

Tuotannonohjausjärjestelmän ja Valmet DNA:n OPC UA -rajapinnan hyödyntäminen tuotantoprosessissa

Sami Wennerqvist

Opinnäytetyö
Syyskuu 2020
Tekniikan ala
Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Automaatiotekniikka

| | | |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Tekijä(t) Wennerqvist, Sami | Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK | Päivämäärä Syyskuu 2020 |
| | Sivumäärä 55 | Julkaisun kieli Suomi |
| | | Verkojulkaisulupa myönnetty: x |
| Työn nimi Tuotannonohjausjärjestelmän ja Valmet DNA:n OPC UA -rajapinnan hyödyntäminen tuotantoprosessissa | | |
| Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikka | | |
| Työn ohjaaja(t) Teppo Flyktman, Ari Kuisma | | |
| Toimeksiantaja(t) Oy ViskoTeepak Ab | | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Prosessin tuotevaihdot edellyttävät erilaisten asetusten muuttamista automaatiojärjestelmässä. Tämä käsin tehtävä operointi työllistää ja aiheuttaa inhimillisiä virheitä. Tuotteiden tavoitearvotiedot puuttuivat automaatiojärjestelmästä.</p> <p>Toimeksiantajayritys oli uusimassa tuotannonohjausjärjestelmää. Järjestelmään tarvittiin prosessitietoa automaatiojärjestelmästä. Tätä varten piti luoda tiedonsiirtoyhteys järjestelmien välille. Yhteys mahdollisti tuotannonohjausjärjestelmässä olevien tuotetietojen hyödyntämisen Valmet DNA -automaatiojärjestelmässä prosessin ohjaukseen. Tämän yhteyden hyödyntämistä tuotevaihtojen yhteydessä haluttiin tutkia ja kehittää.</p> <p>Olemassa olevaan Valmet DNA -automaatiojärjestelmään lisättiin OPC UA -palvelin, jonka avulla OPC UA -standardin avulla tiedonsiirto onnistuu eri järjestelmiin. Valmet DNA:ssa lisättiin yhteensä yli 500 positiota, kun lasketaan molempiin suuntiin siirrettävät positiot. FbCAD -sovelluksia lisättiin n. 60 kpl. Lisäksi yli 300 olemassa olevaan sovellukseen tehtiin muutoksia, joilla toteutettiin tavoitearvojen automaattinen muutos. Koska toiminnaltaan samanlaisia tuotantolinjoja oli 26, käytettiin sovellusten tekoon kaavapohja.</p> <p>Lopputuloksena OPC UA -yhteyden avulla automaatiojärjestelmään saatiin tuotteiden reseptien mukaiset tavoitearvot. Tuotevaihtojen yhteydessä tavoitearvot siirtyvät automaattisesti ajoarvoiksi aiemman manuaalisen työn sijaan. Automaatiojärjestelmään lisättiin operointisivu, josta näkyy linjakohtaiset ajo- ja tavoitearvot.</p> <p>Lisäksi toteutettiin valvonta, joka vertaa ajoarvoja ja tuotteen tavoitearvoja keskenään. Operaattorille ilmoitetaan vääristä ajoarvoista. Toiminnolla ehkäistään hukkatuotantoa.</p> | | |
| Avainsanat (asiasanat) OPC UA, Valmet DNA, Automaatiojärjestelmä, FbCAD -kaavapohja, MES, Tuotannonohjausjärjestelmä, Tuotevaihto. | | |
| Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet) | | |

| | | |
|---|--|---|
| Author(s) Wennerqvist, Sami | Type of publication Bachelor's thesis | Date September 2020 Language of publication: Finnish |
| | Number of pages 55 | Permission for web publication: x |
| Title of publication Utilization of an OPC UA interface with Manufacturing execution system and Valmet DNA in the production process | | |
| Degree programme Electrical and automation engineering | | |
| Supervisor(s) Teppo Flyktman, Ari Kuisma | | |
| Assigned by Oy ViskoTeepak Ab | | |
| Abstract <p>Product changes in a process, requires different settings to be changed in an automation system. This manual operation employs and causes human errors. Product target values were missing from the automation system.</p> <p>The client company was renewing its manufacturing execution system. The system needed process information from the automation system. To enable this, a data transfer connection had to be established between the systems. The connection made it possible for Valmet DNA automation system to utilize the product information from the manufacturing execution system. The aim was to study and develop the utilization of this connection during product changes.</p> <p>An OPC UA server was added to the existing Valmet DNA automation system, which enables the transfer of data to different systems using the OPC UA standard. A total of more than 500 tags in Valmet DNA were added, when calculating the tags to be transferred in both directions. About 60 FbCAD applications were added. In addition, changes were made to more than 300 existing applications to implement automatic change of target values. Since there were 26 production lines with similar functions, templates were used to create the applications.</p> <p>As a result, the OPC UA connection was used to obtain target values in accordance with the product recipes for the automation system. When a product is changed to another, the target values are automatically transferred to the setpoint values instead of the previous manual job. An operation page was added to the automation system, which shows line-specific actual- and target values.</p> <p>In addition, a control was made by comparing the actual values to the target values of the product. The operator is informed of incorrect values. This function prevents production loss.</p> | | |
| Keywords/tags (subjects) OPC UA, Valmet DNA, Automation system, FbCAD template, MES, Manufacturing Execution System, Product change. | | |
| Miscellaneous (Confidential information) | | |

Sisältö

| | |
|---|-----------|
| Lyhenteet | 4 |
| 1 Johdanto | 5 |
| 1.1 Opinnäytetyön lähtökohdat ja tavoitteet | 5 |
| 1.2 Toimeksiantajan esittely..... | 6 |
| 1.3 Kuitusuolituotantoprosessin kuvaus | 7 |
| 1.4 Käytetyt tutkimus ja kehitysmenetelmät | 9 |
| 2 OPC -standardi | 10 |
| 2.1 Kehittyneempi OPC Unified Architecture | 11 |
| 3 Tuotannonohjausjärjestelmä | 12 |
| 4 Valmet DNA -automaatiojärjestelmä | 14 |
| 4.1 Rakenne | 15 |
| 4.2 Valmet DNA OPC UA..... | 15 |
| 5 Työn suunnittelu | 16 |
| 5.1 Suunnittelun lähtökohdat | 16 |
| 5.2 Tietojen keräys ja tiedonsiirtolistan muodostaminen | 16 |
| 6 Työn toteutus | 22 |
| 6.1 Valmet OPC UA -palvelimen lisäys | 22 |
| 6.2 OPC UA -palvelimien välisen yhteyden testaus | 27 |
| 6.3 OPC UA-yhteyden valvonta - watchdog | 27 |
| 6.4 Tuotevaihtojen automatisointi..... | 28 |
| 6.5 Sovellusten ohjelmointi..... | 28 |
| 6.5.1 FbCAD -kaavapohjat (template) | 29 |
| 6.5.2 Välipiiri | 32 |
| 6.6 Käyttöliittymä | 33 |
| 6.7 Käyttöönotto | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 7 Tulokset | 35 |
| 8 Johtopäätökset ja pohdinta | 36 |
| Lähteet | 38 |
| Liitteet | 40 |
| Liite 1. Tiedonsiirtolista MES to DNA. | 40 |
| Liite 2. Yhden linjan FbCAD välipiiri | 46 |

Kuviot

| | |
|---|----|
| Kuvio 1. Tuotantoprosessi. (ViskoTeepak iconnect) | 7 |
| Kuvio 2. Työtilauksen elinkaari. (Software Design Specification, Roima) | 13 |
| Kuvio 3. Valmet DNA (Valmet DNA OPC UA Server & Client. 2018) | 14 |
| Kuvio 4. Tiedonsiirtolistan osa Valmet DNA:sta MES:n. | 17 |
| Kuvio 5. Tiedonsiirtolistan osa MES:stä Valmet DNA:n. | 18 |
| Kuvio 6. Tehtyjen positioiden merkitseminen. | 20 |
| Kuvio 7. Tehdyt positiot ilman tyhjiä rivejä..... | 21 |
| Kuvio 8. FbCADillä tehty testiohjelma..... | 24 |
| Kuvio 9. OPC UA-testiposioiden määrittäminen tekstitiedostossa. | 24 |
| Kuvio 10. UaExpert Address Space -näkyminen testiposioidilla. | 25 |
| Kuvio 11. UaExpert Data Access View..... | 26 |
| Kuvio 12. FbCAD Function Test. | 26 |
| Kuvio 13. UaExpert -ohjelma..... | 27 |
| Kuvio 14. Sovelluksen osien piilotus. | 29 |
| Kuvio 15. Linjanumeroiden kaavoitus kaavoitus..... | 30 |
| Kuvio 16. Piiloitettavien osien ehto. | 30 |
| Kuvio 17. Aiemmin piilotettu linja nyt näkyvässä. | 31 |
| Kuvio 18. Ulkoisen tulon kaavoitus. | 31 |
| Kuvio 19. Toimisto- ja automaatioverkot..... | 32 |
| Kuvio 20. Yhden linjan käyttöliittymä. | 34 |
| Kuvio 21. Osa operointinäytön vertailusivusta (yksi linja)..... | 34 |

Lyhenteet

| | |
|----------|--|
| COM/DCOM | Distributed Component Object Model, tekniikka, jonka avulla eri ohjelmistokomponentit kommunikoivat. |
| DCS | Distributed Control Systems, hajautettu ohjausjärjestelmä |
| DMZ | Demilitarized zone, aliverkko, joka yhdistää automaatiojärjestelmän turvatomampaan alueeseen. Esim. toimistoverkkoon liikennöivät palvelimet. |
| DNA | Dynamic Network of Application |
| ERP | Enterprise Resource Planning eli toiminnanohjausjärjestelmä. |
| MES | Manufacturing Execution System eli tuotannonohjausjärjestelmä. |
| OEE | Overall Equipment Effectiveness, tuotannon tehokkuuden mittaustapa. |
| OPC | OLE for Process Control (nykyisin Open Platform Communications) |
| OLE | Object Linking & Embedding, Microsoftin kehittämä patentoitu tekniikka, joka mahdollistaa upottamisen ja linkittämisen asiakirjoihin ja muihin esineisiin. |
| I/O | Input, output = tulo, lähtö |
| UA | Unified Architecture |

1 Johdanto

Automaatiojärjestelmät olivat pitkään melko suljettuja järjestelmiä, joissa liitynnät tehtiin pääasiassa I/O-korteilla ja kenttävyylillä. Niin myös toimeksiantajan kohdalla. Nykyisin automaatiojärjestelmiltä vaaditaan enemmän liitettävyyttä, niin alemman kuin ylemmän tason järjestelmiin, jotta tietoja saadaan jaettua eri järjestelmien välillä. Yksi ratkaisu eri järjestelmien yhdistämiseksi on käyttää OPC UA -standardia tiedonsiirtoon. OPC UA -standardi on käyttöjärjestelmästä riippumaton, skaalautuva ja palvelukeskeinen arkkitehtuuri, joka pyrkii tarjoamaan joustavan sekä turvallisen vaihtoehdon automaation järjestelmäintegraatioon.

1.1 Opinnäytetyön lähtökohdat ja tavoitteet

Toimeksiantaja oli uusimassa tuotannonohjausjärjestelmää (MES Manufacturing Execution System). Uusi järjestelmä tarvitsee tuotteiden ajonhallintaa varten prosessitietoja. Lisäksi järjestelmään haluttiin OEE- ja saantolaskentaa, joten syntyi tarve siirtää prosessitietoa automaatiojärjestelmästä tuotannonohjausjärjestelmään. Tätä varten tarvittiin tiedonsiirtoyhteys järjestelmien välille. Yhteys mahdollistaa tiedonsiirron myös toiseen suuntaan, jolloin automaatiojärjestelmän käyttöön saadaan tuotannonohjausjärjestelmän tuoterekisterissä olevat reseptit eli tavoitearvot kaikille tuotteille. Tuotevaihtojen yhteydessä operaattorit joutuivat muuttamaan automaatiojärjestelmässä olevia asetusarvoja ja erilaisia valintoja manuaalisesti.

Tuotevaihtojen automatisointi tuo onnistuessaan jo ennestään korkeaan automaatiotasoon ison kehitysaskeleen. Lisäksi on nykytrendin mukaista yhdistää automaatiojärjestelmä saumattomasti muihin järjestelmiin.

Suunnittelussa haluttiin hyödyntää mahdollisimman paljon ohjelmistojen valmiita automatisointitoimintoja. Kaavoituksen avulla voidaan tehostaa suunnittelutyötä huomattavasti. Nykyisistä suunnitteluohjelmista löytyy mahdollisuus automatisointiin,

konfigurointiin ja valmiiden mallien käyttömahdollisuus. Automatisointi ja sen mitoit-
tus on syytä miettiä tapauskohtaisesti, jotta sen käyttö on suunnittelutyötä tehosta-
vaa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää toimeksiantajan tuotantoprosessin automaa-
tion tasoa. Koko prosessia ohjattiin automaatiojärjestelmällä monipuolisesti, mutta
säätöarvot syötettiin käsin tuotevaihtojen yhteydessä. Tuotevaihdon yhteydessä
operaattori luki paperilla olevasta listasta tuotteen tavoitearvot ja syötti ne automaa-
tiorjestelmään operointipäätteeltä. Tämä vie työaikaa ja aiheuttaa ajoittain inhimil-
lisiä virheitä.

OPC UA -yhteyden lisääminen automaatiojärjestelmän ja tuotannonohjausjärjestel-
män välille ja haluttujen toimintojen suunnittelu sekä toteutus Valmet DNA –auto-
maatiojärjestelmässä (Valmet Dynamic Network of Application) oli laaja kokonaisuus.
Samaan aikaan toteutettiin tuotannonohjausjärjestelmän vaatimien prosessitietojen
siirtämiseen liittyvät sovellusmuutokset, mutta työn rajaamisen takia opinnäytetyö
keskittyy tuotevaihtojen automatisoinnin vaatimiin työvaiheisiin. Tuotannon kehittä-
misen lisäksi halusin myös kasvattaa ammattitaitoani automaation ja siihen liittyvien
tekniikoiden osalta.

1.2 Toimeksiantajan esittely

ViskoTeepak on selluloosa-, kuitu- ja muovisuolta elintarviketeollisuudelle valmistava
kansainvälinen yritys, jolla on tehtaita kuudessa maassa: Belgiassa, Tšekeissä, Suo-
messä, Meksikossa, USA:ssa ja Alankomaissa. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Maari-
anhaminassa. Yrityksessä työskentelee noin 1100 henkilöä maailmanlaajuisesti.

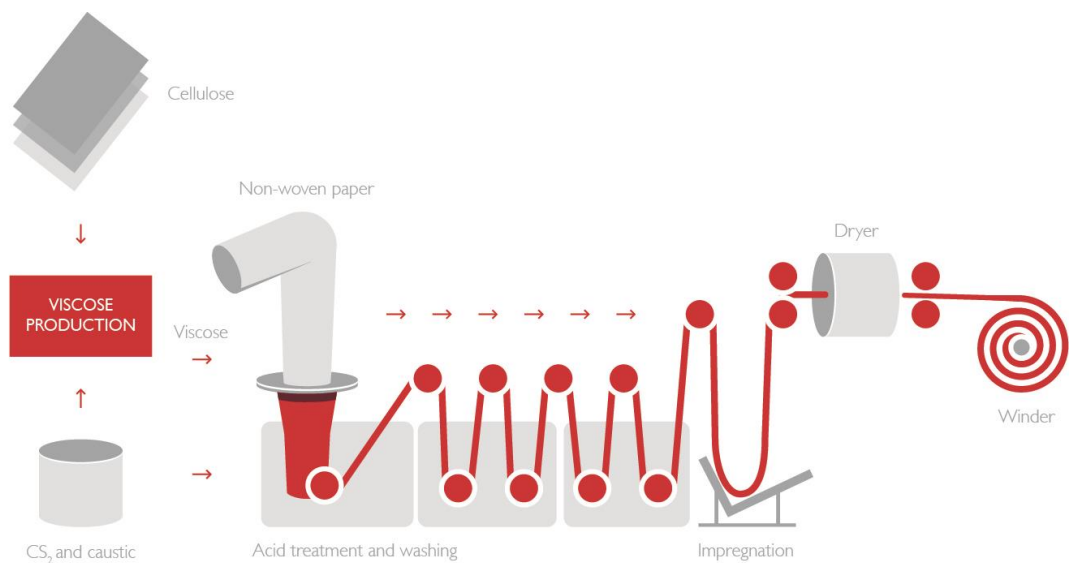
Oy ViskoTeepak Ab:n Hangon tehdas on perustettu vuonna 1952 ja se työllistää n.
160 henkilöä. Tuotannosta vientiin menee 97%. Vienti jakaantuu noin 70 maahan,
joista tärkeimmät markkina-alueet ovat Venäjä, USA ja Saksa. Tehtaalle on myön-
netty ISO 9001 laatusertifikaatti, ISO 14001 ympäristösertifikaatti ja BRC/IOP tuote-

turvallisuussertifikaatti. Tehdas on myös mukana kemianteollisuuden kansainvälisessä ympäristö-, terveys ja turvallisuus Responsible Care-ohjelmassa. (ViskoTeepak, toimintakäsikirja)

1.3 Kuitusuolituotantoprosessin kuvaus

Kuitusuolituotanto on jatkuva, ketjumainen prosessi, jossa linja kulkee yhtenäisenä alusta loppuun. Jokaisen moottorin, pumpun ja säätöpiirin tulee toimia, jotta tuloksena syntyy normit täyttävää tuotetta. Tuotantolinjoja on yhteensä 26 kappaletta ja kaantuneena neljään tuotantokoneeseen. Tuotantokoneiden linjanopeus on noin 20 m/min (ks. kuvio 1).

Toimeksiantajan tuotteista löytyy erilaisia tuoteartikkeleita tuhansia. Lukuisat variaatiot johtuvat tuotteelle halutuista ominaisuuksista, joista esimerkkeinä paperilaatu, kaliiperi, paksuus, kestävyys, väri ja tarttuvuuteen vaikuttavat aineet.



Kuvio 1. Tuotantoprosessi. (ViskoTeepak iconnect)

Kehruu

Tuotantolinja alkaa paperirullasta, joka on yli 10 km pitkä. Paperi muistuttaa teepussipaperia ja on vetolujuudeltaan erittäin kestävä pitkäkuituisuutensa ansiosta. Paperilinja ohjataan putkimaisessa muodossa valuriin, jossa siihen pumpataan viskoosia. Värilliseen suoleen tuleva väri syötetään viskoosin joukkoon erillisellä pumpulla. Oikea värisävy saadaan valitsemalla haluttu väri rekisteristä. Tämän jälkeen päällystetty paperi johdatetaan kehruuhappoon. Kehruuhapossa selluloosan regeneroituminen alkaa. Viskoosin sisältämä lipeä neutraloidaan kehruuhapolla, jolloin selluloosaan kiinnittyneet rikkiyhdisteet vapautuvat ja selluloosa ei enää pysy liuoksena, vaan saostuu.

Regenerointi

Regenerointi jatkuu kehruun jälkeen niin kutsutuilla saostusammeilla. Saostusammeet vahvistetaan rikkihapolla. Saostusammeissa selluloosan regenerointi jatkuu ja viimeisen saostusammeen jälkeen on selluloosa täysin regeneroitunut.

Huuhtelu

Saostusammeiden jälkeen suoli käy vesiammeiden läpi, jolloin epäpuhtaudet (kuten rikkiyhdisteet ja ei toivotut reaktiotuotteet) pestään pois. Pesun jälkeen tuote koostuu pohjapaperista ja regeneroidusta selluloosasta.

Pehmennys

Pehmennys tapahtuu lämpimällä glyseroliliuoksella. Suoleen imeytyy glyserolia, joka pehmentää suolta ja vähentää ylikuivumista kuivurissa.

Impregnointi

Ennen kuivaamista suoliin laitetaan impregnointiammeilla tuotteen laadusta riippuen sisälle joko kuorimista helpottavia aineita tai vaihtoehtoisesti makkaran kypsymisvaiheessa kuoren lihassa pysymistä helpottavia aineita.

Kuivaus

Torkissa poistetaan ylimääräinen vesi tuotteesta. Torkissa määritetään myös valmiin tuotteen leveyttä. Kuivatuksen jälkeen tuote on valmiina rullaukseen. Rullaus on viimeinen vaihe valmistuksessa suolikoneella.

Rullaus

Paperilinja etenee jatkuvana tuotantolinjan loppuun saakka, jossa se rullataan asiakkaan haluamina rullakokoina (n. 300 - 1600 metriä) suoraan asiakkaalle tai jälkikäsitelyyn, esim. painatukseen, rypytykseen tai verkotukseen.

1.4 Käytetyt tutkimus ja kehitysmenetelmät

Opinnäytetyö on tyypiltään kehittämistutkimus. Kehittämistutkimuksessa on taustalla ilmiö, prosessi tai asiantila, jonka halutaan olevan kehittämisen tai muutoksen jälkeen paremmin. (Kananen 2012, 13)

Opinnäytetyössä käytettiin tutkimusmenetelminä laadullisen tutkimuksen tiedonkeruumenetelmiä. Tietoperustana käytettiin kirjallisia lähteitä, kuten valmistajien manuaaleja ja yrityksen sisäisiä toimintakuvauksia. Erityisesti Valmetin materiaalit olivat tärkeitä tämän työn kannalta. Lisäksi käytettiin osallistuvaa havainnointia ja strukturoimatonta haastattelututkimusta eli tehtiin avoimia haastatteluita. Kehittämistyöhön liittyi useita kokouksia erilaisilla kokoonpanoilla ja haastateltavina käytin toimeksiantajan henkilökunnan lisäksi asiantuntijoita Valmet Automation sekä Roima intelligence inc. yrityksistä.

Kehittämistutkimukset voidaan jakaa neljään eri työvaiheeseen eli tutkimusongelman määrittelyyn, ratkaisuesitykseen, ratkaisuesityksen kokeiluun ja ratkaisun arviointiin (Kananen 2012, 52-54)

Opinnäytetyön tärkeimmät tutkimuskysymykset ovat:

- Miten OPC UA -yhteys toteutetaan?
- Miten tuotevaihtoja voitaisiin automatisoida?
- Miten saadaan toimintaketjusta mahdollisimman luotettava?
- Voidaanko MES:in tavoitearvoja hyödyntää muilla tavoin prosessissa?

Kirjoittaja on perehtynyt prosessiautomaatioon, siihen liittyvään suunnitteluun ja asennustehtäviin. Näiden parista kokemusta löytyy yli 20 vuoden ajalta. Osa päätelmistä ja havainnoista perustuu työssä hankittuun kokemukseen ja vuosien varrella käytyihin lukuisiin kursseihin. Myös pääosa toimeksiantajayrityksen nykyisistä automaatiojärjestelmän sovelluksista on kirjoittajan tekemiä.

2 OPC -standardi

Alkujaan OPC on lyhenne sanoista OLE for Process Control, mutta standardoinnista huolehtiva OPC Foundation antaa OPC:lle nykyään merkityksen Open Platform Communications. Alkuperäisen nimen OLE oli lyhenne sanoista Object Linking and Embedding viitaten olio-ohjelmointiin, joka oli Microsoftin kehittämä teknologia Windows ympäristöön (OPC Foundation 2020). Standardi määriteltiin 1995 ja Microsoft oli vahvasti mukana toimimassa automaatiotoimijoiden kesken. OPC UA taas on käyttöjärjestelmästä riippumaton. Toisin sanoen OPC UA -palvelimeen voi yhdistää erilaisia järjestelmiä, kunhan niissä on asennettuna OPC UA -asiakasohjelma. Palvelin kerää dataa prosessitietolähteiltä, kuten laitteilta, ja tuo datan saataville OPC UA -rajapintaan. OPC UA -asiakasohjelmat liittyvät OPC UA -palvelimeen ja saavat pääsyn sen sisältämään dataan. (Novotek 2020.)

OPC-tiedonsiirtostandardeja ylläpitää voittoa tavoittelematon OPC Foundation -säätö. Säätiöllä on yli 750 jäsenyritystä, joiden joukkoon kuuluu kaikki merkittävät automaatiojärjestelmien toimittajat ympäri maailman (OPC Foundation 2020).

OPC kehitettiin alun perin tiedonsiirtostandardiksi, jota käytetään teollisuuden automaatiosovelluksissa. Standardin avulla esimerkiksi eri valmistajien automaatiojärjestelmät, logiikat, HMI-paneelit ja valvomot kykenivät vaihtamaan tietoa keskenään.

