



Laatusäätöjen säätökuvausten generointi

Jere Pärssinen

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2023

Biotuote- ja prosessitekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Biotuote- ja prosessitekniikan tutkinto-ohjelma

PÄRSSINEN, JERE:
Laatusäätöjen säätökuvausten generointi

Opinnäytetyö 32 sivua
Marraskuu 2023

Opinnäytetyön pohjana oli uudistaa Valmetin laatusäätöjen säätökuvausten generointitapa. Aihe valittiin helpottamaan ja yhtenäistämään QCS-projektien säätökuvausten tekemistä, sillä nykyisellään säätökuvaukset tehdään eri tavoilla ja niiden toteuttaminen on työlästä. Projekteissa tyypillisesti asiakkaille esitettävä säätökuvaus selkeyttää projekti-insinöörien työtä ja auttaa hahmottamaan, mitä asiakkaalle ollaan toimittamassa. Säätökuvaukset auttavat myös asiakasta hahmottamaan tilattujen säätöjen toimintoja laadunhallinnan kannalta.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Microsoft Vision käyttömahdollisuus säätökuvausten laatimisessa. Säätökuvausten kannalta oli olennaista tutustua Microsoft Visioon ja sen työkaluihin sekä tutustua Valmetin laadunhallintajärjestelmiin.

Työn tuloksena saatiin uusi toimintatapa säätökuvausten kehittämiseen. Uuden toimintatavan avulla säätökuvauksia voidaan kehittää nopeammin ja helpommin. Uusi toimintatapa teki säätökuvauksista myös kattavampia. Säätökuvauksiin käytettävä työkalu sisällytettiin Valmet DNA Network Designeriin. Työkalua ei voida esitellä kokonaisuudessaan tässä opinnäytetyössä. Työssä pohdittiin myös työkalun jatkokehittämismahdollisuuksia ja ylläpitoa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Bioproduct and Process Technology

PÄRSSINEN, JERE:
Generation of QCS Control Descriptions

Bachelor's thesis 32 pages
November 2023

The basis of the thesis was to renew the way of generating control descriptions of Valmet QCS. The topic was chosen to facilitate and unify the QCS projects' control descriptions, because currently the control descriptions are made in different ways and are laborious to implement. The control description typically presented to the customers in projects clarifies the work of the project engineers and helps understand what is being delivered to the customer. The control descriptions also help the customer understand the functions of the ordered controls in terms of quality management.

The purpose of the thesis was to find out the possibility of using Microsoft Visio to generate the QCS control descriptions. From the point of view of control descriptions, it was essential to get to know Microsoft Visio and its tools, as well as to get to know Valmet's quality management systems.

The result of the work was a new procedure for generating the control descriptions. With the new procedure, the control descriptions can be generated faster and easier. The new procedure also made the control descriptions more comprehensive. The tool used for the control descriptions was included in Valmet DNA Network Designer, but the tool cannot be presented in its entirety in this thesis. The work also considered the tool's further development possibilities and maintenance.

Key words: control description, quality control system

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	VALMET AUTOMATION OY	7
3	LAADUNHALLINTAJÄRJESTELMÄT	9
3.1	QCS	9
3.1.1	Ohjelmat ja sovellukset.....	9
3.1.2	Mittarit.....	10
3.1.3	Mittapalkit	11
3.2	Profilers.....	12
3.3	Machine Vision.....	14
4	LAATUSÄÄDÖT	18
4.1	MD-säädöt	18
4.2	CD-säädöt.....	19
5	MICROSOFT VISIO.....	20
5.1	MS Vision historia	20
5.2	DNA Network Designer	21
6	SÄÄTÖKUVAUKSET	22
6.1	Säätökuvaukset projekteissa	22
6.2	MS Vision mahdollisuudet säätökuvauksissa.....	23
7	SÄÄTÖKUVAUKSET MICROSOFT VISIOLLA.....	25
7.1	Ensimmäinen versio säätökuvauksesta	26
7.2	Uudempi versio säätökuvauksesta.....	27
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	29
8.1	Toimilaitteet ja koneen osat	29
8.2	Säädöt.....	29
	LÄHTEET.....	31

LYHENTEET JA TERMIT

CD	Cross direction, poikkisuuntainen
Formaatio	Paperin neliömassan pienimittakaavainen tasaisuus
Kuivapaino	Kun neliöpainosta vähennetään vesimäärä (kosteus) saadaan kuivapaino
MD	Machine direction, konesuuntainen
MPC	Multivariable predictive control, ennakoiva monimuuttujasäätö
MS	Microsoft
Network Designer	Microsoft Vision sisälle rakennettu järjestelmäsuunnitteluun käytettävä työkalu
QCS	Quality Control System, Laadunhallintajärjestelmä
Retentioaine	Täyteaineita, jotka sitovat massan partikkeleita yhteen, jolloin vesi poistuu paremmin rainasta
Shape data	Microsoft Vision symboleihin liitetty tekstitieto
Stencil	Microsoft Vision .vss- tai .vssx -tiedostolaajennuksella varustettu tiedosto, joka sisältää symboleita
Valmet IQ	Intelligent Quality, Valmetin laadunhallintajärjestelmä
Valmet DNA	Valmet Dynamic Network of Applications, Valmetin hajautettu automaatiojärjestelmä

1 JOHDANTO

Säätökuvauksissa esitellään asiakkaalle toimitettava kokonaisuus paperi-, kartonki- tai sellukoneen laatusäädöistä. Säätökuvaukset ovat kuin visuaalinen toimintakuvaus. Jokaisella asiakkaalla on omat tarpeensa laatusäätöihin ja säätökuvauksilla pyritään näyttämään, miten Valmetin laatusäädöt auttavat asiakkaiden tarpeiden toteuttamisessa.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan Microsoft Visiota vaihtoehtona Microsoft PowerPointille säätökuvausten tekemiseen. Työn tarkoituksena on tutkia, olisiko Microsoft Visio parempi työkalu säätökuvausten tekemiseen. Microsoft Visiossa on paljon työkaluja, joita voitaisiin myös mahdollisesti hyödyntää säätökuvausten toteuttamisessa.

Säätökuvausten toteuttamisen kannalta oleellista oli tutustua Microsoft Vision erilaisiin työkaluihin ja ominaisuuksiin sekä DNA Network Designer -työkaluun. Työssä tutustutaan myös Valmetiin yrityksenä sekä tutustutaan erilaisiin Valmetin laadunhallintajärjestelmiin ja niiden toimintoihin.

Työn tavoitteena oli saada helppokäyttöinen ja nopeampi tapa säätökuvauksien toteuttamiseen sekä yhtenäinen toimintamalli säätökuvausten toteuttamiseen. Myös työkalun ylläpito ja jatkokehitysmahdollisuuksien pohtiminen oli osa tavoitetta.

2 VALMET AUTOMATION OY

Valmetilla on yli 220 vuoden teollinen historia. Vuonna 1797 perustettu Tamfelt, josta kehittyi yksi johtavista teknisten tekstiilien valmistajista, oli pohjana nykyiselle Valmetille. Nykyisin Tamfeltin toiminnot ovat osana Valmetin Palvelut-liiketoimintalinjaa. (Valmet, 2023)

Valmet on maailman johtava prosessiteknologian, automaatoratkaisujen ja palveluiden toimittaja ja kehittäjä sellu-, paperi- ja energiateollisuudelle. Valmet on vakiintunut markkinajohtaja ja sillä on vankka markkina-asema kaikissa liiketoiminoissaan. Valmetin liiketoiminta on aikaisemmin jaettu neljään liiketoimintalinjaan, jotka ovat Palvelut, Sellu ja energia, Paperit, Automaatiojärjestelmät. Vuonna 2022 Valmet sai kuitenkin uuden liiketoimintalinjan, kun virtauksensäätöön erikoistunut Neles sulautui Valmetiin. Tämän myötä Valmetille syntyi viideskin liiketoimintalinja nimeltään Virtauksensäätö. Valmet on jakanut liiketoimintansa viiteen maantieteelliseen alueeseen. Maantieteelliset alueet ovat EMEA (Eurooppa, Lähi-Itä ja Afrikka), Pohjois-Amerikka, Etelä-Amerikka, Kiina sekä Aasian ja Tyynenmeren alue. Kuvassa 1 on esitetty Valmetin henkilöstö maantieteellisillä alueilla. (Valmet, 2023)



KUVA 1. Valmetin henkilöstö alueittain vuonna 2022. (Valmet, 2023)

Valmetin alaisuudessa työskentelee joka päivä yli 17 000 ammattilaista tiiviissä yhteistyössä asiakkaiden kanssa, edistäen asiakkaiden menestymistä. Valmetilla on noin 150 toimipistettä yli 30 maassa. Valmetin liikevaihto vuonna 2022 oli noin 5,1 miljardia euroa. (Valmet, 2023)

Valmet Automation Oy on yksi Valmetin segmenteistä. Valmet Automation Oy koostuu Automaatiojärjestelmät- ja Virtauksensäätö -liiketoimintalinjoista. Valmet Automation Oy:n päätoimipiste sijaitsee Tampereella Lentokentänkadulla. Valmet Automation toimittaa automaatiotratkaisuja sellu-, paperi- ja kartonki-, pehmopaperi-, energia- ja meriteollisuuden tarpeisiin. Valmet Automationin automaatiotratkaisuiden avulla asiakkaat voivat maksimoida liiketoimintojen kannattavuutta ja vastuullisuutta parantamalla tuotannon suorituskykyä, samalla parantaen kustannus-, materiaali- ja tuotantotehokkuutta. Automaatiojärjestelmät -liiketoimintalinja työllistää noin 2000 ammattilaista yli 30 maassa. (Valmet, 2023)

