



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

JARMO SEPPÄLÄ
KATTILALAITOKSEN PIIRIKOHTAISTEN
TOIMINTAKUVAUSTEN GENEROINTI

Diplomityö

Tarkastaja: professori Seppo Kuikka
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Automaatio-, kone- ja materiaalitekniikan
tiedekuntaneuvoston kokouksessa
13. tammikuuta 2010

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

SEPPÄLÄ, JARMO: Kattilalaitoksen piirikohtaisten toimintakuvausten generointi

Diplomityö, 58 sivua

Toukokuu 2010

Pääaine: Prosessiautomaatio

Tarkastaja: professori Seppo Kuikka

Avainsanat: toimintakuvaus, automaatiosuunnittelu, tietokanta

Kattilalaitoksen automaatiosuunnittelu voidaan jakaa eri elinkaarivaiheisiin, joihin liittyy niissä tuotetut toimintakuvaukset. Toimintakuvauksien elinjaksoihin liittyy tietosisällön vaihtoa sekä näkökantoja, joita voidaan käsitellä dokumentin metadatan avulla. Yhtenäiset esitystavat ja ajatusmallit auttavat eri osapuolten ymmärrystä erilaisista informaatiolähteistä tulevasta tiedosta. Standardit pyrkivät edistämään tätä asiaa.

Piirikohtaisten toimintakuvauksen sisältö on jaettu useaan kenttään, joilla kaikilla on oma otsikko, joka puolestaan tukee metadatan käyttöä ja rakenteisen dokumentin tiedonsiirtotapoja. Kenttäjako tukee myös tietokantapohjaisen suunnittelun suunnittelu-tehtävämallia, jossa suunnittelu jaetaan sisällöllisiin kokonaisuuksiin.

Tarkat ja kattavat piirikohtaiset toimintakuvaukset ovat osoitus laadusta, mutta tarkoittavat myös ylläpitoon kuluvan ajan moninkertaistumista, sillä pienetkin muutokset säätö-, lukitus- tai sekvenssikaavioissa vaativat myös piirikohtaisien toimintakuvausten korjaamista. Ideaalitulanteessa kaaviot ovat vakioitu, ja kaikkea kaavioissa olevaa informaatiota ei ole kuvattu toimintakuvauksiin, jolloin piirikohtaisiin toimintakuvauksiin ei tarvitse tehdä muutoksia.

Piirikohtaisista toimintakuvauksista voidaan saada helppokäyttöisemmät sen sijaan että nyt haetaan ja muokataan tietoja manuaalisesti sekä tingitään hieman laadusta. Kun piirikohtaisilla toimintakuvauksilla on tehty ensimmäiset projektit, on mahdollista saada näkemys siitä, kuinka kannattavaa on parantaa toimintakuvausten laatua.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Automation Technology

SEPPÄLÄ, JARMO: Generation of loop-specific functional description of boiler plants

Master of Science Thesis, 58 pages

May 2010

Major: Process Automation

Examiner: Professor Seppo Kuikka

Keywords: functional description, automation engineering, database

Automation engineering of the boiler plant may be divided to separate life-cycle phases, which are associated to produced functional descriptions. Life-cycles of functional descriptions are associated to the information content exchange and aspects, which may be handled by the means of metadata in documents. Common methods of representation and comprehension will help understanding of different persons interested in information from different sources and the aim of the standards is to contribute to this matter, too.

The loop-specific functional description is divided into several fields, which all have their own header, which consequently supports using metadata and information exchange of structured documents. A data field also supports database design tasks model, where engineering is allocated according to the subject matter.

Accurate and comprehensive functional descriptions are indicating quality, but they also multiply time consumption, because even small changes in a control-, interlocking- or sequence diagram require repairing the loop-specific functional description as well. At an ideal situation diagrams are standardized and all diagram information is not described in functional descriptions, whereby no changes to loop-specific functional descriptions are needed.

It is possible to make functional descriptions more comfortable instead of current manual information fetching and editing and also slightly compromising their quality. After the first few projects have been done functional descriptions, it is possible to decide if it is beneficial improving their quality.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Tampereella Metso Power Oy:lle yhteistyössä TSS Group Oy:n kanssa. Haluan kiittää Metso Power Oy:n automaatio-osaston päällikköä Henri Montosta ja TSS Group Oy:n toimitusjohtajaa Kari Kalliota myötävaikutuksesta työn syntyyn. Työn ohjaajana toimi Taneli Mutikainen Metso Power Oy:stä, jota haluan kiittää arvokkaista neuvoista ja näkemyksistä. Lisäksi useat henkilöt Metso Power Oy:llä ja Metso Automation Oy:llä edesauttoivat projektin toteutumisessa, ja haluan siitä heitä lämpimästi kiittää. TTY:ltä haluan kiittää professori Seppo Kuikkaa diplomityön tarkastamisesta sekä vanhempaa tutkijaa TkT Terho Jussilaa AUDI-opiskelijoiden luotsaamisesta.

Henkilökohtaista mielenkiintoa työhön toi ajatus oman työn helpottumisesta toisaalta suunnittelutyön aikana kuvausten toimiessa tukimateriaalina ja toisaalta useasti projektien loppuvaiheen, välttämättömänä pahana koettujen ja aikaa vievien, kuvausten tekemisen nopeutumisenä. Lisäksi työn aikana pääsin syvempään käsitykseen Comos PT suunnittelujärjestelmän kehitystyöstä.

Lopuksi haluan kiittää läheisiäni ja ystäviäni kannustuksesta opiskelujeni loppuunsaattamiseksi.

Virheistä ja puutteista haluan kiittää itseäni.

Tampereella 31.5.2010

Jarmo Seppälä

SISÄLLYS

1.	Johdanto	1
2.	Kattilalaitoksen automaatio suunnittelu	3
2.1.	Metso Power	3
2.2.	Kattilatyypit	4
2.2.1.	Kerrosleijukattila	6
2.2.2.	Kiertoleijukattila	7
2.2.3.	Soodakattila	8
2.3.	Kattilalaitoksen automaation suunnittelun vaiheet	9
2.3.1.	Elinkaarivaiheet	9
2.3.2.	Esisuunnittelu	11
2.3.3.	Perussuunnittelu	12
2.3.4.	Toteutussuunnittelu	13
3.	Piirikohtainen toimintakuvaus	15
3.1.	Standardit, ohjeet ja suositukset	16
3.2.	Toimintakuvaukset tuotteen elinkaarivaiheissa	18
3.3.	Näkökannat	19
3.3.1.	Toimintanäkökanta	21
3.3.2.	Tuotenäkökanta	22
3.3.3.	Sijaintinäkökanta	23
3.4.	Toimintakuvausdokumentti	26
3.5.	Piirikohtaisuus	28
4.	Toimintakuvausten generointi	30
4.1.	Toimintakuvausten nykytilanne	30
4.1.1.	Toimintakuvaus perussuunnittelussa	31
4.1.2.	Toimintakuvaus toteutussuunnittelussa	34
4.2.	COMOS [®] PT	36
4.3.	Piirikohtaisten toimintakuvausten COMOS määrittely	39
4.3.1.	Toimintakuvauksen sisältö	39
4.3.2.	Toimintakuvauksen tietojen generointi	39
5.	COMOS toimintakuvaukset	41
5.1.	Rakenne ja sisältö	41
5.2.	Toimintatavat ja työkalut	41
6.	Yhteenveto	44
7.	Lähteet	45

LYHENTEET, TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

t ds/d	Soodakattilan kokoa kuvaava yksikkö, joka kertoo kuinka monta tonnia mustalipeää poltetaan soodakattilassa kuiva-aineeksi muutettuna yhden päivän aikana. Tonnia kuiva-ainetta päivässä (ton drysolids / day).
MWth	Megawattia lämpötehona (thermal heat, th). Kattilan tuottama lämpötehon yksikköön merkitään alaindeksi th erotukseksi sähkötehosta, joka on ilman alaindeksiä.
AKS	Voimalaitoksiin kehitetty merkintäjärjestelmä (Anlagenkennzeichnungssystem).
ANSI	Amerikkalainen standardoimisjärjestö (American National Standards Institute).
Automaatiojärjestelmä	Kokoelma laitteita ja ohjelmistoja, jotka toteuttavat prosessin hallintaan liittyvät toiminnot. Ei käsitä instrumentointia (kenttälaitteita) eikä niiden ja automaatiojärjestelmän välistä kaapelointia.
Automaatiopiiri	Kokonaisuus, jolla on automaatiossa positio, nimi ja tehtävä.
BFB	Kerrosleijukattila (Bubbling Fluidized Bed boiler)
BLRBAC	Amerikkalainen soodakattilayhdistys (Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee).
CFB	Kiertoleijukattila (Circulating Fluidized Bed boiler).
Comos [®] PT	Comos Industry Solutions GmbH:n (entinen Innotec GmbH) kehittämä tietokantapohjainen suunnitteluohjelma.
CYMIC	Metso Power Oy:n kiertoleijukattilan tuotenimike (Cylindrical Multi-Inlet Cyclone).
DCS	Hajautettu automaatiojärjestelmä (Distributed Control System).
DTD	Dokumenttityypin määrittely (Document Type Definition). Määrittää XML dokumentin rakenteen ja sallittujen elementtien luettelon.

E&I	Yleisesti käytössä oleva lyhenne sähköistyksestä ja instrumentoinnista (erityisesti suunnittelu). (Electrification and Instrumentation).
EN	Eurooppalaisen standardin tunnus, joita Eurooppalaiset standardisoimisjärjestöt julkaisevat.
HAZOP	Systemaattinen menetelmä, jolla etsitään prosessin turvallisuus- ja operoitavuusongelmia (hazard and operability study).
HTML	Internet-sivustojen eli www-sivujen (World Wide Webin) sivunkuvauskieli (HyperText Markup Language).
HVAC	LVI-tekniikka (Heating Ventilating and Air-Conditioning).
HYBEX	Metso Power Oy:n kerrosleijukattilan tuotenimike. Nimikkeen alkuosa tulee sanoista ”Hydro Beam”.
IEC	Kansainvälinen standardoimisjärjestö (The International Electrotechnical Commission).
ISO	Kansainvälinen standardoimisjärjestö (International Organization for Standardization).
Jalina	Pöyry Oy:n Internet-pohjainen työkalu piirikohtaisia toimintakuvauksia varten.
KKS	AKS-järjestelmästä kehitetty merkintäjärjestelmä voimalaitoksiin (Kraftwerk Kennzeichen System).
Lukituskaavio	Dokumentti, jossa on esitetty automaatiopiirin lukitukset ja pakko-ohjaukset. Voidaan esittää myös tehtäviä ja ohjauksia.
Metadata	Rakenteinen tieto, joka kuvaa jotain muuta tietoa. Dokumentteissa metadata viittaa dokumenttien ja niiden hallinnan kuvailutietoihin.
Metso Automation	Prosessiteollisuuden järjestelmien, laitteiden sekä palveluiden maailmanlaajuinen toimittaja.
Metso Power	Energian tuotanto- ja kemikaalien talteenottojärjestelmien maailmanlaajuinen toimittaja.

metsoDNA CR	Metson automaatiojärjestelmä. DNA (Dynamic Network of Applications), CR (Community for Results).
OMG	Yhteistyöjärjestö (Object Management Group), joka kehittää UML:ää.
PFB	Voimakattila (Power Fuel Boiler).
Piirikaavio	Piirikaavio esittää toteutuksen yksityiskohdat, toteutuksen osana olevat komponentit ja niiden väliset liitännät, ottamatta huomiota esimerkiksi komponenttien fyysisiä kokoja ja muotoja.
PI-kaavio	Prosessi- ja instrumentointikaavio. Kaavio jossa esitetään prosessi ja instrumentointi, käytetään myös nimitystä P&IDs (Piping and Instrument Drawings).
PSK	Prosessiteollisuuden standardisointikeskus.
RB	Soodakattila (Recovery Boiler).
RDS-PP	KKS-järjestelmästä kehitetty merkintäjärjestelmä voimalaitoksiin (Reference Designation System for Power Plants).
RECOX	Metso Power Oy:n soodakattilan tuotenimike. Nimikkeen alkuosa tulee sanasta ”Recovery”.
Sekvenssikaavio	Toimintaan vaikuttavien kausaalisesti toisistaan riippuvien tapahtumien ja ehtojen looginen kuvaus.
SFS	Suomalainen standardoimisjärjestö (Suomen Standardisointiliitto SFS).
Säätökaavio	Dokumentti, jossa on esitetty automaatiopiirin tehtävät ja ohjaukset. Voidaan esittää myös lukituksia ja pakko-ohjauksia.
TLJ	Turvallisuuteen liittyvä järjestelmä.
Toiminnallinen kuvaus	Dokumentit, joiden avulla automaatiojärjestelmä implementoidaan.
Toimintakuvaus	Sanallinen kuvaus laitteiston ja ohjelmiston toiminnasta.
UML	OMG:n kehittämä graafinen mallinnuskieli (Unified Modeling Language).

VPN-yhteys	Tapa, jolla muodostetaan näennäisesti yksityinen verkko julkisen verkon yli salatulla yhteydellä (Virtual Privat Network).
XML	Merkintäkieli (eXtensible Markup Language).
XML-skeema	Määrittää XML-dokumentin rakenteen. XML-skeemaa kutsutaan myös XML-skeemamäärittelyksi (XSD).

1. JOHDANTO

Voima- ja soodakattilaprojektit ovat usein isoja kansainvälisiä hankkeita, ja ne kestävät muutamia vuosia. Projektin eri vaiheissa käsitellään runsaasti erilaisia jatkuvasti päivittyviä tietoja, ja niitä pitäisi pystyä hyödyntämään riippumatta tiedon tai henkilön maantieteellisestä sijainnista. Lait, säädökset ja ohjeet muuttuvat, uusia työtekijöitä tulee alalle sekä projektien läpimenoaikoja pyritään lyhentämään. Erityyppiset kattilat poikkeavat toisistaan ja toimituksiin sisältyvät prosessialueet ja automaatioaste vaihtelevat, joten piirimäärät ja toiminnat eivät ole muuttumattomia. Tietokantoihin pohjautuvat suunnitteluohjelmistot, ja niiden tehokkaan tiedonhallinnan hyödyntäminen ovat yksi vastaus näihin haasteisiin. Ratkaisuksi Metso Power on valinnut Comos[®] PT suunnittelujärjestelmän, jossa eri osa-alueiden (putkisto-, prosessi- ja E&I-suunnittelu sekä myynti ja käyttöönotto) toimintoja toteutetaan.

Tuotteen toimintaan liittyessä automaatiopiirejä, toimittaja esittää usein prosessin ja laitteiden toiminnan jollain tavalla. Toiminta voi olla esitetty sanallisesti, kaavioilla tai molemmilla tavoilla.

Eräs merkittävä hyöty toimintakuvauksien sisällyttämisestä suunnittelujärjestelmään on mahdollisuus piireihin liittyvän hiljaisen tiedon säilyttämiseen. Kuvaukset voivat antaa tarkempaa tietoa siitä, miksi jokin automaatiopiirin toiminta on toteutettu juuri kuvatulla tavalla. Kaaviot kertovat vain sen, miten automaatiopiirin halutaan toimivan. Toimintakuvauksia voidaan käyttää apuna perussuunnittelussa, automaatiojärjestelmän sovellussuunnittelussa, laitoksen operoinnissa sekä laitoksen kunnossapidossa. Tällöin tarvitaan mahdollisuus kohdentaa tarvittava toimintakuvausten sisältämä tieto halutussa tiedostoformaattissa tietylle käyttäjärühmälle. Toimintakuvauksien tuottaminen voi olla toimittajalta tilaajalle ilmainen lisäpalvelu, joka on kuitenkin tehtävä, joten sen laatimiseen käytetty aika on pois tuloksesta. Projektin suunnittelutietokannassa on kuitenkin olemassa paljon tietoja, joita voidaan hyödyntää toimintakuvauksissa.

Työn tarkoitus on luoda mahdollisuudet siirtää aiemmin erillisellä tekstinkäsittelyllä tehtyjen toimintakuvausten tekeminen Metso Powerilla käytettävään Comos[®] PT suunnittelujärjestelmään. Lisäksi toimintakuvaukset muutetaan piirikohtaisiksi. Hyvä keino hallita monimutkaista toimintaa on toiminnan kuvaaminen aiempaa pienempinä kokonaisuuksina, joten luonteva jako koko ajan monimutkaistuvissa kattilalaitoksen ohjauksissa ja säädöissä on piirikohtainen kuvaus. Ajatuksena on, että piirikohtaisten toimintakuvausten tekeminen helpottuu ja aikaa säästyy samalla kun kuvauksien sisältämä tieto on monipuolisesti käytettävissä.

Kehitysyön ajaksi on muodostettu kolme ryhmää. Seurantaryhmä koostuu Metso Powerin projektihenkilöistä, ja ryhmän tarkoituksena on saada työhön laaja näkemys

suunnittelun kannalta. Sisältöryhmä koostuu Metso Powerin ja Metso Automationin suunnittelun kehityksestä vastaavista henkilöistä ja käyttöpäalvelun edustajista. Tämän ryhmän tarkoitus on kertoa suunnittelun ja käytön tarpeet toimintakuvauksille sekä antaa tavoitteet IT-ryhmälle. IT-ryhmä koostuu Metso Powerin ja Metso Automationin tuotekehityksestä vastaavista henkilöistä. Sisältö- ja IT-ryhmä kokoontuvat säännöllisesti noin kahden viikon välein, ja seurantaryhmä kokoontuu arvioimaan tuloksia, kun sisältö- ja IT-ryhmän kuukausitavoitteet on saavutettu.

Piirikohtainen toimintakuvaus voi olla myös hyvin kattava, jolloin piiristä on pääsääntöisesti vain sanallinen kuvaus, ja kaavioilla selvennetään vain vaikeimpien piirien sekä kokonaisuuksien toimintaa. Tässä työssä on kuitenkin ajateltu, että piirikohtaiset toimintakuvaukset ovat vain lisänä säätö-, lukitus- ja sekvenssikaavioissa olevalle informaatiolle.

Työn teoreettista taustaa on esitelty luvuissa kaksi ja kolme. Luvussa kaksi, ”Kattilalaitoksen automaatio-suunnittelu”, esitellään kattilalaitostyyppisiä ja kattilalaitosten suunnitteluprojekteissa tapahtuvaa automaation perussuunnittelua, jonka yksi osa on toimintakuvausten tuottaminen. Luvussa kolme, ”Piirikohtainen toimintakuvaus”, on tarkasteltu toimintakuvauksia yleisesti standardien, elinkaarivaiheiden, näkökantojen ja dokumenttien kautta. Lisäksi luvussa on selvitetty mitä piirikohtaisuus tarkoittaa. Soveltava osuus on luvuissa neljä ”Toimintakuvausten generointi”, jossa kartoitetaan nykytilaa ja erilaisten käyttäjäryhmien tarpeita toimintakuvausten tietosisällölle, esitellään kohdeyrityksessä käytössä olevaa suunnittelujärjestelmää Comos[®] PT, johon toimintakuvausten generointi implementoidaan. Työn päätavoite eli tulokset ovat luvuissa viisi, ”COMOS toimintakuvaukset”. Luvussa käsitellään työn aikana tehty kehitystyö, sekä siinä on tarkasteltu työn aikana kehitettyjä työkaluja ja niiden käyttämistä. Lopuksi luvussa kuusi, ”Yhteenvedo”, kerrotaan tutkimuksen johtopäätökset ja ehdotetaan jatko-toimenpiteitä.

2. KATTILALAITOKSEN AUTOMAATIOSUUNNITTELU

Diplomityön toimeksiantaja on Metso-konserniin kuuluva Metso Power. Metso on kestävien teknologioiden ja palveluiden kansainvälinen toimittaja kaivos-, maanrakennus-, voimantuotanto-, automaatio-, kierrätys- sekä massa- ja paperiteollisuudelle. Metso työllistää noin 27 000 osaaajaa yli 50 maassa (Metso Power liiketoimintalinja 2010, s. 2). Metso Powerista on kerrottu tarkemmin seuraavassa alaluvussa.

Kattilatyyppisiä ja jakoperusteita on useita. Tässä luvussa on kuitenkin käsitelty tarkemmin vain Metso Powerin valmistamia kerrosleijukattiloita, kierto-leijukattiloita ja soodakattiloita. Vaikka kattilatyyppit ovat erilaisia, on niillä myös samanlaisia osakokonaisuuksia. Tämä antaa mahdollisuuden suunnitella toimintakuvaukset vain kertaalleen yhteisille osille.

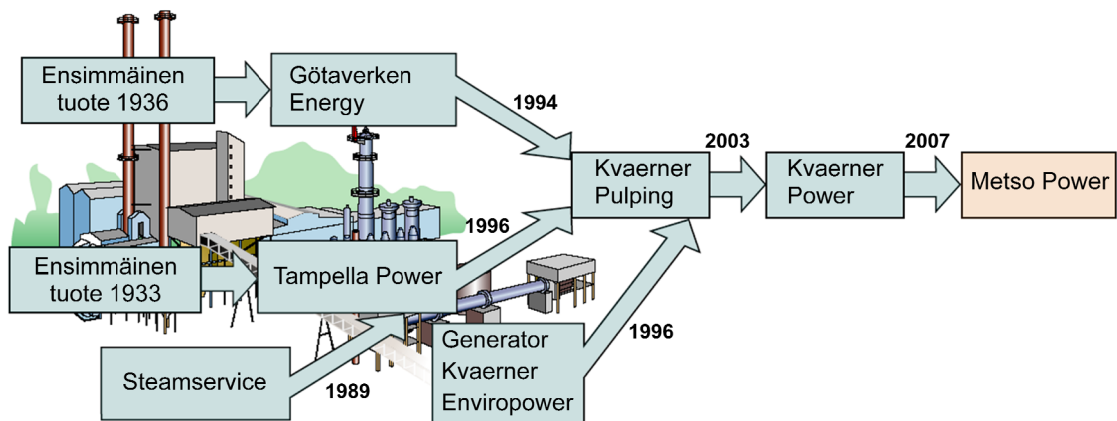
Suunnittelu voidaan jakaa eri elinkaarivaiheisiin, jotka ovat esisuunnittelu, perusuunnittelu ja toteutussuunnittelu (Ajo et al. 2001, s. 16-19). Kattilalaitoksen automaation suunnittelun vaiheisiin tutustutaan myöhemmin tässä luvussa. Suunnittelun vaiheisiin liittyvät niissä tuotetut dokumentit. Dokumenteilla puolestaan on omat elinjaksot, jotka liittyvät suunnittelun vaiheisiin. Dokumenttien, erityisesti toimintakuvausten, elinjaksoja on käsitelty tarkemmin luvussa kolme, ”Piirikohtainen toimintakuvaus”. Huomioitavaa on, että elinkaarivaiheet ja elinjaksot eivät välttämättä ole kaikissa automaatioprojekteissa samanlaisia edes yhden yrityksen sisällä. Tässä työssä esitetyt vaiheet kuitenkin pyrkivät selventämään automaatio-suunnittelun käsitteitä ja vaiheita yleensä.

2.1. Metso Power

Metso on koostunut vuodesta 2008 lähtien kolmesta liiketoimintasegmentistä, jotka ovat kaivos- ja maarakennusteknologia, energia- ja ympäristöteknologia sekä paperi- ja kuituteknologia. Energia- ja ympäristöteknologia koostuu voimantuotanto-, automaatio- ja kierrätys-liiketoimintalinjoista. Metso Power on osa voimantuotanto-liiketoimintalinjaa. Metso Power suunnittelee ja valmistaa voimantuotantojärjestelmiä ja kemikaalien talteenottojärjestelmiä. Tuotevalikoimaan kuuluvat voimakattilat, soodakattilat, haihduttimet, ympäristönsuojelulaitteet, services-palvelut ja kattilalaitosteknologian uudet tuotteet. Metso Powerin markkinat ovat kansainväliset sellu- ja paperiteollisuus sekä energiateollisuus. (Metso Power liiketoimintalinja 2010, s. 2-3, 13.)

Metso Powerin juuret ovat Tampereella toimineessa Tampella Oy:ssä (Tampereen Pellava- ja Rauta-Teollisuus Osake-Yhtiö). Höyrykattiloiden valmistus alkoi laiva- ja

veturikattiloilla. Ensimmäinen voimalaitoskattila tehtiin 1930-luvun alussa (Service 2009, s. 14). Kuva 2.1. selventää Metso Powerin historiaa ja yritys fuusioita.