Ennen yhtenäistä standardia ohjelmistokehittäjät joutuivat räätälöimään jokaiselle liittynälle eri automaatiojärjestelmiin omat ajurinsa. OPC korjasi tämän tilanteen yleisellä palvelin/asiakas-liittynällä. Tämä vapautti järjestelmien kehittäjät monien

eri liityntöjen kehittämiseltä, kun järjestelmään liittyville asiakkaille riittää yksi standardiliityntä. (Caro, D. 2016. Automation Network Selection - A Reference Manual, 3 uud.p. USA: International Society of Automation (ISA).

Tunnetuimmat OPC määrittelyt ovat DA (Data access), A&E (Alarms and Events) ja HDA (Historical Data Access). DA on aikanaan kehitetty prosessilaitteiden ja ohjausjärjestelmien prosessidataa varten. A&E on tarkoitettu hälytys ja tapahtumatietoja varten ja HDA puolestaan on tarkoitettu historiatiedoille. Näiden yleisimpien määrittelmien lisäksi on olemassa myös muita rajapintoja (Suomen automaatioseura 2020). OPC UA yhdistää kaikki nämä aikaisemmat OPC määrittelyt yhden rajapinnan alle.

2.1 Kehittyneempi OPC Unified Architecture

OPC UA:n kehittämiseen oli useita syitä:

- Pyrkimys käyttöjärjestelmä riippumattomaksi.
- Älykäs tietomalli. Objektien käyttö mahdollistaa todellisen tiedon jakamisen asiakkaiden ja palvelinten välillä.
- Tietoturvan parantaminen ja parempi hallinta
- Aikaisempien määrittelyiden sijaan yksi malli.

(Peltokangas T & Käsäkoski J, OPC UA -arkkitehtuurin toteutus ja testaus teollisuusautomaatiossa, Centria)

OPC UA ei ole enää Windows riippuvainen. Se ei ole myöskään riippuvainen automaatiojärjestelmästä tai laitteistosta. Laitteistoksi käy esimerkiksi perinteinen PC, pilvipalvelin tai logiikka. Valmiita liityntöjä löytyy ainakin Windows, Apple OSX, Android ja Linux käyttöjärjestelmiin. (OPC Foundation 2020)

Tänä päivänä ohjelmistoon ja automaatiojärjestelmiin liittyvissä kehitysprojekteissa on tärkeää, kuinka liittyminen muihin järjestelmiin saadaan toteutettua. Esimerkkeinä erilaiset operointiliittymät, SCADA, ERP tai, kuten tässä työssä, MES. OPC UA avaa ohjelmiston tai järjestelmän usean asiakkaan käyttöön. (Prosyst, "What is OPC and OPC UA")

Nämä muutokset OPC:ssä tuli välttämättömiksi niiden tosiasioiden perusteella, että muiden alustojen, kuin Windowsin tukeminen on tullut välttämättömäksi ja että alkuperäiset COM-, DCOM- ja OLE-juuret ovat vanhentuneet Windows-pohjaisissa järjestelmissä. OPC UA perustuu sarjaan avoimia, IEC- ja Internet-standardeja, jotka tukevat hajautettua kohdekeskeistä tiedonsiirtoa, kuten SOAP ja EDDL laiteintegroiintitekniologia (Device Description Language). Vaikka OPC UA -mekanismi eroaa aikaisemmista versioista, tavoitteet ovat samat: tarjota yhteinen rajapinta tietolähteiden ja kyseisten tietojen käyttäjien välille. (Caro, D. 2016. Automation Network Selection - A Reference Manual, 3 uud.p. USA: International Society of Automation)

3 Tuotannonohjausjärjestelmä

MES (Manufacturing Execution System) järjestelmällä hallitaan yrityksen operatiivista prosessia. Se on käytännön vaatimuksista syntynyt tuotannonohjausohjelmisto ERP-järjestelmien ja tuotantoautomaation välillä. MES-tasolle siirretään ERP-järjestelmästä tilaukset, jossa niiden valmistusjärjestystä voidaan optimoida. MES-tasolta tilaukset siirtyvät automaatiolle tai manuaalisissa työtehtävissä työntekijöille siinä muodossa, kun automaatio tai tuotanto ne vaativat. Automaatiosta tai tuotannon työpisteistä kerätään takaisin tietoa tuotantomääristä, ajoarvoja laadunvalvontaa varten, raaka-aineiden ja energian kulutustietoja. Osasta näistä tiedoista laaditaan raportteja MES-tasolla ja osa siirtyy ERP-tasolle, jossa seurataan koko yrityksen taloudellista tulosta. MES-järjestelmien tuottamaa tietoa voidaan käyttää KNL-tunnuslukujen (Overall Equipment Effectiveness, OEE) laskentaan. (Wikipedia)

Reaaliaikaisen tuotantotiedon avulla johtajat ja operaattorit pystyvät seuraamaan tilauksia ja tuotannon toteutusta, seuraamaan tuotteiden muutosta raaka-aineista valmiiksi tuotteiksi ja arvioimaan paremmin saantoa, laatua, resurssien käyttöä ja omaisuuden hallintaa. (Wonderware, 2020)

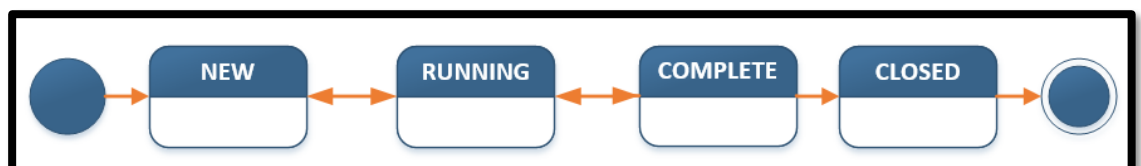
Tuotannonohjaus menettelyllä yritys pyrkii ohjaamaan tuotantoa niin, että se kykenisi täyttämään tilattujen tuotteiden vaatimukset laadusta, määrästä ja toimitusajasta. Tuotannonohjaukseen perinteisesti sisältyy tuotannon ajoitus, varastojen valvonta ja tuotantokapasiteetin tehokas hyödyntäminen. Nykyisin tuotannonohjaukseen sisällytetään koko toimitusketjun kustannusten ja laadun hallinta sekä tavaravirtojen lisäksi myös informaatiovirrat. Yrityksen valitseman tuotantostrategian toteuttaminen on tuotannonohjauksen tehtävänä. (Tolvanen 2013, 13)

Toimeksiantajayrityksessä käyttötapaukset on ryhmitelty seuraaviin luokkiin:

- Työmääräys ja työnhallinta
- Tuotannon ja kulutuksen hallinta
- Varastonhallinta
- Seisokkien hallinta
- Laadunhallinta

Työmääräys ja työnhallinta

Wonderware MES:ssä työtilaus koostuu yhdestä tai useammasta työstä. Jokaisella työllä on tila ja työtilat määrittelevät työmääräyksen tilan. Seuraavassa kuvassa näkyvät työtilaustilat ja mahdolliset tilansiirtymät.

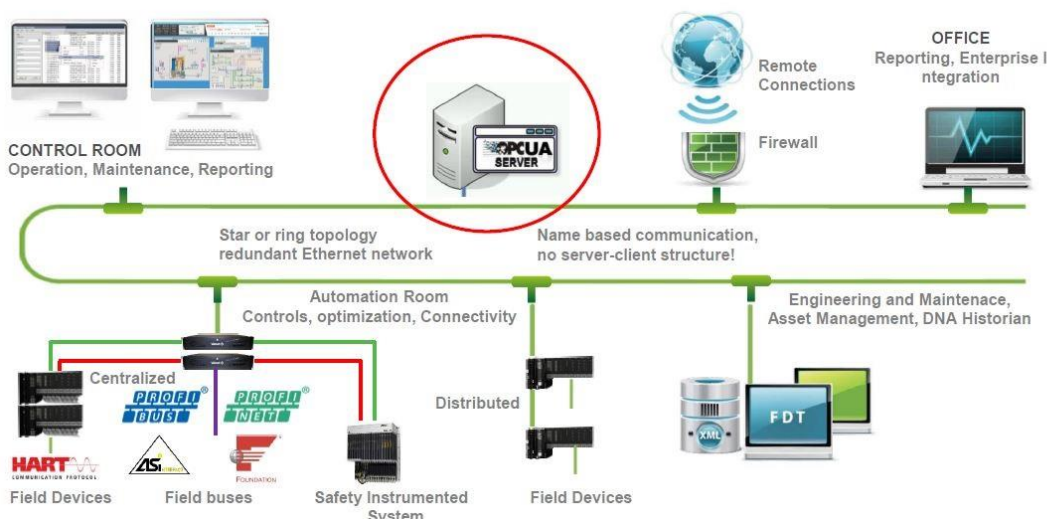


Kuvio 2. Työtilauksen elinkaari. (Software Design Specification, Roima)

Opinnäytetyössä paneudutaan kohtaan, jossa uusi työ siirtyy ajoin, jolloin prosessin tavoitearvot muuttuvat ajoin tulevan tuotteen mukaiseksi. Prosessitietoja siirtyy myös MES -järjestelmään, jotta tuotteen valmistumista voidaan hallita ja nähdään tilausmäärien toteutuma.

4 Valmet DNA -automaatiojärjestelmä

Valmet DNA-automaatiojärjestelmä toimii hajautetun mallin mukaisesti. Prosessi jaetaan osiin niin, että yleensä yksi osaprosessi tai tehtaan osa on tietyn prosessiaseman (PCS, Process Control Server) ohjattavana. Prosessiasema on Linux-pohjainen teollisuus-pc, joka on yleensä rakkimallisena sijoitettuna kaappeihin esimerkiksi automaatiojärjestelmän palvelinhuoneeseen. Prosessiasemaan on mahdollista kytkeä liittymät eri standardiväyliin tai kentällä oleviin I/O-kortteihin. I/O-liittymät sijaitsevat yleensä kentällä, lähellä ohjattavaa prosessia. Prosessiasemat liikennöivät lähempänä prosessia olevien I/O-liittymöiden kanssa kytkimien ja reitittimien kautta (ks. kuvio 3).



Kuvio 3. Valmet DNA (Valmet DNA OPC UA Server & Client. 2018)

4.1 Rakenne

Toimistoverkon käyttäjillä on käytössään Valmet DNA Client -ohjelmistoja, joilla automaatiojärjestelmän operointinäyttöihin pääsee katselemaan ja käyttäjätunnuksella operoimaan. Toimistoverkon ja automaatioverkon välissä on palomuri, jonka kautta kaikki liikennöinti kulkee. Automaatiojärjestelmän verkko on jaettu DMZ- ja DCS -verkkoihin. Toimistoverkosta tuleva liikenne ohjataan suoraan DMZ -puolelle, jossa sijaitsee historiapalvelin, CIM-IO historian -puskurointipalvelin, toimiston client käytön mahdollistava View -palvelin, EAS -konfigurointipalvelin, verkkovarmennusasema ja nyt lisätty OPC UA -palvelin. DCS -verkossa on liitettynä kaikki prosessipalvelimet ja valvomotyöasemat.

4.2 Valmet DNA OPC UA

Valmet DNA OPC UA toimii yhdyskäytävänä Valmet DNA -automaatiojärjestelmän ja minkä tahansa kolmannen osapuolen OPC UA -ohjelmiston välillä. Valmet DNA OPC UA koostuu DNA OPC UA Server -palvelimesta ja DNA OPC UA Client -ohjelmasta. Valmet DNA OPC UA noudattaa OPC Foundation määrittämiä OPC UA -vaatimuksia.

Valmet DNA OPC UA -palvelin on Windows server -käyttöjärjestelmällä varustettu prosessipalvelin (solmu), joka liitetään Valmet DNA -automaatiojärjestelmän verkkoon. Valmet OPC UA -palvelin vaatii TIF Interconnect -sovelluksen voidakseen kommunikoida sen kautta Valmet DNA -järjestelmään. OPC UA Discovery Server -palvelinta käytetään keskitetyn järjestelmän ylläpitämien tietojen tarjoamiseen OPC UA -palvelimista. OPC UA -asiakkaat voivat saada kaikki tiedot muodostamalla yhteyden tähän yhteen päätepisteeseen useiden palvelimien useiden päätepisteiden sijaan. OPC UA AutoConfig -laitetta käytetään online-nimitilan määritelmätiedoston luomiseen UA-palvelimelle. (DNA OPC UA User's Guide, 2020)

5 Työn suunnittelu

Opinnäytetyön eteneminen ei ollut suoraviivaista vaiheesta seuraavaan etenevää työtä. Perinteistä suoritusjärjestyksestä täytyi poiketa. Ennen esisuunnitteluun kuuluvaa hahmotusvaiheen kokousta oli jo aikataulullisista syistä tilattava Valmet OPC UA -palvelin. Määrittelyvaiheen suunnitteluun kuuluva OPC UA -tiedonsiirtolista oli yksi tärkeimmistä dokumenteista projektissa. Toteutusvaiheen kenttäkytkentöjä suoritettiin jo määrittelyvaiheen aikana, koska tuotannon suunnitellut huoltokatkosten ajankohdat määrittivät aikaikkunan muutostöille (neljä kertaa vuodessa). Suunnitteluvaiheen sovellusohjelmointi vei eniten aikaa projektin laajuuden takia. Toteutusvaiheeseen kuului palvelimen lisäys ja OPC UA-yhteyden käyttöönotto sekä sovellusmuutosten tuotantotestit.

5.1 Suunnittelun lähtökohdat

Automaatiojärjestelmän ja tuotannonohjausjärjestelmän väliselle yhteydelle ei oikeastaan ollut muita vaihtoehtoja, kuin OPC -yhteys. Yhteydenotto Valmetin asiantuntijaan tuki tätä ajatusta. Valmet DNA automaatiojärjestelmään on ollut mahdollista liittää vanhempia OPC -versioita jo vuosia, mutta uudempi OPC UA oli saatavilla pilot-tuotteena. Tämä tarkoitti käytännössä lisäapua mahdollisten ongelmien kanssa.

Automaatiojärjestelmän ja toimistoverkon välisellä palomuurilla oli edessä elinkaarisuunnitelman mukainen uusinta, joten sen vaihto ja konfigurointi päätettiin tehdä tulevien OPC -tiedonsiirtotestien kanssa samanaikaisesti.

5.2 Tietojen keräys ja tiedonsiirtolistan muodostaminen

OPC UA -yhteydellä oli tarkoitus siirtää tietoa MES:in ja Valmet DNA -automaatiojärjestelmän välillä molempiin suuntiin. Tiedonsiirtolistan luomista varten oli sovittava, mitkä prosessitiedot vaadittiin MES:in tulevia laskentoja varten ja mitä tietoja haluttiin siirtää automaatiojärjestelmään päin tuotannon automatisointia silmällä pitäen. Tätä varten pidettiin aloituskokous avainhenkilöiden kesken. MES:in toimintakuvaus

toimi pohjana suunnittelulle. Lisäksi olin valmistellut alustavan listan positioista, joita mahdollisesti haluttaisiin siirtää. Suunnittelun alussa oli herännyt monia kysymyksiä, joihin halusin mielipiteitä ja lisätietoa. Kokousten tuloksena saatujen tietojen perusteella pääsin jatkamaan tiedonsiirtolistan suunnittelua (ks. kuvat 4 ja 5).

| Tagimäärät: | Imän pakkaukset | Pakattuna | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------|--------------|----------------|--------------------|------------------|------------------|---------|------------|------------------------------------|------------------------|--|
| DNA:sta MES:iin | 130 | 42 | | | | | | | | | | |
| MES:sta DNA:han | 182 | 160 | | | | | | | | | | |
| Yhteensä | 312 | 202 | | | | | | | | | | |
| Kone/linja | Prosessiasema | Signaalityyppi | Modulitunnus | OPC UA positio | Nimi | Pääpiiri | Ohjelmamuutokset | | Kaavapohja | Tiedonsiirtolistan tekstitiedostot | | |
| DNA:sta MES:iin | | | | | | | | | | | | |
| Valmistu tuotetta valmistuu (metriä) | 23 | AP06 | intl | pr: | C-1583.23.Q6.count | Tuote laskuri 23 | C-1583.23 | | OEE_V3 | AP06 intl pr:C-1583.23.Q6.count | | |
| | 24 | AP06 | intl | pr: | C-1583.24.Q6.count | Tuote laskuri 24 | C-1583.24 | | OEE_V3 | AP06 intl pr:C-1583.24.Q6.count | | |
| | 25 | AP06 | intl | pr: | C-1583.25.Q6.count | Tuote laskuri 25 | C-1583.25 | | OEE_V3 | AP06 intl pr:C-1583.25.Q6.count | | |
| | 26 | AP06 | intl | pr: | C-1583.26.Q6.count | Tuote laskuri 26 | C-1583.26 | | OEE_V3 | AP06 intl pr:C-1583.26.Q6.count | | |
| | 27 | AP06 | intl | pr: | C-1583.27.Q6.count | Tuote laskuri 27 | C-1583.27 | | OEE_V3 | AP06 intl pr:C-1583.27.Q6.count | | |
| | 28 | AP06 | intl | pr: | C-1583.28.Q6.count | Tuote laskuri 28 | C-1583.28 | | OEE_V3 | AP06 intl pr:C-1583.28.Q6.count | | |
| | 29 | AP06 | intl | pr: | C-1583.29.Q6.count | Tuote laskuri 29 | C-1583.29 | | OEE_V3 | AP06 intl pr:C-1583.29.Q6.count | | |
| | 30 | AP06 | intl | pr: | C-1662.30.Q6.count | Tuote laskuri 30 | C-1662.30 | | OEE_V3 | AP06 intl pr:C-1662.30.Q6.count | | |
| | 31 | AP06 | intl | pr: | C-1662.31.Q6.count | Tuote laskuri 31 | C-1662.31 | | OEE_V3 | AP06 intl pr:C-1662.31.Q6.count | | |
| | 32 | AP06 | intl | pr: | C-1662.32.Q6.count | Tuote laskuri 32 | C-1662.32 | | OEE_V3 | AP06 intl pr:C-1662.32.Q6.count | | |
| | 33 | AP06 | intl | pr: | C-1662.33.Q6.count | Tuote laskuri 33 | C-1662.33 | | OEE_V3 | AP06 intl pr:C-1662.33.Q6.count | | |
| | 34 | AP06 | intl | pr: | C-1662.34.Q6.count | Tuote laskuri 34 | C-1662.34 | | OEE_V3 | AP06 intl pr:C-1662.34.Q6.count | | |
| | 35 | AP06 | intl | pr: | C-1662.35.Q6.count | Tuote laskuri 35 | C-1662.35 | | OEE_V3 | AP06 intl pr:C-1662.35.Q6.count | | |
| | 36 | AP04 | intl | pr: | C-1870.36.Q6.count | Tuote laskuri 36 | C-1870.36 | | OEE_V3 | AP04 intl pr:C-1870.36.Q6.count | | |
| | 37 | AP04 | intl | pr: | C-1870.37.Q6.count | Tuote laskuri 37 | C-1870.37 | | OEE_V3 | AP04 intl pr:C-1870.37.Q6.count | | |
| | 38 | AP04 | intl | pr: | C-1870.38.Q6.count | Tuote laskuri 38 | C-1870.38 | | OEE_V3 | AP04 intl pr:C-1870.38.Q6.count | | |
| | 39 | AP04 | intl | pr: | C-1870.39.Q6.count | Tuote laskuri 39 | C-1870.39 | | OEE_V3 | AP04 intl pr:C-1870.39.Q6.count | | |
| | 40 | AP04 | intl | pr: | C-1870.40.Q6.count | Tuote laskuri 40 | C-1870.40 | | OEE_V3 | AP04 intl pr:C-1870.40.Q6.count | | |
| | 41 | AP04 | intl | pr: | C-1870.41.Q6.count | Tuote laskuri 41 | C-1870.41 | | OEE_V3 | AP04 intl pr:C-1870.41.Q6.count | | |
| | 42 | AP04 | intl | pr: | C-1870.42.Q6.count | Tuote laskuri 42 | C-1870.42 | | OEE_V3 | AP04 intl pr:C-1870.42.Q6.count | | |
| | 43 | AP04 | intl | pr: | C-1964.43.Q6.count | Tuote laskuri 43 | C-1964.43 | | OEE_V3 | AP04 intl pr:C-1964.43.Q6.count | | |
| | 44 | AP04 | intl | pr: | C-1964.44.Q6.count | Tuote laskuri 44 | C-1964.44 | | OEE_V3 | AP04 intl pr:C-1964.44.Q6.count | | |
| | 45 | AP04 | intl | pr: | C-1964.45.Q6.count | Tuote laskuri 45 | C-1964.45 | | OEE_V3 | AP04 intl pr:C-1964.45.Q6.count | | |
| | 46 | AP04 | intl | pr: | C-1964.46.Q6.count | Tuote laskuri 46 | C-1964.46 | | OEE_V3 | AP04 intl pr:C-1964.46.Q6.count | | |
| | 47 | AP04 | intl | pr: | C-1964.47.Q6.count | Tuote laskuri 47 | C-1964.47 | | OEE_V3 | AP04 intl pr:C-1964.47.Q6.count | | |
| | 48 | AP04 | intl | pr: | C-1964.48.Q6.count | Tuote laskuri 48 | C-1964.48 | | OEE_V3 | AP04 intl pr:C-1964.48.Q6.count | | |
| Paperin kulutus ON/OFF-tiedot (pakattuna sanoin) | 23 | AP06 | intl | pr: | XY-2329.1 | Paperia kuluu 23 | bitti 1 | XY-2329 | C-1583.23 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP06 intl pr:XY-2329.1 | |
| | 24 | AP06 | intl | pr: | XY-2329.1 | Paperia kuluu 24 | bitti 2 | XY-2329 | C-1583.24 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP06 intl pr:XY-2329.1 | |
| | 25 | AP06 | intl | pr: | XY-2329.1 | Paperia kuluu 25 | bitti 3 | XY-2329 | C-1583.25 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP06 intl pr:XY-2329.1 | |
| | 26 | AP06 | intl | pr: | XY-2329.1 | Paperia kuluu 26 | bitti 4 | XY-2329 | C-1583.26 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP06 intl pr:XY-2329.1 | |
| | 27 | AP06 | intl | pr: | XY-2329.1 | Paperia kuluu 27 | bitti 5 | XY-2329 | C-1583.27 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP06 intl pr:XY-2329.1 | |
| | 28 | AP06 | intl | pr: | XY-2329.1 | Paperia kuluu 28 | bitti 6 | XY-2329 | C-1583.28 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP06 intl pr:XY-2329.1 | |
| | 29 | AP06 | intl | pr: | XY-2329.1 | Paperia kuluu 29 | bitti 7 | XY-2329 | C-1583.29 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP06 intl pr:XY-2329.1 | |
| | 30 | AP06 | intl | pr: | XY-3035.1 | Paperia kuluu 30 | bitti 1 | XY-3035 | C-1662.30 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP06 intl pr:XY-3035.1 | |
| | 31 | AP06 | intl | pr: | XY-3035.1 | Paperia kuluu 31 | bitti 2 | XY-3035 | C-1662.31 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP06 intl pr:XY-3035.1 | |
| | 32 | AP06 | intl | pr: | XY-3035.1 | Paperia kuluu 32 | bitti 3 | XY-3035 | C-1662.32 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP06 intl pr:XY-3035.1 | |
| | 33 | AP06 | intl | pr: | XY-3035.1 | Paperia kuluu 33 | bitti 4 | XY-3035 | C-1662.33 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP06 intl pr:XY-3035.1 | |
| | 34 | AP06 | intl | pr: | XY-3035.1 | Paperia kuluu 34 | bitti 5 | XY-3035 | C-1662.34 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP06 intl pr:XY-3035.1 | |
| | 35 | AP06 | intl | pr: | XY-3035.1 | Paperia kuluu 35 | bitti 6 | XY-3035 | C-1662.35 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP06 intl pr:XY-3035.1 | |
| | 36 | AP04 | intl | pr: | XY-3642.1 | Paperia kuluu 36 | bitti 1 | XY-3642 | C-1870.36 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP04 intl pr:XY-3642.1 | |
| | 37 | AP04 | intl | pr: | XY-3642.1 | Paperia kuluu 37 | bitti 2 | XY-3642 | C-1870.37 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP04 intl pr:XY-3642.1 | |
| | 38 | AP04 | intl | pr: | XY-3642.1 | Paperia kuluu 38 | bitti 3 | XY-3642 | C-1870.38 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP04 intl pr:XY-3642.1 | |
| | 39 | AP04 | intl | pr: | XY-3642.1 | Paperia kuluu 39 | bitti 4 | XY-3642 | C-1870.39 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP04 intl pr:XY-3642.1 | |
| | 40 | AP04 | intl | pr: | XY-3642.1 | Paperia kuluu 40 | bitti 5 | XY-3642 | C-1870.40 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP04 intl pr:XY-3642.1 | |
| | 41 | AP04 | intl | pr: | XY-3642.1 | Paperia kuluu 41 | bitti 6 | XY-3642 | C-1870.41 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP04 intl pr:XY-3642.1 | |
| | 42 | AP04 | intl | pr: | XY-3642.1 | Paperia kuluu 42 | bitti 7 | XY-3642 | C-1870.42 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP04 intl pr:XY-3642.1 | |
| | 43 | AP04 | intl | pr: | XY-4348.1 | Paperia kuluu 43 | bitti 1 | XY-4348 | C-1964.43 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP04 intl pr:XY-4348.1 | |
| | 44 | AP04 | intl | pr: | XY-4348.1 | Paperia kuluu 44 | bitti 2 | XY-4348 | C-1964.44 | OEE_V3, MES_MACHINEDATA | AP04 intl pr:XY-4348.1 | |

