

Risto Kemppainen

Hyvä ja laadukas työohje

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

9.5.2018

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Risto Kemppainen Hyvä ja laadukas työohje 31 sivua + 2 liitettä 9.5.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Head of Engineering, Jarkko Mattila Lehtori, Katriina Schrey-Niemenmaa
<p>Insinöörityön tilaaja on ABB Oy Drives -yksikön ICD-tuotteiden tilauskohtainen OBE-suunnitteluyksikkö. Työn lähtökohtana on tarve kehittää tilauskohtaisen suunnittelun ohjeistusta.</p> <p>Insinöörityön päätavoitteena on kehittää ABB Oy Drivesin tilauskohtaisen suunnittelun ohjeistusta laadun varmistamiseksi. Merkityksellistä on tarkastella sitä, millä tavalla erilaiset standardit ja vaatimukset ohjaavat työtä ja sen ohjeistusta. Tavoitteena on selvittää, millainen on hyvä työohje sekä organisaation laadunhallinnan että työntekijän käyttäjäkokemuksen näkökulmasta.</p> <p>Insinöörityön kehittämisprosessi on toteutettu tutkivalla ja kehittäväällä työotteella. Tämä kehittämisote on perusteltu, koska keskiössä on ongelma, jonka ratkaisemiseksi on olennaista jakaa asiantuntijuutta käyttäjien kesken. Työn ohjeistamisen kehittäminen on kokonaisuutena laaja ja insinöörityö on rajattu osa kokonaisuutta.</p> <p>Insinöörityön teoreettisessa viitekehyksessä tarkastellaan laatuun vaikuttavia direktiivejä ja standardeja sekä selvitetään työn ohjeistamista laatutekijänä. Kokemustieto on kerätty kollegiaalisilla keskusteluilla ja kyselylomakkeella. Aineisto on käsitelty teemoittelemalla ja analysoitu poimimalla merkitykselliset viestit. Kysely tehtiin kymmenelle henkilölle, jotka kaikki työskentelevät ABB Oy Drivesin tilauskohtaisessa suunnitteluyksikössä.</p> <p>Insinöörityön tulokset osoittavat, että käyttäjien näkemyksissä hyvästä työohjeesta korostuvat sekä työohjeen muodollinen että sisällöllinen käytettävyys. Laatu ilmeni tuloksissa hajainaisina mainintoina. Tuloksista voidaankin tehdä johtopäätöksiä siitä, millainen olisi konkreettisesti hyvä ja laadukas työohje. Pääjohtopäätös on, että tilauskohtaisen suunnittelun ohjeistuksessa pitäisi tämän insinöörityön tulosten analysoinnin pohjalta panostaa enemmän käyttäjien laatuajattelun lisäämiseen. Johtopäätöksen tueksi insinöörityössä esitetään ratkaisuksi hierarkkisen dokumentaatiomallin selkeyttämistä sekä prosessiajattelua. Tähän kytkeytyy kiinteästi myös laatua ohjaavien tekijöiden entistä vahvempi näkyvyys työn ohjeistuksessa.</p>	
Avainsanat	Tilauskohtainen suunnittelu, direktiivi, standardi, laatu, työohje

Author(s) Title Number of Pages Date	Risto Kemppainen Good and high quality work instruction 31 pages + 2 appendices 9 May 2018
	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation engineering
Specialisation option	
Instructor(s)	Jarkko Mattila, Head of Engineering Katriina Schrey-Niemenmaa, Senior Lecturer
<p>This study was the commissioned by ABB Oy Drives. The study point is the concrete need to develop instructions in order-based engineering.</p> <p>The main aim was to develop the instructions in order-based engineering in order to ensure the quality. The significant matter is to examine the demands of different standards and directives, as well as their importance in work guidance. The purpose was to find out the elements of good work instructions, considering the quality management of the organization and user experiences.</p> <p>This study was implemented by Inquiry-based development process. The arguments for this are found in the core idea of this development process: The practical problem needs to be solved. The essential regime is to explore and develop it by sharing professionalism. To develop work instructions is a large-scale project, therefore this thesis is defined only a part of it.</p> <p>The core of the theoretical context concentrates in directives and standards affecting in quality, as well as clarifying guidance as quality matter. The experimental knowledge was collected within collective discussions and the questionnaire. The collected material was divided in to the themes and the significant messages were picked up. The questionnaire was targeted to ten professionals working in the Unit of Order-Based Engineering at ABB Oy Drives.</p> <p>The results show that both formal and contentual usability of the work instructions are considered the most important factors. The material included only few mentions of quality. Based on these results it's justified to make conclusions how the good and qualified work instructions should be like. The main conclusion is that the quality-based thinking of the users should be taken into consideration for example by clarifying the Hierarchy-Based Documentation Model and process thinking. This idea combines also the extensive visibility of quality directions in work guidance.</p>	
Keywords	Order based engineering, directive, standard, quality, work instruction

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Insinööriyö lähtökohdat ja tavoitteet	1
1.2	ABB Oy insinööriyön tilaajana	2
2	Insinööriyö kehittämissuressina	5
3	Laatuun vaikuttavat direktiivit ja standardit	7
3.1	EU-direktiivit	8
3.2	Standardit	10
3.3	Standardien merkintäjärjestelmät	13
3.4	Laadunhallintastandardi ISO 9000	14
3.5	Tilaukskohtaiseen suunnitteluun vaikuttavat standardit	14
4	Työn ohjeistaminen laatutekijänä	17
4.1	Työohje osana laatuosuessa	17
4.2	ISO 9001 laatustandardi työn ohjeistamisessa	18
5	Hyvä ja laadukas työohje	22
5.1	Aineiston keruu ja käsittely	22
5.2	Tulokset	23
5.2.1	Työohjeen sisältö	23
5.2.2	Työohjeen muoto	24
5.2.3	Työohje ja laatu	24
6	Johtopäätöksiä ja kehittämisen jatkumo	26
6.1	Tulosten tarkastelua	26
6.2	Insinööriyön arviointia	30
	Lähteet	32

Liitteet

Liite 1. Order Based Engineering Work Instructions

Liite 2. Tilauskohtaisen suunnittelun prosessikaavio

Lyhenteet

ABB	Asea Brown Boveri.
ATEX	<i>Appareils destinés à être utilisés en ATmosphères EXplosibles</i> . Direktiivi, joka koskee räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävien laitteiden lainsäädäntöä ja standardisointia.
CAD	<i>Computer Aided Drawing</i> . Tietokoneavusteinen viivapiirtoa käyttävä suunnitteluohjelma.
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i> . Tietokoneavusteinen valmista tietokantaa hyödyntävä suunnitteluohjelma.
CSA	<i>Canadian Standards Association</i> . Kanadan markkinoilla olevissa ja sinne tulevaisuudessa sähkötekniikassa tuotteissa ja komponenteissa vaadittu standardi.
CE	<i>Conformité Européenne</i> . Tuotteeseen liitettävä merkintä, joka on tuotetta valmistavan yrityksen lupaus siitä, että tuote on valmistettu siihen kohdistuvien EU-direktiivien mukaisesti.
CEN	<i>European Committee for Standardization</i> . Eurooppalainen standardisoimisjärjestö.
CENELEC	<i>European Committee for Electrotechnical Standardization</i> . Eurooppalainen sähköalan standardisoimisjärjestö.
EMC	<i>Electromagnetic compability</i> . Elektromagneettisesti yhteensopiva.
EN	<i>European Standard</i> . Merkintä, joka kertoo, että standardi on eurooppalaisen standardisoimisjärjestön vahvistama.
EP-TOOL	<i>Engineering Process Tool</i> . Pilvipalvelua käyttävä projektihallintaohjelma.
ETSI	<i>The European Telecommunication Standard Institution</i> . Televiestinnän standardien yhteensopivuudesta ja kehittämisestä vastaava eurooppalainen järjestö.
Ex	<i>Explosion</i> . Räjähdysvaarallista tilaa ilmaiseva merkintä.

FINAS	<i>Finnish Accreditation Service.</i> Suomessa toimiva turvallisuus- ja kemikaaliviraston alainen akkreditointiyksikkö.
ICD	<i>Industrial Cabinet Drives.</i> Teollisuustaaajuusmuuttajakäyttö, jolla ohjataan yhtä sähkömoottoria.
IEC	<i>International Electrotechnical Standardization.</i> Kansainvälinen sähköalan standardisoimisjärjestö.
ISO	<i>International Organization for Standardization.</i> Kansainvälisesti kattavin standardisoimisjärjestö.
ITU	<i>International Telecommunication Union.</i> Televiestinnän standardien yhteensopivuudesta ja kehittämisestä vastaava kansainvälinen järjestö.
OBE	<i>Order Based Engineering.</i> Tilauskohtainen suunnittelu.
PLC	<i>Programmable Logic Control.</i> Pieni tietokone tai logiikka, jota käytetään automaatioprosessin ohjauksessa.
SIL	<i>Safety Integrity Level.</i> Standardien SFS-IEC 61508 ja SFS-EN 62061 määrittelemä turvallisuuden eheyden taso.
SFS	Suomen Standardisoimisliitto.
TUKES	Turvallisuus ja kemikaalivirasto.
UL	<i>Underwriters' Laboratories.</i> Yhdysvaltojen markkinoilla olevissa ja sinne tulevista sähköteknisissä tuotteissa ja komponenteissa vaadittu standardi.
VTT	Teknologian tutkimuskeskus.

1 Johdanto

1.1 Insinööriyö lähtökohdat ja tavoitteet

Hyvin tehdyllä ja toimivalla työohjeella on merkittävä rooli laadun hallinnassa. Sen avulla laadunhallinnan keskeiset ohjeistukset ja määräykset, kuten tuotetta ja valmistusta koskevat direktiivit ja standardit, voidaan luontevasti siirtää esimerkiksi suunnittelun käyttöön. Samalla voidaan varmistaa, että noudatettaessa työohjetta työssä vaaditut ja sovitut laatukriteerit täyttyvät.