Valmet Automationin päätuotteita ovat hajautetut ohjausjärjestelmät (DCS), joita kutsutaan nimellä Valmet DNA, teollisuuden sovellukset, laadunhallintajärjestelmät (QCS), analysaattorit ja mittaukset, teollisen internetin ratkaisut ja automaatiopalvelut. Tärkein maantieteellinen markkina-alue on EMEA, Pohjois-Amerikan ollessa toiseksi suurin alue liikevaihdolla mitattuna. (Valmet, 2023)

3 LAADUNHALLINTAJÄRJESTELMÄT

Valmetin laadunhallintajärjestelmä on nimeltään Valmet IQ (Intelligent Quality). Valmetin IQ -laadunhallintajärjestelmiä käytetään sellun, paperin, kartongin ja pehmopaperin valmistuksessa sekä niiden jatkojalostuksessa. Valmet IQ -laadunhallintajärjestelmät koostuvat kolmesta tuotevalikoimasta, jotka ovat QCS (Quality Control System) eli laadunvalvontajärjestelmä, Profilers eli profiloijat ja Machine Vision eli konenäköjärjestelmä. Yhdistämällä nämä kaikki saadaan kokonaisvaltainen ja tehokas laadunhallintajärjestelmä. (Valmet Automation, 2023)

3.1 QCS

QCS (Quality Control System) on Valmet Automationin tuottama laadunvalvontajärjestelmä, jonka avulla voidaan seurata ja optimoida tuotteen laatuominaisuuksia tuotannon aikana. QCS sisältää kolme tuoteryhmää, joita ovat mittapalkit, mittalaitteet sekä ohjelmat ja sovellukset. (Valmet Automation, 2023)

3.1.1 Ohjelmat ja sovellukset

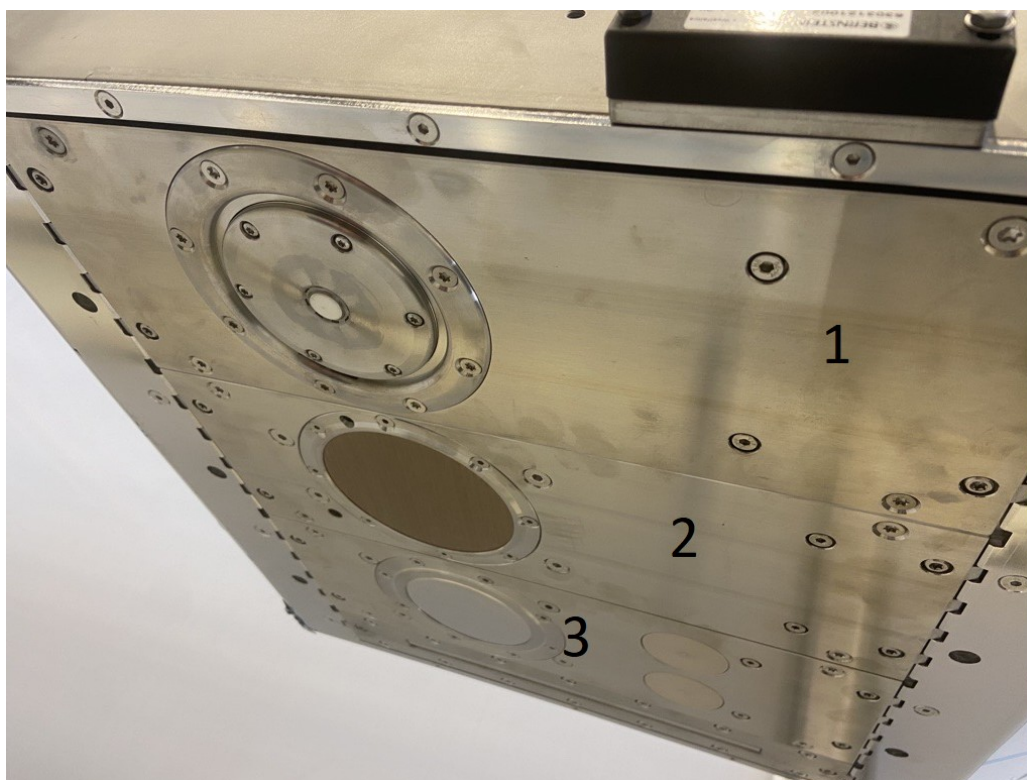
Ohjelmat ja sovellukset ovat koko laadunvalvontajärjestelmän ydin, toimien saman käyttöliittymän avulla ja antaen selkeän kuvan tuotteen laadusta prosessin aikana. Ennakoivan monimuuttujasäädön (MPC) avulla ohjelmat ja sovellukset voivat hallita tehokkaasti tuotteen laatua. (Valmet Automation, 2023)

Ohjelmien ja sovellusten avulla voidaan tarkkailla ja korjata sekä konesuuntaisia että poikkisuuntaisia muuttujia tuotannon aikana. Ennakoivan monimuuttujasäädön avulla saadaan myös vähennettyä laatuun vaikuttavia muuttujia jo rainanmuodostuksessa. (Valmet Automation, 2023)

3.1.2 Mittarit

Mittareiden eli sensorien avulla kerätään tärkeää tietoa tuotteen laadusta tuotannon aikana. Sensoreilla saadaan tarkkoja laatumittauksia, joita tarvitaan prosessin hallintaan. Näiden avulla saadaan säädettyä prosessia hyvän laadun varmistamiseksi ja tuotannon tehostamiseksi. (Valmet Automation, 2023)

Sensori tuoteryhmässä on tarjolla 13 erilaista sensoria. Esimerkkeinä sensoreista ovat hyvin yleisesti käytetyt neliöpainomittaus ja kosteusmittaus, jotka näkyvät alla olevassa kuvassa (Kuva 2). Sensorit asennetaan mittapalkeissa oleviin mittavaunuihin. Mittareissa on usein kaksi mittapäätä, lähdepää ja ilmaisinpää. Nämä ovat sijoitettuna vastakkain mittavaunussa yleensä niin, että lähdepää on alemmassa mittavaunussa ja ilmaisinpää on ylemmässä mittavaunussa. Poikkeuksiakin on, jossa mittapäät ovat päinvastoin, kuten tekstin alla kuvassa (Kuva 2) oleva optinen paksuusmittari, jossa lähdepää on ylemmässä mittavaunussa. Sensorit ovat helposti huollettavia ja tarvittaessa helposti vaihdettavissa. (Valmet IQ Sensors, n.d.)



KUVA 2. Valmet IQ Optical Caliper -sensori (1) ja Valmet IQ MW Moisture -sensori (2) sekä Valmet IQ Basis Weight -sensori (3). (Valmet Automation, n.d.)

3.1.3 Mittapalkit

Mittapalkeissa olevien mittavaunujen tehtävänä on liikuttaa mittareita tuotantolinjan yli poikkisuuntaisesti. Mittavaunut toimivat aina tuotannon mukaan, esimerkiksi lajinvaihdolla mittavaunujen nopeus on optimoitu juuri siinä hetkessä tarvittavien sekä MD (machine direction) eli konesuuntaisten että CD (cross direction) eli poikkisuuntaisten säätöjen mukaan. Näin ollen saadaan reaaliaikaisesti tarvittavia laatuarvoja. (Valmet Automation, 2023)

Mittapalkkeja on erikokoisia, 1,5 metristä aina 12,5 metriin asti. Mittapalkit mitoitetaan radan leveyden mukaan. Mittapalkkeja on myös erilaisia, on kaksipuoleisia ja yksipuoleisia, joita käytetään pääosin paperin, kartongin ja sellun tuotannossa, mutta myös jälkikäsittelyyn on oma mittapalkki. Kaksipuoleisessa mittapalkissa (Kuva 3) on molemminpuolinen mittaus ja yksipuoleisella (Kuva 4) mitataan vain toiselta puolelta. Tietyissä mittauksissa tarvitaan molemminpuolista mittausta, jolloin valitaan kaksipuoleinen mittapalkki. Molemminpuolisessa mittauksessa on kaksi mittapäätä, yleensä alemmassa mittavaunussa on lähdepää ja ylemmässä on ilmaisinpää. Yksipuoleisessa mittapalkissa on vain yksi mittapää. (Valmet IQ Scanners, n.d.)



KUVA 3. Valmet IQ G8 -mittapalkki. (Valmet Automation, n.d.)



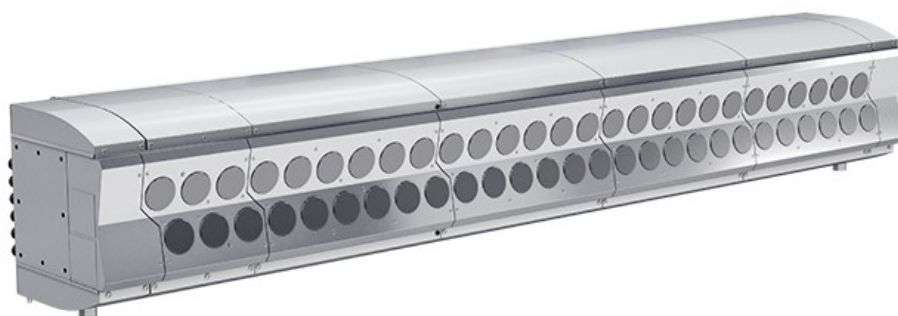
KUVA 4. Yksipuoleinen Valmet IQ G8 -mittapalkki. (Valmet Automation, n.d.)