Kuvio 4. Tiedonsiirtolistan osa Valmet DNA:sta MES:n.

| MES:stä DNA:han | | | | | | | | | | | |
|--|----|------|------|-----|--------------|------------------------|---------|----------|---------------------|-------------------|--------------------------|
| kokonaisviskoosiäärä (l/metri) | 23 | AP06 | ana | pr: | FT23RES1P071 | Viskoosiäärä 23 | | FT23RES1 | FFI-1502, FFI-1502L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP06 ana pr:FT23RES1P071 |
| | 24 | AP06 | ana | pr: | FT24RES1P071 | Viskoosiäärä 24 | | FT24RES1 | FFI-1503, FFI-1503L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP06 ana pr:FT24RES1P071 |
| | 25 | AP06 | ana | pr: | FT25RES1P071 | Viskoosiäärä 25 | | FT25RES1 | FFI-1504, FFI-1504L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP06 ana pr:FT25RES1P071 |
| | 26 | AP06 | ana | pr: | FT26RES1P071 | Viskoosiäärä 26 | | FT26RES1 | FFI-1505, FFI-1505L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP06 ana pr:FT26RES1P071 |
| | 27 | AP06 | ana | pr: | FT27RES1P071 | Viskoosiäärä 27 | | FT27RES1 | FFI-1506, FFI-1506L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP06 ana pr:FT27RES1P071 |
| | 28 | AP06 | ana | pr: | FT28RES1P071 | Viskoosiäärä 28 | | FT28RES1 | FFI-1507, FFI-1507L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP06 ana pr:FT28RES1P071 |
| | 29 | AP06 | ana | pr: | FT29RES1P071 | Viskoosiäärä 29 | | FT29RES1 | FFI-1508, FFI-1508L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP06 ana pr:FT29RES1P071 |
| | 30 | AP06 | ana | pr: | FT30RES1P071 | Viskoosiäärä 30 | | FT30RES1 | FFI-1605, FFI-1605L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP06 ana pr:FT30RES1P071 |
| | 31 | AP06 | ana | pr: | FT31RES1P071 | Viskoosiäärä 31 | | FT31RES1 | FFI-1606, FFI-1606L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP06 ana pr:FT31RES1P071 |
| | 32 | AP06 | ana | pr: | FT32RES1P071 | Viskoosiäärä 32 | | FT32RES1 | FFI-1607, FFI-1607L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP06 ana pr:FT32RES1P071 |
| | 33 | AP06 | ana | pr: | FT33RES1P071 | Viskoosiäärä 33 | | FT33RES1 | FFI-1608, FFI-1608L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP06 ana pr:FT33RES1P071 |
| | 34 | AP06 | ana | pr: | FT34RES1P071 | Viskoosiäärä 34 | | FT34RES1 | FFI-1609, FFI-1609L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP06 ana pr:FT34RES1P071 |
| | 35 | AP06 | ana | pr: | FT35RES1P071 | Viskoosiäärä 35 | | FT35RES1 | FFI-1610, FFI-1610L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP06 ana pr:FT35RES1P071 |
| | 36 | AP04 | ana | pr: | FT36RES1P071 | Viskoosiäärä 36 | | FT36RES1 | FFI-1801, FFI-1801L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP04 ana pr:FT36RES1P071 |
| | 37 | AP04 | ana | pr: | FT37RES1P071 | Viskoosiäärä 37 | | FT37RES1 | FFI-1802, FFI-1802L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP04 ana pr:FT37RES1P071 |
| | 38 | AP04 | ana | pr: | FT38RES1P071 | Viskoosiäärä 38 | | FT38RES1 | FFI-1803, FFI-1803L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP04 ana pr:FT38RES1P071 |
| | 39 | AP04 | ana | pr: | FT39RES1P071 | Viskoosiäärä 39 | | FT39RES1 | FFI-1804, FFI-1804L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP04 ana pr:FT39RES1P071 |
| | 40 | AP04 | ana | pr: | FT40RES1P071 | Viskoosiäärä 40 | | FT40RES1 | FFI-1805, FFI-1805L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP04 ana pr:FT40RES1P071 |
| | 41 | AP04 | ana | pr: | FT41RES1P071 | Viskoosiäärä 41 | | FT41RES1 | FFI-1806, FFI-1806L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP04 ana pr:FT41RES1P071 |
| | 42 | AP04 | ana | pr: | FT42RES1P071 | Viskoosiäärä 42 | | FT42RES1 | FFI-1807, FFI-1807L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP04 ana pr:FT42RES1P071 |
| | 43 | AP04 | ana | pr: | FT43RES1P071 | Viskoosiäärä 43 | | FT43RES1 | FFI-1902, FFI-1902L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP04 ana pr:FT43RES1P071 |
| | 44 | AP04 | ana | pr: | FT44RES1P071 | Viskoosiäärä 44 | | FT44RES1 | FFI-1903, FFI-1903L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP04 ana pr:FT44RES1P071 |
| | 45 | AP04 | ana | pr: | FT45RES1P071 | Viskoosiäärä 45 | | FT45RES1 | FFI-1904, FFI-1904L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP04 ana pr:FT45RES1P071 |
| | 46 | AP04 | ana | pr: | FT46RES1P071 | Viskoosiäärä 46 | | FT46RES1 | FFI-1905, FFI-1905L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP04 ana pr:FT46RES1P071 |
| | 47 | AP04 | ana | pr: | FT47RES1P071 | Viskoosiäärä 47 | | FT47RES1 | FFI-1906, FFI-1906L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP04 ana pr:FT47RES1P071 |
| | 48 | AP04 | ana | pr: | FT48RES1P071 | Viskoosiäärä 48 | | FT48RES1 | FFI-1907, FFI-1907L | CI0R_VK7, CLS_VK2 | AP04 ana pr:FT48RES1P071 |
| Laskureiden nollaus (pakattuna sanoin) | 23 | AP06 | int: | pr: | XY-2329.5 | Laskureiden nollaus 23 | bitti 1 | XY-2329 | | MES_MACHINEDATA | AP06 int pr:XY-2329.5 |
| | 24 | AP06 | int: | pr: | XY-2329.5 | Laskureiden nollaus 24 | bitti 2 | XY-2329 | | MES_MACHINEDATA | AP06 int pr:XY-2329.5 |
| | 25 | AP06 | int: | pr: | XY-2329.5 | Laskureiden nollaus 25 | bitti 3 | XY-2329 | | MES_MACHINEDATA | AP06 int pr:XY-2329.5 |
| | 26 | AP06 | int: | pr: | XY-2329.5 | Laskureiden nollaus 26 | bitti 4 | XY-2329 | | MES_MACHINEDATA | AP06 int pr:XY-2329.5 |
| | 27 | AP06 | int: | pr: | XY-2329.5 | Laskureiden nollaus 27 | bitti 5 | XY-2329 | | MES_MACHINEDATA | AP06 int pr:XY-2329.5 |
| | 28 | AP06 | int: | pr: | XY-2329.5 | Laskureiden nollaus 28 | bitti 6 | XY-2329 | | MES_MACHINEDATA | AP06 int pr:XY-2329.5 |
| | 29 | AP06 | int: | pr: | XY-2329.5 | Laskureiden nollaus 29 | bitti 7 | XY-2329 | | MES_MACHINEDATA | AP06 int pr:XY-2329.5 |
| | 30 | AP06 | int: | pr: | XY-3035.5 | Laskureiden nollaus 30 | bitti 1 | XY-3035 | | MES_MACHINEDATA | AP06 int pr:XY-3035.5 |
| | 31 | AP06 | int: | pr: | XY-3035.5 | Laskureiden nollaus 31 | bitti 2 | XY-3035 | | MES_MACHINEDATA | AP06 int pr:XY-3035.5 |
| | 32 | AP06 | int: | pr: | XY-3035.5 | Laskureiden nollaus 32 | bitti 3 | XY-3035 | | MES_MACHINEDATA | AP06 int pr:XY-3035.5 |
| | 33 | AP06 | int: | pr: | XY-3035.5 | Laskureiden nollaus 33 | bitti 4 | XY-3035 | | MES_MACHINEDATA | AP06 int pr:XY-3035.5 |
| | 34 | AP06 | int: | pr: | XY-3035.5 | Laskureiden nollaus 34 | bitti 5 | XY-3035 | | MES_MACHINEDATA | AP06 int pr:XY-3035.5 |
| | 35 | AP06 | int: | pr: | XY-3035.5 | Laskureiden nollaus 35 | bitti 6 | XY-3035 | | MES_MACHINEDATA | AP06 int pr:XY-3035.5 |
| | 36 | AP04 | int: | pr: | XY-3642.5 | Laskureiden nollaus 36 | bitti 1 | XY-3642 | | MES_MACHINEDATA | AP04 int pr:XY-3642.5 |
| | 37 | AP04 | int: | pr: | XY-3642.5 | Laskureiden nollaus 37 | bitti 2 | XY-3642 | | MES_MACHINEDATA | AP04 int pr:XY-3642.5 |
| | 38 | AP04 | int: | pr: | XY-3642.5 | Laskureiden nollaus 38 | bitti 3 | XY-3642 | | MES_MACHINEDATA | AP04 int pr:XY-3642.5 |
| | 39 | AP04 | int: | pr: | XY-3642.5 | Laskureiden nollaus 39 | bitti 4 | XY-3642 | | MES_MACHINEDATA | AP04 int pr:XY-3642.5 |
| | 40 | AP04 | int: | pr: | XY-3642.5 | Laskureiden nollaus 40 | bitti 5 | XY-3642 | | MES_MACHINEDATA | AP04 int pr:XY-3642.5 |
| | 41 | AP04 | int: | pr: | XY-3642.5 | Laskureiden nollaus 41 | bitti 6 | XY-3642 | | MES_MACHINEDATA | AP04 int pr:XY-3642.5 |
| | 42 | AP04 | int: | pr: | XY-3642.5 | Laskureiden nollaus 42 | bitti 7 | XY-3642 | | MES_MACHINEDATA | AP04 int pr:XY-3642.5 |
| | 43 | AP04 | int: | pr: | XY-4348.5 | Laskureiden nollaus 43 | bitti 1 | XY-4348 | | MES_MACHINEDATA | AP04 int pr:XY-4348.5 |
| | 44 | AP04 | int: | pr: | XY-4348.5 | Laskureiden nollaus 44 | bitti 2 | XY-4348 | | MES_MACHINEDATA | AP04 int pr:XY-4348.5 |
| | 45 | AP04 | int: | pr: | XY-4348.5 | Laskureiden nollaus 45 | bitti 3 | XY-4348 | | MES_MACHINEDATA | AP04 int pr:XY-4348.5 |
| | 46 | AP04 | int: | pr: | XY-4348.5 | Laskureiden nollaus 46 | bitti 4 | XY-4348 | | MES_MACHINEDATA | AP04 int pr:XY-4348.5 |
| | 47 | AP04 | int: | pr: | XY-4348.5 | Laskureiden nollaus 47 | bitti 5 | XY-4348 | | MES_MACHINEDATA | AP04 int pr:XY-4348.5 |
| | 48 | AP04 | int: | pr: | XY-4348.5 | Laskureiden nollaus 48 | bitti 6 | XY-4348 | | MES_MACHINEDATA | AP04 int pr:XY-4348.5 |

Kuvio 5. Tiedonsiirtolistan osa MES:stä Valmet DNA:n.

Tulevan tuotannonohjausjärjestelmän suomen edustaja sekä ohjelmiston suunnittelevan yrityksen edustaja pitivät kahden päivän perehdytyksen Klinkmann Wonderware –ohjelman toiminnoista. Tämä antoi hyvää pohjatietoa ohjelmasta. Vaikka MES-pään ohjelmointi tehtäisiin ulkopuolisen toimesta, oli perehdytys tarpeellista yleiskuvan kannalta. Samalla oli mahdollista keskustella erilaisista ratkaisumahdollisuuksista ja ohjelman rajoituksista asiantuntijoiden kanssa.

Seuraavassa kokouksessa oli mukana tuotannonohjausjärjestelmän toimittajan edustaja sekä heidän OPC -asiantuntijansa, Valmetin OPC -asiantuntija sekä ViskoTeepak Lommelien (Belgian) ja Hangon tehtaan projektiin liittyvä henkilöstö. Kokouksessa käytiin läpi, miten ja millä laitteistolla tiedonkeruu tehdään Lommelissa ja Hangossa nykyisin ja mikä olisi molemmille tehtaille sopiva ratkaisu. Tavoite oli saada ohjelmistosta mahdollisimman yhtenäinen tehtaiden kesken. Päätöksessä tärkeäksi katsottiin vikasetoisuus ja toiminta tiedonsiirron katkoksen aikana ja niiden jälkeen. Päädettiin ratkaisuun, jossa tuotantolinjan alku- ja loppupään metrimäärälaskenta tehdään käytössä olevassa automaatiojärjestelmässä ja laskuri olisi totaalilaskuri. Jos OPC -yhteys

katkeaisi, laskenta toimisi automaatiojärjestelmässä normaalisti. Yhteyden palatessa toimintaan, MES saisi tarvittavat tiedot. Näiden perusteella laskenta saadaan toimimaan, vaikka tiedot saadaan myöhemmin. Laskurit nollattaisiin MES:stä tulevalla nollauskäskyllä, esimerkiksi linjan ollessa käyttämättömänä.

Samassa yhteydessä oli mahdollisuus keskustella kasvotusten sovellusuunnittelijan kanssa, joka tulisi tekemään OPC UA -liitynnän MES -järjestelmään. Sovimme, että toimittaisin hänelle tiedonsiirtolistan, jossa on siirrettävien positioiden lisäksi näille selväkielinen nimi. Samalla sovittiin tulevasta OPC UA -tiedonsiirron testauksesta, jota varten suunnittelisin valmiiksi testiohjelman FbCAD:llä, jolla voidaan simuloida positioiden lukemista ja kirjoittamista OPC UA -yhteydellä järjestelmien välillä.

Seuraavien kokouksien aikana tiedonsiirtolista tarkentui lopulliseen muotoonsa. Automaatiojärjestelmään luettavien tavoitearvojen yksiköt eivät olleet kaikkien positioiden osalta halutussa muodossa. Nämä täytyisi muuttaa, jotta tavoitearvo olisi eri kaikissa olosuhteissa oikea. Esimerkiksi eri konenopeuksia varten virtauksien yksiköksi valittiin litraa/ minuutti sijasta litraa/tuotemetri. Myös joitain valintatietoja täytyi indeksoida tuoterekisterissä ennen siirtoa automaatiojärjestelmän puolelle.

Automaatiojärjestelmässä oli myös joitain eroavaisuuksia tuotantokoneiden välillä eri laatuvalintojen indeksien suhteen. Eli sama indeksinumero tarkoitti eri valintaa eri tuotantokoneella, joten samalla oli järkevää yhtenäistää kaikki koneet keskenään samanlaisiksi. Tämä tarkoitti lisää muutoksia vanhoihin sovelluksiin ja operointinäyttöihin.

Koska tiedonsiirtolista sisälsi yli 500 positiota ja käyttöönotto tehtiin vaiheittain, lisättiin Excel -taulukon sarake valmistumisen merkitsemistä varten, jolloin valmiit positiot tulivat näkyviin seuraavaan pystyriviin (ks. kuvio 6).

| Tiedonsiirtolista tekstitiedostoon | | |
|------------------------------------|-------|--|
| | Tehty | Valmiiden positioiden tiedonsiirtolista tekstitiedostoon |
| CHECK intl pr:OPC_LINK1.count | X | CHECK intl pr:OPC_LINK1.count |
| CHECK intl pr:OPC_LINK2 | X | CHECK intl pr:OPC_LINK2 |
| 23-29 ana pr:SIC-1588.SP3.av | X | 23-29 ana pr:SIC-1588.SP3.av |
| 30-35 ana pr:SIC-1688.SP3.av | X | 30-35 ana pr:SIC-1688.SP3.av |
| 36-42 ana pr:SIC-1875.SP3.av | | |
| 43-48 ana pr:SIC-1999.SP3.av | | |
| 23-29 ana pr:GA-1585.23.SET.av | X | 23-29 ana pr:GA-1585.23.SET.av |
| 30-35 ana pr:GA-1663.30.SET.av | X | 30-35 ana pr:GA-1663.30.SET.av |
| 36-42 ana pr:GA-1860.36.SET.av | | |
| 43-48 ana pr:GA-1916.43.SET.av | | |
| 23-29 intl pr:C-1583.23.Q5.count | X | 23-29 intl pr:C-1583.23.Q5.count |
| 23-29 intl pr:C-1583.24.Q5.count | X | 23-29 intl pr:C-1583.24.Q5.count |
| 23-29 intl pr:C-1583.25.Q5.count | X | 23-29 intl pr:C-1583.25.Q5.count |
| 23-29 intl pr:C-1583.26.Q5.count | X | 23-29 intl pr:C-1583.26.Q5.count |
| 23-29 intl pr:C-1583.27.Q5.count | X | 23-29 intl pr:C-1583.27.Q5.count |
| 23-29 intl pr:C-1583.28.Q5.count | X | 23-29 intl pr:C-1583.28.Q5.count |
| 23-29 intl pr:C-1583.29.Q5.count | X | 23-29 intl pr:C-1583.29.Q5.count |
| 30-35 intl pr:C-1662.30.Q5.count | X | 30-35 intl pr:C-1662.30.Q5.count |
| 30-35 intl pr:C-1662.31.Q5.count | X | 30-35 intl pr:C-1662.31.Q5.count |
| 30-35 intl pr:C-1662.32.Q5.count | X | 30-35 intl pr:C-1662.32.Q5.count |
| 30-35 intl pr:C-1662.33.Q5.count | X | 30-35 intl pr:C-1662.33.Q5.count |
| 30-35 intl pr:C-1662.34.Q5.count | X | 30-35 intl pr:C-1662.34.Q5.count |
| 30-35 intl pr:C-1662.35.Q5.count | X | 30-35 intl pr:C-1662.35.Q5.count |
| 36-42 intl pr:C-1870.36.Q5.count | | |
| 36-42 intl pr:C-1870.37.Q5.count | | |
| 36-42 intl pr:C-1870.38.Q5.count | | |
| 36-42 intl pr:C-1870.39.Q5.count | | |

Kuvio 6. Tehtyjen positioiden merkitseminen.

Tyhjien rivien suodatuksella saatiin valmiiden positioiden lista hyödynnettyä tekstitiedostoon ja muodostettua aina ajantasainen tekstitiedosto kohtuullisen vähällä työllä (ks. kuvio 7).

| | | Filterointi (listan tiivistys) | .T |
|----------------------------------|---|----------------------------------|----|
| CHECK intl pr:OPC_LINK1:count | X | CHECK intl pr:OPC_LINK1:count | |
| CHECK intl pr:OPC_LINK2 | X | CHECK intl pr:OPC_LINK2 | |
| 23-29 ana pr:SIC-1588.SP3:av | X | 23-29 ana pr:SIC-1588.SP3:av | |
| 30-35 ana pr:SIC-1688.SP3:av | X | 30-35 ana pr:SIC-1688.SP3:av | |
| 23-29 ana pr:GA-1585.23.SET:av | X | 23-29 ana pr:GA-1585.23.SET:av | |
| 30-35 ana pr:GA-1663.30.SET:av | X | 30-35 ana pr:GA-1663.30.SET:av | |
| 23-29 intl pr:C-1583.23.Q5:count | X | 23-29 intl pr:C-1583.23.Q5:count | |
| 23-29 intl pr:C-1583.24.Q5:count | X | 23-29 intl pr:C-1583.24.Q5:count | |
| 23-29 intl pr:C-1583.25.Q5:count | X | 23-29 intl pr:C-1583.25.Q5:count | |
| 23-29 intl pr:C-1583.26.Q5:count | X | 23-29 intl pr:C-1583.26.Q5:count | |
| 23-29 intl pr:C-1583.27.Q5:count | X | 23-29 intl pr:C-1583.27.Q5:count | |
| 23-29 intl pr:C-1583.28.Q5:count | X | 23-29 intl pr:C-1583.28.Q5:count | |
| 23-29 intl pr:C-1583.29.Q5:count | X | 23-29 intl pr:C-1583.29.Q5:count | |
| 30-35 intl pr:C-1662.30.Q5:count | X | 30-35 intl pr:C-1662.30.Q5:count | |
| 30-35 intl pr:C-1662.31.Q5:count | X | 30-35 intl pr:C-1662.31.Q5:count | |
| 30-35 intl pr:C-1662.32.Q5:count | X | 30-35 intl pr:C-1662.32.Q5:count | |
| 30-35 intl pr:C-1662.33.Q5:count | X | 30-35 intl pr:C-1662.33.Q5:count | |
| 30-35 intl pr:C-1662.34.Q5:count | X | 30-35 intl pr:C-1662.34.Q5:count | |
| 30-35 intl pr:C-1662.35.Q5:count | X | 30-35 intl pr:C-1662.35.Q5:count | |
| 23-29 intl pr:C-1583.23.Q6:count | X | 23-29 intl pr:C-1583.23.Q6:count | |
| 23-29 intl pr:C-1583.24.Q6:count | X | 23-29 intl pr:C-1583.24.Q6:count | |
| 23-29 intl pr:C-1583.25.Q6:count | X | 23-29 intl pr:C-1583.25.Q6:count | |
| 23-29 intl pr:C-1583.26.Q6:count | X | 23-29 intl pr:C-1583.26.Q6:count | |
| 23-29 intl pr:C-1583.27.Q6:count | X | 23-29 intl pr:C-1583.27.Q6:count | |
| 23-29 intl pr:C-1583.28.Q6:count | X | 23-29 intl pr:C-1583.28.Q6:count | |
| 23-29 intl pr:C-1583.29.Q6:count | X | 23-29 intl pr:C-1583.29.Q6:count | |
| 30-35 intl pr:C-1662.30.Q6:count | X | 30-35 intl pr:C-1662.30.Q6:count | |
| 30-35 intl pr:C-1662.31.Q6:count | X | 30-35 intl pr:C-1662.31.Q6:count | |
| 30-35 intl pr:C-1662.32.Q6:count | X | 30-35 intl pr:C-1662.32.Q6:count | |
| 30-35 intl pr:C-1662.33.Q6:count | X | 30-35 intl pr:C-1662.33.Q6:count | |
| 30-35 intl pr:C-1662.34.Q6:count | X | 30-35 intl pr:C-1662.34.Q6:count | |
| 30-35 intl pr:C-1662.35.Q6:count | X | 30-35 intl pr:C-1662.35.Q6:count | |
| 23-29 intl pr:XY-2329.1 | X | 23-29 intl pr:XY-2329.1 | |
| 30-35 intl pr:XY-3035.1 | X | 30-35 intl pr:XY-3035.1 | |
| 23-29 intl pr:XY-2329.2 | X | 23-29 intl pr:XY-2329.2 | |
| 30-35 intl pr:XY-3035.2 | X | 30-35 intl pr:XY-3035.2 | |
| 23-29 intl pr:XY-2329.3 | X | 23-29 intl pr:XY-2329.3 | |
| 30-35 intl pr:XY-3035.3 | X | 30-35 intl pr:XY-3035.3 | |
| 23-29 intl pr:XY-2329.4 | X | 23-29 intl pr:XY-2329.4 | |
| 30-35 intl pr:XY-3035.4 | X | 30-35 intl pr:XY-3035.4 | |

Kuvio 7. Tehdyt positiot ilman tyhjiä rivejä.

Tekstitiedostossa määritellään UaExpert -ohjelmaan muodostuva hierarkiapuu, position tietotyyppi sekä kohdistetaan liityntä automaatiojärjestelmässä olevaan haluttuun tietopisteeseen. Tietopiste voi olla suorasaantiportin nimi tai toimilohkon määritetty piste. Esimerkiksi analogialohkon :av- piste.

Tekstirivi **23-29 ana pr:SIC-1588.SP3:av** selitettynä:

23-29

Muodostaa juureen kansion nimeltä 23-29.

Ana

Viestin tyyppi analogi.

pr:SIC-1588.SP3:av

Siirrettävän position tietopiste.