Kuva 2.1. Metso Powerin historia (Service 2009, s. 14).

Metso Powerin päätoimipaikat sijoittuvat Suomeen, Ruotsiin, Yhdysvaltoihin, Brasiliaan ja Intiaan, joissa tapahtuu suunnittelu-, kehitys- ja projektityöt. Valmistus tapahtuu neljässä omassa tuotantoyksikössä, jotka sijaitsevat Suomessa ja Ruotsissa. Näiden lisäksi on olemassa pieniä myynti- ja suunnittelutoimistoja maailmanlaajuisesti muun muassa Kiinassa, Venäjällä ja Singaporessa. (Power business line 2010, s. 3-8.)

Diplomityö tehdään Metso Powerin Tampereen toimipisteen automaatio-osastolla, joka sijaitsee maineikkaan Tampellan alueella. Automaatio-osastolla tuotetaan kattilalaitoksella tarvittavat suunnitelmat prosessi-instrumentoinnille, sähköistykselle, rakennussähköistykselle ja ohjausjärjestelmille projektin laajuuden mukaan. Automaatio-osastosta käytetään lyhennettä E&I (Electrification and Instrumentation).

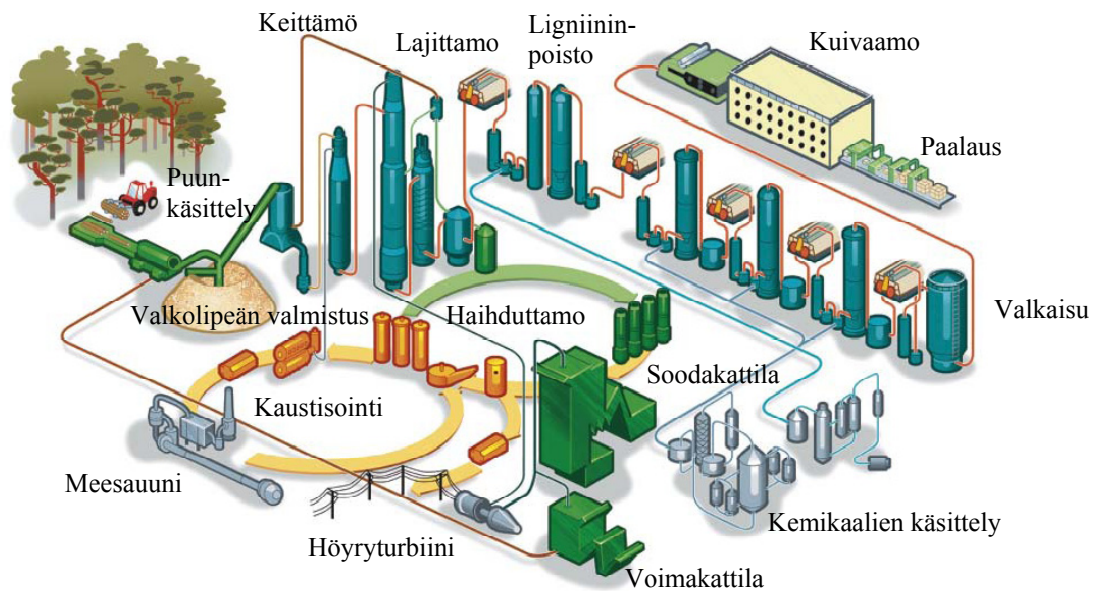
Metso Powerin yhteistyökumppanina diplomityössä on Tamperealainen TSS GROUP Oy joka on osa ALTE-konsernia. ALTE-konsernin muodostavat neljä suunnittelutoimistoa: emoyhtiö insinööritoimisto ALTE Oy, Brandsoft Oy, ALTE Visetec Oy ja TSS GROUP Oy. Konsernin toimipisteet sijaitsevat Hyvinkäällä, Raahessa, Tampereella, Hollolassa ja Hämeenlinnassa. ALTE-konsernissa on lähes 300 henkilöä, joista noin 200 on koneenrakennuksen suunnitteluosaajaa ja 100 sähkö- ja automaatio-osaajaa. TSS GROUP Oy on suunnittelutoimisto, jonka valikoimaan kuuluu sähkö-, automaatio-, kone-, laite-, ja prosessisuunnittelu.

2.2. Kattilatyypit

Kattilalaitos voi olla voimakattila tai soodakattila. Kattila, turbiini ja apujärjestelmät muodostavat voimalaitoksen, jonka tehtävä on tuottaa sähköä (lauhdevoimalaitos), lämpöä sekä sähköä (lämmitysvoimalaitos, Combined Heat and Power, CHP) tai höyryä sekä sähköä (teollisuuden vastapainevoimalaitos). Soodakattilan päätehtävä on kemikaalien talteenotto, ja siinä tuotettu höyry on (merkittävä) sivutuote, joka usein hyödynnetään turbiinissa. Voimakattilat (Power Fuel Boiler, PFB) voidaan jakaa ryhmiin usealla tavalla. Kattilat voidaan jakaa käytettävän vesitilan mukaan. Lieriökattilat voivat olla

luonnonkierto- tai pakkokiertokattiloita, kun puolestaan ilman lieriötä olevat vesiputki-kattilat ovat läpivirtauskattiloita. Eräs jakoperuste on polttoaineen polttotavan mukaan, joita ovat arinapoltto, leijupoltto, pölypoltto (esimerkiksi hiilipöly), syklonipoltto ja kaasutus. Leijupolttokattiloissa polttotapa voi olla leijupeti, kiertopeti tai paineistettu poltto (Raiko & Saarenpää 2006, s. 89-99). Jako voidaan tehdä myös energialähteen mukaan, jolloin puhutaan kiinteän polttoaineen kattiloista (biokattila, fossiilikattila), jätekattiloista ja jätelämpökattiloista. Kattila voi olla myös kombikattila (Heat Recovery Steam Generator, HRSG), joka hyödyntää kaasuturbiinilta tulevan lämmön tuottaessaan höyryä höyryturbiinille. (Metso Power liiketoimintalinja 2010, s. 13-14.) Ylikriittisessä kattilassa veden paine nostetaan yli kriittisen paineen, joka on noin 220 baaria. Tällöin kattilaan syötetty vesi ei höyrysty normaalisti, vaan muuttuu suoraan tulistetuksi höyryksi. Oma jako voidaan tehdä säätötavan mukaan, joita karkeasti jaotellen ovat kiinteän paineen säätö, etupaineen säätö ja liukuvan paineen säätö. Tosin samassa kattilassakin voi olla monta vaihtoehtoista säätötapaa.

Kattilalaitos vaatii toimiakseen myös muita kokonaisuuksia, jotka eivät ole välttämättä mukana kattilatoimituksessa. Tällaisia kattilalaitoksiin liittyviä osaprosesseja ovat esimerkiksi polttoaineen varastointi ja kuljetusjärjestelmät, turbiinit, vedenkäsittelylaitokset, LVI-laitteet, savukaasujen puhdistuslaitteet ja tuhkan käsittelyjärjestelmä (Joroinen et al. 2007, s. 46, 205-209). Kattilalaitoskokonaisuus on usein osa sellutehdasta. Kuvassa 2.2. on esimerkki sellutehtaasta eri osastoineen (Recox boilers 2007, s. 2-3).



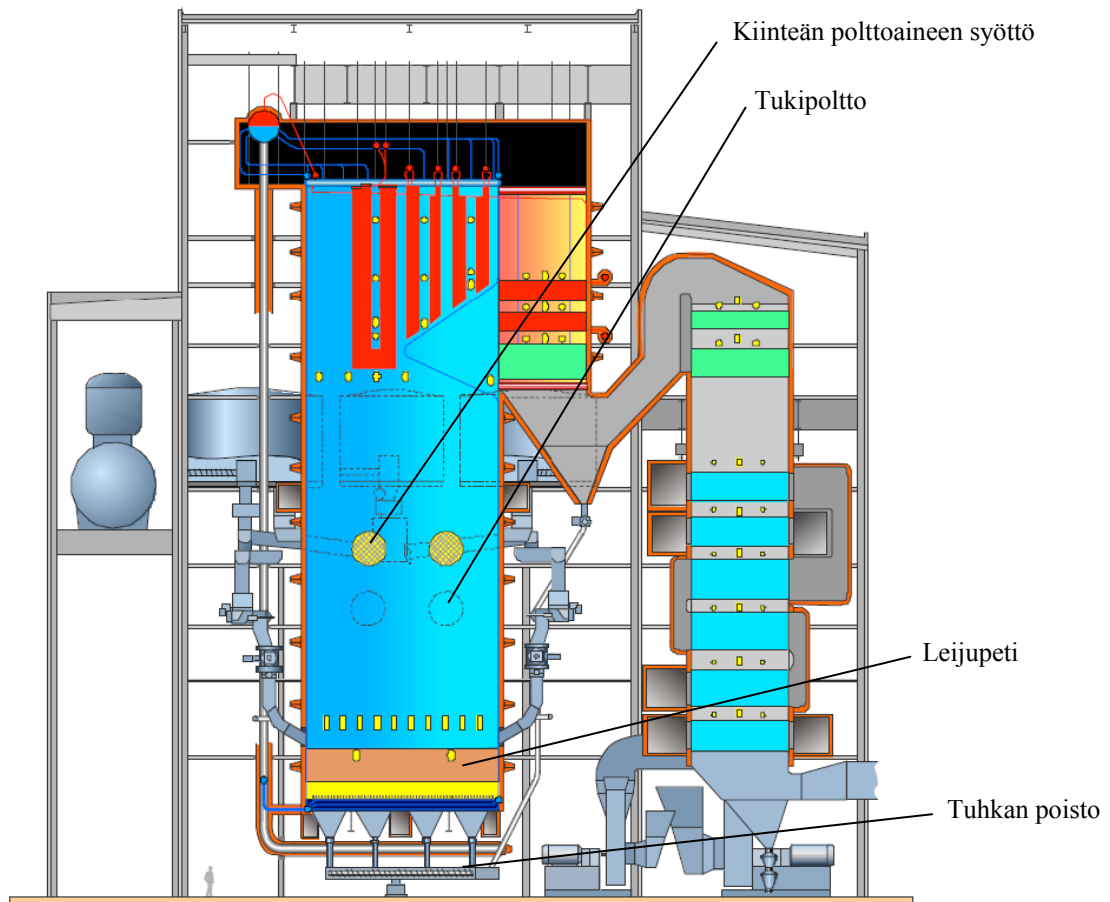
Kuva 2.2. Sellutehtaan osastot (Recox boilers 2007, s. 3).

Metso Powerin voimakattilat ovat leijupolttoperiaatteella toimivia kerrosleijukattiloita ja kiertopetikattiloita. Suurien soodakattiloiden toimittajana Metso Power on johtavassa asemassa maailmassa. Seuraavissa luvuissa tarkastellaan näitä kolmea Metso Powerin valmistamaa kattilatyyppeä. Koska leijuteknologiat ovat varsin lähellä toisiaan, ja soodakattilassakin on paljon samaa perusteknologiaa kuin leijukattiloissa, on suunnitte-

lumielessä yhteisten osien käyttö mahdollista. Esimerkiksi syöttövesijärjestelmät, polttimet ja erilaiset puhaltimet ovat pääsääntöisesti riippumattomia käytetystä kattilateknologiasta. Ongelmia saattaa tuoda se, että Metso Powerilla jokaisella kattilatyypillä on omat tuoteinsinöörit, joiden vastuulla on prosessin näkökulmasta tuotetut määrittelyt automaatiotoiminnoille.

2.2.1. Kerrosleijukattila

Metso Powerin toimittamien kerrosleijukattiloiden (Bubbling Fluidized Bed, BFB) tuotemerkki on HYBEX. Hybex-kattiloita (Kuva 2.3.) on toimitettu yli 160 ympäri maailmaa. BFB teknologiaa soveltava kattila sopii erittäin hyvin lämpöarvoltaan ja kosteudeltaan vaihtelevien polttoaineiden polttoon ilman kaasui- tai öljytukipoltoa. Lisäksi kattilassa voidaan polttaa samanaikaisesti useaa erityyppistä polttoainetta. Polttoaine voi olla muun muassa kuorta, haketta, purua, metsätähdettä, turvetta, riisinkuorta, kierrätyspolttoaineita ja erilaisia lietteitä. HYBEX-kattilan tuottama lämpöteho on 10–300 MWth. (Hybex boilers 2007, s. 2-3.)



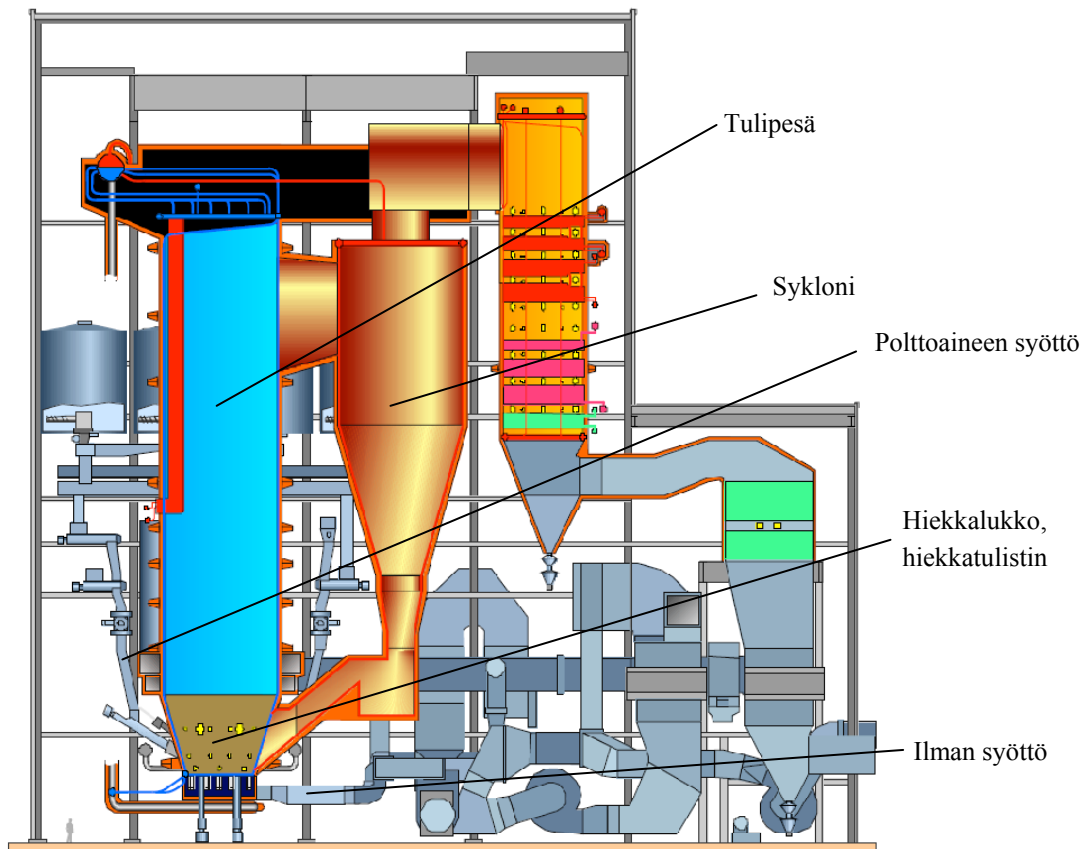
Kuva 2.3. HYBEX-kattila (Hybex boilers 2007, s. 2).

Kerrosleijukattilassa petin alapuolelle syötetään sen verran ilmaa, että hiekkakerros jää noin metrin paksuiseksi kuplivaksi kerrokseksi tulipesän pohjalle. Kuuma hiekka kuivattaa ja kaasuunuttaa polttoaineen. Kaasuuntunut polttoaine ja pienhiukkaset poltetaan petin yläpuolelle syötetyn palamisilman kanssa. Metso Powerin HYBEX-kattilan

vesijähdytteinen pohja sallii tehokkaan tuhkan poiston, jolloin tulipesässä voidaan polttaa haastavia polttoaineita. (Hybex boilers 2007, s. 2-3.)

2.2.2. Kiertoleijukattila

Metso Powerin toimittamien kiertoleijukattiloiden (Circulation Fluidized Bed, CFB) tuotemerkki on CYMIC. CYMIC-kattiloita (Kuva 2.4.) on toimitettu yli 60 kappaletta ympäri maailmaa. CFB teknologiaa soveltava kattila sopii erittäin hyvin monipolttotekniikkaan, jossa fossiilisia polttoaineita poltetaan yhdessä biomassan kanssa. CYMIC-kattilan tuottama lämpöteho on 50–600 MWth. (Cymic boilers 2007, s. 2-3.)



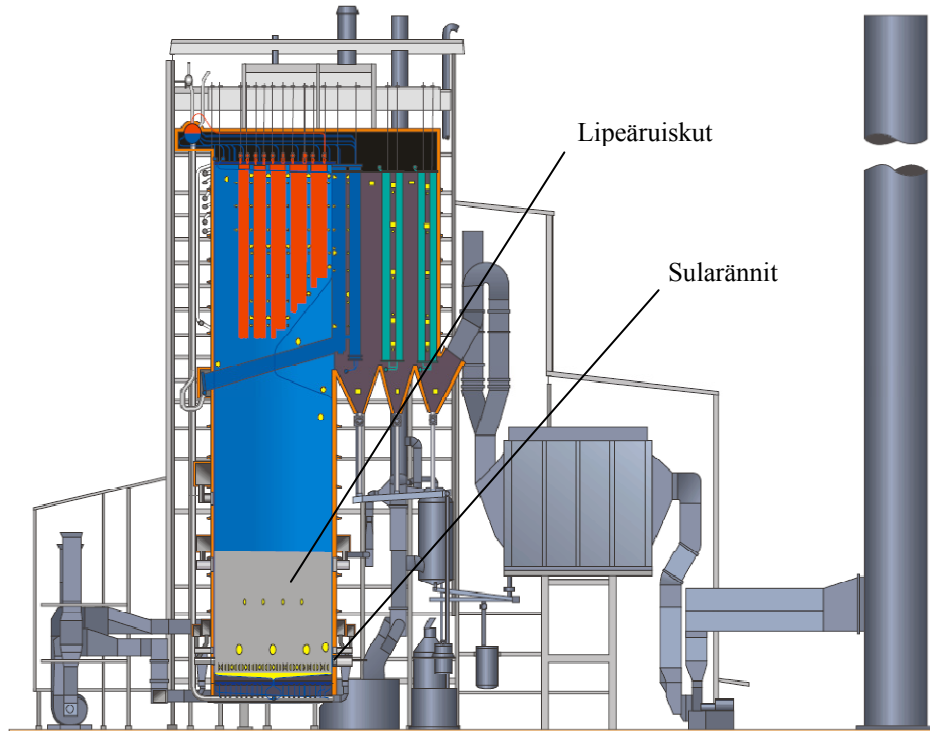
Kuva 2.4. CYMIC-kattila (Cymic boilers 2007, s. 3).

Kiertoleijukattilassa syötetään tulipesän alaosassa sijaitsevaan hiekkalukkoon ilmaa niin suurella nopeudella että hiekka nousee leijutusilman mukana tulipesän yläosaan, missä savukaasut jatkavat matkaansa lämmön talteenotto-osiin, ja hiekka kulkeutuu erillisen syklonin kautta takaisin tulipesään. Kiertoleijutekniikka mahdollista polttoaineen pidemmän viipymääjan polttoprosessissa, ja nostaa siten kattilan hyötysuhdetta huonolaatuisilla polttoaineilla. (Joroinen et al. 2007, s. 40.)

Metso Power on kehittänyt hiekkalukossa sijaitsevan hiekkatulistimen, jossa siirretään lämpöä syklonista tulevan hiekan muodostamasta leijupedistä höyryputkiin. Leijupedistä johtuen lämmönsiirto on erityisen tehokasta, joten hiekkatulistinta käytetään vaadittaessa korkeaa höyrylämpötilaa. (Cymic boilers 2007, s. 2-3.)

2.2.3. Soodakattila

Metso Powerin toimittamien soodakattiloiden (Recovery Boiler, RB) tuotemerkki on RECOX. Recox-kattiloita (Kuva 2.5.) on toimitettu noin 300 ympäri maailmaa. Soodakattila eli talteenottokattila on selluteollisuudessa käytettävä kattilatyyppe, joka on kehitetty mustalipeän polttoa ja kemikaalien talteenottoa varten. Kattilassa poltetaan lipeäruiskujen avulla haihduttamolta tulevaa vahvaa mustalipeää, joka on puun keittoprosessissa syntynyttä jätelipeää, josta on haihdutettu pois ylimääräinen vesi.



Kuva 2.5. RECOX-kattila (Recox boilers 2007, s. 3).

Soodakattilassa on tarkoitus polttaa kaikki haihduttamolta tuleva mustalipeä, joten sen höyryntuotannon säädettävyys on rajallinen. Poltossa mustalipeästä otetaan palamislämpö talteen samoin kuin voimakattiloissa. Erona on vain, että soodakattilassa polttoaine on nestemäistä, se ruiskutetaan tulipesään, sekä se että soodakattilassa tuotetaan höyryä enemmän kuin voimakattilassa. Mustalipeän palamisessa vapautuu kattilan pohjalla kemikaaleja (natrium- ja rikkiyhdisteet), ja syntynyt kemikaalisula johdetaan pois sularänneillä sekä sekoitetaan laihaan valkolipeään. Syntynyt viherlipeä puolestaan muutetaan kemikaalikierron kaustisoinnissa kalkin avulla uudestaan valkolipeäksi.

Soodakattiloiden maksimikapasiteetti on jatkuvasti nousemassa sellutehtaiden laajentuessa. Tällä hetkellä yläraja on yli 6000 tonnia kuiva-aineena mitattuna vuorokaudessa (6000 t ds/day). Tällainen iso soodakattila on yli 80 metrin korkuinen. (Recox boilers 2007, s. 2-3.)

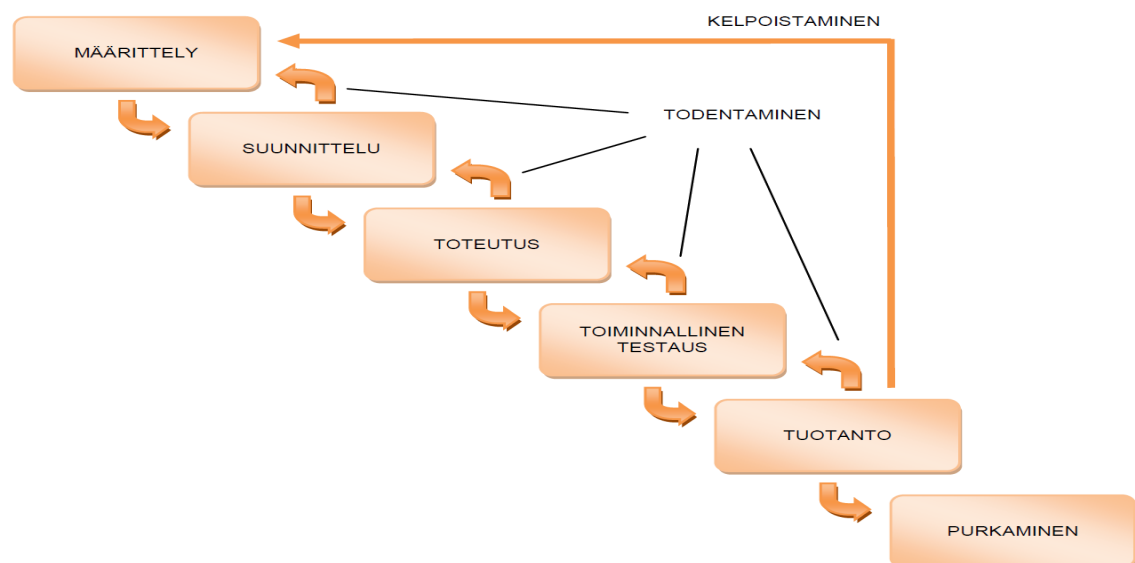
2.3. Kattilalaitoksen automaation suunnittelun vaiheet

Kattilalaitoksen suunnittelutoiminnot Metso Powerilla on jaettu automaatio (E&I)-, rakennustekniikka-, laitossuunnittelu- ja painerunkosuunnitteluosastoon. Projektista riippuen automaatio-osaston suunnittelu pitää sisällään tehtäviä prosessi-instrumentointi-, prosessisähköistys-, rakennussähköistys- ja automaatiojärjestelmäsuunnittelusta. Automaatio suunnittelun tarkoituksena on määrittellä, suunnitella ja toteuttaa automaatioon liittyvät instrumentointi, sähköistys, automaatiojärjestelmän laitteisto ja automaatio sovellukset.