Mittapalkkien mittavaunuilla voidaan mitata tuotantolinjalta koko leveydeltä. Kun mitataan koko leveydeltä, mittavaunu kulkee mittapalkkia pitkin edestakaisin ja mittavaunussa kiinni olevat mittarit mittaavat laatuarvoja joka kohdasta. Mittavaunulla on myös mahdollista mitata vain yhtä kohtaa tuotantolinjalta poikkisuuntaisesti. Mittapalkkeja voidaan ohjata tuotantolinjan valvomosta, mutta myös mittapalkista voidaan ohjata manuaalisesti mittavaunuja. (Valmet IQ Scanners, n.d.)

3.2 Profilers

Valmet IQ Profilers tuotteet ovat CD (cross direction) eli poikkisuuntaisen profiilin säätölaitteita. CD eli poikkisuuntainen profiili on hyvin tärkeä laadunhallinnan sekä lopputuotteen laadun kannalta. Säätölaite sisältää useita toimilaitteita, jotka ovat sijoitettu poikkisuuntaisesti tuotantolinjalle. Näiden toimilaitteiden avulla voidaan säätää tuotannon laatua koko tuotantolinjan leveydeltä. Valmet IQ Profilers -säätölaitteilla saadaan parannettua sekä tuotannon laatua että tuotannon tehokkuutta. Profilointilaitteita on yleensä useita tuotantolinjan eri kohdissa, jolloin voidaan hallita profiilia jokaisessa tuotannon vaiheessa. (Valmet Automation, 2023)

Valmet IQ Profilers tuoteryhmään kuuluu kuusi erilaista profilointilaitetta. Valmet IQ Dilution Profiler on perälaatikon laimennusventtiilien säätölaite, jonka avulla hallitaan tuotteen kuivapainon CD-profiilia. Valmet IQ Slice Profiler on myös kuivapainon CD-profiilin hallintaan käytettävä laite, jonka toiminta perustuu perälaatikon huulilistan säätöön. Valmet IQ Induction Profiler (Kuva 5) on induktiopalkki, jota käytetään paksuuden, kiillon ja tasaisuuden hallintaan CD-profiileissa.



KUVA 5. Valmet IQ Induction Profiler. (Valmet Automation, n.d.)

Valmet IQ Moisturizerilla säädetään kosteusprofiilia, IQ Steam Profiler on höyrylaatikko, jonka avulla saadaan parannettua kuivatusta ja CD-profiilin kosteutta, lisäksi se auttaa säästämään energiaa parantamalla lämmönsiirron tehokkuutta. Valmet IQ Coat Weight Profileria käytetään päällystemäärän poikkisuuntaiseen profiilisäätöön. (Valmet IQ Profilers, n.d.)

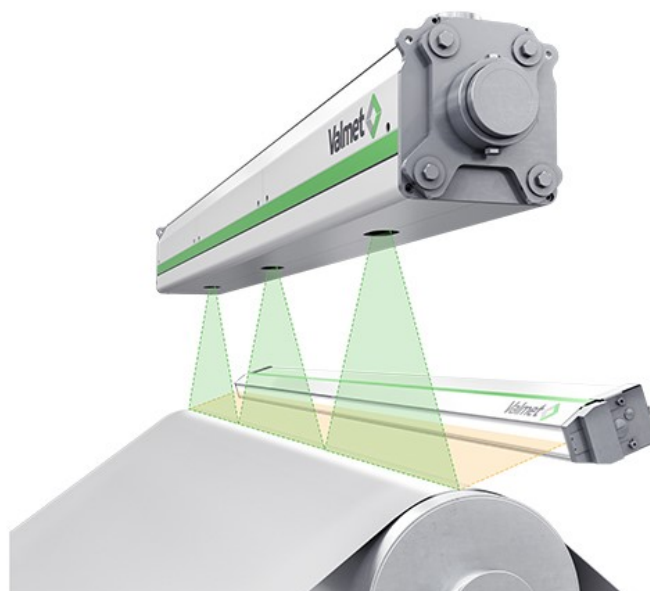
Profilointilaitteet ovat yhteydessä ohjausjärjestelmään, kuten esimerkiksi Valmet DNA, jonka avulla niitä voidaan ohjata joko automaattisesti tai manuaalisesti. Automaatilla profilointilaitteille on määritelty jokin tavoitearvo profiiliin, jonka mukaan ne pyrkivät säätämään laitteiden toimintaa saavuttaakseen halutun tavoitearvon. Tavoitearvoa verrataan mittalaitteiden saamiin mittauksiin ja sen mukaan tehdään tarvittavia muutoksia profilointilaitteisiin. Profilointilaitteita on

myös mahdollista ohjata käsin, jolloin operaattori itse ohjaa laitteita operointiasemalta asettamalla arvoja laitteelle muodostaen halutun profiilin. Vaikka profilointilaitteet pääosin ohjaavat poikkisuuntaista profiilia, on huomioitava, että tehtävät muutokset poikkisuuntaiseen profiiliin voivat vaikuttaa myös konesuuntaisesteen profiiliin. (Valmet IQ Profilers, n.d.)

3.3 Machine Vision

Machine Vision eli konenäkö on yleinen termi, joka sisältää useita eri sovelluksia. Konenäköä voidaan hyödyntää esimerkiksi autoliikenteen laskennoissa teillä, laadun tarkkailuissa eri teollisuuden aloilla ja erilaisissa tieteellisissä sovellutuksissa. Valmet Automationin konenäköjärjestelmiä eli Valmet IQ Machine Visionia käytetään teollisuudessa laadun tarkkailussa. Valmet IQ Machine Vision koostuu Valmet IQ Web Inspection (WIS) ja Valmet IQ Web Monitoring System (WMS) -järjestelmistä. Nämä järjestelmät yhdessä muodostavat Valmet IQ Process and Quality Vision Systemin (PQV). (Valmet IQ PQV, n.d.)

Valmet IQ Web Inspection System eli WIS on suunniteltu havaitsemaan vikoja nopeasti liikkuvista tuotantolinjoista, tyypillisesti siis paperi- ja kartonkikoneiden olosuhteisiin. WIS-järjestelmän avulla voidaan siis parantaa tuotteen laatua ja hylätä vialliset tuotteet, kun saadaan jo tuotannon aikana havaittua viat. WIS-järjestelmässä kameratyypinä toimii viivakamera, jolloin kamera kuvaa vain yhtä ”viivaa” radan poikkisuuntaisesti. Tämä kameratyyppi vaatii, että kuvattava kohde on jatkuvassa liikkeessä. WIS koostuu kamerapalkista ja valopalkista, kuten alla olevassa kuvassa 6. Valopalkkeja voi olla myös useampi kuin yksi. Tällöin käytetään useampaa valotekniikkaa, jonka avulla saadaan entistäkin tarkempi vikojen havainta. Lisäksi Valmet IQ WIS sisältää kamerajärjestelmien lisäksi operointinäytöt, joilla operaattorit voivat tarkkailla prosessia valvomoista. WIS-järjestelmällä voidaan myös tallentaa vikoja SQL-tietokantaan. Tämän ansiosta voidaan vikoja tarkastella myöhemminkin ja voidaan hyödyntää jopa asiakkaiden tuotekehityksessä, mikäli tarpeellista on. (Valmet IQ PQV, n.d.)



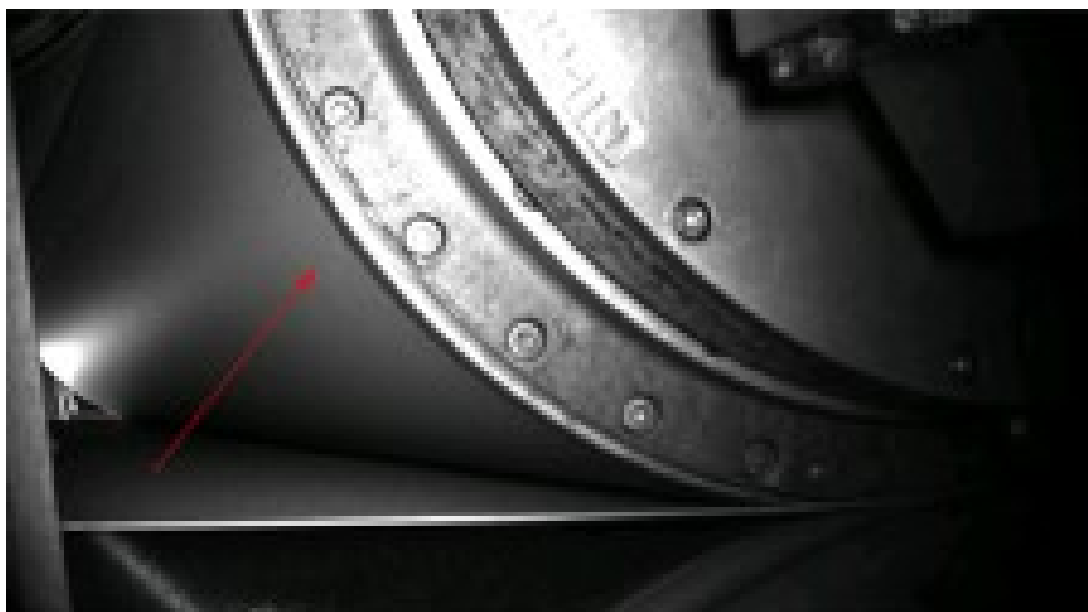
KUVA 6. Kuvassa Valmet IQ WIS, ylhäällä kamerapalkki ja oikealla valopalkki. Vihreä valo kamerapalkista osoittaa myös esimerkin viivakamerasta. (Valmet Automation, n.d.)

