



Kaapelityökalun määrittely

Ella Tulivirta

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2022

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus
Automaatiotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus
Automaatiotekniikka

TULIVIRTA, ELLA:
Kaapelityökalun määrittely

Opinnäytetyö 42 sivua
Toukokuu 2022

Opinnäytetyön lähtökohtana oli yhteistyössä Valmet Automation Oy:n kanssa uudistaa Valmetin järjestelmäsuunnittelussa käytettävää sovellusta suunnittelemalla siihen uusi kaapelityökalu. Aihe valittiin parantamaan kaapelituotteiden ylläpitoa Valmetilla sekä helpottamaan suunnittelu- ja tilaustyötä, sillä kaapelit halutaan merkitä järjestelmäkaaviossa nykyään entistä tarkemmin. Työkalulla saataisiin seulottua ominaisuuksien perusteella halutun kaapelin tuotekoodi suoraan järjestelmäkaavion kaapeleiden tietoihin.

Tavoitteena oli luoda työkalulle määrittelyt ja toimintakuvaukset eri toiminnoille. Työkalun suunnitteluun kuului tuotteiden rajaus ja listaus, joiden kannalta oli olennaista perehtyä Valmetin automaatiojärjestelmään ja sen suunnitteluun. Tuotelistauksen tuli vastata järjestelmäkaaviossa tyypillisimminkin käytettäviä kaapelituotteita. Tarkoituksena oli myös suunnitella työkalulle käyttöliittymä, mikä edellytti tietämystä sovellusalustasta ja datakaapeleista.

Tuloksena saatiin kerättyä kaapelityökalun käyttöön kattava taulukko Valmetin kaapelituotteita, joita järjestelmäkaaviossa tyypillisesti käytetään. Kaapeleiden ominaisuudet jaettiin taulukon eri sarakkeisiin, joita voidaan käyttää työkalun hakuehtoina. Työkalulle suunniteltiin helppokäyttöinen käyttöliittymä ja sen tärkeimmät toiminnot. Kaapelityökalun määrittelyistä luotiin Valmet Automationin käyttöön luottamuksellinen dokumentti, jonka sisältöä ei esitellä kokonaisuudessaan tässä opinnäytetyössä. Myös lopullinen listaus Valmetin kaapelituotteista on salassa pidettävää aineistoa. Kaapelityökalun suunnittelussa huomioitiin vaikutukset muihin sovelluksen työkaluihin ja pohdittiin mahdollisuuksia työkalun ylläpitoon sekä jatkokehitykseen lisäominaisuuksien myötä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering
Automation Engineering

TULIVIRTA, ELLA:
Cable Tool Definitions

Bachelor's thesis 42 pages
May 2022

The starting point of the thesis was to renew the application used in Valmet's system designing by designing a new cable tool in cooperation with Valmet Automation Oy. The topic was chosen to improve the maintenance of cable products at Valmet and to make the design and ordering process easier, as it is desired to mark the cables in system layouts in more detail. The tool would be able to add the product code of the desired cable based on its features directly into the cable data in the system layout.

The goal was to create definitions for the tool and descriptions for various functions. The designing of the tool included defining and listing of cable products, for which it was essential to become familiar with Valmet's automation system and its design. The product listing had to correspond to the cables most typically used in a system layout. The intention was also to design a user interface for the tool, which required knowledge of the application and data cables.

The result was a comprehensive table of Valmet's cable products that are typically used in the system layout. The features of the cables were divided into different columns that can be used as search criteria for the tool. An easy-to-use interface and its main functions were designed. A confidential document was created for Valmet Automation about the definitions and its content is not presented in its entirety in this thesis. The final listing of Valmet's cable products is also confidential. The designing of the cable tool considered the effects on other application tools and the possibilities for further development with additional features and maintenance of the tool.

Key words: cable tool, system designing, user interface

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	VALMET AUTOMATION OY	8
3	VALMET DNA.....	9
	3.1 Verkkorakenne.....	9
	3.2 Järjestelmän solmut.....	11
4	JÄRJESTELMÄSUUNNITTELU	12
	4.1 Järjestelmäsuunnittelu osana projektia	13
	4.2 Suunnittelutyökalut.....	14
	4.3 Tuotehallintakirjastot	16
5	DATAKAAPELIT	18
	5.1 Valokuitu	18
	5.1.1 Yksimuotokuitu	21
	5.1.2 Monimuotokuitu	22
	5.2 Ethernet	23
	5.2.1 Kaapeliluokat.....	24
	5.2.2 Suojaus	25
	5.3 PROFINET.....	26
	5.4 PROFIBUS.....	28
6	KAAPELITYÖKALUN SUUNNITTELU.....	30
	6.1 Kaapelituotteet	31
	6.2 Käyttöliittymä.....	33
	6.3 Tietokenttä	34
	6.4 Kaapelilista-työkalu	35
	6.5 Lisäominaisuudet	37
	6.6 Ylläpito	38
7	POHDINTA	40
	LÄHTEET.....	41

LYHENTEET JA TERMIT

ALS	Alarm Server, hälytyspalvelin
BU	Backup Server, varmennuspalvelin
CAT	Category, kategoria, luokka
Crossover-kaapeli	Liitäntäkaapeli, jota käytetään kahden samanlaisen laitteen yhdistämiseen
DP	Decentralized Peripherals, hajautetut oheislaitteet
Duplex	Tietoliikenteen käsite, jolla tarkoitetaan yhteyden tai järjestelmän kaksisuuntaisuutta
EAC	Engineering Activity Client, suunnittelutyöasema
EAS	Engineering Activity Server, suunnittelupalvelin
Fast Ethernet	Ethernet-standardin versio, joka mahdollistaa yli 100 Mbit/s tiedonsiirron lähiverkoissa
FAT	Factory Acceptance Test, tehdaskoestus
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, kansainvälinen tekniikan alan järjestö
I/O	Input/Output, kenttälaitteiden tulo- ja lähtösignaalit
IP	Internet Protocol, Internet-protokolla, joka säätelee verkossa lähetettyjen tietojen muotoa
ISA-95	International Society of Automation, kansainvälinen standardi automatisoidun rajapinnan kehittämiseksi yrityksen ja ohjausjärjestelmien välille
Laser	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, optinen laite, jonka valonsäteet etenevät samaan suuntaan
LED	Light Emitting Diode, laite, joka päästää sähköä vain yhteen suuntaan ja tuottaa valoa kun sen läpi johdetaan sähkövirta
LIS	Logic Interface Server, liityntäpalvelin
Network Designer	Valmet DNA -suunnittelussa käytettävä Microsoft Vision päälle rakennettu lisäosa
OPS	Operator Server, operointipalvelin
PA	Process Automation, prosessiautomaatio

Patch-kaapeli	Liitäntäkaapeli, jota käytetään kahden erilaisen laitteen yhdistämiseen
PCS	Process Control Server, prosessinohjauspalvelin
PDM	Product Data Management, tuotetiedon hallinta
PROFIBUS	Process Field Bus, standardoitu, avoin, digitaalinen viestintäjärjestelmä tuotannon ja prosessiautomaation kaikille sovellusalueille
PROFINET	Process Field Net, avoin teollinen Ethernet-ratkaisu, joka perustuu kansainvälisiin standardeihin
RJ45	Registered Jack 45, standardoitu liitin Ethernet-verkossa
Simplex	Tietoliikenteen käsite, jolla tarkoitetaan yhteyden tai järjestelmän yksisuuntaisuutta
STP	Shielded Twisted Pair, suojattu parikaapeli
UTP	Unshielded Twisted Pair, suojaamaton parikaapeli
VA	Valmet Automation Oy
Valmet DNA	Valmet Dynamic Network of Applications, Valmetin kehittämä hajautettu automaatiojärjestelmä

1 JOHDANTO

Valmet DNA on Valmet Automation Oy:n hajautettu automaatiojärjestelmä, jota käytetään muun muassa sellu-, paperi- ja energiateollisuudessa erilaisissa tuotantolaitoksissa. DNA-järjestelmäsuunnittelu pitää sisällään järjestelmien, verkkojen sekä automaatiokaappien suunnittelun ja määrittelyn. Järjestelmäsuunnittelussa käytetään erilaisten kaavioiden tekemiseen pääosin Microsoft Visio -suunnitteluohjelmistoa.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli määrittellä Vision lisäosaan, Network Designeriin, kaapelityökalu. Aihe on valittu parantamaan kaapelituotteiden ylläpitoa Valmetilla sekä helpottamaan suunnittelu- ja tilaustyötä, sillä kaapelit halutaan merkitä järjestelmäkaaviossa nykyään entistä tarkemmin. Uudella työkalulla voisi suodattaa ominaisuuksien perusteella datakaapeleiden tuotekoodeja suoraan kaavioon kaapeleiden symbolien tietokenttiin.

Kaapelityökalun suunnittelun kannalta oli oleellista tutustua erilaisiin datakaapelityyppeihin ja niiden ominaisuuksiin. Työssä perehdyttiin myös Valmet DNA-järjestelmään, sen laitteisto- ja verkkopuolen suunnitteluun, järjestelmäsuunnittelun osuuteen projektitoimituksessa, sekä suunnittelussa käytettäviin ohjelmistoihin.

Tavoitteena oli luoda kattava ominaisuuksien mukaan jaoteltu listaus Valmetin tuotteistetuista datakaapeleista, toimivat määrittelyt työkalun toiminnalle, sekä suunnitella sille selkeä helppokäyttöinen käyttöliittymä. Tärkeää oli myös pohtia työkalun ylläpidon haasteita ja jatkokehitysmahdollisuuksia.

2 VALMET AUTOMATION OY

Valmet on kansainvälisesti johtava prosessiteknologian, automaattioratkaisujen ja palveluiden toimittaja ja kehittäjä sellu-, paperi- ja energiateollisuudelle. Valmetilla on 17 000 ammattilaista työskentelemässä tiiviissä yhteistyössä asiakkaidensa kanssa. Yrityksellä on yli 220 vuoden teollinen historia ja vahva näyttö jatkuvasta parantamisesta ja uudistumisesta. (Valmet 2022a)

Valmetin palvelu- ja tuotetarjonta koostuu tuottavuuden tehostamispalveluista, tehtaiden uudistuksista sekä uusista kustannustehokkaista teknologioista ja ratkaisuista energian ja raaka-ainekäytön optimoimiseksi ja asiakkaiden lopputuotteiden arvon nostamiseksi. Valmet täydentää ydinliiketoimintaansa soveltamalla palvelu- ja teknologiaosaamistaan biopohjaisia raaka-aineita hyödyntävillä teollisuudenaloilla sekä erityisesti energiasektorilla. (Valmet 2022b)

Vuonna 2022 yritys saavutti merkittävän virstanpylvään, kun virtauksensäätyhtiö Neles sulautui Valmetiin. Yhdistyneen yhtiön kokonaisliikevaihto vuonna 2021 oli noin 4,5 miljardia euroa. (Valmet 2022a)

Valmet Automation Oy (VA) on Valmetin tytäryhtiö, jonka asiakkaat edustavat pääasiassa sellu-, paperi- ja energiateollisuutta. Kaikki nämä ovat globaaleja, suuria teollisuudenaloja, jotka tarjoavat tulevaisuuden kasvumahdollisuuksia. VA:n päätoimipiste sijaitsee Tampereen Lentokentänkadulla, jossa toimii energia, sellu ja paperi sekä automaation palvelut. (Valmet Automation 2021.)