Automaatio suunnittelua on projektin eri vaiheissa projektin eri osapuolilla, joilla on yleensä omat suunnittelu- ja informaatiojärjestelmät. Tässä kappaleessa on käsitelty automaatio suunnittelun elinkaarivaiheita yleisesti ja kattilalaitoksen automaatiojärjestelmän ohjelmistosuunnittelun kannalta tärkeät vaiheet, jotka ovat esisuunnittelu, perusuunnittelu ja toteutussuunnittelu.

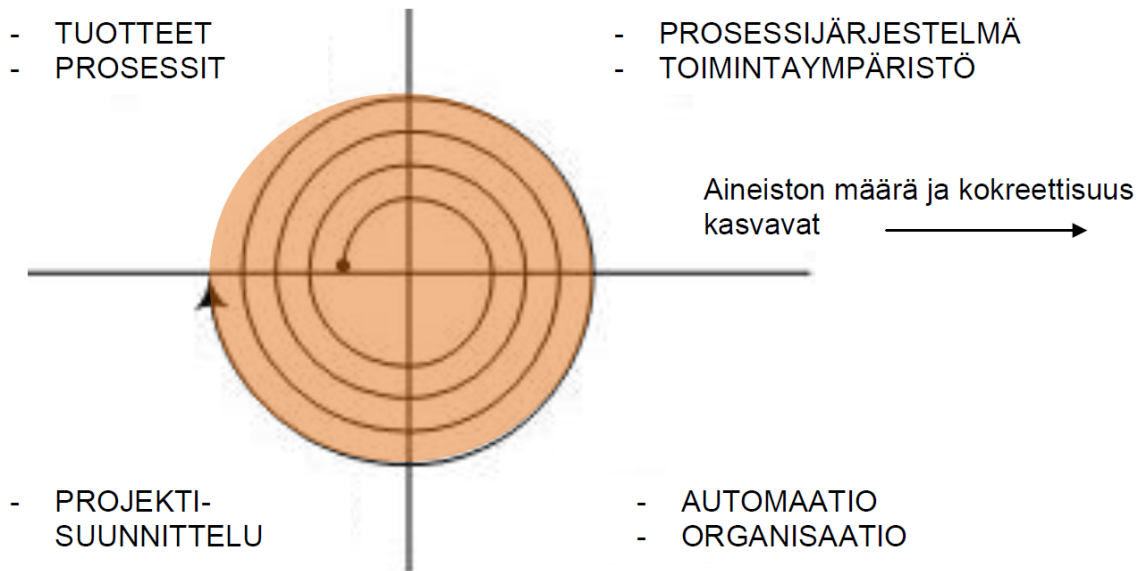
2.3.1. Elinkaarivaiheet

Automaatio suunnittelu on mielletty perinteisesti kuvan 2.6. mukaiseksi vesiputousmalliksi, jossa ajatuksena on, että suunnittelu tapahtuu vaiheittain ja jokaisen vaiheen oikeellisuus varmistetaan todentamalla ennen seuraavan vaiheen aloittamista (Tommila & Viitamäki 1991, s. 18). Näin suunnittelun jokaisessa vaiheessa voidaan päästä parhaaseen lopputulokseen riippumatta muiden vaiheiden tehtävistä. Näitä vaiheita kutsutaan myös elinkaarivaiheiksi. Elinkaarivaiheet ovat peräkkäisiä ja osin rinnakkaisiakin ajanjaksoja ideasta tuotteen poistamiseen, mutta yleisesti suunnittelun vaiheet lasketaan alkavaksi määrittelyvaiheesta, jolloin idea- ja esisuunnitteluvaihe jää pois. Projekti pilkotaan pienempiin hallittaviin osakokonaisuuksiin, ja kussakin tällaisessa elinkaarivaiheessa syntyy sekä automaation teknisiä dokumentteja että laadunvarmistuksen dokumentteja (Ajo et al. 2001, s. 31-32).



Kuva 2.6. Perinteinen vesiputousmalli (Tommila & Viitamäki 1991, s. 18, muokattu lähteestä).

Suunnittelun tehokkuusvaatimusten kasvaessa eli läpimenoaikojen lyhentyessä, ja varsinkin kun automaatio suunnittelu on osa-alueista viimeisimpänä, täytyy usein vajavaisin tiedoin tuottaa lähtötietoja seuraavaan vaiheeseen. Ongelman välttämiseksi on käytetty esimerkiksi iteratiivista, asteittain tarkentuvaa suunnittelua, jota voidaan kuvata spiraalimallilla. Suunnittelu lähtee liikkeelle laajoista kokonaisuuksista, ja jokainen kierros edustaa yhtä suunnitteluvaihetta. Kullakin kierroksella aineiston määrä ja konkreettisuus kasvavat. Suunnittelu täydentyy tällöin oheisen kuvan mukaisesti (Kuva 2.7.) spiraalimaisesti. (Ajo et al. 2001, s. 236.)



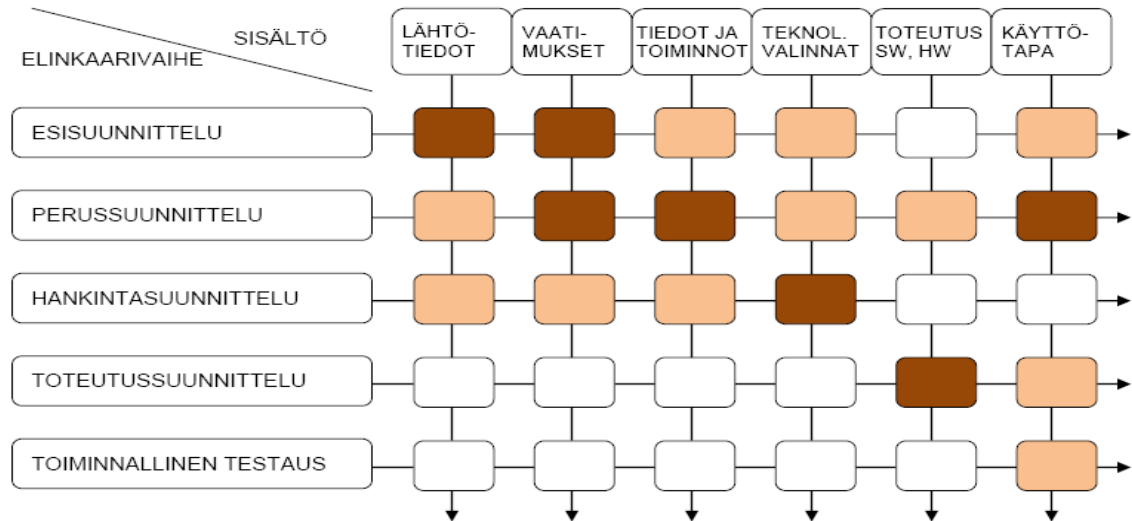
Kuva 2.7. *Spiraalimalli (Ajo et al. 2001, s. 237, muokattu lähteestä).*

Spiraalimallia voidaan käyttää myös silloin kun on siirrytty dokumenttikeskisestä ajattelusta riskien ja epävarmuustekijöiden arviointiin. Tällöin joitain osatehtäviä voidaan jättää vähemmälle huomiolle, ja keskittyä riskialttiimpiin kohteisiin. Vaikka aiempien vaiheiden tuloksia joudutaan usein korjaamaan, saadaan käytettävä aika ja käytettävät resurssit tehokkaasti hyödynnettyä. (Wesselius & Ververs 1990, Tommila & Viitamäki 1991, s. 19 mukaan.)

Vesiputousmallin ja iteratiivisen suunnittelun mallin mukaiset vaiheistukset perustuvat perinteiseen dokumenttipohjaiseen suunnitteluun. Automaatiojärjestelmät monimutkaistuvat ja markkinat sekä teknologia muuttuvat. Erilaisia määräyksiä ja standardeja tulee lisää, ja ne täytyy huomioida suunnittelussa. Muuttuvan informaation hallinnan merkityksen kasvaessa myös työkalujen täytyy kehittyä. ANTI-2 tutkimusprojektin mukaan nykyaikaiset suunnitteluperiaatteet tähtäävät suunnittelutietokantoja hyödyntävään suunnittelutapaan, jossa suunnittelu on iteratiivista sekä elinkaarivaiheiden välillä että niiden sisällä (Hirvonen et al. 2007, s. 19).

Kun tarkastellaan automaatio suunnittelua sisällölliseltä kannalta, voidaan tehdä jako suunnittelutehtäviin. Automaatio suunnittelu pitää sisällään sisällöllisiä kokonaisuuksia. Toisaalta näitä kokonaisuuksia tuotetaan useassa elinkaaren vaiheessa. Kun esitetään nämä asiat taulukossa, saadaan leikkauskohtiin suunnittelukokonaisuuksia. Suunnittelu-

kokonaisuudet saattavat pitää sisällään useita suunnittelutehtäviä. Asiaa on havainnollistettu kuvassa 2.8. Toiset vaiheet ovat sisältökokonaisuudelle merkityksellisempiä kuin toiset. Tätä painotusta on havainnollistettu kuvan suunnittelukokonaisuuksia edustavien, leikkauskohdassa olevien, lokeroiden tummennuksella. (Hirvonen et al. 2007, s. 18.)



Kuva 2.8. Jako suunnittelutehtäviin (Hirvonen et al. 2007, s. 19, muokattu lähteestä). Pystysarakeissa on automaatio suunnittelun sisältöllisiä kokonaisuuksia, ja vaakariveillä on elinkaarivaiheita. Leikkauskohdat muodostavat suunnittelukokonaisuuksia, jotka voivat pitää sisällään useita suunnittelutehtäviä.

Käytännössä automaatioprojektit kuitenkin ovat eri sovellusaloilla erilaisia. Eri vaiheiden ja suunnittelutehtävien sisältö sekä terminologia vaihtelee. Eri yritysten täytyykin kehittää omia, konkreettisimpia ja tarkempia toimintamalleja, joissa olennaisinta lienee kuitenkin sisältö, eli käyttäjän tarve (Strömman 2005, s. 12-13). Esimerkiksi kirjallisuudessa on mainittu, että esisuunnittelu ja perussuunnittelu muodostavat määrittelyvaiheen, ja että määrittelyvaihe päättyy automaatiojärjestelmän hankintasopimuksen allekirjoittamiseen (Ajo et al. 2001, s. 32). Tämä ei useinkaan pidä paikkaansa Metso Powerin kattilalaitosprojekteissa, vaan usein automaatiotoimittaja on selvillä jo perussuunnittelun alkaessa, tai ainakin varmistuu perussuunnittelun aikana. Käsitteiden ja periaatteiden täytyisi kuitenkin olla yhtenevät ja täsmälliset edes käsillä olevan projektin sisällä.

2.3.2. Esisuunnittelu

Esisuunnittelun tekee yleensä loppuasiakas tai loppuasiakkaan konsultti. Esisuunnittelu saatetaan tilata myös kattilatoimittajalta. Yleisesti automaation esisuunnitteluvaiheessa selvitetään järjestelmän vaatimukset, ratkaisumahdollisuudet, epävarmuustekijät, turvallisuustekijät, kustannukset ja hyödyt. Tarkoitus on koota aineisto, jonka perusteella investointipäätös voidaan tehdä. Esisuunnittelussa määritellään tiedot, jotka esitetään automaatiotoimittajalle vaatimuksena ja lähtötietoina. Vaatimukset voivat olla toiminnalli-

sia tai ei-toiminnallisia. Näitä tietoja ovat esimerkiksi käyttäjävaatimukset ja automaatiojärjestelmän toiminnallinen kuvaus. Esisuunnittelussa määritellään vain karkea automaation sovelluskuvaus. Tässä vaiheessa kaikki vaatimukset on ajateltu loppukäyttäjän näkökulmasta. (Strömman 2005, s. 13-18.)

PSK standardisoimis yhdistys ry (entinen Prosessiteollisuuden standardisoimiskeskus PSK r.y.) on julkaissut omia standardejansa koskien automaation hankintaa. PSK laatii kansainvälisen ja eurooppalaisen tason standardeista kansallisen tason standardeja, jotka ovat käytännönläheisiä ja menetelmätyyppisiä työkaluja (PSK info 2010). Automaation hankinnan standardisarjan ensimmäinen osa (PSK 4601 1996) toimii johdantona, joka määrittelee keskeiset käsitteet, tarvittavat dokumentit sekä yleiset periaatteet. Siinä automaatio on jaettu osa-alueiden toimintoihin sekä teknisiin osajärjestelmiin liittyvien suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon mukaan. Sarjan toisessa osassa (PSK 4602 1996) annetaan ohjeita automaatiojärjestelmän hankinnassa tarvittavien dokumenttien sisällöstä sekä suunnitteluun liittyvistä vaatimuksista.

Kattilalaitoksen automaatio suunnittelussa esisuunnittelu liittyy usein tarjousvaiheeseen, ja kustannuksia saatetaan pienentää jo ennen suunnittelupäätöstä tinkimällä soveluskonseptin sisällöstä. On myös mahdollista, että loppuasiakas ostaa koko laitoksen ”avaimet käteen” -toimituksena, jolloin vaatimusmäärittelyt automaatiojärjestelmän osalta saattavat jäädä puuttumaan. Yleistä on myös, että automaatiojärjestelmän hankinta, ja siten myös sen esisuunnittelu, on loppuasiakkaan hankintalaajuudessa.

Vaikka esisuunnittelu on loppuasiakkaalla, myös kattilatoimittajalla on automaatiojärjestelmän esisuunnitteluun kuuluvia tehtäviä, kuten toimitusrajapintojen määrittely, aikataulutukset, merkintäperiaatteet ja automaation tilavaraukset. Metso Powerilla kattilalaitoksen automaatiojärjestelmän hankintaan tarvittava aineisto kootaan perussuunnittelun alussa, mutta perussuunnittelun ja esisuunnittelun raja on häilyvä, sillä tehtävät liittyvät läheisesti toisiinsa ja asioita käsittelevät samat henkilöt.

Automaatiojärjestelmän hankinnassa kaksi merkittävää osakokonaisuutta ovat normaaliin toimintaan liittyvä prosessin pääautomaatiojärjestelmä (Distributed Control System, DCS), sekä DCS:stä ja muista järjestelmistä erilliset itsenäiset turvallisuuteen liittyvät järjestelmät (TLJ:t). TLJ:n tarkoituksena on viedä prosessi automaattisesti turvalliseen tilaan riippumatta pääautomaatiosta, ja se toteuttaa ennalta määrättyt turvatoiminnot. Kattila-automaatiossa TLJ-piirit ovat hyvin tiedossa aikaisessa vaiheessa, ja ne ovat lähes muuttumattomia projektista toiseen.

2.3.3. Perussuunnittelu

Automaation perussuunnittelun tekee yleisesti kattilatoimittaja myös siinä tapauksessa, että automaatiojärjestelmä ei ole osa kattilatoimitusta. Automaation perussuunnittelu tuottaa dokumentteja, jotka ovat lähtötietoja detaljisuunnitteluun, joita ovat esimerkiksi piirikaaviosuunnittelu, kenttäinstrumentointisuunnittelu ja ohjelmistosuunnittelu. Se, mitä dokumentteja perussuunnittelussa tuotetaan, vaihtelee projekteittain. Automaation perussuunnitteludokumentteja ovat esimerkiksi instrumenttipiiriluettelo, säätö-, lukitus- ja sekvenssikaaviot, toimintakuvaukset sekä näyttöehdotukset. Joitain automaation pe-

russuunnittelun tietoja voi olla myös moottori- tai kulutuspisteluetelossa. Perussuunnittelussa hanketta tarkastellaan automaatio suunnittelijan näkökulmasta (Hirvonen et al. 2007, s. 20). Automaatiojärjestelmän perussuunnittelun tavoitteena on tuottaa tarkempia toiminnallisia määrittelyjä ja selventää järjestelmän toteutusperiaatteita, siis tarkentaa toiminnallisia ja ei-toiminnallisia määrittelyjä.

Eräs oleellinen osa perussuunnittelua on käytävät ajotapalaverit. Yrityksen sisäisissä ajotapalavereissa tarkennetaan toimintojen yksityiskohtia ja valituista laitteista johtuvia vaatimuksia. Muiden osapuolten kanssa käytävissä yhteisissä ulkoisissa ajotapalavereissa tulee käsiteltäväksi lisäksi toimitusraajat, asiakasvaatimukset sekä automaatiojärjestelmän rajoitukset ja mahdollisuudet. Metso Powerilla ei ole ajotapalavereille ja niiden sisällölle virallista menettelyä. Ajotapalavereihin kuuluu helposti kymmeniä päiviä, ja hiemankin laajempi osanottomäärä kuluttaa huomattavasti resursseja. Varsinkin jos ajotapalavereissa käsitellään sanalliset piirikohtaiset toimintakuvaukset, aikaa voi kulua jopa kuukausia. Vakioidut sekä riittävän laajat ja toimivat toiminnalliset määrittelyt olisivatkin kaikkien etu.

Kattila-automaatioissa on joitain erityispiirteitä, jotka on otettava huomioon suunnittelussa. Näitä piirteitä on kuvattu esimerkiksi teoksessa Voimalaitosautomaatio (Joroinen et al. 2007, s. 188, 197), jossa esitellään kattilalaitoksien asettamia vaatimuksia automaatiojärjestelmälle. Näitä vaatimuksia ovat esimerkiksi redundanssi, hajautus, impulssiohjausperiaate, ohjauskäskyn varmistus, säätöparametrien ohjaus ja vaihto, syyksemättömät vaihdot ja rajoitussäätimet.

Jos käytettävä automaatiojärjestelmä ei ole selvillä, täytyy automaatiojärjestelmään liittyvien dokumenttien kuvaukset pitää yleisellä tasolla. Tämä vaikeuttaa perussuunnittelua, koska osa kuvauksista on laiteriippuvaisia. Tällaisia ovat erityisesti kehittyneet säätömenetelmät polttoaineen laadunvaihtelussa, tehojen sekä ilmojen allokointi, tulituksen koordinoitu säätö ja lieriön pinnan säätö.

Automaatiojärjestelmän ohjelmistosuunnittelun kannalta perussuunnittelun tärkeimmät dokumentit ovat periaatteelliset säätö- lukitus- ja sekvenssikaaviot. Lisäksi voi olla myös ajotapakuvauksia, näyttömalleja ja toimintaselostuksia. Myös erilaisia listoja, käyriä ja kaavoja voidaan tuottaa helpottamaan automaatiojärjestelmän implementointia. Kaikki nämä dokumentit yhdessä muodostavat automaatiojärjestelmän ohjelmistosuunnittelun toiminnallisen kuvauksen.

TLJ-piirit käydään läpi ja tarkastellaan erillisissä vaara- ja riskianalyysipalavereissa (poikkeamatarkastelu), joissa tarvittaessa tarkistetaan normaalikäytännön mukaisia toimintoja. Poikkeamatarkastelu HAZOP (hazard and operability study) on systemaattinen menetelmä, jolla etsitään prosessin turvallisuus- ja operoitavuusongelmia. Perussuunnittelussa määritellään DCS:n ja TLJ:n välinen työnjako, kuten mittauksien kompensoinnit, ohjattavien laitteiden valvonta ja poltinohjaukset.

2.3.4. Toteutussuunnittelu

Automaation toteutussuunnittelun tekee automaatiojärjestelmätoimittaja. Automaation toteutussuunnittelu voidaan jakaa kenttäsuunnitteluun, mekaniikkasuunnitteluun, lait-

teistosuunnitteluun ja ohjelmistosuunnitteluun. Ohjelmistosuunnittelussa toteutetaan perussuunnitteluaineistossa esitetyt ominaisuudet ja toiminnalliset vaatimukset. Ohjelmistosuunnittelu saa lähtötiedot pääasiassa perussuunnittelun tuottamista toiminnallisista kuvauksista. Lisäksi tietoja voi tulla muun muassa laitetoimittajan laitteistokuvauksista.

Muutoksien hallinta on eräs keskeinen osa projektin onnistumisen edellytyksistä. Vähäisiin muutoksiin päästään muun muassa laadukkaalla perussuunnittelulla, toimittamalla lähtötiedot oikeaan aikaan sekä tyyppipiirejä käyttämällä. Perussuunnittelu on ollut laadukasta silloin kun lähtötiedot eivät muutu ja tiedot ovat oikeita. Tietojen toimittamisen oikea-aikaisuus on myös sitä, että toimitetaan tiedot perussuunnittelusta mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa, jolloin mahdollisimman paljon lähtötietojen muutoksista on tehty myös perussuunnittelun dokumentointiin. Vakioratkaisut eli tyyppipiirit ovat mallikirjastossa olevia ohjelmistokomponentteja, jotka vielä testataan ja dokumentoidaan huolella. Näin ne ovat valmiita kopioitaviksi ja käytettäviksi koko projektin sovellusohjelmassa. Myös jäljitettävyyttä pitäisi sisältyä muutoksenhallintaan. Jäljitettävyydellä osoitetaan sovelluskomponenttien, toteutettavien toimintojen ja vaatimuksien yhteydet toisiinsa.

Laadunvarmistuksia ohjelmistosuunnittelussa voi olla esimerkiksi tyyppipiiritestaus, esitestaus, ohjelmistotestaus, tehdastestaus ja hyväksymistestaus. Tyyppipiiritestauksessa testataan jo edelläkin esiteltyt tyyppipiirit siten että käyttäjäliitynnät ja hälytykset ovat mukana. Esitestauksessa (pre-CAT) varmistetaan siitä että perussuunnitteluaineisto on ymmärretty oikein, ja että DCS-suunnittelu etenee aikataulun mukaisesti. Joku jo aiemmin sovittu prosessin osa käydään läpi ja testataan. Ohjelmien toiminnallinen testaus, ohjelmistotestaus (CAT) tehdään kaikille ohjelmille. Automaatiojärjestelmätoimittaja suorittaa testit laitestoimittajan ja loppuasiakkaan edustajien avustamana. Laitteiston rakentamisen ja sovelluksen ohjelmoinnin jälkeen, mutta ennen työmaalle lähettämistä tehdään tehdastestaus (FAT) laitteistolle ja sovellukselle. Automaatiojärjestelmätoimittaja suorittaa testit laitestoimittajan ja loppuasiakkaan edustajien avustamana. Tehdastestaus voidaan mahdollisuuksien mukaan tehdä myös yhtä aikaa ohjelmistotestauksen kanssa. Sen jälkeen kun järjestelmä on toimitettu ja asennettu tehtaalle, suoritetaan laitteiston ja ohjelmiston toiminnallinen hyväksymistestaus (SAT), jonka tarkoitus on todentaa järjestelmän toimivuus täydessä kuormituksessaan kenttälaitteilta näytöille saakka.

TLJ:n osalta järjestelmän testaamisessa on mukana kolmas osapuoli, ”ilmoitettu tarkastuslaitos” (notified body), joka valvoo ja arvioi laitteistoa, suunnittelua sekä testausmenetelmiä. TLJ:stä kootaan oma kansio, jossa on kaikki TLJ:n määrittelyä, toteutusta, kelpuutusta sekä käyttämistä ja huoltoa koskeva aineisto.

3. PIIRIKOHTAINEN TOIMINTAKUVAUS

Suunnittelun tarkoitus on tuottaa kohteena olevan järjestelmän malli, joka sisältää järjestelmän rakentamiseen, käyttöön ja ylläpitoon tarvittavan informaation. Mallin on vastattava kysymyksiin; miksi ne ovat olemassa, mitä ne tekevät ja millaisia ne ovat rakenteeltaan. (Ajo et al. 2001, s. 29.) Tässä yhteydessä toimintakuvauksella tarkoitetaan sanallista kuvausta laitteiston ja ohjelmiston toiminnasta sekä piirikohtaisella toimintakuvauksella tarkoitetaan yhden piirin sanallista kuvausta kyseisen piirin laitteiston ja ohjelmiston toiminnasta. Tästä eteenpäin tässä työssä toimintakuvaukset tai pelkästään kuvaukset tarkoittavat myös piirikohtaisia toimintakuvauksia. Jos jostain syystä halutaan korostaa ei-piirikohtaisia toimintakuvauksia tai vain piirikohtaisia toimintakuvauksia, on asia selkeästi ilmaistu tekstissä.

