

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikan koulutusohjelma / Automaatio- ja prosessitekniikka

Timo Leino

Toimintamalli kuitulinjan automaation perussuunnittelun toimintakaavioiden
tietokantapohjaiseen tuottamiseen

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikan koulutusohjelma

LEINO, TIMO

Toimintamalli kuitulinjan automaation perussuunnittelun toimintakaavioiden tietokantapohjaiseen tuottamiseen

Opinnäytetyö

34 sivua

Työn ohjaaja

Yliopettaja Merja Mäkelä

Toimeksiantaja

Andritz Oy

Toukokuu 2012

Avainsanat

Comos, automaatio, perussuunnittelu, toimintakaavio

Automaatiosuunnittelussa käytetään toimintakaavioita piirien toiminnan määrittämiseen. Piirit voivat olla esimerkiksi mittaus-, säätö- ja ohjauspiirejä. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli mallintaa sellutehtaan kuitulinjan automaation toimintakaavioiden siirtäminen projektista nollapohjaksi. Nollapohjat ovat yleiskäyttöisiä projekteista koottuja tietokantoja. Niitä käytetään automaation kehittämisessä sekä perustana, josta uusia projekteja voi helposti ja nopeasti lähteä toteuttamaan. Andritzilla on käytössä Siemensin Comos-suunnitteluohjelmisto, jolla muun muassa suoritetaan projektien prosessi- ja automaatiosuunnittelu.

Työ suoritettiin keräämällä toteutetuista projekteista automaation toimintakaavioita ja kopiaamalla ne tarkoitusta varten luotuun kansioon. Toimintakaavioiden siirron jälkeen niihin tehtiin korjauksia poistamalla viittauksia alkuperäisdokumentteihin sekä lisäämällä informaatiota lisääviä asioita. Työssä vaadittiin automaation, Comos-ohjelman ja sellunkeittoprosessin tuntemusta.

Työn tuloksena kaikki keittoprosessialueen toimintakaaviot saatiin mallinnettua ja niihin tehtiin ennalta määritellyt korjaukset. Keittoprosessialueen lisäksi työssä mallinnettiin massan pesu- ja valkaisu vaiheiden toimintakaavioita.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Energy Engineering

LEINO, TIMO

Operating model for data-based generation of function block diagrams in basic design of fiber line automation

Bachelor's Thesis

34 pages

Supervisor

Merja Mäkelä, Principal Lecturer

Commissioned by

Andritz Oy

May 2012

Keywords

Comos, automation, basic design, function block diagram

The purpose of this study was to model the moving of the function block diagrams of the pulp mill's fiber line automation projects to templates. Templates are used in the development of automation and as a basis for new projects. They provide a quick and easy start for the implementation of a new project. Andritz has enabled Siemens Comos design software for carrying out project process and automation design.

The study was conducted by collecting implemented automation function block diagrams of projects and copying them to specified folder. After the function block diagrams were transferred, some modifications were made by removing the references to the original documents, and by adding required information to the diagrams. The work required sufficient knowledge of automation, the Comos program and pulp manufacturing processes.

As a result, all of the process area Cooking function block diagrams were modeled and were subject to pre-set adjustments.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO	5
2 ANDRITZ AG	7
3 KUITULINJA	8
4 AUTOMAATIOPROJEKTI	11
4.1 Automaatiojärjestelmä	13
4.2 Automaation suunnitteluprosessi	15
5 COMOS-SUUNNITTELUOHJELMISTO	20
5.1 Toimintakaavioiden luominen	22
5.2 Template-mallinnus	28
5.3 Johtopäätökset	32
6 YHTEENVETO	33
LÄHTEET	34

1 JOHDANTO

Monimutkaistuvat teollisuuden järjestelmät asettavat automaation laatu- ja turvallisuusvaatimukset uudelle tasolle. Investoinnit ovat pitkälle tulevaisuuteen sidottuja yksiköiden koon kasvaessa ja aiheuttavat toimittajille uudenlaisia haasteita kokonaisuuksien hallitsemiseksi. Asiakkaat ostavat tuotantolaitteiden mukana toimintoja, palveluita ja kapasiteettia. Projektien nopea toteutusaikataulu aiheuttaa odotuksia myös suunnitteludokumenttien saatavuudelle monen osa-alueen suunnittelun tapahtuessa rinnakkain ja samanaikaisesti. Andritz on itävaltalainen monialakonserni, joka valmistaa muun muassa kuitulinjoja asiakkaille ympäri maailmaa. Kuitulinjalla tarkoitetaan kemiallista massanvalmistusprosessia, jossa valmistetaan puuhakkeesta sellua. Sellua käytetään paperi- ja pakkausteollisuuden raaka-aineena. Suurimpien suunnitteilla olevien sellutehtaiden kapasiteetti on lähes 1,5 miljoonaa tonnia vuodessa, mikä vastaa yli 4000 tonnin keskimääräistä vuorokausituotantoa. Andritzille sellutehtaan rakentaminen voi laajimmillaan sisältää täydellisen toimituskokonaisuuden käsittäen laite-, sähköistys-, instrumentti- ja automaatiojärjestelmän.

Kuitulinjan automaatiojärjestelmä on laaja kokonaisuus, jonka avulla hallitaan keitto- ja valkaisuprosesseja sekä niihin liittyviä osaprosesseja. Automaatiojärjestelmän peruseräteenä on välittää mittalaitteilta saatu mittausviesti lähettimin varsinaiseen säätöjärjestelmään, jonka yleensä loogisten toimintakriteerien perusteella saatu ohjausviesti välitetään edelleen prosessitoimilaitteille. Prosessiautomaatiojärjestelmät koostuvat nykyisin useista kymmenistä tehtäviinsä erikoistuneista tietokoneista, jotka on kytketty toisiinsa erityyppisten verkkojen välityksellä. Toimintakaavio kuuluu olennaisena osana automaatiojärjestelmään ja se sisältää tarkan kuvauksen kunkin piirin operaatioista ja sen kytkennöistä muihin piireihin.

Uudet teollisuusprojektit perustuvat yleensä jo toteutettuihin kokonaisuuksiin, joista hyödynnetään uuteen projektiin kelpaavia sovelluksia ja muokataan niitä sellaisiksi, että ne vastaavat uutta, kehitettyä toimintoa. Tämä pätee myös automaatioprojekteihin, joissa uudet sovellukset toteutetaan usein kehittämällä toimiviksi todettuja ratkaisuja nykyaikaisemmiksi, taloudellisemmiksi ja entistä paremmin asiakkaan tarpeita vastaaviksi. Perinteisesti ratkaisut ovat haettu useista projekteista erikseen eikä koottuja dokumenttien tietokantoja ole useinkaan käytetty. Andritzilla automaatio suunnittelua tehdään omilla automaatio-osastoilla. Suuremmissa projekteissa käytetään lisäksi alihankkijoita. Tämän työn tarkoituksena on kuvata Comos-suunnitteluohjelmistolla tapahtuvan kuitulinjan perusautomaation toimintakaavioiden siirron ja muokkaamisen toteutetuista projekteista ns. nollapohjiksi (*template*). Toimintakaavioiden tietokantaa käytetään perustana, joista projektikohtaista sovellussuunnittelua lähdetään toteuttamaan.

2 ANDRITZ AG

Andritzin voidaan sanoa saaneen alkunsa vuonna 1811, kun unkarilainen yrittäjä Josef Körösi perusti yrityksen Andritz -nimiseen esikaupunkiin Grazissa. Toiminnan laajentuessa 1852 Körösi nimesi yrityksen Maschinenfabrik Andritziksi. Muutaman vuoden kuluessa valikoimaa laajennettiin suuriin tuotteisiin kuten nostureihin, pumppuihin ja vesiturbiineihin. Kymmenen vuoden kuluttua Andritzin konepaja työllisti 600 henkilöä ja vuosikymmen myöhemmin jo 1300 henkilöä. Tuotevalikoimaan kuuluivat tuolloin myös sillat, höyrykoneet ja kaivoslaitteet.

Vaihtelevan menestyksen ja kahden maailmansodan jälkeen Andritz laajensi toimintaa paperikoneisiin, joita rakennettiin yhteistyössä sveitsiläisen Escher-Wyss -yhtiön kanssa. 1980-luvun öljykriisi hiljensi kehitystä muutamaksi vuodeksi ja tuotantoa supistettiin. Vuosikymmenen lopulla toiminta oli jälleen voitollista ja yritys myytiin frankfurtalaiselle sijoitusyhtiö AGIV AG:lle. Tämä aloitti Andritzin aktiivisen aikakauden yritysostoissa ja hankki omistukseensa useita konepajatuotteita valmistavia yrityksiä. 1990-luvun lopussa omistuspohjaa muutettiin jälleen, kun AGIV myi osakkeensa konsortiolle, jonka muodostivat useat sijoitusyhtiöt, sen aikainen pääjohtaja ja johtokunta. Vuonna 2000 Andritz hankki omistukseensa 50 % Ahlstrom Machinerystä ja vuotta myöhemmin loput 50 %. Andritzista oli tullut globaali laitetoimittaja massojen kuitulinjoille ja kemikaalien talteenottolaitoksille. (1.)