Tämän insinööriyön tilaaja on ABB Oy Drives -yksikön (Asea Brown Boveri) ICD-tuotteiden (Industrial Cabinet Drives) tilauskohtainen OBE-suunnitteluüksikkö (Order Based Engineering). ABB Oy Drives -yksikössä tehtiin vuonna 2016 päätös siirtyä piirikaavioiden suunnittelussa AutoCAD-pohjaisista (Computer Aided Drawing) viivapiirtoa käyttävistä suunnittelutyökaluista saksalaisen EPLAN Software & Service GmbH & Co. -nimisen yrityksen valmistamaan EPLAN CAE -suunnittelujärjestelmään (Computer Aided Engineering), joka perustuu valmiin tietokannan hyödyntämiseen [1]. Samaan aikaan päätettiin yhtenäistää tilauskohtaisen suunnittelun projektihallintaan liittyvät työkalut. Aiemmin tilauskohtaisessa suunnittelussa oli käytössä pelkästään Excel-pohjainen projektihallintatyökalu, jota pystyttiin käyttämään vain paikallisesti, mutta ei globaalisti. Tavoitteena oli saada käyttöön myös sellainen työkalu, joka täyttäisi sekä paikalliset että globaalit tarpeet. Päädyttiin käyttämään SharePoint Online -pohjaista erityisesti tilauskohtaisen suunnittelun tarpeisiin räätälöityä EP-Tool-projektinhallintatyökalua (Engineering Process Tool) käytössä olevan Excel-pohjaisen työkalun rinnalla. SharePoint Online on Microsoftin ylläpitämä pilvipohjainen palvelu, jonka ominaisuuksiin kuuluu nimenomaan tässä tapauksessa kaivatut ominaisuudet, joita ovat sekä paikallinen että globaali saavutettavuus ja käytettävyys. [2.]

Edellä mainittujen uudistusten takia tilauskohtaisen suunnittelun ICD-tuotteiden suunnittelussa ollaan tilanteessa, jossa suunnittelutyötä joudutaan tekemään suurelta osin vanhentuneisiin suunnitteluohjeisiin nojaten. Tarve aivan uudelle työhjeelle on merkittävä. Uuden työohjeen pitäisi kattaa sekä uudet että vanhat tilauskohtaiseen suunnitteluun liittyvät suunnittelutyökalujen ohjeistukset.

Tavoitteena on kehittää tarkoituksenmukainen työohje ABB Oy Drivesin ICD-tuotteiden tilauskohtaiseen suunnitteluun. Työllä on vahva työelämän tilaus, ja sen toteuttaminen hyödyttää laajasti tilauskohtaisen suunnittelun laadukasta toteutusta. Työohjeen kehittämisprosessi kokonaisuudessaan on aikaa vievä kokeilu, jonka lopulliset kehittämistyön tulokset ovat nähtävissä vasta koekäytön ja siitä saatujen tulosten arvioinnin jälkeen. Tämän johdosta insinööriyön tavoitteeksi on rajattu saada mahdollisimman tarkka ja syvällinen käsitys työohjeen merkityksestä laatuprosessissa sekä kartoittaa käyttäjäkokemuksia työn ohjeistamisesta tarkoituksenmukaisen työohjeen kehittämiseksi.

Tässä insinööriyössä tarkastellaan erityisesti kahta työn ohjeistukseen liittyvää näkökulmaa:

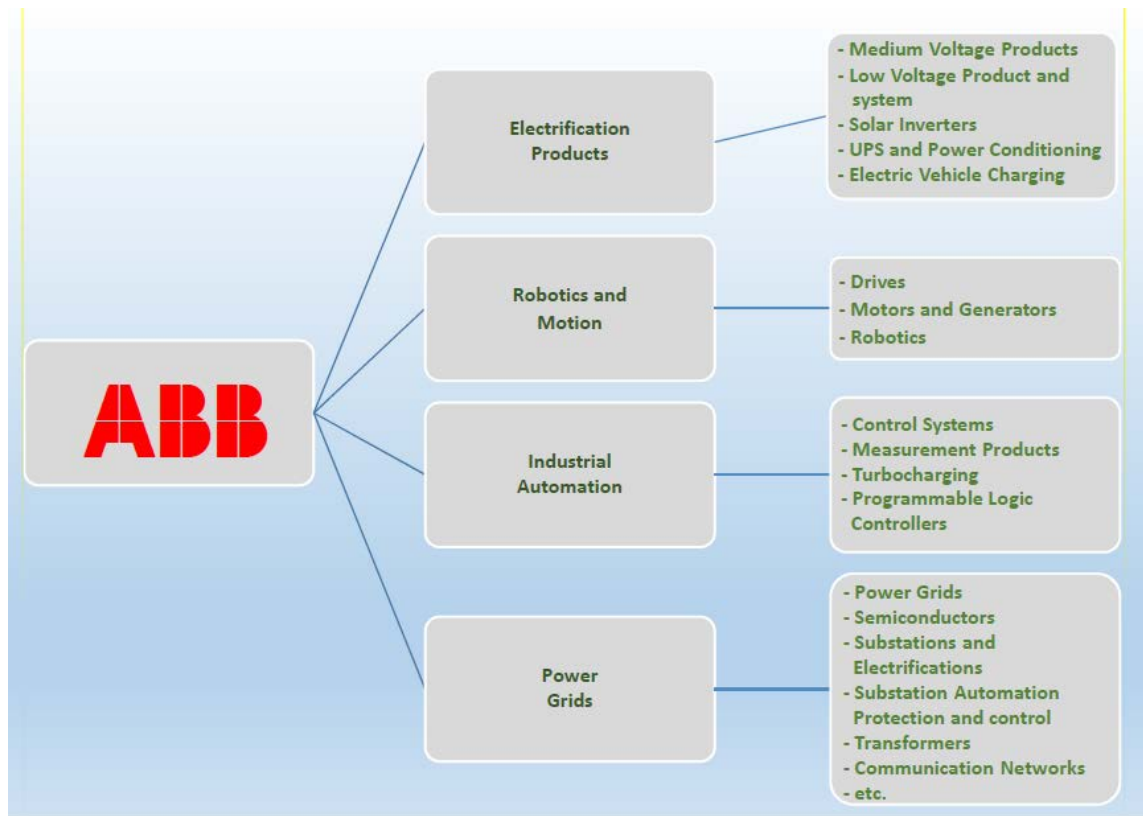
1. Millä tavalla erilaiset standardit ja vaatimukset ohjaavat työtä ja sen ohjeistusta?
2. Millainen on hyvä työohje sekä organisaation laadunhallinnan että työntekijän käyttäjäkokemuksen näkökulmasta?

Tämän Insinööriyön kehittäminen perustuu tutkivaan ja kehittävään työotteeseen. Seuraavissa luvuissa esitellään pääpiirteittäin ABB organisaationa sekä insinööriyössä käytettyä kehittämisotetta.

1.2 ABB Oy insinööriyön tilaajana

ABB on globaalisti toimiva teknologia-alan yritys, jonka ydinliiketoimintaan kuuluvat sähköistystuotteet, robotit, liikenneohjaus, teollisuusautomaatio ja sähköverkkoratkaisut. Työntekijöitä ABB:llä on maailmanlaajuisesti 100 maassa yhteensä noin 136 000 henkilöä, joista Suomessa noin 5 100 henkilöä yli 20 paikkakunnalla. [3.]

Kuvassa 1 on esitetty, kuinka ABB:n ydinliiketoiminnot jakautuvat neljään divisioonaan, joita ovat Electrification Products, Robotics and Motion, Industrial Automation sekä Power Grids. Näistä jokainen divisioona sisältää eri teollisuuden aloihin ja tuoteryhmiin keskittyviä liiketoimintayksiköitä. [4.]



Kuva 1. ABB:n ydinliiketoiminnat ja liiketoimintayksiköt [4].

Suomessa ABB Oy:llä on teollista toimintaa useilla eri paikkakunnilla. Varsinaiset tehdaskeskittymät sijaitsevat Vaasassa, Hangossa, Porvoossa ja Helsingissä. ABB Oy:n Vaasan tehtaan tekemiä tuotteita ovat erikoismuuntajat, kytkintuotteet ja sähkönsiirto- ja jakelujärjestelmät. Haminan tuotantolaitoksella on keskitytty Azipod-ruoripotkurilaitteen laivan sisällä olevien kääntöjärjestelmien valmistukseen ja Porvoon tehtaalla on erikoistuttu erilaisiin sähköasennustuoteisiin aina tavallisista pistorasioista energiatehokkuutta edistäviin älykkäisiin taloautomaatioratkaisuihin asti. [5.] Helsingin Pitäjänmäellä sijaitsevassa tehdaskeskittymässä sijaitsee moottoreita ja generaattoreita valmistava moottoritehdas sekä taajuusmuuttajien valmistukseen keskittyvä Drives Factory.

Drives Factoryssä toimii Suomen ABB:n Drives-yksikkö, joka vastaa pienjännitteisten taajuusmuuttajien kehittämisestä ja valmistuksesta maailmanlaajuisesti. Taajuusmuuttaja on laite, jonka avulla siihen liitetyn sähkömoottorin pyörimisnopeutta ja momenttia pystytään säätämään portaattomasti. Taajuusmuuttajan avulla voidaan moottorin energiankulutusta vähentää merkittävästi. [6.]