Valmet IQ Web Monitoring System eli WMS on Valmet Automationin tuottama kamerajärjestelmä, jota käytetään pääosin paperi- ja kartonkikoneilla. WMS-järjestelmä sisältää kamerat ja kameroiden kanssa synkronoidut LED-valot (Kuva 7). Kamerat lähettävät valvomoiden näyttöihin kuvaa keskustietokoneen kautta, johon kamerat ovat kytkettyinä. Kamerat ovat yleensä mustavalkokameroita, mutta on mahdollisuus saada myös värikameroita. Kameroita on usein molemmin puolin tuotantolinjaa ja usein jokaisessa tuotteen valmistusvaiheessa. Kaikki kamerat ovat synkronoituja toistensa kanssa, jolloin niiden avulla saadaan kattavaa reaaliaikaista kuvaa tuotannosta. WMS-järjestelmässä käytetään kameratyypinä matriisikameraa eli kuten yleisesti normaalit kameratkin toimivat. (Valmet IQ PQV, n.d.)

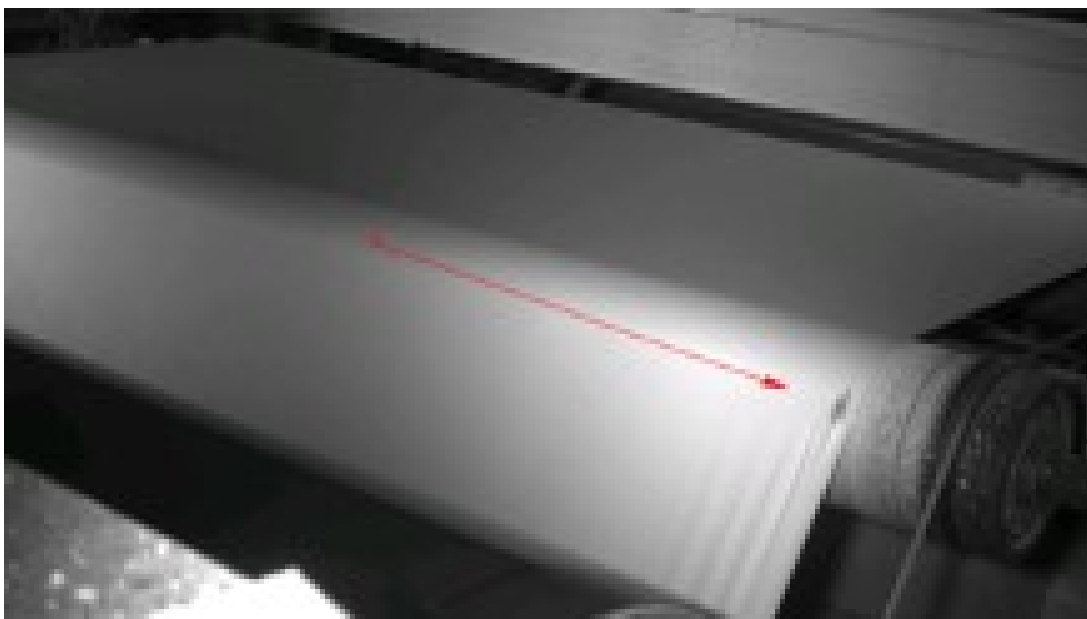


KUVA 7. Valmet IQ WMS-järjestelmän kamera ja LED-valaisin. (Valmet Automation, n.d.)

WMS-järjestelmän avulla voidaan selvittää vikojen alkulähteet, kuten alla olevissa kuvissa näytetään (Kuvat 8–10), ja mahdollisesti operaattorit voivat estää ratakatkojen syntyä kameroissa näkyvien vikojen korjaamisella. WMS-järjestelmä myös tallentaa kuvaa, jolloin voidaan tarkastella esimerkiksi ratakatkojen syitä niiden sattuessa. Operaattorit voivat valvomon näytöistä merkata tallennettuihin kuviin viat esimerkiksi punaisilla nuolilla, jotka näkyvät myös kuvissa 8–10. (Valmet IQ PQV, n.d.)



KUVA 8. WMS-järjestelmän avulla havaittu vika tuotteessa. (Valmet Automation, n.d.)



KUVA 9. Sama vika kuin kuvassa 8 WMS-järjestelmän kuvaamana, mutta myöhemmin tuotantolinjalla. (Valmet Automation, n.d.)



KUVA 10. Sama vika kuin kuvissa 8 ja 9 lopulta aiheutti reunarisan, joka paljastui WMS-järjestelmän avulla. (Valmet Automation, n.d.)

4 LAATUSÄÄDÖT

Laatusäädöillä tarkoitetaan pääosin paperi-, pehmopaperi-, kartonki- ja sellutuotannon laadunhallinnan säätöjä. Yleisimmät säätösovellukset ovat MD-säädöt, joilla säädetään paperikoneen konesuuntaisia ominaisuuksia tuotannossa. Toiset yleiset säätösovellukset ovat CD-säädöt, joilla taas säädetään poikkisuuntaisia ominaisuuksia.

4.1 MD-säädöt

Konesuuntaisia ominaisuuksia mitataan yleensä mittavaunussa sijaitsevien sensoreiden avulla. Mitattujen arvojen perusteella MD-säätimet säätävät prosessia haluttuun tavoitteeseen. Operaattori asettaa haluaman asetusarvon esimerkiksi kuivapainolle ja säätimet säätävät prosessia niin, että haluttu asetusarvo toteutuu. MD-säätimissä käytetään ennakoivia monimuuttujasäätöjä (MPC), joiden avulla alatasen säädöt toimivat. Esimerkiksi kuivapainon (Dry Weight) säätämiseen vaikuttaa alatasolla sakeamassavirtauksen säädin. Toinen yleinen konesuuntainen säätö kuivapainon lisäksi on kosteudensäätö ja sitä säädetään höyryryhmien höyrynpaineiden avulla. (Valmet Automation, n.d.)

Muita MD-säätöjä ovat esimerkiksi kiertoveden koostumuksen säätö (White water consistency), suihkusuhteen säätö (Jet/Wire Control) ja ajonopeuden optimointi (Machine Speed Optimization). Kiertoveden koostumuksen säätö perustuu retentioaineiden säätelyyn. Retentioaineet parantavat paperin ja kartongin valmistuksen tehokkuutta, kun vesi poistuu paremmin viira- ja puristinosalla. Lisäksi retentioaineet parantavat paperin ja kartongin ominaisuuksia, kuten esimerkiksi formaatiota. Suihkusuhteen säätö perustuu massan suihkunopeuden ja viiran nopeuden suhteeseen. Suihkussuhde vaikuttaa rainanmuodostukseen ja formaatioon. Ajonopeuden optimointi auttaa kosteuden säädössä, sillä höyryryhmät voidaan pitää kuumana ja ajonopeudella säädellään rainan nopeutta kuivatusryhmien läpi, mikä taas vaikuttaa kuivatukseen. Tämä on pääosin kartonki- ja sellukoneilla tarpeellinen säätö. (Valmet Automation, n.d.)

4.2 CD-säädöt

Paperikoneen CD-suuntaiset ominaisuudet mitataan MD-säätöjen tavoin mittavaunujen sensoreiden avulla. Näin saadaan koko paperiradan leveyden mitalta mittausarvoja. Nämä mittausarvot muodostavat profiilin, joka on CD-säätimien perusyksikkö. Operaattori määrittää profiilimuodon ja CD-säätimet säätävät profiilia niin, että haluttu muoto saavutetaan. Säätimet pyrkivät automaattisesti mittauksen avulla pitämään profiilia mahdollisimman lähellä haluttua muotoa. Mittausprofiilia verrataan tavoiteprofiiliin ja niiden välille muodostetaan virheprofiili. Virheprofiilin avulla CD-säätimet laskevat uudet toiminnot. CD-säätimet huomioivat myös toimilaitteiden virheet, kun uusia toimia lasketaan. Lasketut toimenpiteet lisätään aikaisempiin asetusarvoihin ja toimilaitteet säätävät tarpeiden mukaisesti. (Valmet Automation, n.d.)

CD-säätöjen toteuttamiseen käytetään toimilaitteita. Toimilaitteet ovat poikkisuunnan säätölaitteita, kuten esimerkiksi Valmet IQ Profilers -tuotteet. Toimilaitteet toimivat radan poikkisuuntaisesti koko radan leveydeltä. Toimilaitteet muodostavat poikkisuuntaisen profiilin, jonka avulla säädetään toimilaitteita koneen poikkisuuntaisesti. Yleisiä CD-säätöjä ovat MD-säätöjen tapaan kosteus ja kuivapaino. Kosteussäädön toimilaitteita ovat esimerkiksi höyrylaatikot ja kostuttimet, kuivapainosäädön toimilaitteita ovat perälaatikon laimennusventtiilit ja huulilistan toimilaitteet. Muita CD-säätöjä ovat esimerkiksi kiillonsäätö ja päällystemääränsäätö. Kiillonsäädön toimilaitteita ovat höyrylaatikot ja superkalanterit. Höyrylaatikolla saadaan paperiin lisää kosteutta ja lämpöä, jotka auttavat kiillotuksessa kalanterilla. Päällystemääräsäädön toimilaitteet ovat asennettu päällystysyksikköön. Toimilaitteet säätelevät päällystemääriä haluttujen profiilien mukaisesti. (Valmet Automation, n.d.)