Hierarkiaksi valittiin tuotantokonekohtainen jako, tällöin neljä tuotantokonetta muodostivat omat kansionsa, joiden alle niihin liittyvät positiot sijoitettiin. Tämä katsottiin ylläpidon kannalta järkeväksi.

6 Työn toteutus

Työskentely aloitettiin tutustumalla tuotannonohjausjärjestelmän suunniteltuun toimintokuvaukseen ja siinä mainittuihin automaatiojärjestelmään liittyviin toimintoihin. Nämä toimivat pohjana tiedonsiirtolistalle. Lisäksi kirjoittajalla oli omia kehitysideoita liittyen tavoitearvoihin, joista saattaisi olla hyötyä tuotantoprosessissa ja tuotavaihtojen yhteydessä tehtävien toimenpiteiden automatisoinnissa.

Automaatiojärjestelmän kehitystyöt tehtiin Valmet DNA –automaatiojärjestelmän konfigurointityökaluilla, jotka ovat EAS –suunnittelupalvelimella. Tuotannon neljä tuotantokonetta oli jaettu kahdelle eri ACN-prosessiasemalle, joihin sovelluslisäykset ladattiin. Jokaisella tuotantokoneella on kaksi operointipäätettä, joilla on kyseisen tuotantokoneen operointikuvat. Näihin tehtiin pieniä muutoksia ja kuvahierarkiaan lisättiin yksi kuva ajoarvojen ja tavoitearvojen vertailua varten. Uudet positiot lisättiin tiedonkeruuseen Valmet Historian -palvelimen tietokantaan. Lisäksi toimintakuvauksia lisättiin automaatiojärjestelmään uusien toimintojen kuvailuun.

Opinnäytetyön kehittämis- ja toteutustyö jakaantui kolmeen päävaiheeseen. OPC UA -tiedonsiirtolistan luomiseen, OPC UA -yhteyden rakentamiseen sekä Valmet DNA -automaatiojärjestelmään tehtäviin sovelluslisäyksiin ja -muutoksiin.

6.1 Valmet OPC UA -palvelimen lisäys

Valmet OPC UA -palvelimen tilaus oli tehtävä hyvissä ajoin, koska sillä oli 10 viikon toimitusaika. Palvelinta varten oli hankittava lisenssi, joka kattaa siirrettävien positioiden määrän. Arvioimme alustavaksi positioiden määräksi 1000 kpl. Lisenssejä voi tarvittaessa myöhemmin lisätä siirtotarpeen ja positiomäärän kasvaessa. Valmet on

testannut palvelinta 5000 positiolla. Ilmoitettu maksimi määrä positiolle on 10000 kpl. (Karaila, M., Valmet DNA goes OPC UA Server & Client. 2018)

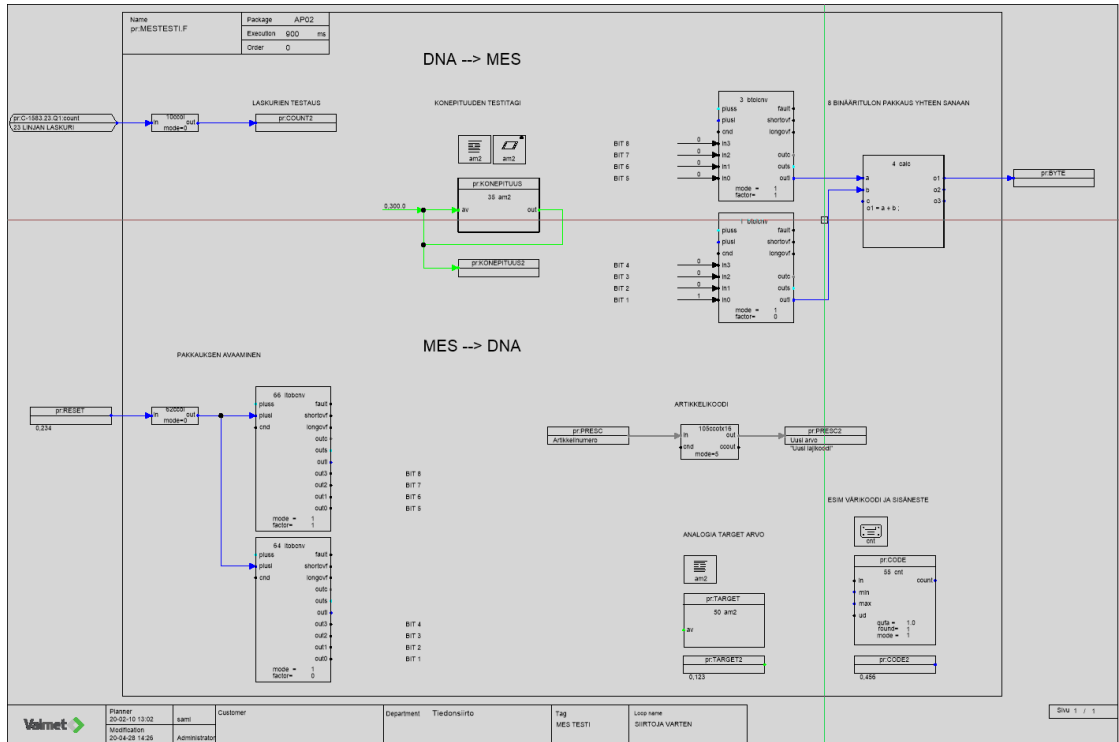
Valmet OPC UA -palvelin oli räkkimallinen ACN RT -solmu, joka lisättiin automaatiojärjestelmän DMZ-alueen verkkoon, joka on DCS verkosta eristetty aliverkko. Nimeksi OPC UA -palvelimelle annettiin AO01. Laitekaapissa on UPS -varmennettu syöttö. Lisäksi laitekaapin sähkösyöttö on varmennettu dieselgeneraattorilla, joka käynnistyy automaattisesti sähkökatkotapauksissa.

Ennen palvelimen asennusta tehtiin Valmet FbCAD:llä tiedonsiirron testausta varten sovellus (ks. kuvio 8), jossa oli erityyppiset suorasaantiportit tulojen ja lähtöjen testausta varten. Lähtötyypit tiedonsiirrolle Valmet DNA:sta MES -järjestelmään:

- INT Kokonaisluku, laskuritiedoille ja binääritietojen pakkaukselle kokonaisluvuksi.
- ANA Analogia, konenopeuksille ja koneen kokonaispituustiedolle.

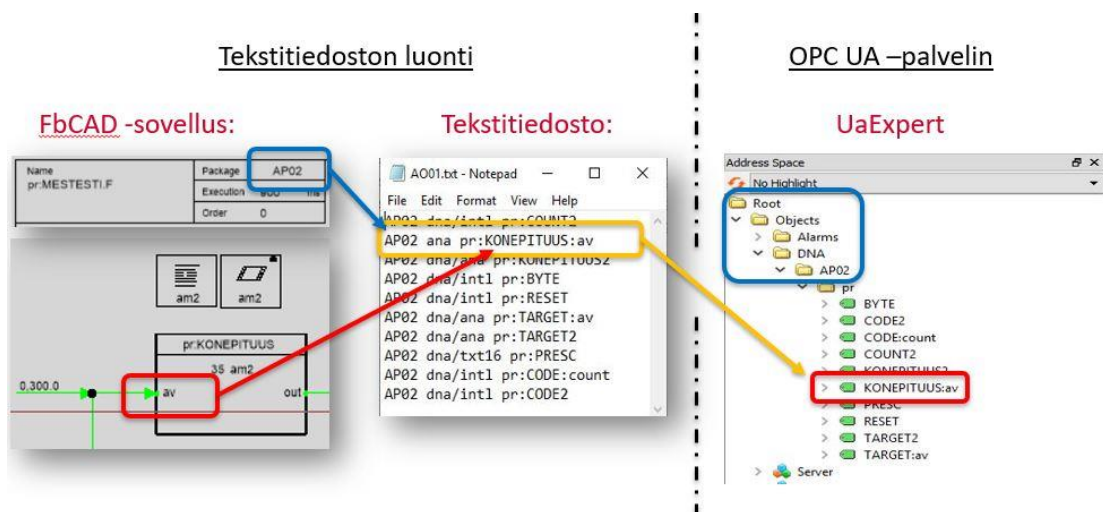
Tulotyyppit tiedonsiirrolle MES -järjestelmästä Valmet DNA:n:

- INT Kokonaisluku, värikoodille ja sisänestelaadulle.
- ANA Analogia, virtaussäätöjen ja leveyden tavoitearvoille.
- BIN Binääritieto, laskureiden nollaustiedoille.
- ANY Määrittelemätön, artikkelikoodille.



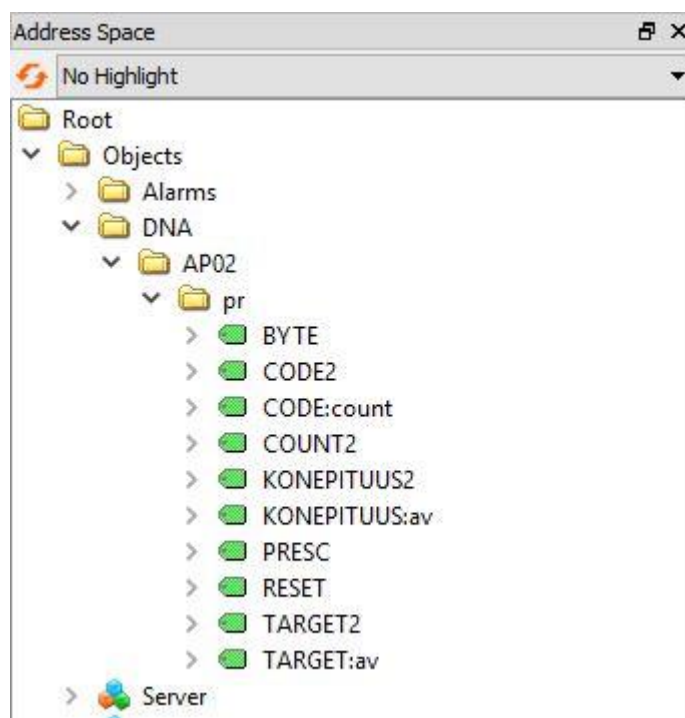
Kuvio 8. FbCADilla tehty testiohjelma.

Seuraavaksi Valmet OPC UA -palvelimelle määriteltiin halutut positiot. Tämä tehtiin tekstitiedostolla, joka sijoitettiin dna-opcua -kansioon. Alempana (ks. kuvio 9) näkyy testivaiheessa tehty tekstitiedosto, jossa kansiksi määriteltiin prosessiasema APO2, jossa testipositiot sijaittivat.



Kuvio 9. OPC UA-testipositioiden määrittely tekstitiedostossa.

Tekstiedoston muutosten jälkeen on käynnistettävä uudelleen slot controllerista DNA-OPCUA-server -ohjelman slot, jolloin muutokset tulevat voimaan. Tässä vaiheessa testattiin, että palvelin saa luettua automaatiojärjestelmästä tietoja. Tähän käytettiin UaExpert -ohjelmaa. Ensin ohjelmassa lisätään palvelin, jonka jälkeen positiot voidaan lisätä Address Space-ikkunasta. Hierarkiapuu ja sen sisältämät positiot ovat muodostuneet aiemmin tehdyn tekstiedoston perusteella (ks. kuvio 10).



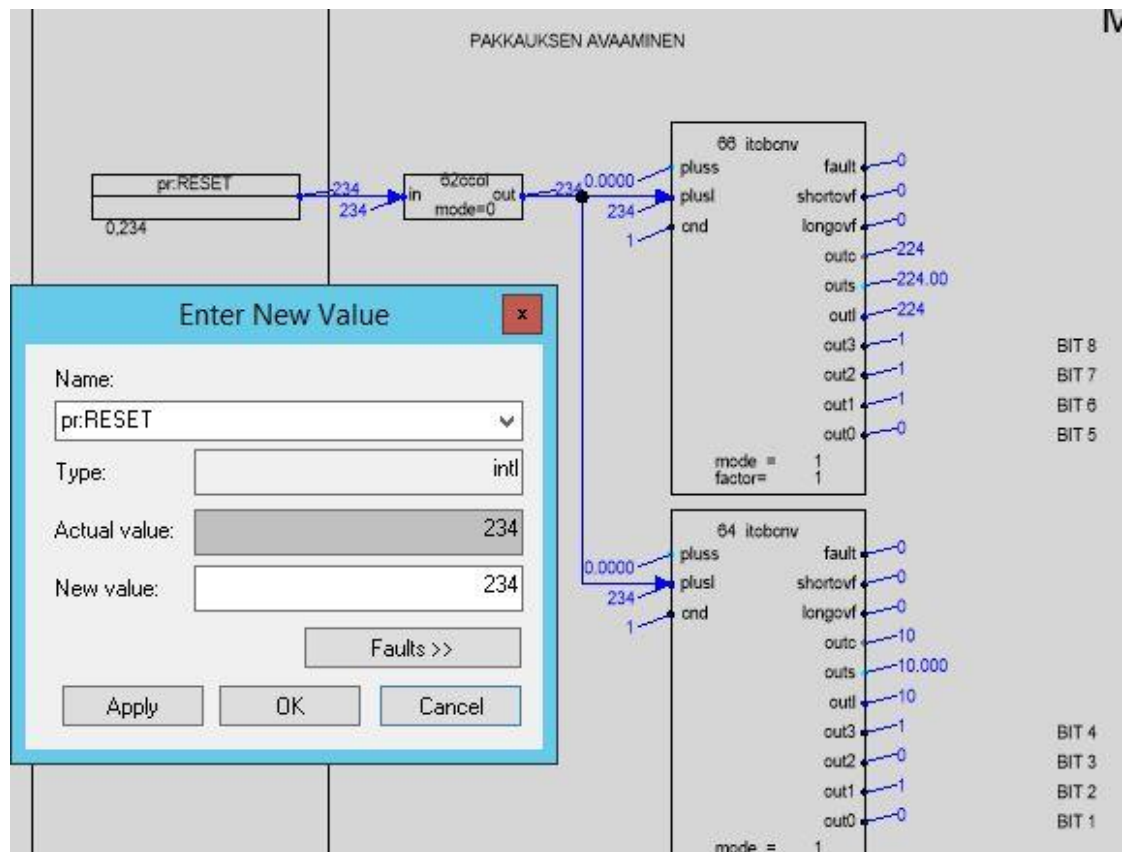
Kuvio 10. UaExpert Address Space -näkyvä testipositioilla.

Tässä tapauksessa AP02/pr/-kansioista löytyy testiä varten tehdyt positiot, jotka raahataan hiirellä oikealla olevaan Data Access-ikkunaan (ks. kuvio 11). Positioiden tiedot näkyvät raahauksen jälkeen ikkunassa. Value-rivillä näkyy positioiden päivittyvät arvot, joita OPC UA -palvelin lukee DCS puolen verkosta prosessiasemalta.

| Data Access View | | | | | | | | |
|------------------|------------------|--------------------------|---------------|-------|----------|------------------|------------------|------------|
| # | Server | Node Id | Display Name | Value | Datatype | Source Timestamp | Server Timestamp | Statuscode |
| 1 | DNA-OPCUA-Server | NS1 String BYTE | BYTE | 1 | Int32 | 9,47,34 | 9,47,34 | Good |
| 2 | DNA-OPCUA-Server | NS1 String CODE2 | CODE2 | 1 | Int32 | 9,47,42 | 9,47,42 | Good |
| 3 | DNA-OPCUA-Server | NS1 String CODE:count | CODE:count | 0 | Int32 | 9,47,45 | 9,47,45 | Good |
| 4 | DNA-OPCUA-Server | NS1 String COUNT2 | COUNT2 | 5047 | Int32 | 9,54,49 | 9,54,49 | Good |
| 5 | DNA-OPCUA-Server | NS1 String KONEPITUUS2 | KONEPITUUS2 | 300 | Float | 9,36,28 | 9,36,28 | Good |
| 6 | DNA-OPCUA-Server | NS1 String KONEPITUUS:av | KONEPITUUS:av | 300 | Float | 9,36,28 | 9,36,28 | Good |
| 7 | DNA-OPCUA-Server | NS1 String PRESC | PRESC | | String | 9,36,28 | 9,36,28 | Good |
| 8 | DNA-OPCUA-Server | NS1 String RESET | RESET | 234 | Int32 | 9,47,45 | 9,47,45 | Good |
| 9 | DNA-OPCUA-Server | NS1 String TARGET2 | TARGET2 | 123 | Float | 9,47,45 | 9,47,45 | Good |
| 10 | DNA-OPCUA-Server | NS1 String TARGET:av | TARGET:av | 0 | Float | 9,47,43 | 9,47,43 | Good |

Kuvio 11. UaExpert Data Access View.

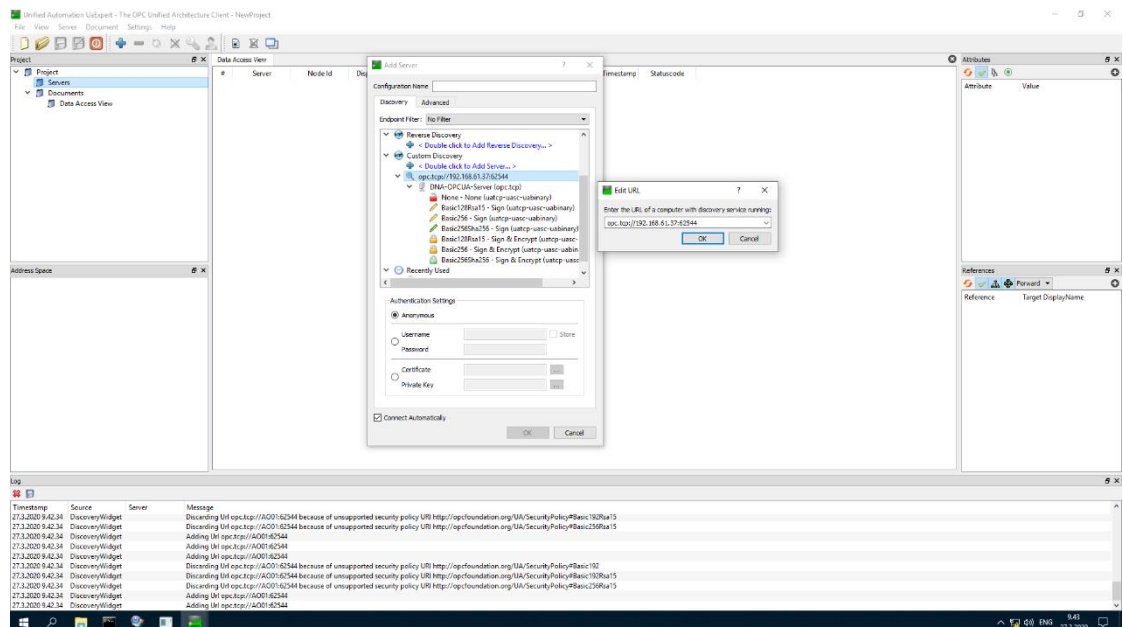
Arvoja voi muuttaa testiä varten automaatiojärjestelmän puolella esimerkiksi buggeroimalla tai FbCADin Function Test -toiminnolla (ks. kuvio 12). Muutokset arvoissa näkyvät UaExpert -ohjelmassa välittömästi.



Kuvio 12. FbCAD Function Test.

6.2 OPC UA -palvelimien välisen yhteyden testaus

OPC UA -palvelimien välisen yhteyden testiä varten MES -palvelimella käytettiin UaExpert -ohjelmaa (ks. Kuvio 13). Palvelimelle määriteltiin, miltä palvelimelta asiakasliittymä hakee tietoa, mitä porttia käytetään ja käyttäjätunnus. Samalla automaatiojärjestelmän palomuurin tehtiin tarvittavat muutokset, että kommunikointi on mahdollista. Lisäksi automaatiojärjestelmän OPC UA -palvelimelle määriteltiin käyttäjätunnus. Määrittelyn jälkeen MES -palvelimella olevalla UaExpert -ohjelmalla näkyvät samat testipositiot arvoineen, jotka oli määriteltä automaatiojärjestelmän OPC UA -palvelimella.



Kuvio 13. UaExpert -ohjelma.

6.3 OPC UA-yhteyden valvonta - watchdog

OPC UA -tiedonsiirtoyhteyden valvonta toteutettiin yksinkertaisesti lisäämällä molempiin järjestelmiin laskuri, jonka lukeman muuttumista valvottiin toisessa järjestelmässä. Tiedonsiirtohälytys aktivoituu, jos lukema ei vaihdu valvonta-ajan sisällä.

6.4 Tuotevaihtojen automatisointi

Opinnäytetyön keskeisin tavoite oli automatisoida tuotevaihtoihin liittyvät operoinnit mahdollisimman pitkälle. Tätä varten oli hankittava tietoa tuotannon toimintatavoista ja toisaalta tuotannonohjausjärjestelmästä saatavilla olevista tuotetiedoista. Aineistoa lähdettiin keräämään kehityspalaverien ja haastattelujen avulla. Kokouksissa oli mukana asiantuntijoita yrityksen sisältä, jotka yhdessä muodostivat tietopohjan kannalta kattavan kokonaisuuden. Haastatteluita tehtiin prosessihenkilökunnan kanssa. Haastattelut pyrittiin tekemään yksittäin. Näin saatiin jokaiselta henkilökohtainen mielipide ja ideoita voitiin tuoda esille pienellä kynnyksellä. Ensimmäisen haastattelukierroksen jälkeen kokonaisuus alkoi muodostua. Seuraavilla haastattelukierroksilla toin esiin aikaisempien mielipiteiden pohjalta suunnitteluidean ja pystyin esittelemään käytännöllisemmin tulevaa muutosta sekä esittämään tarkentavia kysymyksiä. Haastattelukysymykset tarkentuivat kehitystyön edetessä, kun sovellussuunnittelun eteneminen toi lisää kysymyksiä.

Useiden haastattelukierrosten perusteella päädyttiin ratkaisuun, jossa kaikki asetusarvot muuttuvat automaattisesti tuotteen vaihtuessa, jos tuotantolinja on pysähtynyt. Jos tuotantolinja on käytössä, vain määrättyjen piirien asetusarvo muuttuu automaattisesti.

Operointinäytölle tulee ilmoitus tuotteen vaihtuessa. Ilmoitus poistuu määrätyn ajan kuluttua. Tämä oli operaattoreiden pyytämä toiminto.

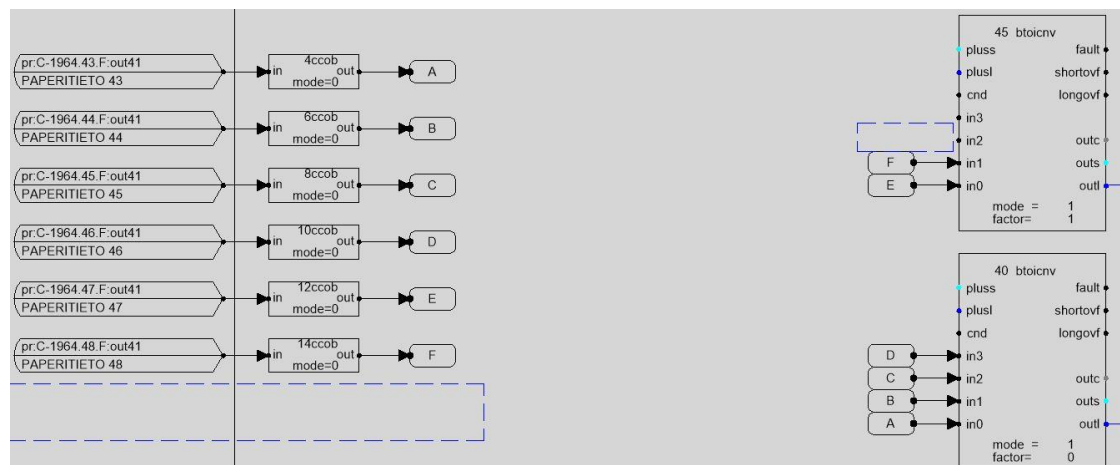
6.5 Sovellusten ohjelmointi

Koska tuotannossa oli 26 toiminnaltaan lähes identtistä linjaa käytössä, jotka olivat jakaantuneena neljään, 6 tai 7 linjan koneeseen, oli järkevää käyttää FbCAD kaavapohjia. Tämä vähentää samanlaisten sovellusten tekoa ja helpottaa tulevaa hallintaa.