Toimintakuvauksista käytetään joskus myös termiä toimintaselostus. On syytä erottaa automaatiopiirien toimintakuvaus automaatiojärjestelmän toiminnallisesta kuvauksesta, joka määrittelee sekä ohjelmistoa että laitteita, ja on siten laaja-alaisempi ja yleisemmällä tasolla kuin toimintakuvaus.

Piirikohtaiset toimintakuvaukset ovat vakiinnuttaneet asemansa automaation 90-luvun jälkipuoliskolta lähtien. Piirien toimintakuvaukset syntyvät suunnitteluvaiheessa vähitellen tarkentuen ajotapalavereista lähtien käyttöönottoon, ja niitä hyödynnetään myös operoinnissa ja kunnossapidossa. (Mäkelä 2005, s. 21.)

Yhtenäiset esitystavat ja ajatusmallit auttavat eri osapuolten ymmärrystä erilaisista informaatiolähteistä tulevasta tiedosta. Standardit pyrkivät edistämään tätä asiaa. Nykyaikainen suunnittelu pitkälle kehiteltyine malleineen sekä vaikeudet standardien saataavuudessa ja ymmärrettävyydessä saattavat johtaa standardien käyttämättömyyteen. Lukuun 3.1. on koottu toimintakuvauksiin liittyvät standardit yhteen, vaikka samoja viittauksia ja asioita saattaa esiintyä myös toisaalla tässä diplomityössä.

Luvussa 3.2. tarkastellaan miten toimintakuvaukset tarkentuvat suunnittelun eri elinkaaren vaiheissa vaatimuksien (miksi), toimintojen (mitä) ja toteutuksen (miten) kautta. Myös toimintakuvauksien roolia suunnittelun jälkeen on tarkasteltu lyhyesti, samoin kuin sitä, miten toimintakuvauksien kautta olisi mahdollista tuottaa valmista ohjelmaa.

Kohteita on hyödyllistä tarkastella eri näkökulmista tai näkökannoilta. Lisäksi näkökantatarkastelussa täytyy huomioida missä kohtaa suunnittelun elinkaarta tai toimintakuvauksien elinjaksoa ollaan. Kun toimintakuvaus on jaettu pienempiin osiin ja tarkasteltu eri näkökannoista, pitää tarkastelun jälkeen tulokset yhdistää. Luku 3.3. esittelee eri näkökannat.

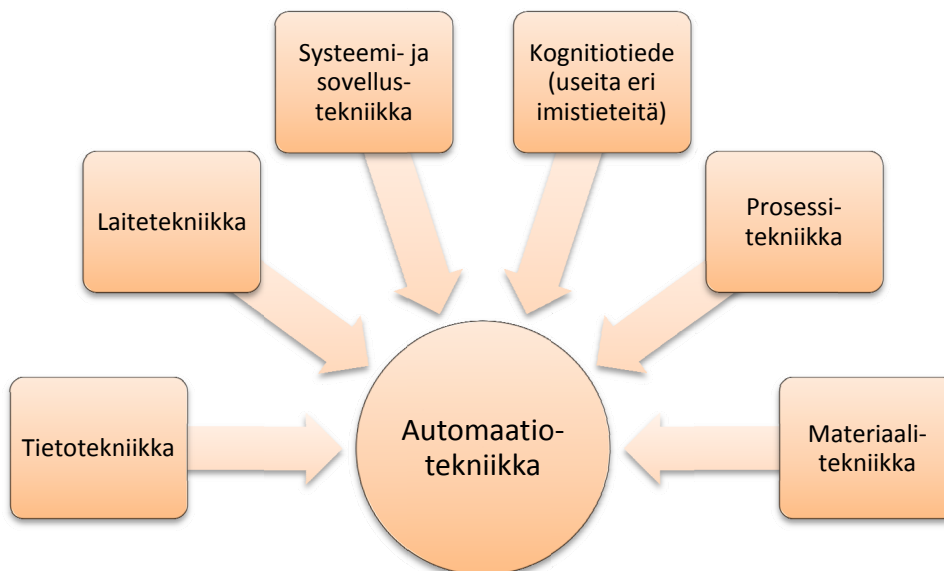
Luvussa 3.4. tarkastellaan toimintakuvausta dokumenttina. Toimintakuvauksella on elinjaksoja, jotka kuvaavat dokumentin elinkaaren vaiheita. Lisäksi on käsitelty dokumentin metadattaa, siihen liittyvää tietosisällön vaihtoa sekä näkökantoja.

Piirikohtainen toimintakuvaus on sidottu tietylle piirille. Piirin ja piirikohtaisuuden määritelmiä on luvussa 3.5.

3.1. Standardit, ohjeet ja suositukset

Standardit, ohjeet ja suositukset jäävät usein ”näin on aina tehty” ajatusmallin jalkoihin. Osasyynä on projektien läpimenoaikojen nopeutuminen. Vallitsevaan ohjeistukseen ei ole aikaa perehtyä, jolloin työt tehdään aikaisemmilla toimintamalleilla ja -tavoilla. Varsinkin nykyaikaisessa suunnittelussa käytettävät ”pohjat” eli mallikirjastot johtavat siihen, että standardeissa, ohjeissa ja suosituksissa tapahtuvia muutoksia ei välttämättä oteta huomioon. Lait, asetukset ja määräykset ovat asioita, jotka luonnollisesti täytyy aina huomioida, jolloin esimerkiksi kattilalaitostoimituksen kohdemaalla saattaa olla merkitystä myös toimintakuvauksien kannalta. Ohjeet ja suositukset eivät välttämättä ole yhtä velvoittavia, mutta silloinkin täytyy olla joku peruste miksi niitä ei ole huomioitu.

Automaatioalan poikkitieteellisyydestä (Kuva 3.1.) johtuen toimijoiden on seurattava monien eri alojen standardeja. Seuraamiseen voivat olla syynä viranomaiset, loppuasiakkaan vaatimus tai sitten oma halu hyödyntää standardeja. Pitkällä tähtäimellä standardien mukanaan tuoma yhteensopivuus tuo säästöjä, vaikka alkuvaiheessa omien järjestelmien ja toimintatapojen muuttaminen aiheuttaa kustannuksia.



Kuva 3.1. Poikkitieteellinen automaatiotekniikka.

Ongelmana standardeissa on, että useinkaan ne eivät anna riittävästi esimerkkejä siitä kuinka niitä sovelletaan. Joskus voi löytyä jopa vallitsevan käytännön vastaisia ohjeita. Esimerkiksi ohjauksen ja säädön sanaston standardissa sekvenssin askeleen (englan-

niksi step) suomenkielinen vastine on askelma (SFS-IEC 60050-351 2000, s. 70), joka ei ole yleisesti, jos lainkaan, käytössä. Kaikesta huolimatta olisi kuitenkin suotavaa että standardeja, ohjeita ja suosituksia noudatetaan. Joissain standardeissa on pyritty parantamaan ymmärtämistä liittämällä velvoittavan (normative) osan lisäksi opastavia (informative) liitteitä. PSK standardisointiyhdistys onkin puuttunut tähän ongelmaksi koettuun standardien vaikeaselkoisuuteen ja julkaissut käytännönläheisiä sekä menetelmätyyppisiä työkaluja (PSK info 2010).

Standardien valtava määrä, standardeja tuottavat lukuisat kansainväliset, eurooppalaiset ja kansalliset organisaatiot ja standardien suhteellisen korkeat hinnat vaikeuttavat standardien seuraamista. Lisäksi pelkkä standardien lukeminen ei riitä vaan on myös ymmärrettävä miten ja missä standardia on tarkoitettu sovellettavaksi. (Strömman 2005, s. 25-26.) Kansainvälisiä standardeja tuottavia järjestöjä ovat ainakin

- ISO (International Organization for Standardization)
- IEC (The International Electrotechnical Commission)
- ITU (International Telecommunication Union)
- ANSI (American National Standards Institute).

Tiukasti tulkiten ANSI on kansallinen standardi, mutta se on laajalti käytössä Etelä- ja Pohjois-Amerikassa. Eurooppalaisia EN standardeja julkaisevat

- CEN (Comité Européen de Normalisation/European Committee for Standardization)
- CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique/European Committee for Electrotechnical Standardization)
- ETSI (European Telecommunications Standards Institute).

Suomalaisia standardoimisjärjestöjä ovat

- SFS (Suomen Standardisoimisliitto SFS)
- SESKO (Sähkö- ja elektroniikka-alan kansallinen standardointijärjestö)
- FICORA (Viestintävirasto)
- PSK (Prosessiteollisuuden standardisoimiskeskus).

Lisäksi on huomattava määrä eri maiden kansallisia standardeja ja standardisoimisjärjestöjä (SFS 2010).

Toimintakuvauksiin liittyy rakennusautomaation SFS-standardi, jossa käsitellään LVI-tekniikkaa. Jossain tapauksissa myös kattilalaitoksen ilmastointiin liittyvien HVAC-piirien (Heating Ventilating and Air-Conditioning) toiminnot toteutetaan laitoksen yhteisessä automaatiojärjestelmässä. Toimintojen kuvaukset auttavat suunnittelijaa projektin toiminnallisuuden määrittelyssä. Projektikohtaiset toiminnot voidaan dokumentoida esimerkiksi virtauskaavioilla, säätökaavioilla ja erilaisilla listoilla. Monimutkaisemmat ja kehittyneemmät säätötoiminnot tarvitsevat lisäinformaatiota ja toisenlaisia menettelytapoja, jotta vaatimukset voidaan kuvata tarkasti ja täydellisesti. (SFS-EN ISO 16484-3 2006, s. 11-12.) Toimintakuvaus on yksi tällainen menetelmä. Lisäksi sovellusohjelmiston dokumentaation standardissa on toiminnan kuvaamiselle vaatimuksia, mutta tämä kuvaus koskee enemmänkin koko järjestelmän yleistä toimintaa eli auto-

maatiojärjestelmän toiminnallisia kuvauksia, ei niinkään toimintakuvausta (SFS-IEC 61506 1998, s. 38, 62-69).

Automaattisen ohjauksen ja säädön sanaston standardi (SFS-IEC 60050-351 2000) antaa joitain suuntaviivoja toimintakuvauksissa käytettäville termeille, joskaan standardi ei suinkaan ole kattava. Termien lisäksi tarvitaan myös määrittelyt termeille ja mahdollisesti käytettävät synonyymit (eri sana, sama merkitys), jolloin välttytään vääraltä käsitykseltä homonyymista (sama sana, eri merkitys) johtuen (SFS-IEC 61346-4 1998, s. 20). Yhtenäisillä sanoilla ja termeillä voidaan päästä myös yhteensopivuuteen eri yritysten tuottamien toimintakuvausten välillä, mutta tähän ei kilpailusyistä välttämättä edes pyritä.

Dokumentin käsittelyä, dokumentin elinjaksoja, näkökantoja, metadataa sekä metadataan liittyviä asioita, kuten dokumentin kuvauskieliä ja niiden käsittelyä, määritellään useassa standardissa (SFS 5895 2001; SFS-EN 82045-1 2002; SFS-EN 82045-2 2005; SFS-EN ISO 11442 2006; SFS-EN 61082-1 2006; SFS-ISO 2308-1 2007; SFS 5914 2007; SFS-EN 81346-1 2010). Lisäksi monet PSK standardit ottavat kantaa kuvauskieliin.

Euroopassa yleisemmin käytetyt tavat piirin nimeämiseen yksilöllisillä tunnuksilla perustuvat ISO standardiin (SFS-ISO 14617-6 2004) tai vaihtoehtoisesti erityisesti voimallaitoksille tehtyyn KKS identifiointijärjestelmään (KKS 2005), joka on päivittymässä EN standardien (SFS-EN 81346-2 2009; SFS-EN 81346-1 2010) mukaiseksi.

3.2. Toimintakuvaukset tuotteen elinkaarivaiheissa

Määrittelyvaiheessa luodaan säätösovellusten perusta tilaajan käyttäjävaatimuksilla ja toimittajan tekemällä automaation toiminnallisella kuvauksella. Suunnitteluvaiheessa laaditaan toimintakuvaukset ja mahdollisesti säätömoduulien toimintakuvaukset. Toimintakuvaus on suunnittelemisen ja toteutuksen rinnalla etenevä dokumentti, joka on jatkuvassa muutoksessa ja käytössä. Päävaiheet toimintakuvausten muodostumiselle tuotteen kannalta ovat vaatimusmäärittely (asiakas ja laitetoimittaja), suunnittelu (laitetoimittaja), toteutus (laitetoimittaja ja ohjelmistotoimittaja) ja käyttö (ohjelmistotoimittaja ja asiakas).

Vaatimusmäärittelyn perustana on prosessin ja käyttäjän näkökulmasta ajateltu prosessisuunnittelijoiden tuottama prosessikuvaus. Prosessikuvaus voi olla useita piirejä koskeva kuvaus, mutta oleellisinta siinä on, että se vastaa kysymykseen, *miksi* suunniteltava järjestelmä on olemassa (Tommila & Viitamäki 1991, s. 39-44).

Toimintakuvauksen tuottaminen, eli suunnittelu, sijoittuu pääosin perussuunnitteluvaiheeseen, jossa automaatio suunnittelun tuottaman toimintakuvauksen on vastattava kysymykseen, *mitä* suunniteltavan järjestelmän halutaan tekevän. Tosin toisen ihmisen ”mitä” on toiselle ”miten” (Davis 1988, Tommila & Viitamäki 1991, s. 19 mukaan). Toimintakuvausta ei välttämättä aina tehdä, vaan automaatiotoimittaja saa tarvitsemansa tiedon säätö-, lukitus- ja sekvenssikaavioista sekä muista lähteistä, kuten näyttökaavioista, ajotapakeskusteluista ja laitetoimittajalta.

Toteutusvaiheessa toimintakuvauksiin voi tulla vielä joitain muutoksia. Esimerkiksi hankkeen alussa esitettyihin vaatimuksiin voi tulla tarkennuksia tai tuotteistamisen mukanaan tuomia muospaineita. Lisäksi tulee automaatiotoimittajan toteutusteknologioihin liittyvä tietämys ja automaatiojärjestelmän rajoitukset. Tässä vaiheessa toimintakuvauksesta tulisi selvittää *miten* piiri toimii. (Tommila & Viitamäki 1991, s. 39-44.) Perusajatuksena kuitenkin on, että toimintakuvaus pitäisi olla dokumentti jota vastaan tarkastellaan toteutettua automaatiojärjestelmää, eikä kirjata kuvauksiin miten automaatiojärjestelmä tuli toteutettua. Toteutusvaiheessa tärkeää on perussuunnitteluvaiheesta tulevan tiedon oikeellisuus, ymmärrettävyys, yksityiskohtaisuus sekä saadun tiedon oikea-aikaisuus.

Loppuasiakkaan kannalta automaation rooli käyttäjälle on valvontatyökalu, laitoksen käyttöä tukeva työkalu, häiriötilanteissa avustava työkalu, tiedonvaihdon työkalu, tietämyksen hallinnan työkalu, toiminnan kehittämistyökalu ja oppimistyökalu. Toimintakuvaus palvelee osaltaan näissä kaikissa rooleissa. Erityisesti laitoksen käyttöönoton aikana toimintakuvaukset ovat avuksi toimintojen testauksessa ja operaattorien koulutuksessa. Verbaalinen kuvaus on myös tärkeässä roolissa silloin kun tehdään monimutkaisissa prosesseissa säätö- ja ohjaustoimenpiteistä päätöksiä (Paunonen 1997, s. 49-50, 143-144.)

Rauhamäki on tutkinut diplomityössään sovellussuunnittelun integroituvuutta muihin suunnitteluvaiheisiin UML:n (Unified Modeling Language) avulla. UML on Object Management Groupin (OMG) vuonna 1997 standardoima graafinen mallinnuskieli. Yhtenä ideana on, että sovellus olisi kuvattu jo esisuunnitteluvaiheessa sellaisella rakennemallilla ja kielipillä, joiden avulla saataisiin kaaviomuotoista sekä valmista ohjelmaa (Rauhamäki 2009, s. 89). Toimintakuvausten kannalta täytyisi tällöin kehittää myös kääntäjä, joka kääntää UML:n operaattorin ymmärtämään muotoon, jotta saavutettaisiin tulkintavirheistä vapaat ja yhtenevät kuvaukset. Myös Seurasen mukaan tulevaisuuden tavoitteita on suunnittelukulttuurin muutos, siten että esisuunnittelijan antamasta korkeamman abstraktiotason vaatimuksista pystytään generoimaan esimerkiksi automaatio-toimintoja ja ajotapadokumentteja (Seuranen 2006, s. 11).

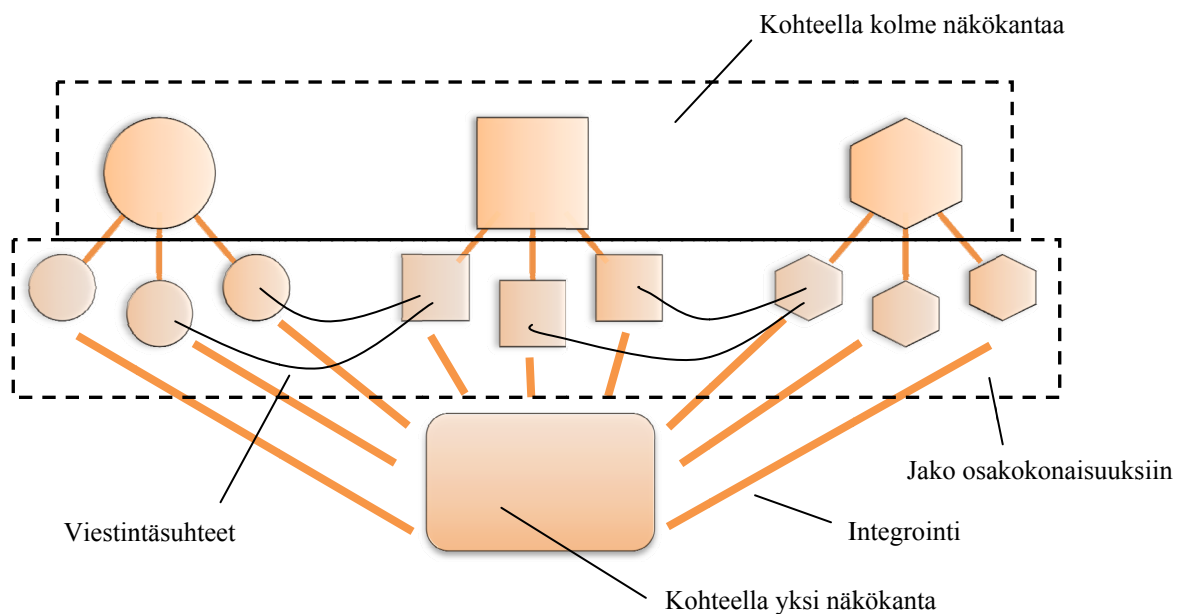
3.3. Näkökannat

Juuri voimaan tulleen eurooppalaisen standardin mukaan kohdetta voi olla hyödyllistä tarkastella eri tavoilla. Kohteen määritelmä on hyvin laaja. Kohde voi viitata fyysiseen tai ei-fyysiseen asiaan. Kohde voi olla ollut olemassa, voi olla olemassa tai saattaa tulla olemaan. Kohde voi olla erillisten kohteiden summa (järjestelmä) tai se voi olla luotu informaatiojoukon yksilöimistä varten. Kohde on siis olemassa, jos joku niin päättää, ja yksilöi kohteen. Kohdetta voi tarkastella suhteessa muihin kohteisiin tai voidaan tarkastella kohteen sisäisiä kohteita. Standardissa tällaista tarkastelutapoja kutsutaan näkökannoiksi. (SFS-EN 81346-1 2010, s. 22-25.)

EN standardi (SFS-EN 81346-1 2010, s. 26) ja ANTI-raportti (Strömman 2005, s. 92) mainitsevat näkökannoista toimintanäkökannan, tuotenäkökannan ja sijaintinäkö-

kannan. Tärkeätä on huomata, että kohteella voi olla olemassa ominaisuuksia, joita ei tarvitse tai ei haluta huomioida juuri tietyltä näkökannalta katsottuna. Lisäksi näkökanta voi olla usean näkökannan summa. Toimintakuvauksia voidaan katsoa myös useammas- ta näkökannasta, kuin standardissa on lueteltu. Näkökannat voivat olla lisäksi erilaisia elinkaaren tai elinjaksojen eri vaiheissa. (SFS-EN 81346-1 2010, s. 26, 80.) Voidaan ajatella myös, että jos tarkastelijoita on useita, niin jokaisella on oma näkökulma, ja vasta yhteisesti hyväksytty käsitys on näkökanta (Strömman 2005, s. 98).

Kun toimintakuvausta on tarkasteltu eri näkökannoista, pitää tarkastelun jälkeen muodostuneet näkökannat yhdistää. Tätä yhdistämistä kutsutaan integroinniksi. Kuva- uksia voidaan jakaa myös pienempiin alemman tason hierarkkisiin osiin. Tällöin ylem- mälle tasolle integrointia on helpompi hallita, kun rakenteet ovat samanlaisia. (SFS- IEC/TR 61346-3 2002, s. 64.) Yhdistämisessä saadaan toimiva toimintakuvaus, josta ilmenee varsinaisen piirin toimintaa kuvaavan tekstin lisäksi dokumentin rakenne, eri osien tehtävät sekä viestintäsuhteet ja -tavat (Strömman 2005, s. 120). Viestintäsuhteet, eli kohteiden väliset ristiviittaukset olisi hyvä tehdä rakenteiden alimmilla tasoilla, jol- loin on edellytykset yksityiskohtaisempaan tietojen käsittelyyn ja jakamiseen (SFS- IEC/TR 61346-3 2002, s. 94). Näitä asioita on havainnollistettu kuvassa 3.2.



Kuva 3.2. Kohteen jakaminen hierarkisesti osiin, integrointi sekä viestintäsuhteet (SFS-IEC/TR 61346-3 2002, s. 94, muokattu lähteestä).

Tarkasteltaessa toimintakuvausta pelkästään sähköisenä dokumenttina, jolla on tiedon vaihtoon ja tiedon jakeluun liittyviä tehtäviä, voidaan dokumentin sisältämän meta- datan suhteen toimintakuvausta tarkastella esitys-, järjestely-, elinjakso- ja tuotenäkö- kannalta (SFS-EN 82045-1 2002, s.18). PSK standardit ovat maininneet tehdasobjektin (kohteen) kuvaamistavoiksi toiminta-, tuote- ja yksilönäkökannat (PSK 5961 2004, s. 3), mutta tässä kohtaa ei ole selvästikään ajateltu kohdetta sähköisenä dokumenttina. Toimintakuvauksen mahdolliset näkökannat perustuvat siis tarkoitukseen (toimin-

tanäkökanta), informaation sisältöön (tuotenäkökanta), kohteeseen (sijaintinäkökanta) ja informaation esitystapaan (metadatan tukemat näkökannat) (Strömman 2005, s. 126). Metadatan tukemia näkökantoja on tarkasteltu toimintakuvausdokumentin yhteydessä luvussa 3.4.

3.3.1. Toimintänäkökanta

Toimintänäkökanta keskittyy siihen, mitä kohde tosiasiallisesti tekee tai tulee tekemään. Tässä näkökannassa toimintakuvaukset määritellään ominaisuuksien kautta, eikä fyysisellä olomuodolla tai toiminnan sijainnilla ole merkitystä. Kyse on siis toimintakuvausten sisällöstä. Toimintänäkökanta tuntuu toimintakuvaukselle luonnolliselta tarkastelukulmalta. Strömmanin mukaan nykyisin projekteissa korostuu standardointi, uudelleenkäyttö ja tietämyksen hallinta, joilla voidaan vastata kilpailukyvyyn asettamiin haasteisiin, joita ovat kustannustehokkuus, laatu sekä toimitusajat. Tietämyksen korostuessa suunnittelun tuottaman mallin tulisi sisältää myös asiakkaan vaatimukset, suunnitteluperusteet, ehdotetut mutta hylätyt ratkaisut sekä käytön aikana kertyneet kokemukset (Strömman 2005, s. 8.). Nämä huomiot sopivat erittäin hyvin myös toimintakuvauksiin.

