



# Malliprojektien käyttö profiloivien toimilaitteiden toimitusprojekteissa

Jan Karlsson

OPINNÄYTETYÖ  
Maaliskuu 2019

Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Automaatiotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Automaatiotekniikka

KARLSSON, JAN:

Malliprojektien käyttö profiloivien toimilaitteiden toimitusprojekteissa

Opinnäytetyö 40 sivua, joista liitteitä 1 sivu  
Maaliskuu 2019

---

Opinnäytetyön tarkoitus oli löytää tehokkaat toimintatavat profiloivien toimilaitteiden sähkö- ja automaatiosuunnitteluun malliprojektien avulla CADS Electric -suunnitteluympäristössä. Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Valmet Automation Oy. Tavoitteena oli luoda toimitusprojektien suunnittelutyötä tukeva ohje CADS Electricin edistyneiden toimintojen käytöstä yhdessä malliprojektien kanssa ja luoda työkalu toimilaitteita ohjaavien I/O-korttien ja niihin liittyvien laitteiden lukumäärän hallintaan. Ohjeistus ja työkalu luotiin toimeksiantajan sisäiseen käyttöön, joten ne jätettiin pois julkisesta raportista. Opinnäytetyön julkisessa osassa käsitellään ohjeiden pääkohtia yleisellä tasolla ja niiden liittymistä profiloivien toimilaitteiden toimitusprojektien sähkö- ja automaatiosuunnitteluun.

Ohjeiden sisältämien aiheiden valinnassa käytettiin apuna Valmetin sisäistä ohjetta toimitusprojektin suunnittelusta CADS-ympäristössä. Ohjeisiin lisättiin myös suunnittelijoiden tärkeiksi kokemia aiheita ja työskentelymenetelmiä, joiden avulla suunnittelutyö olisi mahdollisimman vaivatonta. Ohjeiden materiaalin keräämistä ja laadunvarmistusta varten luotiin projektikantaan uusi projekti, jossa ohjeissa esitetyt toiminnot suoritettiin ja testattiin.

Opinnäytetyössä tuotettua ohjetta voidaan käyttää uusien suunnittelijoiden perehdytysmateriaalina ja nykyisten suunnittelijoiden tukena toimitusprojektin eri vaiheissa. Ohjeiden avulla tiedetään myös, mitä toimintoja malliprojekteilta vaaditaan, joten ohjeet tukevat myös malliprojektien päivitystyötä. Profiloivien toimilaitteiden I/O-määrien hallintaan luodun työkalun avulla voidaan vähentää virheitä ja nopeuttaa suunnittelutyötä, kun I/O-määrät saadaan vastaamaan ohjattavien toimilaitteiden lukumäärää.

---

Asiasanat: toimitusprojekti, malliprojekti, instrumentointisuunnittelu, sähkösuunnittelu

## ABSTRACT

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

KARLSSON, JAN:  
Use of Model Projects in Profiler Delivery Projects

Bachelor's thesis 40 pages, appendices 1 page  
March 2019

---

The purpose of this thesis was to find effective ways to work with CADS Electric engineering environment to utilise model projects in the engineering of Valmet IQ Profilers. The thesis was made for Valmet Automation Oy. The objectives of the thesis were to create a guide about using advanced engineering methods of CADS Electric and to create a tool to control the amount of I/O-cards and racks in delivery projects. The guide and I/O tool were confidential and were left out of the public version of the thesis. In the public part of the thesis the guide was described in general and mainly about how different parts of the guide affect electrical and instrumentation engineering in delivery projects.

Valmet's internal guide about the engineering phase of delivery projects was used as guidance to determine the contents for the thesis. Subjects that were considered important by project engineers were also added to the contents, including working methods that will ease electrical and instrumentation engineering work in delivery projects. The contents of the guide were tested in a separate test project that was created in the project directory.

The guide about using model projects in engineering of profilers can be used as training material for new project engineers and as assistance for current project engineers. The guide will also support product development when model projects will need updating. Product development can see what kind of requirements model projects need when they are being updated. The tool that was made to control the number I/O related devices will decrease the likelihood of errors and speed up the engineering phase of delivery projects. By using the I/O tool the number of I/O related devices will correspond with the number of actuators that control the profiler.

---

Key words: delivery project, model project, instrumentation, electrical engineering

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	VALMET OYJ - AUTOMAATIOLIIKETOIMINTA.....	8
3	PROFILOIVIEN TOIMILAITTEIDEN TOIMITUSPROJEKTI.....	9
	3.1 Profiloivat toimilaitteet .....	9
	3.2 Toimitusprojekti.....	11
4	TOIMITUSPROJEKTIN SUUNNITTELU.....	15
	4.1 Suunnittelun työkalut.....	15
	4.2 Mallipohjainen suunnittelu.....	16
5	OHJEISTUKSEN SISÄLTÖ .....	18
	5.1 Sisällön laadinta.....	18
	5.2 Projektin luonti ja yleiset toiminnot .....	20
	5.3 Suunnittelutietojen muokkaus .....	25
	5.3.1 I/O-kortit ja -kehikot .....	25
	5.3.2 Muut suunnittelutiedot .....	28
	5.4 Raportointi.....	29
	5.5 Tulostus ja julkaisu.....	31
	5.6 Ratkaisuja ongelmatilanteisiin .....	33
6	POHDINTA .....	35
	LÄHTEET.....	38
	LIITTEET .....	40

**LYHENTEET JA TERMIT**

ACU	Kostuttimen tai höyrylaatikon toimilaitteohjausyksikkö, Actuator Control Unit
As-built	Lopulliset piirustukset
Aton	Tuotetiedon hallintaohjelmisto
AXES	Valmetin kehittämä suunnittelujärjestelmä
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu, Computer Aided Design
CADS Electric	Sähkö- ja automaatio suunnitteluohjelmisto
CADS.PDM	CADS Electricin laajennus tietojen vientiin PDM-ohjelmiin
CD	Paperikoneen poikkisuunta, Cross Direction
DB	Tietokanta, CADS Electric DB
DCS	Hajautettu automaatiojärjestelmä, Distributed Control System
DM	Dokumentinhallintaohjelmisto, CADS DM
EMEA	Eurooppa, Lähi-itä ja Afrikka, Europe, the Middle East and Africa
FAT	Tehdastesti, Factory Acceptance Test
I/O	Tulo- ja lähtösignaalit, Input/Output
M-Files	Tiedon ja dokumenttien hallintaohjelmisto
MD	Paperikoneen konesuunta, Machine Direction
MIMO	Monimuuttujajärjestelmä, Multiple Input Multiple Output
myCADS	CADSin verkkopalvelu
PDM	Tuotetiedon hallinta, Product Data Management
QCS	Laatusäätöjärjestelmä, Quality Control System
SAT	Luovutustestaus, Site Acceptance Test
Valmet IQ	Valmetin laatusäätöjärjestelmä

## 1 JOHDANTO

Sähkö- ja instrumentointisuunnittelun työmäärää voidaan vähentää käyttämällä valmiita mallidokumentteja. Mallidokumenttien avulla eri projektien dokumentaatioista saadaan yhteneväisiä ja suunnittelutyössä syntyviä virheitä saadaan vähennettyä. Mallidokumentit voivat olla suunniteltavan koneen tai laitteen vakioituja sähkö- ja instrumentointipiirustuksia, jotka kopioidaan käyttöön toimitusprojekteissa. Toimitusprojektien suunnittelussa mallidokumentteihin täytetään projektiin liittyvät yksilöivät suunnittelutiedot ja dokumentteihin tehdään tarvittaessa pieniä muutoksia. Koneen tai laitteen mallidokumentaatio voidaan koota yhdeksi kokonaisuudeksi, jolloin syntyy malliprojekti. Malliprojektien avulla koko sähkö- ja instrumentointisuunnittelun mallidokumentaatio otetaan käyttöön ilman, että jokaista mallidokumenttia tarvitsee valita erikseen käytettäväksi toimitusprojektin suunnittelussa. Profiloivien toimilaitteiden sähkö- ja instrumentointisuunnittelu toteutetaan toimitusprojekteissa malliprojektien avulla. Toimitusprojektien suunnitteluvaiheen alussa malliprojektin sisältö kopioidaan toimitusprojektiin, jonka jälkeen suunnittelu voidaan aloittaa.

Opinnäytetyön tarkoitus oli löytää tehokkaat toimintatavat profiloivien toimilaitteiden malliprojektien käyttöön toimitusprojekteissa CADS Electric -suunnitteluympäristön kehittyneitä toimintoja hyödyntäen. Tavoite oli suoraviivaistaa ja helpottaa suunnittelutyötä luomalla ohjeistus malliprojektien käytöstä sähkö- ja instrumentointisuunnittelussa ja kehittää CADS Electric DB:n tuontityökalulla sovellutus I/O-korttien ja -kehikoiden hallintaan suunnittelussa. Ohjeistuksen tarkoituksena on toimia perehdytysmateriaalina uusille suunnittelijoille sekä tukena nykyisille suunnittelijoille. Ohjeiden tavoitteena oli, että uusi suunnittelija suoriutuisi ohjeita seuraamalla profiloivan toimilaitteen sähkö- ja instrumentointisuunnittelusta malliprojekteja käyttämällä alusta loppuun. Ohjeistusta voidaan käyttää myös malliprojektien ylläpidon tukena, sillä ohjeistuksen avulla voidaan nähdä minkälaisia ominaisuuksia malliprojektilta ja sen dokumenteilta voidaan odottaa toimitusprojektien suunnittelussa.

Opinnäytetyössä luotiin ohjeistus toimitusprojektin suunnittelun toteutuksesta malliprojektien avulla. Ohjeistuksessa käsiteltiin projektin luontiin, suunnittelutietojen muokkaamiseen, raportointiin ja julkaisuun liittyviä toimintoja ja ominaisuuksia. Ohjeiden lisäksi luotiin kahden profiloivan toimilaitteen suunnittelutyön nopeuttamiseksi työkalu profiloivan toimilaitteen I/O-korttien ja -kehikoiden lukumäärän määrittämiseksi.

Ohjeiden ja I/O-työkalun avulla saadaan tehostettua suunnittelijoiden päivittäistä työskentelyä. Ohjeissa esiteltyjen toimintatapojen avulla toimitusprojekteista on myös mahdollista saada sähkö- ja instrumentointisuunnittelun osalta yhteneväisiä. Erityisesti ohjeet tukevat uusia suunnittelijoita, joille CADs Electric -suunnitteluympäristö ei ole tuttu, sillä ohjeiden avulla on mahdollista toteuttaa profiloivan toimilaitteen toimitusprojektin sähkö- ja instrumentointisuunnittelu alusta loppuun malliprojekteja käyttämällä.

## 2 VALMET OYJ - AUTOMAATIO- LIIKETOIMINTA

Valmet on maailmanlaajuisesti toimiva, 12 500 henkilöä työllistävä teknologian, palveluiden ja automaation toimittaja ja kehittäjä. Yrityksellä on neljä liiketoimintalinjaa: sellu ja energia, paperit, palvelut ja automaatio. Valmetin liikevaihto oli vuonna 2018 3,3 mrd. euroa ja sen osake noteerataan Nasdaq Helsingissä. (Valmet: Valmet lyhyesti; Valmet: Tilinpäätöstiedote tammi-joulukuu 2018.)

Valmetin automaatioliiketoiminnan liikevaihto vuonna 2018 oli 306 milj. euroa. Automaatioliiketoimintalinjassa työskentelee 1 800 henkilöä. Valmetin automaatioliiketoiminta tarjoaa asiakkailleen automaatiojärjestelmiä (DCS), laatusäätöjärjestelmiä (QCS), analysointilaitteita ja mittalaitteita. Liiketoiminnan asiakaskunta koostuu sellu-, energia-, paperi-, ja prosessiteollisuudesta. Tärkeimpänä markkina-alueena on EMEA-alue, jonka liikevaihto on 58 % koko liiketoimintalinjan liikevaihdosta. Toiseksi suurimpana markkina-alueena on Pohjois-Amerikka 21 % osuudella. (Valmet: Automaatio-liiketoimintalinja.)