5 MICROSOFT VISIO

5.1 MS Vision historia

Microsoft Visio on ohjelmisto, jolla voidaan luoda erilaisia kaavioita ja piirroksia. MS Vision avulla luotavia kaavioita ovat esimerkiksi lohkokaaviot, organisaatiokaaviot, pohjapiirrokset, tiedonkulkukaaviot, prosessikaaviot, liiketoimintaprosessien mallinnukset, uimaratakaavioita sekä 3D -karttoja. MS Visio kuuluu MS Office -tuoteperheeseen, johon se on ostettavissa lisäosana. Tämän myötä MS Visio on yhteensopiva esimerkiksi MS Excelin ja MS Wordin kanssa. Esimerkiksi Excelistä voidaan siirtää suoraan tiedot Visioon, luodakseen kaavion. MS Visiossa on myös valmiita mallipohjia ja muotoja, joiden avulla voidaan helposti aloittaa kaavioiden muodostus. (Lucidchart, n.d.)

MS Visio sai alkunsa 1992, kun Vision kehittäjä Shapeware Corp. julkaisi Visio 1.0 -tuotteensa. Tuote sai hyvin nopeasti tunnustusta, ja vain muutaman vuoden jälkeen vuonna 1995 Shapeware Corp. vaihtoi nimeään, uudeksi nimeksi tuli Visio Corp. Visio sai uusia versioita aina Visio 5.0 asti, joka jäi viimeisimmäksi versioksi alkuperäisellä omistajallaan. Vuonna 2000 Microsoft osti Vision ja liitti sen osaksi Office -tuoteperhettä. MS Visio ei kuitenkaan kuulu MS Office Suite -paketteihin, vaan on erikseen ostettava lisätuote Officeen. (Lucidchart, n.d.)

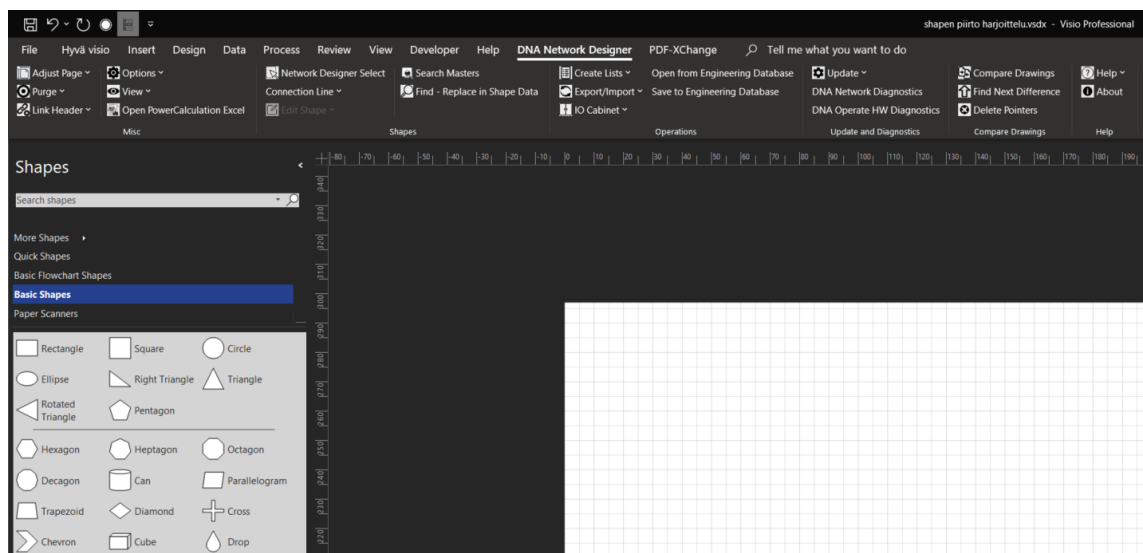
Visio brändättiin uudelleen MS Visioksi ja ensimmäinen Microsoftin versio MS Visio 2000 (v 6.0) julkaistiin nimensä mukaisesti vuonna 2000. Seuraava versio MS Visio 2002 (v 10.0) jätti välistä versiot v 7.0 – v 9.0, jotta versionumerointi täsmäisi MS Officen versionumerointia. MS Visiosta julkaistaan usein kaksi eri painosta (Standard ja Professional), joskus on useampiakin painoksia, esimerkiksi Premium. (Lucidchart, n.d.) Eroina painoksissa on MS Vision sisältämät ominaisuudet, Standard -painoksessa on vähemmän ominaisuuksia kuin Professional -painoksessa. MS Visiosta on tullut uusi versio usein 2–3 vuoden välein, uusin MS Vision versio on MS Visio Plan 2. Ennen uusinta Plan 2 -versiota, MS Vision versiot nimettiin niiden julkaisuvuoden mukaan, kuten MS Visio 2016 tai MS Visio 2019. (Microsoft, n.d.) Vuodesta 2013 alkaen MS Visio on käyttänyt tiedostomuotona VSDX- ja VSDM-tiedostomuotoja. VSDM-

tiedostomuodon erona VSDX-tiedostomuotoon on, että VSDM-tiedostot voivat sisältää makroja. Nämä VSDX- ja VSDM-tiedostot sisältävät joukkoja XML-tiedostoja Zip-tiedoston sisällä. (Lucidchart, n.d.)

5.2 DNA Network Designer

Valmet Automationilla Microsoft Visiota käytetään pääosin Valmet DNA -järjestelmäsuunnitteluun. MS Vision avulla luodaan esimerkiksi erilaisia järjestelmäkaavioita, kytkentäkuvia sekä automaatiokaappien koontakuvia.

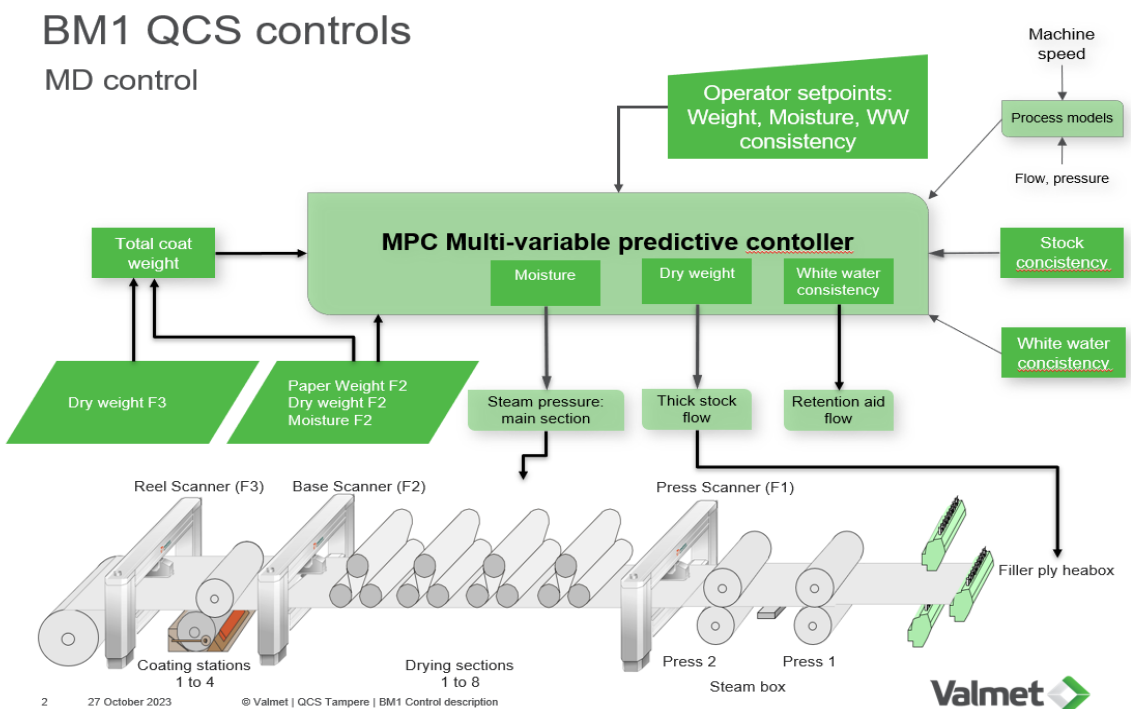
Valmet DNA Network Designer on MS Vision yhteyteen rakennettu työkalu, jonka avulla voidaan hyödyntää MS Vision monipuolisia suunnitteluominaisuuksia (Kuva 11). Network Designeria käytetään dokumentointi- ja suunnittelutyökaluna Valmet DNA:n kokoonpano- ja layout-suunnittelussa. MS Vision ominaisuuksien lisäksi, Network Designer sisältää paljon suunnittelun kannalta helpottavia ominaisuuksia ja toimintoja. Lisäksi Network Designer sisältää Valmet DNA -tuotteiden symbolit, ja tarvittaessa voidaan myös lisätä muiden tuotteiden symboleita. (Valmet Automation, 2021)



KUVA 11. DNA Network Designer -työkalu.

6 SÄÄTÖKUKVAUKSET

Säätökuvaus on kuin toimintakuvaus, jossa tulisi esitellä säätöjen ja mittausten toiminta. Yleensä säätökuvaukset tehdään tuotantolinjasta muodostettujen kuvien avulla, johon on lisätty säädöt ja mittaukset niiden vaikutusalueen kohdalle tuotantolinjassa. Esimerkiksi kartonkikoneella sakeamassavirtauksen (Thick stock flow) säätö on nuolella osoitettu perälaatikkoon, kuten tekstin alla olevassa kuvassa (Kuva 12) esitetään. Säätökuvauksissa on myös usein tekstimuotoinen selvitys säätöjen ja mittausten toiminnasta. Säätökuvausten tulee olla mahdollisimman selkeät ja mahdollisimman helposti ymmärrettävissä, jotta niistä saadaan paras hyöty irti.