Perussuunnitteluvaiheessa piirikohtaisella toimintakuvausten lähtökohtana ovat piirin toiminnalliset vaatimukset, jotka kuvaavat sitä mitä piiri tekee (mitä varten piiri on olemassa) ja kuinka piiri toimii. Toimintoja täytyy kuvata riittävän tarkasti, mutta tarpeettomia yksityiskohtia on vältettävä, jotta vähennetään monimutkaisuutta ja ei sidota automaatiotoimittajan käsiä. Tärkeätä on että ei esitetä ratkaisuja vaan vaatimuksia. Jos toiminta riippuu käytetyistä laitteista, on tämä seikka tuotava selvästi esiin. Eräs tapa esittää toimintakuvauksia ovat tapahtumapohjaiset kuvaustavat. Nämä kuvaustavat esittävät tapahtumien kulun erilaisissa tilanteissa, joissa järjestelmään tuleva tieto saa aikaan vasteita, jotka sitten on kuvattu (Tommila & Viitamäki 1991, s. 27). Tällaisia kuvauksia käytetään enemmänkin kokonaisten järjestelmän toiminnan kuvaamiseksi erilaisissa käyttötapauksissa.

Toteutussuunnittelussa toimintakuvaukset normaalisti vain tarkentuvat, kuten aiemmin todettiin. Joskus toimintakuvauksia ei ole tehty lainkaan perussuunnittelun aikana, vaan kuvaukset valmistuvat vasta toteutussuunnittelun aikana perus- ja toteutussuunnitteluaineiston pohjalta. Nyt siis kirjataan ylös mitä tuli tehtyä. Tällöinkin toiminnalliset vaatimukset ovat lähtökohtana, mutta välillisesti suunnitteluaineiston kautta, jolloin joku asia voidaan kuvata epätäydellisesti, esittää virheellisesti tai jättää epähuomiossa kokonaan pois.

Loppukäyttäjän, eli käytännössä operaattorin, näkökulmasta tärkeätä on toimintakuvausten ajantasaisuus, täydellisyys ja luotettavuus. Toisin sanoen tulee saada oikea tieto oikeaan paikkaan oikeassa muodossa. Kucharysonin mukaan huomio kiinnittyy nykyään enemmän toimintojen tehokkuuteen epänormaaleissa ajotilanteissa (Kucharyson 2006).

Aiemmin toimintakuvausten tekemisen suurin syy on ollut tuottaa dokumentti asiakkaan tai käyttäjän tarpeisiin, jolloin toimintakuvaukseen on sisällytetty vain sellaisia tietoja, jotka ovat olleet kiinnostavia asiakkaan tai käyttäjän kannalta. Oikein tehtynä

toimintakuvaus helpottaa asiakkaan, suunnittelijoiden ja muiden käyttäjien välistä kommunikointia (Paunonen 1997, s. 146). Tietotekniikkaa apuna käyttäen näkymänhallinta mahdollistaa toimintakuvausten käyttämisen tehokkaana työkaluna kaikille käyttäjryhmille, jolloin käyttäjryhmäkohtaiseen toimintakuvaukseen sisällytetään vain sellaisia toimintojen tietoja, jotka kohdistuvat halutulle käyttäjrykunnalle.

Vaikka toimintanäkökanta ei ota kantaa siihen missä toiminnot toteutetaan, täytyy TLJ:n osalta kiinnittää erityistä huomiota huomioida esimerkiksi lähettimien ja venttiileiden vikaantumissuuntaan. Anturivian ilmetessä useimmat lähettimet on mahdollista ohjelmoida näyttämään minimi- tai maksimiarvoa. Venttiilit puolestaan voidaan määrittellä avautumaan, sulkeutumaan tai lukkiutumaan paikoilleen sähköisessä tai pneumaattisessa vikatilanteessa. Venttiileiden osalta määritykset on täytynyt tehdä jo tilausvaiheessa, mutta lähettimien toimintaa voidaan muokata vielä toimitusten jälkeenkin.

Käytetyt sanat ja käänöksien oikeellisuus ovat tekstimuotoisessa dokumentissa erityisen tärkeitä. Käytettäessä yhtenäistä sanastoa päästään tarvittavaan tarkkuuteen ja yksiselitteisyyteen. Hyvä apu on automaattisen ohjauksen ja säädön sanaston standardi (SFS-IEC 60050-351 2000). Standardissa on ranskan- ja englanninkieliset termit selityksineen, sekä käänökset suomen, saksan ja ruotsin kielille. Kaikkia tarvittavia sanoja ei kuitenkaan tästä standardista löydy. Metsolla onkin käytössä sähköisessä MOT-sanakirjastossa suomi-englanti käänöksinä kattilatermistölle. Termien lisäksi täytyisi olla myös määrittelyt termeille ja mahdollisesti käytettäville synonyymeille (eri sana, sama merkitys), jolloin vältetään vääraltä käsitykseltä homonymista (sama sana, eri merkitys) johtuen (SFS-IEC 61346-4 1998, s. 20). Yhtenäisillä termeillä voidaan päästä myös yhteensopivuuteen eri yritysten tuottamien toimintakuvausten välillä, mutta tähän ei välttämättä edes pyritä. Kuitenkin projektissa toimivien eri osapuolten täytyy käyttää yhteneviä ilmaisuja.

PSK:n määritelmien mukaan toiminta sisältää sekä toiminnan että ympäristön asetamat vaatimukset (PSK 5961 2004, s. 3). Ympäristön vaatimukset voisi kyllä lukea sijaintinäkökantaan kuuluvaksi, mutta PSK standardeissa tällaista näkökantaa ei tunneta.

3.3.2. Tuotenäkökanta

Tuotenäkökanta tarkastelee sitä, millä välineillä toimintakuvaukset toteuttavat sitä mitä ne tekevät. Toisin sanoen tuotenäkökannassa kuvataan sitä kuinka järjestelmä tai kohde rakennetaan. Tässä näkökannassa ei ole merkitystä sillä mitä piirin toimintaa kuvaavaa tietoa toimintakuvaukset sisältävät.

Kun halutaan kehittää tuotetta, voidaan tätä näkökantaa kutsua myös tuotteistamiseksi. Tuotteistamisen ajatuksena on, että tuotetta tai toimintoja kehitetään eri asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin sopiviksi. Kehittäminen voi liittyä esimerkiksi vakiointiin, työmenetelmiin, tuotteen ominaisuuksiin, käyttötarkoitukseen, markkinointiin tai muuhun seikkaan, jolla tuote saadaan paremmin markkinoille. Tuotteistamista voidaan pitää myös kehittymis- ja oppimisprosessina, jolloin uuden mallin luomisen jälkeen myös muut kykenevät toistamaan asian. Tuotteistamisessa on kaksi erillistä prosessia: sisäinen ja ulkoinen tuotteistaminen. Sisäisessä tuotteistamisessa varmistetaan, että asioita kye-

tään toistamaan, ja että saadaan ”myytyä” toiminta-ajatus tekijöille. Sisäinen tuotteistaminen lähtee nykytilan ja tavoitetilan kartoittamisesta. Seuraavaksi määritellään keitä se koskee ja missä laajuudessa. Lopuksi laaditaan aikataulu. Ulkoinen tuotteistaminen näkyy asiakkaalle valmiina konseptina ja konkreettisina esimerkkeinä. (Lehtinen & Niinimäki 2005, s. 34-49) Esimerkiksi toimintakuvauksista voisi olla milloin tahansa tulostettavissa projektin senhetkiset kuvaukset, vaikka muita varsinaisia ja pääasiallisia sovellussuunnitteluun tarvittavia dokumentteja ei vielä olisikaan valmiina. Toimintakuvausten tuotteistamisen tavoitteena ovat toimitusaikojen lyhentäminen, kustannusten minimointi ja palvelun tuottaminen asiakkaalle.

Tuotetta koskeva informaatio voitaisiin ryhmitellä dokumentissa hierarkkisesti sen kuvaaman kohteen edustaman rakenteen mukaan (SFS-EN 61082-1 2006, s. 26). Toimintakuvauksen tehokas käyttö siis vaatii kuvauksien pilkkomista pienempiin osiin. Piirikohtaisuus on hyvä alku, mutta vielä pienemmät osat mahdollistavat paremman lopputuloksen. Jos piirikohtaiseen toimintakuvaukseen voidaan valita erilaisien vaatimuksien pohjalta tarvittava vaihtoehtoisia valmiiksi kirjoitettuja tekstejä, esimerkiksi käytettävän kattilatyypin mukaan, saadaan toimintakuvaukset ”nappia painamalla” projektille sopivaksi. Toisin sanoen toimintakuvausten täytyisi tukea erilaisia teknisiä vaihtoehtoja, jotka voivat muuttua kohdemaasta, asiakkaasta, käytetyistä laitteista, automaatiojärjestelmästä tai kattilatyypistä riippuen. Lähtökohtana kattila-automaatiossa voisivat olla erilaiset kattilatyypit (Hybex, Cymic ja Recox) ja erilaiset standardit (ANSI, ISO/EN). Soodakattilapuolella tulevat vielä järjestöjen suositukset, kuten amerikkalainen BLRBAC (Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee), ruotsalainen Soodahuskommittén sekä suomalainen Soodakattilayhdistys. Lisäksi on tehtaiden omia standardeja, joita ei voi tai kannata tuotteistaa toimintakuvauksiin. Jäljitettävyyden kannalta tehdasstandardit täytyisi kuitenkin jollain tavalla huomioida toimintaselostuksen rakenteessa. Tällaiset toiminnot on mahdollista toteuttaa tehokkaasti vain tietokantapohjaisesti. Tietokantapohjaisuus mahdollistaa myös tiedon vaihdon ja jakelun. Näitä metadataan liittyviä näkökantoja tarkastellaan myöhemmin tässä luvussa.

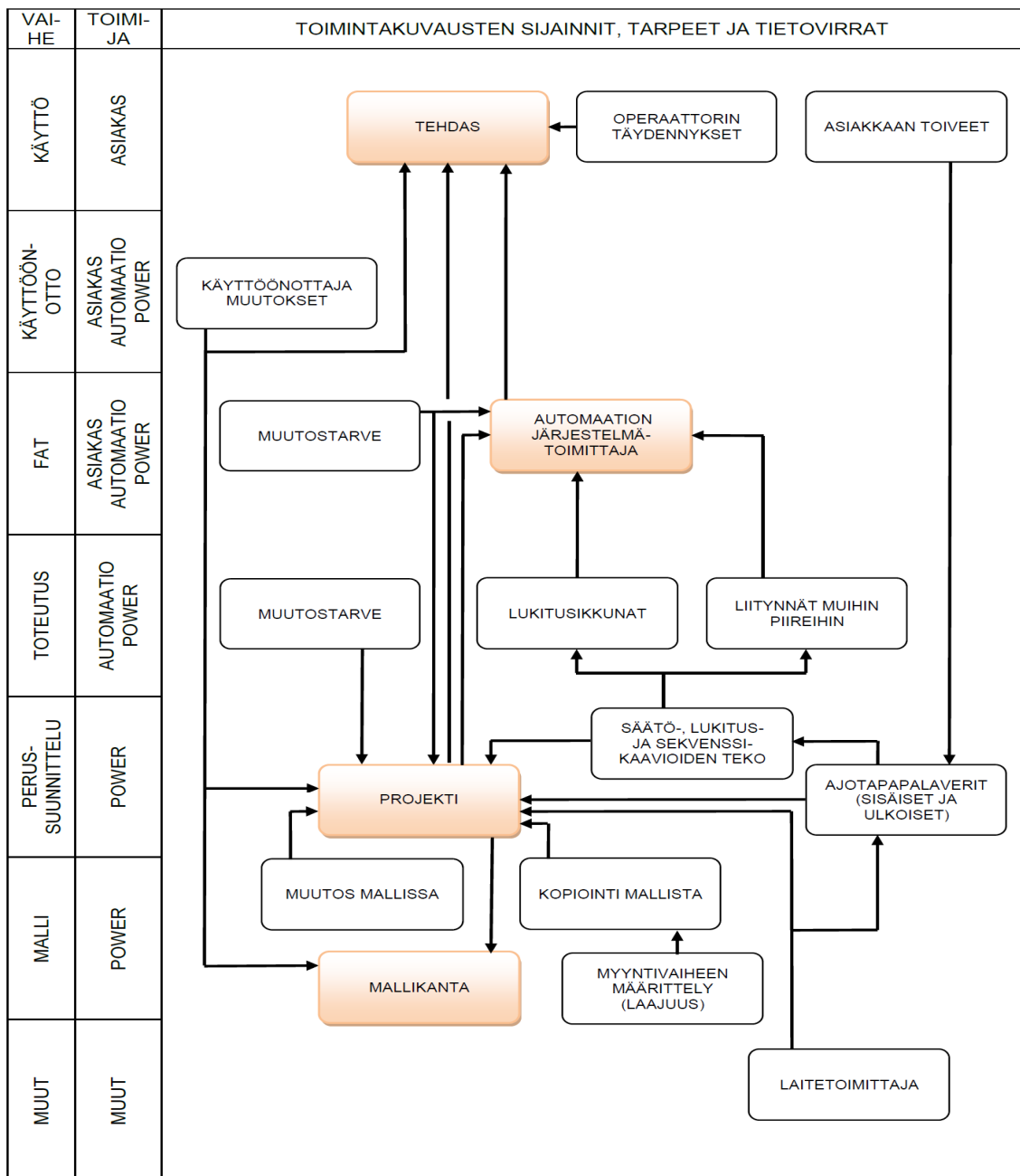
Kun toimintakuvaukset on saatu tuotteistettua, tehdään tuote- tai tuotetyyppiluettelo, josta käy selville toimintakuvauksissa käytetyt, tietokannassa olevat tyypit jokaiselta hierarkian tasolta. Tuote- tai tuotetyyppiluettelot sisältävät tiedon tyypeistä ilman että niihin liittyy käyttömääriä tai -paikkoja. Toimintanäkökulmasta ajatellenhan on aivan sama miten teksti tuotetaan, mutta tuotteistamisen kannalta tekstit ovat hyviä silloin, jos niitä pystytään käyttämään uudelleen useassa piirissä.

3.3.3. Sijaintinäkökanta

Sijaintinäkökanta tarkastelee sitä, missä toimintakuvaukset sijaitsevat tai tulevat sijaitsemaan. Sijaintinäkökannassa voidaan tarkastella toimintakuvausten ja sen osien sijaintia järjestelmässä tai sitten voidaan tarkastella toimintakuvausten sisällä olevia rajattuja asioita. Sijaintinäkökanta tulee vahvasti esille, kun itse toimintakuvausdokumentin elinjakso vaihtuu. Näin käy myös silloin, kun toimintakuvausten kohteena oleva järjestelmän tai piirin elinkaarivaihe muuttuu.

Toimintakuvaukset ovat aina jossain suhteessa automaatiopiiriin. Toimintakuvaukset eivät välttämättä ole piirikohtaisia, joten yleisesti toimintakuvauksia ei voi liittää fyysisesti eikä ajatuksellisesti osaksi piiriä, vaan piiri on osa toimintakuvausta. Piirikoh- taiset toimintakuvaukset voidaan taas sijoittaa osaksi piiriä, mutta sekään ei ole pakollis- ta.

Kuvassa 3.3. on esitetty mahdollisia toimintakuvausten elinjaksoja sijaintinäkö- kulmasta katsoen. Sijainnit on esitetty tummennetuilla laatikoilla. Kuvassa on myös automaatiojärjestelmän elinkaaren vaiheita sekä erilaisten tarpeiden synnyttämiä tieto- virtoja. Kaikkia tietovirtoja tai edes sijainteja ei välttämättä aina projektin aikana esiin- ny.



Kuva 3.3. Toimintakuvausten sijaintipaikkoja, muutostarpeita ja tietovirtoja automaatio suunnittelun eri elinkaarivaiheiden aikana.

Projektille tehdään toimintakuvaukset, jos niin on sovittu. Alkuperäinen paikka toimintakuvauksille on jonkinlainen tietovarasto. Tietovarasto voi olla ajatuksena suunnittelijan korvien välissä, tekstinä paperiarkistossa tai bitteinä kehittyneessä suunnittelujärjestelmässä. Ennen projektia ja esisuunnittelun aikana saatetaan tarkentaa vaatimuksia ja päivittää mahdollista mallikantaa. Tällöin kyse on tietovaraston mallin eli mallikannan ylläpidosta.

Varsinaisesti toimintakuvausten tekeminen kuuluu (oikein tehtynä) perussuunnitteluun. Tietovarastosta otetaan kopio projektille myyntivaiheen määrittelyn perusteella. Toimintatavoista sekä käytetyistä suunnittelujärjestelmistä riippuu kuinka hyvin kopioitu data vastaa todellista projektia. Projektin aikana saattaa mallikantaan tulla muutoksia jotka täytyy ottaa huomioon projektin toimintakuvauksissa. Projektin edetessä toimittajat ja laitteet tarkentuvat, jolloin myös toimintakuvaukset tarkentuvat. Suurin vaikutus toimintakuvauksiin on ajotapalaverissa sovituille asioilla. Samat muutokset vaikuttavat säätö-, lukitus- ja sekvenssikaavioihin, joten muutoksien yhtenäinen asiasisältö täytyy tarkistaa.

Mallikannassa kaavioiden ja toimintakuvausten tiedot ovat yhtenevät, mutta kaaviot muuttuvat projektin edetessä. Kaavioihin on saattanut tulla sellaista tietoa, mistä ajotapalavereissa ei ole keskusteltu, mutta mikä on syytä esittää toimintakuvauksissa. Projektin edetessä on sovittava siitä missä sijaitsee toimintakuvauksiin sisältyvä viimeisin tieto. Riippuen tästä sopimuksesta, saattaa myös toteutussuunnittelun, FAT:in tai käyttöönoton aikaisia muutoksia tulla päivitettäväksi perussuunnittelun aikaiseen dokumentaatioon tai suunnittelujärjestelmään. Kaikki projektin aikana tehdyt toimintakuvauksien muutokset täytyy arvioida mallikannan näkökulmasta, ja tarvittaessa muuttaa myös mallikannan toimintakuvauksia.

Mahdollisimman myöhään, mutta viimeistään automaatiojärjestelmän FAT-testauksiin mennessä toimintakuvaukset täytyy siirtää automaatiojärjestelmään. Näin tietysti vain jos niin on sovittu. Mahdollista on, että loppuasiakkaalla on oma tiedonhallintajärjestelmä, jossa toimintakuvaukset sijaitsevat, tai toimintakuvaukset ovat erillisenä tiedostona. Automaatiojärjestelmään saatetaan tehdä toimintakuvauksiin liittyviä piirikohtaisia lukitusikkunoita ja linkkejä muihin toimintaan liittyviin piireihin. Tällöin samoja asioita on turha, ja väärinkin, tehdä myös piirikohtaisiin toimintakuvauksiin.

Käyttöönottovaiheessa toimintakuvaukset sijaitsevat edelleen automaatiojärjestelmässä, mutta ovat fyysisesti loppuasiakkaan laitoksessa. Tässä vaiheessa käyttöönotossa tulleiden muutostarpeiden lisäksi toimintakuvaukset päivittyvät laitoksen varsinaisen käyttäjän haluamilla tiedoilla. Käyttöönottovaiheessa punnitaan toimintakuvauksien todellinen toimivuus lopullisessa tarkoituksessaan, ja olisikin ensiarvoisen tärkeää saada palautetta siitä missä kohden toimintakuvaukset ovat täyttäneet paikkansa ja missä olisi kehitettävää.

Toimintakuvauksien tehtävästä riippumattomat ominaisuudet voidaan sijoittaa sijaintinäkökantaan. Tällaiset ominaisuudet eivät vaikuta toimintakuvauksien sisältöön, eikä niitä voida tuotteistaa. Tehtävästä riippumattomia ominaisuuksia ovat esimerkiksi ohjelmiston päivitykset, elinkaaren muiden tehtävien tukeminen, ympäristövaatimukset,

laadun varmistaminen sekä käyttäjän tukipalvelut toimittajalta, dokumentoinnista ja koulutuksesta (Mäkelä 2005, s. 20; Strömman 2005, s. 123).

Kattila-automaatiassa TLJ muodostaa oman kokonaisuutensa. Vaikka TLJ-dokumentointiin ei vaadita TLJ-piirien toimintakuvauksia, voi dokumentaatiossa olla mukana tarkentavia määrittämiä joitain piirejä koskien. Näitä tarkennuksia voivat olla esimerkiksi painekompensoinnin käsittely, suojausien kuittauskäytännöt, moottoriventtiileiden työ- tai lepovertaperiaatteet, liittyvät relelogiikat, operointiohjeet ja hälytystoiminnot.

3.4. Toimintakuvausdokumentti

Teknisten dokumenttien hallinnalle ja dokumenttien sisältämälle metadatalle on laadittu oma standardi. Tekemällä dokumentit standardin mukaan saadaan dokumenttien kaikkien elinkaarivaiheiden, elinjaksojen, aikana parempaa laatua ja päästään pienemmillä kustannuksilla. Informaation vaihdon standardisoinnin mahdollisia etuja on useita. Standardisoinnilla voidaan saada muun muassa nopeampi dokumenttien haku, helpompi dokumenttien jäljitys, nopeampi muutosten levittäminen, automatisoitu menetelmien työnkulku, dokumenttikokoelmien tuottaminen useasta dokumentista jostain tietyistä aihepiiristä, kustannussäästö yhdistämällä dokumentin tuotanto ja hallinnointi, tietämyksen jäljittäminen, tuettu tiedon vaihto sekä mahdollisuus jaettuun suunnitteluun (SFS-EN 82045-1 2002, s. 8).

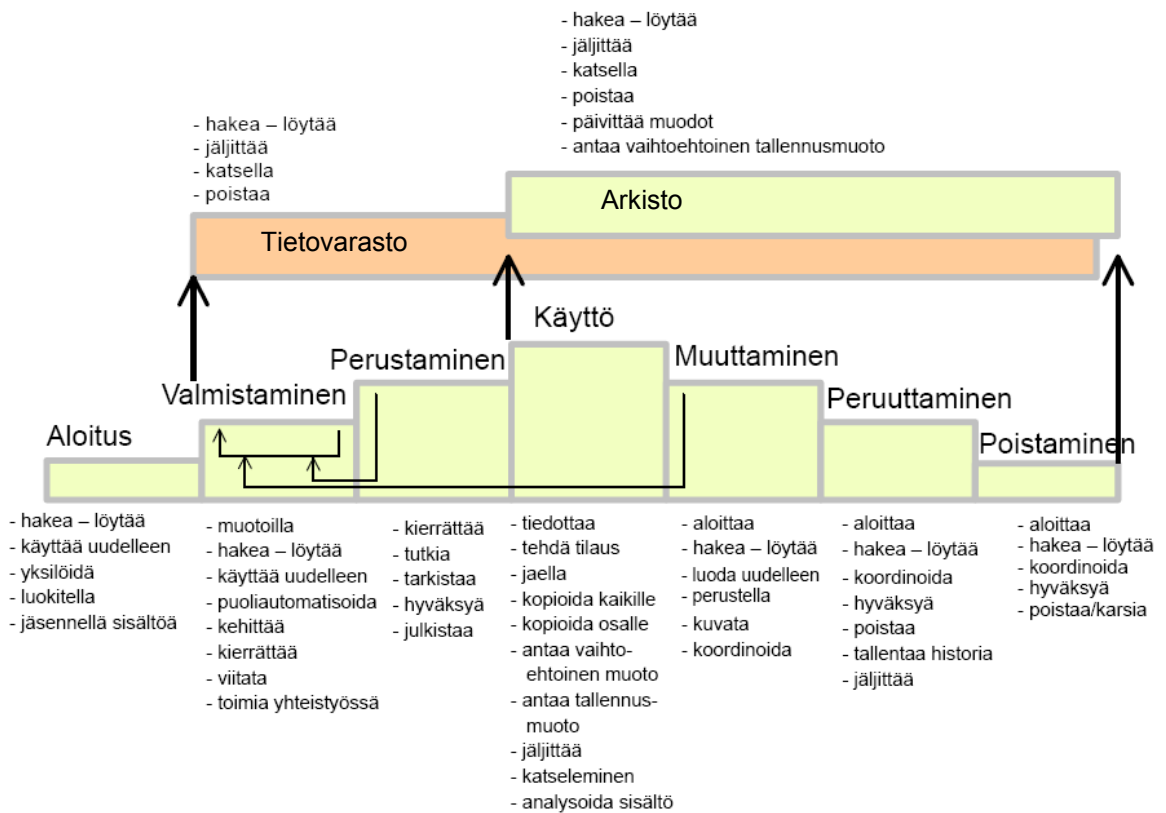
Dokumentti kulkee suunnittelun rinnalla, ja sillä on omat elinjaksonsa, jotka eivät yleensä riipu tuotteen elinkaaresta. Elinjaksot on helppo ymmärtää jos nimeää jaksot suunnittelussa yleisesti käytettyjen dokumenttien tilojen mukaan, kuten esimerkiksi alustava, tiedoksi, hyväksyttäväksi, hyväksytyt suunnittelua varten, hyväksytyt valmistusta varten, lopullinen ja toteutuksen mukainen.