Andritzin tytäryhtiönä suomalainen Andritz Oy on yksi maailman suurimmista sellu- ja paperiteollisuuden laitteiden, järjestelmien ja palvelujen toimittajista. Tuotealueita ovat puunkäsittely, kuituprosessit, kemikaalien talteenotto, voimakattilat ja massankäsittely. Andritzin liikevaihto on noin 300 miljoonaa euroa, ja henkilökuntaa sillä on noin 1000. Toimipaikat sijaitsevat Kotkassa, Savonlinnassa, Varkaudessa, Hollolassa ja Tampereella. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Helsingissä. (2.)

väksi esimerkiksi sellutehtaaseen integroidussa paperitehtaassa. Lisäksi suoritetaan keittokemikaalien talteenotto uuden valkolipeän valmistamiseksi. Sellu koostuu suurimmalta osaltaan selluloosasta, hemiselluloosasta ja ligniinistä, joka toimii kuitujen sidosaineena. Kuitulinjalla pyritään poistamaan ligniini joko osittain (ruskea sellu) tai lähes kokonaan, jolloin massan valkaisu-prosessissa jatketaan ligniinin poistoa ja lopputuotteena saadaan halutun vaaleusasteen sellua.

Korkeavaaleuksinen sellu vaatii monivaiheisen valkaisu-prosessin, jossa kemiallisten reaktioiden ja olosuhteiden hallinnalla on suuri merkitys lopputuotteen laadun kannalta. Nykyaikaisen täysvalkaistua sellua valmistavan kuitulinjan valkaisu-prosessi voi olla viisi-kuusivaiheinen valkaisu-kemikaaleista, lopputuotteen kriteereistä ja vaaleustavoitteesta riippuen. Sellusta voidaan edelleen valmistaa paperia ja kartonkia. Markkinasellua valmistava kuitulinja sisältää lisäksi sellunkuivauskooneen, jossa sellusta kuivataan sellupaaleja.

Kuitulinjojen kehittyessä niiden koko ja prosessin kytkentöjen monimutkaisuus on kasvanut merkittävästi. Lisäksi ympäristönormien ja lupa-ehdojen tiukentuminen on lisännyt automaatiota. Näiden seurauksena automaation osuus tuotantoprosessin hallitsemiseksi, sekä sellun laadun takaamiseksi on merkittävämmässä asemassa kuin aiemmin.

Andritz on globaalisesti yksi sellutehdasteollisuuden avainyrityksiä, ja viime vuosina sen voimakas kasvustrategia on ollut tuloksellista. Sen toiminnan voidaan katsoa olevan passiivista 1990-luvun alkuun asti, kunnes alkoi keskittyminen sellutoimialaan ja liiketoiminnan aggressiivinen kehittäminen. Vuonna 2000 Andritz otti suuren riskin ja osti puolet lähes itsensä kokoisesta kilpailijastaan Ahlströmistä. Ostoslistalla on ollut monia pienempiä selluliiketoimintaan liittyviä laite- ja kunnossapitovalmistajia. Andritzin kattava arvoketju on ollut sen vahvuus asiakkaiden siirtyessä enemmän kokonaisten sellutehtaiden hankintaan ja kui-

tudivisioonan osuus yhtiön liikevaihdosta onkin noussut merkittävästi.

(4.)



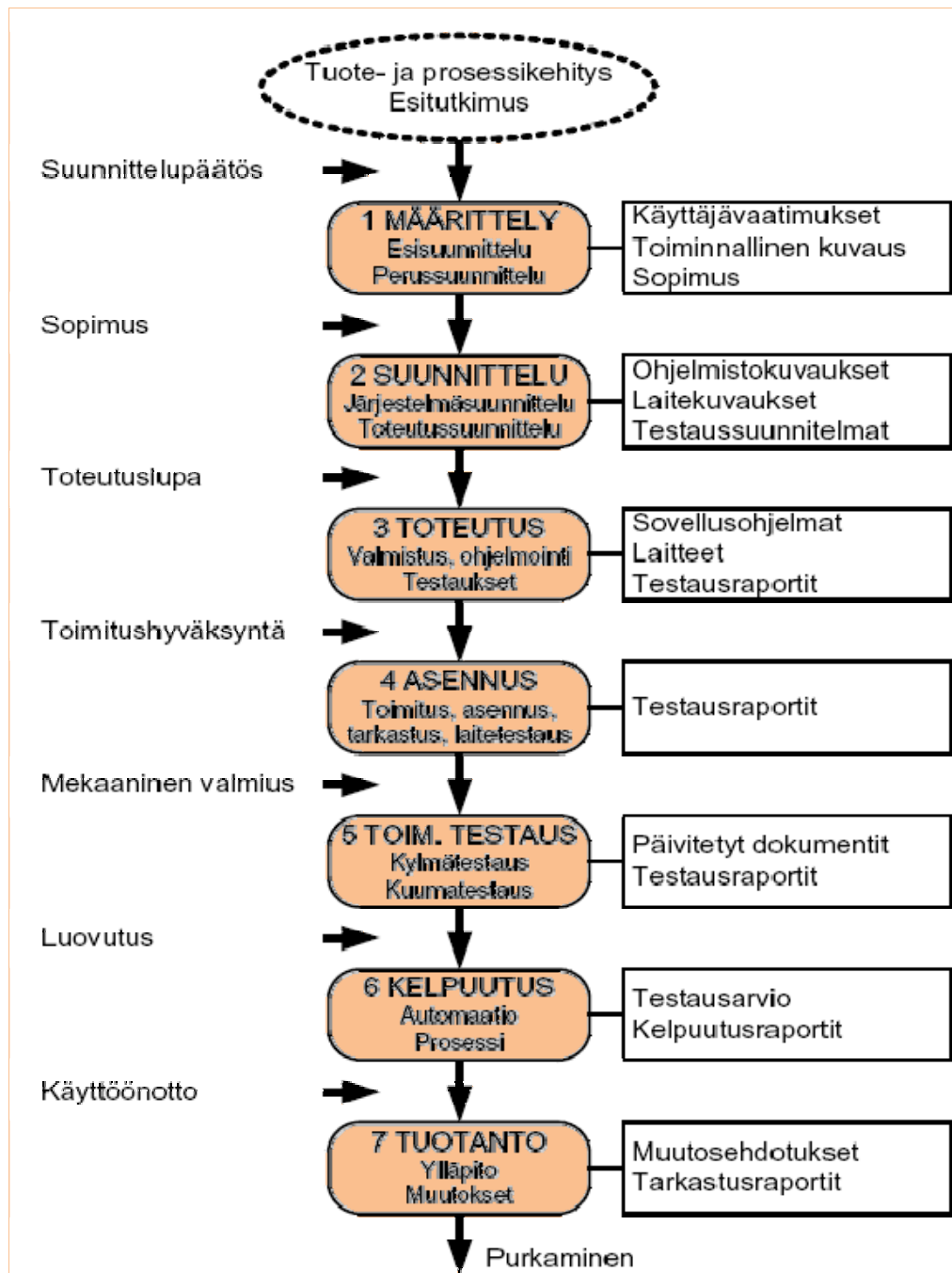
Kuva 2 Andritzin toimittaman UPM Uruguayn tehtaan kuitulinja

4 AUTOMAATIOPROJEKTI

Automaatioprojektin tarkoitus on tuottaa tehtaan automaatiojärjestelmän toteuttamiseen, käyttämiseen ja ylläpitoon tarvittavat tiedot sekä toteuttaa itse järjestelmä. Automaatiosuunnittelu on yleensä monitasoinen kokonaisuus ja sitä voidaan tarkastella useasta eri näkökulmasta ja tarkkuustasolta. Suunnittelukokonaisuuden johtaminen on projektipäällikön vastuulla. Hänen toimenkuvansa poikkeaa esimerkiksi automaatiosuunnittelijan tehtävistä. Suunnitteluprojekteja voidaan kuvata esimerkiksi elinkaarimalleilla, jotka jakavat prosessin erilaisten tehtävien sarjaksi tietylle ajanjaksolle. Suunnitteluprosessin ylimmällä tasolla on suunnitteluliiketoiminnan taso, jossa tarkastellaan liiketoiminnan kannattavuutta, jatkuvuutta ja kehitystä. Ylimmälle tasolle kuuluvat organisaatioiden, asiakkuuksien, alihankintaketjujen sekä projektitoiminnan kannattavuuden hallinta. Keskimmäisenä on projektihallinnan taso, jossa tarkastellaan yksittäistä projektia, sen aikataulua ja hallintaa. Alimmalle tasolle kuuluvat yksittäiset suunnitteluun liittyvät tehtävät kuten suunnittelijoiden henkilökohtaiset työskentelytavat. (5.)