KUVA 12. Esimerkki säätökuvauksesta.

6.1 Säätökuvaukset projekteissa

Projektien alussa usein tehdään säätökuvaus toimitettavasta kokonaisuudesta. Säätökuvaukset sisältävät piirroksen myydyistä mittauksista ja säädöistä, tästä esimerkkinä aikaisemmin mainittu kuva säätökuvauksesta (Kuva 12).

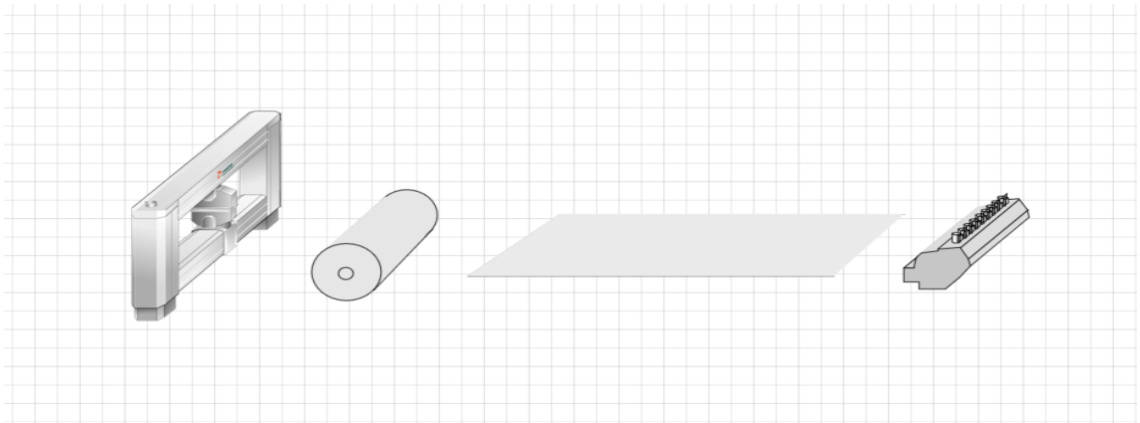
Säätökuvauksen avulla pystytään paremmin hahmottamaan kokonaisuutta ja esittämään asiakkaalle esittämään mittausten ja säätöjen toimintaa. Tämä auttaa myös asiakkaita ymmärtämään, mitä ovat tilanneet ja miten säädöt ja mittaukset vaikuttavat tuotantoon.

Säätökuvaukset voidaan tehdä myös raportin omaisesti eli visuaalisten toiminnankuvausten lisäksi, säätöjen ja mittausten toiminnasta voidaan tehdä tekstimuotoinen kuvaus. Näiden avulla syntyy siis visuaalinen ja tekstimuotoinen kuvaus säätöjen ja mittausten toiminnasta, mikä onkin usein asiakkaalle esitettävä versio säätökuvauksista.

6.2 MS Vision mahdollisuudet säätökuvauksissa

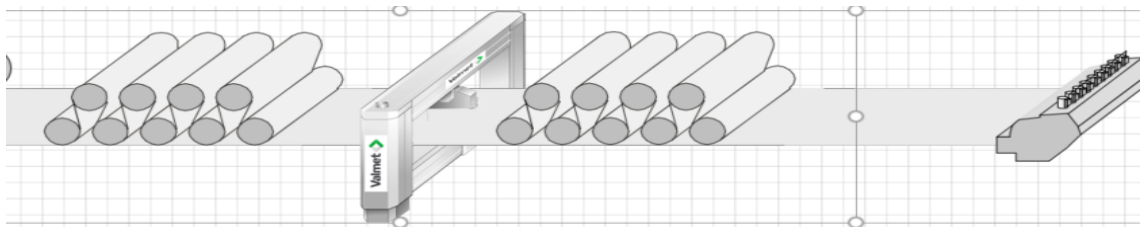
Säätökuvaukset tehdään tällä hetkellä Microsoft PowerPointilla. PowerPointissa ei ole mitään valmista pohjaa, joilla säätökuvaukset tehdään, vaan kaikki säätökuvaukset tehdään alusta asti uudestaan lisäämällä tarvittavia kuvia PowerPoint -esitykseen. Tietenkin esimerkiksi kartonkikoneen säädöistä ja mittauksista tehdyn kuvauksen voi kopioida aikaisemmista säätökuvauksista. Aikaisempaan kuvaukseen voidaan sitten tehdä tarvittavia muutoksia, kuten lisätä tai poistaa tarvittavia säätöjä tai mittauksia. Kuvausten muokkaus on kuitenkin melko työlästä, varsinkin jos säädöt ja mittaukset ovat ihan erilaiset kuin aikaisemmassa mallissa. Näiden takia on hyvä yrittää löytää vaihtoehtoinen työkalu, jolla voidaan tehdä säätökuvaukset.

Microsoft Visio voisi olla hyvä vaihtoehto säätökuvausten tekemiseen, sillä Visiossa on paljon ominaisuuksia, jotka helpottavat säätökuvausten tekemistä. Valmetilla MS Visiossa on DNA Network Designer -työkalu, joka sisältää erilaisia Valmetin tuotteita symboleina. Näitä symboleita käytetään yleisesti järjestelmäsuunnittelussa. (Valmet Automation, 2021) Network Designerin kirjastosta löytyy myös laadunhallintajärjestelmien tuotteista symboleita (Kuva 13) ja niitä voidaan hyödyntää säätökuvauksien tekemisessä. Näitä samoja symboleja käytetään tälläkin hetkellä säätökuvausten tekemisessä MS PowerPointilla.



KUVA 13. DNA Network Designer -työkalun symboleita.

Yksi tärkeimmistä ominaisuuksista säätökuvausten kannalta on eri koneiden ”mallipohjat”, joita Visiolla voidaan tehdä. Niiden avulla voitaisiin helposti luoda säätökuvaus ja valita siihen tarvittavat säädöt ja mittaukset. Toinen hyödyllinen työkalu on yhdistinviivat, jotka liikkuvat niihin liitettyjen symboleiden mukana. Näin ollen symboleita voidaan liikuttaa parempaan paikkaan eikä tarvitse luoda uusia yhdistinviivoja. MS Visiossa symboleiden sisältöön voidaan lisätä myös tekstiä ”shape data” ominaisuudella. Tätä voidaan hyödyntää säätökuvauksissa, esimerkiksi mittaraamin ominaisuuksia, kuten myydyt mittaukset, voidaan lisätä ”shape dataan” (Kuva 14).



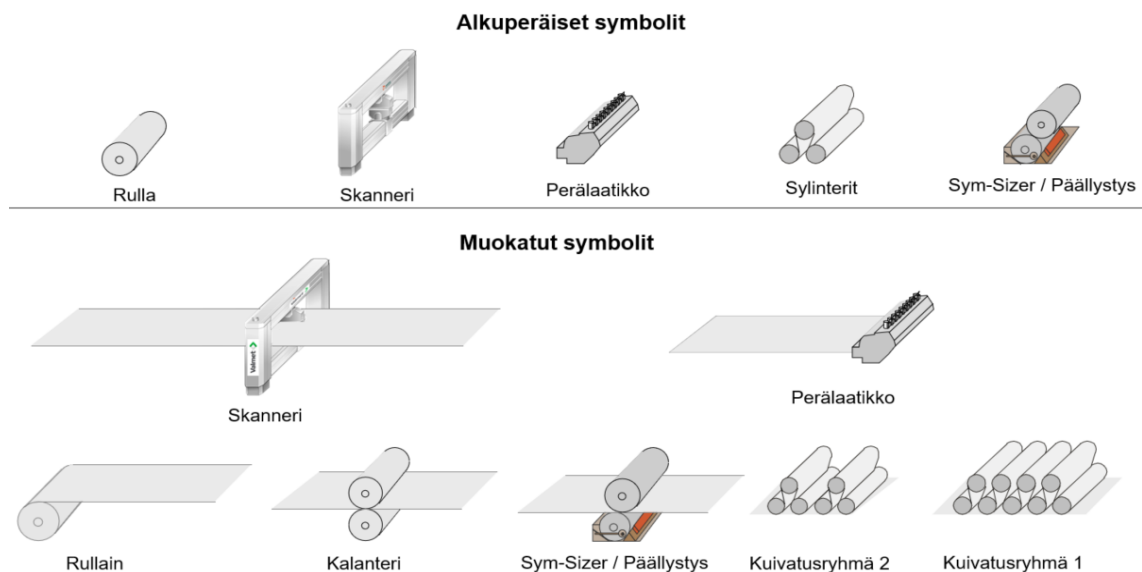
SHAPE DATA - VALMET IQ SCANNER WITH SHEET.25	
*Item	Valmet IQ Scanner
*Equipment name	IQ Scanner
*Scanner ID	
*Machine ID	
*MR ID	
*IP	
*HW	
*Token	
*Nodes	
Serial number	
Comment	
Measurement 1	
Measurement 2	
Measurement 3	
Measurement 4	
Measurement 5	
Measurement 6	
Measurement 7	
Measurement 8	

KUVA 14. Mittaraamin ”shape data”.

