13	12*MM	11	2011			ST-LIITIN
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R13	12*MM	12	2012			ST-LIITIN
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	6*SM	1	2201			
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	6*SM	2	2202			
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	6*SM	3	2203			
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	6*SM	4	2204			
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	6*SM	5	2205			
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	6*SM	6	2206			
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	12*MM	7	2207	SONERA	LC7700124	
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	12*MM	8	2208	SONERA	LC7700124	
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	12*MM	9	2209	SONERA	LC7700037	
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	12*MM	10	2210	SONERA	LC7700037	
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	12*MM	11	2211			
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	12*MM	12	2212			
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	12*MM	13	2213			
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	12*MM	14	2214			
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	12*MM	15	2215			
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	12*MM	16	2216			
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	12*MM	17	2217			
K	00	76.K.00.R29	00.23K	A	76.K.2.R69	12*MM	18	2218			