3 VALMET DNA

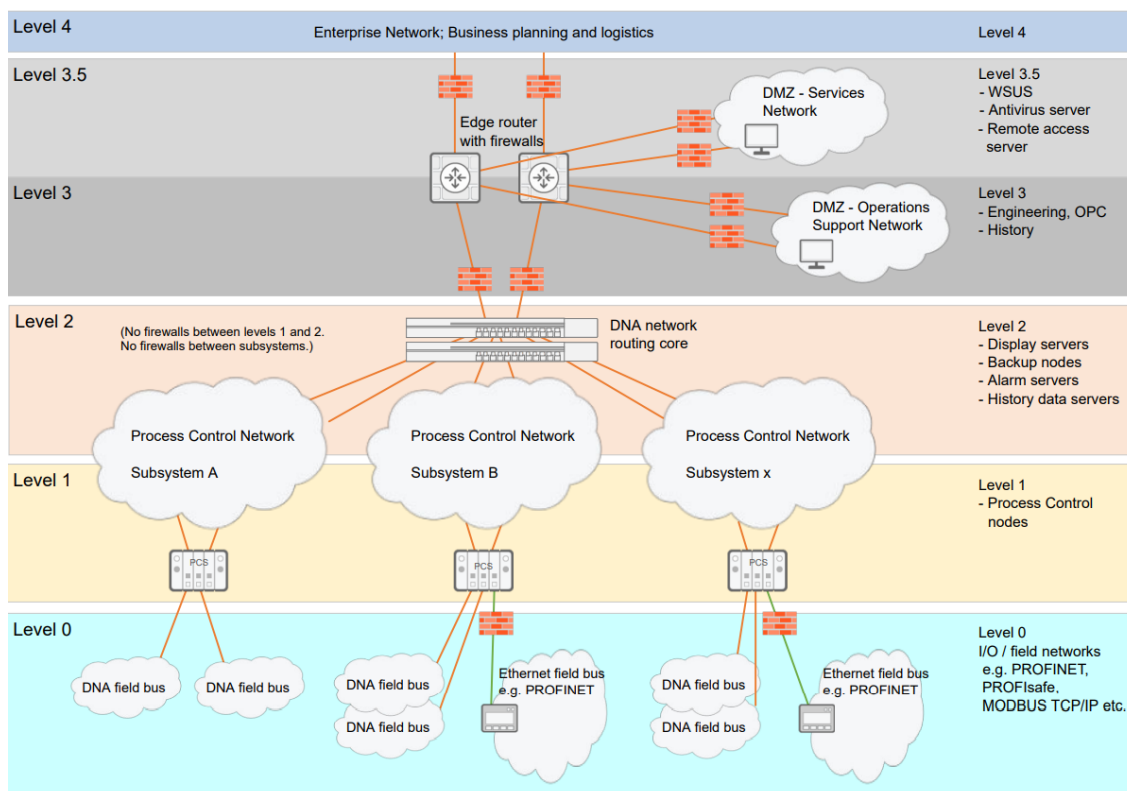
Valmet DNA on Valmet Automationin hajautettu automaatiojärjestelmä. DNA:ta voidaan soveltaa prosessiohjauksiin, koneohjauksiin, käyttöohjauksiin ja laadunvalvontaan. Tiedonhallinta on integroitu osa alustaa kenttälaitteiden kunnonvalvonnan ohella. Yksi järjestelmäarkkitehtuuri säästää sekä kustannuksia että vaivaa ja varmistaa samalla avoimen kasvun tulevia haasteita varten. Valmet DNA on skaalattavissa pienistä järjestelmistä suuriin tehdas- ja laitoslaajuisiin järjestelmiin. (Valmet 2022c)

Valmet DNA -automaatiojärjestelmän historia ulottuu 1970-luvulle, jolloin Valmet kehitti Damaticin, joka oli yksi ensimmäisistä digitaalisista automaatiojärjestelmistä maailmassa. Sen jälkeen järjestelmä on usean nimenmuutoksen kautta kehittynyt Valmet DNA:ksi, joka on edelleen yhteensopiva aikaisempien versioiden kanssa. Valmet DNA:n nimi tulee englannin kielen sanoista ”Dynamic Network of Applications”, joka tarkoittaa suomeksi dynaamista sovellusverkkoa. (Valmet 2022c)

Nimipohjainen tiedonsiirtoprotokolla varmistaa joustavat, osoitteesta riippumattomat rajapinnat sovellusten välillä. Nimipohjaisen viestinnän etu johtaa myös käyttäjäystävälliseen sovellussuunnitteluun. Myös prosessiohjausympäristön ja tiedonhallintaympäristön välinen viestintä perustuu samaan nimipohjaiseen protokollaan, mikä mahdollistaa saumattoman linkin näiden alueiden välillä. (Valmet 2022c)

3.1 Verkkorakenne

Valmet DNA:n prosessi- ja valvomoverkko on IEEE 802.3 -standardin mukainen Ethernet-verkko, johon Valmet DNA -solmut ovat yhteydessä. Solmujen väliset yhteydet on tyypillisesti kahdennettu. Prosessiverkko perustuu 100 Mbit/s tiedonsiirtoon, ja erikoistapauksissa voidaan saavuttaa jopa suurempia nopeuksia. Verkko noudattaa ISA-95-standardin mukaista rakennetta (kuva 1). (Valmet Automation Oy 2020)



KUVA 1. Valmet DNA:n ISA-95-standardin mukainen rakennekuvaus (Valmet Automation Oy 2020)

Valmet DNA -verkkorakenteeseen suositellaan rengastopologiaa, mutta myös tähtitopologia on mahdollinen. Molemmat topologiat tarjoavat vankan ja kahdennetun verkkorakenteen sekä nopean siirtymisen varayhteyksiin. Jos pääyhteys epäonnistuu, varayhteys ottaa automaattisesti vallan, ja syntyy hälytys. Hälytyksiä synnyttää myös verkkovika, kuten mikä tahansa muu Valmet DNA -komponenttivika. Verkkoarkkitehtuuri itsessään tarjoaa helpon tavan laajentaa verkkoa pienestä järjestelmästä tehtaan laajuiseksi ratkaisuksi. Aliverkot on myös helppo yhdistää toisiinsa. (Valmet 2022c)

Valmet DNA -verkko on jaettu eri toimintojen perusteella tasoihin ja se sisältää kahdennetun palomuurin sekä erotuksen muista verkoista käyttäen palomuurin tietoturvasegmenttejä. Näin varmistetaan, että mahdolliset ongelmat toimistoverkossa eivät vaikuta valvomoväylään ja päinvastoin. (Valmet Automation Oy 2020)

3.2 Järjestelmän solmut

Prosessinohjauspalvelin (PCS) vastaa prosessin ohjauksesta. Siihen voidaan liittää erilaisia kenttäväyliä, kuten PROFIBUS, PROFINET, I/O-ohjaimien tietoja ja turvallisuusjärjestelmiä. Varmennuspalvelimelle (BU) ladataan kaikki järjestelmän sovellusmuutokset. Järjestelmän palvelimet noutavat varmennuspalvelimelta kaikki sovellukset ja tiedot, joita ne tarvitsevat. Järjestelmään on mahdollista lisätä myös liityntäpalvelin (LIS), jos toinen järjestelmä tarvitsee yhteyden DNA:han. (Valmet Automation Oy 2015)

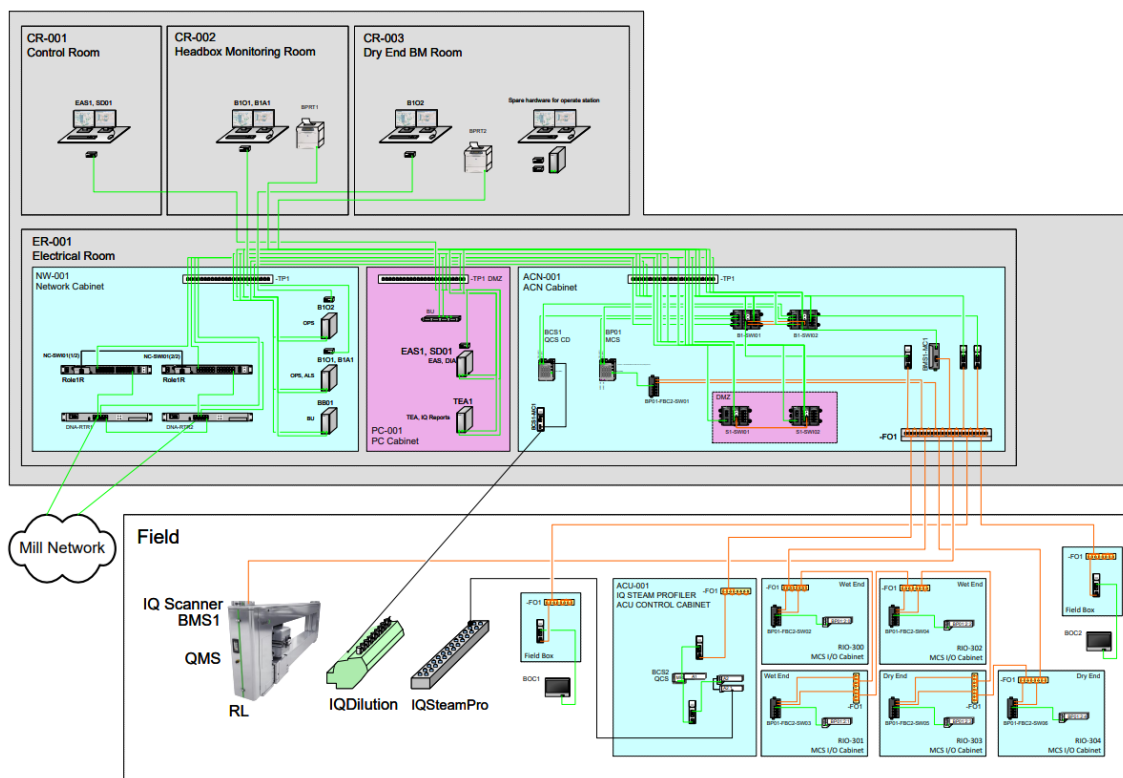
Operointipalvelimen (OPS) kautta operaattori saa tietoa prosessista ja voi ohjata sitä. Hälytyspalvelin (ALS) kerää ja ylläpitää prosessin hälytystietoja ja lähettää hälytyksiä käyttäjille operointipalvelimen kautta. Historiapalvelimen (Info Server) tehtävänä on tallentaa prosessi-, operointi- ja hälytystiedot muistiin, jotta prosessin tilaa ja järjestelmän toimintaa pystytään tarkistamaan jälkikäteen. (Valmet Automation Oy 2015)

Suunnittelua varten järjestelmässä on suunnittelupalvelin (EAS) ja tarvittaessa siihen lisättäviä suunnittelutyöasemia (EAC). Suunnittelutyöasemilla voidaan tehdä muutoksia automaatio-sovellukseen, ladata niitä järjestelmään ja käyttää sovelluksia diagnostiikkaan sekä kenttälaitteiden kunnonvalvontaan. (Valmet Automation Oy 2015)

4 JÄRJESTELMÄSUUNNITTELU

Valmet DNA -järjestelmäsuunnittelijan tärkeimpinä tehtävinä on DNA-järjestelmien, verkkojen ja automaatiokaappien suunnittelu ja määrittely. Muita tehtäviä voivat olla myös suunnittelutyökalujen kehitys, tukeminen projektin testi- ja käyttöönottovaiheessa sekä asennusvalvojana toimiminen asiakkaan työmaalla. (Valmet 2022d)

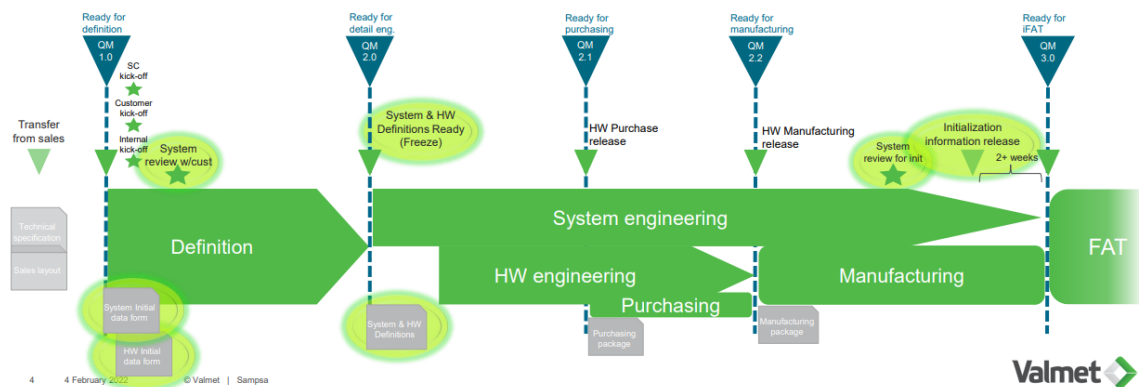
Olellaisin järjestelmäsuunnittelun tuotos on järjestelmäkaavio (kuva 2), joka on havainnollistava yleiskuva järjestelmäverkosta ja sen laitteistosta. Kaaviosta selviää muun muassa verkkoon yhdistetyt laitteet, niiden tunnuksukset ja sijainnit, kytkennät ja niiden kaapelityypit, IP-osoitteet sekä muuta tärkeää tietoa järjestelmän kannalta. Järjestelmäkaavion perusteella tilataan, konfiguroidaan ja kytketään laitteita, kaapeleita ja muita osia. (Valmet 2022d)



KUVA 2. Esimerkki Valmet DNA -järjestelmäkaaviosta

4.1 Järjestelmäsuunnittelu osana projektia

Projektitoimitus alkaa myyntivaiheesta ja päättyy hyväksytyyn käyttöönottoon ja loppudokumentointiin, jolloin projektin vastuu siirretään paikalliselle palveluyksikölle. Kuvassa 3 on eroteltuna järjestelmäsuunnittelijan osuus projektitoimituksessa.