7 SÄÄTÖKUVAUKSET MICROSOFT VISIOLLA

Kehitystyö lähti liikkeelle Microsoft Visio ohjelmiston käyttötarkoituksen selvityksestä sekä ohjelman käytön opiskelusta. Valmet tarjosi hyvän opetusmateriaalin sekä MS Visiosta että DNA Network Designerista, joiden avulla sai hyvän pohjan niiden käytöstä.

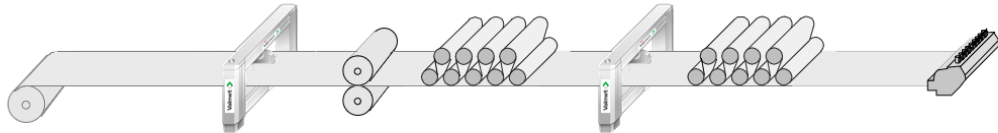
Aluksi Network Designerin sisältämiä symboleita täytyi vähän muokata, jotta niitä voitaisiin hyödyntää paremmin säätökuvausten tekemisessä. Alla olevassa kuvassa (Kuva 15) on esitetty alkuperäiset ja muokatut symbolit. Ensimmäiseen säätökuvaus versioon käytettiin lähinnä perus paperikoneen symboleita, jotta saatiin kuvattua ihan perus paperikone, jossa on perälaatikko, kuivatusryhmät, kalanteri ja rullain.



KUVA 15. Alkuperäiset ja muokatut symbolit.

Kuten yllä olevasta kuvasta huomaa, skanneriin on lisätty Valmetin logot, kun alkuperäisessä oli Metson logo. Lisäksi kaikkiin symboleihin on upotettu valmiiksi jo paperi-/kartonki-/sellurata, jolloin ne on helpompi liittää toisiinsa. Alkuperäisistä sylintereistä on tehty kuivatusryhmät hieman symbolia monistaen ja muokkaillen. Näistä koneen osista on muodostettu sitten hyvin perusmuotoinen paperikone (Kuva 16), joka ei siis perustu mihinkään valmiiseen malliin ja on vain tähän

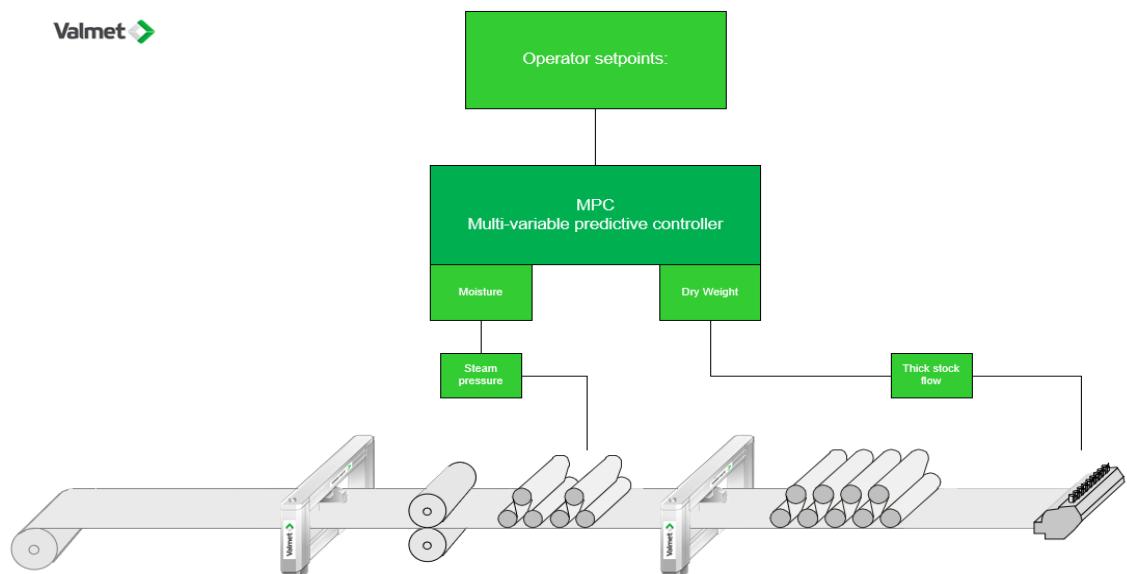
säätökuvausharjoitukseen tehty. Näin saatiin muodostettua pohja, jonne säätöjä voidaan lisätä.



KUVA 16. Osista muodostettu konemalli.

7.1 Ensimmäinen versio säätökuvauksesta

Mallipohjalla alettiin tekemään ensimmäistä versiota säätökuvauksista, joka on kuvattuna alla kuvassa (Kuva 17). Piirrokseseen lisättiin laatikoita, joihin säädöt kirjoitettiin ja muokattiin hieman laatikoiden värityksiä. Yhdistinviivoja varten konemalliin täytyi myös tehdä yhdistinpisteet, jotta saatiin viiva osoittamaan oikeaan kohtaan konetta. Kun yhdistinpisteet olivat kohdillaan, yhdistettiin säädöt koneeseen yhdistinviivoilla.

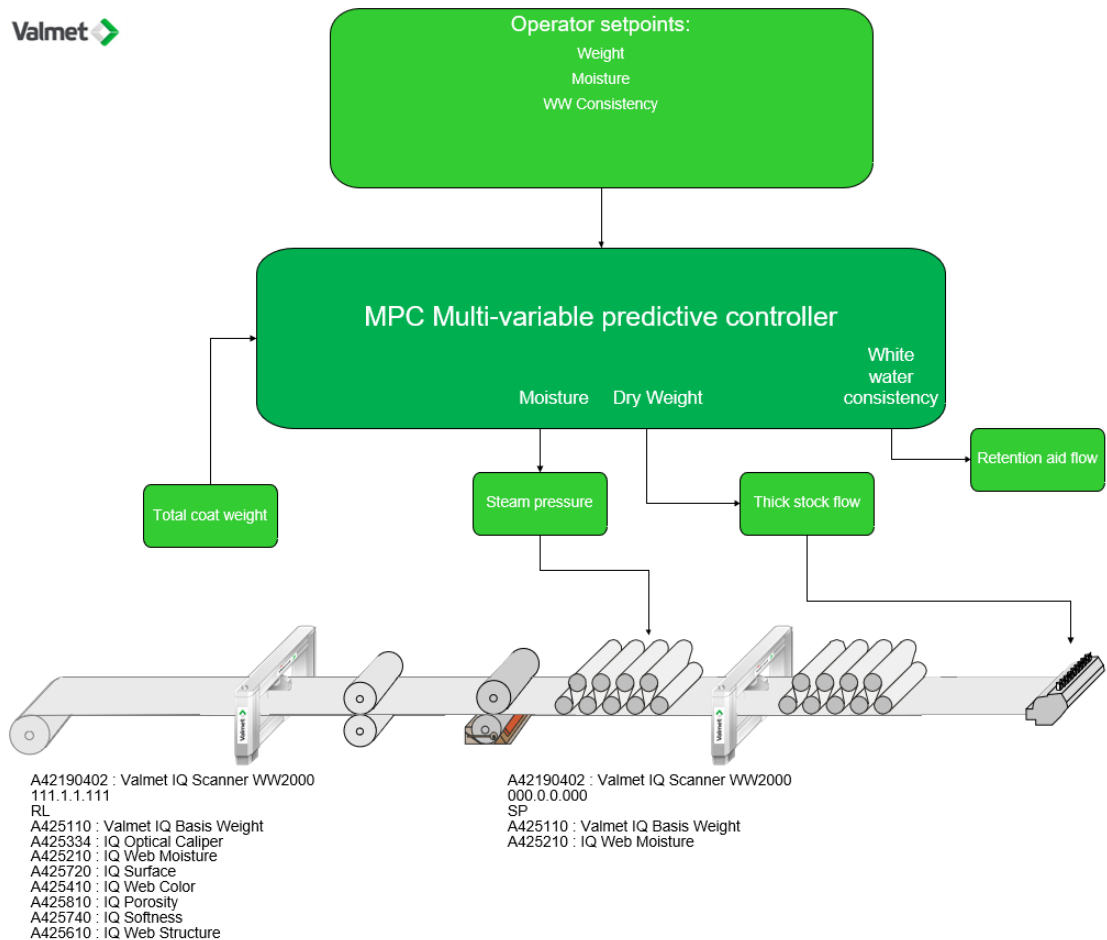


KUVA 17. Ensimmäinen versio säätökuvauksesta.

Mallin MD-säädöt olivat osittain kopioitu aikaisemmasta valmiista säätökuvauksesta (Kuva 12). Ensimmäinen versio säätökuvauksista oli hyvin pelkistetty ja olikin lähinnä pohja, johon voidaan rakentaa enemmän oikeata säätökuvausta.

7.2 Uudempi versio säätökuvauksesta

Ensimmäisen säätökuvauksen pohjille oli hyvä rakentaa paranneltua ja hieman enemmän oikealta MD-säätöjen säätökuvaukselta muistuttavaa versiota, uudempi versio on kuvattuna alla (Kuva 18). Uudempaan versioon lisättiin koneeseen päällystysyksikkö. DNA Network Designer -työkalun symboleista ei löydy valmiina minkäänlaista päällystysyksikköä, joten sitä kuvaamaan säätökuvauksissa on yleisesti käytetty Sym-Sizer -symbolia.



KUVA 18. Uudempi versio säätökuvauksesta.