6.5.1 FbCAD -kaavapohjat (template)

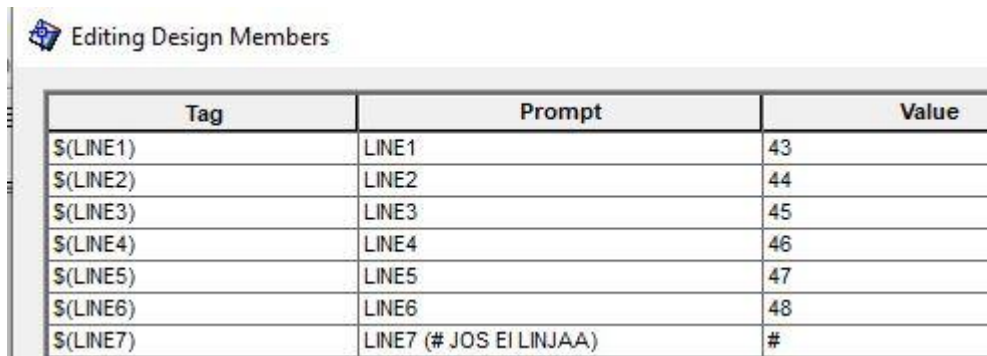
Kaavapohja on työläämpi tehdä verrattuna perinteiseen yksittäiseen sovellukseen, mutta kappalemäärän kasvaessa se on kokonaisuudessa nopeampi, koska samaa pohjaa voi monistaa pienin muutoksin. Kaavapohjien suurin hyöty voi tulla esiin kuitenkin muutoksia tehtäessä: muutos tehdään kaavapohjaan ja tätä kaavaa käyttävät sovellukset päivitetään, jolloin suurten sovellusmassojen hallinnointi on helppoa tulevaisuudessa.

Kaavapohjissa voidaan piilottaa osa tiedoista, joita ei tarvita. Esimerkiksi kaavapohjan voi tehdä seitsemänlinjaiselle tuotantokoneelle ja siitä voi piilottaa kuusilinjaisen koneen tapauksessa yhden linjan (ks. kuvio 14). Näin voidaan käyttää samaa pohjaa erilaisissa koneissa ja muutokset voi tässäkin tapauksessa hallita yhdellä muutoksella kaavapohjaan.



Kuvio 14. Sovelluksen osien piilotus.

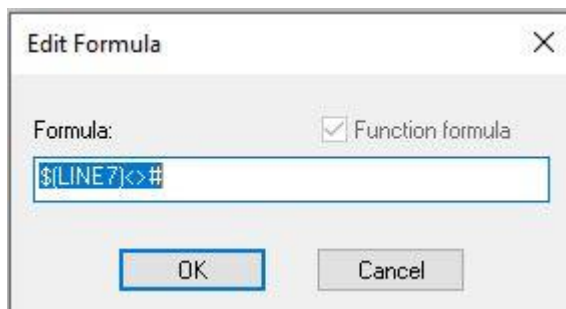
Piilotettu osa on syytä rajata, jotta toinen suunnittelija ei vahingossa tee ohjelmaa samaan kohtaan. Yllä rajaus on tehty sinisellä katkoviivalla. Kaavoituksen voi tehdä Editing Design Members ikkunassa (ks. kuvio 15).



| Tag | Prompt | Value |
|-----------|-------------------------|-------|
| \$(LINE1) | LINE1 | 43 |
| \$(LINE2) | LINE2 | 44 |
| \$(LINE3) | LINE3 | 45 |
| \$(LINE4) | LINE4 | 46 |
| \$(LINE5) | LINE5 | 47 |
| \$(LINE6) | LINE6 | 48 |
| \$(LINE7) | LINE7 (# JOS EI LINJAA) | # |

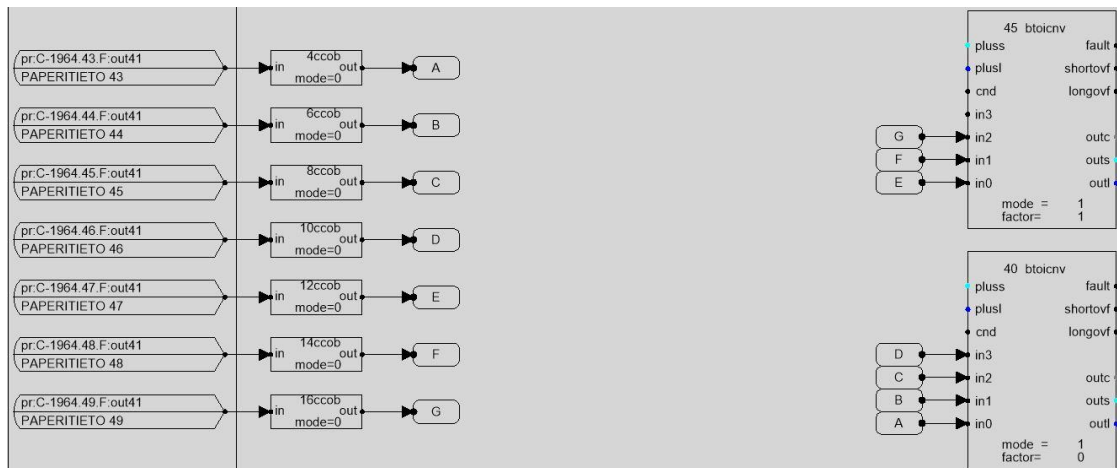
Kuvio 15. Linjanumeroiden kaavoitus kaavoitus.

Halutut osat voi piilottaa Edit -valikon Attach / Edit Formula -toiminnolla ja lisäämällä osille kaavan (ks. kuvio 16). Esimerkin tapauksessa osat ovat piilossa, kun tagin arvoksi syötetään #.



Kuvio 16. Piiloitettavien osien ehto.

Kun Editing Design Members -ikkunassa linjalle 7 annetaan jokin muu arvo, ilmestyvät osat näkyviin (ks. kuvio 17).



Kuvio 17. Aiemmin piilotettu linja nyt näkyvässä.

Kaavapohjien muutkin toiminnat tehdään Editing Design Members -ikkunassa ja niihin viitataan muualla ohjelmassa. Alla esimerkki ulkoisen tulon viittauksista EXT_3 -tagiin, jolle on annettu arvo Editing Design Members -ikkunassa (ks. kuvio 18).

| Prompt | Value | Formula |
|--------------------------------|---------------------------|--------------------|
| External continuous input name | pr:C-1964.43.F.out41 | pr:\$(EXT_3):out41 |
| Comment text | PAPERITIETO 43 | \$(EXTTEXT_3) |
| Initial value (0) | | |
| Transfer interval (10-25500ms) | Module execution interval | |

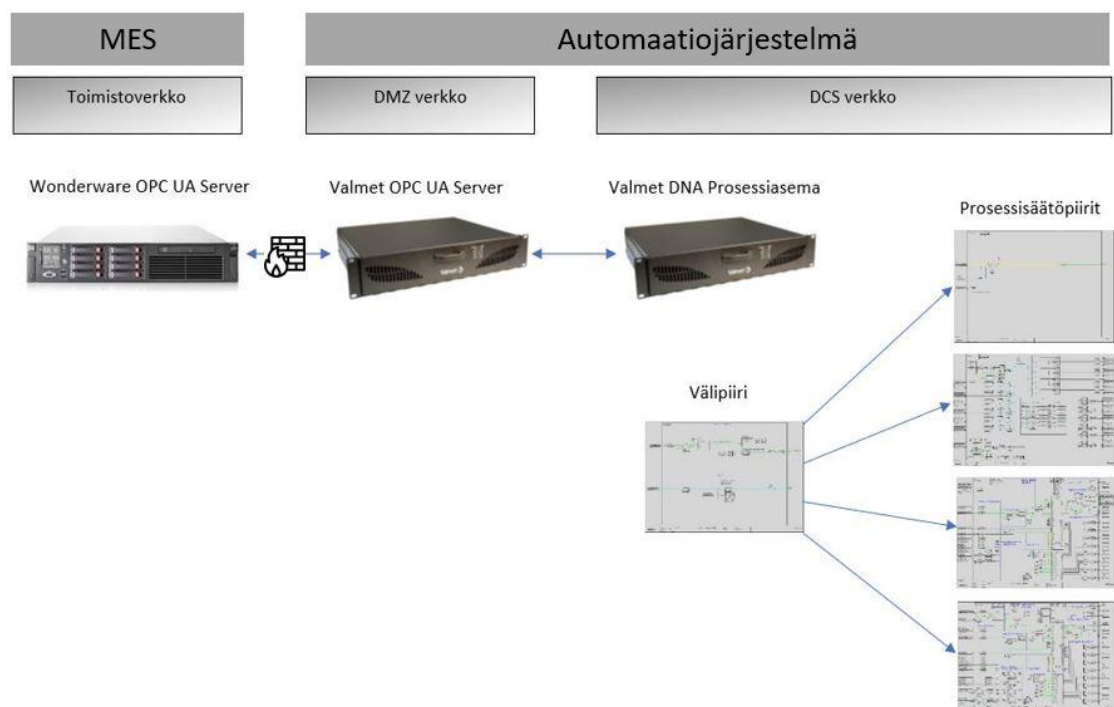
Kuvio 18. Ulkoisen tulon kaavoitus.

Kaavapohjaan tehtyjen tagien value arvoja pääsee muuttamaan massana myös DNA Explorer -ohjelmassa. Display properties ja Edit all -valinnalla. FbCAD -ohjelmaa ei siis välttämättä tarvitse avata arvojen muutoksen takia. Kun uusi kaavapohja on tehty ja se halutaan ottaa käyttöön useassa FbCAD -sovelluksessa, ne valitaan aktiiviseksi ja hiiren oikealla painikkeella aukeavasta valikosta valitaan Change Template. Aukeavasta ikkunasta valitaan aiemmin tehty kaavapohja. Suurienkin sovellusmäärien

muokkaaminen on siis nopeaa. Kaavapohjat on syytä nimetä nousevassa numerojärjestyksessä, jotta edelliseen palaaminen olisi helppoa ongelmatilanteessa.

6.5.2 Välipiiri

Sovellusrakennetta suunniteltaessa päädyttiin tekemään OPC UA-posiioille oma FbCAD -sovellus, josta ajossa oleviin piireihin luetaan tarvittavat tiedot. Tämä ns. välipiiri tehtiin kaavapohjalla, jolla sai luotua jokaiselle linjalle oman sovelluksen. Välipiiri ei kirjoita toisiin sovelluksiin, vaan sen tietoja käydään lukemassa prosessia ohjaavista sovelluksista. Näihin olemassa oleviin sovelluksiin tehtiin tarvittavat muutokset, jotta uudet tavoitearvot tulisi automaattisesti esimerkiksi asetusarvoiksi tai valinnoiksi. Rakenne selviää alla olevasta periaatekuvasta (ks. kuvio 19).



Kuvio 19. Toimisto- ja automaatioverkot.

Jokaiselle linjalle tehtiin siis oma välipiiri, jota kautta OPC UA:n kautta saadut tavoitearvot tulevat automaatiojärjestelmän käyttöön. 7 sivuisessa FbCAD sovelluksessa

oli 12 erilaista positiota, jotka sisälsivät prosessin eri säätimille ja valinnoille tarvittavat tiedot. Välipiirissä on myös ehdot arvojen automaattiselle muutokselle. Lisäksi välipiirissä on viiveet, joilla huomioidaan tuotevaihdon eteneminen tuotantolinjalla. Operaattori voi halutessaan ottaa automaattitoiminnon pois päältä, jos häiriöitä ilmenee.

Vanhoihin olemassa oleviin sovelluksiin, jotka käyttävät tavoitearvotietoja, tehtiin muutokset, joissa viitataan välipiirin tietopisteisiin. Sovelluksiin luetaan välipiirin tiedot ccob -toimilohkon mode 5 -valinnalla, jolloin arvon muuttuessa arvo kopioituu eteenpäin. Näin esimerkiksi asetusarvoa ei pakoteta tavoitearvoon vaan se ”liipais-taan” kerran muutoksen yhteydessä, jonka jälkeen arvoa voi muuttaa operointiku-vasta. Kyseessä on siis arvo, jolla ajo aloitetaan. Arvoja hienosäädetään tuotteen ana-lysoinnin perusteella ajon edetessä.

6.6 Käyttöliittymä

Koska keskeisin tavoite oli automatisoida eli vähentää käsin tehtäviä operointeja, ei käyttöliittymään tullut suuria muutoksia.

Käyttöliittymän suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja olivat:

- Olemassa oleviin operointinäyttöihin ei haluttu lisätä mitään tarpeetonta.
- Värikoodin hyväksymispainikkeen lisäys.
- Tavoite- ja ajossa olevien arvojen vertailumahdollisuus.
- Automaattitoiminnon poiskytkentämahdollisuus tarvittaessa.

Kehruupään operointisivu oli jo ennestään täynnä toimintoja, joten vanhaa kuvaa ryhmiteltiin hieman, jotta tähän kuvaan sijoitettu värin hyväksyntäpainike saataisiin järkevästi lisättyä (ks. kuvio 20). Muita muutoksia ei tehty vanhoihin kuviin.



Kuvio 20. Yhden linjan käyttöliittymä.

Toimeksiantajalla oli toive saada tavoitearvot ja ajossa olevat arvot esitettyä selkeästi, jotta näiden vertailu olisi mahdollista. Tätä varten tehtiin yhteisellä kaavapohjalla jokaiselle linjalle oma FbCAD -sovellus, joka valvoo ajossa olevaa sekä tavoitearvoa ja hälyttää toleranssin ylittävästä erotuksesta. Lisäksi tehtiin uusi sivu automaatiojärjestelmään (ks. kuvio 21). Sivulla on myös mahdollista linjakohtaisesti ottaa tavoitearvojen automaattinen käyttöönotto pois päältä. Lisäksi arvojen eroavaisuuksista tehty hälytys on mahdollista poistaa käytöstä. Nämä valinnat tehtiin mahdollisia ongelmatilanteita varten.

| Load laskenta parametrit | | | | | | | | | | | 36-42 | | Musta = ajossa Sininen = tavoitearvo | |
|--------------------------|--------|-------------|----------------|-----------|---------------|-------|-----------|-----------|------|-----------|-------|----------|---|--|
| Artikkeli | Autom. | Muutos | Paperin leveys | Kaliiperi | Viskoosimäärä | Suhde | Sisähappo | Ulkohappo | Väri | Sisäneste | Laatu | Valvonta | | |
| 36 | | | | | 2.27 l/min | 25 % | 3.2 l/min | 28 l/min | 00 | MCH | 08 XL | | | |
| EHMX060S84A0001 | | 20.08 10:12 | 218 mm | 84.0 mm | 2.26 l/min | 25 % | 3.2 l/min | 30 l/min | 00 | MCH | 08 XL | | | |

Kuvio 21. Osa operointinäytön vertailusivusta (yksi linja).

6.7 Käyttöönotto

Sovellusten lataus järjestelmään oli tehtävä ennalta määrättyinä huoltoseisokkipäivinä yksi tuotantokone kerrallaan. Sovelluksiin tehdyt muutokset ja niiden lataus järjestelmään olisi aiheuttanut tuotantokatkoksen.

Tuotantotestien jälkeen itse toiminnon toteamisen ohella käyttöönoton tärkeä toimenpide on prosessihenkilöstön opastus. Toiminnot esitellään operaattoreille ja vastataan mahdollisiin kysymyksiin toiminnoista eri tapauksissa. Myös käyttöönoton jälkeen prosessihenkilöstöä on syytä kuunnella herkällä korvalla sekä kerätä mahdollisia muutos- ja kehitysehdotuksia. Tällöin lopputuloksena saadaan mahdollisimman hyvä työkalu, joka helpottaa heidän työtään ja vähentää inhimillisten virheiden aiheuttamaa tuotantohävikkiä.

7 Tulokset

Olemassa olevaan Valmet DNA -automaatiojärjestelmään lisättiin OPC UA -palvelin, jonka avulla OPC UA -standardin mukainen tiedonsiirto toteutettiin Wonderware MES -tuotannonohjausjärjestelmään. Valmet DNA:ssa lisättiin yhteensä yli 500 positiota, kun lasketaan molempiin suuntiin siirrettävät positiot. FbCAD -sovelluksia lisättiin n. 60 kpl. Lisäksi yli 300 olemassa olevaan sovellukseen tehtiin vaadittavat muutokset, joilla tavoitearvot saatiin asetusarvoiksi. Koska toiminnaltaan samanlaisia tuotantolinjoja oli 26, hyödynnettiin sovelluksien teossa kaavoitusta.

Projekti ei ehtinyt valmistua MES -järjestelmän osalta tuotantotestivaiheeseen tätä kirjoitettaessa. Ohjelmiston toiminta todettiin kuitenkin testien avulla teknisesti toimivaksi. Tuotannonohjausjärjestelmästä kirjoitetut tavoitearvot saatiin luetuksi OPC UA -palvelimelle, josta ne siirtyivät prosessiasemilla sijaitseviin välipiireihin. Tuotannon seisokin yhteydessä voitiin todeta asetusarvon muuttuminen artikkelin vaihtuessa. Operaattorin valitsemien ajoarvojen valvontaan tehty toiminto testattiin syötämällä tavoitearvoksi eri lukuja. Myöhemmin tuotantotesteissä voidaan varmistaa kokonaisuuden oikea toiminta.

Tuotannonohjausjärjestelmästä tulevan reseptin virheettömyys on kriittinen asia oikealle toiminnalle. Myöhemmin testaamalla täytyy varmistaa, että kaikki MES -järjestelmästä saadut arvot vastaavat ajettavan tuotteen reseptiä.

Tulosten arviointiin suunnitellut teemahaastattelut jäivät myös tekemättä, koska projektia ei ehditty saada tuotantokäyttöön asti. Projektin tiedonhaun aikana tehtyjen operaattoreiden haastatteluiden yhteydessä kävi selväksi, että toiminnalle nähtiin tarvetta. Nykyinen menetelmä, jossa operaattori lukee paperilistoilta tavoitearvot ja sen jälkeen syöttää ne eri säätöpiirien asetusarvoiksi, on auttamatta vanhanaikainen tapa. Tuotevaihtojen automatisoinnin toimiessa suunnitellusti, se tulee vähentämään käsin tehtyä työtä ja hukkaa.

Projektin yhteydessä luotiin myös automaatiojärjestelmästä MES -järjestelmään tarvitsemat positiot tuotannon hallintaa ja laskentoja varten. Nämä positiot saatiin myös kokonaisuudessaan valmiiksi ja ovat luettavissa OPC UA -yhteydellä.

8 Johtopäätökset ja pohdinta

Päätavoitteena opinnäytetyössä oli saada hyödynnettyä OPC UA -yhteys MES:n ja Valmet DNA -automaatiojärjestelmän välillä juuri prosessiautomaation puolella. Tuotevaihdot työllistävät ja niihin liittyy aina riski väärin ajoparametrien asettamiseen, kun työ tehdään manuaalisesti. Tavoitearvojen tuonti automaatiojärjestelmään avasi myös mahdollisuuden vertailla tavoitearvoja ajossa oleviin arvoihin. Näiden perusteella pystyi muodostamaan eroarvo- ja ristiriitahälytyksiä, joilla voidaan operaattoreille ilmaista mahdollisesta väärästä ja hukkaa tuottavasta asetusarvosta, joka muutoin huomattaisiin vasta pitkällä viiveellä. Tuotevaihtojen automatisoinnin ohella tämä toiminto voi nousta opinnäytetyön tärkeimmäksi tulokseksi talouden kannalta.

Toiminnan luotettavuus selviää myöhemmin tuotantokäytöstä saatujen kokemusten perusteella. Yksi tärkeimmistä asioista tulee olemaan reseptiikan oikeellisuus. Automaatiojärjestelmä käyttää suoraan saatuja tavoitearvoja. Jos niissä esiintyy virheitä, virheet siirtyvät tuotantoon ja aiheuttaa mahdollisesti hukkaa.

Toinen luotettavuuden kannalta muuttunut asia on prosessin toiminnan kannalta laajentunut toimintaketju. Kärjistetysti voidaan sanoa, että aikaisemmin tuotteen ajoon

riitti prosessiaseman ja kenttälaitteiden oikea toiminta. Nyt tuohon pitää lisätä joukko muita asioita. Tavoitearvojen muuttuminen jokaisen tuotevaihdon yhteydessä edellyttää MES –järjestelmän ja operointipäätteiden, toimistoverkon, automaatiojärjestelmän palomuurin ja Valmet OPC UA-palvelimen toimimista. Toisaalta ongelmatilanteita varten jokaiselle positiolle tehtiin operointinäyttöön valinta, josta operattori voi ottaa automaattitoiminnan pois käytöstä. Tällöin arvot eivät muutu automaattisesti, vaan arvot syötetään manuaalisesti, kuten aikaisemmin.

Kehitystyötä on mahdollista jatkaa vielä joihinkin piireihin, jotka nyt jäivät tekemättä. MES –järjestelmästä saatavien arvojen hyödyntäminen vaatii joissain tapauksissa laitehankintoja tai tuotannossa työtapojen yhtenäistämistä. Nyt aloitettua työtä on kohtuullisen nopea ja helppo laajentaa lisäämällä positioita tai toimintoja olemassa olevaan järjestelmään.

Lähteet

Caro, D. 2016. Automation Network Selection - A Reference Manual, 3 uud.p. USA: International Society of Automation (ISA).

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Karaila, M., Valmet DNA goes OPC UA Server & Client. 2018. Viitattu 26.3.2020. https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1824/13_dna_opc_ua_server_ua_client_for_customers_-_mika_karaila.pdf

MES operations. Viitattu 15.2.2020. <https://www.wonderware.fi/mes-mom/mes-software-operations/>

MES program. Software Design Specification. 2020. Roima inc.

OPC Foundation. Unified Architecture. Viitattu 4.3.2020. <https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/>

OPC ja OPC UA. Novotek. Viitattu 17.2.2020. <https://www.novotek.com/fi/ratkaisut/kepware-kommunikointialusta/opc-ja-opc-ua/>

Peltokangas, T., Käsäkoski, J. 2017. OPC UA -arkkitehtuurin toteutus ja testaus teollisuusautomaatiossa. Kokkola: Centria-ammattikorkeakoulu.

Pyyskönen, S., 2013. Teollisuuden automaatio- ja ohjausjärjestelmät. Suomen Automaatioseura.

Tolvanen, A. (2013). Pk-yrityksen tuotannonohjaus. Viitattu 10.2: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/67252/Antero_Tolvanen.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Unified Automation UaExpert Documentation. 2019. Ver. 1.5.1 331

Valmet Function Block CAD –käyttöohje. 2015. Rev. 1

Valmet Function Test –käyttöohje. 2014. Rev. 2

Valmet DNA OPC UA User’s Guide. 2020. Ver. 1.18

Valmet DNA Connectivity OPC-asiakasliityntä. Collection 2015 rev. 1

Valmet DNA Explorer –käyttöohje. 2015. Ver 17.1

Valmet Picture Designer –käyttöohje. 2015. Rev. 1

Valmet Installation and Configuration Guide for Valmet DNA OPC UA Server and Client for ACN nodes

ViskoTeepak iconnect. Toimeksiantajan intrasivut.

ViskoTeepak ims. Toimeksiantajan toimintakäsikirja.