Asiakkaan automaatioprojektin toteutus noudattaa yleensä kuvan 2 elinkaaren vaiheita siten, että automaatioprojektit ovat osana suurempaa toimitusprojektia, jota johtaa projektiin nimetty päällikkö. Projekti-päällikön alaisuudessa toimivat osastojen vetäjät, jotka vastaavat omien osastojensa suunnittelusta ja toteutukseen tarvittavista voimavaroista. Ajankohta, jolloin Andritz liittyy asiakkaan projektiin, vaihtelee riippuen toteutuksen laajuudesta ja johtamisesta. Asiakas suorittaa esisuunnittelun yleensä itse tai tilaa sen ulkopuoliselta konsultilta. Mahdollisen investointipäätöksen jälkeen alkaa suunnittelutehtävään liittyvä yhteistyö toimittajien, kuten esimerkiksi Andritzin kanssa. Projekteissa ovat mukana Andritzin omat projekti-insinöörit sekä tarvittava määrä alihankkijoiden suunnittelijoita. Käytännössä asiakkaaseen ollaan yhteydessä lähes kaikissa elinkaaren vaiheissa, ja alussa yhteydenpito käsittää

suunnittelupalavereita, ajotapaneuvotteluita ja suunnitteludokumentteja koskevaa tiedonvaihtoa. Myöhemmin mukaan tulee automaatiojärjestelmän toimittaja, jonka kanssa tehdään automaatiosuunnittelun pohjalta lopullinen järjestelmän konfigurointi.



Kuva 3 Automaatioprojektin elinkaaren vaiheet (5)

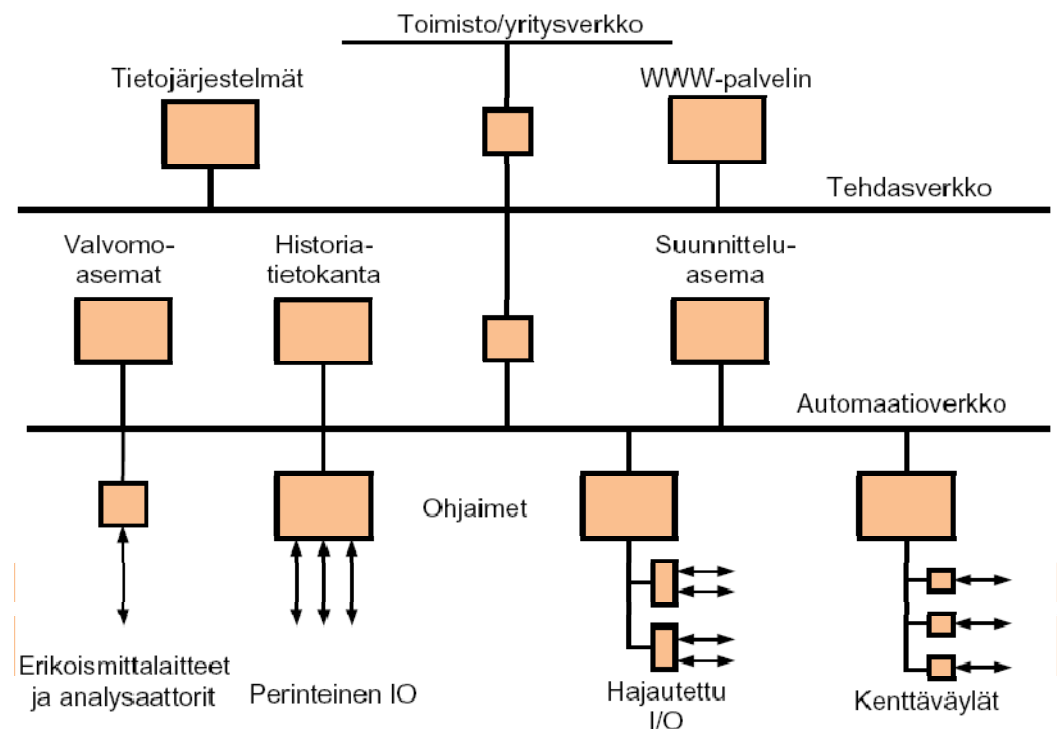
Tämän lopputyön aihe ajoittuu elinkaaren alkuvaiheeseen, jossa tapahtuu automaation perussuunnittelu. Projektikohtaiset toimintakaavioiden ominaisuudet lisätään myöhemmin toteutussuunnitteluvaiheessa prosessin yksityiskohtien täsmentyessä.

4.1 Automaatiojärjestelmä

Teollisuusautomaatiolla tarkoitetaan yleensä lyhyesti ilmaistuna teollisuuslaitoksissa sovellettua automaatiota ja siihen liittyviä tiedonsiirtoja, kuten kuvasta 3 ilmenee. Kysymyksessä on erilaisten tuotantolaitosten automatisointiin käytetty tekniikka, joka fyysisesti koostuu instrumentoinnista, kuten mittalaitteista, toimilaitteista ja tietokonepohjaisista automaatiojärjestelmistä. Lisäksi siihen liittyvät olennaisena osana ohjelmistot ja niihin sisällytetyt menetelmät, joita taas ovat esimerkiksi loogiset operaatiot ja päättely, säätötekniikka, suodatus, visualisointi ja vika diagnostiikka. Automaatiojärjestelmä kytkeytyy antureiden ja toimilaitteiden kautta tehtaan prosessijärjestelmiin ja hallitsee niiden kautta tuotteiden valmistusprosessia. Nykyisin lähes kaikki toimilaitteet ovat jonkin asteisia tietokoneita, jotka on yhdistetty toisiinsa langallisella tai langattomalla tiedonsiirrolla. Toimintojen integraatio edellyttää, että automaatiojärjestelmä liitetään tehtaan tietojärjestelmiin, kuten valmistuksen ohjaukseen (Manufacturing Execution System, MES) ja toiminnanohjaukseen (Enterprise Resource Planning, ERP).

Suuremmissa automaatiojärjestelmissä kaksi merkittävää osakokonaisuutta ovat normaaliin toimintaan liittyvä hajautettu säätöjärjestelmä (Distributed Control System, DCS) sekä erillinen turvallisuuteen liittyvä järjestelmä (TLJ tai Security Related System, SRS). Turvallisuuteen liittyvien järjestelmien tarkoituksena on virheellisen toiminnon tai laitteiston rikkoutumisen seurauksena viedä prosessi automaattisesti turvalliseen tilaan riippumatta pääjärjestelmän toiminnasta ja toteuttaa sille ennalta määritellyt turvatoiminnot. (5.)

Hajautettuun säätöjärjestelmään on yhteydessä muita järjestelmiä, jotka yleensä hoitavat toimintoja pienemmässä mittakaavassa. Näitä voivat olla ohjelmitava logiikka (Programmable Logic Control, PLC) ja erilaiset muut järjestelmät, jotka ovat kiinteä osa jotakin laitteistoa kuten laitteiden hydraulikkajärjestelmät. Ohjelmitavalla logiikalla voidaan esimerkiksi toteuttaa suurempaan kokonaisuuteen kuuluva valmistusvaihe, jota ei katsota tarpeelliseksi ohjelmoida DCS-järjestelmään vaan ainoastaan heräte ja logiikan valvontatoiminnot on mahdollisesti liitetty siihen. Automaatiojärjestelmän toimittajan valinnan suorittaa yleensä asiakas omien kriteeriensä perusteella, jotka voivat olla taloudellisiin tai kokemusperäisiin asioihin liittyviä.

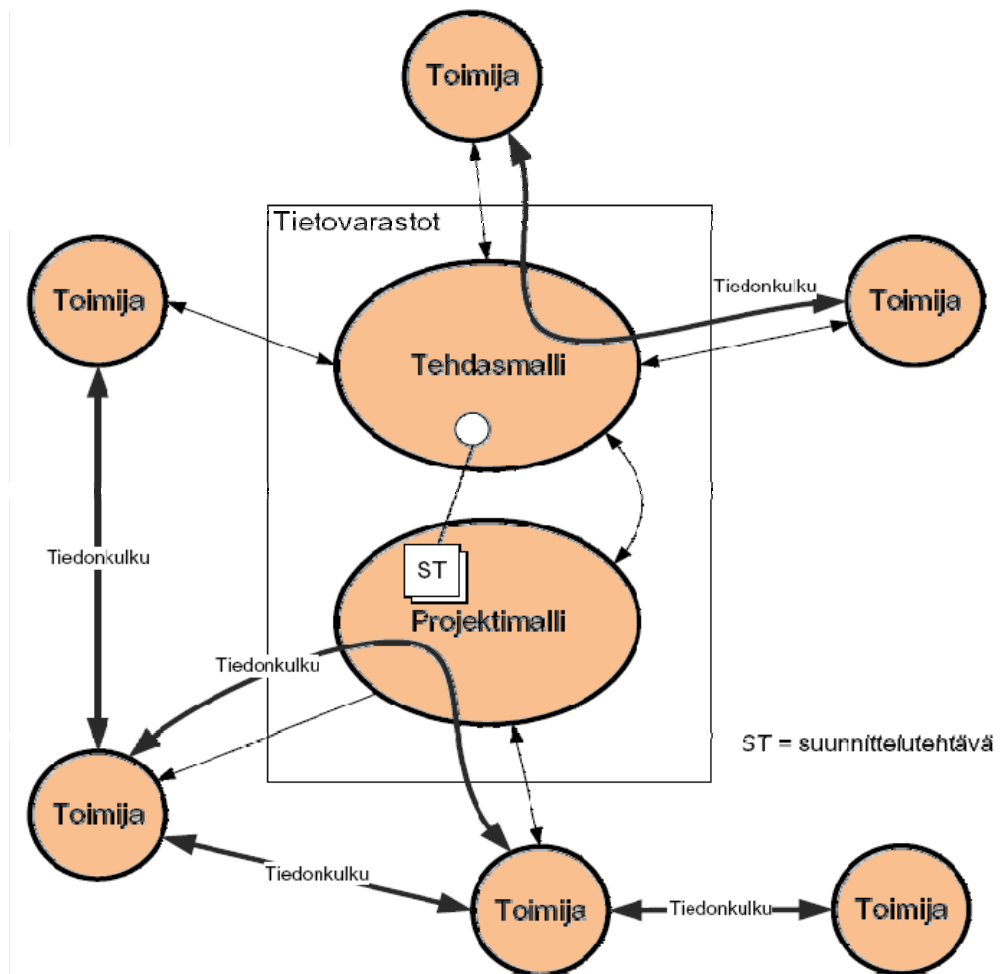


Kuva 4 Tehtaan tietojärjestelmän rakenne (5)

4.2 Automaation suunnitteluprosessi

Suunnittelun voidaan katsoa olevan uuden informaation luomista olemassa olevan ja muualta saadun tiedon perusteella. Suunnittelutyö on jo lähes siirtynyt dokumenttipohjaisesta suunnittelusta kohti verkottunutta toimintamallia, jossa tietosisältö koskee useaa osapuolta ja on näiden päivitettävissä. Työ on muuttumassa myös globaalimmaksi ja samaa projektia voidaan suunnitella useassa maassa. Tiedonhallinnan ja itse suunnittelutyön ollessa suunnitteluliiketoiminnan ydinasia, on tärkeää, että sille luodaan parhaat mahdolliset edellytykset. (5.)