Uudempaan versioon lisättiin skannereihin "shape data", joka sisältää skannerin mallin, IP-osoitteen, skannerin tunnuksen sekä skannerin mittaukset. Kun skannerin raahaa piirtoalueelle stencileistä, avautuu automaattisesti "shape data" valikko, johon tarvittavat tiedot syötetään. Syötetyt tiedot näkyvät sitten piirrustuksessa skannerin alapuolella.

Säätölaatikoista tehtiin myös omat symbolit, jotka tallennettiin stencileihin. Myös Operator setpoint-laatikosta sekä MPC-laatikosta tehtiin omat symbolit, jotka tallennettiin stencileihin. Näihin kaikkiin symboleihin lisättiin myös skannerin tavoin "shape data", joka toimii kuten skannerissakin. Kun raahaa säätösymbolin piirtoalueelle, avautuu "shape data" valikko, josta voidaan valita mikä säätö on kyseessä. Operator setpoint-symbolista voidaan valita "shape dataan" halutut operaattorin asetusarvot, MPC-symbolissa voidaan valita mitkä monimuuttujasäädöt ovat käytössä. Nämä kaikki tiedot syötetään automaattisesti aukeavaan "shape dataan", kun symbolit raahataan stencileistä piirtoalueelle. Näissä tosin on hieman vielä rajoituksia, kuten esimerkiksi MPC-laatikkoon ei saa kuin 4 monimuuttujasäätöä valittua kerrallaan. Operator setpoint-symboliin ei saa kuin 5 valintaa. Nämä rajoitukset johtuvat symboleiden koosta ja niiden sisään mahtuvasta tekstin määrästä.

Kun kaikki tarvittavat symbolit ovat kuvassa, lisätään niihin aikaisemman tavoin yhdistinviivat. Yhdistinviivoihin tehtiin hieman myös muutoksia, sillä niihin asetettiin suuntanuolet osoittamaan säädön suuntia. Yhdistinviivojen alku ja loppupään järjestyksellä on väliä, sillä suuntanuolet tulevat aina loppupäähän osoittamaan säädön suunnan. Näin ollen yhdistinviivat tulee vetää riippuen vaikuttaako säätö suoraan toimilaitteen vaiko monimuuttujasäädön toimintaan. Mikäli säätö vaikuttaa monimuuttujasäädön toimintaan, vedetään yhdistinviiva säätösymbolista MPC-symboliin ja suoraan toimilaitteen toimintaan vedetään säätösymbolista koneeseen. Näin viivat osoittavat säädön oikean suunnan.

Kaikkia symboleita voidaan siirtää haluamaansa paikkaan ja yhdistinviivat seuraavat niissä kiinni. Tämän myötä saadaan visuaalisesti siisti ja selkeä kuvaus.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Lopputuloksena näillä pohjilla saadaan tehtyä jo MD-suuntaisia säätökuvauksia, mutta säätökuvauksiin jäi vielä mahdollisesti paljonkin jatkokehittävää. Esimerkiksi CD-säätöjen kuvaukset olisivat seuraavana lisättävissä MS Visiolla tehtäviin kuvauksiin. Jatkokehitystä voisi olla mahdollista tehdä töiden ohessa. Näiden säätökuvausten käyttöönotto ja toiminta vaativat myös koulutusta omalle tiimille, kunhan vaan saadaan viimeisteltyä säätökuvaukset käyttöönottovalmiuteen. Lisäksi PQV (koneäkö) järjestelmäsuunnittelun puolella Vision ohjelmiston hyödyntämistä suunnitellaan tietyiltä osin.

8.1 Toimilaitteet ja koneen osat

Toimilaitteita pitäisi saada lisättyä, sillä niitä ei ole vielä näissä säätökuvauksissa. Usein asiakkaalla on myös jotain toimilaitteita paperi-/kartonki-/sellukoneella, joten niiden toiminta esitellään myös säätökuvauksissa. Näihin on olemassa jo symboleita Vision stencileissä, mutta niitä voisi hieman muokata säätökuvauksiin sopivimmiksi.

Stencileihin täytyisi myös lisätä koneen osien symboleita lisää, kuten esimerkiksi jenkki sylinteri. Perälaatikosta täytyisi tehdä myös useampi versio, sillä on olemassa kaksi tai kolme perälaatikollisia koneita. Esimerkiksi kartonkikoneissa on monesti useampia perälaatikoita, sillä jokaiselle kerrokselle on oma perälaatikko. Jatkokehityksenä voisi lisätä myös perälaatikon symboliin samanlainen "shape data" -tekstitiedosto, jonka sisälle voitaisiin lisätä esimerkiksi toimilaitte ja toimilaitemäärät, jos asiakkaalla on esimerkiksi jokin laimennusventtiilien säätölaite. Lisäksi huulilistan säätölaite voitaisiin lisätä perälaatikon symboliin.

8.2 Säädot

Seuraavaksi CD-säätöihin tulisi kehittää myös omat säädot, sillä ne ovat hyvin olennainen osa säätökuvauksia. Lisäksi tarkoitus olisi kehittää esimerkiksi MPC-säätöjen symbolia lisää, jotta siihen saisi enemmän sisältöä ja ulkonäköä pitäisi

myös vähän parantaa. Muihinkin säätösymboleihin voitaisiin lisätä enemmän säätömahdollisuuksia.

LÄHTEET

Valmet. 2023. Valmet lyhyesti. Luettu 13.2.2023.

<https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/>

Valmet. 2023. Valmet lyhyesti. Automaatiojärjestelmät. Luettu 13.2.2023.

<https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/automaatio/>

Valmet. 2023. Sijoittajat. Valmet sijoituskohteena. Liiketoimintalinjat. Automaatiojärjestelmät. Luettu 13.2.2023.

<https://www.valmet.com/fi/sijoittajat/valmet-sijoituskohteena/liiketoimintalinjat/automaatio/>

Valmet. 2023. Automation. Quality Management. Luettu 14.2.2023.

<https://www.valmet.com/automation/quality-management/>

Valmet. 2023. Automation. Quality Management. Quality Control System (QCS). Luettu 14.2.2023.

<https://www.valmet.com/automation/quality-management/quality-control-system-qcs/>

Valmet. 2023. Automation. Quality Management. Quality Control System (QCS). Controls & Applications. Luettu 14.2.2023.

<https://www.valmet.com/automation/quality-management/quality-control-system-qcs/controls-applications/>

Valmet. 2023. Automation. Quality Management. Quality Control System (QCS). Measurements. Luettu 14.2.2023.

<https://www.valmet.com/automation/quality-management/quality-control-system-qcs/measurements/>

Valmet. 2023. Automation. Quality Management. Quality Control System (QCS). Scanners. Luettu 14.2.2023.

<https://www.valmet.com/automation/quality-management/quality-control-system-qcs/scanners/>

Valmet Automation Oy. 2016. Valmet IQ Sensor Head Installation Manual. Revisio 1. Sisäinen materiaali. Luettu 14.2.2023.

Valmet. 2023. Automation. Quality Management. Profilers. Luettu 20.2.2023.

<https://www.valmet.com/automation/quality-management/profilers/>

Valmet. 2023. Automation. Quality Management. Profilers. Dilution Profiler.

Luettu 20.2.2023. <https://www.valmet.com/automation/quality-management/profilers/dilution-profiler/>

Valmet. 2023. Automation. Quality Management. Profilers. Slice Profiler. Luettu

20.2.2023. <https://www.valmet.com/automation/quality-management/profilers/slice-profiler/>

Valmet. 2023. Automation. Quality Management. Profilers. Induction Profiler. Luettu 20.2.2023. <https://www.valmet.com/automation/quality-management/profilers/induction-profiler/>

Valmet. 2023. Automation. Quality Management. Profilers. Steam Profiler. Luettu 20.2.2023. <https://www.valmet.com/automation/quality-management/profilers/steam-profiler/>

Valmet. 2023. Automation. Quality Management. Profilers. Moisturizer. Luettu 20.2.2023. <https://www.valmet.com/automation/quality-management/profilers/moisturizer/>

Valmet. 2023. Automation. Quality Management. Profilers. Coat Weight Profiler. Luettu 20.2.2023. <https://www.valmet.com/automation/quality-management/profilers/coat-weight-profiler/>

Valmet Automation. N.D. Valmet IQ Module 1: Scanners. Sisäinen koulutusmateriaali. Luettu 14.2.2023.

Valmet Automation. N.D. Valmet IQ Module 2: Sensors. Sisäinen koulutusmateriaali. Luettu 14.2.2023.

Valmet Automation. N.D. Valmet IQ Module 10: Profilers. Sisäinen koulutusmateriaali. Luettu 20.2.2023.

Valmet Automation. N.D. Valmet IQ PQV – Module 0. Sisäinen koulutusmateriaali. Luettu 24.2.2023.

Valmet Automation. N.D. Valmet IQ MD Controls. Sisäinen koulutusmateriaali. Luettu 11.11.2023.

Valmet Automation. N.D. Valmet IQ CD Controls. Sisäinen koulutusmateriaali. Luettu 11.11.2023.

Lucidchart. N.D. Lucidchart. What is Microsoft Visio. Luettu 2.3.2023. <https://www.lucidchart.com/pages/what-is-microsoft-visio>

Microsoft. N.D. Microsoft. Support. Office. Compare Visio versions and features. Luettu 2.3.2023. <https://support.microsoft.com/en-us/office/compare-visio-versions-and-features-c659cbc1-34c7-42d8-92e6-80c87fb572a7#OfficeVersion=Perpetual>

Valmet Automation Oy. 2021. Network Designer -käyttöohje. Revisio 1. Sisäinen materiaali. Luettu 13.2.2023.