ABB Oy Drivesissa valmistetut taajuusmuuttajat soveltuvat käytettäväksi mitä erilaisimpiin teollisuuden alan käyttökohteisiin ja sovelluksiin. Näitä käyttökohteita ovat öljy- ja kaasu-, kaivos-, metalli- ja kemianteollisuudessa sekä sellu- ja paperiteollisuudessa käytettävät sovellukset, kuten sekoittimet, kuljettimet, ekstruderit, kompressorit sekä pumput ja puhaltimet. [6.]

ABB Oy Drives-yksikössä valmistettavat teollisuustaajuusmuuttajat voidaan jakaa erilaisiin tuoteperheisiin. Näitä ovat muun muassa kaappiin asennetut ACS880 Multidrive- ja ICD-taajuusmuuttajakäytöt (kuva 2). Nämä tuotteet eroavat toisistaan siinä, että Multidrive-taajuusmuuttajakäytössä on useita invertterimoduleita, joihin asiakas voi kytkeä ohjattavan moottorin, kun taas ICD-taajuusmuuttajakäyttöön voidaan kytkeä vain yksi ohjattava moottori. ICD-tuoteperheen taajuusmuuttajakäyttöjä saa sekä vakiolaitteena että tilauskohtaisesti asiakkaan toiveiden mukaan suunniteltuna. Tällaiseen kaappiin asennettuun taajuusmuuttajakäyttöön tehtävien muutoksien suunnittelu tehdään aina ABB Oy Drivesin tilauskohtaisessa suunnittelussa.



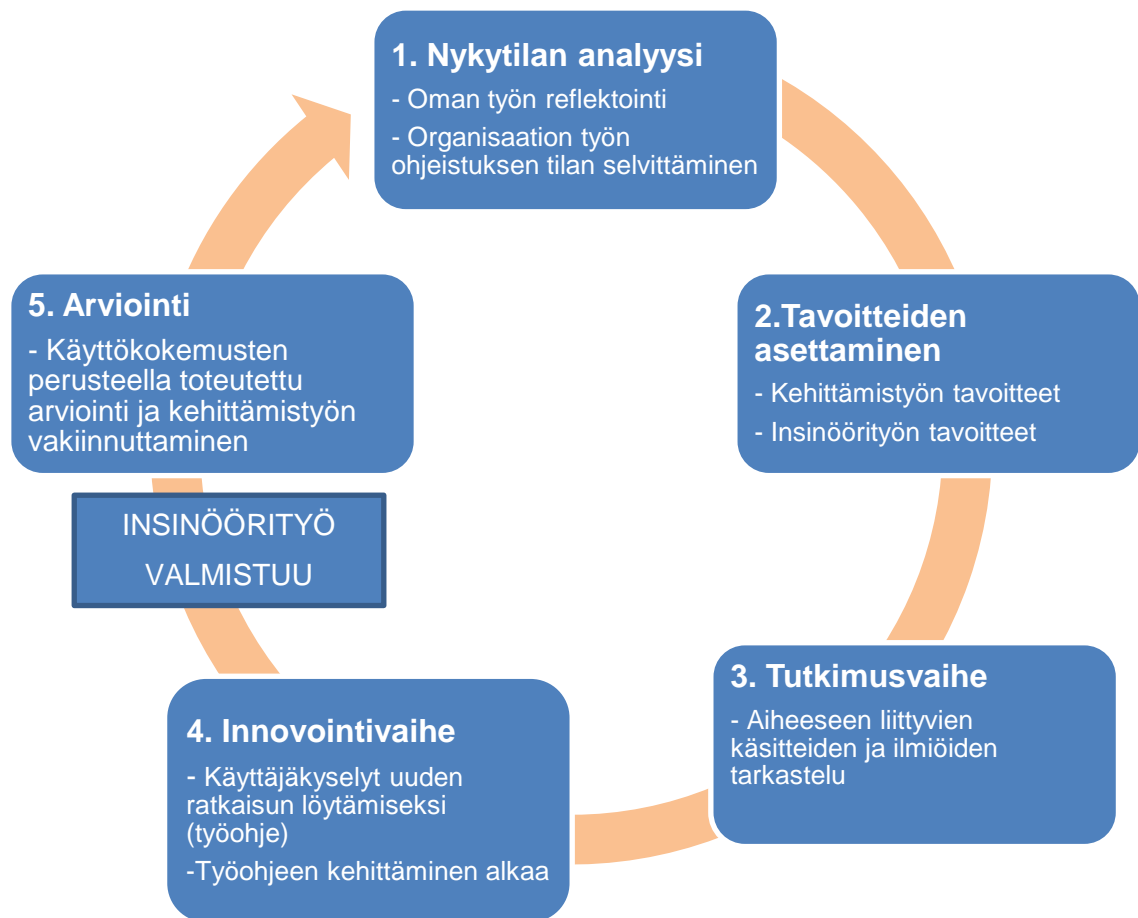
Kuva 2. ACS880-07 ICD- ja Multidrive-teollisuustaajuusmuuttajakäytöt [6].

2 Insinööriyö kehittämissuressina

Insinööriyö toteutetaan tutkivalla ja kehittävällä työotteella. Työn kehittämistavoitteet ovat lähtökohtaisesti määräytyneet tilauskohtaisen suunnittelutyön tekemisen haasteista sekä organisaatiossa todetusta kehittämistyön tarpeesta. Tämä Insinööriyö on prosessi, jossa tietoperusta ja kehittämistyön menetelmät muodostavat tiiviin vuoropuhelun. Tällainen työote sopii tämän insinööriyön toteuttamiseen siksi, että kaikilla työohjetta käyttävillä sähkösuunnittelijoilla on mahdollisuus jatkuvaan oman työn reflektointiin ja innovatiiviseen kehittämiseen.

Tutkiva ja kehittävä työote on prosessi, jossa kehitysprosessin aikana havaittuun ongelmaan haetaan ratkaisua käyttämällä kyselevän tutkimusprosessin mallia. Siinä lähtökohdalla on tilanne, jossa tutkimuksessa esiintyvää ongelmaa ei ole pystytty ratkaisemaan aiemmin hankitun tiedon perusteella. Tästä johtuen tietopohjaa aletaan systemaattisesti rakentamaan sellaiseksi, jossa erilaisia tietolähteitä on hyödynnetty laaja-alaisesti, kuitenkin niin, että niistä valittu tieto on kyseisen ongelman ratkaisun kannalta merkityksellistä ja validia. Varsinainen tiedonhankintaprosessi toteutetaan dynaamisena kysymys–vastaus-prosessina, jossa uusiin tietolähteisiin kohdistuvilla kysymyksillä pyritään löytämään vastaukset prosessiin liittyvän ongelman ratkaisemiseksi. Tietolähteinä voivat olla tieteelliset kirjat ja julkaisut, eri alojen asiantuntijat sekä omat kollegat. [7, s. 208–209] Kollegoiden kanssa käydyt keskustelut ovat olennainen osa tutkivaa ja kehittävää työotetta. Tässä kontekstissa voidaan puhua jaetusta asiantuntijuudesta, jossa hyödynnetään muiden saman ongelman kanssa työskentelevien näkemyksiä tietopohjan syventämiseksi [7, s. 143–146].

Tutkiva ja kehittävä työote liitetään usein tutkivan oppimisen malliin. Seuraavassa kuviossa (kuva 3) esitetään tutkivan oppimisen sykliä mukailien, miten kehittämisprosessini rakentuu ja miten insinööriyöni asemoituu tähän kokonaisuuteen.



Kuva 3. Työn ohjeistaminen kehittämissuorituksena.

Nykytilan analyysi -vaihe on alkanut vuonna 2016, jolloin luvussa 1.1 kuvatun mukaisesti tilauskohtaisen suunnittelun ICD-tuotteiden organisaatiossa siirryttiin käyttämään EPLAN-suunnitteluohjelmaa piirikaavioiden teossa sekä EP-Tool-projektihallintatyökalua projektien hallinnoinnissa. Tarve työn ohjeistuksen uudelleen tarkastelulle oli olemassa. Kehittämistyön tavoitteet on asetettu kollegiaalisissa keskusteluissa ja kehittämistyön prosessista on sovittu esimiehen kanssa. Tämä insinööriyö on mitoitettu realistiseksi ja toteutettavissa olevaksi kokonaisuudeksi suhteessa insinööriyön vaatavuustaan. Näin ollen insinööriyö muotoutui rajatuksi osaksi laajempaa kehittämissuorituksia. Tämän insinööriyön luvussa 1.1 kuvatut tavoitteet määrittelevät niitä käsitteitä ja ilmiöitä, joita kehittämissuorituksen tutkimusvaiheessa tarkastellaan. Työn keskeisiä käsitteitä ovat laatu, direktiivit ja standardit sekä työn ohjeistaminen. Tutkimusvaiheessa tietopohjaa on rakennettu perehtymällä syvästi ABB:n laatujärjestelmään sekä tutkimalla olemassa olevaa teoreettista tietoa laatua määrittävistä tekijöistä.

3 Laatuun vaikuttavat direktiivit ja standardit

Tässä luvussa tarkastellaan näkökulmia laatuun. Erityisenä kiinnostuksen kohteena ovat standardit ja niiden asettamien vaatimusten vaikutukset työohjeisiin.

Laatu käsitteenä on hyvin moniselitteinen ja sen määrittely riippuu siitä, mistä näkökulmasta sitä tarkastelee. Jos laatua tarkastellaan organisaatiokontekstissa, asiakkaille tuotettujen tuotteiden ja tuotosten näkökulmasta, voidaan laadun käsitteelliset merkitykset jaotella karkeasti ajatellen viideksi ryhmäksi [8]. Tämä jako pohjautuu useisiin asiantuntijamääritelmiin ja on näin relevantti tämän insinööriyön kannalta.