KUVA 3. Järjestelmäsuunnittelun pääosuus automaatioprojektissa (Valmet 2022d)

Järjestelmäsuunnittelijan tehtävät projektissa saattavat alkaa tarpeen vaatiessa jo myyntivaiheessa avustamalla myyntihenkilöstöä laitteistotarpeissa ja niiden valinnoissa. Pääasiassa kuitenkin työ aloitetaan sisäisellä projektipalaverilla määrittelyvaiheessa (definition), jolloin usein laaditaan jo myynnin pohjalta alustava järjestelmäkaavio laitteistosta ja verkon rakenteesta, sekä mahdollisesti tilataan jo kiireellisimmät tuotteet. Laite- ja ohjelmistomäärittelyt (System & HW definitions) tehdään pääsuunnittelijan toimesta ja ne hyväksytään asiakkaalla. (Valmet 2022d)

Suunnitteluvaiheessa käytetään määrittelyvaiheen hyväksytyjä lähtötietoja ja työstetään yksityiskohtia. Järjestelmäkaavion pohjalta aloitetaan automaatiokaappien suunnittelu. Suunnitteluvaiheessa kommunikointi projektitiimin sisällä on hyvin keskeistä, sillä järjestelmä koostuu eri suunnittelijoiden osa-alueiden laitteistotarpeista. Kaappien suunnittelukuvat vapautetaan ostoon (Purchase release) sekä valmistukseen (Manufacturing release) yhdessä pääsuunnittelijan ja logistiikkakoordinaattorin kanssa. (Valmet 2022d)

Valmistusvaiheessa käytetään lähtötietoina yksityiskohtaisia suunnittelun dokumentteja ja luodaan integroitu järjestelmä FAT-testausta (Factory Acceptance Test) varten. Tehdastesteillä varmistetaan järjestelmän toiminta vaatimusten mukaisesti sekä valmius toimitettavaksi asiakkaalle. Tässä vaiheessa järjestelmäsuunnittelija voi olla mukana tukemassa järjestelmän kokoamista. Ensin suoritetaan sisäiset tehdastestaukset, joiden jälkeen asiakas voi liittyä mukaan testaukseen. (Valmet 2022d)

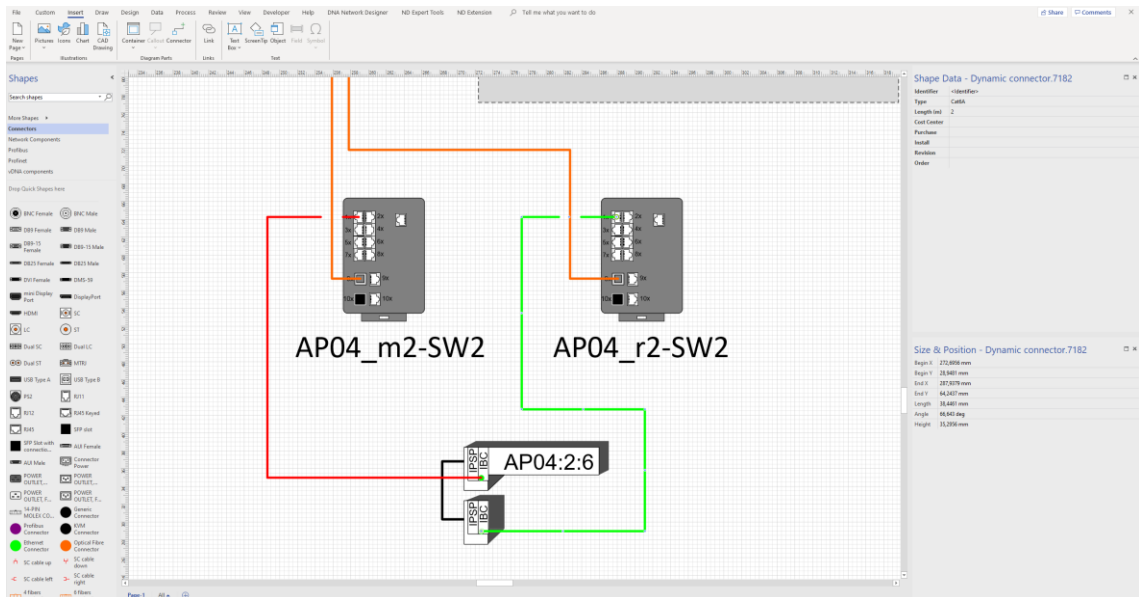
Asiakkaan luona suoritetaan järjestelmän asennus, ylösajo ja käyttöönototestit, jolloin järjestelmäsuunnittelija voi toimia paikalla esimerkiksi asennusvalvojana. Hyväksytyin asennuksen, testauksen ja käyttöönoton jälkeen voidaan siirtyä projektin päätökseen. Päätösvaiheessa projektin lopullinen dokumentaatio toimitetaan asiakkaalle. Näissä dokumenteissa on kuvattu järjestelmäsuunnittelun osalta verkon rakenne ja laitteisto sekä automaatiokaappien sisältö ja sijainti niin, kuin ne todellisuudessa ovat kohteessa. (Valmet 2022d)

4.2 Suunnittelutyökalut

Valmet DNA -järjestelmäsuunnittelussa käytetään pääosin Microsoft Visio -ohjelmistoa erilaisten kaavioiden tekemiseen. Ohjelmalla luodaan muun muassa järjestelmäkaavioita, verkkotopologiakuvia, kytkentäkuvia sekä tarkkoja koontakuvia automaatiokaappien sisällöstä.

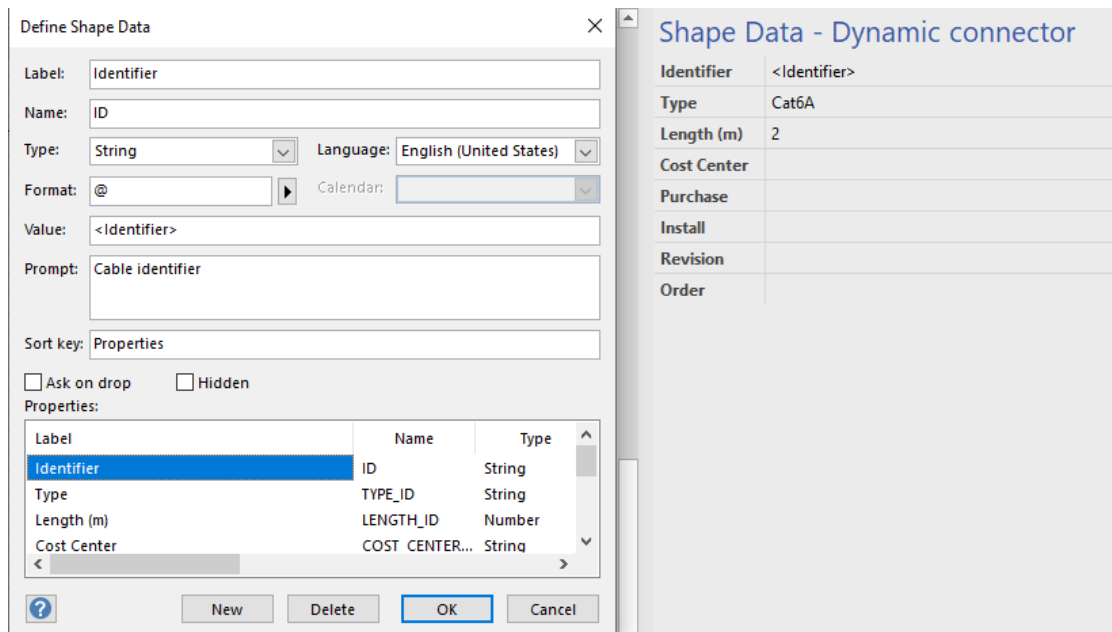
Network Designer on Microsoft Vision päälle rakennettu lisäosa, jolla hyödynnetään Vision monipuolisia suunnitteluominaisuuksia. Network Designer on dokumentointi- ja suunnittelutyökalu Valmet DNA:n järjestelmä- ja koontasuunnitteluun. Se sisältää Vision ominaisuuksien lisäksi runsaasti suunnittelua tehostavia ominaisuuksia ja toimintoja sekä Valmet DNA -tuotteiden symbolit. (Valmet Automation Oy 2021)

Kuvassa 4 nähdään Visio käyttöliittymä. Ohjelmiston työkalut sijaitsevat kuvan yläreunassa. Keskellä on piirustusalue, joka esimerkkikuvassa sisältää muun muassa kytkimien ja kaapelien symboleita. Valmet DNA -symboleita raahataan alueelle käyttöliittymän vasemmasta reunasta, missä ne ovat jaoteltuna eri paletteihin. Kuvan oikeassa reunassa näkyy valitun symbolin koko- ja sijaintitiedot sekä shape data.



KUVA 4. Microsoft Visio -käyttöliittymä

Visiossa symbolit voivat sisältää tietoa, jota kutsutaan shape dataksi. Symbolien tietokenttiin voidaan lisätä yksityiskohtia esimerkiksi prosessin vaiheista tai laitteista täyttämättä itse kaaviota tekstillä (Microsoft 2022). Kuvassa 5 on esimerkki kaapelin symboliin luodusta shape datasta ja sen määrittelyistä. Kaapeleita piirretään Visiossa työkalulla, joka antaa symbolille oletuksena kuvan mukaiset tietokentät. Tietokenttiin on mahdollista täsmentää muun muassa kaapelin tunnus, tyyppi ja pituus. "Label" on tietokentän käyttäjälle näkyvä nimi, kun taas "Name" on kentän muuttujan nimitys, jota sovellus käyttää.



KUVA 5. Kaapelisymbolin tietokenttiä

Visio-dokumentit tallennetaan vsd- tai vsdx-tiedostoina levyille tai tiedonhallintaohjelmistoon. Network Designer -dokumentit voi myös tallentaa Valmet DNA:n suunnittelupalvelimelle, jossa on yleensä Visio asennettuna. (Valmet Automation Oy 2021)

4.3 Tuotehallintakirjastot

Tuotetiedon hallinnalla (PDM) tarkoitetaan ohjelmistoympäristöä, jolla hallitaan keskitetysti yrityksen tuotteisiin liittyvää tietoa ja tiedostoja. PDM on osa tuotteen elinkaaren hallintaa. Tiedonhallintaan sisältyy muun muassa asiakirjoja, piirustuksia, kaupallisia tuotteita, teknisiä kuvauksia, laskelmia ja muutoksenhallintaa. (Haque, M. 2022)

Roima Intelligencen ohjelmisto Aton on Suomen suosituin tuotetiedon hallintajärjestelmä, ja se kattaa tuotetiedon elinkaaren kaikki vaiheet. Käyttöliittymä sisältää kaikki olennaiset työvälineet nimikkeiden, nimikerakenteiden, dokumenttien ja komponenttien tuotemuutosten hallintaan. (Modultek Oy 2015)

Kuvassa 6 vasemmalla sijaitsevien työtilojen ja kansioden kautta voidaan hallita tuotetarjoumaa, rakenteita, projekteja tai jakaa järjestelmään tallennettua tietoa kohdennetusti halutulle ryhmälle. Keskellä nähdään kansion tuotteita, joita on mahdollista avata erillisiin välilehtiin. Kuvan alareunassa näkyy muun muassa liitetyt yhteydet muihin tuotteisiin. Hakukenttä sijaitsee käyttöliittymän oikeassa yläreunassa. Hakutyökalujen avulla tieto löydetään nopeasti, ja sitä voidaan ryhmitellä tai suodattaa. (Modultek Oy 2015)

The screenshot displays the Aton PDM software interface. The main window shows a product structure tree on the left, a central table of items, and a detailed view of a selected item at the bottom. The table lists various components of a conveyor system, including a motor, shaft, flange, conveyor, cylinder, rod, bumper, and pin. The detailed view shows the relationships and attributes of the selected electric motor.