Liitteet

Liite 1. Tiedonsiirtolista MES to DNA.

| Tegemissäädet | | Ilman pakkausta | | Pakattuina | | Kansio | Linja | Prosessiasema | Signaalivyöpy | Moduliluvut | OPC UA-positio | Nimi | Dijelmuutokset | | Pölkur | Ci:dnaktilappisidna-opoua | |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----|------------|----------|--------|-------|---------------|---------------|-------------|----------------|--------------------|----------------|-----------|--------|---------------------------|-------|
| DNA:ra MES:in | MES:stä DNA:han | 78 | 338 | 416 | Pääpiili | | | | | | | | Litvävä piilit | | | | |
| MES:stä DNA:han | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Antikkelinumerot | 23-29 | AP06 | 23 | AP06 | 78 | | 23 | | | | | Antikkelinumero 23 | FT23RES1 | | | | 23-29 |
| | 23-29 | AP06 | 24 | AP06 | 338 | | 24 | | | | | Antikkelinumero 24 | FT24RES1 | | | | 23-29 |
| | 23-29 | AP06 | 25 | AP06 | 416 | | 25 | | | | | Antikkelinumero 25 | FT25RES1 | | | | 23-29 |
| | 23-29 | AP06 | 26 | AP06 | | | 26 | | | | | Antikkelinumero 26 | FT26RES1 | | | | 23-29 |
| | 23-29 | AP06 | 27 | AP06 | | | 27 | | | | | Antikkelinumero 27 | FT27RES1 | | | | 23-29 |
| | 23-29 | AP06 | 28 | AP06 | | | 28 | | | | | Antikkelinumero 28 | FT28RES1 | | | | 23-29 |
| | 23-29 | AP06 | 29 | AP06 | | | 29 | | | | | Antikkelinumero 29 | FT29RES1 | | | | 23-29 |
| | 30-35 | AP06 | 30 | AP06 | | | 30 | | | | | Antikkelinumero 30 | FT30RES1 | | | | 30-35 |
| | 30-35 | AP06 | 31 | AP06 | | | 31 | | | | | Antikkelinumero 31 | FT31RES1 | | | | 30-35 |
| | 30-35 | AP06 | 32 | AP06 | | | 32 | | | | | Antikkelinumero 32 | FT32RES1 | | | | 30-35 |
| | 30-35 | AP06 | 33 | AP06 | | | 33 | | | | | Antikkelinumero 33 | FT33RES1 | | | | 30-35 |
| | 30-35 | AP06 | 34 | AP06 | | | 34 | | | | | Antikkelinumero 34 | FT34RES1 | | | | 30-35 |
| | 30-35 | AP06 | 35 | AP06 | | | 35 | | | | | Antikkelinumero 35 | FT35RES1 | | | | 30-35 |
| | 36-42 | AP04 | 36 | AP04 | | | 36 | | | | | Antikkelinumero 36 | FT36RES1 | | | | 36-42 |
| | 36-42 | AP04 | 37 | AP04 | | | 37 | | | | | Antikkelinumero 37 | FT37RES1 | | | | 36-42 |
| | 36-42 | AP04 | 38 | AP04 | | | 38 | | | | | Antikkelinumero 38 | FT38RES1 | | | | 36-42 |
| | 36-42 | AP04 | 39 | AP04 | | | 39 | | | | | Antikkelinumero 39 | FT39RES1 | | | | 36-42 |
| | 36-42 | AP04 | 40 | AP04 | | | 40 | | | | | Antikkelinumero 40 | FT40RES1 | | | | 36-42 |
| | 36-42 | AP04 | 41 | AP04 | | | 41 | | | | | Antikkelinumero 41 | FT41RES1 | | | | 36-42 |
| | 36-42 | AP04 | 42 | AP04 | | | 42 | | | | | Antikkelinumero 42 | FT42RES1 | | | | 36-42 |
| | 43-48 | AP04 | 43 | AP04 | | | 43 | | | | | Antikkelinumero 43 | FT43RES1 | | | | 43-48 |
| | 43-48 | AP04 | 44 | AP04 | | | 44 | | | | | Antikkelinumero 44 | FT44RES1 | | | | 43-48 |
| | 43-48 | AP04 | 45 | AP04 | | | 45 | | | | | Antikkelinumero 45 | FT45RES1 | | | | 43-48 |
| | 43-48 | AP04 | 46 | AP04 | | | 46 | | | | | Antikkelinumero 46 | FT46RES1 | | | | 43-48 |
| | 43-48 | AP04 | 47 | AP04 | | | 47 | | | | | Antikkelinumero 47 | FT47RES1 | | | | 43-48 |
| | 43-48 | AP04 | 48 | AP04 | | | 48 | | | | | Antikkelinumero 48 | FT48RES1 | | | | 43-48 |
| kokonaistiedonsiirtolista | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 23-23 | AP06 | 23 | AP06 | | | 23 | | | | | Viskoosimäärä 23 | FFI-1502 | FFI-1502L | | | 23-23 |
| | 23-23 | AP06 | 24 | AP06 | | | 24 | | | | | Viskoosimäärä 24 | FFI-1503 | FFI-1503L | | | 23-23 |
| | 23-23 | AP06 | 25 | AP06 | | | 25 | | | | | Viskoosimäärä 25 | FFI-1504 | FFI-1504L | | | 23-23 |
| | 23-23 | AP06 | 26 | AP06 | | | 26 | | | | | Viskoosimäärä 26 | FFI-1505 | FFI-1505L | | | 23-23 |
| | 23-23 | AP06 | 27 | AP06 | | | 27 | | | | | Viskoosimäärä 27 | FFI-1506 | FFI-1506L | | | 23-23 |
| | 23-23 | AP06 | 28 | AP06 | | | 28 | | | | | Viskoosimäärä 28 | FFI-1507 | FFI-1507L | | | 23-23 |
| | 23-23 | AP06 | 29 | AP06 | | | 29 | | | | | Viskoosimäärä 29 | FFI-1508 | FFI-1508L | | | 23-23 |
| | 30-35 | AP06 | 30 | AP06 | | | 30 | | | | | Viskoosimäärä 30 | FFI-1600 | FFI-1600L | | | 30-35 |
| | 30-35 | AP06 | 31 | AP06 | | | 31 | | | | | Viskoosimäärä 31 | FFI-1601 | FFI-1601L | | | 30-35 |
| | 30-35 | AP06 | 32 | AP06 | | | 32 | | | | | Viskoosimäärä 32 | FFI-1602 | FFI-1602L | | | 30-35 |
| | 30-35 | AP06 | 33 | AP06 | | | 33 | | | | | Viskoosimäärä 33 | FFI-1603 | FFI-1603L | | | 30-35 |
| | 30-35 | AP06 | 34 | AP06 | | | 34 | | | | | Viskoosimäärä 34 | FFI-1604 | FFI-1604L | | | 30-35 |
| | 30-35 | AP06 | 35 | AP06 | | | 35 | | | | | Viskoosimäärä 35 | FFI-1605 | FFI-1605L | | | 30-35 |
| | 36-42 | AP04 | 36 | AP04 | | | 36 | | | | | Viskoosimäärä 36 | FFI-1801 | FFI-1801L | | | 36-42 |
| | 36-42 | AP04 | 37 | AP04 | | | 37 | | | | | Viskoosimäärä 37 | FFI-1802 | FFI-1802L | | | 36-42 |
| | 36-42 | AP04 | 38 | AP04 | | | 38 | | | | | Viskoosimäärä 38 | FFI-1803 | FFI-1803L | | | 36-42 |
| | 36-42 | AP04 | 39 | AP04 | | | 39 | | | | | Viskoosimäärä 39 | FFI-1804 | FFI-1804L | | | 36-42 |
| | 36-42 | AP04 | 40 | AP04 | | | 40 | | | | | Viskoosimäärä 40 | FFI-1805 | FFI-1805L | | | 36-42 |
| | 36-42 | AP04 | 41 | AP04 | | | 41 | | | | | Viskoosimäärä 41 | FFI-1806 | FFI-1806L | | | 36-42 |
| | 36-42 | AP04 | 42 | AP04 | | | 42 | | | | | Viskoosimäärä 42 | FFI-1807 | FFI-1807L | | | 36-42 |
| | 43-48 | AP04 | 43 | AP04 | | | 43 | | | | | Viskoosimäärä 43 | FFI-1900 | FFI-1900L | | | 43-48 |
| | 43-48 | AP04 | 44 | AP04 | | | 44 | | | | | Viskoosimäärä 44 | FFI-1901 | FFI-1901L | | | 43-48 |
| | 43-48 | AP04 | 45 | AP04 | | | 45 | | | | | Viskoosimäärä 45 | FFI-1902 | FFI-1902L | | | 43-48 |
| | 43-48 | AP04 | 46 | AP04 | | | 46 | | | | | Viskoosimäärä 46 | FFI-1903 | FFI-1903L | | | 43-48 |
| | 43-48 | AP04 | 47 | AP04 | | | 47 | | | | | Viskoosimäärä 47 | FFI-1904 | FFI-1904L | | | 43-48 |
| | 43-48 | AP04 | 48 | AP04 | | | 48 | | | | | Viskoosimäärä 48 | FFI-1905 | FFI-1905L | | | 43-48 |

| Kansio | Linja | Prosessiasema | Signaali | Modulitunnus | DFC UA -positio | Nimi | Ohjelmauudokset | | | Tiedonsiirtolista rekistriedostoon. | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------|----------|--------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------------------|---------------------------|
| | | | | | | | Pääpiiri | Littoyväri | Kaavapohja | | |
| Viskoosin sisäsuuhde (0-100%) | 23-23 | AP06 | ana | pr: | FT23RESIP04 | Sisäsuuhde 23 | FT23RES1 | FFH-1502 | C10R_VK7 | 23-29 ana pr:FT23RESIP04 | |
| | 23-29 | AP06 | ana | pr: | FT24RESIP04 | Sisäsuuhde 24 | FT24RES1 | FFH-1503 | C10R_VK7 | 23-29 ana pr:FT24RESIP04 | |
| | 23-23 | AP06 | ana | pr: | FT25RESIP04 | Sisäsuuhde 25 | FT25RES1 | FFH-1504 | C10R_VK7 | 23-29 ana pr:FT25RESIP04 | |
| | 23-23 | AP06 | ana | pr: | FT26RESIP04 | Sisäsuuhde 26 | FT26RES1 | FFH-1505 | C10R_VK7 | 23-29 ana pr:FT26RESIP04 | |
| | 23-23 | AP06 | ana | pr: | FT27RESIP04 | Sisäsuuhde 27 | FT27RES1 | FFH-1506 | C10R_VK7 | 23-29 ana pr:FT27RESIP04 | |
| | 23-23 | AP06 | ana | pr: | FT28RESIP04 | Sisäsuuhde 28 | FT28RES1 | FFH-1507 | C10R_VK7 | 23-29 ana pr:FT28RESIP04 | |
| | 23-29 | AP06 | ana | pr: | FT29RESIP04 | Sisäsuuhde 29 | FT29RES1 | FFH-1508 | C10R_VK7 | 23-29 ana pr:FT29RESIP04 | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr: | FT30RESIP04 | Sisäsuuhde 30 | FT30RES1 | FFH-1605 | C10R_VK7 | 30-35 ana pr:FT30RESIP04 | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr: | FT31RESIP04 | Sisäsuuhde 31 | FT31RES1 | FFH-1606 | C10R_VK7 | 30-35 ana pr:FT31RESIP04 | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr: | FT32RESIP04 | Sisäsuuhde 32 | FT32RES1 | FFH-1607 | C10R_VK7 | 30-35 ana pr:FT32RESIP04 | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr: | FT33RESIP04 | Sisäsuuhde 33 | FT33RES1 | FFH-1608 | C10R_VK7 | 30-35 ana pr:FT33RESIP04 | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr: | FT34RESIP04 | Sisäsuuhde 34 | FT34RES1 | FFH-1609 | C10R_VK7 | 30-35 ana pr:FT34RESIP04 | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr: | FT35RESIP04 | Sisäsuuhde 35 | FT35RES1 | FFH-1610 | C10R_VK7 | 30-35 ana pr:FT35RESIP04 | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr: | FT37RESIP04 | Sisäsuuhde 36 | FT37RES1 | FFH-1801 | C10R_VK7 | 36-42 ana pr:FT37RESIP04 | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr: | FT38RESIP04 | Sisäsuuhde 37 | FT38RES1 | FFH-1802 | C10R_VK7 | 36-42 ana pr:FT38RESIP04 | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr: | FT39RESIP04 | Sisäsuuhde 38 | FT39RES1 | FFH-1803 | C10R_VK7 | 36-42 ana pr:FT39RESIP04 | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr: | FT40RESIP04 | Sisäsuuhde 39 | FT40RES1 | FFH-1804 | C10R_VK7 | 36-42 ana pr:FT40RESIP04 | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr: | FT41RESIP04 | Sisäsuuhde 40 | FT41RES1 | FFH-1805 | C10R_VK7 | 36-42 ana pr:FT41RESIP04 | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr: | FT42RESIP04 | Sisäsuuhde 41 | FT42RES1 | FFH-1806 | C10R_VK7 | 36-42 ana pr:FT42RESIP04 | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr: | FT43RESIP04 | Sisäsuuhde 42 | FT43RES1 | FFH-1807 | C10R_VK7 | 36-42 ana pr:FT43RESIP04 | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr: | FT44RESIP04 | Sisäsuuhde 43 | FT44RES1 | FFH-1902 | C10R_VK7 | 43-48 ana pr:FT44RESIP04 | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr: | FT45RESIP04 | Sisäsuuhde 44 | FT45RES1 | FFH-1903 | C10R_VK7 | 43-48 ana pr:FT45RESIP04 | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr: | FT46RESIP04 | Sisäsuuhde 45 | FT46RES1 | FFH-1904 | C10R_VK7 | 43-48 ana pr:FT46RESIP04 | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr: | FT47RESIP04 | Sisäsuuhde 46 | FT47RES1 | FFH-1905 | C10R_VK7 | 43-48 ana pr:FT47RESIP04 | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr: | FT48RESIP04 | Sisäsuuhde 47 | FT48RES1 | FFH-1906 | C10R_VK7 | 43-48 ana pr:FT48RESIP04 | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr: | FT49RESIP04 | Sisäsuuhde 48 | FT49RES1 | FFH-1907 | C10R_VK7 | 43-48 ana pr:FT49RESIP04 | |
| | Värikoodi (3 numeroa) | 23-23 | AP06 | ints | pr: | FT23RESIP08 | Värikoodi 23 | FT23RES1 | FFC-1501.23.C | VARIVAL_V2 | 23-29 ints pr:FT23RESIP08 |
| | | 23-29 | AP06 | ints | pr: | FT24RESIP08 | Värikoodi 24 | FT24RES1 | FFC-1501.24.C | VARIVAL_V2 | 23-29 ints pr:FT24RESIP08 |
| | | 23-23 | AP06 | ints | pr: | FT25RESIP08 | Värikoodi 25 | FT25RES1 | FFC-1501.25.C | VARIVAL_V2 | 23-29 ints pr:FT25RESIP08 |
| | | 23-23 | AP06 | ints | pr: | FT26RESIP08 | Värikoodi 26 | FT26RES1 | FFC-1501.26.C | VARIVAL_V2 | 23-29 ints pr:FT26RESIP08 |
| | | 23-23 | AP06 | ints | pr: | FT27RESIP08 | Värikoodi 27 | FT27RES1 | FFC-1501.27.C | VARIVAL_V2 | 23-29 ints pr:FT27RESIP08 |
| | | 23-23 | AP06 | ints | pr: | FT28RESIP08 | Värikoodi 28 | FT28RES1 | FFC-1501.28.C | VARIVAL_V2 | 23-29 ints pr:FT28RESIP08 |
| | | 23-29 | AP06 | ints | pr: | FT29RESIP08 | Värikoodi 29 | FT29RES1 | FFC-1501.29.C | VARIVAL_V2 | 23-29 ints pr:FT29RESIP08 |
| | | 30-35 | AP06 | ints | pr: | FT30RESIP08 | Värikoodi 30 | FT30RES1 | FFC-1601.30.C | VARIVAL_V2 | 30-35 ints pr:FT30RESIP08 |
| | | 30-35 | AP06 | ints | pr: | FT31RESIP08 | Värikoodi 31 | FT31RES1 | FFC-1601.31.C | VARIVAL_V2 | 30-35 ints pr:FT31RESIP08 |
| | | 30-35 | AP06 | ints | pr: | FT32RESIP08 | Värikoodi 32 | FT32RES1 | FFC-1601.32.C | VARIVAL_V2 | 30-35 ints pr:FT32RESIP08 |
| | | 30-35 | AP06 | ints | pr: | FT33RESIP08 | Värikoodi 33 | FT33RES1 | FFC-1601.33.C | VARIVAL_V2 | 30-35 ints pr:FT33RESIP08 |
| | | 30-35 | AP06 | ints | pr: | FT34RESIP08 | Värikoodi 34 | FT34RES1 | FFC-1601.34.C | VARIVAL_V2 | 30-35 ints pr:FT34RESIP08 |
| | | 30-35 | AP06 | ints | pr: | FT35RESIP08 | Värikoodi 35 | FT35RES1 | FFC-1601.35.C | VARIVAL_V2 | 30-35 ints pr:FT35RESIP08 |
| | | 36-42 | AP04 | ints | pr: | FT37RESIP08 | Värikoodi 36 | FT37RES1 | FFC-1817.36.C | VARIVAL_V2 | 36-42 ints pr:FT37RESIP08 |
| | | 36-42 | AP04 | ints | pr: | FT38RESIP08 | Värikoodi 37 | FT38RES1 | FFC-1817.37.C | VARIVAL_V2 | 36-42 ints pr:FT38RESIP08 |
| | | 36-42 | AP04 | ints | pr: | FT39RESIP08 | Värikoodi 38 | FT39RES1 | FFC-1817.38.C | VARIVAL_V2 | 36-42 ints pr:FT39RESIP08 |
| | | 36-42 | AP04 | ints | pr: | FT40RESIP08 | Värikoodi 39 | FT40RES1 | FFC-1817.39.C | VARIVAL_V2 | 36-42 ints pr:FT40RESIP08 |
| | | 36-42 | AP04 | ints | pr: | FT41RESIP08 | Värikoodi 40 | FT41RES1 | FFC-1817.40.C | VARIVAL_V2 | 36-42 ints pr:FT41RESIP08 |
| | | 36-42 | AP04 | ints | pr: | FT42RESIP08 | Värikoodi 41 | FT42RES1 | FFC-1817.41.C | VARIVAL_V2 | 36-42 ints pr:FT42RESIP08 |
| | | 36-42 | AP04 | ints | pr: | FT43RESIP08 | Värikoodi 42 | FT43RES1 | FFC-1817.42.C | VARIVAL_V2 | 36-42 ints pr:FT43RESIP08 |
| | | 43-48 | AP04 | ints | pr: | FT44RESIP08 | Värikoodi 43 | FT44RES1 | FFC-1901.43.C | VARIVAL_V2 | 43-48 ints pr:FT44RESIP08 |
| | | 43-48 | AP04 | ints | pr: | FT45RESIP08 | Värikoodi 44 | FT45RES1 | FFC-1901.44.C | VARIVAL_V2 | 43-48 ints pr:FT45RESIP08 |
| 43-48 | | AP04 | ints | pr: | FT46RESIP08 | Värikoodi 45 | FT46RES1 | FFC-1901.45.C | VARIVAL_V2 | 43-48 ints pr:FT46RESIP08 | |
| 43-48 | | AP04 | ints | pr: | FT47RESIP08 | Värikoodi 46 | FT47RES1 | FFC-1901.46.C | VARIVAL_V2 | 43-48 ints pr:FT47RESIP08 | |
| 43-48 | | AP04 | ints | pr: | FT48RESIP08 | Värikoodi 47 | FT48RES1 | FFC-1901.47.C | VARIVAL_V2 | 43-48 ints pr:FT48RESIP08 | |
| 43-48 | | AP04 | ints | pr: | FT49RESIP08 | Värikoodi 48 | FT49RES1 | FFC-1901.48.C | VARIVAL_V2 | 43-48 ints pr:FT49RESIP08 | |

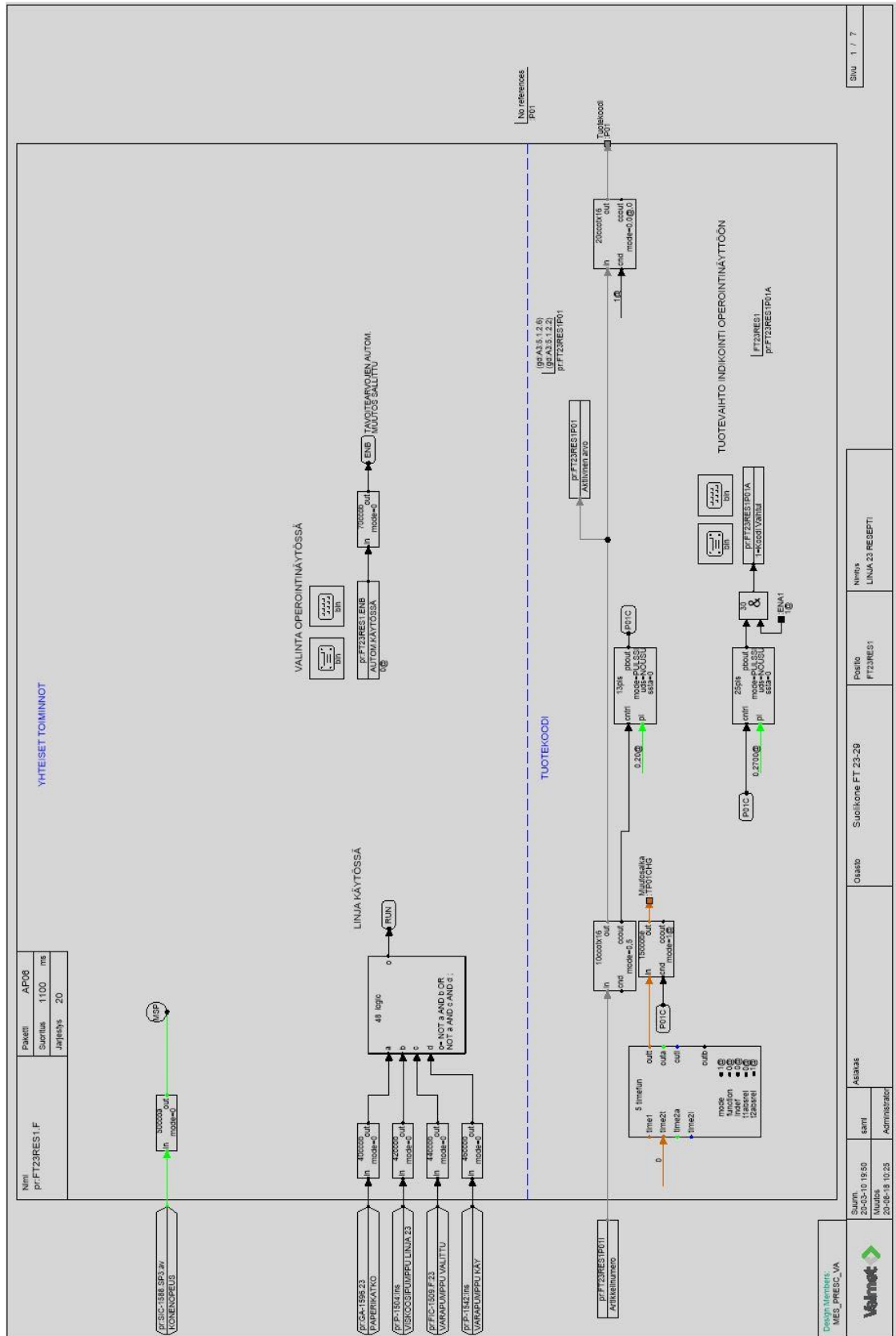
| Kansio | Linja | Prosessiasema | Signaali | Moduliluvutus | OPC-UA positio | Nimi | Pääpiiri | Liitväkopiit | Kaavapohja | Tiedonsiirtotila | |
|-----------------------------|--------------------------------|---------------|----------|---------------|----------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| Sisähappomäärä (lmmetri) | 23-23 | AP06 | ana | pr. | FT23RESIP051 | Sisähappomäärä 23 | FT23RES1 | FIC-1512, FIC-1512L | CTR_L_SH5, CL5, SH3 | 23-23 ana pr.FT23RESIP051 | |
| | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT24RESIP051 | Sisähappomäärä 24 | FT24RES1 | FIC-1513, FIC-1513L | CTR_L_SH5, CL5, SH3 | 23-29 ana pr.FT24RESIP051 | |
| | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT25RESIP051 | Sisähappomäärä 25 | FT25RES1 | FIC-1514, FIC-1514L | CTR_L_SH5, CL5, SH3 | 23-29 ana pr.FT25RESIP051 | |
| | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT26RESIP051 | Sisähappomäärä 26 | FT26RES1 | FIC-1515, FIC-1515L | CTR_L_SH5, CL5, SH3 | 23-29 ana pr.FT26RESIP051 | |
| | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT27RESIP051 | Sisähappomäärä 27 | FT27RES1 | FIC-1516, FIC-1516L | CTR_L_SH5, CL5, SH3 | 23-29 ana pr.FT27RESIP051 | |
| | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT28RESIP051 | Sisähappomäärä 28 | FT28RES1 | FIC-1517, FIC-1517L | CTR_L_SH5, CL5, SH3 | 23-29 ana pr.FT28RESIP051 | |
| | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT29RESIP051 | Sisähappomäärä 29 | FT29RES1 | FIC-1518, FIC-1518L | CTR_L_SH5, CL5, SH3 | 23-29 ana pr.FT29RESIP051 | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT30RESIP051 | Sisähappomäärä 30 | FT30RES1 | FIC-1613, FIC-1613L | CTR_L_SH5, CL5, SH3 | 30-35 ana pr.FT30RESIP051 | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT31RESIP051 | Sisähappomäärä 31 | FT31RES1 | FIC-1614, FIC-1614L | CTR_L_SH5, CL5, SH3 | 30-35 ana pr.FT31RESIP051 | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT32RESIP051 | Sisähappomäärä 32 | FT32RES1 | FIC-1615, FIC-1615L | CTR_L_SH5, CL5, SH3 | 30-35 ana pr.FT32RESIP051 | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT33RESIP051 | Sisähappomäärä 33 | FT33RES1 | FIC-1616, FIC-1616L | CTR_L_SH5, CL5, SH3 | 30-35 ana pr.FT33RESIP051 | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT34RESIP051 | Sisähappomäärä 34 | FT34RES1 | FIC-1617, FIC-1617L | CTR_L_SH5, CL5, SH3 | 30-35 ana pr.FT34RESIP051 | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT35RESIP051 | Sisähappomäärä 35 | FT35RES1 | FIC-1618, FIC-1618L | CTR_L_SH5, CL5, SH3 | 30-35 ana pr.FT35RESIP051 | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT36RESIP051 | Sisähappomäärä 36 | FT36RES1 | FIC-1810, FIC-1810L | CTR_L_SH6, CL5, SH3 | 36-42 ana pr.FT36RESIP051 | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT37RESIP051 | Sisähappomäärä 37 | FT37RES1 | FIC-1811, FIC-1811L | CTR_L_SH6, CL5, SH3 | 36-42 ana pr.FT37RESIP051 | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT38RESIP051 | Sisähappomäärä 38 | FT38RES1 | FIC-1812, FIC-1812L | CTR_L_SH6, CL5, SH3 | 36-42 ana pr.FT38RESIP051 | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT39RESIP051 | Sisähappomäärä 39 | FT39RES1 | FIC-1813, FIC-1813L | CTR_L_SH6, CL5, SH3 | 36-42 ana pr.FT39RESIP051 | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT40RESIP051 | Sisähappomäärä 40 | FT40RES1 | FIC-1814, FIC-1814L | CTR_L_SH6, CL5, SH3 | 36-42 ana pr.FT40RESIP051 | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT41RESIP051 | Sisähappomäärä 41 | FT41RES1 | FIC-1815, FIC-1815L | CTR_L_SH6, CL5, SH3 | 36-42 ana pr.FT41RESIP051 | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT42RESIP051 | Sisähappomäärä 42 | FT42RES1 | FIC-1816, FIC-1816L | CTR_L_SH6, CL5, SH3 | 36-42 ana pr.FT42RESIP051 | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT43RESIP051 | Sisähappomäärä 43 | FT43RES1 | FIC-1909, FIC-1909L | CTR_L_SH6, CL5, SH3 | 43-48 ana pr.FT43RESIP051 | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT44RESIP051 | Sisähappomäärä 44 | FT44RES1 | FIC-1910, FIC-1910L | CTR_L_SH6, CL5, SH3 | 43-48 ana pr.FT44RESIP051 | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT45RESIP051 | Sisähappomäärä 45 | FT45RES1 | FIC-1911, FIC-1911L | CTR_L_SH6, CL5, SH3 | 43-48 ana pr.FT45RESIP051 | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT46RESIP051 | Sisähappomäärä 46 | FT46RES1 | FIC-1912, FIC-1912L | CTR_L_SH6, CL5, SH3 | 43-48 ana pr.FT46RESIP051 | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT47RESIP051 | Sisähappomäärä 47 | FT47RES1 | FIC-1913, FIC-1913L | CTR_L_SH6, CL5, SH3 | 43-48 ana pr.FT47RESIP051 | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT48RESIP051 | Sisähappomäärä 48 | FT48RES1 | FIC-1914, FIC-1914L | CTR_L_SH6, CL5, SH3 | 43-48 ana pr.FT48RESIP051 | |
| | Ulkoisohappomäärä (lmmetri) | 23-23 | AP06 | ana | pr. | FT23RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 23 | FT23RES1 | | | 23-23 ana pr.FT23RESIP061 |
| | | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT24RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 24 | FT24RES1 | | | 23-29 ana pr.FT24RESIP061 |
| | | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT25RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 25 | FT25RES1 | | | 23-29 ana pr.FT25RESIP061 |
| | | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT26RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 26 | FT26RES1 | | | 23-29 ana pr.FT26RESIP061 |
| | | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT27RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 27 | FT27RES1 | | | 23-29 ana pr.FT27RESIP061 |
| | | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT28RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 28 | FT28RES1 | | | 23-29 ana pr.FT28RESIP061 |
| | | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT29RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 29 | FT29RES1 | | | 23-29 ana pr.FT29RESIP061 |
| | | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT30RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 30 | FT30RES1 | | | 30-35 ana pr.FT30RESIP061 |
| | | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT31RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 31 | FT31RES1 | | | 30-35 ana pr.FT31RESIP061 |
| | | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT32RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 32 | FT32RES1 | | | 30-35 ana pr.FT32RESIP061 |
| | | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT33RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 33 | FT33RES1 | | | 30-35 ana pr.FT33RESIP061 |
| | | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT34RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 34 | FT34RES1 | | | 30-35 ana pr.FT34RESIP061 |
| | | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT35RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 35 | FT35RES1 | | | 30-35 ana pr.FT35RESIP061 |
| | | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT36RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 36 | FT36RES1 | | | 36-42 ana pr.FT36RESIP061 |
| | | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT37RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 37 | FT37RES1 | | | 36-42 ana pr.FT37RESIP061 |
| | | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT38RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 38 | FT38RES1 | | | 36-42 ana pr.FT38RESIP061 |
| | | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT39RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 39 | FT39RES1 | | | 36-42 ana pr.FT39RESIP061 |
| | | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT40RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 40 | FT40RES1 | | | 36-42 ana pr.FT40RESIP061 |
| | | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT41RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 41 | FT41RES1 | | | 36-42 ana pr.FT41RESIP061 |
| | | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT42RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 42 | FT42RES1 | | | 36-42 ana pr.FT42RESIP061 |
| | | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT43RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 43 | FT43RES1 | | | 43-48 ana pr.FT43RESIP061 |
| | | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT44RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 44 | FT44RES1 | | | 43-48 ana pr.FT44RESIP061 |
| 43-48 | | AP04 | ana | pr. | FT45RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 45 | FT45RES1 | | | 43-48 ana pr.FT45RESIP061 | |
| 43-48 | | AP04 | ana | pr. | FT46RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 46 | FT46RES1 | | | 43-48 ana pr.FT46RESIP061 | |
| 43-48 | | AP04 | ana | pr. | FT47RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 47 | FT47RES1 | | | 43-48 ana pr.FT47RESIP061 | |
| 43-48 | | AP04 | ana | pr. | FT48RESIP061 | Ulkoisohappomäärä 48 | FT48RES1 | | | 43-48 ana pr.FT48RESIP061 | |