Automaation liikevaihdosta 73 % syntyy sellu- ja paperiteollisuudesta. Loput liiketoimintalinjan liikevaihdosta syntyy energia- ja prosessiteollisuudesta. Valmetillä on 20 % markkinaosuus ja DCS-järjestelmien toimittajana toinen sija maailman paperi- ja selluteollisuuden automaatiiossa. Energia- ja prosessiteollisuudessa Valmetillä on 10 % markkinaosuus ja neljäs sija DCS-järjestelmien toimittajana. Meriratkaisuissa Valmetillä on toinen sija DCS-järjestelmien toimittajana. (Valmet: Automaatio-liiketoimintalinja.)

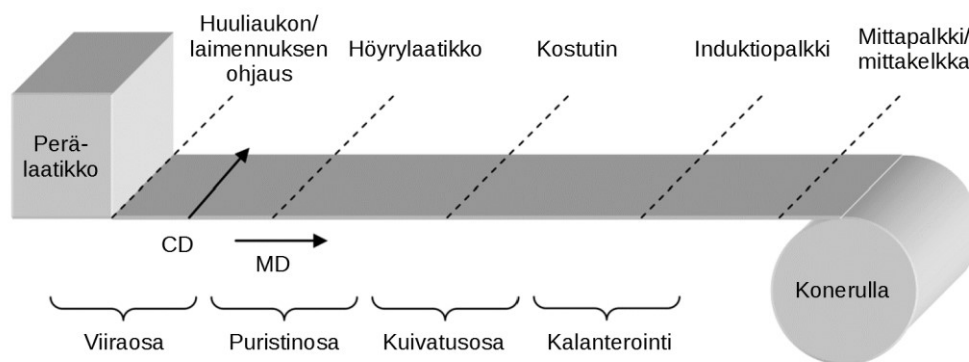
Profiloivat toimilaitteet ovat osa Valmet IQ-laatusäätöjärjestelmää. Valmetin QCS-ratkaisut sisältävät profiloivien toimilaitteiden lisäksi mittaraameja ja kamerajärjestelmiä. Valmet IQ -laatusäätöjärjestelmällä saadaan parannettua paperin ja kartongin laatua sekä tuotannon ja prosessin tehokkuutta. Valmet on maailman kahden suurimman yrityksen joukossa laatusäätöjärjestelmien toimituksissa. (Valmet: Automaatio-liiketoimintalinja; Valmet: Valmet IQ - Quality management system.)



### 3 PROFILOIVIEN TOIMILAITTEIDEN TOIMITUSPROJEKTI

#### 3.1 Profiloivat toimilaitteet

Kuviossa 1 on esitetty paperin valmistusprosessi. Paperin valmistus alkaa perälaatikolta ja päättyy konerullaan. Profiloivia toimilaitteita voi sijaita jokaisella paperikoneen osalla ja niillä korjataan koneen eri osilta tulevia häiriöitä paperin tai kartongin laadussa radan poikkisuunnassa. (Ohenoja & Leiviskä 2011, 103.)



KUVIO 1. Paperin valmistusprosessi (Ohenoja & Leiviskä 2011, 103, muokattu)

Paperin laatua mitataan ja säädetään paperikoneen konesuunnassa (MD) ja poikittaissuunnassa (CD). Kuviossa 1 olevat nuolet osoittavat paperikoneen kone- ja poikkisuunnan. Paperin laatua mitataan paperiradalla poikkisuuntaisesti edestakaisin liikkuvalla mittakelkalla, jonka avulla MD ja CD-mittaukset suoritetaan. Profiloivia toimilaitteita käytetään paperin ja kartongin laatusuureiden CD-profiilin säätöön. Säädetäviä CD-profiileita ovat mm. neliömassa, kosteus, kiilto ja päällystemäärä. Profiloivilla toimilaitteilla voidaan CD-profiilien lisäksi parantaa koneen ajettavuutta sekä vähentää koneen energian, raaka-aineiden ja kemikaalien kulutusta. (Mäkelä 2003, 12-16; Valmet: IQ Profilers 2019.)

CD-profiili muodostuu 200-1000:sta mittauspisteestä ja yksi profiloiva toimilaitte koostuu enimmillään sadoista yksittäisistä ohjattavista toimilaitteista, jotka ovat usein rivissä paperiradan poikittaissuunnassa. Säädoteknisesti CD-profiilin säätö muodostaa monimuuttujajärjestelmän (MIMO). Monimuuttujajärjestelmän luonteen vuoksi yhdellä profiloivalla toimilaitteella voidaan vaikuttaa useisiin paperin

ominaisuuksiin. Perälaatikon huuliaukkoa ohjaavia toimilaitteita käytetään ensisijaisesti paperin neliömassan säätöön, mutta huuliaukon ohjaus vaikuttaa myös paperin paksuuteen ja kosteuteen. Perälaatikolla syntyviä häiriöitä saadaan korjattua koneen muilla osilla sijaitsevilla profiloivilla toimilaitteilla. Yhden CD-profiilin säätämiseen voidaan käyttää useampaa profiloivaa toimilaitetta, sillä kosteuden CD-profiilin säädössä voidaan käyttää höyrylaatikkoa ja kostutinta joko yhdessä tai erikseen. CD-säädössä tavoitteena on saada poikittaisprofiilista mahdollisimman tasainen, jolloin laatu vaihtelee radan poikkisuunnassa mahdollisimman vähän. (Ohenoja & Leiviskä 2011, 103-104; Ammar & Dumont 2015, 283.)

Profiloivat toimilaitteet ovat eri käyttötarkoitusten vuoksi erilaisia. Kuvassa 1 on ylimpänä induktiopalkki (IQ Induction Profiler), keskimmäisenä kostutinpalkki (IQ Moisturizer) ja alimpana höyrylaatikko (IQ Steam Profiler). Profiloivissa toimilaitteissa ohjattavat toimilaitteet voivat olla väyläohjattuja tai toimilaitteita voidaan ohjata I/O:illa (Valmet: IQ Profilers 2019). Valmetin IQ Profilers-tuoteperheeseen kuuluvat seuraavat profiloivat toimilaitteet:

- IQ Dilution Profiler, perälaatikon laimennusventtiilien ohjaus
- IQ Slice Profiler, perälaatikon huuliaukon ohjaus
- IQ Steam Profiler, höyryn puhallus puristinosalla
- IQ Moisturizer, radan kostutus kuivatusosalla
- IQ Coat Weight Profiler, päällystemäärän säätö
- IQ Induction Profiler, kalanteritelan lämmitys induktiolla (Valmet: IQ Profilers 2019.)



KUVA 1. Profiloivia toimilaitteita (Valmet: IQ Profilers 2019)

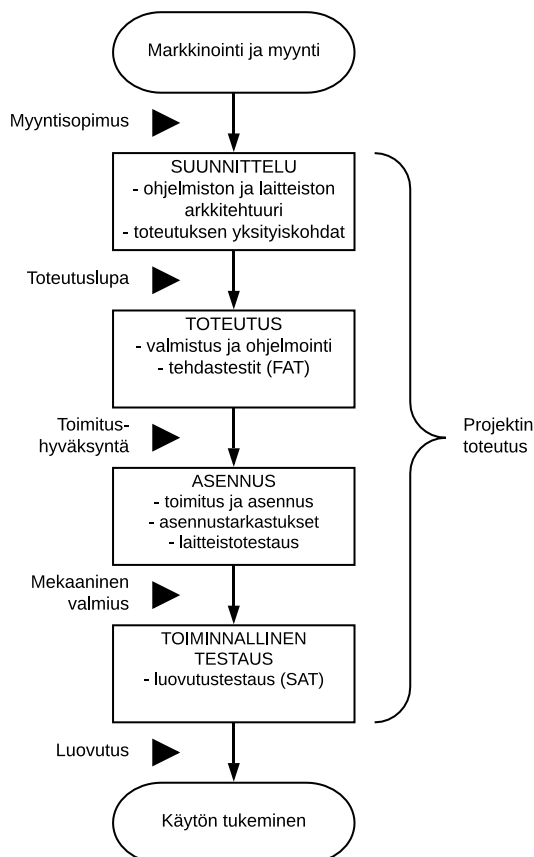
Kuvan 1 palkkien lisäksi profiloivien toimilaitteiden toimitusprojekteihin sisältyy myös muuta laitteistoa. Esimerkiksi IQ Moisturizer -kostuttimen toimitusprojekteihin kuuluu kostutinpalkin lisäksi erillinen toimilaitteohjausyksikkö ACU, vesikeskus ja veden mukana puhallettavaa ilmaa varten puhaltimia. Edellä mainittujen lisäksi voidaan toimittaa palkin liikutteluun tarvittavat laitteistot ja sumunpoistoyksikkö. Toimilaitteohjausyksikkö on kostutinjärjestelmän keskeinen osa ja se on yhteydessä paperi- tai kartonkikoneen automaatiojärjestelmiin. Kostutinpalkissa voi olla satoja suuttimia ja jokaisen suuttimen veden virtausta voidaan säätää erikseen ACU:ssa sijaitsevien toimilaitteiden avulla. Vesikeskuksen avulla syötetään vesi ACU:lle, josta vesi virtaa palkille ja suuttimien läpi sekoittuen samalla puhaltimilta tulevaan ilmaan. Ylimääräinen vesisumu on poistettavissa radan ja palkin välistä sumunpoistoyksikön avulla.

Kostuttimesta poiketen höyrylaatikon toimilaitteet eivät sijaitse toimilaitteohjausyksikössä, vaan höyrylaatikon sisällä. Höyrylaatikon toimilaitteita kuitenkin ohjataan kostuttimen tapaan erillisellä toimilaitteohjausyksiköllä ja höyrylaatikkoa voidaan liikuttaa erillisellä liikuttelujärjestelmällä. IQ Slice, Dilution ja Coat Weight Profilerissa toimilaitteet ovat väyläohjattuja ja ne sijaitsevat rivissä paperikoneen poikkisuunnassa. Väyläohjatuille toimilaitteille on yhteistä, että profiloivat toimilaitteet eivät tarvitse vettä tai höyryä toimiakseen vaan ne ovat täysin sähköisiä. Induktiopalkissa sijaitsevilla induktiokäämeillä lämmitetään kalanteritela. Induktiopalkki vaatii induktiokäämien suuren tehon vuoksi erilliset jäähdytysvesi- ja ilmajärjestelmät ja sitä voidaan myös liikuttaa liikuttelulaitteistolla.

### **3.2 Toimitusprojekti**

Profiloivat toimilaitteet suunnitellaan ja valmistetaan toimitusprojekteina. Toimitusprojektilla tarkoitetaan kertaluonteista projektia, jonka yritys tekee toimeksiantosta asiakkaalle (Pelin 2008, 33,35). Toimitusprojektien luonne poikkeaa toistuvasta sarjatuotannosta, sillä toimitusprojekteissa asiakkaalle toimitettavat ratkaisut ovat asiakkaan tarpeisiin räätälöityjä ja suunniteltuja (Artto, Martinsuo & Kujala 2006,18-19). Varsinainen toimitusprojekti toteutetaan myyntisopimuksen ja projektin luovutuksen välillä (Pelin 2008, 35).