Part no	Code	Desc 1	Version	PCs	Qty	Magnituc	Desc 2	Desc 3	Status	Group
00451		CONVEYOR	0	1		Pieces	PIVOTING FRAME		Ready	Engineer
1	00452	PIVOT SHAFT	0	2		Pieces			Ready	Axles,Sha
2	00453	FLANGE	0	2		Pieces	3BOLT FLANGE1		Ready	Screws, V
3	00454	PIVOT CONVEYOR	0	1		Pieces			Ready	Engineer
4	00458	PIVOT CONVEYOR	0	1		Pieces	FRAME		Ready	Engineer
5	00459	PIVOT CYLINDER	0	2		Pieces			Ready	Hydraulic
6	00460	ROD	0	2		Pieces	ROD CLEVIS		Ready	Hydraulic
7	00461	PIVOT CYLINDER	0	2		Pieces	PIVOT CYL ROD		Ready	Hydraulic
8	00462	PIVOT BUMPER	0	2		Pieces			Ready	Hydraulic
9	00463	PIN	0	2		Pieces	PIN_75X3.0		Ready	Screws, V
10	MP005462	ELECTRIC MOTOR	0	1		Pieces	5.5KW SEV-MS2 1325-B3	SEVA-TEC GMBH	Ready for...	Electrical

The detailed view at the bottom shows the selected item structure: "10, MP005462, 0 - 'ELECTRIC MOTOR, 5.5KW SEV-MS2 1325-B3, SEVA-TEC GMBH'". It includes a 'WHERE USED' section with a table:

Description	Desc 1	Desc 2	Desc 3
00451, 0, CONVEYOR, PIVOTING FRAME	0	CONVEYOR	PIVOTING FRAME

KUVA 6. Aton PDM-ohjelmiston käyttöliittymä (Modultek Oy 2015)

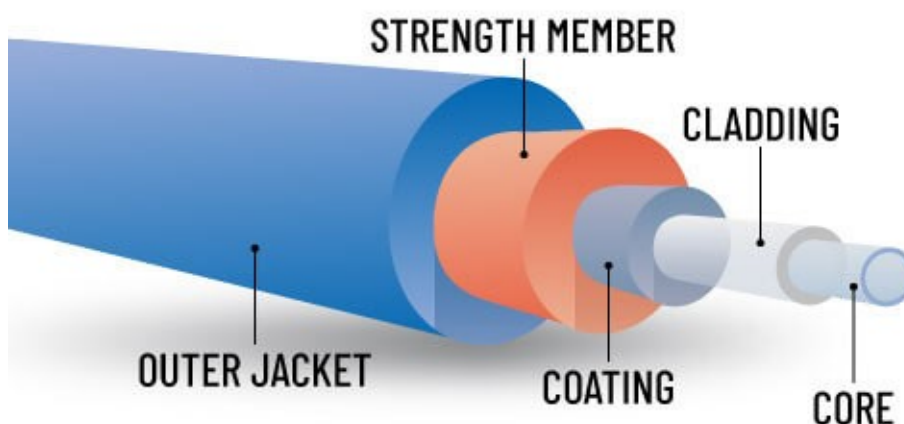
5 DATAKAAPELIT

Kaapelityökaluun sisällytetään järjestelmäkaaviossa käytettäviä datakaapeleita, minkä vuoksi perehdytään seuraavaksi niiden ominaisuuksiin. Datakaapeli on tiedonsiirtoväline, joka mahdollistaa lähetykset lähettimestä vastaanottimeen. Datakaapelia käytetään muodostamaan yhteyksiä useiden tietokoneiden välille verkon kautta. (Micronova Impex 2021)

Datakaapeli välittää tietoa binäärisähköisten viestintäsignaalien muodossa järjestelmien välillä. Kaikki datakaapelit jakautuvat kolmeen päätyyppiin: valokuitukaapeliin, kierrettyyn parikaapeliin ja koaksiaalikaapeliin. Seuravissa osioissa tutustutaan tarkemmin valokuitukaapeliin, Ethernet-kaapeliin sekä PROFINET- ja PROFIBUS-väyläkaapeleihin. (Micronova Impex 2021)

5.1 Valokuitu

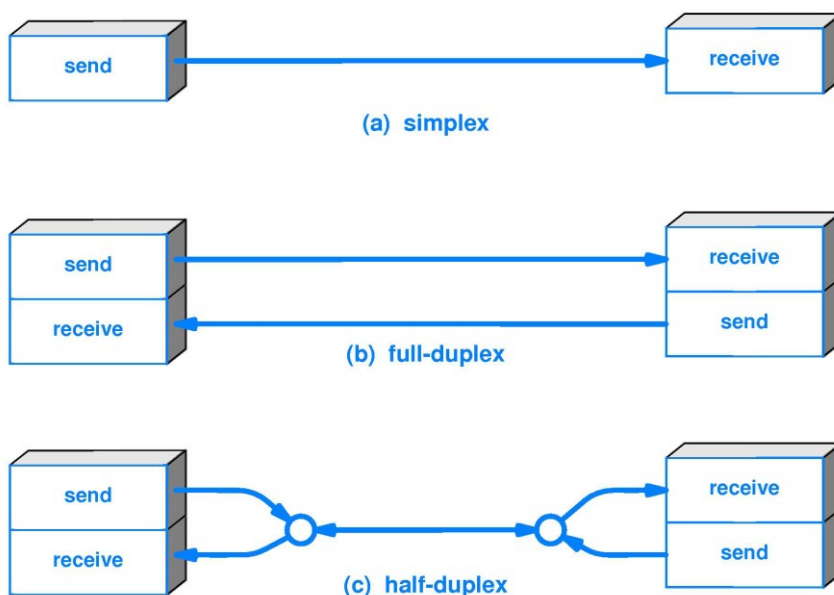
Valokuitu on ohut lasista tai muovista valmistettu kuitu, joka johtaa valoa. Valon taajuuudet ovat satoja terahertsejä ja tietoliikenteessä moduloidulla LED- tai laservalolla voidaan lähettää tietoa suurella nopeudella. Valokuitu koostuu ytimestä ja sitä ympäröivästä kuoresta sekä mekaanista suojaa antavasta pinnoitteesta (kuva 7). (Helkama Bica 2001)



KUVA 7. Valokuitukaapelin rakenne (Tripp Lite 2022a)

Optisen kuidun tiedonsiirtokyky on valtavan suuri. Suurin siirrettävä nopeus ja siirtoetäisyys riippuvat yhteyden vaimennuksesta ja kaistanleveydestä sekä lähetin- ja vastaanotinkomponenttien ominaisuuksista. Pieni vaimennus ja suuri kaistanleveys ovatkin kuidun ylivoimaiset siirtotekniset edut kaikkiin kuparijohtimisiin kaapeleihin ja kaapelijärjestelmiin nähden. Pienen vaimennuksen tuoma etu korostuu erityisesti runkoverkossa. Suuri kaistanleveys on välttämätön siirtonopeuksien yhä kasvaessa verkkojen kaikilla tasoilla. (Helkama Bica 2001)

Valokuitukaapelit voidaan jakaa duplex- ja simplex-kaapeleihin (kuva 8). Duplex-kaapeli mahdollistaa kaksisuuntaisen tiedonsiirron. Half-duplex tarkoittaa, että dataa on mahdollista siirtää kahteen suuntaan, mutta ei samanaikaisesti. Full-duplex tarkoittaa, että tiedonsiirto voi tapahtua molempiin suuntiin samaan aikaan. Se on hyvä valinta esimerkiksi tietoliikenteeseen, työasemiin, Ethernet-kytkimiin, kuitukytkimiin ja palvelimiin sekä runkoverkkoportteihin. Simplex-kaapeli tarjoaa vain yksisuuntaisen tiedonsiirron. Se on hyvä valinta sovellukseen, jossa tarvitsee esimerkiksi vastaanottaa tietoa, mutta ei lähettää. (Black Box 2022)



KUVA 8. Duplex- ja simplex-rakenteet (Black Box 2022)

Useimmat kuituoptiset liittimet ovat urosliittimiä, joissa on ulkoneva holkki, joka kohdistaa kuidut liittämistä varten. Saatavilla on useita erilaisia kuituliittimiä, mutta yleisimmät liittintyyppit markkinoilla ovat SC- ja LC-liittimet. Tärkeimmät erot liittintyyppien välillä ovat mitat ja mekaanisen kytkennän menetelmät. Yleensä organisaatiot standardoivat yhden tyyppisen liittimen sen mukaan, mitä laitteita ne yleisesti käyttävät. Kuvassa 9 on esitelty erilaisia valokuitukaapelin liittintyyppejä. (Trezise, S. 2016)



KUVA 9. Erilaisia valokuitukaapelin liittintyyppejä (Fife College 2022)

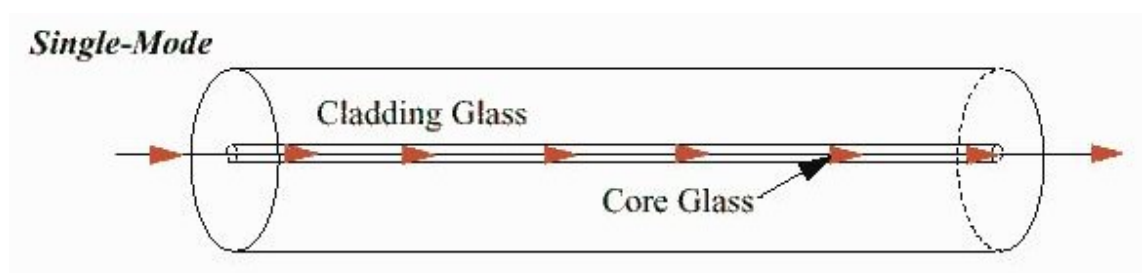
Kuidun yleisin materiaali, lasi, on sähköisesti eriste. Tästä johtuen optinen tiedonsiirto on täysin immuuni kaikenlaisille sähkömagneettisille häiriöille. Maadoitusongelmia ei myöskään ole, koska kuitu ei muodosta galvaanista yhteyttä. Optinen kuitu soveltuukin erinomaisesti moniin tiedonsiirtosovelluksiin, joissa edellä mainitut asiat tuottavat kuparikaapeleita käytettäessä ongelmia. (Helkama Bica 2001)

Optisen kuidun pieni koko ja sen materiaali tuovat mukanaan myös joitakin haittatekijöitä. Ohuen kuidun käsittely vaatii tarkkuutta ja huolellisuutta. Lasi on materiaaliominaisuuksiltaan hyvin erilainen kuin metallit, koska siltä puuttuu lähes kokonaan elastiset ominaisuudet. Lasin käyttäytyminen tunnetaan kuitenkin hyvin eikä ongelmia tule, mikäli lasin ominaisuudet otetaan huomioon asianmukaisilla suojarakenteilla ja oikealla käsittelyllä. (Helkama Bica 2001)

Valokaapelissa on saman ulkovaipan alle yhdistetty useita kuituja. Kaksisuuntaiseen kuituyhteyteen tarvitaan aina kaksi kuitua, joten kuitujen lukumäärä kaapelissa on parillinen, yleisimmin 2–24 kuitua. Kaapelissa käytetään erilaisia rakenteita ja ulkovaippamateriaaleja käyttökohteesta riippuen. Rakenteen valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi kaapelin sijoitus ja asennustapa. Suoraan maahan aauraamalla asennettava kaapeli on rakenteeltaan huomattavasti tukevampi kuin sisätiloihin hyllylle asennettava kuitu. Hybridikaapelissa on saman vaipan alla yksimuoto- ja monimuotokuituja. Yksi- ja monimuotokuidut ovat rakenteeltaan erilaisia. Niiden ratkaisevin ero on kuidun ytimen halkaisija. (Tampereen Sähköpalvelu Oy 2004a)

5.1.1 Yksimuotokuitu

Yksimuotokuitukaapelissa valo kulkee halkaisijaltaan yleisimmin 9 mikrometrin paksussa ytimessä heijastumalla suoraan päästä päähän (kuva 10). Kuitujen valmistuksessa käytettävän lasin on oltava erittäin puhdasta, koska tyypilliset yksimuotokuituyhteydet ovat pituudeltaan useita kilometrejä. Taulukossa 1 on esitetty yksimuotokuitujen maksimisiirtonopeudet ja pituudet. (Helkama Bica 2001)



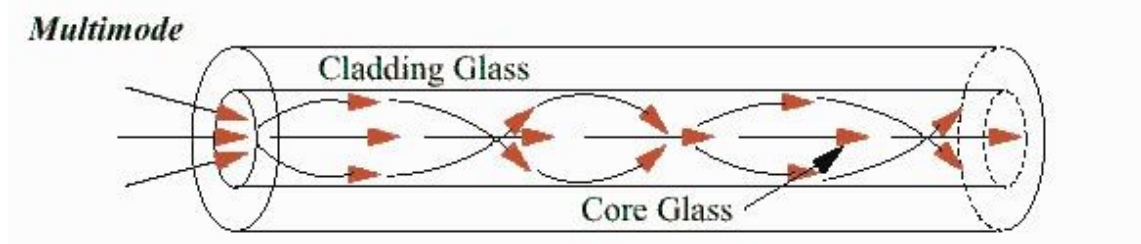
KUVA 10. Yksimuotokuidun toimintaperiaate (AD-net 2006)

TAULUKKO 1. Yksimuotokuituluokat (Helkama Bica 2001)

Kategoria	Siirtonopeus	Suurin pituus (km)	Lisähuomautuksia
OS1/OS2	10 Gb	10	9/125 µm (Laser) aallonpituus 1310 nm
OS1/OS2	10 Gb	40	9/125 µm (Laser) aallonpituus 1550 nm