1. Tuoteperäiset määritelmät. Tässä laatu on tuotteessa oleva ominaisuus, jota on jollain menetelmällä mahdollista mitata. Tämän tyyppisessä laadun määrittelyssä tuotteen ominaisuuksien mittauksessa esiin tulevat laatuerot määrittävät laadun tason. Mitattavia ominaisuuksia voivat olla nopeus ja tehokkuus. Jos tuotteen laatu on mittauksien mukaan korkea, sillä voi olla korottava vaikutus tuotantokustannuksiin ja sitä kautta tuotteen myyntihintaan. [8.]
2. Tuotantoperusteisten määritelmien mukaan ajatellaan, että laatu voidaan kategorisoida tuotteen virheettömyysasteen mukaan. Virheettömyysaste määräytyy sen mukaan, kuinka hyvin tuote vastaa sille asetettuja vaatimuksia. Tuotantokustannusten näkökulmasta pyritään siihen, että tuote tehdään virheettömästi niin, että lopputulos olisi kerralla oikeanlainen. Tätä kautta pystytään estämään se, että tuotantokustannukset eivät kasva hallitsemattomasti. Voidaan myös puhua kahdesta eri tavoitteesta, joissa ensimmäisessä tavoitteena on virheiden täydellinen välttäminen, riskien hallinta ja sellainen tuote, joka on valmistettu juuri tiettyjen määrittelyjen mukaisesti (Small Quality). Toisessa tavoitteessa (Big Quality) pyritään siihen, että erilaiset epävarmuustekijät ovat hallittavissa, tuotteen toimitus saadaan tehtyä sopimuksien mukaisesti ja asiakas on tyytyväinen. [8.]
3. Rahallisissa, arvoperusteisissa määritelmässä tuotteen laatu arvioidaan sen käyttöarvon perusteella. Kun tuotetta valmistetaan, kumuloituu siihen valmistuksen eri vaiheissa arvonlisää, jonka tulee olla yhtä pitävä tuotteesta maksetun hinnan kanssa. Laatu muodostuu tässä tapauksessa käyttöarvon ja hinnan suhteesta. [8.]

4. Kun laadun määrittää tuotteen kyky täyttää sen käyttäjän tarpeet ja odotukset, määritellään laatua tällöin reaalityöeloudellisten arvoperusteiden mukaisesti. Tällöin tuotteen laatua arvioidaan sen mukaan, kuinka hyvin tuote vastaa elinikänsä aikana siihen kohdistuviin odotusarvoihin. Sillä arvolla, mitä tuotteesta on maksettu, ei ole tässä kohtaa laatuun liittyvää merkitystä. Laadun mittarina on näin ollen tuotteesta saatu hyöty tuotteen käyttäjälle. Tämän kaltainen näkökulma tuotteen laatuun on varsin subjektiivista, perustuen suurelta osin käyttäjän omiin kokemuksiin. Tätä kautta onkin ensiarvoisen tärkeää, että tuotetta valmistavan yrityksen tuotannollinen toiminta on asiakasohjautuvaa, asiakkaan pienetkin toiveet huomioivaa toimintaa. [8.]
5. Viimeisessä laadun määrittelyssä todetaan, että laatu on itse asiassa sellainen käsite, ettei sitä pysty mittaamaan. Laatu edustaa tämän mukaan käyttäjän omaan kokemukseen perustuvia heuristisia ja myyttisiä määritelmiä, joissa laatu esiintyy erinomaisuutena ja yliverlaisena ominaisuutena ilman, että tuotteen ominaisuuksia olisi laadun näkökulmasta sen kummemmin millään tunnetulla mitausmenetelmällä arvioitu. [8.]

3.1 EU-direktiivit

Tässä luvussa kerrotaan yleisellä tasolla, mitä tarkoitetaan silloin, kun puhutaan direktiiveistä ja standardeista. Tämän lisäksi selvitetään, minkä eri direktiivien ja standardien vaatimukset vaikuttavat sähköalan tuotteisiin.

Direktiivillä tarkoitetaan ohjeistusta, jonka antaa Euroopan unioni (EU). Se on ohje, jota jokaisen jäsenvaltion lainsäätäjällä on velvollisuus käyttää parhaaksi katsomallaan tavalla. Direktiiveillä on pyritty saamaan yhdenmukaisemmat lainsäädännöt EU:n jäsenvaltioiden välillä. Päällimmäisenä tavoitteena on, että EU:n sisällä valmistetut tuotteet ovat ihmisen, koneen ja ympäristön kannalta turvallisia. Kun EU:n eri jäsenvaltioissa toimivat yritykset noudattavat annettuja direktiivejä, tämä mahdollistaa myös tuotteen esteettömämmän liikkumisen EU:n alueella. [9.]

Sähköalan tuotteisiin ja niiden valmistukseen vaikuttavia direktiivejä ovat EU:ssa käytössä oleva konedirektiivi 2006/42/EY, jossa koneiden turvallisuusvaatimukset on saatu

yhdenmukaistettua. Konedirektiivin nojautuen kansallisella tasolla on tehty koneiden turvallisuuteen liittyvä koneasetus 400/2008, jonka pohjalta tämän hetkiset koneturvallisuuden standardit on muodostettu (kuva 4) [10; 11]. Toinen keskeinen direktiivi on EMC-direktiivi (Electromagnetic compability) 2014/30/EU, jonka avulla voidaan säännellä erilaisten laitteistojen välistä sähkömagneettista yhteensopivuutta [12]. Kolmantena on EU:n alueella myynnissä olevia sähkölaitteita koskeva pienjännitedirektiivi 2014/35/EU. Tällä direktiivillä pyritään varmentamaan, että kaikki EU:n markkinoilla olevat sähkölaitteet, jotka on määräyksiensä mukaisesti asennettu ja huollettu ja joita käytetään käyttötarkoituksensa mukaisesti, eivät aiheuta vaaraa ihmisten, eläinten ja omaisuuden turvallisuudelle ja terveydelle [13].



Kuva 4. Turvallisuusvaatimusten rakenne [11].

Näiden lisäksi vuonna 2014 julkaistiin ATEX-laitedirektiivi (Appareils destinés à être utilisés en ATmosphères EXplosibles) 2014/34/EU, jonka tarkoituksena on antaa ohjeistus räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäville mahdollisen syttymislähteen omaaville laitteille. Tähän direktiiviin nojaten on tehty useita EN-standardeja eri laitevalmistajien tuksi. [14.]

3.2 Standardit

Standardilla tarkoitetaan sellaista normia, jota noudattamalla käytetyt menettelytavat ja menetöt saadaan sovitettua yhteen. Siinä missä direktiivien kautta annetaan olennaiset lainsäädäntöön liittyvät ohjeistukset, on standardien tarkoitus vastata direktiivien asettamiin edellytyksiin. Standardeissa esitetään tuotteisiin kohdistuvat tarkemmat ja yksityiskohtaisemmat tekniset vaatimukset. [15.] Tässä luvussa keskitytään pääasiassa sähköalaan liittyviin standardeihin.

Sähköalan standardit jakautuvat maailmanlaajuisiin, eurooppalaisiin ja kansallisiin standardeihin. Maailmanlaajuisia standardeja ovat IEC-standardit (International Electrotechnical Commission). Eurooppalaisia standardeja ovat CENELECin (European Committee for Electrotechnical Standardization) vahvistamat EN-standardit sekä kansalliset standardit, joita ovat muun muassa Suomessa käytössä olevat SFS-standardit. Ne sisältävät sähköalan standardien lisäksi myös kaikilla muilla aloilla Suomessa käytössä olevat kansalliset standardit. Maailmanlaajuisien (IEC) ja eurooppalaisten (CENELEC) sähköteknisten standardien saattamisesta ja valmisteleminen kansalliseksi SFS:n julkaisemiksi standardeiksi vastaa Suomessa vuonna 1965 perustettu SESKO Ry (Sähkötekninen Standardisoimisjärjestö ry), joka on sekä IEC:n että CENELECin jäsen (kuva 5). [15.]

Kansainvälisesti kattavin standardisoimisjärjestö on ISO (International Organization for Standardization). ISO jakautuu useisiin eri teknisiin komiteoihin, joiden tehtävänä on laatia uusia omaan alaansa liittyviä kansainvälisiä standardeja. Sen jäseninä toimivat eri maiden kansalliset standardisoimisjärjestöt, kuten Suomessa SFS ry (Suomen Standardisoimisliitto ry), Ruotsissa SIS (Standardiseringsinstitutet i Sverige) ja Saksassa DIN (Deutsches Institut für Normung). ISO tekee monipuolista yhteistyötä toisen kansainvälisen nimenomaan sähköalaan keskittyneen standardisoimisjärjestön IEC:n kanssa yhteisten teknisten komiteoiden kautta.

Eurooppalaisia standardisoimisjärjestöjä ovat CEN (European Committee for Standardization), jonka toimialat ovat ilmaston, rakentamiseen, koneiden turvallisuuteen, kuluttajatuotteisiin, lämmitykseen ja terveydenhuoltoon liittyvät standardit muutamia mainitakseni. Toinen eurooppalainen standardisoimisjärjestö CENELEC on keskittynyt pääasiassa sähkötekniseen standardoimiseen sellaisilla aloilla, kuten sähköajoneuvot, älykkäät verkot, sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC), lääketieteelliset laitteet, sähköjärjestelmät ja niin edelleen. CEN:n ja CENELECin toiminnot risteävät keskenään monilla eri

aloilla, jolloin on luonnollista, että myös näihin liittyvät käsiteltävät asiat ja päätökset tehdään yhteistyössä kummankin järjestön eri toimielimien kanssa. [16.]