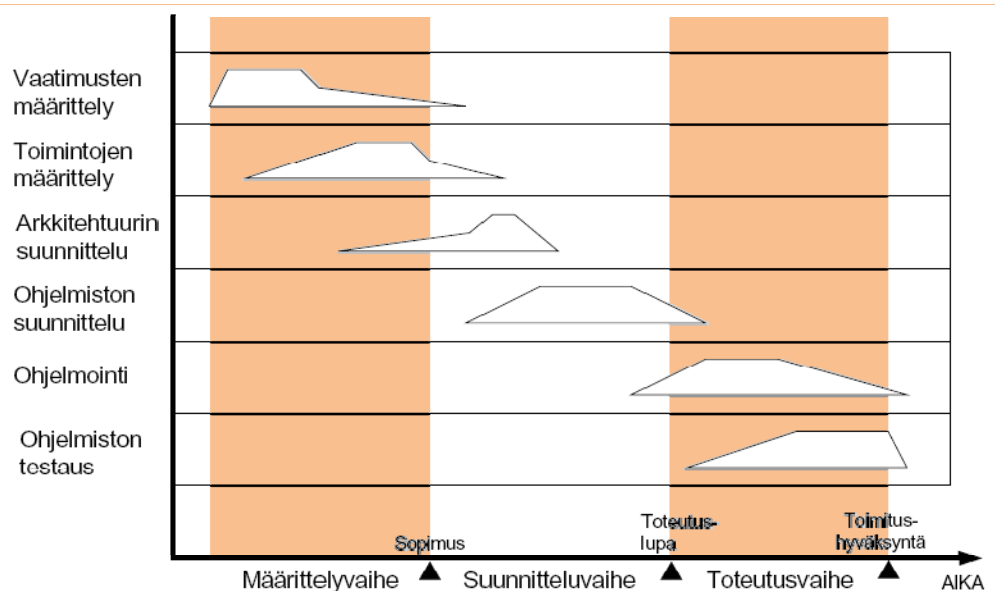
Suunnitteluprosessissa lähdetään liikkeelle asiakkaan ja loppukäyttäjän tarpeista ja luodaan näiden tietojen pohjalta sopivimmat toteutustavat projektimallin mukaisesti (kuva 5).



Kuva 5 Suunnittelutehtävän tiedonkulkumalli (5)

Projektimalli on joukko dokumentteja, jotka määrittävät suunniteltavan kohteen. Projektimalli on tehdasmallin ohella projektin keskeisiä suunnittelutiedon varastoja ja ne kytkeytyvät läheisesti toisiinsa. Projektimalli sisältää esimerkiksi tiedot suunnitteluorganisaatiosta, tehtävistä ja menettelyistä. Projektimalli liittyy suunniteltavaan kohteeseen siten, että se voi olla esimerkiksi jokin toiminnallinen osakokonaisuus siitä. Tehdasmalliksi voidaan kutsua kaikille suunnittelijoille yhteistä tietokantaa, josta projektin asiakirjoja voidaan tuottaa. Se sisältää laaja-alaisen prosessin ja automaation toimintojen kuvauksen, mutta myös niiden yksityiskohdat. (5.)

Projektin onnistumisen kannalta on tärkeää, että suunnitteluprosessissa asiat tehdään oikeassa järjestyksessä. Prosessi voidaan jakaa elinkaarimallin mukaisesti pienempiin osiin (kuva 6). Jokaisen osa-alueen tehtävää, toimintaa ja laitekuvausta tarkentamalla edetään kohti lopullista päämäärää. Suunnittelun lisäksi projektiin kuuluu suunnittelun ylemmän tason tehtäviä, joilla hallinnoidaan suunnittelua ja luodaan toimintaedellytykset suunnittelulle ja sen kehitykselle. Projektin edistymiselle määritetään mittaustavat ja tietyissä virstanpylväissä tehtävät päätökset määrittävät ja luovat suunnan jatkotoimille. Esimerkiksi esisuunnittelun jälkeen alustavan kustannusarvion perusteella on tehtävä päätös investoinnin kannattavuudesta, jotta suunnitteluprosessissa voidaan edetä perussuunnitteluun. Esisuunnittelun tuloksena saatavan tiedon pitää sisältää myös projektiin liittyvät riski- ja turvallisuustekijät. Yleensä perussuunnitteluvaiheessa päätetään toteutuksen kokonaisarkkitehtuurista, jota täsmennetään toteutussuunnitteluvaiheessa. (5.)

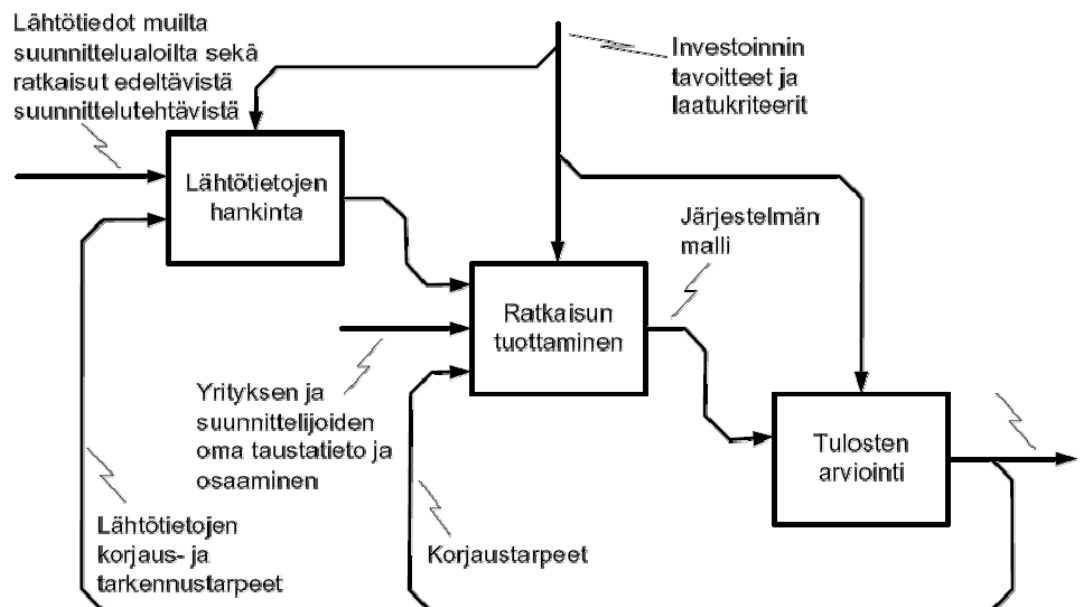


Kuva 6 Esimerkki suunnittelun sisällöstä elinkaaren eri vaiheissa (5)

Laitteistoa koskevia lähtötietoja ovat mm. IO-lukumäärät, säätöpiirien ja erilaisten näyttöjen lukumäärät sekä mitta- ja toimilaitteiden mitoitus-tiedot, jotka kaikki täsmentyvät suunnitteluprosessin edetessä kohti lopul-

lista versiota. Uusissa laitoksissa lähtötiedot syntyvät yleensä prosessisuunnittelun tuloksena, ellei mallina voida käyttää jo olemassa olevaa samankaltaista prosessia. Projektin kunkin osa-alueen suunnittelut etenevät omassa tahdissaan, mutta esimerkiksi automaatio-suunnittelu on vahvasti sidoksissa prosessisuunnittelun aikatauluun. Suunnittelun tulos syntyy lähtötietojen sekä suunnittelijalla jo olemassa olevan tiedon ja kokemuksen perusteella (kuva 7).

On myös muistettava, että kehittyneelläkään automaatiojärjestelmällä ei pystytä korjaamaan prosessissa olevia virheitä tai puutteita. Ajotapakeskustelut liittyvät olennaisena osana suunnittelun etenemiseen, tietojen ja toimintojen tarkentamiseen. Perussuunnittelun päätyttyä hyväksytysti voidaan siirtyä toteutussuunnitteluvaiheeseen, jossa automaatio-suunnittelija ja automaatiotoimittaja alkavat toteuttaa järjestelmää suunnittelun mukaiseksi. Toteutussuunnittelu tapahtuu tiiviissä yhteistyössä prosessisuunnittelijoiden kanssa. (5.)