On hyvä huomata, että niin kauan kuin dokumentti sisältää saman informaation sisältön, se on sama dokumentti. Näin ollen dokumentti voi esiintyä erikielisenä versiona. Se voi olla erilaisissa muodoissa, kuten paperitulosteena, eri tiedostomuodoissa tai kuvana. Dokumentti voi myös näyttää erilaiselta riippuen dokumentin hallintatyökaluista. (SFS-EN 82045-1 2002, s. 32.)

Standardin mukaan dokumentilla on kuusi erilaista elinjaksovaihetta. Alkuvalmisteluvaiheessa dokumentti on olemassa, mutta sitä ei ole vielä virallisesti julkaistu käyttötarkoitukseensa. Tarkasteluvaiheessa dokumentti on valmisteltu tarkastelua, hyväksymistä tai varmennusta varten. Hyväksymisvaiheessa dokumentti on hyväksytyt käyttöön, mutta sitä ei ole vielä virallisesti julkaistu. Julkistamisvaiheessa dokumentti on tarkastettu ja hyväksytyt käyttötarkoitukseensa. Korvausvaiheessa dokumentti on vielä olemassa, mutta se on korvattu tai syrjäytetty toisella dokumentilla. Sulkemisvaiheessa dokumentti ei ole enää saatavissa toimivana dokumenttina. (SFS-EN ISO 11442 2006, s. 7.)

Dokumentin elinjaksot ovat tarkkarajaisia (vertaa elinkaari), mutta toisaalta dokumentilla voi olla usea versio (samanaikainen voimassa oleva dokumentti). Riippuen

dokumentin käyttötarkoituksesta elinjaksoja voi olla useampiakin kuin edellä esitetyt kuusi elinjaksoa. Kuvassa 3.4. on esitetty dokumentin elinjaksoja, ja niiden aikana suoritettavia mahdollisia toimenpiteitä. (SFS-EN 82045-1 2002, s. 28-30.)



Kuva 3.4. Dokumentin elinjakson aikana suoritettuja toimenpiteitä (SFS-EN 82045-1 2002).

Varsinkin sähköisiin dokumentteihin sisältyy metatietoa. Standardin mukaan metatieto on ”rakenteista tai osittain rakenteista tietoa, joka mahdollistaa asiakirjojen laadinnan, rekisteröinnin ja luokittelun, pääsyn asiakirjoihin, sekä niiden säilyttämisen ja säilytysajan mukaiset toimenpiteet elinkaaren kaikissa vaiheissa ja erilaisissa toimintaympäristöissä. Jokainen näistä toimintaympäristöistä edustaa omanlaistaan älyllistä vuorovaikutusjärjestelmää sekä sosiaalista ja/tai organisationaalista toimintaa, jota toteuttaa rajattu joukko ihmisiä, joilla on yhteiset arvot ja tietämys. Asiakirjahallinnan metatietoa voidaan käyttää identifioimaan, autentikoimaan ja kontekstualisoimaan asiakirjat sekä ihmiset, prosessit ja järjestelmät, jotka luovat, hallinnoivat, ylläpitävät ja käyttävät asiakirjoja, samoin kuin toimintaperiaatteet, jotka ohjaavat tätä toimintaa”. (SFS-ISO 2308-1 2007, s. 4.) Metadata (metatieto) on siis rakenteinen tieto, joka kuvaa jotain muuta tietoa. Dokumenteissa metadata viittaa dokumenttien ja niiden hallinnan kuvailutietoihin.

Dokumenttien tietosisällön vaihdolle on kehitelty useita erilaisia standardeja. Tärkeimmäksi on noussut XML:ään (eXtensible Markup Language) perustuvat menetelmät. XML on kuvauskieli, joka on tarkoitettu rakenteisen tiedon esittämiseen. XML ei itsessään riitä vaan tarvitaan kielioppi, joka määrittää kuinka dokumenttia tulkitaan.

XML-metadataelementteihin voidaan soveltaa useaa menetelmää, esimerkiksi XML DTD -menetelmää (SFS-EN 82045-2 2005, s. 120). XML dokumenttityypin määrittely (Document Type Definition, DTD) määrittää XML dokumentin rakenteen ja sallittujen elementtien luettelon. SFS standardissa puolestaan on esitelty Dublin Core -metadatformaatti (SFS 5895 2001), jonka käyttökohteet ovat etupäässä julkishallinnon asiakirjojen hallinnassa. Dublin Coren käyttö edellyttää XML tai RDF -skeemaa (SFS 5914 2007, s. 3). XML-skeema määrittää XML-dokumentin rakenteen samoin kuin XML DTD, mutta on uudempi ja monipuolisempi käyttää. XML-skeema onkin huomattavasti yleisempi kuin DTD. XML-skeemaa kutsutaan myös XML-skeemamäärittelyksi (XSD). (XML and XML schema 2009, s. 14-17.) Suomalaisissa PSK:n standardeissa käytetään XML-skeemaa. Vastaavasti RDF (Resource Description Framework) standardin mukaisien tietomallien mukaisia metatietojen määrittelyyn on RDF-skeema (RDFS) (Profium teknologiat 2010). RDF on kehitetty lähinnä Internetissä julkaistavan tiedon käsittelyyn.

Metadatan kannalta katsottuna dokumentin tietoelementtien täytyy tukea tiedon vaihto- ja jakelutarkoitusta. Kansainvälisessä standardissa on lueteltu toiminnot, joita metadata tukee. Metadatan tukemat näkökannat ovat neljäs näkökanta toimintakuvausille toiminta-, tuote- ja sijaintinäkökannan lisäksi. Metadatan tukemat näkökannat ovat dokumenttien katselu- ja toisto (esitysnäkökanta), dokumenttien tunnistus (järjestelynäkökanta), dokumenttien työnkulku ja versionhallinta (elinjaksonäkökanta) sekä dokumenttien ja niihin liittyvien tuotteiden välinen riippuvuus (tuotenäkökanta). (SFS-EN 82045-1 2002, s. 18.) Seurasen mukaan eri elinjaksojen vaiheissa useilla dokumenttia käyttävällä ryhmällä on tarve vaihtaa tietoa keskenään. Erityisesti projektin alkuvaiheessa on paljon tapauskohtaista tiedonvaihdon tarvetta, jota ei voi ennalta tietää. Tällöin ei voida luoda valmiita menettelytapoja tiedon vaihtoon sekä -jakeluun, jolloin tietomalleihin liittyvät tietämys ja tiedonkäsittely tulevat merkittäviksi asioiksi. (Seuranen 2006, s. 47.)

3.5. Piirikohtaisuus

Järjestelmän toiminta voi olla esitetty sanallisesti, kaavioilla tai molemmilla tavoilla. Kun toimintakuvaus laaditaan vain sanallisesti, se voi johtaa myös helposti puutteisiin. Kaikkien kaaviossa esitettyjen asioiden selittäminen sanallisesti yksiselitteisesti voi olla jopa mahdotonta. Asiaa hankaloittaa helposti luonnollisen kielen epätäsmällisyys ja siitä johtuva kuvausten puutteellisuus, ristiriitaisuus ja suuri sivumäärä (Tommila & Viitamäki 1991, s. 27). Mitä monimutkaisempi ja vaihtelevampi tuote on, sitä suuremman haasteen se asettaa toiminnan kuvaamiselle. Hyvä keino hallita muuttujia on toiminnan kuvaaminen pienempinä kokonaisuuksina, joten luonteva jako on piirikohtainen kuvaus.

Toiminnan kannalta piirit voidaan jakaa säätö-, ohjaus ja valvontatoimintoihin (Joroinen et al. 2007). Automaatiopiirejä ovat esimerkiksi mittauspiiri, säätöpiiri, venttiiliohjaus, binääritulopiiri, moottoriohjaus, ryhmäkäynnistys, sekvenssiohjaus, kritee-

riohjaus ja vaihtoautomaatiikat. Lisäksi ovat erilaiset käyttäjälle näkymättömät säädöt (sokea säädin), operaattorin järjestelmään antamat ohjeavot, käyrät, taulukot, toiminnalliset kokonaisuudet (tuuletus, päälukitukset) ja vaativat säätösovellusmoduulit, joilla kaikilla on usein oma piiripositio, mutta ne eivät esiinny välttämättä PI-kaaviossa (Prosessi- ja instrumentointikaavio).

Piiripositio yksilöi piirin yksiselitteisesti. Loppuasiakkaalla on usein piiriposition luomiseksi oma merkitsemisjärjestelmä ja ohjeistus, joka saattaa pohjautua esimerkiksi amerikkalaiseen ANSI (American National Standards Institute) standardiin tai vastaavaan eurooppalaiseen ISO (International Organization for Standardization) standardiin. Näissä standardeissa piirit jataan toimintojen mukaan, ja piiriin kuuluvat kaikki toimintoon osallistuvat laitteet, joita voivat olla esimerkiksi mittaus, ohjelmassa oleva säädin ja venttiili. Piiripositiona käytetään standardin mukaisia kirjaintunnuksia mittasuureen, lisämääreen ja toiminnan mukaan. Lisäksi piirillä on tunnusnumero, mutta tunnusnumeron käyttöä ei ole standardisoitu (SFS-ISO 14617-6 2004; ANSI/ISA-5.1 2009).

Euroopassa ja erityisesti Saksassa on käytössä hieman poikkeava positiointijärjestelmä. Nimenomaan voimalaitosympäristöön AKS (Anlagenkennzeichnungssystem) tunnusjärjestelmästä kehitetty KKS (Kraftwerk-Kennzeichen-System) tunnusjärjestelmä erottelee piirit pienempiin osiin. Esimerkiksi säätöpiirillä on kolme positiota. Mittaukselle, säätötoiminnolle ja venttiilille on kaikille oma KKS-tunnus (KKS 2005). Eurooppalaisten direktiivien myötä yli 30 maata ja yli 400 yritystä edustava suosituksia ja ohjeita antava järjestö VGB PowerTech on uudistanut KKS-standardia. KKS-standardiin pohjautuva uusi RDS-PP (Reference Designation System for Power Plants) tulee korvaamaan KKS-identifiointijärjestelmän (Königstein et al. 2007), ja on eurooppalaisten EN standardien (SFS-EN 81346-2 2009; SFS-EN 81346-1 2010) mukainen.

4. TOIMINTAKUVAUSTEN GENEROINTI

Ihannetilanteessa toimintakuvaukset generoituvat automaattisesti automaation määrittelyn pohjalta yhtä aikaa sovellussuunnittelun kanssa. Tällainen olisi mahdollista esimerkiksi kehittyneen mallipohjaisen määrittelykielen UML:n avulla, mutta se vaatisi huomattavan määrän kehitystyötä. Toimintakuvauksien kannalta tähän ei ole tarvetta, sillä olioiden muokkaaminen, jota jouduttaisiin joka tapauksessa tekemään, on vielä useimmille suunnittelijoille huomattavasti vaikeampaa kuin luonnollisen kielen taivuttaminen.

Tässä kappaleessa käydään läpi toimintakuvausten nykytilannetta, sekä tarkastellaan toimintakuvausten tekemistä automaatiojärjestelmissä ja tietokantapohjaisessa suunnittelussa. Erityisesti tarkastelun kohteena on kohdeyrityksen käyttämä tietokantasovellus.

4.1. Toimintakuvausten nykytilanne

Loppuasiakkaan näkökulmasta toimintakuvaukset ovat käytössä poikkeustilanteissa, ajojen suunnittelussa, tietämyksen hallinnassa, päätöksenteon tuessa sekä opastuksessa ja koulutuksessa. Suunnittelun aikainen tietämyksen hyväksikäyttö painottuu suunnitteluun. Käytön aikainen tietämys perustuu ajoaikaiseen ohjaukseen ja mittausdataan. Suunnittelijat eivät välttämättä tunne käyttäjien tarvetta, eikä asioita osata esittää käyttäjille sopivassa muodossa. Vaikka operaattorit olisivat osaavia ja kokeneita, on heidänkin kykynsä seurata useita mittauksia yhtä aikaa rajallinen. Suurinta osaa tiedoista seurataan vasta hälytyksen jälkeen, jolloin operaattorilla täytyy olla riittävästi välineitä poikkeustilanteiden tunnistamiseen tai vikatilanteiden syiden selvittämiseen. (ÄLY 2005, s. 17, 31.) Suunnitteluvaiheessa syntynyt tietämys pitäisikin olla käytettävissä myös siinä vaiheessa kun laitos on käynnissä (Paunonen 1997, s. 116). Toimintakuvaukset ja lukitusnäytöt tekevät prosessin hallinnasta helpompaa ja säästävät ongelmatilanteissa aikaa. Lisäksi ne ovat hyödyksi laitoksen käynnin aikana työn opastuksessa sekä järjestelmän testausvaiheessa toteutussuunnittelussa.

Toimintakuvauksia ei välttämättä tehdä aina jokaiseen projektiin. Kuitenkaan aina kaikkia toimintoja ei kyetä esittämään yksiselitteisesti kaaviomuodossa tai kaavioista tulee liian vaivalloisia eli vähemmän kustannustehokkaita tehdä. Tällöin kaaviot tarvitsevat tuekseen sanallisen toimintaselostuksen. Myöskään kaikkia toimintoja ei voida esittää sanallisesti. Tällöin toimintaselostukset tarvitsevat tuekseen jonkun kaavioesityksen.

Perussuunnittelussa yleisin käytössä olevista tekniikoista on toimintakuvausten kirjoittaminen suoraan dokumenttimuotoon. Useasti kuvaukset tehdään käyttäen mallina jotain aiempaa projektia tai mallikuvauksia. Toimintakuvaukset eivät ole välttämättä piirikohtaisia, vaan ne voidaan tehdä mukailemaan säätö- lukitus- ja sekvenssikaavioita.

Tällöin jokaiselle kaaviotyypille tehdään tyypillisesti omat selostukset, mikä tietysti vaikeuttaa piirin toiminnan ymmärtämistä kokonaisvaltaisesti, koska piirin toimintoja voi olla useassa selostuksessa. Toisaalta tällainen esitystapa helpottaa kaavioiden ymmärtämistä. Markkinoilla on hyvin vähän toimintakuvauksien tekemiseen tarkoitettuja ohjelmia. Esimerkkinä on esitelty Pöyry Oy:n kehittämä tietokantapohjainen Jalina.

Toimintakuvaukset saadaan liitettyä automaatiojärjestelmään usealla tavalla. Esimerkiksi kuvaukset kopioidaan perussuunnittelun tekstimuotoisesta toimintakuvausaineistosta, toimintakuvaukset tehdään automaatiojärjestelmän omilla työkaluilla tai automaatiojärjestelmän ulkopuolisella työkalulla, jonka tuotos saadaan automaatiojärjestelmän ymmärtämään muotoon. Automaatiojärjestelmistä ja niiden tavoista tehdä toimintakuvauksia on otettu esimerkeiksi Metson metsoDNA CR (Dynamic Network of Applications Community for Results) sekä Honeywellin Alcont.

4.1.1. Toimintakuvaus perussuunnittelussa

Kaaviokohtaisissa toimintakuvauksissa kerrotaan kaikille piireille yhteiset toiminnot erikseen, jolloin niitä ei tarvitse esitellä jokaisen piirin yhteydessä uudestaan. Piirikohtaisissa toimintakuvauksissa voidaan ajatella dokumentin koostuvan yksittäisistä toimintakuvauksista, joilla ei ole yhteistä osiota. Tällöin kaikki toiminnot esitellään piirin yhteydessä. Molempia tapoja on käytössä. Yhteisiä toimintoja kaikille piireille ovat esimerkiksi säätimen käyttäytyminen pulssiohjauksessa, usean yhteisen mittauksen mittausvalinnan käyttäytyminen vikatilanteessa ja usean yhteisen mittauksen mittausarvon erohälytys.

Säätökaavioiden kaaviokohtaisessa toimintakuvauksessa tyypillisiä tietoja kaaviolle ovat kaavion nimi, kaavion tunnus, toiminta, kaavioon liittyvät piirit sekä kaavioon liittyvät lukituskaaviot. Lukituskaavioiden kaaviokohtaisissa toimintakuvauksissa tyypillisiä tietoja kaaviolle ovat kaavion nimi, kaavion tunnus, toiminnot yleisesti, DCS-lukitukset, TLJ-lukitukset, kaavioon liittyvät piirit sekä liittyvät säätökaaviot. Sekvenssikaavioiden toimintakuvaus voi olla täydellinen selostus kyseisestä sekvenssistä ja siihen liittyvistä laitteista mukaan lukien muun muassa määritelmät, yleiskuvaukset, toiminnot, operointinäyttökuvaukset, operointiohjeet, sekvenssin toimintavaatimukset, lukitukset, säädöt sekä erilaiset käyttötapaukset. Tällainen dokumentti on kuitenkin lähempänä määrittelydokumenttia kuin varsinaista toimintakuvausta.

Piirikohtaisesta toimintakuvauksesta hyvä esimerkki on toimintakuvaukset, jotka on tuotettu Jalinalla, joka on Pöyry Oy:n kehittämä Internet-pohjainen työkalu piirikohtaisia toimintakuvauksia varten. Hyviä puolia ohjelmassa on, että se voidaan integroida osaksi automaatiojärjestelmää, käytetyt piiripositiot tekstin joukossa ovat myös linkkejä kyseisen piirin toimintakuvaukseen, siinä voidaan näyttää dynaamisia tietoja, tekstejä voidaan kopioida tyyppiipiiriselostuksista ja siinä on valmiiden toimintakuvauksien julkaisumahdollisuus HTML (HyperText Markup Language)-, XML- tai tekstimuodossa. (Jalina 2004, s. 4-6.) Ongelmana on, että toimiakseen Jalina tarvitsee Pöyrin oman tietokantapohjaisen suunnittelujärjestelmän ja tehdasmallin (Syrjänen 2006, s. 21), johon piirien positiotunnukset ja nimet on tehty. Tästä johtuen Jalinan käyttö toisen suunnitte-

lujärjestelmän kanssa ei ole mielekästä, koska se teettää turhaa työtä kasinkertaisen tehdasmallin luomisena. Lisäksi kuvausten tekeminen Jalinalla on koettu varsin työlääksi. Vaikka tekstejä voidaan kopioida tyyppipiireistä tai toisista samantyyppisistä projekteista, täytyy kaikki kuvaukset kuitenkin käydä läpi muun muassa linkitettävien viittausten sekä muuttuneiden standarditekstien vuoksi. Jalinan standarditeksteihin palataan myöhemmin.

Piirin positio ja nimi tulevat tietokannasta, ja niitä ei voi toimintakuvauksissa muuttaa. Samoin piirille syötettävien tietojen tietokentät ovat valmiiksi nimetty projektikohtaisesti. Näitä tietokenttiä voi olla seuraavia (Heiskanen 2004b):

- **Toiminta.** Tässä kentässä on lyhyt kuvaus piirin tarkoituksesta. Kenttä pitää sisällään kaikki piirin sisäiset ja ulkoiset toiminnot mukaan lukien säädöt, kaavat, kertoimet, kaskadisäädöt, toimisuunnat sekä ryhmäkäynnistykset ja -pysäytykset. Tarvittaessa viitataan säätökaavioihin, jos toiminnot ovat monimutkaisia.
- **Lukitukset.** Tässä kentässä ovat kaikki tulevat lukitussignaalit, jotka on yksilöity ja linkitetty lähteeseen. Kenttä pitää sisällään lukitukset, toiminnan kun piiri vapautuu lukituksesta, mittauksien nollaukset, säätimen lähdön pakko-ohjaukset sekä säätimen pakotetut tilan vaihdot. Tarvittaessa viitataan lukituskaavioihin, jos lukitukset ovat monimutkaisia.
- **Hälytykset.** Tässä kentässä ovat kaikki hälytykset mukaan lukien hälytysten maskaukset ja operaattorin toimenpiteet.
- **Tiedot muihin piireihin.** Tässä kentässä on kaikki muihin piireihin lähtevät signaalit, jotka on yksilöity. Kenttä pitää sisällään lukitukset, ohjaukset sekä lukitusrajat.
- **Häiriöohjeet.** Tässä kentässä on ohjeet operaattorille häiriötilanteessa.
- **Sijainti.** Tässä kentässä on kerrottu kenttäinstrumentoinnin laitteiden sijainti.
- **Parhaat käytännöt.** Tämä on vapaatekstikenttä operaattoria varten, sisältää esimerkiksi prosessin ajo-ohjeita.
- **Kommentit.** Tämä kenttä on tyhjä suunnitteluvaiheessa ja on varattu operaattorille kommenttien kirjoittamiseen.
- **Muutoshistoria.** Tässä kentässä on piirin toimintakuvauksien muutoshistoria mukaan lukien päiväys, lyhyt kuvaus tehdystä muutoksesta ja muutoksesta vastanneen henkilön nimikirjaimet.

Kaikkia kenttiä ei siis välttämättä käytetä, ja toisaalta kenttiä voi olla eri nimellä ja eri tarkoitukseen. Erilaisilla piirityypeillä (instrumenttipiiri, moottoripiiri, ryhmäkäynnistys tai sekvenssi) voi olla eri määrä ja erilaisia kenttiä. Esimerkiksi sekvenssiipiireillä on askelkohtaisesti kerrottu odotusaika, valvonta-aika, toimenpiteet askeleessa, siirtymisehdot seuraavaan askeleeseen, hyppyehdot muuhun askeleeseen sekä toimenpiteet häiriötilanteessa. Instrumentti- ja moottoripiirillä voidaan käyttää samanlaista kenttäjakoa.

Kuvassa 4.1. on eräs Jalinalla tuotetun instrumenttipiirin valmis toimintakuvauksen html-dokumentti.

82TC-44830 VJH SULAKOURUILLE

Toiminta

Sularännien jäähdytysvesi jäähdytetään sularännien veden jäähdyttimessä 62 8253 6611 suljetusta vesikierrosta saatavan jäähdytysveden avulla.

Piiri mittaa ja säätää sularännien jäähdytysveden lämpötilaa ohjaamalla säätöventtiiliin 82TV-44830 avulla sularännien veden jäähdyttimeen menevää jäähdytysvettä.
Säätimen toimitus: Kun mittausviesti suurenee - säätimen lähtöviesti suurenee.

Säätöventtiili 82TV-44830 on varustettu jousi avaa toimilaitteella. Ohjaus 20-4mA avaa venttiiliin 0-100%.

Lukitukset

Säädin voi säätää, kun:
[62 8253 6412 SULARÄNNIEN JÄÄHD VESIP 1](#) käy
TAI
[62 8253 6413 SULARÄNNIEN JÄÄHD VESIP 2](#) käy

C12
Kun lukitus tulee voimaan:
Ulostulo menee 0:aan ja säätimen tila säilyy.
Kun lukitus poistuu:
Säädin vapautuu.

Hälytykset ja toimenpiteet

Lämpötila > H-raja 65 °C, 5s vetoviive. Tarkista, että säädin on A-tilassa.
Lämpötila < L-raja 55 °C, 5s vetoviive. Tarkista, että säädin on A-tilassa.

Tiedot muihin piireihin

Lämpötila > HH-lukitusraja 70 °C piireille:
[82FHS-44836 VRA VEDENJÄÄHD LLE](#)

Häiriöohjeet

Muutoshistoria

13.6.2007 Hyväksytty ajotapaneuvotteluissa. MPOY/Timo Muinonen
20.6.2007 Poistettu tiedot muihin piireihin listalta 82FHS-44837, 82FHS-44838 ja 82FHS-44839. MPOY/Timo Muinonen

Kuva 4.1. Esimerkki Jalinalla tehdystä piirikohtaisesta toimintakuvauksesta.