Edellä mainittujen lisäksi kansainvälisen televiestinnän standardien yhteensopivuudesta ja kehittämisestä vastaa järjestö nimeltään ITU (International Telecommunication Union). Sen vastuualueisiin kuuluu nimensä mukaisesti tuottaa sellaisia telealan standardeja, jotka edesauttavat ja varmistavat erilaisten viestintäverkkojen, päätelaitteiden ja viestipalveluiden sopivuuden ja toimivuuden toistensa välillä maailmanlaajuisesti. Vastaavanlainen Euroopan tasolla vaikuttava järjestö on nimeltään ETSI (The European Telecommunication Standard Institution), jonka tehtävänä on vastata standardisoinnista tele- ja viestintäteknikan alalla Euroopassa (kuva 5). [15.]

	Yleinen	Sähkötekniikka	Televiestintä
Maailma	ISO		ITU
Eurooppa	CEN		ETSI
Suomi			Viestintävirasto

Kuva 5. Standardointikenttä [15].

Kansallisesti vahvistetut standardit noudattavat suurelta osin eurooppalaisten standardisointijärjestöjen CEN:n ja CENELECin tai kansainvälisen standardisointijärjestön ISO:n ja IEC:n teknisissä komiteoissa tai työryhmissä tehtyjä standardeja. Euroopassa

käytössä olevista sähköalan standardeista noin 90 % koostuu IEC:n tekemistä standardeista. Jokainen näihin järjestöihin kuuluva jäsenvaltio voi vapaaehtoisesti vahvistaa kulloisenkin standardin myös omaksi kansalliseksi standardiksi. Tällöin on varmistettava, että jos kansallisessa standardissa on yhteensopimattomuutta uusien harmonisoitujen eurooppalaisten standardien kanssa, kansalliset standardisoimisjärjestöt poistavat tällaiset standardit kokonaan käytöstä. [16.] Tuotteissa, jotka täyttävät niihin standardeissa kohdistetut vaatimukset, saa käyttää CE-merkintää, joka on tuotetta valmistavan yrityksen lupaus siitä, että tuote on valmistettu siihen kohdistuvien EU-direktiivien mukaisesti (kuva 6) [17].



Kuva 6. CE-merkintä [17].

Edellä mainittujen standardien lisäksi Pohjois-Amerikan markkinoille tehtävissä tuotteissa pitää ottaa huomioon paikalliset hieman IEC- ja EN-standardeista poikkeavat sähkölaitteiden ja komponenttien turvallisuuteen liittyvät vaatimukset. Yhdysvalloissa näihin tarkoitettuja standardeja tuottaa vuonna 1984 Yhdysvaltoihin perustettu Underwriters' Laboratories (UL) -niminen testaus- ja tarkastuslaitos, joka julkaisee UL-turvallisuusstandardeja. Suurimmat eroavaisuudet IEC-standardeihin löytyvät sähköteknisissä laitteissa käytettävien materiaalien ja komponenttien palonkestävyysominaisuuksissa. Käytännössä melkein kaikkien Yhdysvaltojen markkinoilla olevien ja sinne tulevien sähkötekni- nisten tuotteiden ja komponenttien on oltava UL-standardien mukaisia ja ne tulee aina olla UL-merkittyjä. (kuva 7). [18.]

Kanadan markkinoilla on oma itsenäisesti toimiva standardoimisyhdistys CSA (Canadian Standards Association), joka julkaisee lähes saman sisältöisiä standardeja kuin UL. Kuten Yhdysvalloissa, niin myös Kanadan markkinoille olevien ja sinne tulevien laitteiden tulee olla vastaavasti CSA-hyväksytyjä ja asianmukaisesti merkittyjä (kuva 7). [18.]



Kuva 7. UL- ja CSA-merkinnät [18].

3.3 Standardien merkintäjärjestelmät

Eri standardien yhdenmukaistamisessa on ollut tärkeää saada myös yhdenmukainen yleisesti hyväksytty merkintäjärjestelmä, jonka avulla voidaan selvittää minkä eri standardoimisjärjestön vahvistama kulloinenkin standardi on. Standardien merkinnöissä varsinaisen standardin numeroyhdistelmän edessä on mainittuna missä eri standardisoi- misorganisaatioissa kyseinen standardi on vahvistettu. Jos standardi on vahvistettu vain ISO:ssa, on numerokoodin edessä lyhenne ISO-XXXX. Jos standardi on vahvistettu sekä ISO:ssa että CEN:ssä / CENELECissä on numerokoodin edessä lyhenteet EN-ISO-XXXX. Edellä mainitun kaltaiset standardit eivät ole voimassa Suomessa, koska niitä ei ole kansallisesti vahvistettu. Jos sitä vastoin standardi on vahvistettu ISO:ssa, CEN:ssä/ CENELECissä ja myös SFS:sä on numerokoodin edessä lyhenteet SFS-EN-ISO-XXX ja tällöin se on myös vahvistettu kansallisesti, tässä tapauksessa Suomessa. Esimerkkeinä standardien merkinnöistä voisivat olla SFS:n julkaisema standardi SFS-EN ISO 13849-1 (Koneturvallisuus / Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmän osat) sekä SFS-EN 61511-3:2017 (Toiminnallinen turvallisuus / Turva-automaatiojärjestelmät prosessiteollisuussektorille/osa 3). [19.]

3.4 Laadunhallintastandardi ISO 9000

Vuonna 1986 ISO:n tekninen komitea ISO / TC 176 (Quality management and quality assurance) laati ensimmäisen laadunhallintaan tarkoitetun standardin ISO 8402:1986, joka sisälsi lähinnä laatuun liittyvää terminologiaa. Tämän jälkeen vuonna 1987 ISO julkaisi laatujohtamiseen liittyvän standardin ISO 9004:1987, joka sisälsi myös laatujohtamismästandardin ISO 9001:1987. Tällä hetkellä olennaisimmat laadunhallintastandardit ovat ISO 9000:2015, jossa määritellään laadunhallinnan keskeisimmät perusteet ja sanasto sekä ISO 9001:2015, jossa vastaavasti määritellään laadunhallintajärjestelmiä koskevat vaatimukset. Kolmantena tulee organisaation johtamiseen suorituskyvyn parantamiseen liittyvä standardi ISO 9004:2009. Näiden lisäksi johtamisjärjestelmän auditointiin on laadittu oma standardi ISO 19011:2012. [20.] Näistä yllämainituista standardeista vain ISO 9001:2015 on sellainen, johon nojaten yritykset ja organisaatiot voivat hakea laatujohtamismästandardin sertifikaattia. Se on todistus siitä, että yritys kehittää ja valvoo laatuaan järjestelmällisesti ja asiakaslähtöisesti. Suomessa sertifikaatteja myöntävät siihen erikoistuneet sertifiointi yritykset, jotka TUKESin (Turvallisuus ja kemikaalivirasto) alainen akkreditointiyksikkö FINAS (Finnish Accreditation Service) on todennut päteväksi tähän tehtävään. [21.]

Kuten edellä olevista kappaleista käy hyvin ilmi, yritysten valmistaviin tuotteisiin vaikuttavat useat eri standardit riippuen siitä, mihin päin maailmaa tuote on menossa tai missä päin maailmaa tuotetta tehdään. Myös erilaiset käyttöolosuhteet asettavat omat standardiensä mukaiset vaatimuksensa tehtäviin tuotteisiin. Näin on myös ABB Oy Drivesissa, joka valmistaa ja toimittaa tuotteitaan maailmaanlaajuisesti mitä erilaisimpiin käyttötaroituksiin ja -olosuhteisiin. Tällöin sen on otettava toiminnassaan huomioon kansallisten standardien lisäksi myös kansainväliset standardit. Miten tämä sitten näkyy ABB Oy Drivesin päivittäisessä toiminnassa? Kuinka standardien asettamat vaatimukset näkyvät tuotantoprosessin eri vaiheissa ja miten nämä vaatimukset siirtyvät itse tuotteeseen? Näihin kysymyksiin pyritään löytämään vastauksia seuraavassa kappaleessa, jossa tutkitaan standardien vaikutusta Drivesin tilauskohtaiseen suunnitteluun.

3.5 Tilauskohtaiseen suunnitteluun vaikuttavat standardit

Tilauskohtaisen suunnitteluun kohdistuu useita eri standardien tuomia vaatimuksia, jotka tulee ottaa huomioon laitetta suunniteltaessa. Kuvassa 8 on esitetty yleisimmät ABB Oy

Drives:n ja toimintaan ja tuotteisiin vaikuttavat standardit. Se, miten eri standardit näkyvät ja vaikuttavat tilauskohtaisessa suunnittelussa, avautuu parhaiten esimerkin avulla.