Automaatioalan projekteissa myyntisopimuksen ja luovutuksen välinen toimitusprojektin toteutus voidaan jakaa useaan eri vaiheeseen. Näitä vaiheita ovat: suunnittelu, toteutus, asennus ja toiminnallinen testaus. Toimitusprojektin vaiheet ja etapit ovat kuviossa 2. Suunnitteluvaihe alkaa myyntisopimuksen solmimisen jälkeen, jolloin suunnitellaan laitteiston rakenne ja yksityiskohdat. Toteutusvaihe sisältää toimittajan suunnitelmien mukaisen valmistuksen ja tehdastestit (FAT). Hyväksytyjen tehdastestien jälkeen laitteisto lähetetään asiakkaan tiloihin, jossa suoritetaan laitteiston asennus. Asennuksen jälkeen suoritetaan toiminnallinen testaus (SAT). Toiminnallisessa testauksessa varmistetaan laitteiston toimivuus ja onnistuneen testauksen jälkeen laitteisto on toimittajan puolesta valmis tuotantolliseen käyttöön. Laitteisto luovutetaan asiakkaalle toiminnallisen testauksen jälkeen, jolloin toimitusprojektin toteutus päättyy. (Tommila 2001, 17-20.)



KUVIO 2. Toimitusprojektin elinkaari (Tommila 2001, 17, muokattu)

Projektin suunnitteluvaiheen tavoitteena on tarkentaa myyntisopimuksen yhteydessä tehtyjä toimituksen määrittelyitä ja tuottaa projektin toteutusvaiheeseen tarvittava dokumentaatio. Määrittelyitä voidaan tarkentaa kokouksissa toimittajan ja asiakkaan kesken. Tarkennuksia tehdään toimitettavan laitteiston toimintoihin,

liityntöihin ja rajapintoihin. Toimittaja korjaa virheet ja muutokset projektidokumentaatioon ja huolehtii niiden versionhallinnasta. Suunnitteluvaiheessa tuotettu dokumentaatio pyritään luomaan mahdollisimman virheetömäksi, jotta dokumentaatioon ei tarvitsisi tehdä muutoksia projektin toteutusvaiheen aikana. Suunnitteluvaihe päättyy toteutuslupaun, kun suunnitteludokumentaatio on hyväksytty. Toimittaja voi hyväksyä dokumentit sisäisesti tai asiakas voi vaatia suunnitteludokumentaation hyväksyttäväksi ennen toteutusluvan myöntämistä. (Tommila 2001, 48, 52, 55.)

Standardissa SFS-EN 60204-1 (2018) annetaan koneiden sähkölaitteistoja koskevia yleisiä vaatimuksia. Standardin mukaan koneen sähkölaitteiston tietoja ja dokumentteja tulee toimittaa koskien koneen asennusta, käyttöä ja kunnossapitoa. Standardi ohjeistaa toimittamaan mm. piirikaavioita, layout-kuvia ja listoja. Standardin muut toimittamaan ohjeistamat dokumentit ja tiedot ovat liitteessä 1. Standardin mukaan joissain maissa lainsäädäntö velvoittaa käyttämään dokumenteissa määrättyä kieltä, joten tarvittaessa dokumentaation kieltä voidaan joutua muuttamaan. (SFS-EN 60204-1 2018, 87,122.)

Toteutusvaiheessa toimittaja kokoaa suunnitteluvaiheen dokumentaation perusteella toimitettavan laitteiston kokonaisuuden. Suunnitteluvaiheen dokumentaatioon voidaan joutua tekemään muutoksia toteutusvaiheessa, jolloin toimittajan tulee huolehtia jälleen dokumentaatioiden versionhallinnasta. Toteutusvaiheessa suoritetaan tehdastestit, joissa asiakas voi olla myös mukana suorittamassa omia testauksia laitteistolle. Onnistuneiden tehdastestien jälkeen asiakas antaa laitteistolle toimitushyväksynnän ja laitteisto on valmis toimitettavaksi asennuskohteeseen. (Tommila 2001, 55-56, 62.)

Asennusvaiheessa laitteisto toimitetaan ja asennetaan sen lopulliseen käyttöympäristöön mekaanisten ja sähköisten piirustusten ja ohjeiden mukaan. Laitteiston ollessa asennettuna saavutetaan mekaaninen valmius. Mekaanisessa valmiudessa vastuu laitteiston operointivastuusta siirtyy usein projekti- ja ylösajohenkilökunnalta asiakkaan käyttöhenkilökunnalle. Asennuksen ja asennustestausten aikana tehdyt muutokset kytkentöihin kirjataan kytkentäkuvien punakynäversioihin. Toimittaja tekee punakynäversioiden perusteella lopulliset (as-built) kuvat laitteistosta. (Tommila 2001, 70.)

Toiminnallisessa testauksessa toimittaja varmistaa toimitetun laitteiston toimivuuden yhdessä prosessilaitteiston muun kokonaisuuden kanssa. Toimittajan suorittamat toiminnalliset testaukset voidaan jakaa kylmä- ja kuumetestaukseen. Kylmätestauksessa laitteiston toimintaa testataan mahdollisimman todellisissa, mutta turvallisissa olosuhteissa. Kylmätestauksessa voidaan käyttää oikeista prosessiaineista poikkeavia aineita, jotta turvallisuudesta voidaan varmistua. Kuumetestauksessa käytetään todellisia prosessiaineita ja laitteistoa testataan todellisissa olosuhteissa. Kuumetestauksessa syntynyttä lopputuotetta ei välttämättä voida asettaa myyntiin esimerkiksi viranomaisvaatimusten vuoksi. (Tommila 2001, 71, 73.)

Kylmä- ja kuumetestausten jälkeen asiakas todentaa laitteiston toimivuuden hyväksymistestauksella (SAT). Hyväksymistestauksessa tarkoituksena on osoittaa laitteiston toimivuus täydessä kuormituksessa. Laitteiston tulisi olla toimittajan puolesta testattu niin hyvin, että asiakkaan suorittamassa hyväksymistestauksessa ei synny virheitä. Onnistuneen hyväksymistestauksen jälkeen laitteisto luovutetaan asiakkaalle ja laitteiston takuu-aika alkaa. (Tommila 2001, 76-77.)

Opinnäytetyössä toimeksiantajalle tehty materiaali on tarkoitettu käytettäväksi ensisijaisesti toimitusprojektin suunnitteluvaiheessa, jolloin suoritetaan profiloivien toimilaitteiden sähkö- ja instrumentointisuunnittelu. Ohjeistuksesta on kuitenkin apua myös vielä asennusvaiheen ja toiminnallisen testauksen ohessa, jolloin suunnitelmiin voi tulla vielä muutoksia ennen lopullisten (as-built) kuvien luovutusta asiakkaalle.

## 4 TOIMITUSPROJEKTIN SUUNNITTELU

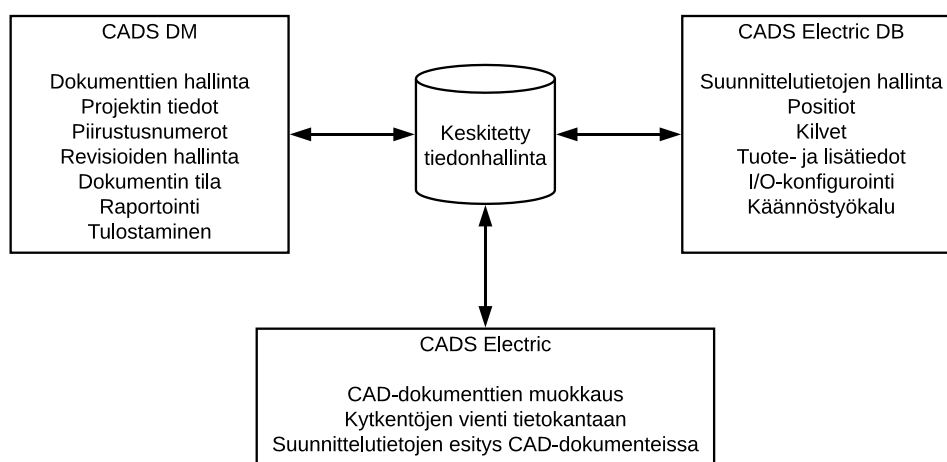
### 4.1 Suunnittelun työkalut

Profiloivien toimilaitteiden sähkö- ja instrumentointisuunnittelu toteutetaan CADs Electric -suunnitteluympäristössä, jota on muokattu Valmetin tarpeisiin sopivaksi. CADs Electric valittiin aiemmin käytössä olleen AXES-järjestelmän korvaajaksi. AXES oli Valmetin kehittämä suunnitteluohjelmisto ja monia sen toimintoja on lisätty nykyisin käytössä olevaan CADs Electriciin. (CADs: Valmet ja Kyndata kehittivät CADsista korkean vaatimustason tuotteen n.d.) Muokattuja tai lisättyjä ominaisuuksia ovat mm. erilliset piirrosmerkkien symbolikirjastot sekä tuotetietokannat.

CADs on suomalaisen Kyndata Oy:n kehittämä CAD-ohjelmisto, jolla on yli 30 vuoden historia. CADs Electric on suunnitteluohjelmistojen markkinajohtaja Suomessa rakennussähkösuunnittelussa ja teollisuuden sähkö- ja automaatio-suunnittelussa. (CADs: Markkinoiden laajin suunnittelujärjestelmä n.d.; CADs: Tietoa meistä n.d.) Suunnittelu tapahtuu CADs Electricissä keskitetyn tiedonhallinnan avulla, minkä ansiosta yksittäistä suunnittelutietoa ei tarvitse muokata monessa paikassa, vaan suunnittelutiedot päivittyvät kaikkiin esiintymiin yhdellä muokkauksella. Suunnittelutietoja voidaan muokata CAD-ohjelmassa avatuissa kuvissa, projektipuussa, CADs Electric DB -tietokantaohjelmassa tai Excel-tilaskolaskentaohjelmassa. (CADs: Muuta tietoa missä haluat n.d.)

Käytössä on myös CADs DM dokumentinhallintaohjelmisto, jossa projektidokumenttiota pystytään käsittelemään projektikohtaisesti. Ohjelman kautta avatut tiedostot lukitaan, jolloin ne saadaan suojattua usean käyttäjän samanaikaiselta käytöltä. DM sisältää myös raportointityökalun, jonka avulla voidaan luoda mm. piirustus- ja kaapeliluetteloita. Ohjelmistolla pystytään käsittelemään CAD-dokumenttien lisäksi muita tiedostomuotoja, kuten raportointityökalun luomia Excel-tilukoita sekä Word-dokumentteja. DM:n kautta täytetään myös projektin yleisiä tietoja mm. dokumenttien otsikkotauluihin. (CADs: CADs DM n.d.)

Kuviossa 3 on eroteltuina CADs Electricin, CADs Electric DB:n ja CADs DM:n ominaisuuksia. Ominaisuudet on kerätty opinnäytetyössä luodun ohjeistuksen pohjalta. Kaikilla ohjelmilla on selkeä tehtävä toimitusprojektin sähkö- ja instrumentointisuunnittelussa. CADs DM:llä suoritetaan projektin dokumentaation hallinta projektin luomisesta dokumenttien tulostamiseen ja julkaisemiseen. CADs Electric DB:llä suoritetaan varsinaiseen suunnittelutyöhön liittyviä tehtäviä, joita ovat mm. laitteiden ja kaapeleiden tuotetietojen, tunnusten ja kilpien muokkaus. CADs Electricillä suoritetaan CAD-kuvien muokkaus. CAD-ohjelmassa näytetään DM:ssä ja DB:ssä täytetyt tiedot, kuten asiakkaan tiedot sekä laitteiden tunnukset. CAD-ohjelmasta vietään yhteiseen tietokantaan kuviin tehdyt muutokset johtimien kytkentätiedoista.