5.1.2 Monimuotokuitu

Monimuotokuitujen ytimet ovat halkaisijaltaan yleisimmin 50 tai 62,5 mikrometriä. Monimuotokuidussa valo kulkee heijastumalla sekä taittumalla kuidun ytimen ja lasikuoren rajapinnasta (kuva 11). Lyhyille yhteyksille valokuituja valmistetaan myös muovista. Taulukossa 2 on esitetty monimuotokuitujen maksimisiirtonopeudet ja pituudet. (Helkama Bica 2001)



KUVA 11. Monimuotokuidun toimintaperiaate (AD-net 2006)

TAULUKKO 2. Monimuotokuituluokat (Helkama Bica 2001)

Kategoria	Siirtonopeus	Suurin pituus (m)	Lisähuomautuksia
OM1	100 Mb	2000	62,5/125 µm (LED)
OM1	1 Gb	300	62,5/125 µm (Laser)
OM1	10 Gb	33	62,5/125 µm (Laser)
OM2	10 Gb	82	50/125 µm (Laser)
OM3	1 Gb	1000	50/125 µm (Laser)
OM3	10 Gb	300	50/125 µm (Laser)
OM3+	10 Gb	550	50/125 µm (Laser)
OM3+ (OM4)	40 Gb	100	50/125 µm (Laser)
OM3+ (OM4)	100 Gb		50/125 µm (Laser)

5.2 Ethernet

Ethernet julkaistiin vuonna 1980. Vuoteen 1982 mennessä Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) standardoi muodon. IEEE loi kirjallisen oppaan Ethernet-standardeista ja pyrkii parantamaan näitä standardeja tekniikan kehittyessä. Kaikkien Ethernet-kaapelien valmistajien on noudatettava näitä tiukkoja standardeja laadun ja turvallisuuden takaamiseksi. (Ellis, J. 2022)

Yleisin Ethernet-kaapelin rakenne on standardoitu kierretty parikaapeli, jossa kaksi kaapelin sisällä olevaa johdinta on kierretty johdinpareiksi häiriöiden vähentämiseksi (kuva 12). Kaapelin jokaisella parilla on erisuuruinen parikierto häiriöiden parista toiseen siirtymisen estämiseksi. (Ellis, J. 2022)



KUVA 12. Kierretty parikaapeli (Bolein 2017)

Suorakaapeleita, joita usein kutsutaan patch-kaapeleiksi, käytetään erityyppisten laitteiden liittämiseen, kuten tietokoneesta reitittimeen. Crossover-kaapeleita käytetään kahden samantyyppisen laitteen yhdistämiseen. Ethernet-kaapelin kummassakin päässä on liitin, jota kutsutaan RJ45-liittimeksi (kuva 13). RJ45-liittimiä käytetään lähes yksinomaan Ethernet-kaapeleiden kanssa. (Ellis, J. 2022)



KUVA 13. RJ45-liitin (Ellis, J. 2022)

5.2.1 Kaapeliluokat

Ethernet-kaapeleista on useita muunnelmia, jotka tunnetaan kategorioina tai nimellä CAT. Jokainen luokka viittaa erilaisiin standardeihin. Kun standardit muuttuvat ajan myötä, luodaan uusia luokkia. Tämänhetkiset tunnetuimmat luokat ja niiden tiedonsiirtonopeudet ovat esiteltynä taulukossa 3. (Ellis, J. 2022)

TAULUKKO 3. Ethernet-kaapeliluokat (Tripp Lite 2022b)

Kategoria	Kaistanleveys	Siirtonopeus	Suurin pituus (m)	Lisähuomautuksia
CAT1	0,4 MHz	1 Mb/s		Ei sovellu nykyajan tietoliikenteeseen.
CAT2	4 MHz	4 Mb/s		Ei sovellu nykyajan tietoliikenteeseen.
CAT3	16 MHz	10 Mb/s	100	
CAT4	20 MHz	16 Mb/s	100	
CAT5	100 MHz	100 Mb/s	100	
CAT5e	100 MHz	1 Gb/s	100	
CAT6	250 MHz	1 Gb/s	100	
CAT6a	500 MHz	10 Gb/s	100	
CAT7	600 MHz	10 Gb/s	100	
CAT7a	1000 MHz	10 Gb/s	100	
CAT8	2000 MHz	25 / 40 Gb/s	30	

Nykyään uusien kohteiden kaapelointijärjestelmäksi on parasta valita vähintään CAT6 tai jopa CAT7-tasoinen kaapelointi. CAT6-verkon tehokkaaksi käyttöäksi lasketaan reilusti yli kymmenen vuotta, ja CAT7 tasoinen yli 20 vuotta. CAT5-tasoinen uuden verkon rakentaminen ei ole enää kannattavaa, koska kun otetaan huomioon investoinnin pidempi käyttöikä, korkeamman kategorian komponenttien hinnan vaikutus verkon kokonaiskustannuksiin on vähäinen. (Tampereen Sähköpalvelu Oy 2004b)

5.2.2 Suojaus

Kierretty parikaapeli voi olla suojaamaton (UTP) tai suojattu (STP). Suojatuissa kaapeleissa on punos- tai kalvosuojaus, joka vähentää sähköistä melua ja parantaa yhteyden laatua. Kuvassa 14 on esitelty erilaisia CAT6a-kaapelin suojaustyypppejä. Vasemmalta oikealle katsottuna ensimmäisessä kaapelissa ei ole suojausta, jolloin signaalin laatu voi heikentyä sähköisen kohinan vuoksi. (Ellis, J. 2022).

Kuvan toisessa kaapelissa jokaisen johdinparin ympärillä on suojaus, johon on käytetty foliosuojasta. Parisuojattujen kaapeleiden käyttö estää sekä ulkopuolisten häiriöiden pääsyä, että kierrettyjen parien välisiä häiriöitä saman kaapelin sisällä. (Siemon 2009)

Kuvan kaksi oikeanpuoleista kaapelia ovat yhteis- ja parisuojattuja, jolloin on käytetty suojausta jokaisen parin ympärillä sekä yhteistä suojausta koko kaapelille. Tämän tyyppisiä kaapeleita käytetään tehokasta häiriösuojausta vaativissa sovelluskohteissa. (Siemon 2009)



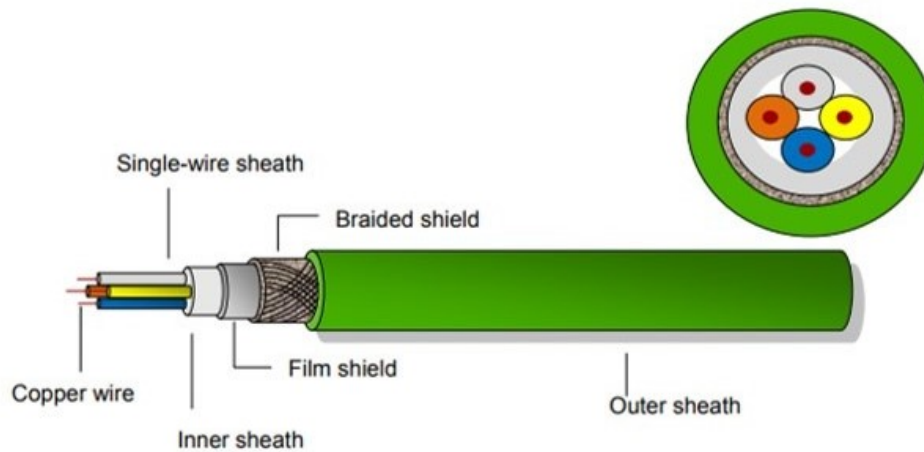
KUVA 14. CAT6a-kaapelin suojaustapoja (Siemon 2009, muokattu)

5.3 PROFINET

PROFINET (Process Field Net) on avoin teollinen Ethernet-ratkaisu, joka perustuu kansainvälisiin standardeihin. Se on tiedonsiirtoprotokolla, joka on suunniteltu vaihtamaan tietoja ohjainten ja laitteiden välillä automaatioasetuksissa. Se esiteltiin 2000-luvun alussa, ja se on nykyään suosituin teollinen Ethernet -ratkaisu. (Ayllon, N. 2020)

Yleisin PROFINET-kuparikaapeli on 4-johtiminen suojattu, vihreän värinen kaapeli, joka tukee 100 Mb/s Fast Ethernetiä 100 metrin etäisyydellä. Tavallisin PROFINET-kaapelin luokitus on CAT5e. Tietoa voidaan siirtää molempiin suuntiin yhden kaapelin kautta samanaikaisesti ja näin saavuttaa täysin kaksisuuntainen tiedonsiirto. 4-johtiminen kaapeli voidaan toteuttaa joko kahdeksi kierretyksi pariiksi tai yhdeksi tähtineljäksi. Saatavilla on myös 8-napaisia kuparikaapeleita 1 Gb/s:n siirtonopeuksille. (Ayllon, N. 2020)

Tavallisia Ethernet-kaapeleita on mahdollista käyttää PROFINET-verkon rakentamiseen. Ethernet-kaapelit, joita saattaa kohdata koti- tai toimistoympäristössä, eivät kuitenkaan välttämättä ole paras valinta. Nämä kaapelit voivat olla heikkoja, ja niistä voi puuttua suojaus. PROFINETin käyttöympäristössä voi olla haastavia olosuhteita, kuten äärimmäisiä lämpötiloja, kosteutta, tärinää ja sähkömagneettisia häiriöitä. Tällaisia häiriöitä edes suojattu Ethernet-kaapeli ei suodata pois. STP-kaapeliin verrattuna PROFINET-kaapelissa on paksumpi muovivaippa, kalvopäällyste ja kudottu metalliverkko häiriöiden estämiseksi (kuva 15). Tästä syystä on suositeltavaa käyttää PROFINET-verkossa siihen tarkoitettuja kaapeleita. (Ayllon, N. 2020)



KUVA 15. PROFINET-kaapeli (Ayllon, N. 2020)

Kuparikaapeleiden johtimien rakenne voi vaihdella. Niissä voi olla kiinteä tai säikeinen ydin ja vaihteluita vaipan materiaalissa ja rakenteessa. Esimerkiksi kierretyt kaapelit ovat joustavampia. Ne soveltuvat sisäkäyttöön, jossa voi esiintyä vääntymistä ja taipumista. Erilaiset vaippamateriaalit voivat kestää liekkejä, kemikaaleja tai äärimmäisiä lämpötiloja. (Ayllon, N. 2020)

PROFINET-kuparikaapelityyppejä on neljä. Tyypin A kaapeli on tarkoitettu kiinteisiin asennuksiin. Niitä ei saa liikuttaa käyttöönoton jälkeen. Tyypin B kaapelit on tarkoitettu asennuksiin, joissa saattaa esiintyä taipumista. Nämä kaapelit kestävät satunnaista liikettä tai tärinää. Tyypin R kaapelit ovat robotiikkasovelluksia varten ja ne on räätälöity kyseiseen käyttöön. Lopuksi C-tyypin kaapelit on tarkoitettu muihin erikoissovelluksiin. Ne kestävät liikettä ja dynaamisia ympäristöjä, kuten pyöriviä koneita. Tiettyihin sovelluksiin on myös muita kaapeliluokkia, kuten maanalaiset kaapelit, palosuojatut kaapelit, syöpymättömät kaapelit, kaapelit liikkuville osille ja monet muut. (Ayllon, N. 2020)

5.4 PROFIBUS

PROFIBUS (Process Field Bus) on standardi automaatioteollisuuden kenttäväyläviestinnässä. Se on teollisuustietokoneiden verkko, joka on tehty kestämään suuria määriä häiriöitä. Kaksijohtiminen PROFIBUS-kaapeli mahdollistaa erilaiset verkkotopologiat, kuten tähti, puu, linja tai yhdistelmä. PROFIBUSista on erilaisia versioita eri tarkoituksiin. (Faarup, P. 2015)

PROFIBUS DP:tä (Decentralized Peripherals) käytetään antureiden ja toimilaitteiden ohjaamiseen keskusohjaimen kautta. PROFIBUS DP käyttää kaksijohtimista suojattua kaapelia, jossa on violetti vaippa ja nopeus 9,6 kbit/s - 12 Mbit/s (kuva 16). (Faarup, P. 2015)



KUVA 16. PROFIBUS DP -kaapelin rakenne (Multicomp Pro 2020a)

PROFIBUS PA:ta (Process Automation) käytetään mittauslaitteiden valvontaan prosessinohjausjärjestelmän kautta. Tämä PROFIBUS-versio on ihanteellinen käytettäväksi räjähdysvaarallisilla alueilla. Kaapeleissa virtaa heikko virta väylälinjojen läpi luonnostaan turvallisessa piirissä, jotta kipinöitä ei synny edes vikaantumisista. Haittapuoli tässä vaihtoehdossa on sen hidas tiedonsiirtonopeus. PROFIBUS PA kulkee kiinteällä nopeudella 31,25 kbit/s sinisellä vaipalla suojatulla kaksijohtimisella kaapelilla (kuva 17). (Faarup, P. 2015)