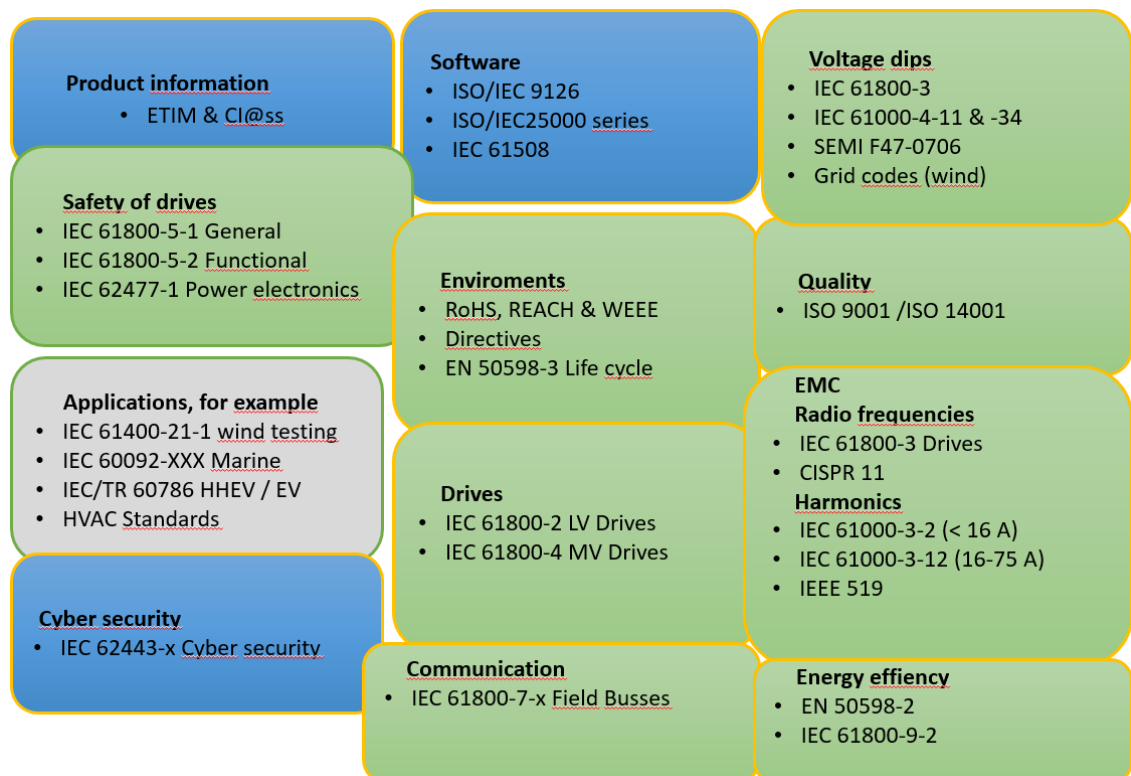
Kuvitteellisena esimerkkinä voidaan käyttää Kanadaan suunniteltavaa ICD-tuoteperheen taajuusmuuttajakäyttöä, jonka ohjaama moottori sijaitsee räjähdysvaarallisessa tilassa. Asiakas on tilannut tähän esimerkkilaitteeseen sekä vakiotoimintoja että tilauskohtaista suunnittelua vaativia toimintoja. Asiakkaan tarvitsemat vakiotoiminnot ovat kenttäväyläsovitin ja laitteen syöttöpuolelle tuleva EMC-filtteri (verkkosuodatin), joka suojaa syöttöverkkoa mahdollisilta taajuusmuuttajakäytön aiheuttamilta häiriöiltä. Näiden lisäksi laitteeseen tulee seuraavat toiminnallisen turvan (Functional safety) takaavat toiminnot. Näitä ovat hätäpysäytystoiminto, jolla taajuusmuuttajakäytöllä ohjattu sähkömoottori saadaan vaaratilanteessa pysäytettyä hallitusti (Emergency Stop Category 1), sekä tähän samaan toimintoon liittyvä digitaalisten tulojen ja lähtöjen laajennusosa. Asiakas haluaa, että tätä edellä mainittua turvapiiriä tulee muokata niin, että käytön oveen sijoitettava hätäpysäytystoimintoon kuuluvalta hätäpysäytyspainikkeelta lähtevät johtimet kytetään vakiokäytännöstä poiketen taajuusmuuttajakäytön sivuseinällä sijaitsevalle asiakasriviliittimelle. Tämän riviliittimen kautta asiakas kytkeytyy käytössään olevaan PLC-järjestelmään (Programmable Logic Control).

Tilauskohtaisessa suunnittelussa muokataan vakiolaitetta asiakkaan toiveiden mukaiseksi. Kun laitetta muokataan, tulee tällöin ensin varmistaa, että kaikki laitteeseen tulevat vakiotoiminnot ovat niihin kohdistuvien standardien ja vaatimusten mukaisia. Tässä kuvitteellisessa esimerkkilaitteessa tällainen vakiotoiminto on laitteen syöttöpuolelle tuleva EMC-filtteri, jonka kohdalla tulee huomioida EMC-standardin IEC 61800-3 vaatimukset filterin tyypistä ja sen sijoittelussa käytön sisällä.

Tässä esimerkkitapauksessa taajuusmuuttajakäytön ohjaama moottori sijaitsee räjähdysvaarallisessa Ex-tilassa (Explosion), jossa pienikin kipinä saattaa aiheuttaa räjähdysvaaran. Tällaisessa tilassa käytettävän moottorin tulee olla ATEX-laitedirektiivin mukaisesti hyväksytty ja merkitty (Ex). Tämä sama vaatimus koskee myös kaikkia niitä taajuusmuuttajakäytössä olevia komponentteja, jotka ovat osana käytössä olevaa ATEX-valvontapiiriä. Tästä johtuen tilauskohtaisessa suunnittelussa tulee varmistaa, että käyttöön tulevat ATEX-piiriin liitettävät komponentit ja piirikaviot ovat ATEX-laitedirektiivin mukaisia.

Esimerkkiprojektin varsinainen tilauskohtaisen suunnittelu kohdistuu toiminnalliseen turvallisuuden kuuluvaan hätäpysäytyspiiriin kytkentöihin, joihin tullaan tekemään asiakkaan toivoma muutos. Aina kun toiminnallisen turvallisuuden piiriin tehdään joku vakio-käytännöstä poikkeava muutos, pitää varmistaa, että muutetun piiriin turvaluokitukset (SIL-luokat) pysyvät toiminnallista turvallisuutta ohjaavan Functional safety -standardin IEC 61800-S-2 mukaisina. Tämän esimerkiprojektin kohdalla tehty muutos on sellainen, joka ei aiheuta muutoksia laitteen SIL-luokkaan.

Edellä esitetyssä kuvitteellisessa projektissa ei mainittu kaikkia niitä standardeja, jotka ovat vaikuttamassa laitteen suunnitteluun ja valmistukseen. Vakio-laiteeseen, jonka pohjalta tilauskohtaisesti suunniteltava laite suunnitellaan, kohdistuvia standardeja voidaan löytää kuvassa 8 esitetyistä standardeista. Kuten kuvasta 8 voidaan havaita, taajuusmuuttajakäytön valmistukseen vaikuttavien standardien joukko on sängen laaja otanta niistä standardeista ja direktiiveistä, jotka ovat mainittuina aiemmissa luvuissa 3.1–3.4.



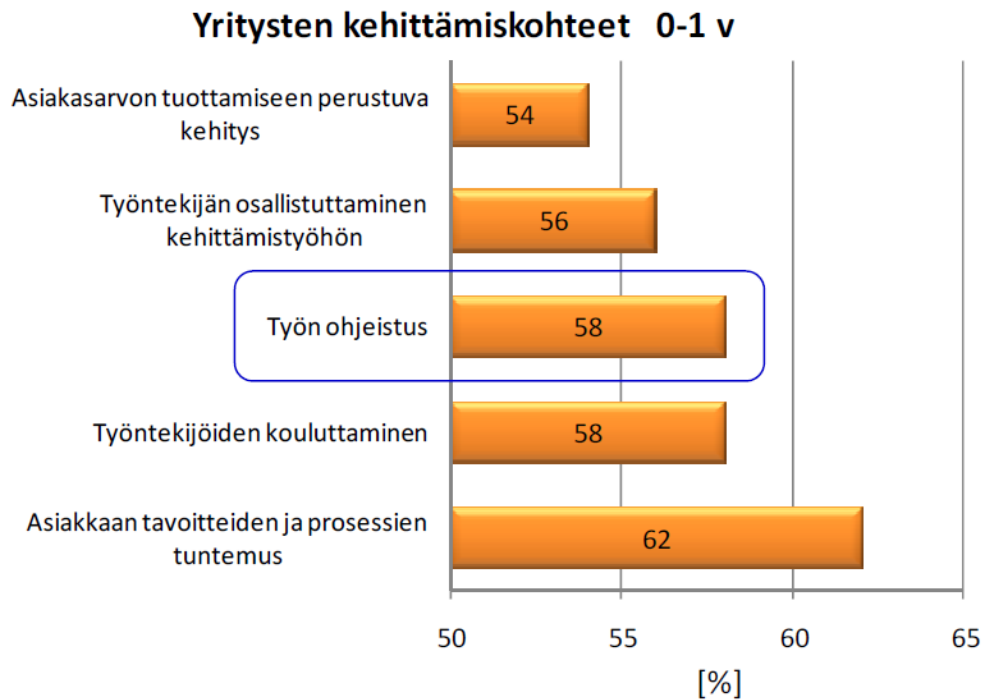
Kuva 8. Tärkeimmät ABB Oy Drivesin käyttämät standardit.

4 Työn ohjeistaminen laatutekijänä

4.1 Työohje osana laatuprosessia

Kun yrityksen tavoitteena on valmistaa tuotetta, joka vastaa siihen kohdistettuja erilaisia laatuvaatimuksia ja standardeja, tulee tuotteen valmistusprosessi olla hyvin kontrolloitua ja hallittua. Tähän tarkoitukseen voi yritys käyttää aikaisemmin mainittuja ISO 9000 -laadunhallintajärjestelmiä, joiden avulla se voi luoda omaan käyttöönsä sopivan laadunhallintajärjestelmänsä. Jotta nämä laatuvaatimusten ja standardien tuomat vaateet näkyisivät sekä valmistusprosessissa että itse tuotteessa, pitää varmistaa, että vaatimukset saadaan siirrettyä niihin asianmukaisesti. Paras tapa toteuttaa tämä on tehdä hyvä ajan tasalla oleva työohjeistus tuotteen valmistuksen jokaiselle eri vaiheelle. Samansuuntaisia näkemyksiä on esitetty myös tutkimuksissa.