KUVIO 3. Keskitetty tiedonhallinta CADs Electricissä

## 4.2 Mallipohjainen suunnittelu

Profiloivien toimilaitteiden sähkö- ja instrumentointisuunnittelu toteutetaan malliprojektien avulla, jotka on luotu CADs Electricin avulla samaan tapaan kuin varsinaiset toimitusprojektit. Malliprojekti sisältää profiloivan toimilaitteen sähkö- ja instrumentointisuunnittelun dokumentaation ja raportointityökalulla luotavat listat. Malliprojekteihin sisältyy myös suunnittelun tietokanta, joten toimitusprojektin suunnittelutyössä ei tarvitse luoda tai lisätä laitteiden tuotetietoja, jos ne eivät poikkea malliprojektin tiedoista.



Malliprojekteissa suunnitelmat on tehty suurimman mahdollisen toimilaitemäärän mukaan ja suunnitelmiin on lisätty kaikki profiloivaan toimilaitteeseen lisättävät ominaisuudet. IQ Moisturizer -kostuttimen malliprojektissa kostutin sisältää mm. sumunpoistossa tarvittavat piirit ja kostuttimen suuttimien virtausta ohjaavien toimilaitteiden määrä on suurin mahdollinen, jolloin toimilaitteohjausyksikössä on suurin mahdollinen määrä I/O:ta.

Uuden projektin alkaessa luodaan CADS DM:n rakenteeseen uusi projekti ja valitaan käytettävä malliprojekti. Valitun malliprojektin sisältö kopioituu uuteen projektiin, minkä jälkeen projektin sähkö- ja instrumentointisuunnittelu on mahdollista aloittaa. Suunnittelutyön alussa poistetaan ylimääräiset piirit ja ohjattavien toimilaitteiden määrä muutetaan projektiin sopivaksi: jos sumunpoistoa ei tule kostuttimeen, sumunpoistoon liittyvät piirit poistetaan. I/O-korttien ja -kehikoiden määrät ovat riippuvaisia ohjattavien toimilaitteiden lukumäärästä, joten myös ylimääräiset kortit ja kehiöt siistitään pois projektista.

Suunnittelutyö nopeutuu malliprojekteja käytettäessä, sillä toimitusprojektien suunnittelua ei tarvitse aloittaa täysin tyhjältä pöydältä. Malliprojektien avulla projektien dokumentaatioista saadaan yhteneväisiä ja käytettävät suunnitelmat saadaan pysymään ajan tasalla tuotteiden kehittyessä ja malliprojektien päivittyessä. Toimitusprojekteihin voi liittyä projektikohtaista räätälöintiä, jolloin malliprojektien avulla saadaan hyvät lähtökohdat suunnittelun aloittamiselle. Monilta osin toimitusprojektin sisältö voi kuitenkin pysyä samana malliprojektin kanssa, jolloin varsinaista suunnittelutyötä ei tarvitse niiltä osin tehdä ja suunnittelutyössä voidaan keskittyä vaadittavien muutosten tekoon.

## 5 OHJEISTUKSEN SISÄLTÖ

### 5.1 Sisällön laadinta

Opinnäytetyön alkuvaiheessa tutustuttiin jo tarjolla olevien ohjeiden tarjontaan. Valmetin sisäisen CADS-ohjeen lisäksi oli tarjolla CADS Electricin käyttöohjeet ja myCADS-verkkopalvelu. Käyttöohjeista poiketen myCADS-verkkopalvelusta löytyy teksti- ja kuvapohjaisten ohjeiden lisäksi opetusvideoita, joissa käydään läpi CADSin käyttöä perusteista alkaen. Videoiden ja muun materiaalin ansiosta myCADS sopii hyvin käyttäjille, joilla ei ole aiempaa kokemusta CADSin käytöstä. Valmetin sisäinen CADS-ohje keskittyy enimmäkseen CADS DM:n perustoimintojen, CADSin piirtotyökalun ja Valmetille räätälöityjen ominaisuuksien käyttöön. Valmetin sisäisestä CADS-ohjeesta puuttuu myös joitain CADSin uusien versio-päivitysten mukana tulleita ominaisuuksia ja jotkin ohjeissa käsitellyt asiat eivät enää onnistu ohjeissa esitetyillä tavoilla ohjelmiston päivitysten myötä. CADS Electricin käyttöohjeessa on käsiteltynä kattavasti ohjelmiston toimintoja läpi, mutta jotkin asiat ovat vain pintapuolisesti kerrottuina ja monia ohjeartikkeleita on vaikea löytää ohjeiden joukosta.

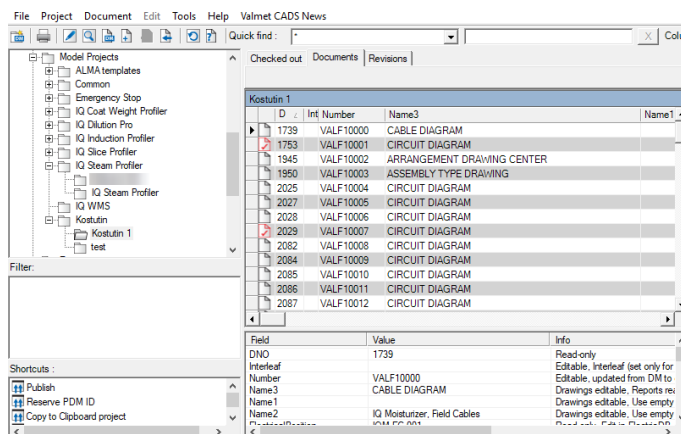
Opinnäytetyönä tehty ohjeistus tehtiin käyttäjille, jotka tuntevat CADSin perusteet, sillä peruskäyttöön liittyviä ohjeita oli runsaasti saatavilla. Ohjeistukseen valittiin siten tietokannan tehokkaaseen käyttöön liittyviä aihealueita ja ominaisuuksien erillisen käsittelyn sijaan kaikki käsiteltävät asiat pyrittiin liittämään toimitusprojektin suunnittelun eri vaiheisiin. Ohjeistukseen lisättiin kuitenkin osuus, jossa kerrataan miten suunnittelutiedot liikkuvat eri ohjelmien välillä, sillä ohjelmistojen yleisen toiminnan ymmärtäminen helpottaa päivittäistä työskentelyä ja ohjeiden ymmärtämistä huomattavasti. Ohjeistuksen sisällön määrittämisessä käytettiin apuna Valmetin sisäisen CADS-ohjeen CADS Engineering Process -lohkokaa-viota, jossa oli kuvattuna projektin eri vaiheet. Lohkokaavion perusteella tehtiin suunnitelma ohjeistuksen sisällöstä jättämällä kuitenkin pois CADSiin liittymättömät aihealueet. Ohjeistukseen haettiin myös ratkaisuja suunnittelijoiden työssä eteen tulleisiin ongelmiin ja ohjeisiin lisättiin suunnittelijoiden tärkeiksi kokemia aiheita.

Ohjeiden materiaalin keräämistä ja laadunvarmistusta varten luotiin projektihakemistoon erillinen projekti, jossa ohjeiden sisältöä voitiin testata. Ohjeisiin kerättävän materiaalin lisäksi pystyttiin etsimään olemassa olevien toimintatapojen lisäksi uusia toimintatapoja ohjelmistojen käyttöön, sillä testausprojektin olemassaolo mahdollisti myös virheiden teon ilman, että virheistä koitui haittaa varsinaisille toimitusprojekteille tai malliprojekteille. Testauksessa ja materiaalin keräämisessä kopioitiin testausprojektille IQ Moisturizer -kostuttimen malliprojektin sisältö. Kostutin valittiin testauksen malliprojektiksi, sillä sen malliprojektin kehitys on viety tuoteperheessä pisimmälle ja se sopi dokumentaation monipuolisuuden vuoksi hyvin ohjeistuksen pohjamateriaaliksi. Ohjeistuksen luonnissa edettiin Valmetin CADS Engineering Process -lohkokaavion mukaisesti ikään kuin kyseessä olisi ollut oikean toimitusprojektin suunnittelu. Projekti ja ohjeistus aloitettiin projektin luonnilla, josta edettiin projektissa tehtäviin muokkauksiin, raportointiin ja lopuksi julkaisemiseen. Tällä tavoin saatiin koko ohjeistuksen sisältö testattua ja todettua toimivaksi.

## 5.2 Projektin luonti ja yleiset toiminnot

### Projektin luonti

Uuden projektin suunnittelun alkaessa tulee projektille luoda oma hakemisto CADs DM:ään. Selkeyden vuoksi projektit ovat luotuna DM:ssä kansioittain siten, että projektit ovat luokiteltuina maa- ja kaupunkikohtaisesti. Kuvassa 2 on näytöleike CADs DM:n ikkunasta. Ikkunan vasemmassa reunassa on projektihakemisto ja keskiosassa projektin dokumentaatio. Varsinaisen projektin kansion luonnissa valitaan käytettävä malliprojekti malliprojektien hakemistosta. Samalla syötetään projektin yleisiä tietoja: asiakkaan tiedot, projektinumero ja projektin nimi. Projektin luonnin jälkeen malliprojektin dokumentaatio kopioituu luotuun projektikansioon. CADs Electric DB:stä muutetaan paperi- tai kartonkikoneen nimi oikeaksi, jonka jälkeen voidaan poistaa ylimääräiset dokumentit projektista ja ryhtyä tekemään toimitusprojektin suunnittelutyötä.



KUVA 2. CADs DM

### Dokumenttien poistaminen ja lisääminen

Profiloivan toimilaitteen kokoonpanosta riippuen malliprojektin kopioinnin mukana voi tulla dokumentteja, jotka ovat epäoleellisia toimitusprojektin kannalta. Tämänkaltaisia dokumentteja voivat olla esim. kostuttimen sumunpoistoon liittyvät piirit, sillä kostutin voidaan toimittaa joko sumunpoistolaitteistolla tai ilman sumunpoistoa. Dokumentit poistetaan projektikansioista DM:ssä.

Dokumentin poistamisen jälkeen siihen liittyvät suunnittelutiedot, kuten kaapelien ja laitteiden tiedot, tulee poistaa tietokannasta. Ohjelma ei anna poistaa laitteita tai kaapeleita, joilla on esiintymiä. Esiintymät ovat jokaisesta piirretystä laitteesta,

kaapelista ja kotelosta syntyviä merkintöjä. Esiintymistä jää merkintöjä tietokantaan, vaikka esiintymiä sisältäneet dokumentit olisivatkin poistettu. Poistettujen dokumenttien sisältämät laitteet ja kaapelit tulee kuitenkin saada poistettua tietokannasta, jotta ne eivät ilmestyisi myöhemmin laite- ja kaapeliluetteloihin. Poistettujen dokumenttien esiintymät poistetaan DB:stä löytyvällä siivoustyökalulla. Esiintymien poiston jälkeen voidaan tietokannasta poistaa DB:n avulla ylimääräiset piirit ja niihin liittyvät I/O-pisteet, kaapelit, laitteet ja kotelot.