Kuva 7 Suunnittelutehtävän rakenne (5)

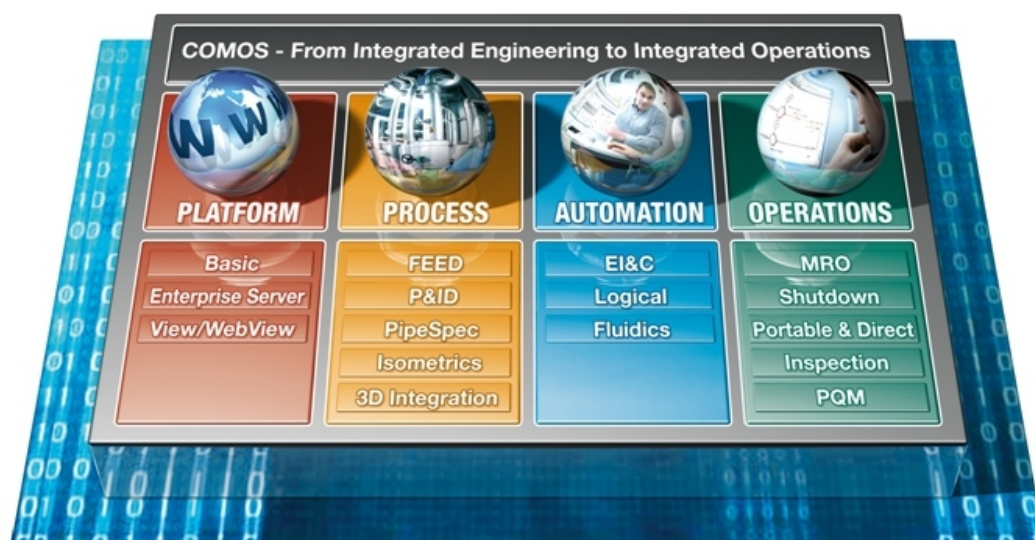
Ohjelmistoteknisessä mielessä tarkoituksena on, että syntyvä toteutusmalli olisi mahdollisimman riippumaton käytettävästä toteutustekniikasta ja että se olisi lähellä perussuunnittelun tulosta. Tällöin perussuunnittelua voidaan pitää laadukkaana eikä aikaa kulu muutosten tekemiseen. Toiminnallisia yksityiskohtia korjataan tarpeen mukaan projektin edetessä. Tehdastestit (Factory Acceptance Test, FAT) painottuvat järjestelmän toiminnallisuuden testaamiseen, jossa käyttäjät ovat merkittävässä roolissa lopullisen käyttöönoton onnistumiseksi. Testausvaiheen tarkoituksena on varmistaa, että ohjelmisto ja laitteet on koottu oikein, sekä osoittaa asiakkaalle, että järjestelmäkokonaisuus toimii määritellyllä tavalla. Asennus ja lopullinen toiminnallisuuden testaus sekä käyttöönotto ovat erittäin tärkeitä vaiheita painottuen operaattoreiden ja kunnossapidon koulutukseen. (5.)

5 COMOS-SUUNNITTELUOHJELMISTO

Comos on kokonaisvaltainen, olio-ohjelmointiin perustuva ohjelmistoratkaisu laitteiden ja laitosten suunnitteluun ja elinkaaren hallintaan. Vuonna 1991 alkunsa saanut Innotec, nykyisin Siemens AG:n tytäryhtiönä toimiva Comos Industry Solutions GmbH tarjoaa eri alojen vaatimukset täyttäviä ohjelmistoratkaisuja suunnittelutyölle, ja se on maailmanlaajuisesti käytössä yli 1000 asiakkaalla lähes kaikilla teollisuudenaloilla. Ensimmäisen kerran Comos otettiin Andritz Oy:ssä käyttöön vuonna 2009. Comoksen käyttö on Andritzilla laajentunut ja ohjelmiston kehitystyöhön ja päivitysten tekemiseen on varattu resursseja. Nykyisin on käytössä versio 9.1 ja kehitystyö uuden version käyttöönottamiseksi on käynnissä, lisäksi pienempiä päivityksiä tehdään tarpeen vaatiessa. Andritzin Suomessa sijaitsevien toimipisteiden yhteinen Comos-serveri sijaitsee Savonlinnassa. Comoksella on mahdollista tehdä muutoksia myös esimerkiksi Itävallan projektiin, vaikkakin ohjelman toiminta voi olla hieman erilainen johtuen erilaisista maa-asetuksista. Suunnittelutyön ja käyttäjämäärien lisääntymisen sekä suurten, tuhansia sivuja sisältävien projektidokumenttien käsittelyn takia ohjelmiston toiminnan varmistaminen on ensiarvoisen tärkeää eikä järjestelmän kaatumisia sallita. Andritz hankkii Comoksen käyttöön oikeuttavia lisenssejä suunnittelutyön aiheuttaman kuormituksen mukaan. Ohjelmiston kuormituksen vähentämiseksi dokumenttia ei kannata avata editointitilaan, ellei ole tekemässä siihen muutoksia vaan kannattaa lukea sitä *read only* -tilassa. (6.)

Comos koostuu kuvan 8 mukaisista tuoteryhmistä ja moduuleista, jotka toimivat yhteistyössä toistensa kanssa. Näin muutokset suunnittelussa päivittyvät automaattisesti kaikkiin dokumentteihin ja käytössä oleviin sovelluksiin. Keskitetyn tiedonhallinnan etuna on tiedonsiirtelyn väheneminen eri suunnittelualustojen välillä, jolloin riski tiedon muuttumisesta tai häviämisestä pienenee. Käytettävät moduulit valikoituvat kysees-

sä olevan käyttötarkoituksen, projektin ja sen tarpeiden mukaan, eikä niiden olemassaoloa normaalikäyttäjä huomaa. Olio-ohjelma koostuu yksittäisistä, muiden kanssa yhteistyössä toimivista ohjelmapätkistä eli olioista, kun taas perinteinen tietokoneohjelma on lista käskyjä. Jokainen olio suorittaa siihen ohjelmoitua tehtävää ja kommunikoi muiden kanssa ohjelmointinsa mukaisesti. Yhden olion ohjelmakoodi on verrattain lyhyt, joten se on helpompi omaksua ja ylläpitää. (6. 7.)



Kuva 8 Comos –ohjelmiston tuoteryhmät ja moduulit (6)

Basic-moduuli kuuluu Platform-tuoteryhmään ja se mahdollistaa muiden moduulien käytön. Se muodostaa perustan koko tehtaan tai laitteen elinkaaren käsittävälle tietojenhallintajärjestelmälle ja tarjoaa alustan jonka yllä muut moduulit toimivat. Platform-tuoteryhmään kuuluu tietokantaa palveleva serveri, jossa suunnittelussa käytettävä tieto sijaitsee. Basic-moduuli tarjoaa myös rajapinnan tiedonsiirtoon Comoksen ja muiden ohjelmien välillä. (6.)

Process-tuoteryhmässä sijaitsevilla P&ID-moduulilla voidaan luoda putkistojen ja instrumentoinnin kaavioita. Tiedonjaossa eri osastojen, kuten prosessisuunnittelu- ja automaatio-osastojen kesken, P&ID-dokumentti toimii keskeisessä asemassa tiedonsiirtäjänä prosessien luontivaiheessa. Comoksen käyttämä olio-tekniikka tekee mahdolliseksi eri käyttäjien työskennellä projekteissa omalla vastuualueellaan, koska putkisto-osiot, laitteet ja sähkö-, instrumentointi- ja säätötekniikka ovat määritelty omiin osioihinsa P&ID:ssä. Tällä tavoin myös suunnittelutyötä tulee tehokkaampaa. (6.)

Automation-tuoteryhmän Comos E&IC-moduuli on tehty sähkö-, instrumentointi- ja säätötekniikan suunnittelua ja dokumentointia varten. Se kattaa kaikki tarvittavat työkalut, sekä on tiiviisti yhteydessä P&ID-moduulin kanssa. (6.)