Jalinassa on käytössä standarditekstejä, jotka ovat toimintakuvauksien teksteissä paljon käytettyjä sanoja, lauseita tai lauseen osia. Standarditeksti voi olla esimerkiksi peruspiirin toiminnon kuvaus tai tyypillinen lukitustoiminta. Standarditekstin tarkoitus on vähentää yksitoikkoista, jatkuvasti toistuvaa tekstin kirjoitusta ja yhtenäistää eri tekijöiden tekemää tekstiä. Standarditekstit ovat muunnettavissa projektikohtaisesti, mutta teksteille on olemassa käyttösuositukset. Tehtäessä toimintakuvauksia standarditekstit löytyvät alavetoalvikosta, jotka on järjestelty ryhmiin. Jos standarditekstejä muutetaan kesken projektin, jo tehdyt toimintakuvaukset eivät päivyty, joten on tärkeää että tekstit on huolellisesti määritelty heti projektin alussa. (Jalina user instructions 2003, s. 21-24.) Standarditekstien ryhmät voivat olla jaoteltu esimerkiksi piirin lisäominaisuuksiin, hälytysteksteihin, säätötoimisuuntiin, TLJ teksteihin, lukitustapoihin sekä lähteviin signaaleihin (Heiskanen 2004a).

Hyvä esimerkki standarditekstistä on määritelmä: ”*Säätimen toimitus: Kun mittausviesti suurenee - säätimen lähtöviesti suurenee.*” Paitsi että se on yksiselitteinen, siinä ei myöskään puhuta säätimen suorasta tai käänteisestä toimitus suunnasta, joiden käyttö on aiheuttanut sekaannusta. Vanhemman määrittelyn mukaan toimitus on suora silloin kun kasvavalla mittausarvolla kasvaa myös säätimen ulostulo. Oppikirjan mukaan toimitus on suora, mikäli erosuureen kasvaessa (kasvava asetusarvo tai pienevä mittausarvo) säätimen ulostulo kasvaa. Toimitus on vastaavasti käänteinen, kun säätäjän ulostulo pienenee erosuureen kasvaessa. (Dorf & Bishop 2001, s. 31.) Oppikirjassa Dorf & Bishop puhutaan itse asiassa negatiivisesta ja positiivisesta takaisinkytkennästä, joilla luonnollisesti saavutetaan sama toiminto. Myös standardin mukaisesti piirrosmerkeissä voidaan käyttää matemaattisia merkkejä + ja –, joilla ilmaistaan säätimen lähtösuureen käyttäytyminen tulosuureen suhteen (SFS-ISO 14617-5 2004, s. 32), eikä suorasta tai käänteisestä toimitus suunnasta ole mainintaa.

4.1.2. Toimintakuvaus toteutussuunnittelussa

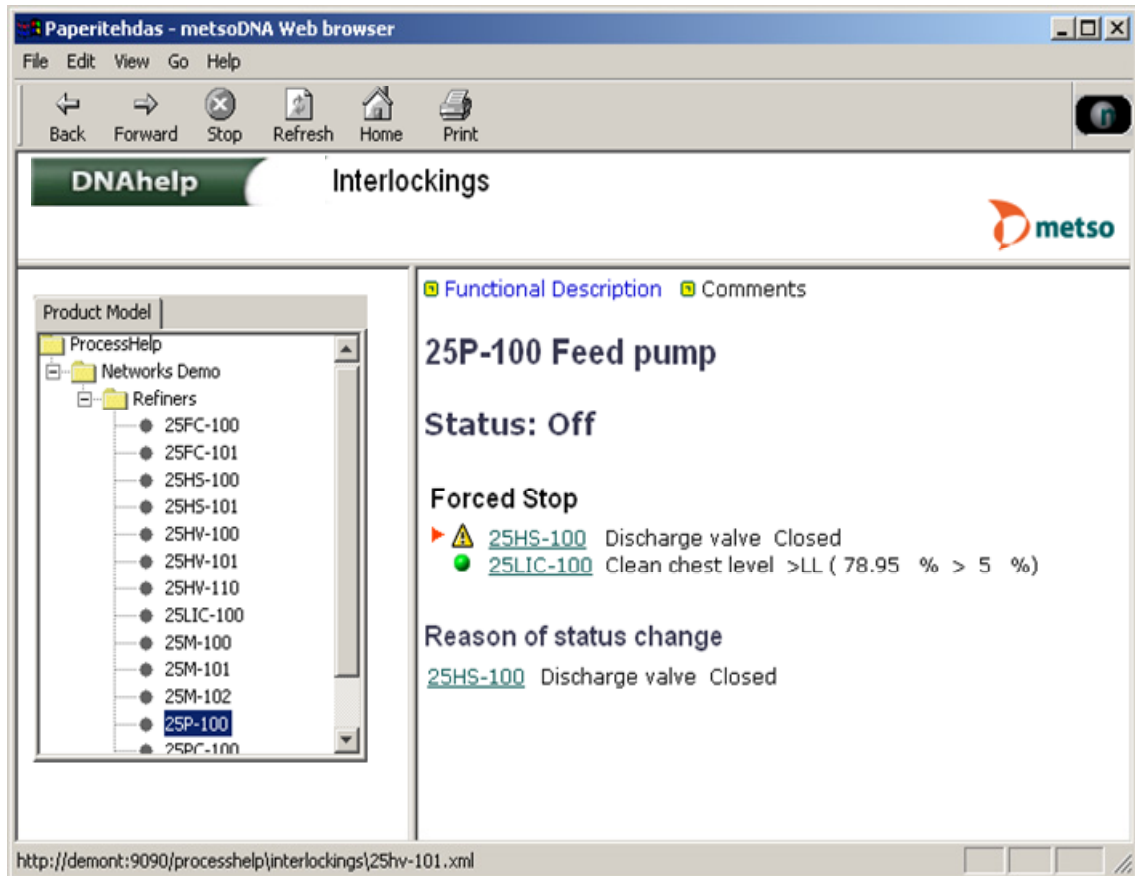
Toteutussuunnittelussa automaatiojärjestelmätoimittaja tekee toimintakuvausten perussuunnittelusta saadun aineiston pohjalta. Selostukset ovat käyttökelpoisia operaattorin kannalta vain jos ne on liitetty automaatiopiiriin navigointitoimintoihin. Helpoimmillaan toimintakuvaukset voidaan toteuttaa linkittämällä piirit perussuunnitteluaineiston toimintakuvauksista tehtyyn dokumenttiin, johon on mahdollisesti pitänyt lisätä piirikohdattaiset positiot.

Automaatiojärjestelmissä on kehittyneitä tapoja esittää toimintakuvausta. Esimerkiksi Metson metsoDNA CR automaatiojärjestelmän DNAhelp toiminto mahdollistaa operointiasemalta piiriin position kautta navigoimalla, esimerkiksi prosessinäyttökuvas- ta, pääsyn piiriin toimintakuvausta, lukitukseen sekä kommentteihin. Toimintakuva- set ja lukitusikkunat tehdään omina html-dokumentteinaan jollain soveltuvalla työkalul- la, esimerkiksi Netscape Composer -ohjelmalla (metsoDNA 2009).

Metson automaatiojärjestelmän toimintakuvausta voi olla dynaamisia tietoja, ku- ten mittausarvoja, mutta tämä tarkoittaa koodin lisäämistä käsin tekstin joukkoon, jol- loin luonnollisesti toimintakuvausten tekemiseen käytettävä aika kasvaa. Piirikohtaisen toimintakuvausten sisältö vaihtelee halutun tarkkuuden, esityshierarkian ja piirityypin mukaan. Tiedon luokittelun ja sisällön selkeyden kannalta toimintakuvaus jaetaan otsi- koilla pienempiin osiin. Otsikot voisivat olla samoja kuin edellä on lueteltu Jalinan yh- teydessä. Toimintakuvausta on mahdollista kuvata suurempia kokonaisuuksia, ja opastaa käyttäjää muun muassa laitekokonaisuuksien käynnistyksissä ja pysäytyksissä.

Toimintakuvausten lisäksi käytetään erillistä lukitusikkunaa. Lukitusikkuna kertoo useasti tärkeimmän tiedon; miksi laite on pysähtynyt ja miksi laite ei käynnisty. Metson automaatiojärjestelmän lukitusikkunoissa on automaatiojärjestelmän ohjelmaan linkite- tyt dynaamiset tilatiedot piiriin vaikuttavista lukituksista. Lukitusikkunan dynaamisista elementeistä selviää kunkin lukitsevan tiedon tila, usean lukituksen ollessa voimassa

lukitustoiminnon ensimmäinen aiheuttaja, sanallinen kuvaus lukituksesta sekä syy tilamuutokseen. Lukitusikkunaan saa myös lukitsevan raja-arvo signaalin todellisen tilan ja lukitsevan raja-arvon, jolloin voidaan tarkkailla kuinka lähellä lukitusrajaa ollaan. (Kiviniemi 2009, s. 21-23.) Kuvassa 4.2. on DNAhelp sovelluksesta valittu yhden piirin lukitusikkuna.

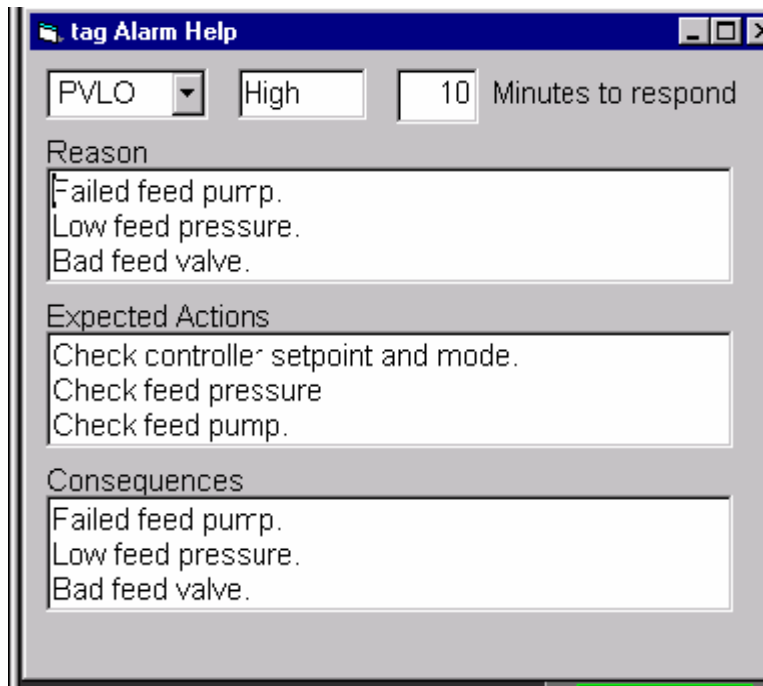


Kuva 4.2. Metso DNAhelp, lukitukset, toimintakuvaus ja kommentit. Erään piirin lukitusikkuna (Kiviniemi 2009, s. 18).

Metson DNAhelpin kommenttivälilehti on tyhjä toteutussuunnittelun aikana, ja se on varattu laitoksen käynnin aikaisille operaattorin kommentteille. Kommenttivälilehdelle operaattorit voivat kirjoittaa piiriin liittyviä yleisiä kommentteja, käyttöhäiriöitä sekä parhaita käytäntöjä. Tämä toiminto jää vähemmälle käytölle jos käytössä on DNAdiary, joka on eräänlainen sähköinen vuoropäiväkirja, johon voidaan kirjata häiriöitä. Esimerkiksi toimintakuvauksien päivitys kommenttien mukaan saadaan kommenttikenttiä tai DNAdiaryä käyttämällä.

Aiemmin todettiin että epänormaaleissa ajotilanteissa toimintakuvauksista tarvitaan vain se tieto mikä on sen hetkisen kiinnostuksen kohteena. Honeywell Alcont järjestelmässä on esimerkiksi operaattorille näkymä hälytyksien apuikkunaan (Operations management pro 2004). Alcont järjestelmän hälytysikkunasta käy selville osa asioita, joita hyvässä toimintakuvauksessakin esitetään. Tällaisia ovat hälytyksen (tai lukituksen)

syöt, toimintaohjeet ja tietämys (mitkä ovat seuraukset). Kuvassa 4.3. on esimerkki Alcont järjestelmän lukitusikkunasta.



Kuva 4.3. Hälytyksen aputietojen näkymä operaattorille (*Operations management pro 2004, s. 12*).

Kuten aiemmin jo todettiin, voidaan Jalinan avulla tehdyt toimintakuvaukset viedä suoraan järjestelmään. Metson järjestelmään dokumentit saadaan html-muodossa ja Alcontin ”online help system” on myös tuettu (Jalina user instructions 2003, s. 32). Tällöin toteutus suunnittelussa ei tarvitse tuottaa toimintakuvausta järjestelmän omilla työkaluilla. Mahdollista on myös, että automaatiojärjestelmään ei tehdä lainkaan toimintakuvausta, vaan ne tuotetaan suoraan perussuunnittelusta loppukäyttäjälle esimerkiksi tekstidokumenttimuodossa.

4.2. COMOS[®] PT

Comos[®] PT on saksalaisen Comos Industry Solutions GmbH:n (entinen Innotec GmbH) kehittämä olioperusteinen tietokantapohjainen suunnittelujärjestelmä, joka on käytössä Metso Powerilla (Comos Industry Solutions 2010). Olioita kutsutaan Comoksessa objekteiksi. Käyttäjät voivat sijaita maantieteellisesti missä vain kunhan heillä on käytössä Internet-yhteys. Yhteys saadaan Comos[®] PT tietokantaan VPN-yhteyden (Virtual Privat Network) avulla. Comos[®] PT:n vahvuutena on prosessi- ja automaatio-osastojen tuottamien tietojen sisältyminen samaan tietokantaan. Jatkossa Comos[®] PT:stä käytetään tässä diplomityössä pelkästään nimitystä Comos.

Prosessin ja automaation samanaikainen suunnittelu mahdollistaa aiemmin tässä työssä estellyn nykyaikaisen suunnittelutehtäviin pohjautuvan suunnittelutavan, joka tehostaa työntekoa. Tämä asettaa myös haasteita muuttuvan tiedon hallinnalle ja työta-

voille. Eri osapuolten täytyy ymmärtää mitä ja miten tietoja käytetään muuallakin kuin omassa suunnittelussa, sillä tehdyt muutokset päivittyvät välittömästi kaikkialle tehdasmalliin.

Tietokantapohjaisen suunnittelun, kuten myös Comoksen, ajattelutapa perustuu tehdasmalliin, joka on koottu objekteista hierarkkisesti. Suunnittelu kohdistuu näihin objekteihin ja objekteilla oleviin attribuutteihin, eikä varsinaista dokumentteihin perustuva suunnitteluprosessia ole (Hirvonen et al. 2007, s. 4). Objekti voi olla reaali maailman mukaisen laitteen, komponentin tai ominaisuuden malli. Objekti voi koostua muista objekteista ja attribuuteista. Esimerkiksi automaatiopiirillä voi olla objekti, joka kuvaa säätimen asetusta automaatille. Tällä objektilla on useita attribuutteja, jotka määrittelevät objektinsa ominaisuudet. Eräs tällainen attribuutti on käytettävä KKS signaalin nimi. Myös dokumentit ovat objekteja. Objektien ominaisuuksia ja objektien sisältämiä tietoja, attribuutteja, voidaan periyttää hierarkiarakenteessa ylemmän tason objektilta alemman tason objektille.

Attribuutit ovat objektien ominaisuuksia, joiden avulla generiset objektit saadaan muutettua mallikannan tai projektin objekteiksi tiettyä tarkoitusta varten. Mitä enemmän attribuutteja lisätään, sen tarkemmin objekti tulee määriteltyksi. Attribuutin arvo on yleensä projektikohtaista tietoa. Esitetyt attribuuttien sisältämät arvot täytyy normaalisti tarkistaa oikeellisuuden varmistamiseksi myös tehtävässä projektissa.

Objektit antavat mahdollisuuden navigointiin. Käyttäjä voi liikkua helposti kaikkiin muihin dokumentteihin tai muualle tietokannan hierarkiaan, joissa objekti esiintyy. Jos objektia on käytetty dokumenteissa, löytyy objektin yhteydestä linkki kyseiseen dokumenttiin. Lisäksi valikon avulla pääsee liikkumaan projektin perusobjekteihin (base object) sekä mallikannan perusobjekteihin, joihin suunnittelu perustuu.

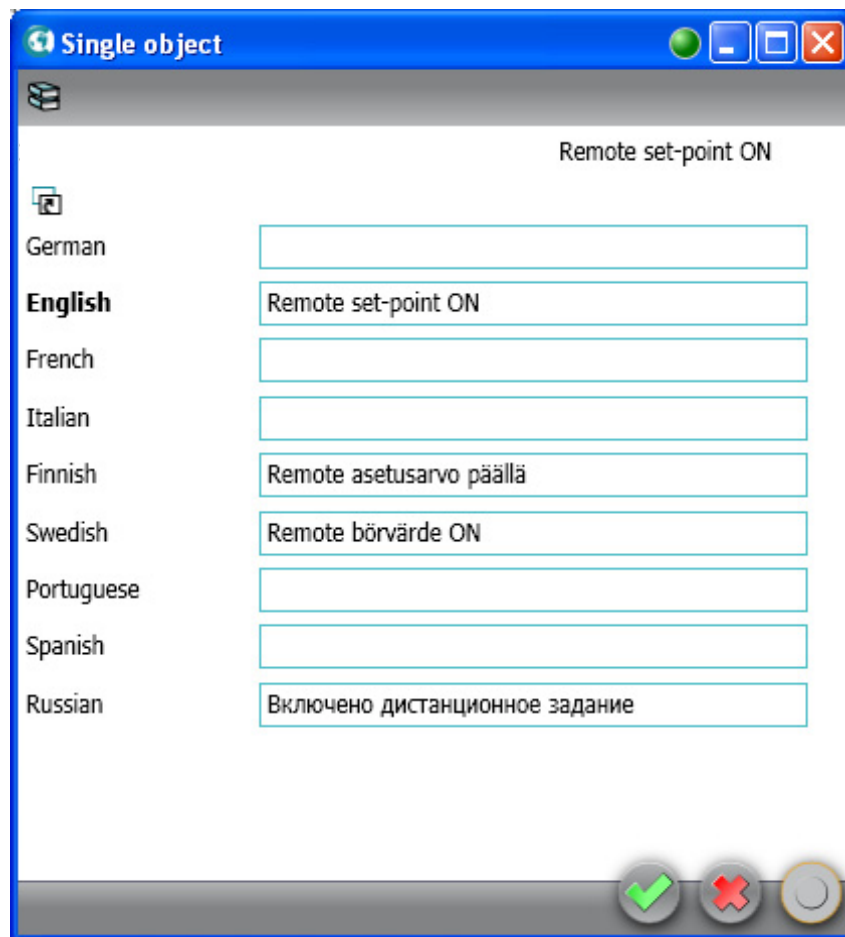
Eniten käytetty aputoiminto on kysely (Query). Erilaisilla kyselyillä voidaan hakea objektia koskevia tietoja objektin tasolla, hierarkiassa alaspäin tai hierarkiassa ylöspäin. Kyselyistä onkin tullut suunnittelun nopeuttajana merkittävä työkalu, koska näin voidaan muokata nopeasti suuria määriä tiettyjä asioita samassa yhteydessä, kun kyselyllä on koottu halutut kohteet samaan taulukkoon. Helpoimmillaan kysely voidaan tehdä viemällä objekteja tai attribuutteja valmiiseen Comoksen valikosta löytyvään kyselypohjaan. Kyselyillä voidaan tehdä hyvinkin monimutkaisia toimintoja, mutta tämä vaatii suunnittelijalta osaamista koodin kirjoittamisessa.

Comoksessa käytetään skriptejä, jotka ovat lyhyitä koodinpätkiä. Skriptejä voi olla esimerkiksi kyselyissä, attribuuteissa ja dokumenteissa. Kun kyselyyn liitetään skriptiä, saadaan tehokkaita ja automatisoituja työkaluja erilaisiin tarkoituksiin.

Standarditaulut tarjoavat kätevän tavan hallita käyttäjän haluamia asioita, kuten attribuuttien arvoja, yksiköitä sekä symboleja. Mallikantaan on määritelty standarditaulut halutuille asioille, ja kun projekti on perustettu mallikannan tiedoilla, voidaan projektin standarditaulujen arvoja muuttamalla räätälöidä suurta joukkoa tietoja projektikohtaisesti. Standarditauluja voidaan luoda lisää myös projektikohtaisesti, ilman että niitä on määritelty mallikantaan. Tällainen tapa johtaa kuitenkin nopeasti epäyhdenäisiin projekteihin, kun tarkoitus olisi nimenomaan yhtenäistää suunnittelua.

Suunnittelu perustuu erilaisten taulukoiden eli tietokannan täyttämiseen sekä erilaisien dokumenttien piirtämiseen. Objekteja viedään dokumentteihin, jolloin objektin ja dokumentin välille syntyy linkki. Dokumenttiin vietyjen objektien välille voidaan piirtää viivoja objektien kytkentäpisteiden (connector) välillä. Viivat ovat objektien välisiä linkkejä, eli esimerkiksi kyselyiden avulla saadaan tieto, onko kaksi laitetta kytkeytyneet toisiinsa.

Comos tukee automaattisesti monikielisyyttä. Kaikissa objektien ja attribuuttien tekstikentissä on valmiiksi samalle tekstille monta kielivaihtoehtoa. Suunnittelija voi valita päätteeltään haluamansa kielen, jolloin tekstit vaihtuvat hänen näkymässään halutulle kielelle, jos kyseisen kielen kenttään on teksti annettu. Primäärikieli järjestelmässä on englanti, joten englanninkielinen nimi pitäisi olla aina, sillä jos suunnittelijan näkymäänsä valitsemalle kielelle ei ole syötetty tekstiä, käytetään primäärikieltä. Kuvassa 4.4. on eräälle säätimen signaalille annettu englannin-, suomen-, ruotsin- sekä venäjänkieliset nimet.



Kuva 4.4. *Säätimen objektille, joka kuvaa säätimen asettamista automaatile, on annettu nimi eri kielillä. Projektille valittu kieli näkyy vahvennettuna (Englanti).*

Comoksen avulla tehtävää suunnittelua kehitetään Metso Powerilla aktiivisesti, ja meneillään on useita kehityshankkeita. Piirikohtaisten toimintakuvausten tekeminen otettiin yrityksessä tämän diplomityön aiheeksi.

4.3. Piirikohtaisten toimintakuvausten COMOS määrittely

Työn alussa määriteltiin suuntaviivat työn tekemiselle. Toimintakuvaukset ovat tietämyksenhallintaa sekä perus- ja sovellussuunnittelua tukeva työkalu. Toimintakuvauksien täytyy olla helppokäyttöisiä, ja tarvittava suunnittelijan tekemän työn täytyy olla minimoitu. Ajatuksena on että vain vakioratkaisusta poikkeavia tietoja joudutaan täydentämään ja muuttamaan projektikohtaisesti.

Suurimmat yksittäiset tehtävät sisällön kannalta ovat prosessin toimintaselostusten muokkaaminen piirikohtaisesti toimintakuvauksien tarpeisiin sekä varsinaisen toimintakuvauksen teko piirille.

Toimintakuvauksien sisällön täytyy olla selkeä ja jaettu riittävän moneen tietokenttään, jotta voidaan käyttää tietokannan ominaisuuksia hyväksi. Näin luodaan myös mahdollisuudet liittää informaation sisältöön metadataa. Tämä puolestaan mahdollistaa tietojen vaihdon halutulla tavalla eri toimittajien automaatiojärjestelmiin.

Suunnittelijan tekemä työ saadaan minimoitua generoimalla tietoja tietokannan sisällä mallikannasta projektille suunnittelun alussa, hakemalla tietoja automaattisesti projektin tietokannasta sekä jakamalla informaatiota tietokannasta haluttuihin kohteisiin valmiilla työkaluilla.

4.3.1. Toimintakuvauksen sisältö

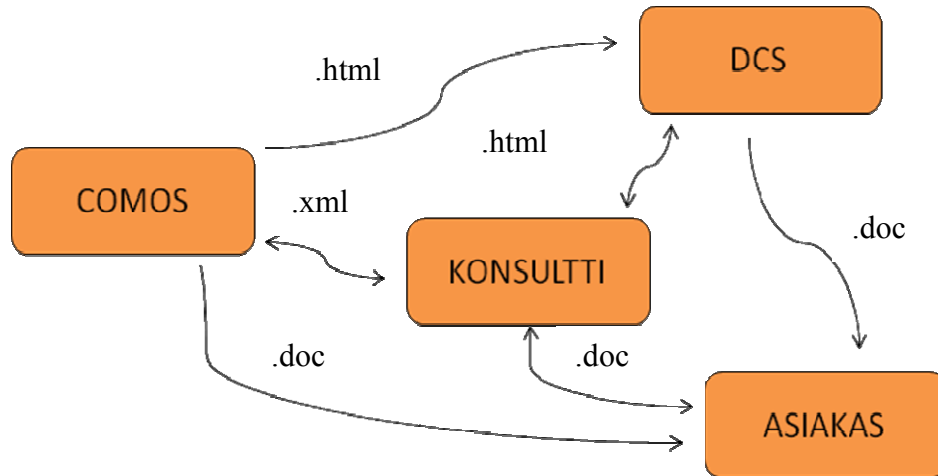
Jos automaation toiminnasta ei ole muita dokumentteja, täytyy toimintakuvauksissa mainita yksiselitteisesti kaikki mitä automaation halutaan tekevän. Tässä työssä on kuitenkin ajateltu, että toimintakuvaukset tukevat säätö-, lukitus- ja sekvenssikaavioita, ja että kaikkia toimintoja ei tarvitse mainita toimintakuvauksien yhteydessä. Comokseen tehtävät toimintakuvaukset siis tukevat perussuunnittelua sekä automaatiojärjestelmän sovellussuunnittelua. Toimintakuvauksien ohjenuorana on, että se on lyhyt, ymmärrettävä, yksiselitteinen ja toteuttamiskelpoinen.