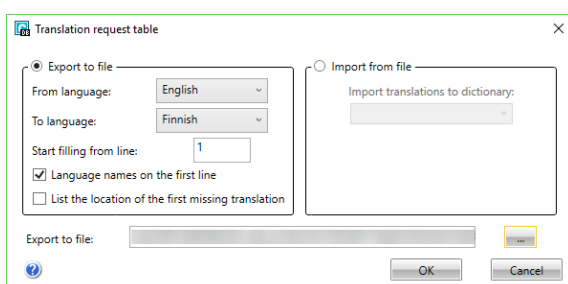
Projektiin voidaan lisätä tiedostoja jälkikäteen DM:n kautta. Projektiin voidaan luoda kokonaan uusia tiedostoja tai lisätä olemassa olevia tiedostoja. Tiedostot voivat olla esim. CAD-, Word- tai Excel-tiedostoja. Suunnittelutyössä syntyviä listoja kuten osaluetteloita ei tarvitse lisätä projektiin, sillä ohjelma luo ne automaattisesti raportointityökalulla. Projektiin voidaan lisätä myös toisista projekteista CAD-tiedostoja. Toisista projekteista kopioitavien CAD-dokumenttien mukana kopioituvat myös tietokannassa olevat suunnittelutiedot. Toiminto on hyödyllinen, jos työstettävässä projektissa halutaan käyttää jonkin vanhan projektin yksittäistä CAD-dokumenttia. Jos työstettävässä projektissa halutaan käyttää täysin samankaltaista dokumentaatiota kuin jossain edeltävässä projektissa, tulee vanhaa projektia voidaan käyttää myös malliprojektina uudelle projektille. Tämänkaltaisissa tilanteissa vanhan projektin käyttö malliprojektina tulee huomioida jo uuden projektin luomisvaiheessa, jolloin käytettävää malliprojektia valitaan.

### **Dokumenttien kielen muuttaminen**

Profiloivia toimilaitteita toimitetaan ympäri maailmaa, jolloin projektidokumenttaation kieli voidaan joutua vaihtamaan kohdemaan kielelle. Suunnittelutyötä ei kuitenkaan tarvitse tehdä kohdemaan kielellä, sillä dokumentaatio käännetään vain projektin tulostus- ja julkaisuvaiheessa. Projektidokumenttaatio pysyy aina suunnittelukielisenä DM:ssä, joten dokumentaation muokkaus ja revisioiden teko jälkikäteen onnistuu myös aina suunnittelukielellä.

Suunnitteludokumenttaation kielen vaihtamiseksi luodaan tyhjä Excel-tiedosto, johon käännettävät sanat luodaan. Käännöstaulukko luodaan DB:stä löytyvällä käännöstoiminnolla (kuva 3). Käännöstaulukon tekoa varten valitaan lähdekieli (suunnittelukieli) ja kohdekieli. CADs voi käyttää kerralla kolmea käännöstieto-

kantaa, jotka voidaan asettaa DB:n asetuksista. Ensisijaisena tietokantana käytetään käyttäjän luomaa käännöstaulukkoa ja kaksi muuta tietokantaa ovat ohjelmiston sisäisiä, joita voidaan kuitenkin muuttaa. Ohjelma lisää aiemmin luotuun Excel-tiedostoon ne sanat, joille se ei löydä käännöstä kahdesta sisäisestä käännöstietokannasta. Excel-tiedostoon syntyy omat sarakkeet molemmille kielille ja käännettävät sanat ovat allekkain taulukossa. Excel-tiedostoon tehdään käännökset kohdekielen sarakkeeseen, jonka jälkeen se valitaan CADSin ensisijaiseksi käännöstietokannaksi DB:n asetuksissa. Tämän jälkeen dokumentit ovat valmiita käännettäväksi erillisessä julkaisuohjelmassa projektin tulostus- ja julkaisuvaiheessa.



KUVA 3. Käännöspyyntötaulukon luonti

### Asiakastunnukset

Toimitusprojekteissa joudutaan usein muuttamaan ainakin kentällä kulkevien kaapeleiden ja kytkentäkoteloiden tunnuksia asiakkaan tunnusjärjestelmien mukaisiksi. CADSissa voidaan kaikille tunnuksellisille suunnittelutiedoille lisätä asiakastunnus. Asiakastunnukset tulostuvat kuviin ja listoihin tavallisten tunnusten tilalle. Asiakastunnuksen puuttuessa alkuperäinen tunnus jää käyttöön tulostusvaiheessa. Suunnittelutyö helpottuu asiakastunnusten avulla, sillä projektia voidaan työstää malliprojekteissa olevilla yksinkertaisilla tunnuksilla, kunnes projektista tarvitsee julkaista dokumentteja. Tarvittaessa asiakastunnukset saa myös näkyviin tai piilotettua CAD-kuvista, jolloin kuvia voidaan tarkastella asiakkaan näkökulmasta. Asiakastunnusten käytössä tulee kuitenkin olla tarkkana, sillä ne ovat vapaasti muotoiltavia, jolloin voi syntyä useita positioita samalla asiakastunnuksella.

Asiakastunnusten luontiin on DB:ssä oma toiminto, mutta niitä voidaan muokata myös yksitellen tai massamuokkauksen avulla. Massamuokkauksessa DB:ssä valitut rivit tietoineen avautuvat Excel-ohjelmaan taulukkona, jossa niitä voidaan

muokata. Massamuokkauksessa voidaan muokata useita suunnittelutietoja, mutta tuotetietoja ja kaapeleiden kytkentätietoja ei voida muokata. Kuvassa 4 on kaapeleiden tietoja massamuokattavana Excelissä. ID-sarake on kaapelin pakollinen tunnus ja Customer ID vapaaehtoinen asiakastunnus. From ja To-sarakkeissa on kaapelien kytkentätiedot. Valkoisella pohjalla olevien solujen tietojen muokkaus on sallittua Excelissä. Harmaalla pohjalla oleviin soluihin tehdyt muokkaukset eivät tule voimaan tietokannassa. Muokkausten ollessa valmiit, viedään tiedot takaisin tietokantaan DB:n kautta.

ID	Customer ID	From	To
IQM-E-003.2		Q3.1-022	+Cust.05
IQM-E-003.3		MC3.1-022	+IQM EC 001
IQM-E-003.4		MC3.2-024	+IQM EC 001
IQM-E-003.5		Q3.2-024	+Cust.05
IQM-M3.1-022.1		M3.1-022	MC3.1-022
IQM-M3.1-022.2		M3.1-022	MC3.1-022
IQM-M3.1-022.3		M3.1-022	MC3.1-022

KUVA 4. Suunnittelutietojen massamuokkaus Excelissä

### Dokumentteihin liittyvät tiedot


Dokumenttien otsikkotauluissa esitetään useita tietoja: dokumentin numero, revisionumero kommentteineen, tekijä, suunnittelupäivämäärä, dokumentin tila ja tyyppi. Otsikkotaulujen tietoja voidaan muokata dokumenttikohtaisesti DM:ssä dokumentin omalla rivillä. Jokaisella dokumentilla on kymmeniä sarakkeita, joissa on yksityiskohtaisia tietoja dokumentista. Tiedot voivat olla tarpeellisia suunnittelussa tai ne voivat olla ohjelmiston toimintaan liittyviä tietoja. Suurinta osaa dokumenttien tiedoista voidaan muuttaa, mutta monia ohjelmiston toimintaan liittyviä tietoja ei pystytä muuttamaan. Sarakkeiden suuren määrän vuoksi dokumenttien tietojen muokkaus on haastavaa DM:n perusnäkyvässä ja tietojen muokkauksessa voi syntyä virheitä, jotka ovat vältettävissä DM:stä löytyvillä työkaluilla.

Dokumenttien numerointiin on DM:ssä oma työkalunsa, mutta numerointia voidaan muokata myös suoraan dokumentin omalla rivillä DM:ssä. Numerointia voidaan muokata vapaasti ja numerointityökalussa voidaan juoksevan numeroinnin lisäksi dokumenttinumeroon lisätä kirjaimia ja numeroita, jotka pysyvät vakioina. Projektin asetuksista voidaan asettaa automaattinen dokumenttinumerointi käyttöön, jolloin projektiin lisättäville dokumenteille lisätään automaattisesti dokumenttinumero. Dokumenttien numerointia ja muita tietoja voidaan muokata myös

massamuokkaustyökalulla Excelissä samaan tapaan kuin DB:n kautta massamuokattavia suunnittelutietoja. DM:n kautta tapahtuvassa massamuokkauksessa ohjelma korostaa myös solut eri värein riippuen siitä, voidaanko tietoa muokata.

### Otsikkotauluissa näytettävät tiedot

Otsikkotauluissa näytettäviä tietoja muokataan DM:n ja DB:n kautta. DM:n kautta tulevat tiedot koskevat dokumentin yleisiä tietoja. DB:n kautta haetaan suunnittelutietoja sisältävät tiedot, kuten piirien ja koteloiden tunnuksset. Kuvassa 5 on piirikaavion otsikkotaulun oikea puolisko, jossa näytetään projektin yleisten tietojen lisäksi piirikohtaisia tietoja. DM:stä haettavat tiedot on korostettu kuvassa sinisellä ja DB:stä haettavat tiedot keltaisella.

		PROJECT <b>Project code</b>	CUSTOMER	
		OBJECT	<b>Cust. line 1</b>	
		MODEL	<b>Cust. line 2</b>	
TITLE		DRYER SECTION, Moisturizer		CUSTOMER DWG NR
PM PAPER MACHINE		IQ Moisturizer, Control cabinet power supply		
CIRCUIT DIAGRAM		DCC	DRAWING ID/REV	SHEET
PROD.	<b>IQ Moisturizer</b>	CIRCUIT	<b>IQM-CC-001</b>	<b>VALF10001</b>
			&EFS	1( 5 )
				15.10.2018 12:33:10

KUVA 5. Piirikaavion otsikkotaulu, oikea puolisko

Kuvassa 6 näkyvän otsikkotaulun vasemman puoliskon kaikki tiedot täytetään DM:ssä. Revisiotaulu on otsikkotaulun vasemman puoliskon hallitsevana osana. Vasemmalla puoliskolla näytetään myös suunnittelu- ja hyväksymistietojen lisäksi dokumentin sovellutusalue ja dokumentin tiedostonimi.

DATE	NAME	APPD	REVISION	REV.NBR
DESIGN.	4.10.2016	CHKD	APPD	
FILE	D31EH_001_IQM-CC		APPLA	ELECTRICAL HARDWARE

KUVA 6. Piirikaavion otsikkotaulu, vasen puolisko

DM:n kautta tiedot tulevat otsikkotauluihin automaattisesti. DB:n kautta tulevat tiedot tulee lisätä lehtikohtaisesti uusille lehdille ja tiedostoille, mutta malliprojekteja käytettäessä otsikkotaulujen asetukset ja tiedot ovat jo määritettyinä valmiiksi. DB:stä valitaan otsikkotauluun vain dokumenttiin liittyvä piiri tai sijainti. Pelkän piirin tai sijainnin tunnuksen valinnan avulla otsikkotauluun tulevat myös paperikoneen nimi ja koneen osio. Piirit ja sijainnit sijaitsevat tietokannassa hie-



rarkian muodossa, jossa ylimmällä tasolla on paperikone. Alimmalla tasolla sijaitsevat yksittäiset piirit ja sijainnit. Lehdelle tehtävän piirin tai sijainnin valinnan jälkeen otsikkotauluun lisätään myös piirille tai sijainnille liittyvä hierarkian rakenne. Lehdelle on mahdollista lisätä sekä piirin että sijainnin tieto, mutta silloin hierarkiat ja kohteiden kuvaukset menevät otsikkotaulussa päällekkäin, jos ne poikkeavat toisistaan. Mikäli otsikkotauluun halutaan piirin ja sijainnin tunnukset, tulee otsikkotaulusta piilottaa attribuutteja näkyvistä niiltä osin kuin tiedot menevät päällekkäin.