KUVA 17. PROFIBUS PA -kaapelin rakenne (Multicomp Pro 2020b)

Signaalin heijastusten minimoimiseksi PROFIBUS-kaapeli on päätettävä lopussa. Heijastusta tapahtuu, kun kaapelin lähettämässä signaalissa osa signaalienergiasta saattaa heijastua takaisin sen sijaan, että se kulkeutuisi kaapelia pitkin koko matkan toiseen päähän. PROFIBUS-pääte tehdään asettamalla 220 Ω vastus väylän kumpaankin päähän. Kaapeleiden väärä päättäminen estää väylää toimimasta. (Faarup, P. 2015)

PROFIBUS-kaapeleissa käytetään yleisimmin DB9-liittimiä yhdistämään laitteita verkossa. Liittimen yhdeksästä pinnistä käytetään yleensä kuitenkin vain neljää – kahta tiedonsiirtoon ja kahta kaapelin päättämiseen. Useimmissa PROFIBUS-liittimissä (kuva 18) on päätevaihtoehto, jolloin omaa vastusta ei tarvitse kytkeä manuaalisesti. Liittimen päätteen voi aktivoida tai poistaa käytöstä kääntämällä kytkintä, joka yleensä sijoitetaan liittimen yläosaan. (Faarup, P. 2015)

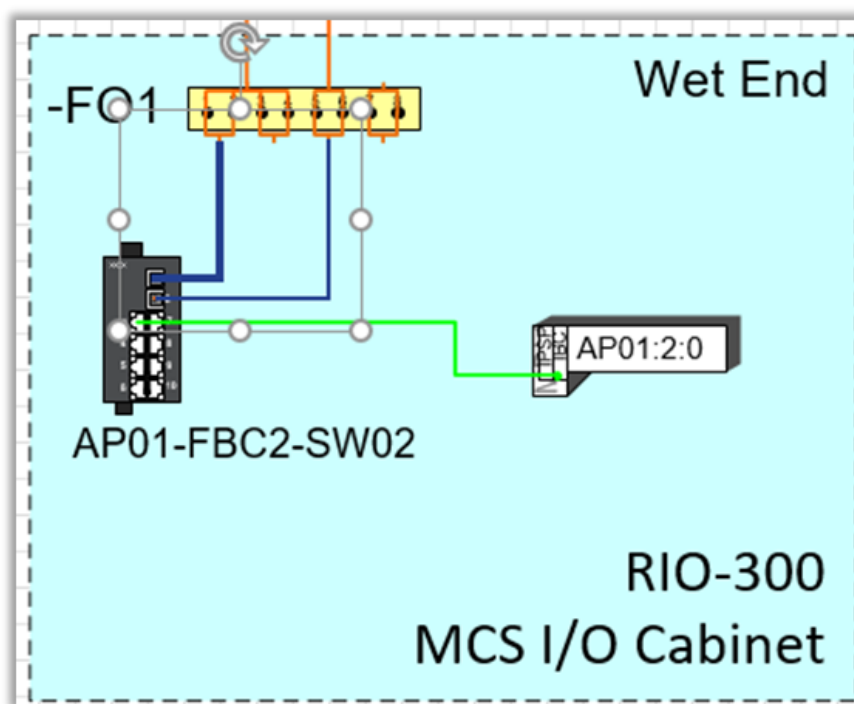


KUVA 18. PROFIBUS-liitin (Faarup, P. 2015)

6 KAAPELITYÖKALUN SUUNNITTELU

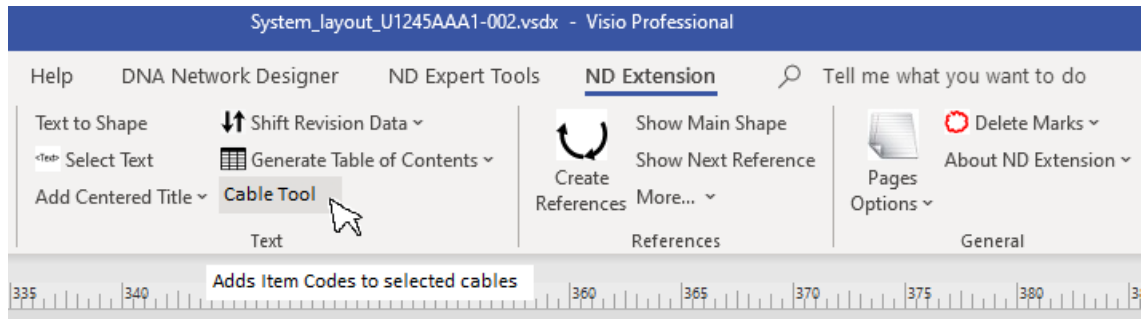
Kaapelityökalun suunnittelu voidaan jakaa muutamaan eri vaiheeseen. Ensimmäiseksi oli tärkeää perehtyä kaapelivalikoimaan ja sen rajaamiseen. Kaapeleiden kannalta piti miettiä, mitä tuotteita yleisimmin järjestelmäkaaviossa tarvitaan ja millä perusteella niitä valitaan. Toiseksi tuli suunnitella työkalulle helppokäyttöinen käyttöliittymä ja sen toiminnot. Lopuksi kaapelityökalun perusversion suunniteltiin mahdollisia tulevia lisäominaisuuksia, huomioitiin sen vaikutus muihin Network Designerin työkaluihin sekä pohdittiin työkalun ylläpidon haasteita.

Kaapelityökalun ideana on suodattaa ominaisuuksien perusteella kaapelituotteita järjestelmäkaavion kaapeleiden tietoihin. Kaaviosta valitaan kaapeleita (kuva 19), joiden tietokenttiin halutaan lisätä kaapelin tuotetieto.



KUVA 19. Järjestelmäkaaviosta valittuja kaapeleita Visiossa

Kaapeleita on mahdollista valita ennen työkalun avaamista, tai vasta sen jälkeen. Valittuja kaapeleita voi olla yksi tai useampi – jopa koko järjestelmäkaavio, mutta kaikki muut symbolit, paitsi kaapelit, sivuutetaan. Kaapelityökalu avataan Network Designerista kuvan 20 mukaisesti.



KUVA 20. Kaapelityökalun avaaminen Network Designerista

6.1 Kaapelituotteet

Suurin osa järjestelmäkaaviossa käytettävistä datakaapeleista on valokuituja ja Ethernet-kaapeleita. Kuiduilla ja Ethernet-kaapeleilla on eniten vaihtelevuutta ominaisuuksissa, minkä vuoksi suurin osa listauksen lopullisesta kaapelivalikoimasta koostuu näistä. Työkaluun koettiin tarpeelliseksi lisätä myös PROFIBUS- ja PROFINET-kaapeleita, mutta esimerkiksi sarjaliikennekaapelit päätettiin jättää työkalun ensimmäisestä versiosta pois. Tuotevalikoiman rajaamisessa konsultoitii muita järjestelmäsuunnittelijoita.

Kaapelituotteiden seulonta tapahtui Atonissa. Atonissa oli valmiiksi työtilat, joihin oli kerätty jonkin verran valokuitu- ja Ethernet-kaapeleita. Sieltä niiden tiedot olivat helposti ajettavissa massana Excel-taulukkoihin. PROFIBUS- ja PROFINET-kaapelit löytyivät Network Designerin symbolivalikoimasta, ohjedokumenteista sekä Atonista hakusanoja käyttämällä. Tärkeää oli varmistaa tuotteen aktiivisuus, ettei se ollut vanhentunut tai korvattu jollain muulla tuotteella. Kaikissa tuotteissa ei myöskään ollut mainintaa esimerkiksi kaapelin asennustyyppistä tai ulkovaipan väristä, jolloin oli tarpeellista etsiä tuotteen tiedot erikseen valmistajalta.

Kaapelituotteita tilatessa merkittäviä ominaisuuksia ovat tiedonsiirtotyyppi ja -nopeus, kaapelin pituus, liittintyyppi sekä joissain tilanteissa myös väri. Jotta tuotteiden ominaisuuksia voidaan käyttää työkalun hakuehtoina, tuli ne jakaa Excelissä eri sarakkeille ja otsikoida järkevästi. Kaapelityypit ovat ominaisuuksiltaan hyvinkin erilaisia, jolloin myös eri ominaisuuksia pidetään eri kaapeleissa tärkeinä. Esimerkiksi valokuitukaapelissa tieto liittintyypistä on erittäin olennainen, kun taas Ethernet-kaapelit käyttävät kaikki samanlaista liittintä. Ominaisuudet täytyi siis jakaa ja otsikoida tavalla, joka sopi jokaiselle kaapelityypille.

Lopullinen Excel-listaus päättyi taulukossa 4 esiteltyyn muotoon. Työkalun hakuehtoina käytetään sarakkeita C – H. Ensimmäisessä sarakkeessa A on Valmetin tuotekoodi ja sarakkeessa B tuotteen nimi. Sarakkeessa C on kaapelin päätyyppi ja sarakkeessa D alatyypin alatyyppejä ovat muun muassa OM1, OM3 ja OS1/OS2 ja PROFIBUS-päätyypin alatyyppejä DP ja PA. Kaapelin liittintyyppi on sarakkeessa E. Sarakkeessa F on lisätietoja, kuten Ethernet-kaapelin suojaus, valokuitukaapelin yksi- tai monimuotoisuus tai kaapelin asennustyyppi. Sarakkeessa G on kaapelin pituus metreinä ja sarakkeessa H kaapelin ulkovaipan väri. Viimeiset sarakkeet I ja J ovat kaapelilistauksen ylläpitoa varten, ja niihin on tarkoitus lisätä päivämäärät, kun kaapelituote on lisätty tiedostoon ja viimeksi tarkistettu.

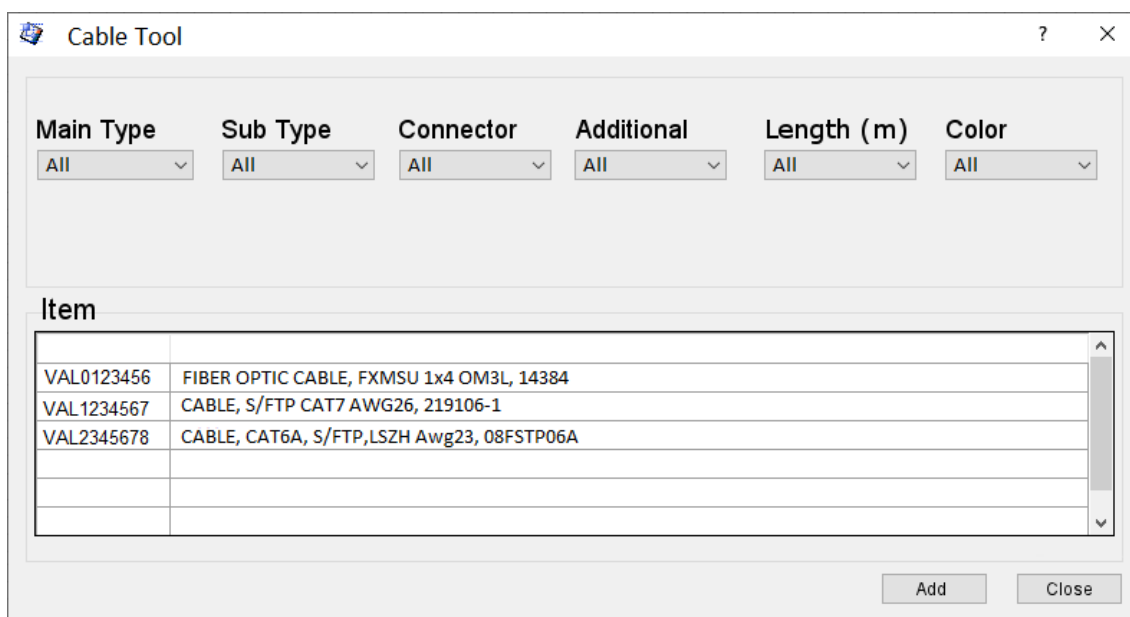
TAULUKKO 4. Kaapelilistauksen rakenne

Sarake	Otsikko	Esimerkki
A	Item Code	VAL01234567
B	Item Name	CABLE ASSEMBLY SC-SC singlemode 2m Duplex
C	Main Type	Fiber Optic, Ethernet, PROFIBUS
D	Sub Type	OM3, OS1/OS2, CAT6a, DP
E	Connector	SC-ST, RJ45, 9-pin D-sub
F	Additional	Singlemode, Multimode, UTP, Type C
G	Length (m)	2, 5, 10, 50, Per meter
H	Color	Green, Grey, Red, Purple, Yellow
I	Added	2.2.2022
J	Checked	3.4.2022

Todellinen listaus kaapelituotteista on salassa pidettävää aineistoa, eikä sitä esitellä tässä opinnäytetyössä. Kaapeleita listattiin tiedoston ensimmäiseen versioon yhteensä 266, mutta niitä tullaan lisäämään ja poistamaan sen myötä, kun koetaan tarpeelliseksi ja kaapeleita tuotteistetaan lisää.