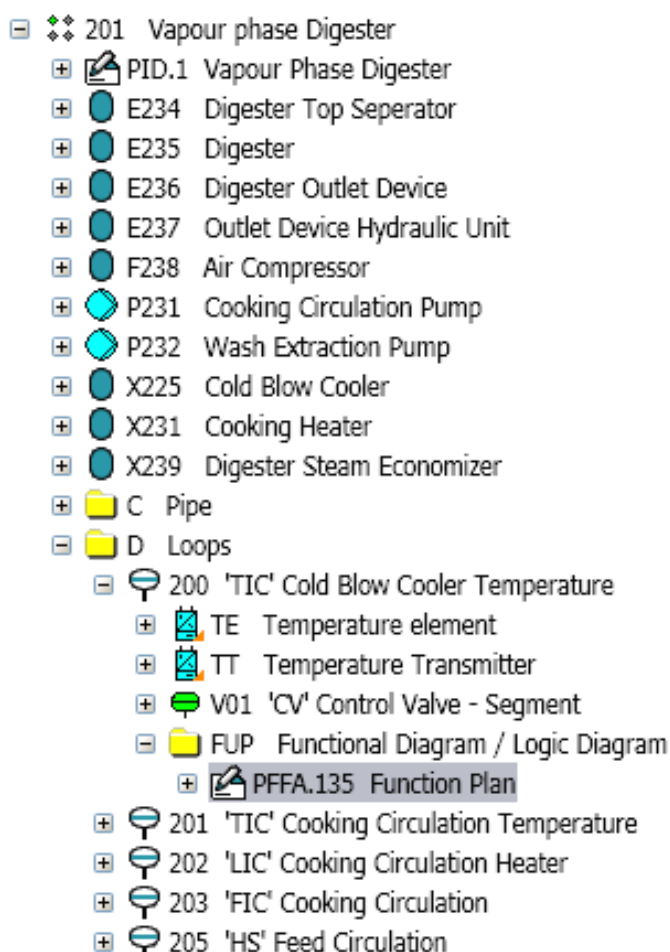
Comoksen Logical-moduulilla hallitaan automaatio-suunnittelun toimintakaavioiden suunnittelua, sekä laite- ja automaatio-signaalien käsittelyä. Se mahdollistaa signaalien yhdistämisen ja viittauksien tekemisen toisiin kaavioihin. Navigointi- ja kyselytoiminnoilla tietojen haku tai siirtyminen kaaviosta toiseen on selkeää. (6.)

5.1 Toimintakaavioiden luominen

Toimintakaavioiden toimintojen määrittelyt ovat yleensä automaatiotoimittajakohkaisia ja lopullinen toimintakaavio ulkonäkö riippuu automaatiojärjestelmästä. Automaatio-suunnittelun toimintakaaviot tehdään perus- ja sovellussuunnittelussa yleismaailmallisiksi, standardien mukaisiksi. Automaatiojärjestelmän toimittaja puolestaan konfiguroi saamansa suunnitteludokumentit omaan järjestelmäänsä sopiviksi. Päämääränä on että suunnittelijan tarkoittama toiminto toteutuu riippumatta automaatiojärjestelmän toimittajasta tai konfiguroinnin tekijästä. Siemensin Comos-ohjelmiston toimintakaaviot ovat toiminnoiltaan sellaisia että ne

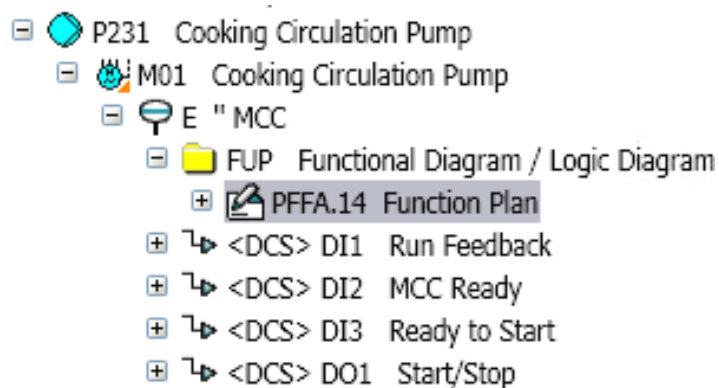
ovat sujuvasti konfiguroitavissa Siemensin automaatiojärjestelmiin. Konfigurointi muiden toimittajien järjestelmiin on työläämpi ja monimutkaisempi toimenpide.

Automaation toimintakaavio on lohkokaaavio, jossa toiminnot suoritetaan tulo- ja lähtöviestialueiden välissä. Toimintakaaviot sijaitsevat Comok- sessa tietyn prosessialueen alla omana hakemistonaan ja ne on jaettu piireittäin siten, että jokaisen piirin alla ovat kyseiseen piiriin kuuluvat instrumentit kuten mittalaitteet, toimilaitteet ja venttiilit. Toimintakaavion tunnuksena on PFFA.xxx



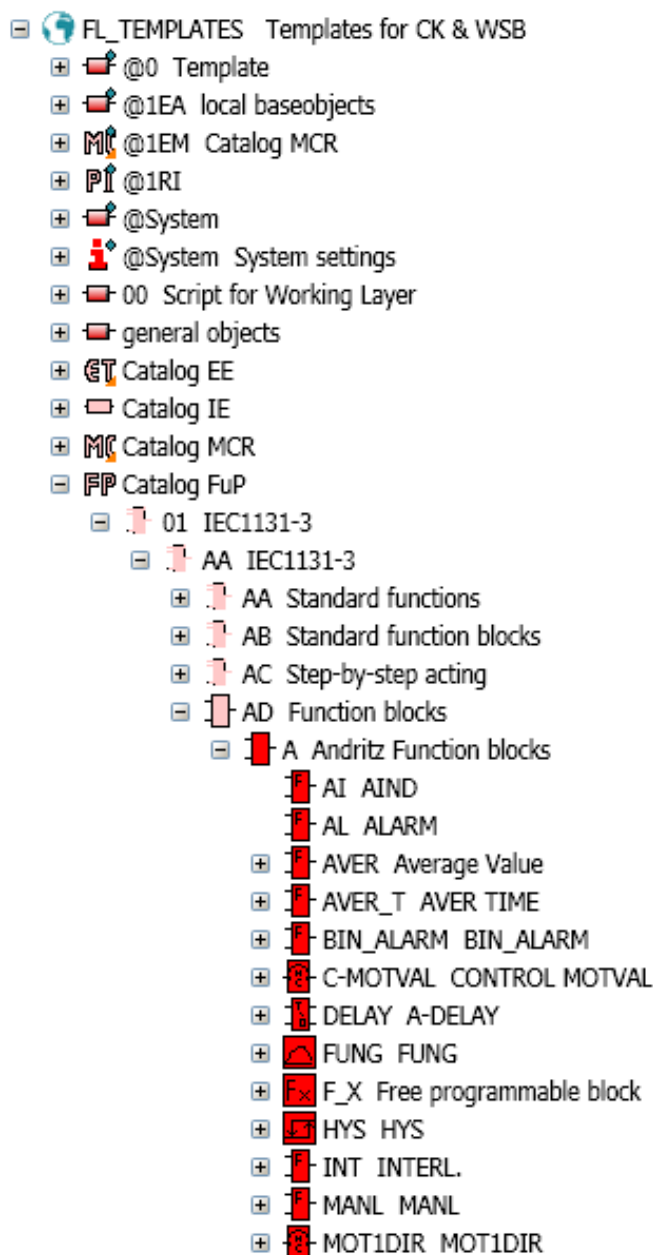
Kuva 9 Prosessialue sekä siihen liittyvät laitteet, instrumentit, piirejä sekä toimintakaavion sijainti

Laitteeseen liittyvä toimintakaavio sijaitsee kyseisen laitteen sähkömoottorin "alla".



Kuva 10 Esimerkki laitetoimintakaavion sijainnista

Toimintakaavioissa käytettävät piirrosmerkit ja toimilohkot (*function block*) voivat olla peräisin kahdesta lähteestä, joko IEC1131-3-standardin tai Andritzin oman standardin mukaisia. Piirrosmerkit ja toimilohkot, joita Comoksessa kutsutaan nimellä *Base object*, ovat omana alueenaan josta ne ovat siirrettävissä raahaamalla haluttuun dokumenttiin. Käytettävissä olevien toimilohkojen valikoimaa on rajattu joiltakin osin, jotta toimintakaavioiden käsittely kyselytoiminnolla olisi helpompaa. (8.)



Kuva 11 Toimintakaavioiden piirrosmerkit ja toimilohkot ovat omalla alueellaan Comoksessa