### **5.3 Suunnittelutietojen muokkaus**

#### **5.3.1 I/O-kortit ja -kehikot**

IQ Moisturizer -kostuttimen ja IQ Steam Profiler -höyrylaatikon ohjattavien toimilaitteiden määrät vaikuttavat merkittävästi profiloivan toimilaitteen ACU-kaapin I/O-määriin. Molemmat profiloivat toimilaitteet sisältävät yksittäisten toimilaitteiden ohjausten lisäksi myös muuta I/O:ta kuten rajakytkimien tietoja, mittauksia ja säätöventtiilien ohjauksia. Näiden I/O-pisteiden muokkaus on helposti hallittavissa niiden pienen määrän vuoksi. Toimilaitteita ohjaavien I/O-pisteiden lukumäärän ja niihin liittyvien korttien ja korttipohjien hallinta sen sijaan on työlästä, sillä ohjattavat toimilaitteet muodostavat satoja I/O-pisteitä. Malliprojekteissa ACU-kaappeihin on luotu suurin mahdollinen määrä toimilaitteita ja niiden ohjaukseen liittyviä laitteita. Toimitusprojektin suunnittelussa toimilaitteiden ylimääräiset I/O-pisteet ja laitteet karsitaan pois tietokannasta, jolloin toimitettavien I/O-korttien ja muiden laitteiden määrä vastaa ohjattavien toimilaitteiden vaatimaa määrää.

Profiloivien toimilaitteiden toimitusprojekteissa I/O-kortteihin ja -pisteisiin tehtävät muutokset koskevat lähinnä ohjattavien toimilaitteiden I/O:ta. Ohjeisiin lisättiin I/O:n hallintaan liittyvä kappale, sillä I/O:n hallinta ja muokkaaminen poikkeaa merkittävästi muista laitteista. Ohjeisiin lisätyn I/O:n hallintaan liittyvän kappaleen avulla tuetaan myös malliprojektien ylläpitoa profiloiviin toimilaitteisiin tehtävien muutosten myötä.

I/O-kortteja, -pisteitä ja -kehikoita hallitaan CADS Electric DB:n I/O:n hallinnassa. I/O:n hallinnassa voidaan luoda uusia I/O-kehikoita raahaamalla oikeanlaisia kortteja kehikoihin. I/O-korttien tuotetiedot lisätään korteille ohjelmassa automaattisesti. I/O:n hallinnassa voidaan myös luoda uusia I/O-pisteitä ja hallita niiden suunnittelutietoja, kuten nimiä ja kuvailevia tietoja. I/O:n hallinnassa luodaan yhteys I/O-pisteiden ja -korttien kanavien välille liittämällä I/O-piste haluttuun I/O-kortin kanavaan. Kanavien ja I/O-pisteiden kytkennät tallentuvat tietokantaan ja ne haetaan piirikaavioihin I/O-kanavien symboleille, joissa korttien kanavien osoitteet, liitinnumerot ja I/O-pisteiden tiedot esitetään.

Toimilaitteiden I/O-korttien ja niihin liittyvien laitteiden suodattaminen toimilaitteiden lukumäärän mukaan on CADS Electric DB:ssä todella työlästä, joten toimilaitteisiin liittyvien suunnittelutietojen karsimiseen kehitettiin Excel-taulukon luotu työkalu. Taulukkoon tuotiin I/O-korttien ja niihin liittyvien laitteiden suunnittelutietoja. Yksilöivien suunnittelutietojen, kuten tunnusten ja kuvausten lisäksi taulukkoon lisättiin poistettava-tiedolle oma sarake (To be deleted). Poistettava-tiedolla on kaksi tilaa: tosi ja epätosi. Laitteen ollessa määritettynä poistettavaksi se ei tulostu osalueteloihin ja se korostetaan tietokannassa punaisella värillä. Oletuksena laitteet eivät ole määritettyinä poistettaviksi. Kuvassa 7 on näyttöleike luodusta Excel-tiedostosta, johon syötetään toimilaitteiden lukumäärä Actuators-kohtaan. Taulukossa on funktio, joka määrittää laitteen To be deleted -tilan joko todeksi tai epätodeksi. Funktiossa verrataan käyttäjän asettamaa toimilaitteiden lukumäärää kortin tai laitteen vaatimaan toimilaitteiden vähimmäislukumäärään. Toimilaitteiden lukumäärän ollessa laitteen vähimmäismäärää pienempi, laitteen To be deleted -tieto muuttuu todeksi ja laite ei tulostu taulukon tietojen tuonnin jälkeen osalistoihin.

Actuators	80
<b>ID</b>	<b>To be deleted</b>
A2	FALSE
A2-DI8P_00	FALSE
A2-DO8SO_01	FALSE
A2-DO8SO_02	FALSE

KUVA 7. Laitteiden poistaminen toimilaitteiden lukumäärän mukaan

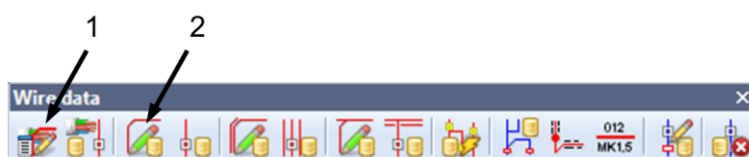
CADS Electric DB sisältää tuontityökalun, jonka avulla projektiin voidaan tuoda tietoja ulkoisista tietokannoista, toisista projekteista ja Excel-taulukoista. Tuontityökalussa luodaan ohjatusti erillinen tuontitiedosto, johon määritetään tietojen tuonnissa käytettävä Excel-tiedosto, josta tietoja haetaan. Tuontitiedoston luonnissa määritetään, kohdistuuko tuonti I/O-pisteisiin vai laitteisiin, jonka jälkeen valitaan tietokantaan tuotavien tietojen sarakevastaavuudet Excel-taulukosta. Tuontitiedosto tallennetaan ja Excel-taulukon tiedot voidaan hakea tuontitiedoston avulla projektin tietokantaan.

Tietojen tuonnissa pystytään vertailemaan projektin tietokantaa ja Excel-tiedostosta tuotavia tietoja. Näin voidaan välttyä virheellisten tietojen tuonnilta ja Excel-tai tuontitiedostoa voidaan muokata ennen lopullisen tuonnin tapahtumista. Tuonnin suorittamisen jälkeen poistettavien korttien ja laitteiden To be deleted -tiedot ovat muuttuneet tosiksi ja ne eivät tämän jälkeen tulostu osaluetteloihin. Tietokannan siisteyden kannalta poistettaviksi merkityt kortit ja laitteet voidaan poistaa nopeasti suodattamalla tietokanta To be deleted -tiedon mukaan.

### 5.3.2 Muut suunnittelutiedot

#### Kuviin tehtävät muutokset

Ohjeistuksessa korostettiin Valmetin omien symbolikirjastojen käyttöä, jolloin dokumentaatio saadaan pidettyä yhteneväisenä ja tuotetiedoista haettavat tiedot mm. liitintunnuksista saataisiin esitettyä. Lisäksi ohjeistuksessa esitettiin muita tapoja, joilla suunnittelutyötä voidaan helpottaa ja suunnittelussa käytettävä tietokanta saadaan pidettyä siistinä. Esimerkiksi piirrettävät johtimet tulisi pyrkiä piirtämään kuvan 8 Wire data -valikon toiminnoilla, jolloin johdinta piirrettäessä voidaan valita, onko johdin osa kaapelia (1) vai sisäinen johdin (2). Samalla saadaan valittua johtimen yksilöivät tiedot kuten johtimen tyyppi, väri ja tunnus. Myös johdintimiin tehtävät muutokset kannattaa tehdä Wire data -valikon toiminnoilla, jolloin sisäiset johtimet saadaan pidettyä numerojärjestyksessä projektipuussa.



KUVA 8. Wire data -valikko

#### Tuotetiedot

Profiloivien toimilaitteiden toimitusprojekteissa saatetaan joutua vaihtamaan malliprojekteissa käytettyjä laitteita. Laitteita voidaan joutua muuttamaan mm. ohjattavien toimilaitteiden lukumäärän tai kohdemaan sähköverkon jännitteen vuoksi. Tuotetietoja voidaan muuttaa DB:n tuotetietojen muokkaustyökälulla.

#### Kaapelit

Tuotetietojen tapaan myös projektin kaapeleiden tyyppejä voidaan joutua muokata. Profiloivien toimilaitteiden toimitusprojektit sisältävät kaapelointia kentällä ja profiloivien toimilaitteiden sisäisissä kokonaisuuksissa. Kaapelityypin vaihto toteutetaan DB:ssä kaapelityyppien hallinnassa.

#### Kilvet

Kaapeleiden, laitteiden ja sijaintien kilpien hallinta tapahtuu CADS Electric DB:ssä. Kilven tyylistä riippuen siinä voidaan esittää positiotiedon lisäksi myös

muita tietoja kuten piiritunnuksia, sijaintien kuvauksia ja vapaasti kirjoitettavia tietoja. Kilpiä voidaan sijoittaa kuviin ja niistä voidaan luoda kilpilistoja raportointityökalulla.

## **Revisiot**

Revisioiden hallinta tapahtuu CADS DM:ssä. Uuden revision luonnin jälkeen ohjelma kopioi vanhan revision erilliselle revisiovälilehdelle, josta vanhoja revisioita voidaan selata ja palauttaa käyttöön. Revision luonnin yhteydessä täytetään revisiota koskevia tietoja: tekijä, päivämäärä ja revision kommentit. Revisionumerointi on automaattista ja numerointia voidaan tarvittaessa muuttaa. CAD-dokumenttien lisäksi myös raportointityökalulla luoduista listoista on mahdollista luoda revisioita, jolloin revisiotiedot siirtyvät Excel-taulukoihin. Tiedostojen tahaton muokkaus voidaan estää lukitsemalla tiedosto, kunnes tiedostosta tehdään uusi revisio. Uuden revision luonnissa lukitus poistuu ja dokumenttia voidaan jälleen muokata.

## **5.4 Raportointi**

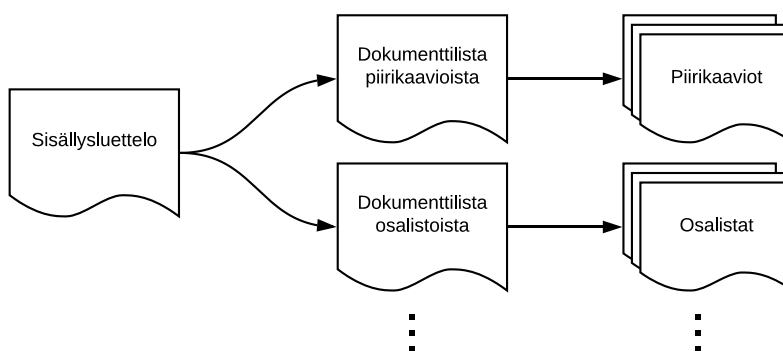
Toimitusprojekteissa tarvittavia listoja kuten kaapeli- osa- ja kytkentälistoja voidaan luoda raportointityökalulla. Työkalu voidaan avata joko DM:n tai DB:n kautta. Raportointityökalussa valitaan minkä tyyppinen lista halutaan luoda, jonka jälkeen ohjelma hakee koko projektista halutun listan mukaiset suunnittelutiedot. Suunnittelutietoja voidaan ryhmitellä, suodattaa ja järjestää raportointityökalussa ennen listan luontia. Esimerkiksi osalistoja luodessa ohjelman hakemat tiedot voidaan ryhmitellä sijaintien mukaan, jolloin jokaiselle projektin sijainnille syntyy oma lista. Tällä tavoin saadaan luotua profiloivan toimilaitteen jokaiselle osakokonaisuudelle oma osalistansa. Listoja voidaan esikatsella Excelissä ennen niiden tallentamista DM:stä löytyvään projektikansioon. Listojen otsikkotauluissa olevia tietoja voidaan muokata DM:stä erillisellä työkalulla samaan tapaan kuin CAD-dokumenttien otsikkotaulujen tietoja.