Vuonna 2011 julkaistussa selvityksessä VTT:n asiantuntijat ovat tutkineet työohjeistusta kappaletavara tuotannossa. Tällöin tutkittiin työohjeiden tilaa suomalaisessa valmistavassa teollisuudessa. Tähän liittyen aiemmin vuonna 2010 VTT toteutti yhdessä Tampereen teknillisen yliopiston ja Teknologiateollisuuden kanssa kyselytutkimuksen, joka oli osa ”Uuden valmistavan teollisuuden tutkimusagenda” -projektia (FOFFI 2020). Kyselytutkimuksen kohderyhmänä olivat 250 suomalaisten kokoonpano- ja valmistavan teollisuuden yritysten asiantuntijaa. Heiltä kerättiin tietoa siitä, minkälaisia kehittämistarpeita teollisuuden yrityksissä tuolloin oli yhden vuoden aikajänteellä ja mitä ne olisi myös tulevaisuudessa. Kyselytutkimuksessa kävi ilmi, että työn ohjeistusta pidettiin varsin merkittävänä kehittämiskohteena. Reilusti yli puolet kyselyyn vastanneista asiantuntijasta (58 %) priorisoi työn ohjeistamisen olevan vuoden sisällä tapahtuvissa kehittämistoimenpiteissä akuutti (kuva 9). [22.]



Kuva 9. Yritysten kehittämiskohteet yhden vuoden aikajänteellä [22].

Vaikka tutkimus on pääsääntöisesti tehty konepajateollisuuden tuotannon näkökulmasta, voidaan sanoa, että saadut tulokset kertovat hyvin tilanteesta myös muiden tuotannonalojen kohdalla. Valmistavan teollisuuden tuotteet ovat sekä teknisesti, että laadullisesti muuttuneet yhä vaativammiksi valmistaa. Tämä sama trendi on näkynyt myös työnohjeistamisen kohdalla.

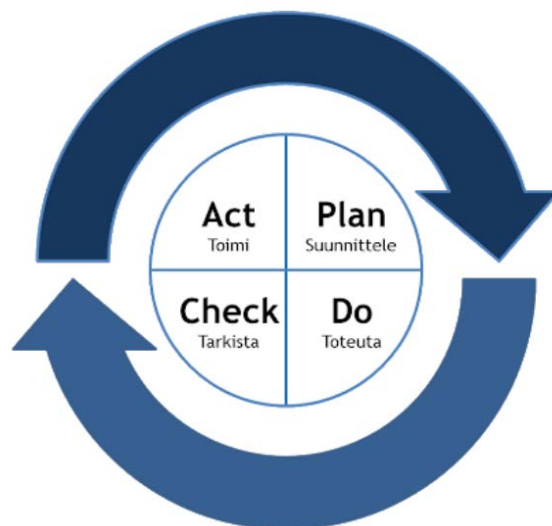
4.2 ISO 9001 -laatustandardi työn ohjeistamisessa

ISO 9001 laadunhallintastandardin pohjalta toteutettu laadunhallintajärjestelmä pystyy antamaan sitä käyttävälle yrityksille seuraavia laadun kehittämiseen ja -valvomiseen liittyviä etuja. [23, s. 5]:

1. Kyky tuottaa johdonmukaisesti tuotteita ja palveluja, jotka täyttävät asiakasvaatimukset sekä tuotteita ja palveluja koskevien lakien ja viranomaisisten vaatimukset.
2. Paremmat mahdollisuudet lisätä asiakastytyväisyyttä.

3. Toimintaympäristöön ja tavoitteisiin liittyvien riskien ja mahdollisuuksien käsittely.
4. Kyky osoittaa määriteltyjen laadunhallintajärjestelmää koskevien määräysten noudattaminen. [23, s. 5.]

ISO 9001 -laadunhallintastandardin yksi keskeisimmistä käsitteistä on prosessimainen toimintamalli. Siinä yrityksen toimintaan liittyvät eri prosessit ja niiden väliset interaktiot määritellään ja hallitaan systemaattisesti, käyttäen PDCA-mallia (Plan – Do – Check – Act). Tämän mallin ensimmäisessä vaiheessa (Plan) päätetään, mitkä ovat suunniteltavan järjestelmän ja siihen liittyvien prosessien tavoitteet ja minkälaisia resursseja tavoitteiden mukaisten tulosten saavuttamiseksi tarvitaan. Asiakkaan ja yrityksen oma toimintapolitiikka tulee olla johtavana ajatuksena resursseja määriteltäessä. Suunnitteluvaiheessa on myös tärkeää tunnistaa ja arvioida sekä riskit että mahdollisuudet. Toisessa vaiheessa (Do) toteutetaan tehdyt suunnitelmat, jonka jälkeen seuraa arviointivaihe (Check). Siinä arvioidaan ja mitataan, miten prosessit ja niistä aikaansaadut tuotteet ja palvelut korreloivat suhteessa suunnitteluvaiheessa päätettyihin tavoitteisiin, yrityksen toimintapolitiikkaan ja prosessiin sekä tuotteisiin kohdistuviin vaatimuksiin. Saadut arviointitulokset raportoidaan eteenpäin. Näiden perusteella, jos huomataan, että on tarvetta, tulee ryhtyä asianmukaisiin toimenpiteisiin (Act) suorituskyvyn parantamiseksi (kuva 10). [23, s. 8.]



Kuva 10. Demingin ympyrä [24].

Toinen keskeinen ISO 9001 -laadunhallintastandardin vaatima toimintamalli liittyy riskiperusteiseen ajatteluun. Yrityksen toimintaan sisältyy aina sekä riskejä että mahdollisuuksia. ISO 9001 -laadunhallintastandardin mukaan yrityksillä on oltava suunnitellut toimenpiteet riskien ja mahdollisuuksien käsittelylle, jotta sen riskien ja mahdollisuuksien hallintaan vaikuttava toiminta olisi sellaista, jossa kyseisen laadunhallintastandardin asettamat vaatimukset on huomioitu. [23, s. 8.]

Jotta ISO 9001 -laatustandardin keskeisimmät laadunhallinnan toimintamallit toteutuisivat, tulisi yrityksen valmistusprosessit olla organisoidusti ohjeistettuja. Sekä laatustandardin että asiakkaan vaatimukset voidaan tällöin siirtää hallitusti prosessin eri vaiheisiin ja sitä kautta myös itse tuotteeseen. Tällaisessa mallissa dokumentaatiot voidaan jakaa neljään hierarkiatasoon (kuva 11) [25].

1. Ylimmällä tasolla on eri viranomismääräykset, standardit, kuten ISO 9001, ISO 14000 sekä yhtymätason ohjeet.
2. Toisella tasolla on niin sanotut menettelytapaohjeet, kuten prosessikartat ja niistä johdetut prosessikaaviot, joissa kuvataan ja ohjeistetaan kyseistä prosessia ja määritellään yksityiskohtaisemmin toiminnot ja menettelytavat eri toimioille [26].
3. Kolmannessa tasossa ovat varsinaiset työohjeet. Siinä missä toisen tason dokumentaatiolla kuvataan pääasiassa prosessin kulkua, työohjeet kertovat, miten tietty työ tai tehtävä tulee tehdä niin, että siinä otetaan huomioon kahden ylemmän tason sille asettamat rajat ja vaatimukset. [26.]
4. Näiden kolmen dokumentaatiotasoa lisäksi on vielä neljäs taso, jossa sijaitsee ohjeet tietojen tallentamisesta erilaisiin lomakkeisiin, tarroihin ja testiraportteihin. Valmistuttuaan tällaiset dokumentit ovat niin sanottuja laatupöytäkirjoja ja näin ne liittyvät dokumentaatiotasolla osaksi yrityksen laadunhallintajärjestelmää. [26.]



Kuva 11. Dokumentaatiohierarkia [25].

Myös ABB:llä on käytetty dokumentaatioissa yllä olevaa hierarkiajärjestelmää. Yhtymätasolla ABB:n mallissa hierarkiapyramidin ylimmällä tasolla ovat ABB-yhtymän hallintomalli, yhtymässä käytetyt standardit, yhtymän ulkopuoliset ohjeet sekä divisioona- ja BU-tason ohjeet. Toisella tasolla sijaitsee ABB Oy:n johtamiskäsikirja, jossa määritellään käytettävä johtamisjärjestelmä, johtamiskäytäntö, resurssien ja prosessin hallinta sekä mittaukset ja niistä saatujen tulosten analysointi ja jatkuva parantaminen. Kolmannella tasolla ovat ABB:n eri toimintoja koskevat tarkemmat ohjeet. Neljännellä tasolla sijaitsevat liiketoimintayksikön ohjeet ja tallenteet, joita ovat esimerkiksi ABB Oy:n laatu- ja turvallisuusraportit. [27, s. 6-9.]

Sama dokumentaatiohierarkiamalli toistuu myös ABB yhtymän eri yksiköissä. Drives-yksikössä hierarkiatasojen sisällöt ovat kutakuinkin kuvan 11 mukaisia. Ylimmällä tasolla yritystason vaatimusten ja standardien lisäksi tulevat Drives-yksikön omat vaatimukset, jotka kuitenkin seuraavat sisällöltään yritystason vaatimuksia. Toisella tasolla menettelytapaohjeiden kohdalla sijaitsee Drivesin sisällä tapahtuvia prosesseja kuvaavat prosessikaaviot. Kolmannella tasolla ovat prosessin eri vaiheita ohjaavat ohjeistukset, kuten tilauskohtaisen suunnittelun työohje. Neljännellä tasolla ovat erilaiset prosessien aikana tulleet raportit, joita ovat esimerkiksi taajuusmuuttajakäytön toiminnalliseen turvallisuuden liittyvät raportit.

Edellä käsiteltyjä näkökulmia laatuun ja laatuprosesiin on tässä insinööriyössä hyödynnetty kehittämisprosessin innovaativaiheessa.

5 Hyvä ja laadukas työohje

Tässä kappaleessa kootaan innovaatiovaiheen käyttäjäkyselyn tuloksia pohjaksi hyvän työohjeen kehittämiseksi ja tarkastellaan kyselyn tuloksia suhteessa olemassa olevaan tietoon työohjeistuksesta.