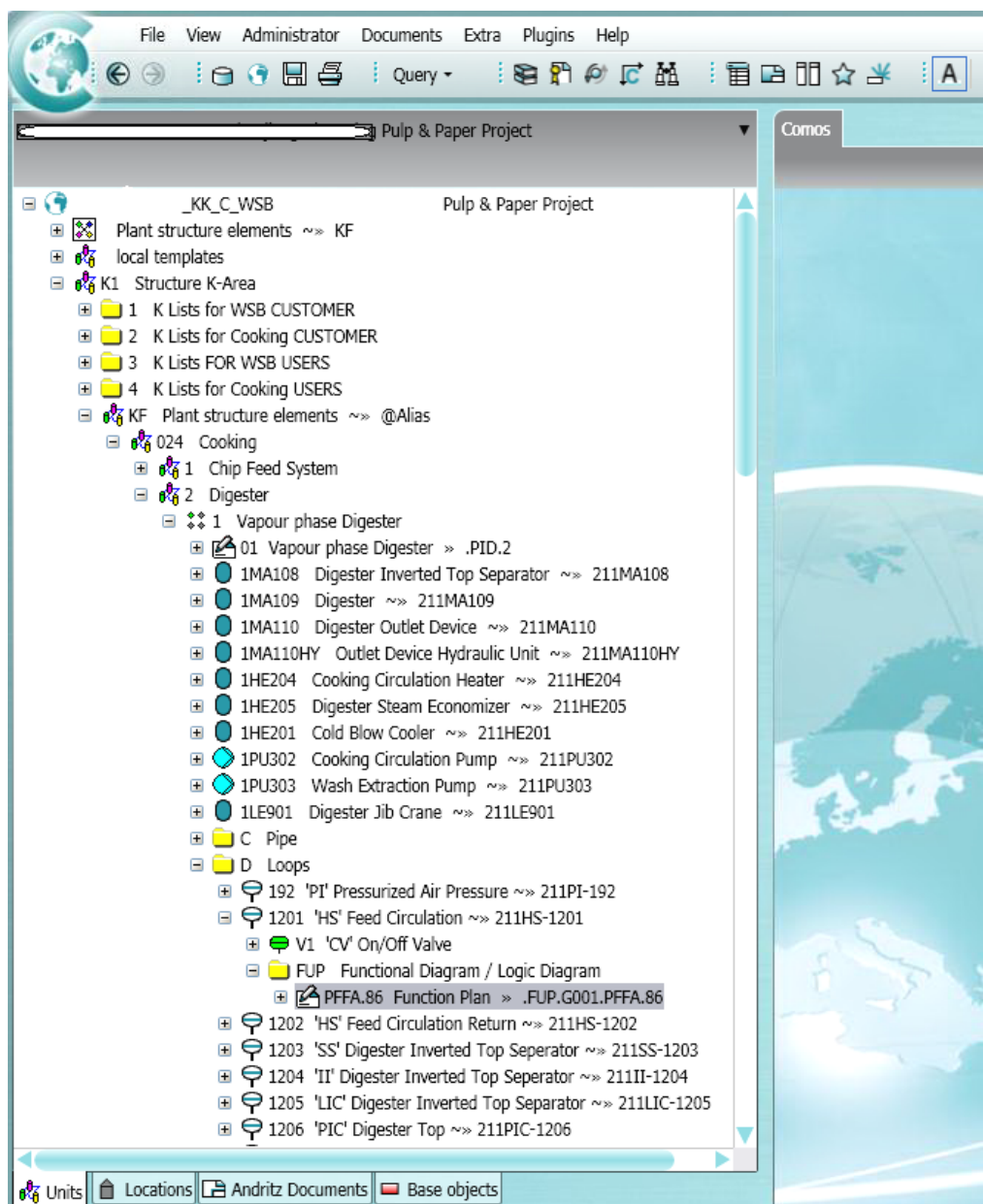
Tulo- ja lähtöviestit ovat yhteydessä erilaisiin mitta- ja toimilaitteisiin, riviviittauksilla toisiin kaavioihin, tai esimerkiksi ohjelmoitaviin logiikoihin. Viittaukset on merkitty toimintakaavioiden tulo- ja lähtöalueisiin sivu- ja sijaintinumerolla sekä piirinumerolla. Tulo- ja lähtöviestit on yhdistetty lohkoihin viestisignaaleilla, jotka kuvaavat käytössä olevaa viestityyppiä. Digitaalista signaalityyppiä kuvaa vihreä yhtenäinen viiva ja analoginen

viesti on merkitty vihreällä katkoviivalla. Viallinen yhteys on merkitty punaisella viivalla. Kuvassa 12 on esimerkki lämpötilansäädön (TIC) toimintakaaviosta, joka sisältää PID-säädön, useita valvomonäyttöjä ja -toimintoja, tulo- ja lähtöviestejä sekä ristiviittauksia muihin toimintakaavioihin. (9.)

5.2 Template-mallinnus

Projektisuunnittelua varten Template- eli nollakaavioita muodostetaan jo toteutetuista projekteista, joiden arvellaan olevan tulevaisuudessa hyödynnettävissä uudelleen. Uuden projektin alkuun saattaminen on nopeampaa, kun perusdokumentit ovat ajanmukaisia ja sijaitsevat samassa paikassa. Toimintakaaviot kootaan ja muutetaan templateksi tätä tarkoitusta varten muodostettuun kansioon, jossa ne ovat prosessialueittain lajiteltuna, ja sieltä haettavissa tulevia projekteja varten. Tässä työssä kuitulinjan nollapohjia koottiin neljästä muutaman viime vuoden aikana toteutetusta projektista. Erillisiä laitekokonaisuuksia tai yksittäisen laitteen muodostamia prosessialueita oli noin kolmekymmentä, joista jokaisessa oli 1-90 toimintakaaviota.

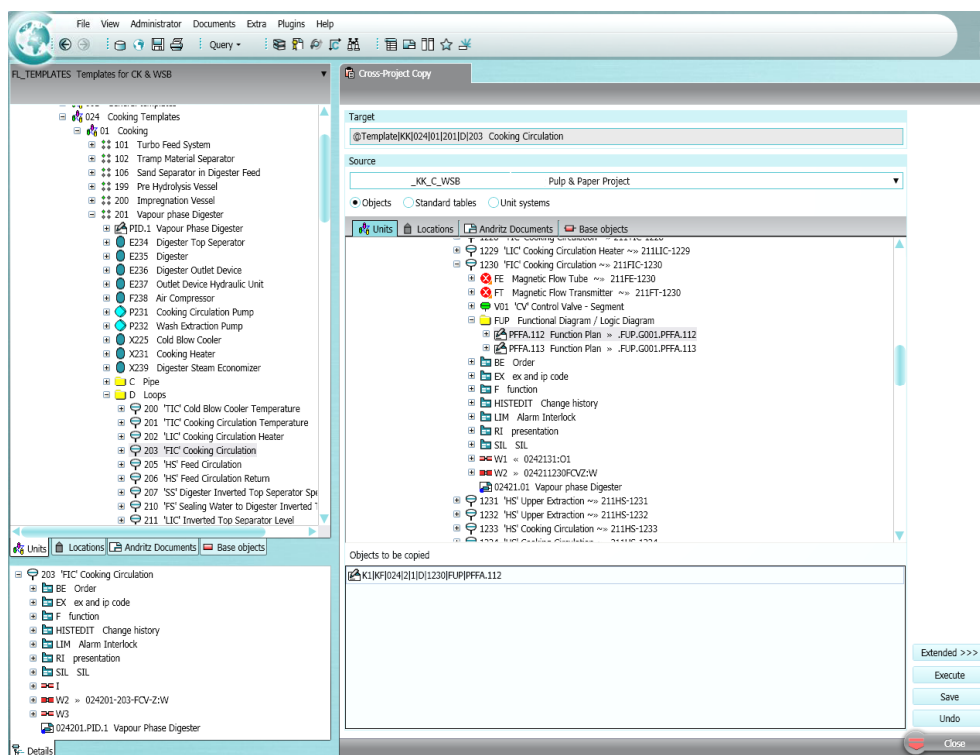
Varsinainen työ aloitetaan vertaamalla template-kansion ja projektikansion prosessikaavioita sekä hakemalla toisiaan vastaavat prosessialueet ja säätöpiirit. Säätöpiirit eivät välttämättä ole täysin toistensa kaltaisia, vaikka yleensä lähteeksi on valittu projekti, jossa kyseistä prosessialuetta on käytetty. Tällöin projektin piirejä ja toimintakaavioita on voitu jossakin vaiheessa käydä muuttamassa suunnittelun ja käyttöönoton edetessä sekä prosessin toiminto- ja säätötarpeiden muuttuessa.



Kuva 13 Comoksen projektikansion rakenne

On muistettava, että toimintakaavion muokkaaminen lopulliseen muotoon aloitetaan vasta sen jälkeen, kun nollapohjat on kopioitu uudeksi projektiksi, ja ne työstetään suunniteltuun prosessiin sopiviksi. Tällöin esimerkiksi lukitukset, tulo- ja lähtösignaalit sekä niiden lukumäärä ja käsittely voivat olla erilaiset. Toimintakaavion kopiointi tapahtuu Comoksessa *cross-project copy* -toiminnolla, jossa valitaan lähteenä oleva toimintakaaviokansio sekä kohde, johon kansio kopioidaan. Kaavion

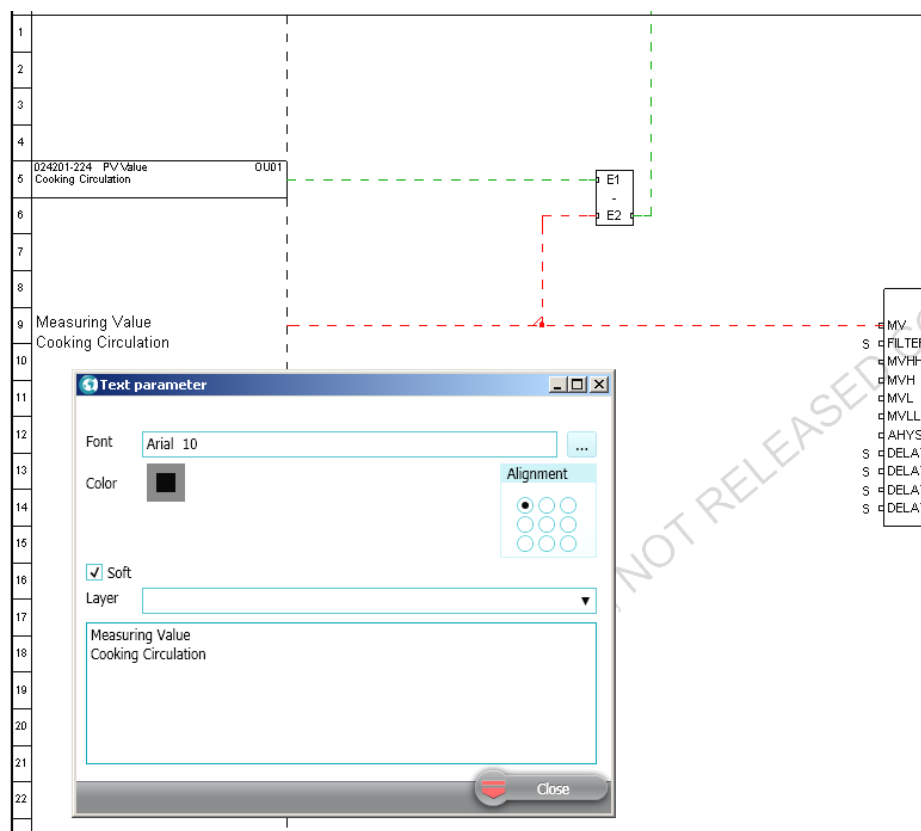
kopiointitoimenpide on nopea toimenpide, mutta sen modifiointiin ja ristiviittausten korjaamiseen kuluu enemmän aikaa.