6.2 Käyttöliittymä

Kaapelityökalun käyttöliittymä on havainnollistettu kuvaan 21. Työkalun perusominaisuuksiin kuuluu kaapelituotteiden rajaaminen haluttujen ominaisuuksien mukaan. Ominaisuuksia valitaan niiden otsikoiden alla olevilla alasvetovalikoilla. Tuotteet, joilla on tiedoissaan kaikki valitut ominaispiirteet, näkyvät työkalun alaosan "Item"-listauksessa. Listasta valitun tuotteen tiedot lisätään kaapelisymbolin shape dataan.



KUVA 21. Kaapelityökalun käyttöliittymä

Suodattimilla on mahdollista näyttää kaikki vaihtoehdot, ja tämä on valittuna oletusarvoisesti. Hakukriteerejä vastaavat tuotteet näkyvät "Item"-listassa numerointijärjestyksessä tuotekoodin mukaan. Tuotteita voi valita listassa vain yhden kerrallaan. "Add"-nappi lisää tuotteen valituille kaapeleille. "Close"-nappi sulkee työkalun.

6.3 Tietokenttä

Kaapelityökalun myötä lisätään kaapelin symboliin tuotetta varten uusi tietokenttä "Item". Työkalusta valittu tuote tulostuu tähän kenttään muodossa <Tuotekoodi> : <Tuotenimi>. Nämä tiedot saadaan kaapelilistauksen Excel-taulukon sarakkeista A ja B. Kuvasta 22 nähdään, miten kaapelin shape data näkyy käyttäjälle uuden tuotetiedon kanssa. Muut tietokentät ovat symbolissa valmiina oletusarvoisesti.

Shape Data - Dynamic connector.7212	
Item	VAL1234567 : CABLE ASSEMBLY, L00001A0084, CAT6a FTP 2m grey
Identifier	575-60A:BP01-FBC2-SW1:5<>575-60A:7X1:1
Type	Cat6A
Length (m)	2
Cost Center	
Purchase	
Install	
Revision	
Order	

KUVA 22. Kaapelin näkyvä shape data

Kuvassa 23 näkyy kaapelin tietokenttien määrittelyt. Uutta tuotetiedon kenttää on korostettu kuvassa keltaisella värillä. Tämän kentän nimi on "CABLE_PROD", mutta se näkyy käyttöliittymässä nimellä "Item". Kaapelin muita, jo olemassa olevia, tietokenttiä ovat muun muassa "TYPE_ID" eli tyyppi, johon syötetään kaapelityyppi, sekä "LENGTH_ID" eli pituus, johon on tarkoitus laittaa kaapelin pituus metreinä.

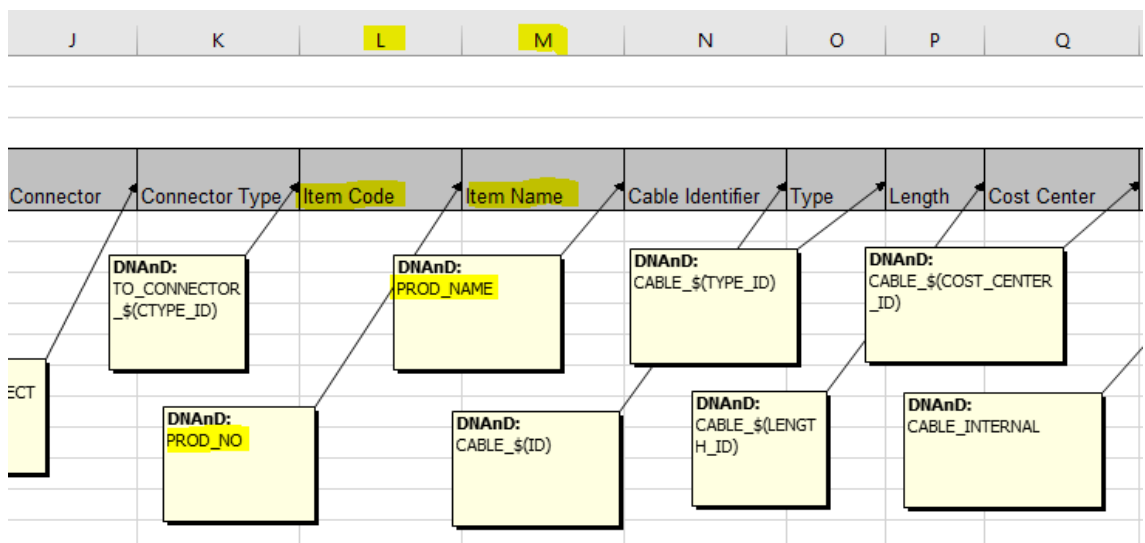
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	order Name	Label	Prompt	Type	Format	SortKey	AltName	
2	1 CABLE_PROD	Item	Select or write the item code and name separated by a colon	string	@	Properties		
3	2 ID	Identifier	Cable identifier	string	@	Properties	DUMMY	
4	3 TYPE_ID	Type	Cable type	string	@	Properties		
5	4 LENGTH_ID	Length (m)	Cable length	number	###	Properties		
6	5 COST_CENTER_ID	Cost Center	Cost center	string	@	Properties		
7	6 PURCHASE_ID	Purchase	Purchase	string	@	Properties		
8	7 INSTALL_ID	Install	Install	string	@	Properties		
9	8 REVISION_ID	Revision	Revision	string	@	Properties		
10	9 ORDER_ID	Order	Order in cable list	number	0	Properties		

KUVA 23. Kaapelin tietokenttien määrittelyt

6.4 Kaapelilista-työkalu

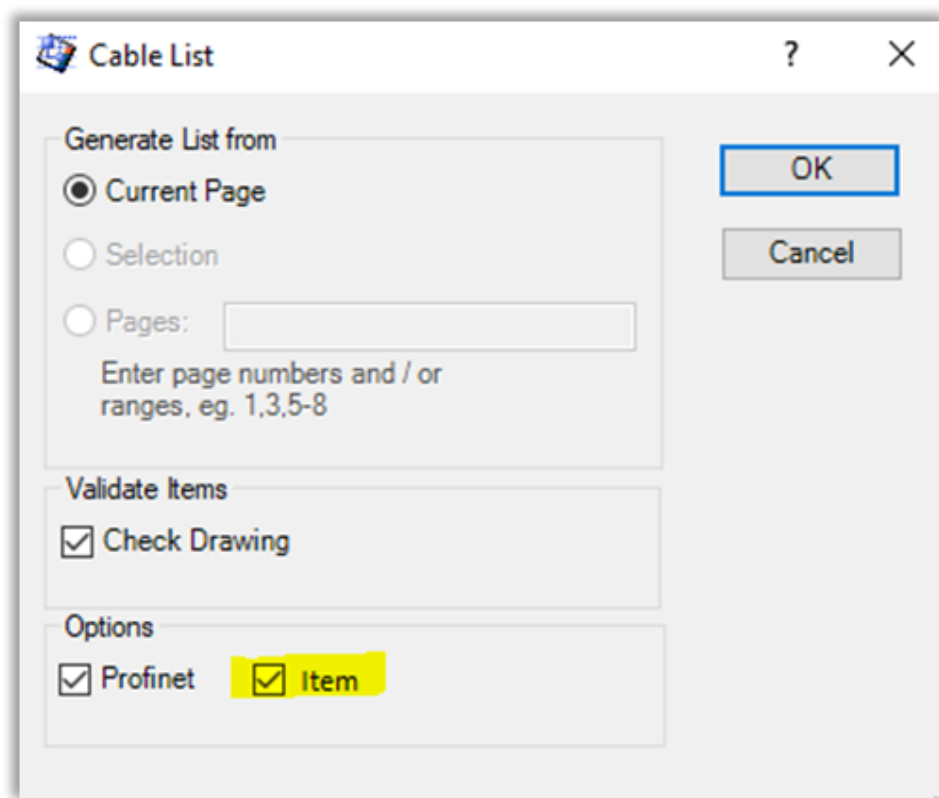
Uusi tuotekenttä halutaan lisätä kaapelilistoihin, joita on mahdollista luoda Visiossa. "Cable List" on Network Designerin työkalu, joka listaa kaaviosta valittujen kaapeleiden shape datan Excel-taulukkoon. Uuden tietokentän myötä työkalua ja sen Excel-mallipohjaa tarvitsee muokata.

Ote muokatusta kaapelilistan mallipohjasta uusien tuotesarakkeiden kanssa on esitetty kuvassa 24. Tuotteelle on lisätty koodia varten tietokenttä "PROD_NO" sarakkeeseen L ja nimeä varten tietokenttä "PROD_NAME" sarakkeeseen M. Näihin kenttiin tulostetaan tuotetieto kaapelin shape datan kentästä "CABLE_PROD". Tuotetieto jaetaan niin, että tieto ennen kaksoismerkkiä syötetään tietokenttään "PROD_NO" ja tieto kaksoismerkin jälkeen kenttään "PROD_NAME".



KUVA 24. Kaapelilistan mallipohja tuotekoodin ja -nimen kanssa

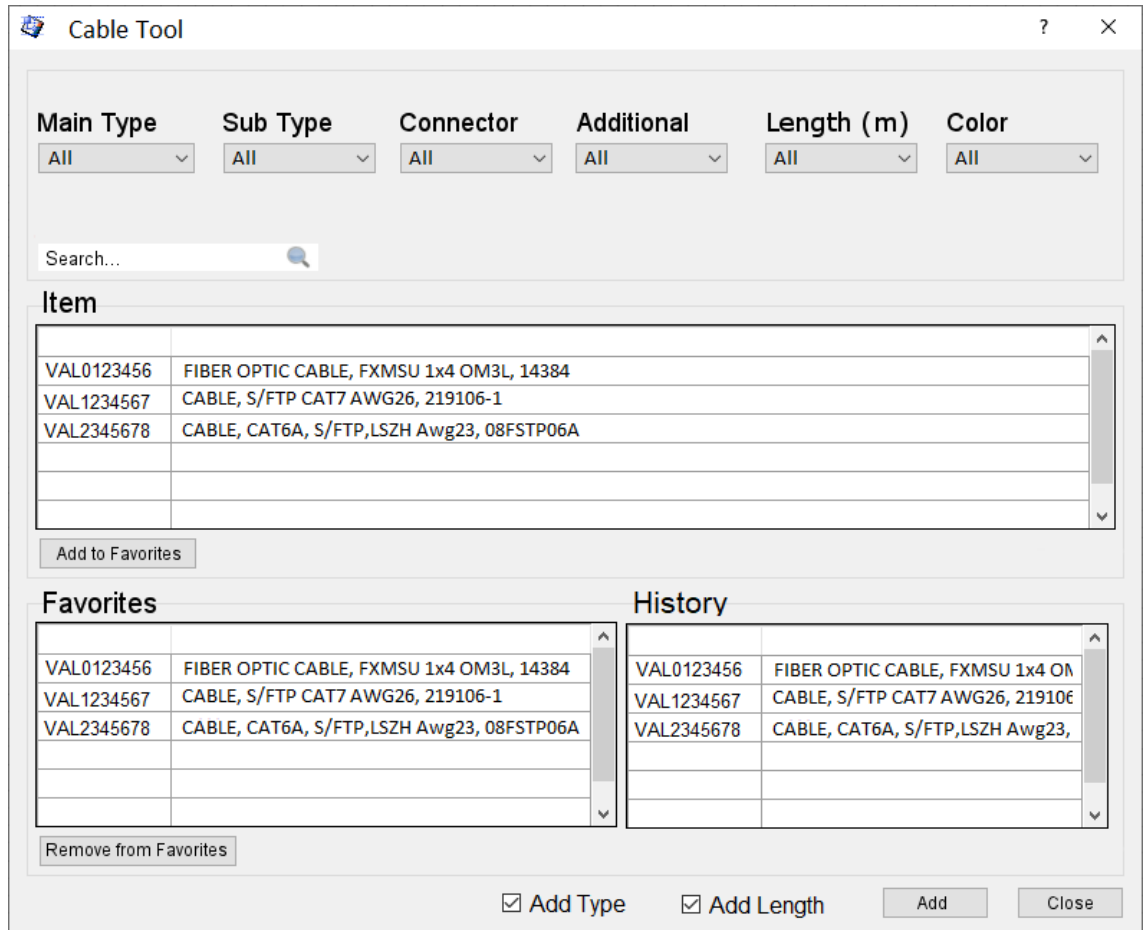
Kaapelilista-työkalun käyttöliittymään lisätään vaihtoehto, jolla valitaan, halutaanko kaapelituote näkyviin listaan (kuva 25). Mikäli tuotetta ei sisällytetä, piilotetaan Excel-pohjasta siihen liittyvät sarakkeet L ja M.