Malliprojekteissa on luotuna useita listoja, jotka kopioituvat projektin luonnin yhteydessä varsinaiseen projektiin. Malliprojekteissa listat on luotu siten, että toimitusprojekteissa uusia listoja ei välttämättä tarvitse luoda. Listoihin tulee kuitenkin

lisätä projektin tietoja ja asiakkaan positioita. Tiedot ja positiot saadaan listoihin päivittämällä olemassa olevat listat DM:n kautta. Listan päivityksessä dokumentin sisältö päivittyy vastaamaan tietokannassa olevia tietoja. Listan luonnin yhteydessä tehdyt rajaukset listan sisältöön pysyvät päivityksen jälkeen voimassa, jolloin listan tarkoitusperäinen sisältö pysyy samana. Listan sisältö voi kuitenkin muuttua päivityksen yhteydessä, jos suunnittelutietoihin on tehty muutoksia: profiloivan toimilaitteen yhdestä kokonaisuudesta tehty kytkentälista päivitetään kytkentöjen muututtua, jolloin lista on edelleen samasta kokonaisuudesta, mutta kytkentöjen tiedot ovat muuttuneet Excel-taulukossa.

Tulostus- ja julkaisutyökalun tehokas käyttö vaatii raportointityökalulla luotujen listojen käyttöä ja niiden toiminnan ymmärtämistä. Tulostamisessa ja julkaisussa hyödynnetään raportointityökalulla luotuja dokumenttilistoja ja sisällysluetteloita. Jokaiselle dokumenttityypille luodaan dokumenttilista, jossa on kyseisen dokumenttityypin kaikki piirustus- ja dokumenttinumerot listattuna. Projektihakemistoon syntyy erilliset listat esim. piirikaavioiden ja layout-kuvien piirustusnumeroista. Jokaiselle dokumenttilistalle syntyy myös oma dokumenttinumero. Sisällysluettelossa on listattuna jokaisen dokumenttiluettelon numero. Sisällysluettelo on hyödyllinen projektidokumentaation tulostamisessa paperille, sillä se sisältää kansioon tulostettavan kansilehden, jossa jokaiselle dokumenttilistalle on osoitettu oma välilehtensä.

Kuviossa 4 on esitetty sisällysluettelon ja dokumenttilistojen rakentuminen. Listoja voidaan myös ajatella kansioina. Sisällysluettelo on ylimmän tason kansio, jonka alta löytyvät dokumenttilistat, jotka ovat myös kansioita. Varsinaiset dokumentit sijaitsevat dokumenttilistojen kansioissa.



KUVIO 4. Dokumenttilistojen ja sisällysluettelon rakenne

Raportointityökalun monipuolisten rajaus- ja ryhmittelytoimintojen ansiosta dokumenttistöjä ei tarvitse luoda vain dokumenttityypeittäin. Dokumenttistöjen luonnissa on mahdollista rajata dokumenttistän sisältö sijainnin mukaan. Näin voidaan saada yhteen kytkentäkoteloon liittyvät dokumentit samaan dokumenttistöön, jolloin ne saadaan tulostettua samaan kansioon. Kytkeäkoteloon liittyvien dokumenttien lista sisältäisi tällöin kotelon kytkentä- ja layout-kuvat, kytkentä- ja osalistat sekä listan kotelon kilvistä.

## 5.5 Tulostus ja julkaisu

Raportointityökalulla luotujen dokumenttistöjen avulla saadaan projektidokumenttaatio julkaistua kansioihin dokumenttistöjen mukaan. Julkaisu- ja tulostusvaiheessa valitaan julkaistavaksi tai tulostettavaksi vain dokumenttistöjä tai sisällysluettelo. Sisällysluettelo tai dokumenttistö avataan julkaisutyökalussa ja ohjelma näyttää listojen sisällön edellisessä kappaleessa esitetyn kuvion 4 mukaisena kansiorakenteena, jossa voidaan valintaruuduilla valita julkaistavat kansiot ja tiedostot. Ohjelmassa on mahdollista valita julkaistava taso, joka nopeuttaa ohjelman käyttöä. Tasolla 0 julkaistaan vain ylimmän tason kansio ilman sen sisältöä. Tasolla 1 julkaistaan ylimmän kansion sisältö ja tasolla 2 seuraavan kansiotason sisältö jne. Raportointityökalulla luotu sisällysluettelo sijaitsee tasolla 0, dokumenttistat tasolla 1 ja varsinaiset dokumentit tasolla 2.

Dokumenttien kielen vaihto ja valinta tapahtuu julkaisutyökalussa. Julkaisuohjelmassa voidaan muuttaa myös mm. tulostimen ja pdf-tallennuksen asetuksia. Tiedostot voidaan julkaista samanaikaisesti listojen mukaiseen kansiorakenteeseen, pdf-tiedostoiksi ja tulostaa paperille. Julkaisun käynnistämisen yhteydessä ohjelma kysyy tallennushakemistoa, avaa jokaisen dokumentin yksitellen ja päivittää tietokannassa olevat tiedot kuviin ja muihin dokumentteihin. Samalla tiedostojen kielet käännetään julkaisukielelle. Julkaisun jälkeen tiedostoja on mahdollista selata aiemmin määritetystä kansioista, jossa tiedostot sijaitsevat alkuperäisessä tiedostomuodossa ja pdf-muodossa.

Julkaisutyökalu poistaa CAD-dokumenteista kaikki CADS Electricin tietokantaan liittyvät ominaisuudet ja muuntaa CAD-dokumentit dxf-tiedostomuotoon. Kuvat saadaan näin helposti myöhemmin auki asiakkaan toimesta myös muilla CAD-ohjelmilla kuin CADSilla. Kaikki tiedostot tallentuvat DM:ssä asetettujen asiakkaan tiedostonimien mukaan, jolloin tiedostot voidaan nimetä jo tietokannassa asiakkaan toiveiden mukaan ilman, että tiedoston nimi muuttuu DM:n projektihakemistossa. Asiakkaan tiedostonimet ovat samankaltaisia kuin laitteiden ja kaapeleiden asiakastunnukset ja niiden käyttö ei ole pakollista. Asiakkaan tiedostonimen puuttuessa tiedosto julkaistaan sen alkuperäisellä projektihakemistosta löytyvällä nimellä.

Projektidokumentaatio on tarkoitus tallentaa arkistoitavaksi M-Files-ohjelmaan, jossa säilytetään sähkö- ja instrumentointisuunnitelmien lisäksi muita toimitusprojektiin liittyviä dokumentteja ja tiedostoja. M-Files on uusi ohjelmisto Valmet Automationilla, joten sen käyttöön CADS-ympäristön kanssa ei ollut ohjeistusta. M-Filesissa tiedostot eivät järjesty kansioittain vaan tiedostokohtaisten metadatojen perusteella. Toimitusprojektien metadatat voivat olla samantapaisia tietoja kuin CADS DM:ssä määritetyt projektikohtaiset tiedot, kuten projektin nimi ja numero, asiakkaan nimi ja toimitettava laite. Tietojen yhteneväisyyden vuoksi tarkoituksena oli löytää tapa, jolla projektidokumentaation metadatoihin voitaisiin liittää DM:stä löytyvät projektin tiedot.

M-Files tukee monitiedostoisia dokumentteja, jotka ovat koostuvat useista tiedostoista. CADSin julkaisutyökalu tallentaa julkaistavat tiedoston niiden alkuperäisen muodon lisäksi pdf-tiedostoina. Alkuperäinen ja pdf-tiedosto oli tarkoitus yhdistää yhdeksi monitiedostoiseksi dokumentiksi M-Filesissa, jolloin jokaista dokumenttia olisi arkistossa vain yksi kappale, mutta kahtena eri tiedostomuotona.

Tiedostojen siirtoon CADS DM:stä M-Filesiin löydettiin vain tilapäisesti toimiva ratkaisu. Tiedostojen siirto julkaisutyökalulla M-Filesiin ei onnistunut toivotusti, sillä metadatojen syöttö ja monitiedostoisten dokumenttien yhdistäminen piti hoitaa käsin, jos tiedostoja yritettiin tallentaa suoraan M-Filesiin DM:stä. Tilapäisessä ratkaisussa tiedostot julkaistaan ensin johonkin muuhun sijaintiin kuin M-Filesiin. Tämän jälkeen tiedostot viedään M-Filesiin ohjelman omalla kansioiden



tuontityökalulla. Kansioiden tuonnissa kansioille ja tiedostoille voidaan lisätä metadatat erillisessä metadatan täyttöikkunassa. Tämänkaltaisen tuonti teettää kuitenkin vielä paljon käsin tehtävää tietojen täyttöä ja monitiedostoisten dokumenttien luonti ei onnistu tällä tavoin, vaan ne on tarvittaessa luotava erikseen M-Filesissa. Ohjeistuksessa esitettyä tapaa voidaan kuitenkin käyttää toistaiseksi, kunnes CADSin ja M-Filesin välille on kehitetty toimiva tiedostojen siirtomenetelmä.

## 5.6 Ratkaisuja ongelmatilanteisiin

Ohjeisiin lisättiin oma kappale ongelmatilanteiden ratkaisuille. Ohjeiden luonnin yhteydessä pyrittiin löytämään suunnittelutyössä eteen tulevia ongelmia. Ongelmien ratkaisut liittyivät tietokannan käyttöön ja sen toiminnan hallitsemiseen.

Suunnittelutyössä kytkentöjen piirroksessa kaapelin suunta voi epähuomiossa kääntyä, jolloin kaapelin kytkentätiedot ovat väärin päin. Ongelma on lähinnä kosmeettinen kaapelilistojen luonnissa, mutta ongelma korostuu kaapelilistojen ollessa luotuna kaapelin kytkentätietojen perusteella. Tällöin kaapeli voi väärin päin ollessa kadota oikeasta kaapelilistasta, jos listat on luotu keskus- tai kotelokoh- taisesti. Ongelma on korjattavissa kääntämällä kaapelin suunta kaapelikaaviosta kaapelin kääntötoiminnolla. Ongelmaa ei synny, jos koko projektin kaapeloinnista tehdään vain yksi kaapelilista.

Profiloivien toimilaitteiden suunnittelun alkuvaiheessa tehtävässä ylimääräisten piirien, laitteiden, kaapelien ym. poistossa voi syntyä ongelmia, jos poistettavalla kohteella on esiintymiä kuvissa. Kohdetta poistaessa se merkitään poistettavaksi, jos sillä on tietokannan mukaan esiintymiä, mutta se jää tietokantaan punaisella värillä korostetuksi. Pahimmassa tapauksessa kohde voi olla vielä merkittynä kuviin, mutta joissain tapauksissa merkintä esiintymästä on jäänyt tietokantaan, vaikka esiintymät olisi poistettu kuvista tai koko tiedosto olisi poistettu projektista. Ongelman ratkaisemiseksi tietokannassa olevat merkinnät esiintymistä tulisi saada poistettua ennen varsinaisen kohteen poistoa. Ongelman ratkaisussa on esitetty, miten esiintymiä voidaan etsiä kuvista näyttämällä tietyn laitteen tai kaapelin esiintymät korostetusti kuvista. Joissain tapauksissa tiedoston poistamisen

yhteydessä tietokantaan jää vielä merkintöjä esiintymistä, joita ei todellisuudessa ole olemassa. Poistettujen tiedostojen esiintymien merkinnät ovat poistettavissa tietokannan siivoustyökalulla, jota tulisi käyttää aina tiedostojen poiston yhteydessä.