Kuva 14 Toimintakaavion kopioiminen cross-project copy -toiminnolla

Template-kansiossa laitehierarkia pidetään samana kuin lähdeprojekteissa, eli toimintakaaviot löytyvät omasta kansiostaan kyseisen piirin alta. Poikkeuksena ovat moottoriipiirit, joiden toimintakaaviot löytyvät kyseisen moottorin perusteella. Avattaessa kopioitua toimintakaaviota Comos ilmoittaa, kuinka moni ristiviittaus on katkennut. Ristiviittauksen katkeaminen johtuu esimerkiksi siitä, että template-kansioon kerätään useissa eri projekteissa olevia toimintakaavioita tai kyseinen piiri puuttuu viitattavasta kaaviosta. Katkenneet signaalit pitää toimintakaavion uudelleenikäytön helpottamiseksi nimetä uudelleen, koska kyseiset viittaukset häviäisivät kopioitaessa template uuden projektin pohjaksi. Nimeäminen tapahtuu lisäämällä signaalin toimintoa ja lähdettä kuvaava tieto tekstieditorilla alkuperäisen viittauksen paikalle. Näin sovellus-

suunnittelija tietää suunnittelua tehdessään, mihin luo uuden viittauksen, jotta piirin toimintaedellytykset säilyisivät.



Kuva 15 Yhteydettömän signaalin nimeäminen toimintakaavioon

Lopuksi projektiin viittaava Andritz-piirustusnumero muutetaan Template-tekstiksi, poistetaan mahdollinen asiakaspiirustusnumero sekä valitaan piirustuksen status muotoon *Draft*. Kaavioiden käsittelyä helpottaa Comoksen kysely (*query*) -toiminto, jolla voidaan halutuilla kriteereillä hakea ja lajitella useita kaavioita kerrallaan sekä tehdä halutut muutokset useisiin kaavioihin, kuten esimerkiksi piirustusnumeroiden korvaaminen Template-tekstillä. Samassa yhteydessä piirustusta voidaan muokata paremmin peruskaavioksi sopivaksi poistamalla kyseistä projektia varten tehtyjä ominaisuuksia, joiden ei uskota olevan käyttökelpoisia seuraavassa projektissa. Nollapohjia päivitetään tarpeen mukaan myöhemminkin, jotta ne pysyisivät paremmin ajan tasalla tulevia projekteja varten, ja projektinaikaiset revisioidit vähenisivät.

5.3 Johtopäätökset

Suunnitteludokumenttien kokoaminen ja soveltuvaan muotoon muokkaaminen antaa hyvän pohjan uutta projektia varten. Toimintakaavioiden muokkaaminen ajan tasalle prosessien muuttuessa ja kehittyessä vaatii resursseja automaatio suunnittelussa, sekä yhteistyötä eri suunnitteluosastojen ja -organisaatioiden välillä. Toisaalta nollapohjien muokkaamiseen ei kannattane käyttää liian paljon resursseja, koska niitä joudutaan joka tapauksessa modifioimaan projektin sovellussuunnitteluvaiheessa. Nollapohjien kokoaminen ja muokkaus on kuitenkin todennäköisesti taloudellisempaa etukäteen, kuin projektin toteutusvaiheessa, jolloin aikataulu on tiukempi ja resursseja sidottu samanaikaisesti useisiin muihin toimintoihin.

Comos-toimintakaavioiden layout ja toimintolohkojen toimintaperiaate on Siemensin standardin mukainen ja toiminnoiltaan yhtenevä sen automaatiojärjestelmiin. Toimintakaavioiden konfigurointi muiden automaatiotoimittajien järjestelmiin on työläämpi toimenpide ja vaatii kokeneita konfiguroinnin tekijöitä. Toimittajasta riippuen lohkojen toimintaperiaatteet ovat yleensä erilaiset johtuen erilaisesta ohjelmointitavasta.

Piirien toimintakuvaukset ovat osa automaation suunnitteludokumentteja ja ne tehdään automaation suunnitteluvaiheessa. Toimintakuvaukset ovat sanallisia kertomuksia piirin toiminnasta, kytkennöistä muihin piireihin sekä piirin lukituksista. Toimintakuvausten lopullisen tarpeen määrittelee kuitenkin asiakas. Tuotantovaiheessa toimintakuvaukset sekä lukituskaaviot ja -näytöt toimivat operaattoreille ja kunnossapidolle tarkoitettuina informaatiiodokumentteina. Toimintakuvausten ajantasaisuus, täydellisyys ja luotettavuus ovat tärkeitä operaattorin toiminnan kannalta.

6 YHTEENVETO

Lähtökohtana tälle työlle oli kuitulinjan toimintakaavioiden kokoaminen toteutetuista projekteista ja samalla niiden modifioiminen nollapohjiksi niille tarkoitettuun yhteiseen tietokantaan, josta ne ovat helposti saatavilla tuleviin projekteihin. Toimintakaaviot ovat keskeisiä automaatio-suunnittelun dokumentteja ja niiden toteutustapoja voi olla monia. Toimintakaavioiden toimintojen ohjelmointi automaatiojärjestelmään tapahtuu niiden ja toimintakuvausten perusteella.

Työ antoi hyvän käsityksen automaatiosta, sen toimintakaavioista sekä kuitulinjan prosesseista ja laitteista. Työ oli aluksi verrattain hidasta ja aikaa vievää, koska Comokseen ja sen toimintoihin tutustuminen vei oman aikansa. Ajan kuluessa ohjelmiston käyttöön muodostui rutiini, jota noudattamalla toimintakaavioiden kokoaminen oli nopeampaa. Joissakin tapauksissa prosessikaaviot olivat muuttuneet sillä välillä kun päätös niiden mukaan ottamisesta oli tehty, ja toimintakaavioita jouduttiin muokkaamaan nollapohjiksi siirtämisen jälkeen. Kaavioiden modifiointi oli suhteellisen helppoa eikä varsinaisia ongelmia tullut usein vastaan. Niiden ilmaantuessa oli kuitenkin helppo kysyä apua muilta suunnittelijoilta ja Comoksen ohjelmistotuesta.

Piirien hakemista ja käsittelyä nopeuttaisi, jos piireillä olisi Andritzin omaa käyttöä varten oma piirinumerointi- ja nimeämisjärjestelmä, jota noudatettaisiin kaikissa vastaavissa projekteissa. Piireillä on kuitenkin asiakaskohtainen piirinumero, joka toimii ensisijaisena ja lopullisena piiritunnuksena. Automaation perussuunnittelun tavoitteena on ylläpitää riittävää laadukasta suunnittelua, jotta piirien lopullinen konfigurointi asiakkaan valitsemaan automaatiojärjestelmään sujuu viivytyksittä ja sujuvasti. Tällöin saavutetaan kaikkien osapuolien kannalta taloudellisin ja toimivin automaatiojärjestelmä.

LÄHTEET

1. Andritzin historiaa. Andritz Oy intranet. Viitattu 13.3.2012
2. Tietoja yrityksestä. Andritz Oy intranet. Viitattu 14.3.2012
3. Sellunvalmistus. Metsä Fibre Oy. WWW-sivut
http://www.metsafibre.fi/SiteCollectionDocuments/botnia_pulp_mp/index.html Viitattu 26.5.2012
4. Toivanen, H. 2005. Sorvareista palvelijoiksi. Väitöstutkimus. Tampereen teknillinen yliopisto 2005. Saatavissa:
<http://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/105/toivanen.pdf> Viitattu 24.5.2012
5. [Automaatiosuunnittelun prosessimalli](#). Suomen Automaatioseura ry. 2007. Verkkojulkaisu. Saatavissa:
<http://www.automaatioseura.com/automaatioseura/tiedostot/viewcategory/17> Viitattu 12.3.2012
6. [Comos Plant Engineering Software](#). WWW-sivut.
http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/comos-ohjelmistoratkaisu.htm
Viitattu 2.5.2012
7. Wikipedia. Hakusana: Olio-ohjelmointi. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Olio-ohjelmointi> Viitattu 21.3.2012
8. Comos Functional Diagram. Sisäinen dokumentti. Haiping Gotthard. 23.10.2009
9. Function Diagram (FuP) design guide. Sisäinen dokumentti. Tapio Jokinen. 20.8.2010