KUVA 25. Kaapelilistan luonti Item-vaihtoehdon kanssa

6.5 Lisäominaisuudet

Kuvassa 26 työkalun perusversion käyttöliittymään on lisätty mahdollisia tulevia ominaisuuksia, jotka voisivat olla hyödyllisiä.



KUVA 26. Kaapelityökalun käyttöliittymä lisäominaisuuksilla

Käyttöliittymään on lisätty hakukenttä, jonka avulla voisi etsiä vapaasti vastaavia merkkijonoja kaapelitaulukon kaikista sarakkeista välillä A – H. Tämän ominaisuuden myötä oikean kaapelituotteen etsiminen helpottuisi esimerkiksi tilanteissa, joissa osa tuotekoodista tai nimestä on tiedossa, tai halutaan nopeasti suodattaa tietty ominaisuus valitsematta niitä alasvetovalikoista. Tuotelistauksen tulokset vastaavat sekä hakukriteerejä että merkkihakua.

Kaapelituotteiden valintaa helpottaisi "Favorites"-lista, johon käyttäjä voisi tallentaa eniten käyttämiään suosikkituotteita. Tämän listauksen myötä kaapeleita ei tarvitsisi jokaisella käyttökerralla etsiä suodattamalla uudestaan, vaan tallennetusta listasta voisi hakea tietyn tarvitsemansa kaapelituotteen. "Favorites"-lista tallentuisi käyttäjän tietokoneelle paikallisesti, ja latautuisi aina Vision ja Network Designerin käynnistämisen yhteydessä. Ominaisuuden myötä käyttöliittymään lisättäisiin napit, joilla tuote voidaan lisätä "Item"-listasta suosikkeihin sekä poistaa tuote suosikeista.

"History"-lista olisi hyvin samankaltainen kuin "Favorites", mutta manuaalisesti tallennettuun tuotelistaan verrattuna historia näyttäisi viimeisimmät valitut tuotteet. Tämän myötä samaa tuotetta ei tarvitsisi joka kerta etsiä suodattamalla uudestaan. "History"-listauksen data olisi väliaikaista ja pyyhkiytyisi Vision sulkeutuessa.

"Add Type" -nappi lisäisi kaapelin pää- ja alatyypin kaapelin tietokenttään, kun tuote valitaan kaapelille. Päätyyppi saadaan Excel-tuotetaulukon sarakkeelta C ja alatyypin sarakkeelta D. Tämä tieto yhdistettynä asetetaan tietokenttään "TYPE_ID", jolloin kaapelin tyyppinä olisi esimerkiksi "Ethernet CAT6a".

"Add Length" -nappi toimisi hyvin samalla tavalla kuin "Add Type". Napilla lisättäisiin kaapelin pituus tietokenttään "LENGTH_ID", kun tuote valitaan kaapelille. Tämä tieto saadaan Excel-tuotetaulukon sarakkeelta G.

6.6 Ylläpito

Kaapelityökalun toteutuksen ja pitkäaikaisen toimivuuden suurin haaste tulee vastaan ylläpidossa. Mikäli kaapelituotteiden listaa pyritään ylläpitämään pelkästään sen nykyisessä muodossa Excel-tiedostona, täytyisi vastuuta ylläpidosta jakaa mahdollisesti useamman työntekijän kesken. Kenellä tahansa kuitenkin ei tulisi olla muokkausoikeutta tiedostoon.

Kaapelit ovat onneksi lähtökohtaisesti tuotteita, jotka eivät vanhene tai poistu valikoimasta säännöllisesti, kuten esimerkiksi verkkolaitteet tekniikan kehittyessä. Kuitenkin uusia kaapeleita saatetaan tuotteistaa, kun tarve sellaiselle syntyy. Tällöin kohdataan ongelma, kuinka se saataisiin päivitettyä työkaluun mahdollisimman nopeasti ja helposti.

Kaapelilistauksen Excel-tiedostoon on valmiiksi lisätty sarakkeet, joihin kirjoittaa päivämäärät, milloin tuote on lisätty listaukseen sekä milloin sen ajanmukaisuus on viimeksi tarkastettu. Tätä "Checked"-saraketta voidaan hyödyntää, jos listausta halutaan käydä läpi niin, että esimerkiksi tuotteista tutkitaan yli vuoden tarkastamatta olleet kaapelit. Tämä kuitenkin vaatii tuotteiden manuaalisen läpikäynnin yksitellen, eikä välttämättä ole kaikista tehokkain tapa.

Tehokkaampaa olisi käsitellä tiedostoa tuotehallintaympäristössä. Koska tuotteistetut kaapelit ja niiden käytettävyytilanne näkyy parhaiten Atonissa, olisi alustan hyödyntäminen ylläpidossa järkevää. Kaapelituotteille voisi tehdä oman työtilan, johon sisällyttää kaikki työkalussa käytettävät kaapelit. Tällöin työtilasta näkisi helposti, jos jokin tuote poistuu valikoimasta, ja voisi reagoida sen mukaan. Excel-tiedoston voisi myös lisätä Atoniin sekä mahdollisesti siihen myös yhteydet kaapelituotteisiin.

Kun uusi järjestelmäkaavioon sopiva datakaapeli tuotteistetaan, lisättäisiin se samalla kaapelityökalun työtilaan Atonissa. Kun tuote on lisätty Excel-tiedostoon, lisättäisiin sille myös Atonissa yhteys tiedostoon. Työtilasta pystyisi myös massana tulostaa kaikki tuotteet Excel-taulukkoon, jota voisi verrata kaapelilistaukseen. Nämä toimintatavat edellyttäisivät tuotteistavilta työntekijältä tietämystä kaapelityökalun olemassaolosta sekä oikeasta menettelystä sen suhteen.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tuloksena Network Designeriin saatiin suunniteltua kaapelityökalun ensimmäinen versio. Työkalun toiminnoista ja määrittelyistä luotiin VA:n käyttöön dokumentti sekä Excel-tiedostoon taulukoitu listaus Valmetin kaapelituotteista työkalun käyttöön.

Kaapelityökalun määrittelyt on annettu eteenpäin toteutukseen, ja työkalusta on kehityksessä ensimmäinen testiversio. Toteutuksen edetessä työkalun määrittelyistä tullaan kehittämään uudempia versioita sekä päivittämään kaapelituotteiden listausta. Päätökset työkalun ylläpidosta tulevaisuudessa ovat vielä kehitteillä. Valmiista kaapelityökalusta laaditaan käyttöohje, ja työkalu julkaistaan Network Designerin päivityksen myötä.

Opinnäytetyö aloitettiin sovellusalustaan ja tuotehallintaympäristöön tutustumalla. Tarpeellista oli opettelu Microsoft Vision käyttöön ja shape datan sovellutukseen. Kaapelityökaluun tuli määritellä tietokenttien käyttö, mikä edellytti alustan ohjelmistotietämystä. Ohjelman tutkimisen jälkeen keskityttiin kaapelituotteisiin. Eniten aikaa työssä kului tuotteiden läpikäymiseen sekä niiden piirteiden hahmottamiseen. Kaapeleiden tarkastelussa piti rajata valikoima järjestelmäkaavioon sopiviin kaapeleihin, etsiä tuotteet ja niiden ominaisuudet Atonista sekä listata ne järjestelmällisesti luokiteltuun taulukkoon. Käyttöliittymän suunnittelu tehtiin ominaisuuksien kartoittamisen myötä. Työn viimeisessä vaiheessa suoritettiin loppudokumentaatio ja huomioitiin työkalun jatkokehitys.

Kaapelityökalun suunnittelussa konsultoitiin Valmetin järjestelmäsuunnittelijoita ja sovelluskehittäjiä. Opinnäytetyön aikainen ja sitä edeltänyt alle vuoden työkokemus Valmet DNA -järjestelmäsuunnittelijana auttoi työssä, mutta myös lisäsi haastetta sen aikatauluun. Kaapelityökalun määrittelyt saatiin toteutettua odotetulla tavalla ja voidaan todeta, että työssä saavutettiin sille asetetut tavoitteet.

LÄHTEET

AD-net 2006. Difference between single mode fiber and multi mode fiber. Viitattu 3.3.2022. <https://www.ad-net.com.tw/difference-between-single-mode-fiber-and-multi-mode-fiber/>

Ayllon, N. 2020. PROFINET cables: requirements, specifications, and types. Viitattu 12.3.2022. <https://us.profinet.com/profinet-cables-requirements-specifications-and-types/>

Black Box 2022. Simplex vs. Duplex Fibre Optic Cable: What's the Difference? Verkkosivu. Viitattu 6.3.2022. <https://www.black-box.de/en-de/page/25078/Resources/Technical-Resources/Black-Box-Explains/Fibre-Optic-Cable/simplex-vs-duplex-fiber-patch-cable>

Bolein 2017. How to distinguish and choose the network cable? Artikkel. Viitattu 20.3.2022. <https://www.bolein.net/how-to-choose-one-suitable-network-cable/>

Ellis, J. 2022. What Is An Ethernet Cable And What Does It Do? Artikkel. Viitattu 20.3.2022. <https://www.comms-express.com/blog/what-does-an-ethernet-cable-do/>

Faarup, P. 2015. Profibus Cable, Connector And Termination Tips. Viitattu 18.3.2022. <https://www.plcacademy.com/profibus-cable-connector-termination/>

Fife College. Common Fiber Optic Connectors. Kuva. Viitattu 15.3.2022. <https://ilearn.fife.ac.uk/mod/resource/view.php?id=79617>

Haque, M. 2022. Valmet Service now – PDM. Sisäinen materiaali. Viitattu 19.3.2022.

Helkama Bica 2001. Valokaapelit tele- ja tietoverkoissa. 4. painoksen uusintapainos 2004. Tampere: Tammer-paino OY. Viitattu 30.11.2021.

Micronova Impex 2021. Data Cables: Uses and Types. Artikkel. Viitattu 11.3.2022. <https://www.micronovaimpex.com/data-cables-uses-and-types/>

Microsoft 2022. Add data to Visio shapes. Verkkohje. Viitattu 11.3.2022. <https://support.microsoft.com/en-us/office/add-data-to-visio-shapes-09272394-5243-4e1b-bcfa-425a8b4d1ce2>

Modultek Oy 2015. Aton 6.3 PDM-ohjelmiston esittely. Youtube-video. Viitattu 19.2.2022. <https://www.youtube.com/watch?v=-SC4TtGV7Yw>

Multicomp Pro 2020a. Profibus DP Fast-Connect L2/FIP LSZH Single Pair Cable. Datalehti. Viitattu 6.3.2022. <https://www.farnell.com/datasheets/3029618.pdf>

Multicomp Pro 2020b. Profibus PA LSZH Single Pair Cable. Datalehti. Viitattu 6.3.2022. <https://www.farnell.com/datasheets/3029619.pdf>

Siemon 2009. Grounding for Screened and Shielded Network Cabling. Pdf-dokumentti. Viitattu 18.3.2022.

Tampereen Sähköpalvelu Oy 2004a. Kuitukaapelointi. Pdf-dokumentti. Viitattu 15.3.2022.

Tampereen Sähköpalvelu Oy 2004b. Parikaapelointi. Pdf-dokumentti. Viitattu 12.3.2022.

Trezise, S. 2016. Fiber connectors – What's the Difference? Artikkel. Viitattu 14.3.2022. <https://www.ppc-online.com/blog/fiber-connectors-whats-the-difference>

Tripp Lite 2022a. Fiber Optic Cable Buying Guide. Artikkel. Viitattu 14.3.2022. <https://www.tripplite.com/products/fiber-optic-cable-buying-guide>

Tripp Lite 2022b. Ethernet Cables Explained. Artikkel. Viitattu 14.3.2022. <https://www.tripplite.com/products/ethernet-cable-types>

Valmet 2022a. Valmet lyhyesti. Verkkosivu. Viitattu 10.4.2022. <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/>

Valmet 2022b. Valmet yrityksenä – Strategia. Verkkosivu. Viitattu 10.4.2022. <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/>

Valmet 2022c. System architecture – Valmet DNA Automation System. Verkkosivu. Viitattu 11.3.2022. <https://www.valmet.com/automation/distributed-control-system/system-architecture/>

Valmet 2022d. System & HW process – Delivery project flow. Sisäinen materiaali. Viitattu 20.2.2022.

Valmet Automation Oy 2015. DNA Yleisesittely. Sisäinen materiaali. Viitattu 14.3.2022.

Valmet Automation Oy 2020. Valmet DNA –prosessiohjausverkon arkkitehtuuri. Revisio 6. Sisäinen materiaali. Viitattu 4.2.2022.

Valmet Automation Oy 2021. Network Designer -käyttöohje. Revisio 9. Sisäinen materiaali. Viitattu 23.3.2022