| Kansio | Linja | Prosessiasema | Signaalityyppi | Modulikunnus | DPC UA postio | Nimi | Pääpiiri | Ohjelmamuokokset | | Tiedonsiirtotilat | tekstiedustoon | |
|--|---------------------------------------|---------------|----------------|--------------|-----------------|------------------------|------------------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|--|
| | | | | | | | | Littoväri | piiri | | | |
| Laskureiden nollaus (paperin kulutus) | 23-29 | AP06 | bin | pr. | XY-2329 23 RST | Laskureiden nollaus 23 | XY-2329 | C-1662 23 | MES_MACHINEDATA | 23-29 bin pr XY-2329 23 RST | | |
| | 23-29 | AP06 | bin | pr. | XY-2329 24 RST | Laskureiden nollaus 24 | XY-2329 | C-1662 24 | MES_MACHINEDATA | 23-29 bin pr XY-2329 24 RST | | |
| | 23-29 | AP06 | bin | pr. | XY-2329 25 RST | Laskureiden nollaus 25 | XY-2329 | C-1662 25 | MES_MACHINEDATA | 23-29 bin pr XY-2329 25 RST | | |
| | 23-29 | AP06 | bin | pr. | XY-2329 26 RST | Laskureiden nollaus 26 | XY-2329 | C-1662 26 | MES_MACHINEDATA | 23-29 bin pr XY-2329 26 RST | | |
| | 23-29 | AP06 | bin | pr. | XY-2329 27 RST | Laskureiden nollaus 27 | XY-2329 | C-1662 27 | MES_MACHINEDATA | 23-29 bin pr XY-2329 27 RST | | |
| | 23-29 | AP06 | bin | pr. | XY-2329 28 RST | Laskureiden nollaus 28 | XY-2329 | C-1662 28 | MES_MACHINEDATA | 23-29 bin pr XY-2329 28 RST | | |
| | 23-29 | AP06 | bin | pr. | XY-2329 29 RST | Laskureiden nollaus 29 | XY-2329 | C-1662 29 | MES_MACHINEDATA | 23-29 bin pr XY-2329 29 RST | | |
| | 30-35 | AP06 | bin | pr. | XY-3035 30 RST | Laskureiden nollaus 30 | XY-3035 | C-1662 30 | MES_MACHINEDATA | 30-35 bin pr XY-3035 30 RST | | |
| | 30-35 | AP06 | bin | pr. | XY-3035 31 RST | Laskureiden nollaus 31 | XY-3035 | C-1662 31 | MES_MACHINEDATA | 30-35 bin pr XY-3035 31 RST | | |
| | 30-35 | AP06 | bin | pr. | XY-3035 32 RST | Laskureiden nollaus 32 | XY-3035 | C-1662 32 | MES_MACHINEDATA | 30-35 bin pr XY-3035 32 RST | | |
| | 30-35 | AP06 | bin | pr. | XY-3035 33 RST | Laskureiden nollaus 33 | XY-3035 | C-1662 33 | MES_MACHINEDATA | 30-35 bin pr XY-3035 33 RST | | |
| | 30-35 | AP06 | bin | pr. | XY-3035 34 RST | Laskureiden nollaus 34 | XY-3035 | C-1662 34 | MES_MACHINEDATA | 30-35 bin pr XY-3035 34 RST | | |
| | 30-35 | AP06 | bin | pr. | XY-3035 35 RST | Laskureiden nollaus 35 | XY-3035 | C-1662 35 | MES_MACHINEDATA | 30-35 bin pr XY-3035 35 RST | | |
| | 36-42 | AP04 | bin | pr. | XY-3642 36 RST | Laskureiden nollaus 36 | XY-3642 | C-1662 36 | MES_MACHINEDATA | 36-42 bin pr XY-3642 36 RST | | |
| | 36-42 | AP04 | bin | pr. | XY-3642 37 RST | Laskureiden nollaus 37 | XY-3642 | C-1662 37 | MES_MACHINEDATA | 36-42 bin pr XY-3642 37 RST | | |
| | 36-42 | AP04 | bin | pr. | XY-3642 38 RST | Laskureiden nollaus 38 | XY-3642 | C-1662 38 | MES_MACHINEDATA | 36-42 bin pr XY-3642 38 RST | | |
| | 36-42 | AP04 | bin | pr. | XY-3642 39 RST | Laskureiden nollaus 39 | XY-3642 | C-1662 39 | MES_MACHINEDATA | 36-42 bin pr XY-3642 39 RST | | |
| | 36-42 | AP04 | bin | pr. | XY-3642 40 RST | Laskureiden nollaus 40 | XY-3642 | C-1662 40 | MES_MACHINEDATA | 36-42 bin pr XY-3642 40 RST | | |
| | 36-42 | AP04 | bin | pr. | XY-3642 41 RST | Laskureiden nollaus 41 | XY-3642 | C-1662 41 | MES_MACHINEDATA | 36-42 bin pr XY-3642 41 RST | | |
| | 36-42 | AP04 | bin | pr. | XY-3642 42 RST | Laskureiden nollaus 42 | XY-3642 | C-1662 42 | MES_MACHINEDATA | 36-42 bin pr XY-3642 42 RST | | |
| | 43-48 | AP04 | bin | pr. | XY-4348 43 RST | Laskureiden nollaus 43 | XY-4348 | C-1662 43 | MES_MACHINEDATA | 43-48 bin pr XY-4348 43 RST | | |
| | 43-48 | AP04 | bin | pr. | XY-4348 44 RST | Laskureiden nollaus 44 | XY-4348 | C-1662 44 | MES_MACHINEDATA | 43-48 bin pr XY-4348 44 RST | | |
| | 43-48 | AP04 | bin | pr. | XY-4348 45 RST | Laskureiden nollaus 45 | XY-4348 | C-1662 45 | MES_MACHINEDATA | 43-48 bin pr XY-4348 45 RST | | |
| | 43-48 | AP04 | bin | pr. | XY-4348 46 RST | Laskureiden nollaus 46 | XY-4348 | C-1662 46 | MES_MACHINEDATA | 43-48 bin pr XY-4348 46 RST | | |
| | 43-48 | AP04 | bin | pr. | XY-4348 47 RST | Laskureiden nollaus 47 | XY-4348 | C-1662 47 | MES_MACHINEDATA | 43-48 bin pr XY-4348 47 RST | | |
| | 43-48 | AP04 | bin | pr. | XY-4348 48 RST | Laskureiden nollaus 48 | XY-4348 | C-1662 48 | MES_MACHINEDATA | 43-48 bin pr XY-4348 48 RST | | |
| | Laskureiden nollaus (valmis tuote) | 23-29 | AP06 | bin | pr. | XY-2329 23 RST2 | Laskureiden nollaus 23 | XY-2329 | C-1662 23 | MES_MACHINEDATA | 23-29 bin pr XY-2329 23 RST2 | |
| | | 23-29 | AP06 | bin | pr. | XY-2329 24 RST2 | Laskureiden nollaus 24 | XY-2329 | C-1662 24 | MES_MACHINEDATA | 23-29 bin pr XY-2329 24 RST2 | |
| | | 23-29 | AP06 | bin | pr. | XY-2329 25 RST2 | Laskureiden nollaus 25 | XY-2329 | C-1662 25 | MES_MACHINEDATA | 23-29 bin pr XY-2329 25 RST2 | |
| | | 23-29 | AP06 | bin | pr. | XY-2329 26 RST2 | Laskureiden nollaus 26 | XY-2329 | C-1662 26 | MES_MACHINEDATA | 23-29 bin pr XY-2329 26 RST2 | |
| | | 23-29 | AP06 | bin | pr. | XY-2329 27 RST2 | Laskureiden nollaus 27 | XY-2329 | C-1662 27 | MES_MACHINEDATA | 23-29 bin pr XY-2329 27 RST2 | |
| | | 23-29 | AP06 | bin | pr. | XY-2329 28 RST2 | Laskureiden nollaus 28 | XY-2329 | C-1662 28 | MES_MACHINEDATA | 23-29 bin pr XY-2329 28 RST2 | |
| | | 23-29 | AP06 | bin | pr. | XY-2329 29 RST2 | Laskureiden nollaus 29 | XY-2329 | C-1662 29 | MES_MACHINEDATA | 23-29 bin pr XY-2329 29 RST2 | |
| | | 30-35 | AP06 | bin | pr. | XY-3035 30 RST2 | Laskureiden nollaus 30 | XY-3035 | C-1662 30 | MES_MACHINEDATA | 30-35 bin pr XY-3035 30 RST2 | |
| | | 30-35 | AP06 | bin | pr. | XY-3035 31 RST2 | Laskureiden nollaus 31 | XY-3035 | C-1662 31 | MES_MACHINEDATA | 30-35 bin pr XY-3035 31 RST2 | |
| | | 30-35 | AP06 | bin | pr. | XY-3035 32 RST2 | Laskureiden nollaus 32 | XY-3035 | C-1662 32 | MES_MACHINEDATA | 30-35 bin pr XY-3035 32 RST2 | |
| | | 30-35 | AP06 | bin | pr. | XY-3035 33 RST2 | Laskureiden nollaus 33 | XY-3035 | C-1662 33 | MES_MACHINEDATA | 30-35 bin pr XY-3035 33 RST2 | |
| | | 30-35 | AP06 | bin | pr. | XY-3035 34 RST2 | Laskureiden nollaus 34 | XY-3035 | C-1662 34 | MES_MACHINEDATA | 30-35 bin pr XY-3035 34 RST2 | |
| | | 30-35 | AP06 | bin | pr. | XY-3035 35 RST2 | Laskureiden nollaus 35 | XY-3035 | C-1662 35 | MES_MACHINEDATA | 30-35 bin pr XY-3035 35 RST2 | |
| | | 36-42 | AP04 | bin | pr. | XY-3642 36 RST2 | Laskureiden nollaus 36 | XY-3642 | C-1662 36 | MES_MACHINEDATA | 36-42 bin pr XY-3642 36 RST2 | |
| | | 36-42 | AP04 | bin | pr. | XY-3642 37 RST2 | Laskureiden nollaus 37 | XY-3642 | C-1662 37 | MES_MACHINEDATA | 36-42 bin pr XY-3642 37 RST2 | |
| | | 36-42 | AP04 | bin | pr. | XY-3642 38 RST2 | Laskureiden nollaus 38 | XY-3642 | C-1662 38 | MES_MACHINEDATA | 36-42 bin pr XY-3642 38 RST2 | |
| | | 36-42 | AP04 | bin | pr. | XY-3642 39 RST2 | Laskureiden nollaus 39 | XY-3642 | C-1662 39 | MES_MACHINEDATA | 36-42 bin pr XY-3642 39 RST2 | |
| | | 36-42 | AP04 | bin | pr. | XY-3642 40 RST2 | Laskureiden nollaus 40 | XY-3642 | C-1662 40 | MES_MACHINEDATA | 36-42 bin pr XY-3642 40 RST2 | |
| | | 36-42 | AP04 | bin | pr. | XY-3642 41 RST2 | Laskureiden nollaus 41 | XY-3642 | C-1662 41 | MES_MACHINEDATA | 36-42 bin pr XY-3642 41 RST2 | |
| | | 36-42 | AP04 | bin | pr. | XY-3642 42 RST2 | Laskureiden nollaus 42 | XY-3642 | C-1662 42 | MES_MACHINEDATA | 36-42 bin pr XY-3642 42 RST2 | |
| | | 43-48 | AP04 | bin | pr. | XY-4348 43 RST2 | Laskureiden nollaus 43 | XY-4348 | C-1662 43 | MES_MACHINEDATA | 43-48 bin pr XY-4348 43 RST2 | |
| | | 43-48 | AP04 | bin | pr. | XY-4348 44 RST2 | Laskureiden nollaus 44 | XY-4348 | C-1662 44 | MES_MACHINEDATA | 43-48 bin pr XY-4348 44 RST2 | |
| 43-48 | | AP04 | bin | pr. | XY-4348 45 RST2 | Laskureiden nollaus 45 | XY-4348 | C-1662 45 | MES_MACHINEDATA | 43-48 bin pr XY-4348 45 RST2 | | |
| 43-48 | | AP04 | bin | pr. | XY-4348 46 RST2 | Laskureiden nollaus 46 | XY-4348 | C-1662 46 | MES_MACHINEDATA | 43-48 bin pr XY-4348 46 RST2 | | |
| 43-48 | | AP04 | bin | pr. | XY-4348 47 RST2 | Laskureiden nollaus 47 | XY-4348 | C-1662 47 | MES_MACHINEDATA | 43-48 bin pr XY-4348 47 RST2 | | |
| 43-48 | | AP04 | bin | pr. | XY-4348 48 RST2 | Laskureiden nollaus 48 | XY-4348 | C-1662 48 | MES_MACHINEDATA | 43-48 bin pr XY-4348 48 RST2 | | |

| Kansio | Linja | Prosessiasema | Signaalityppi | Modulikunnus | DPC UA postito | Nimi | Pääpiiri | Ohjelmamuutokset | | Tiedonsiirtolista tekstitiedostoon | |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|--------------|----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------|------------------------------------|----------------------|
| | | | | | | | | Liitovyök pitiit | Kaavapohja | | |
| Leveysmittaus alaraja (mm) | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT23RES | Liteämitta min 23 | FT23RES1 | XI-1571.23 | | 23-29 ana pr.FT23RES | |
| | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT24RES | Liteämitta min 24 | FT24RES1 | XI-1571.24 | | 23-29 ana pr.FT24RES | |
| | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT25RES | Liteämitta min 25 | FT25RES1 | XI-1571.25 | | 23-29 ana pr.FT25RES | |
| | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT26RES | Liteämitta min 26 | FT26RES1 | XI-1571.26 | | 23-29 ana pr.FT26RES | |
| | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT27RES | Liteämitta min 27 | FT27RES1 | XI-1571.27 | | 23-29 ana pr.FT27RES | |
| | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT28RES | Liteämitta min 28 | FT28RES1 | XI-1571.28 | | 23-29 ana pr.FT28RES | |
| | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT29RES | Liteämitta min 29 | FT29RES1 | XI-1571.29 | | 23-29 ana pr.FT29RES | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT30RES | Liteämitta min 30 | FT30RES1 | XI-1671.30 | | 30-35 ana pr.FT30RES | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT31RES | Liteämitta min 31 | FT31RES1 | XI-1671.31 | | 30-35 ana pr.FT31RES | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT32RES | Liteämitta min 32 | FT32RES1 | XI-1671.32 | | 30-35 ana pr.FT32RES | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT33RES | Liteämitta min 33 | FT33RES1 | XI-1671.33 | | 30-35 ana pr.FT33RES | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT34RES | Liteämitta min 34 | FT34RES1 | XI-1671.34 | | 30-35 ana pr.FT34RES | |
| | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT35RES | Liteämitta min 35 | FT35RES1 | XI-1671.35 | | 30-35 ana pr.FT35RES | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT36RES | Liteämitta min 36 | FT36RES1 | XI-1871.36 | | 36-42 ana pr.FT36RES | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT37RES | Liteämitta min 37 | FT37RES1 | XI-1871.37 | | 36-42 ana pr.FT37RES | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT38RES | Liteämitta min 38 | FT38RES1 | XI-1871.38 | | 36-42 ana pr.FT38RES | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT39RES | Liteämitta min 39 | FT39RES1 | XI-1871.39 | | 36-42 ana pr.FT39RES | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT40RES | Liteämitta min 40 | FT40RES1 | XI-1871.40 | | 36-42 ana pr.FT40RES | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT41RES | Liteämitta min 41 | FT41RES1 | XI-1871.41 | | 36-42 ana pr.FT41RES | |
| | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT42RES | Liteämitta min 42 | FT42RES1 | XI-1871.42 | | 36-42 ana pr.FT42RES | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT43RES | Liteämitta min 43 | FT43RES1 | XI-1971.43 | | 43-48 ana pr.FT43RES | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT44RES | Liteämitta min 44 | FT44RES1 | XI-1971.44 | | 43-48 ana pr.FT44RES | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT45RES | Liteämitta min 45 | FT45RES1 | XI-1971.45 | | 43-48 ana pr.FT45RES | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT46RES | Liteämitta min 46 | FT46RES1 | XI-1971.46 | | 43-48 ana pr.FT46RES | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT47RES | Liteämitta min 47 | FT47RES1 | XI-1971.47 | | 43-48 ana pr.FT47RES | |
| | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT48RES | Liteämitta min 48 | FT48RES1 | XI-1971.48 | | 43-48 ana pr.FT48RES | |
| | Leveysmittaus yläaraja (mm) | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT23RES | Liteämitta max 23 | FT23RES1 | XI-1571.23 | | 23-29 ana pr.FT23RES |
| | | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT24RES | Liteämitta max 24 | FT24RES1 | XI-1571.24 | | 23-29 ana pr.FT24RES |
| | | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT25RES | Liteämitta max 25 | FT25RES1 | XI-1571.25 | | 23-29 ana pr.FT25RES |
| | | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT26RES | Liteämitta max 26 | FT26RES1 | XI-1571.26 | | 23-29 ana pr.FT26RES |
| | | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT27RES | Liteämitta max 27 | FT27RES1 | XI-1571.27 | | 23-29 ana pr.FT27RES |
| | | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT28RES | Liteämitta max 28 | FT28RES1 | XI-1571.28 | | 23-29 ana pr.FT28RES |
| | | 23-29 | AP06 | ana | pr. | FT29RES | Liteämitta max 29 | FT29RES1 | XI-1571.29 | | 23-29 ana pr.FT29RES |
| | | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT30RES | Liteämitta max 30 | FT30RES1 | XI-1671.30 | | 30-35 ana pr.FT30RES |
| | | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT31RES | Liteämitta max 31 | FT31RES1 | XI-1671.31 | | 30-35 ana pr.FT31RES |
| | | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT32RES | Liteämitta max 32 | FT32RES1 | XI-1671.32 | | 30-35 ana pr.FT32RES |
| | | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT33RES | Liteämitta max 33 | FT33RES1 | XI-1671.33 | | 30-35 ana pr.FT33RES |
| | | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT34RES | Liteämitta max 34 | FT34RES1 | XI-1671.34 | | 30-35 ana pr.FT34RES |
| | | 30-35 | AP06 | ana | pr. | FT35RES | Liteämitta max 35 | FT35RES1 | XI-1671.35 | | 30-35 ana pr.FT35RES |
| | | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT36RES | Liteämitta max 36 | FT36RES1 | XI-1871.36 | | 36-42 ana pr.FT36RES |
| | | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT37RES | Liteämitta max 37 | FT37RES1 | XI-1871.37 | | 36-42 ana pr.FT37RES |
| | | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT38RES | Liteämitta max 38 | FT38RES1 | XI-1871.38 | | 36-42 ana pr.FT38RES |
| | | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT39RES | Liteämitta max 39 | FT39RES1 | XI-1871.39 | | 36-42 ana pr.FT39RES |
| | | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT40RES | Liteämitta max 40 | FT40RES1 | XI-1871.40 | | 36-42 ana pr.FT40RES |
| | | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT41RES | Liteämitta max 41 | FT41RES1 | XI-1871.41 | | 36-42 ana pr.FT41RES |
| | | 36-42 | AP04 | ana | pr. | FT42RES | Liteämitta max 42 | FT42RES1 | XI-1871.42 | | 36-42 ana pr.FT42RES |
| | | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT43RES | Liteämitta max 43 | FT43RES1 | XI-1971.43 | | 43-48 ana pr.FT43RES |
| | | 43-48 | AP04 | ana | pr. | FT44RES | Liteämitta max 44 | FT44RES1 | XI-1971.44 | | 43-48 ana pr.FT44RES |
| 43-48 | | AP04 | ana | pr. | FT45RES | Liteämitta max 45 | FT45RES1 | XI-1971.45 | | 43-48 ana pr.FT45RES | |
| 43-48 | | AP04 | ana | pr. | FT46RES | Liteämitta max 46 | FT46RES1 | XI-1971.46 | | 43-48 ana pr.FT46RES | |
| 43-48 | | AP04 | ana | pr. | FT47RES | Liteämitta max 47 | FT47RES1 | XI-1971.47 | | 43-48 ana pr.FT47RES | |
| 43-48 | | AP04 | ana | pr. | FT48RES | Liteämitta max 48 | FT48RES1 | XI-1971.48 | | 43-48 ana pr.FT48RES | |