Siivoustyökalua voidaan käyttää suunnittelutyön ohessa myös muulloin kuin dokumentteja poistettaessa. Suunnittelutyön ohessa tietokantaan voi syntyä ylimääräisiä laitteita tai johtimia, jotka voidaan poistaa siivoustyökalun avulla. Projektin tietokanta saadaan pidettyä siistinä ja johdonmukaisena siivoustyökalun avulla tietokannan koostuessa vain käytössä olevista laitteista ja johtimista.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää tehokkaita toimintatapoja CADS Electric -ohjelmiston käyttöön profiloivien toimilaitteiden toimitusprojektien sähkö- ja instrumentointisuunnittelussa. Tavoitteena oli luoda ohje toimitusprojektin toteuttamisesta malliprojektien avulla ja luoda työkalu I/O-korttien ja niihin liittyvien laitteiden hallintaan. Ohjeiden tavoitteena oli toimia perehdytysmateriaalina uusille suunnittelijoille ja tukena nykyisille suunnittelijoille.

Opinnäytetyössä luotiin ohjeistus profiloivien toimilaitteiden malliprojektien käytöstä toimitusprojektien suunnittelussa. Ohjeissa käytiin läpi CADS Electric -ohjelman toimintoja profiloivien toimilaitteiden toimitusprojektien sähkö- ja instrumentointisuunnittelun eri vaiheissa. Ohjeiden laadinnassa tutustuttiin jo olemassa oleviin materiaaleihin CADS Electricin käytöstä ja ohjeiden sisällön määrittämisessä käytettiin Valmetin sisäisen CADS-ohjeen projektin suunnitteluvaiheen lohokkaaviota. Ohjeiden avulla on mahdollista toteuttaa profiloivan toimilaitteen sähkö- ja instrumentointisuunnittelu alusta loppuun malliprojektien avulla hyödyntäen ohjeissa esitettyjä kehittyneitä toimintatapoja CADS Electricin käytössä. Ohjeiden lisäksi luotiin työkalu IQ Moisturizer -kostuttimen ja IQ Steam Profiler -höyrylaatikon toimilaitteita ohjaavien I/O-korttien ja niihin liittyvien muiden laitteiden hallintaan. Työkalulla saadaan toimilaitemäärän syöttämisen ja Excel-tiedoston tuonnin jälkeen poistettua malliprojekteissa olevat ylimääräiset laitteet toimitusprojektin tietokannasta, jolloin tietokannassa olevien I/O-korttien ja niihin liittyvien laitteiden lukumäärä saadaan vastaamaan ohjattavien toimilaitteiden määrää.

Ohjeistuksen laadunvarmistuksena käytettiin ohjeiden kirjoitusvaihetta varten luotua projektia, jossa ohjeissa esitetyt toiminnot testattiin. Myös tuontityökalun toiminnan oikeellisuus testattiin samassa projektissa kostuttimen osalta ja höyrylaatikon tuontityökalun toiminta testattiin omassa malliprojektissaan. CADS-ympäristön ohjeistus kirjoitettiin IQ Moisturizer -kostuttimen malliprojektiin pohjautuvasta materiaalista. Profiloivien toimilaitteiden malliprojekteja on jokaisella tuotteella vähintään yksi, joten ohjeiden materiaali kohdistui pieneen osaan malliprojektien kokonaisuudesta. Kostuttimen malliprojekti on kuitenkin CADS-ympäris-

tön kannalta viety pisimmälle ja monipuolisuutensa vuoksi se kattaa kaikki malliprojektien käytössä tarvittavat toiminnot, joten ohjeistuksen materiaalia voidaan pitää luotettavana.

Ohjeissa korostui monessa kohdassa CADs DM:n ja CADs Electric DB:n eroavaisuudet: DM:ssä muokataan projektiin ja dokumentteihin liittyviä tietoja ja DB:ssä keskitytään suunnittelutietojen muokkaamiseen. Kahden eri ohjelman käyttö tietojen syöttämisessä voidaan kokea haastavana, mutta ohjeistuksella pyritään luomaan selkeyttä ohjelmien yhteistoimintaan. Samoin DM:ssä tehtäviin dokumentteihin liittyvien tietojen täyttöön pyrittiin tuomaan tukea, sillä dokumentteja lisättäessä projektiin ja niiden tietoja muokattaessa joudutaan samankaltaisia tietoja dokumentista lisäämään useaan eri paikkaan DM:ssä, jotta ohjelmistoista saadaan kaikki hyöty irti.

Opinnäytetyön alkuvaiheessa ohjeistukseen harkittiin lisätä yhdeksi aiheeksi projektin dokumentaation vienti Aton PDM-ohjelmistoon, mutta osuus rajattiin ohjeistuksen ulkopuolelle. Projektitoimituksissa on harvinaista, että projektin dokumentaatio jouduttaisiin viemään Atoniin, joten ohjeistus olisi tältä osin tullut todella pienelle käytölle. Projektidokumentaation arkistointiin M-Files-ohjelmistolla löydettiin vain tilapäisesti toimiva tapa, sillä dokumenttien suora siirto CADs DM:stä M-Filesiin ei tällä hetkellä onnistu. Tämän vuoksi on suositeltavaa selvittää, miten tiedostojen siirron tulisi tapahtua ja tarvittaessa kehittää toimiva rajapinta DM:n ja M-Filesin välille. Myös Aton-ohjelman käyttöä tulisi selvittää, sillä tuotekehityksen revisioissa malliprojekteja, tulisi dokumentaatio siirtää myös PDM-ohjelmaan, johon ei ole myöskään käytössä suoraa vientityökalua DM:stä. M-Filesiin ja PDM-ohjelmaan liittyvien dokumenttien vientiin liittyvien ongelmien vuoksi tulisi tutustua CADs.PDM-lisäosaan, sillä lisäosalla on mahdollista viedä projektidokumentaatio suoraan Aton-ohjelmaan. Lisäosalla on mahdollista viedä dokumentaatio myös muihin PDM-ohjelmiin, joten lisäosalla saattaisi onnistua myös dokumentaation vienti M-Filesiin pienen sovelluskehittelyn jälkeen.

Malliprojektien käyttöön liittyvä ohje ja I/O-työkalu esiteltiin profiloivien toimilaitteiden suunnitteluosastolle. Esittelytilaisuudessa käytiin ohjeiden pääkohdat läpi ja vaihdettiin ajatuksia malliprojektien käytöstä toimitusprojektien suunnittelussa. Ohjeistus jäi Valmet Automationin käyttöön ja sitä voidaan ryhtyä päivittämään

ohjelmistojen päivitysten tuomien ominaisuuksien ja tarpeellisiksi koettujen aiheiden myötä. Myös I/O-korttien ja -kehikoiden lukumäärien hallintaan tehty työkalu jää toimeksiantajan käyttöön. DB:n tuontityökalun tultua suunnittelijoille tutuksi toimilaitteiden I/O-määrien hallinnan myötä voivat suunnittelijat luoda myös omia tuontimäärittelyitä nopeuttamaan toimitusprojektien suunnittelutyötä.

## LÄHTEET

Ammar M. & Dumont G. 2015. Automatic tuning of paper machines cross-direction controllers via linear matrix inequalities. *Journal of Electrical Systems and Information Technology* 2 (3), 283-295.

Artto K., Martinsuo M., Kujala J. 2006. *Projektiliiketoiminta*. Helsinki: WSOY.

CADS. N.d. CADS DM. Luettu 14.2.2019. <http://www.cads.fi/ohjelmistot/cads-dm>

CADS. N.d. Markkinoiden laajin suunnittelujärjestelmä. Luettu 15.2.2019. <http://www.cads.fi/ohjelmistot/cads-electric/markkinoiden-laajin-suunnittelujarjestelma>

CADS. N.d. Muuta tietoa missä haluat. Luettu 14.2.2019. <http://www.cads.fi/ohjelmistot/cads-electric/muuta-tietoa-missa-haluat>

CADS. N.d. Tietoa meistä. Luettu 15.2.2019. <http://www.cads.fi/yritys/tietoa-meista>

CADS. N.d. Valmet ja Kymdata kehittivät CADSista korkean vaatimustason tuotteen. Luettu 14.2.2019. <http://www.cads.fi/referenssit/valmet-ja-kymdata-kehittivat-cadsista-korkean-vaatimustason-tuotteen>

Mäkelä, M. 2003. *Paperin laatusuureiden mittaaminen ja säätö*. 2. painos. Helsinki: Suomen Automaatioseura ry.

Ohenoja, M. & Leiviskä, K. 2011. Multiple Property Cross Direction Control of Paper Machines. *Modeling, Identification and Control* 32 (3), 103-112.

Pelin, R. 2008. *Projektihallinnan käsikirja*. 5. painos. Helsinki: Projektijohtaminen Oy.

SFS-EN 60204-1. 2018. *Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa 1: Yleiset vaatimukset*. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 14.2.2019. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/>

Tommila, T. 2001. *Laatu automaatioissa: Parhaat käytännöt*. Helsinki: Suomen automaatioseura ry.

Valmet. 2019. Automaatio-liiketoimintalinja. Luettu 20.2.2019. <https://www.valmet.com/fi/sijoittajat/valmet-sijoituskohteena/liiketoimintalinjat/automaatio/>

Valmet. 2019. IQ Profilers. Luettu 8.2.2019. <https://www.valmet.com/board-and-paper/automation-for-board-and-paper/quality-management-solutions-for-board-and-paper/valmet-ig-product-portfolio/profilers/>

Valmet. 2019. Tilinpäätöstiedote tammi-joulukuu 2018. Luettu 18.2.2019. <https://www.valmet.com/fi/sijoittajat/raportit-ja-esitykset/-2018/>

Valmet. 2019. Valmet IQ - Quality management system. Luettu 8.2.2019. <https://www.valmet.com/board-and-paper/automation-for-board-and-paper/quality-management-solutions-for-board-and-paper/valmet-iq-product-portfolio/>

Valmet. 2019. Valmet lyhyesti. Luettu 18.2.2019 <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/>

## LIITTEET

### Liite 1. Koneiden sähkölaitteistosta toimitettavat dokumentit ja tiedot

Sähkölaitteiston tiedon tyyppi	Suositteltu standardi
Jäsentelyn periaatteet	IEC 81346-1: Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules
Dokumentaation jäsentely	IEC 62023: Structuring of technical information and documentation (see note)
Osaluettelo	IEC 62027: Preparation of object lists, including parts lists
Asiakirjaluettelo	IEC 62027: Preparation of object lists, including parts lists
Sähkölaitteiden ominaisuuksien luettelo	IEC PAS 62569-1: Generic specification of information on products – Part 1: Principles and methods
Käsittely-, kuljetus- ja varastointiohjeet	IEC 82079-1: Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements
Asennus-, pystytys-, paikallisasennus- purkuohjeet jne.	IEC 82079-1: Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements
Käyttöohjeet	IEC 82079-1: Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements
Huolto- ja kunnossapito-ohjeet	IEC 82079-1: Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements
Viitetunnukset	IEC 81346-1: Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules ja IEC 81346-2: Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 2: Classification of objects and codes for classes
Liitintunnukset	IEC 61666: Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Identification of terminals within a system
Kaapelien ja johtimien merkinnät	IEC 62491: Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Labelling of cables and cores
Piirikaaviot	IEC 61082-1: Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules
Laitteiden layout ja kokonaismitat	IEC 61082-1: Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules
Johdotuskaaviot, liitinluettelot, kaapeliluettelot, kaapelien sijoituspiirustukset	IEC 61082-1: Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules
Varaosaluettelo määrättyä aikajaksoa varten	IEC 62027: Preparation of object lists, including parts lists
Parametrilistat (esim. muuttajille)	(ei ole standardia)
Työkaluluettelo	IEC 82079: Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements
Tunnistusjärjestelmät	IEC 62507-1: Identification systems enabling unambiguous information interchange – Requirements – Part 1: Principles and methods
HUOM. Yksinkertaisille laitteistoille IEC 62023 tietojen esittämisen yhdessä asiakirjassa.	

(SFS-EN 60204-1 2018, 122)