Tämän diplomityön kuluessa käytiin läpi asioita, joita toimintakuvaukset yleensä voivat sisältää. Näillä määrittelyillä haluttiin varmistaa, että kaikki toimintakuvauksiin mahdollisesti vaikuttavat seikat tulevat huomioiduksi.

4.3.2. Toimintakuvauksen tietojen generointi

Kun dokumentin tiettyjä tietoja halutaan siirtää järjestelmästä toiseen, dokumenteilla täytyy olla jonkinlainen sisältöä vastaava rakenne. Lähes aina eri sovellukset käyttävät erilaisia rakenteita, joten järjestelmien välisiä muunnoksia tarvitaan tiedon siirrossa. Monissa ohjelmissa, kuten myös Comoksessa, on valmiudet muuttaa sovelluksen sisältämät tiedot ennalta määrättyyn formaattiin, esimerkiksi Microsoftin tekstinkäsittely- tai

taulukkolaskentaohjelmamuotoon (MS Word, MS Excel). Usein myös muunnoksia rakenteisiin tietoihin on tuettu, kuten esimerkiksi muunnokset XML- ja HTML-muotoihin. Suora muunnos sovelluksesta toiseen vaatii ohjelmointitaitoa ja on myös työlästä. Kuvassa 4.5. on hahmoteltu erilaisten toimijoiden välistä toimintakuvaustietojen vaihtoa. Laatikot edustavat eri yrityksiä ja mahdollisesti erilaisia tiedostoformaatteja käyttäviä tahoja. Tiedon vaihdossa saattaa esiintyä myös kaksisuuntaista liikennettä. Toisin sanoen Comoksessa tarvitaan myös toimintakuvauksiin liittyvien tietojen lukumahdollisuus.



Kuva 4.5. Toimintakuvaukset liikkuvat eri toimijoiden välillä eri tiedostoformaateissa. Toimijoiden määrä ja tiedostoformaattien laatu ovat esimerkinomaisia.

Periaatteessa Comoksen piirikohtaisien toimintakuvauksien tekemisessä on kolmea erityyppistä generointia, joita voi olla

- mallikannan ja projektin välillä
- projektin sisällä
- projektitietokannasta ulos muihin tiedostomuotoihin.

Jokaisella automaatiopiirillä on myös piirikohtainen toimintakuvaus. Mallikannassa on piirikohtaisen selostuksen tietokentät, joiden tiedot siirtyvät piirin mukana projektille. Piirin toimintakuvauksissa on valmiiksi erilaisia hakuja piirin sisältä ja piirin ulkopuolelta kuvauksen eri tietokenttiin. Projektista voidaan ajaa tietoja ulos dokumenttimuodossa tai tietoja voidaan siirtää toisiin järjestelmiin eri käyttäjäryhmille. Erilaisia käyttäjäryhmiä ovat perussuunnittelijat, ohjelmistosuunnittelijat ja loppuasiakas (Basic engineering, detail engineering, end customer). Erilaisia käyttäjäryhmiä varten voidaan kohdistaa tietoja. Toimintakuvauksen tarkoituksena ei ole kuvata yksityiskohtaisesti säätö- ja lukituskaavioiden toteutusta, vaan kertoa toiminta- ja toteutusperiaatteet. Tästä syystä kaavioista ei tuoda automaattisesti tietoja kuvauksiin.

5. COMOS TOIMINTAKUVAUKSET

Tässä kappaleessa kerrotaan, kuinka toimintakuvaukset on rakennettu, kuinka tietoja haetaan toimintakuvauksiin ja minkälaisia aputoimintoja toimintakuvauksien tekemisessä on käytössä. Toimintakuvauksen sisältö on jaettu useaan kenttään, joilla kaikilla on oma otsikko. Kenttäjako tukee tietokantapohjaisen suunnittelun suunnittelutehtävämallia, jossa suunnittelu jaetaan sisällöllisiin kokonaisuuksiin.

Alussa olleisiin tavoitteisiin ei päästy työlle asetetussa aikataulussa. Teknisiä esteitä ei asialle ollut, hidasteita kylläkin. Suurin anti tähän mennessä on kuitenkin kehitysajatuksia, joita osaa toteutetaan, ja osa toteutettaneen myöhemmin.

5.1. Rakenne ja sisältö

Automaatiopiirin paikka puurakenteessa sekä rakenne ovat hieman erilaisia riippuen siitä, että onko kyseessä moottoripiiri vai instrumenttipiiri. Kuitenkin riippumatta piirityypistä kaikki samalle piiripositiolle kuuluvat laitteet ja toiminnot ovat rakenteessa piirin alla, vaikka niitä olisi käytetty useassa paikassa. Kaaviodokumentit puolestaan sijaitsevat omassa erillisessä dokumenttikansiossa.

Toimintakuvauksien malli tehtiin omalle välilehdelle. Osa attribuuteista palvelee tietojen hakemisessa tietokannasta sisältämiensä skriptien avulla, osa toimii tietovarastona, ja osa on vain välilehden ulkoasua varten.

Toimintakuvauksen sisältö on jaettu useaan kenttään, joilla kaikilla on oma otsikko. Jako perustuu yleisesti toimintakuvauksissa käytettyihin otsikoihin sekä Metso Powerin sisältöryhmän palaverissa esille tulleisiin tarpeisiin. Toimintakuvauksen jakamisella saavutettiin useita etuja. Kenttäjako tukee tietokantapohjaisen suunnittelun suunnittelu-tehtävämallia, jossa suunnittelu jaetaan sisällöllisiin kokonaisuuksiin. Lisäksi se selkeyttää toimintakuvauksia sekä rakenteisena tekstinä mahdollistaa monipuolisen tietojen siirron.

Heti alusta asti oli selvää, että luodaan uusi välilehti, jossa on useita attribuutteja, jotka määrittelevät piiriin liittyvän toimintakuvauksen. Tämä tapahtui niin, että hierarkisesti mallikannan perusobjektikirjastoon oman tyyppiluokansa alle luotiin piirin toimintakuvaus.

5.2. Toimintatavat ja työkalut

Tässä kappaleessa kerrotaan, kuinka tietoja haetaan toimintakuvauksiin ja minkälaisia aputoimintoja toimintakuvauksien tekemisessä on käytössä. Vaikka haku- ja aputoiminnot ovat toimivia, on niissä tällä hetkellä aivan liikaa käsityötä, joten tarve automa-

tisointiin on ilmeinen. Tähän kappaleeseen on siis kirjattu mitä tähän mennessä on saatu aikaan ja mitä asioita on parhaillaan työn alla. Lisäksi on kerrottu jatkosuunnitelmista, jos sellaisia on tiedossa. Tavoitteissa olleet tietojen generointi eri käyttäjäryhmille ja malliesimerkin generointi mallikannasta projektille jäi toteutumatta.

Osa toiminnoista on selvitetty luvussa 5.1. ”Rakenne ja sisältö”, mutta tässä luvussa tarkastellaan toimintatapoja ja työkaluja Comoksen avulla automaation perussuunnittelua tekevän suunnittelijan kannalta. Yleensä pyrkimys Comoksen toimintakuvauksissa on mahdollisimman pitkälle viety automaattisuus, jolloin suunnittelijalla on mahdollisimman vähän työtä toimintakuvauksien tekemisessä.

Vakiotekstit

Kuvauksissa käytetään mahdollisimman paljon vakiotekstejä. Vakiotekstit ovat kokonaislauseita tai fraaseja. Näin saavutetaan kaksi etua; kirjoittaminen on nopeampaa ja eri tekijöiltä tulee samanlaista tekstiä. Vakiotekstit noudattavat standardia SFS-IEC 60050-351 Sähköteknilinen sanasto. Osa 351: Automaattinen ohjaus ja säätö.

Vakiotekstimallit, lyhenteet ja termit poimitaan toimintakuvauksien tekstikenttään erilliseltä listalta, joiden alustava malli on Liitteessä 2, joka noudattelee tässä vaiheessa vielä Jalinan vastaavia tekstejä. Vakiotekstien vieminen päätettiin toteuttaa kopioteknikalla tekstitiedostosta, koska vakiotekstejä tarvitaan laajamittaisesti vain kuvauksien luontivaiheessa. Tekstit tehdään ensiksi englannin kielellä, koska kattilamarkkinat ovat pääosin ulkomaille suuntautuvissa projekteissa, joissa projektikielenä on englanti.

Monikielisyys

Primäärikieli järjestelmässä on englanti, joten englanninkielinen nimi tarvitaan aina. Perusobjektin attribuuteille määriteltiin myös suomenkieliset tekstit, sekä erääseen projektiin yhdelle piirille suomenkieliset selostukset. Näin projektikieltä vaihtamalla kaikki tekstit, joille oli myös suomenkielinen vastaavuus, saatiin myös suomeksi. Liitteessä 3 on olemassa olevan suomenkieliseen projektin piirikohtainen instrumenttipiirin toimintakuvauksen välilehti.

Tiedonvaihto

Tiedonvaihto Comoksen ja muiden suunnittelujärjestelmien tai tiedostomuotojen välillä on tarpeen kun halutaan siirtää tietoa perussuunnittelusta sovellussuunnitteluun tai loppukäyttäjälle. Näitäkään toimintoja ei ole tehty valmiiksi, mutta perusteet toimintojen toteuttamiselle on olemassa.

Tiedonvaihdossa automaatiotoimittajiin päin täytyy huomioida käyttötarkoitus automaatiojärjestelmässä. Jos tarkoitus on tehdä toimintakuvaukset automaatiojärjestelmään, niin Comoksessa olevat tietokentät täytyy kohdentaa vastaaviin automaatiojärjestelmässä oleviin tietokenttiin. Tiedonvaihto voi tapahtua xml-skeemojen avulla tai html-tietoina. Yksityiskohtaisesti sanomaa rajoittava skeema lisää skeeman ylläpitoon kuluva-aikaa, mutta helpottaa tarvittavan muunnoksen kirjoittamista sekä vähentää vastaanottavan pään vastuuta tiedon oikeellisuuden tarkastamisesta. Comos tukee xml-

tekniikka ja sitä tullaan käyttämään, vaikka Metso Automationin metsoDNA CR järjestelmän toimintakuvaukset käyttävät html-tekniikkaa. Xml soveltuu kuitenkin paljon paremmin tiedon siirtoon kuin html.

Jos toimintakuvaukset siirretään dokumenttimuotoon, täytyy kuvauksiin lisätä etulehti, jossa esitellään projekti ja muut yleiset tiedot. Tällöin kyseessä on Metso Powerilla aiemmin käytetyn kaltainen toimintakuvaus, mutta nyt tiedot ovat piirikohtaiset, ja erillisiä säätö-, lukitus- tai sekvenssiselostuksia ei ole.

Tiedonvaihdossa täytyy myös huomioida kenelle tieto on tarkoitettu, eli tiedonvaihtotyökalussa on valinta, jolla tieto kohdistetaan. Tässä vaiheessa päädyttiin neljään vaihtoehtoon, jotka ovat perussuunnittelu, sovellussuunnittelu, loppukäyttäjä sekä valinta, jolla saadaan kaikki tiedot. Näkymien lisäämisen ja muokkaamisen täytyy olla riittävän helppoa, sillä projektikohtaisesti voidaan tarvita erilaisia näkymiä. Lisäksi kuvauksiin liittyvillä dokumenteilla on yleensä monta piirustusnumeroa. Vietäessä tietoa eri paikkoihin täytyy myös piirustusnumeron tunnus olla valittavissa. Samoin piiripositoiden näyttäminen Comoksen sisäisillä piiritunnuksilla voi olla joissain tilanteissa tarpeellinen.

6. YHTEENVETO

Tähän asti Comos suunnittelujärjestelmän piirikohtaisista toimintakuvauksista on toteutettu työn tavoitteista tärkein, eli luotu mahdollisuudet piirikohtaisten toimintakuvausten tekemiseen. Toimintatavat ja työtavat määriteltiin sekä osa työn kuluessa ideoiduista työkaluista saatiin työlle varatussa aikataulussa toteutettua. Kokonaan tekemättä jäi piirikohtaisen toimintakuvauksien toimivuuden testaus suunnittelujärjestelmässä, osin tarkoituksellakin, koska kaikki työkalut eivät olleet vielä valmiita.

Toimintakuvausten kehitys jatkuu tämän diplomityön jälkeenkin. Kun Comoksen toimintakuvaukset saadaan riittävälle tasolle, voidaan arvioida niiden toimivuus. Lisäksi sisäisen tuotteistamisen idean mukaan Comos toimintakuvaukset täytyy ”myydä” tekijöille.

Mahdollisimman helpoksi ja automaattiseksi asioiden saamiseen pätee sama kuin lyhyiden kirjeiden kirjoittamiseen (ajattelin kirjoittaa lyhyesti, mutta koska minulla ei ollut aikaa, kirjoitin monisanaisesti); mitä helppokäyttöisemmäksi ja mitä korkeammalle halutaan automatisointia, sitä enemmän se vaatii kehitystunteja (mitä lyhyempi kirje, sen enemmän sen tekemiseen kuluu aikaa, jos haluaa sisällyttää kirjeeseen saman informaation).

Työssä onnistuttiin kartoittamaan toimintakuvauksiin liittyvät teoreettiset taustat hyvin, vaikka ne yllättivät laajuudeltaan, olihan kyse vain olemassa olevien tekstien viemisestä suunnittelujärjestelmään. Kun toimintakuvauksia käytetään monipuolisesti, vaatii se myös monipuolisen työkalun, ja sitä ei pystytty työn kuluessa saamaan valmiiksi. Comos toimintakuvausten valmiiksi saattamisessa riittää vielä haasteita, mutta valmistuttuaan ovat varmasti tarpeellisia ja käyttökelpoisia.

7. LÄHTEET

Ajo, R., Hakonen, S., Harju, H., Järvi, J., Kaskes, K., Lenardic, E., Niukkanen, E., Nurminen, T., Ritala, P., Tolppanen, M. & Tommila, T. 2001. Laatu automaatiassa. Parhaat käytännöt. Tommila, T. (toim.). Helsinki, Suomen Automaatioseura ry. 245 s.

ANSI/ISA-5.1. 2009. Instrumentation Symbols and Identification. Research Triangle Park, the International Society of Automation. 84 p. + app. 44 p.

Comos Industry Solutions GmbH. The Comos object-oriented way of thinking [WWW]. [Viitattu 15.4.2010]. Saatavissa: <http://www.innotec.de/objektgedanke.html?&L=1>.

Cymic boilers - Circulating Fluidized Bed (CFB) combustion technology. 2007. Tampere, Metso Power, Leaflet. 4 p.

Davis, A. M. 1988. A taxonomy for the early stages of the software development life cycle. The Journal of Systems and Software, 61, 8, pp. 297-311.

Dorf, R. & Bishop, R. 2001. Modern control systems. 9.th edition. New Jersey, Prentice Hall. 831 p.

Heiskanen, J. Jalina standard texts. 2004a. Vantaa, Jaakko Pöyry Oy. Unpublished instruction. 11 p.

Heiskanen, J. Loopwise function descriptions. 2004b. Vantaa, Jaakko Pöyry Oy. Unpublished instruction. 9 p.

Hirvonen, J., Hukki, K., Tommila, T. & Strömman, M. 2007. Automaatiosuunnittelun prosessimalli. Yhteiset käsitteet verkottuneen suunnittelun perustana. Helsinki, Suomen Automaatioseura ry. 43 s.

Hybex boilers - Bubbling Fluidized Bed (BFB) combustion technology. 2007. Tampere, Metso Power, Leaflet. 4 p.

Jalina - Engineering tool for managing loopwise functional descriptions. 6.9.2004. Vantaa, Jaakko Pöyry Oy. Unpublished presentation slides. 9 p.

Jalina user instructions. 2003. Vantaa, Jaakko Pöyry Oy. Unpublished instruction. 34 p.

Joroinen, T., Kovács, J. & Majanne, Y. (toim.). 2007. Voimalaitosautomaatio. Helsinki, Suomen automaatioseura ry. 276 s.

Kiviniemi, T. metsoDNA CR. 25.11.2009. Tampere, Metso Automation. Julkaisematon esityskalvo. 141 s.

KKS. 2005. Kraftwerk-Kennzeichensystem. KKS Identification System for Power Plants. 5th edition. Essen, VGB PowerTech Service GmbH. 106 s.

Kucharyson, R. 2006. Optimised procedural operations. Petroleum technology quarterly magazine Q3 2006. pp. 93 - 101.

Königstein, H., Müller, H. & Kaiser, J. 2007. RDS-PP – Transition from the KKS to an international standard. VGB PowerTech Journal 87, 8. pp. 64-72.

Lehtinen U. & Niinimäki, S. 2005. Asiantuntijapalvelut: Tuotteistaminen ja markkinoiden suunnittelu. Helsinki, WSOY. 282 s.

metsoDNA CR. DNAhelp [verkkodokumentti]. Tampere, Metso Automation. 26.11.2009 [viitattu 12.4.2010]. Saatavissa: [http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/c2257230003ccfa9c2256ebc0022a967/\\$FILE/metsoDNA%20CR_DNAhelp_1d.pptx](http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/c2257230003ccfa9c2256ebc0022a967/$FILE/metsoDNA%20CR_DNAhelp_1d.pptx)

Metson Power-liiketoimintalinja. 23.2.2010. Tampere, Metso Power. Julkaisematon esityskalvo. 20 s.

Mäkelä, M. 2005. Mitä vaativalta prosessiautomaatiolta on lupa odottaa? Kunnossapito 19, 8, s. 20-22.

Operations management pro. 2004. Phoenix, Honeywell process solutions. White paper. 16 p.

Paunonen, H. 1997. Roles of Informating process control Systems. Dissertation. Tampere. Tampere University of Technology. TUT Publication 225. 166 p.

Power business line. Organization structure. March 2010. Tampere, Metso Power. Unpublished presentation slides. 47 p.

Profium teknologiat [WWW]. [viitattu 2.4.2010]. Saatavissa: <http://www.profium.com/index.php?id=474>.

PSK 4601. 1996. Automaation hankinta. Yleiset periaatteet, käsitteet ja määritelmät. 2. painos. Helsinki, PSK standardisoimisyhdistys ry. 24 s.

PSK 4602. 1996. Automaation hankinta. Prosessinohjausjärjestelmä. Helsinki, PSK standardisoimisyhdistys ry. 11 s.

PSK 5961. 2004. XML-tiedonsiirto. Käsitteet ja määritelmät. Helsinki, PSK standardisoimisyhdistys ry. 5 s.

PSK info [WWW]. [viitattu 1.4.2010]. Saatavissa: <http://www.psk-standardisointi.fi/Alasivut/Info.htm>.

Raiko, R. & Saarenpää, I. 2006. ENER-8200. Höyrytekniikka. Tampereen teknillinen yliopisto, ympäristötekniikan osasto, energia- ja prosessitekniikan laitos. Luentomoniste. 254 s. + liitt. 28 s.

Rauhämäki, J. 2009. UML-mallipohjaisen sovelluskehityksen ohjeistus automaatio-ohjelmistolle. Diplomityö. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto. Automaatiotekniikan koulutusohjelma. 118 s. + liitt. 18 s.

Recox boilers - Chemical recovery technology. 2007. Tampere, Metso Power, Leaflet. 4 p.

Service. 2009. Tampere, Metso Power. Julkaisematon esityskalvo. 18 s.

Seuranen, T. 2006. Studies on computer-aided conceptual process design. Dissertation. Espoo. Helsinki University of Technology. Plant design report series 90. 64 p.

SFS [WWW]. [viitattu 1.4.2010]. Saatavissa: <http://www.sfs.fi>.

SFS 5895. 2001. Dublin core –metadataformaatin suomalainen versiot. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 11 s.

SFS 5914. 2007. Asiakirjojen metatiedot. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 14 s.

SFS-EN 61082-1. 2006. Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: Säännöt. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 1 + 205 s.

SFS-EN 81346-1. 2010. Teollisuuden järjestelmät, asennukset ja laitteet sekä teollisuustuotteet. Jäsentelyn periaatteet ja viitetunnukset. Osa 1: Perussäännöt. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 1 + 157 s.

SFS-EN 81346-2. 2009. Teollisuuden järjestelmät, asennukset ja laitteet sekä teollisuustuotteet. Jäsentelyn periaatteet ja viitetunnukset. Osa 2: Kohteiden luokittelu ja luokkia vastaavat koodit. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 1 + 81 s.

SFS-EN 82045-1. 2002. Dokumenttien hallinta. Osa 1: Periaatteet ja menetelmät. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 1 + 60 s.

SFS-EN 82045-2. 2005. Dokumenttien hallinta. Osa 2: Metadataelementit ja informaation viitemalli. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 1 + 149 s.

SFS-EN ISO 11442. 2006. Technical product documentation. Document management. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 1 + 2 + 11 s.

SFS-EN ISO 16484-3. 2006. Building automation and control systems (BACS). Part3: Functions. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 1 + 83 s.

SFS-IEC 60050-351. 2000. Sähköteknilinen sanasto. Osa 351: Automaattinen ohjaus ja säätö. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 167 s.

SFS-IEC 61346-4. 1998. Teollisuuden järjestelmät, asennukset ja laitteet sekä teollisuustuotteet. Jäsentelyn periaatteet ja viitetunnukset. Osa 4: Käsitteiden tarkastelu. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 39 s.

SFS-IEC 61506. 1998. Teollisuusprosessin mittaus ja ohjaus. Sovellusohjelmiston dokumentaatio. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 1 + 120 s.

SFS-IEC/TR 61346-3. 2002. Teollisuuden järjestelmät, asennukset ja laitteet sekä teollisuustuotteet. Jäsentelyn periaatteet ja viitetunnukset. Osa 3: Soveltamisohjeet. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 95 s.

SFS-ISO 14617-5. 2004. Kaavioissa käytettävät piirrosmerkit. Osa 5: Mittaus ja ohjauslaitteet. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 37 s.

SFS-ISO 14617-6. 2004. Kaavioissa käytettävät piirrosmerkit. Osa 6: Mittaus ja ohjaustoiminnot. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 47 s.

SFS-ISO 23081-1. 2007. Tieto ja dokumentointi. Asiakirjahallinnan prosessit. Asiakirjojen metatieto. Osa 1: Periaatteet. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 22 s.

Strömman, M. (toim.). ANTI-projektin loppuraportti. Automaation suunnittelutoiminta: Nykytila ja kehitystarpeet [verkkodokumentti]. Helsinki, Teknillinen korkeakoulu. 2005 [viitattu 8.3.2010]. Saatavissa: <http://www.automationit.tkk.fi/file.php?id=449>.

Syrjänen, T. Case: Virtual mill. 2009. Unpublished presentation slides. 29 p.

Tommila, T. & Viitamäki, P. 1991. Vaatimusmäärittely prosessiautomaatiossa. Lähestymistapoja esi- ja perussuunnitteluun. Espoo, VTT Tiedotteita 1292. 98 s. + liitt. 20 s.

Wesselius, J. & Ververs, F. 1990. Some elementary questions of software quality control. *Software Engineering Journal* 5, 6, pp. 319-330.

XML and XML Schema [verkkodokumentti]. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto. 2009 [viitattu 2.4.2010]. Saatavissa: http://www.cs.tut.fi/kurssit/OHJ-5201/materiaali/XML_DTD_Schema.pdf.

ÄLY – Älykkäät automaatiojärjestelmät 2001-2004. 2005. Helsinki, Tekes, Teknologiaohjelmaraportti 4/2005. 183 s.