| Kansio | Linja | Prosessiasema | Signaalivyyppi | Modulikunnus | OPC-UA postitio | Nimi | Pääpiiri | Liitetyt piirit | Ohjelmamuunnokset | Kaapapohja | Tiedonsiirtotekstiedostoon | | |
|-----------------------------|-------------------------|---------------|----------------|--------------|-----------------|--------------|----------|--------------------------------------|-------------------|------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Sisäneste (kokonaisluku) | 23-29 | AP06 | ints | pr. | FT23RESIP11 | Sisäneste 23 | FT23RES1 | QI-1533, 5.1.4, 5.1.4.10, raportti | | | 23-29 ints pr.FT23RESIP11 | | |
| | 23-29 | AP06 | ints | pr. | FT24RESIP11 | Sisäneste 24 | FT24RES1 | QI-1533 | | | 23-29 ints pr.FT24RESIP11 | | |
| | 23-29 | AP06 | ints | pr. | FT25RESIP11 | Sisäneste 25 | FT25RES1 | QI-1533 | | | 23-29 ints pr.FT25RESIP11 | | |
| | 23-29 | AP06 | ints | pr. | FT26RESIP11 | Sisäneste 26 | FT26RES1 | QI-1533 | | | 23-29 ints pr.FT26RESIP11 | | |
| | 23-29 | AP06 | ints | pr. | FT27RESIP11 | Sisäneste 27 | FT27RES1 | QI-1533 | | | 23-29 ints pr.FT27RESIP11 | | |
| | 23-29 | AP06 | ints | pr. | FT28RESIP11 | Sisäneste 28 | FT28RES1 | QI-1533 | | | 23-29 ints pr.FT28RESIP11 | | |
| | 23-29 | AP06 | ints | pr. | FT29RESIP11 | Sisäneste 29 | FT29RES1 | QI-1533 | | | 23-29 ints pr.FT29RESIP11 | | |
| | 30-35 | AP06 | ints | pr. | FT30RESIP11 | Sisäneste 30 | FT30RES1 | QI-1653, 6.1.4, 6.1.4.10, raportti | | | | 30-35 ints pr.FT30RESIP11 | |
| | 30-35 | AP06 | ints | pr. | FT31RESIP11 | Sisäneste 31 | FT31RES1 | QI-1653 | | | | 30-35 ints pr.FT31RESIP11 | |
| | 30-35 | AP06 | ints | pr. | FT32RESIP11 | Sisäneste 32 | FT32RES1 | QI-1653 | | | | 30-35 ints pr.FT32RESIP11 | |
| | 30-35 | AP06 | ints | pr. | FT33RESIP11 | Sisäneste 33 | FT33RES1 | QI-1653 | | | | 30-35 ints pr.FT33RESIP11 | |
| | 30-35 | AP06 | ints | pr. | FT34RESIP11 | Sisäneste 34 | FT34RES1 | QI-1653 | | | | 30-35 ints pr.FT34RESIP11 | |
| | 30-35 | AP06 | ints | pr. | FT35RESIP11 | Sisäneste 35 | FT35RES1 | QI-1653 | | | | 30-35 ints pr.FT35RESIP11 | |
| | 36-42 | AP04 | ints | pr. | FT36RESIP11 | Sisäneste 36 | FT36RES1 | QI-1658, 13.1.2, 13.1.2.10, raportti | | | | 36-42 ints pr.FT36RESIP11 | |
| | 36-42 | AP04 | ints | pr. | FT37RESIP11 | Sisäneste 37 | FT37RES1 | QI-1658 | | | | 36-42 ints pr.FT37RESIP11 | |
| | 36-42 | AP04 | ints | pr. | FT38RESIP11 | Sisäneste 38 | FT38RES1 | QI-1658 | | | | 36-42 ints pr.FT38RESIP11 | |
| | 36-42 | AP04 | ints | pr. | FT39RESIP11 | Sisäneste 39 | FT39RES1 | QI-1658 | | | | 36-42 ints pr.FT39RESIP11 | |
| | 36-42 | AP04 | ints | pr. | FT40RESIP11 | Sisäneste 40 | FT40RES1 | QI-1658 | | | | 36-42 ints pr.FT40RESIP11 | |
| | 36-42 | AP04 | ints | pr. | FT41RESIP11 | Sisäneste 41 | FT41RES1 | QI-1658 | | | | 36-42 ints pr.FT41RESIP11 | |
| | 36-42 | AP04 | ints | pr. | FT42RESIP11 | Sisäneste 42 | FT42RES1 | QI-1658 | | | | 36-42 ints pr.FT42RESIP11 | |
| | 43-48 | AP04 | ints | pr. | FT43RESIP11 | Sisäneste 43 | FT43RES1 | QI-1980, 15.1.4, 15.1.4.10, raportti | | | | 43-48 ints pr.FT43RESIP11 | |
| | 43-48 | AP04 | ints | pr. | FT44RESIP11 | Sisäneste 44 | FT44RES1 | QI-1980 | | | | 43-48 ints pr.FT44RESIP11 | |
| | 43-48 | AP04 | ints | pr. | FT45RESIP11 | Sisäneste 45 | FT45RES1 | QI-1980 | | | | 43-48 ints pr.FT45RESIP11 | |
| | 43-48 | AP04 | ints | pr. | FT46RESIP11 | Sisäneste 46 | FT46RES1 | QI-1980 | | | | 43-48 ints pr.FT46RESIP11 | |
| | 43-48 | AP04 | ints | pr. | FT47RESIP11 | Sisäneste 47 | FT47RES1 | QI-1980 | | | | 43-48 ints pr.FT47RESIP11 | |
| | 43-48 | AP04 | ints | pr. | FT48RESIP11 | Sisäneste 48 | FT48RES1 | QI-1980 | | | | 43-48 ints pr.FT48RESIP11 | |
| | Laatu (kokonaisluku) | 23-29 | AP06 | ints | pr. | FT23RESIP12 | Laatu 23 | FT23RES1 | XI-1571, 23.L | | | 23-29 ints pr.FT23RESIP12 | |
| | | 23-29 | AP06 | ints | pr. | FT24RESIP12 | Laatu 24 | FT24RES1 | XI-1571, 24.L | | | 23-29 ints pr.FT24RESIP12 | |
| | | 23-29 | AP06 | ints | pr. | FT25RESIP12 | Laatu 25 | FT25RES1 | XI-1571, 25.L | | | 23-29 ints pr.FT25RESIP12 | |
| | | 23-29 | AP06 | ints | pr. | FT26RESIP12 | Laatu 26 | FT26RES1 | XI-1571, 26.L | | | 23-29 ints pr.FT26RESIP12 | |
| | | 23-29 | AP06 | ints | pr. | FT27RESIP12 | Laatu 27 | FT27RES1 | XI-1571, 27.L | | | 23-29 ints pr.FT27RESIP12 | |
| | | 23-29 | AP06 | ints | pr. | FT28RESIP12 | Laatu 28 | FT28RES1 | XI-1571, 28.L | | | 23-29 ints pr.FT28RESIP12 | |
| | | 23-29 | AP06 | ints | pr. | FT29RESIP12 | Laatu 29 | FT29RES1 | XI-1571, 29.L | | | 23-29 ints pr.FT29RESIP12 | |
| | | 30-35 | AP06 | ints | pr. | FT30RESIP12 | Laatu 30 | FT30RES1 | XI-1671, 30.L | | | | 30-35 ints pr.FT30RESIP12 |
| | | 30-35 | AP06 | ints | pr. | FT31RESIP12 | Laatu 31 | FT31RES1 | XI-1671, 31.L | | | | 30-35 ints pr.FT31RESIP12 |
| | | 30-35 | AP06 | ints | pr. | FT32RESIP12 | Laatu 32 | FT32RES1 | XI-1671, 32.L | | | | 30-35 ints pr.FT32RESIP12 |
| | | 30-35 | AP06 | ints | pr. | FT33RESIP12 | Laatu 33 | FT33RES1 | XI-1671, 33.L | | | | 30-35 ints pr.FT33RESIP12 |
| | | 30-35 | AP06 | ints | pr. | FT34RESIP12 | Laatu 34 | FT34RES1 | XI-1671, 34.L | | | | 30-35 ints pr.FT34RESIP12 |
| | | 30-35 | AP06 | ints | pr. | FT35RESIP12 | Laatu 35 | FT35RES1 | XI-1671, 35.L | | | | 30-35 ints pr.FT35RESIP12 |
| | | 36-42 | AP04 | ints | pr. | FT36RESIP12 | Laatu 36 | FT36RES1 | XI-1871, 36.L | | | | 36-42 ints pr.FT36RESIP12 |
| | | 36-42 | AP04 | ints | pr. | FT37RESIP12 | Laatu 37 | FT37RES1 | XI-1871, 37.L | | | | 36-42 ints pr.FT37RESIP12 |
| | | 36-42 | AP04 | ints | pr. | FT38RESIP12 | Laatu 38 | FT38RES1 | XI-1871, 38.L | | | | 36-42 ints pr.FT38RESIP12 |
| | | 36-42 | AP04 | ints | pr. | FT39RESIP12 | Laatu 39 | FT39RES1 | XI-1871, 39.L | | | | 36-42 ints pr.FT39RESIP12 |
| | | 36-42 | AP04 | ints | pr. | FT40RESIP12 | Laatu 40 | FT40RES1 | XI-1871, 40.L | | | | 36-42 ints pr.FT40RESIP12 |
| | | 36-42 | AP04 | ints | pr. | FT41RESIP12 | Laatu 41 | FT41RES1 | XI-1871, 41.L | | | | 36-42 ints pr.FT41RESIP12 |
| | | 36-42 | AP04 | ints | pr. | FT42RESIP12 | Laatu 42 | FT42RES1 | XI-1871, 42.L | | | | 36-42 ints pr.FT42RESIP12 |
| | | 43-48 | AP04 | ints | pr. | FT43RESIP12 | Laatu 43 | FT43RES1 | XI-1971, 43.L | | | | 43-48 ints pr.FT43RESIP12 |
| 43-48 | | AP04 | ints | pr. | FT44RESIP12 | Laatu 44 | FT44RES1 | XI-1971, 44.L | | | | 43-48 ints pr.FT44RESIP12 | |
| 43-48 | | AP04 | ints | pr. | FT45RESIP12 | Laatu 45 | FT45RES1 | XI-1971, 45.L | | | | 43-48 ints pr.FT45RESIP12 | |
| 43-48 | | AP04 | ints | pr. | FT46RESIP12 | Laatu 46 | FT46RES1 | XI-1971, 46.L | | | | 43-48 ints pr.FT46RESIP12 | |
| 43-48 | | AP04 | ints | pr. | FT47RESIP12 | Laatu 47 | FT47RES1 | XI-1971, 47.L | | | | 43-48 ints pr.FT47RESIP12 | |
| 43-48 | | AP04 | ints | pr. | FT48RESIP12 | Laatu 48 | FT48RES1 | XI-1971, 48.L | | | | 43-48 ints pr.FT48RESIP12 | |

Liite 2. Yhden linjan FbCAD välipiiri



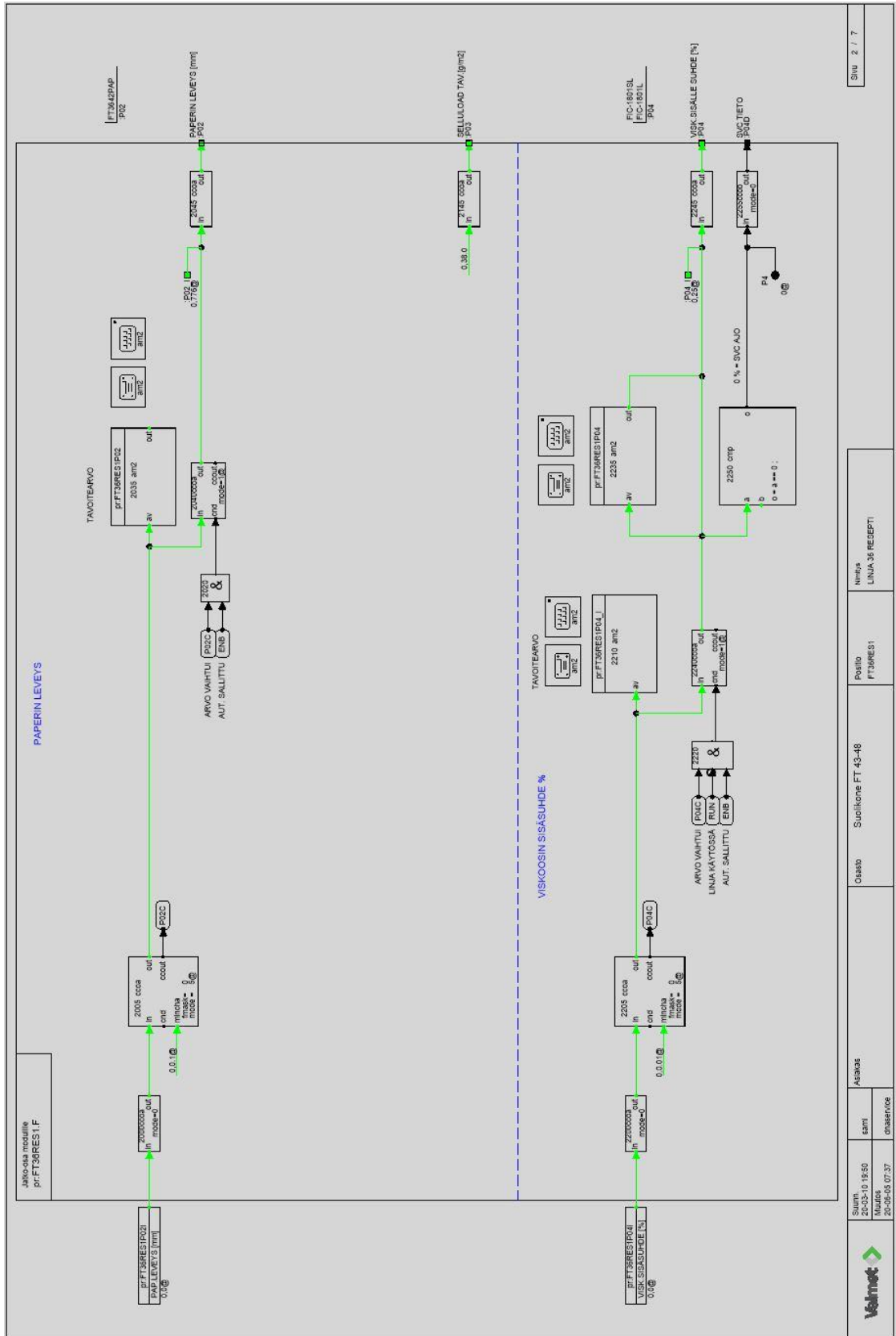
| | |
|----------|------------|
| Nimi | AP08 |
| Projekti | FT23RES1.F |
| Suuruus | 1:100 |
| Maailma | ms |
| Yhteydet | 20 |

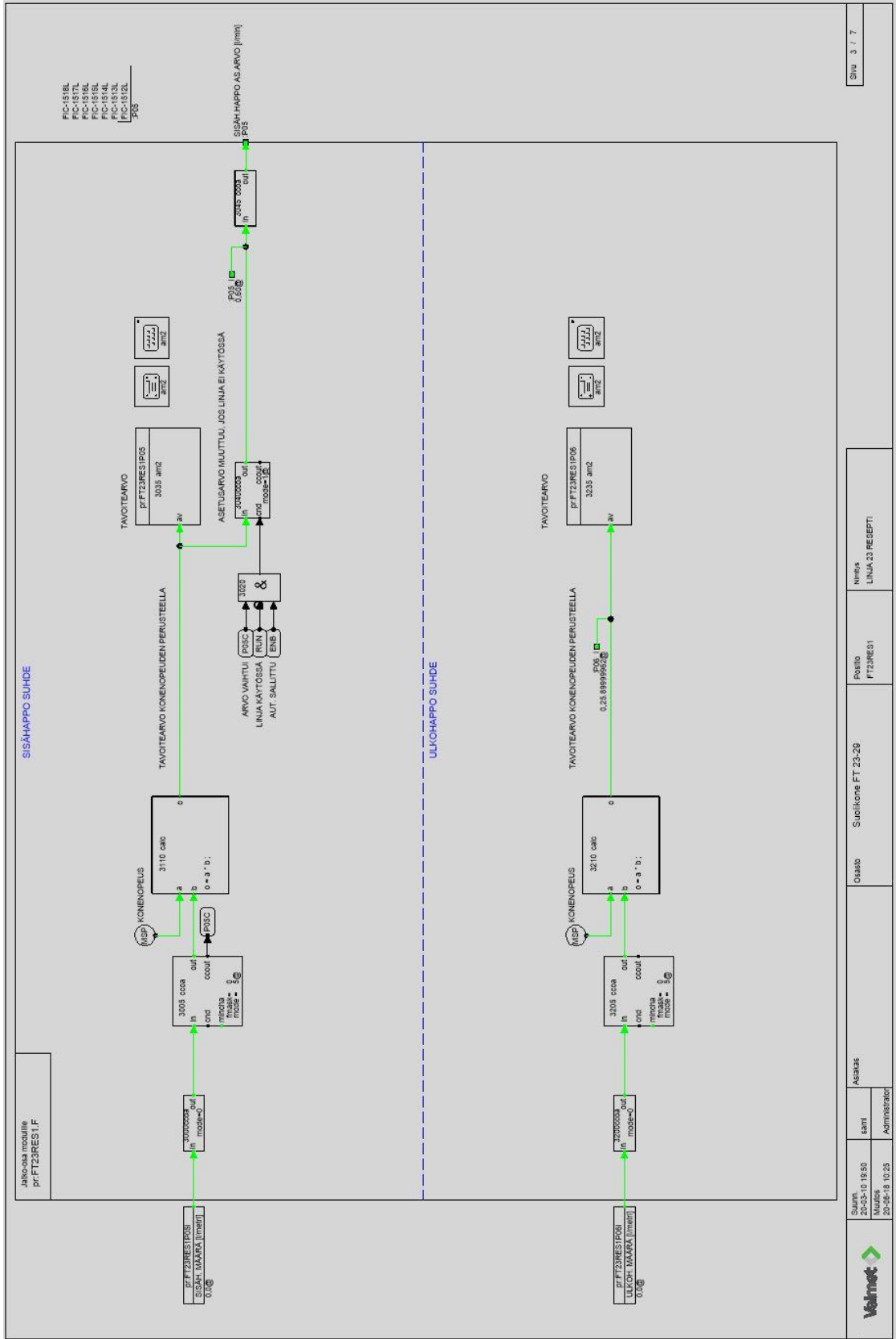
| | |
|------------------|------------|
| Nimi | FT23RES1.F |
| Arkkitehtinumero | |

| | |
|-----------------|-----------------|
| Asiakas | Asiakas |
| Suunnittelija | esri |
| Kaivokoodi | 20-08-18-10-23 |
| Administrattori | Administrattori |

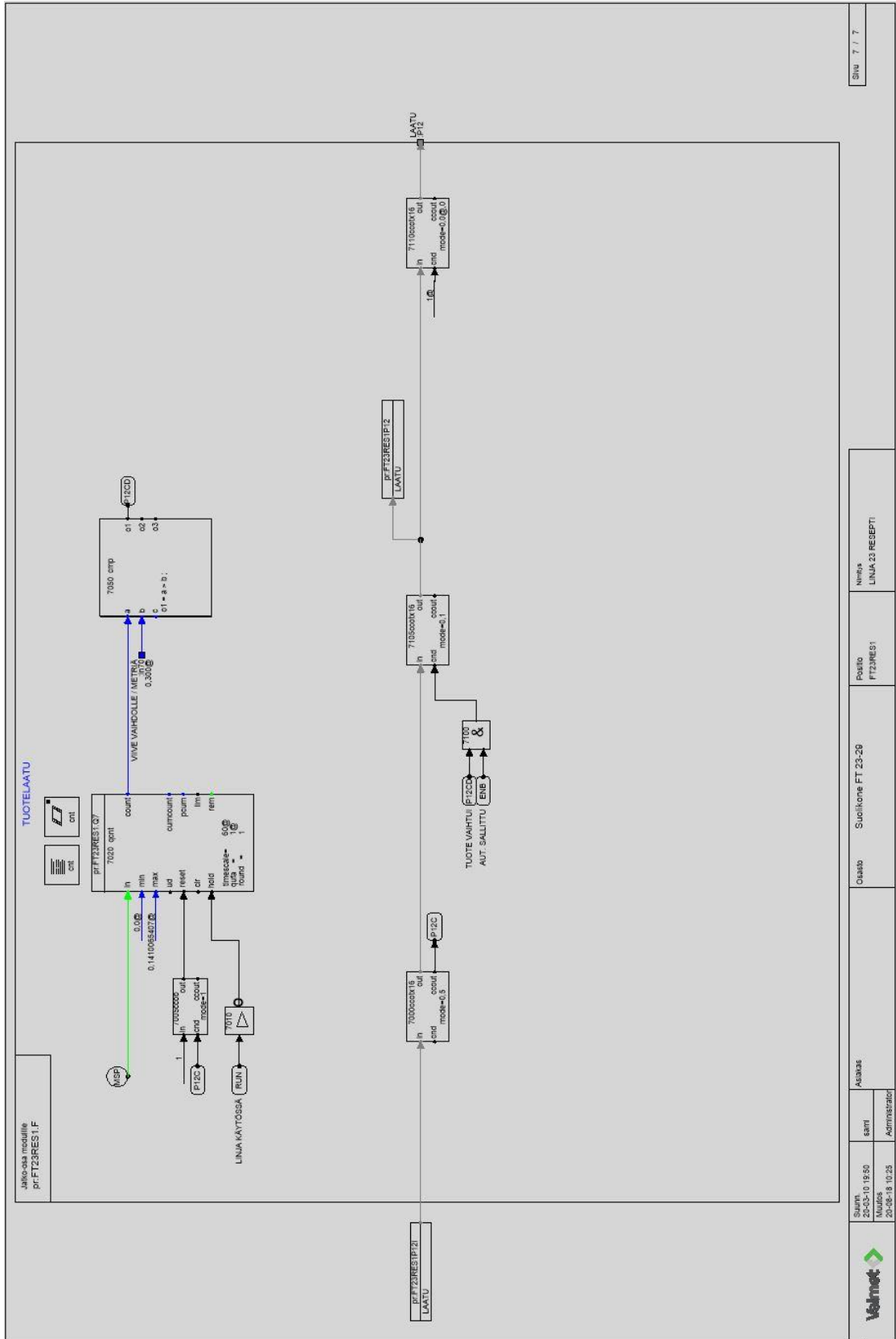
Design Member:
MES_PRESCVA

| | |
|---------|-------------------|
| Osasto | Suolikon FT 23-29 |
| Paikko | FT23RES1 |
| Nimensä | LINJA 23 RESIPTI |





| | | | | | |
|--|---|----------------------------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------|
| | Suunn. 2018-10-15 10:30 Tallennus 2018-10-15 10:23 | Asiakas sarr Administrator | Osasto Suolikon FT 23-29 | Posti FT23RES1 | Nimis LINJA 23 RECEIPT |
|--|---|----------------------------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------|



Shu 7 / 7

Nokia
LINJA 23 RESEPTI

Posti
FT23RES1

Osasto
Suojelone FT 23-20

Asiakas
8871
Administrator

Suuri
2008-10-15 15:50
Toukok.
2008-10-15 10:23