5.1 Aineiston keruu ja käsittely

Tässä insinööriyössä käytetyn tutkivan ja kehittävän työotteen keskeinen tiedonkeruumenetelmä on kollegiaalinen keskustelu ja siihen liittyvä kysely, jossa kollegat ovat saaneet esittää näkemyksiä ja vastauksia kehitysprosessiin liittyviin kysymyksiin. Tavoitteena on ollut tehdä näkyväksi olemassa olevaa hiljaista tietoa ja hyödyntää jaetun asiantuntijuuden käytänteitä oman työn kehittämiseksi.

Kyselyn kohderyhmänä ovat henkilöt, jotka toimivat ABB Oy Drives:n tilauskohtaisessa suunnittelussa ICD-tuotteiden sähkösuunnittelijoina. Kyselyyn vastasivat kaikki kymmenen suunnittelijaa ja vastausprosentti oli 100 %. Kyseiset suunnittelijat käyttävät jatkossa työssään tässä kehittämisprosessissa syntyvää työohjetta.

Työohjeen käytännön kehittämistyön näkökulmasta keskeistä on omaan näkemykseeni ja olemassa olevaan tietoon perustuen selvittää käyttäjien näkemyksiä työohjeen sisällöstä, muodosta ja suhteesta laatuun. Kyselylomake koostuu seuraavasta neljästä avoimesta kysymyksestä.

1. Mitä työohjeita käytät tällä hetkellä työssäsi (ICD)?
2. Mitä eri OBE:n ICD-suunnittelun työvaiheisiin kuuluvia osa-alueita toivoisit uuteen työohjeeseen?
3. Millainen työohje on mielestäsi ”hyvä työohje”?
4. Millä tavalla yrityksen tuotteisiin asettamat laatutekijät tulisi mielestäsi näkyä työohjeistuksessa?

Kyselyssä saadut vastaukset sisälsivät pääosin aineistoa, jota kehittämistyössä voidaan hyödyntää. Tiedon syventämiseksi työyhteisössä on kuitenkin käyty vapaamuotoisia keskusteluja aiheesta. Keskusteluista on kirjattu ylös teemakohtaisia muistiinpanoja oman analyysin tueksi. Käytössä oleva kokemustiedollinen aineisto sisältää siis sekä kyselyn tulokset että keskusteluiden tulokset. Saatu aineisto on analysoitu teemoittelemalla. Aineiston käsittely teemoittelemalla on perusteltua, kun yritetään saada kokonaiskuva kehittämisen kohteena olevasta asiasta [28, s. 60]. Kyselylomakkeen avoimia kysymyksiä ja yhteisiä keskusteluja ei ole litteroitu vaan aineistosta on tiivistetty viestejä, jotta voitaisiin esittää kokonaisuuksia hyvän työohjeen tueksi [28, s. 60]. Koska insinööritöössä kehitettävä työohje hyödyttää erityisesti kyseessä olevaa kohderyhmää (10), on aineiston määrä verrattain pieni.

5.2 Tulokset

5.2.1 Työohjeen sisältö

ABB Oy:n ICD-tuotteiden tilauskohtaisessa suunnittelussa suunnittelijan on tärkeää hallita useita eri suunnitteluun ja projektinhallintaan liittyviä työkaluja. Tällä hetkellä tilauskohtaiseen suunnitteluun liittyy lukuisa määrä suunnittelussa tarvittavia lisäohjeita, jotka ovat talletettuina verkkolevyllä sangen pirstaleisesti, joten niiden löytäminen on hidasta ja vaivalloista. Tarkoituksena on, että tehdyn työohjeen avulla myös näiden lisäohjeiden löytäminen ja käyttäminen olisi helpompaa ja nopeampaa.

Aineiston mukaan työohjeen sisällöltä odotetaan erityisesti käytettävyyttä. Aineistossa on mainintoja tarvelähtöisistä prosessikuvauksista, jotka olisi yksinkertaisesti kuvattu. Tällaisia ovat projektin aloitus, suunnittelun eri vaiheet ja projektin vapautus tuotantoon. Tärkeänä pidetään myös sitä, että ohjeistus sisältäisi linkitykset muihin suunnittelussa käytettäviin ohjeisiin. Aineistossa oli myös maininta tarkistuslistauksista eri vaiheita varten.

”Työohjeessa olisi hyvä olla myös ohjeet projektin aloittamiselle, ohjeet projektinhallinta -työkalun, sekä EP-Toolin käyttöä varten.” (Vastaaja 4)

”.. suunnittelun eri vaiheet. Mitä missäkin vaiheessa tulisi huomioida ja muistaa tehdä.” (Vastaaja 5)

Työprosessien kuvausten lisäksi toisena merkittävänä asiana aineistosta nousee sisällöllinen täsmällisyys. Työohjeelta odotetaan yksinkertaisuutta niin visuaalisessa ilmaisussa kuin tavassa esittää asiat kirjallisesti. Yksi kyselyyn vastanneista ehdotti, että työohjeessa ilmenisi, keneltä eri asioihin voi saada lisätietoa. Kahdeksan kymmenestä piti kuitenkin tärkeänä sitä, että työohjeen lisäksi ei tarvita muuta opastusta.

”Hyvä työohje on sellainen, jonka avulla pystyy suorittamaan tarkasti määritetyn työtehtävän ilman muita ohjeita tai muuta opastusta. Työohjeen alussa olisikin hyvä täsmällisesti määrittää, mihin kyseinen työohje ohjeistaa.” (Vastaja 7)

5.2.2 Työohjeen muoto

Sekä kyselylomakkeen avoimissa vastauksissa että keskusteluissa korostui erityisesti vaatimukset työohjeen muodolle. Kaikki vastanneet esittivätkin muotoon liittyviä näkemyksiään. Työohjeelta toivotaan erityisesti visuaalisuutta kuvakaappauksien muodossa.

”Mahdollisimman monta kuvakaappausta tilanteista, koska kuva kertoo enemmän kuin 100 sanaa.” (Vastaja 1)

”Mukana on havainnollisia kuvankaappauksia, mutta myös täydentäviä tekstejä. Osiot olisi esim. otsikoitu niin, että eri vaiheiden löytäminen ohjeesta olisi helppoa, eikä tarvitsisi käydä aina koko ohjetta läpi, jotta löytää haluamansa kohdan.” (Vastaja 6)

Edellä esitetyn lainauksen mukaisesti myös moni muu vastaaja piti merkityksellisenä ohjeen kronologista rakennetta. Hyvässä työohjeessa voisi vastaajien mukaan olla myös sisällysluettelo helpottamassa käytettävyyttä. Linkit muihin työohjeisiin nähtiin sisällön lisäksi myös työohjeen muotoa helpottavina asioina.

Pääosin aineistosta ilmenee toive digitaaliselle työohjeelle. Yksi kohderyhmästä toivoi kuitenkin työohjetta printattuna versiona.

5.2.3 Työohje ja laatu

Tämän insinööriyön kantava teema on laatu. Työohjetta on olemassa olevan teoreettisen tiedon valossa käsitelty erityisesti osana laatua. Kohderyhmä, jonka näkemyksistä aineisto koostuu, kokee yleisesti, että hyvä työohje takaa laadun. Osa vastaajista esitti

toiveen siitä, että työohjeessa olisi viitteitä olemassa oleviin laatustandardeihin. Mielenkiintoista kehittämistehtävän näkökulmasta oli se, että joukossa oli myös joitakin vastaajia, jotka eivät tunnistaneet, että huomioon otettavia laatutekijöitä olisi olemassa.

Laatuun liitetään määritteenä tehokkuus. Työohjetta pidetään tehokkuutta lisäävänä, mikäli se on ajanmukainen ja jatkuva päivittäminen on nimetyn ylläpitäjän vastuulla. Ajantasaisuuteen viitattiinkin aineistossa useaan otteeseen.

”Työohjeistuksen tehokkuutta voisi lisätä esimerkiksi siten, että jokaiselle työohjeelle on erikseen määritetty ylläpitäjä.” (vastaaja 5)

Toinen merkittävä laatuun liitettävä määre oli turvallisuus. Turvallisuuden lähtökohtia ovat aineiston mukaan tarkat ohjeet siitä, miten laite suunnitellaan niin, että siihen kohdistuvat turvallisuuteen liittyvät vaatimukset näkyisivät myös tehdyssä tuotteessa.

6 Johtopäätöksiä ja kehittämisen jatkumo

Tässä insinööriyössä olen tarkastellut työohjeen suhdetta laatuun. Johtopäätöksissä esitän kokemustiedollisen aineiston ja teoreettisen tiedon käsittelyn pohjalta näkökulmia, joiden varaan hyvä työohje voisi perustua niin, että se olisi laadun kannalta merkittävä. Lopuksi esitän yhteenvedoksi jatkumon, miten kehittämisprosessini jatkuu insinööriyöstä eteenpäin sekä arvioin insinööriyöni toteuttamista.

6.1 Tulosten tarkastelua

Työn ohjeistuksella on tärkeä rooli yrityksen laatujärjestelmässä. Se on osa ketjua, jolla varmistetaan, että tehtyyn työhön asetetut vaatimukset näkyvät myös itse tuotteessa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että yrityksen valmistusprosessin dokumentaatio on toteutettu aiemmin mainitun hierarkiamallin mukaisesti. Siinä ylemmän tason ohjeiden ja vaatimusten, kuten standardien ja viranomaismääräysten sekä yritystason vaatimusten näkyminen itse tuotteessa varmistetaan huolellisesti tehdyillä menettelytapaohjeilla ja niihin nojautuvilla työohjeilla. Menettelytapaohjeita ovat prosessin kulkua kuvaavat prosessikartat sekä toimintamallikaaviot ja prosessikaaviot [29].

Insinööriyöni kyselyssä pyydettiin käyttäjiä kertomaan näkemyksiään hyvästä työohjeesta. Tuloksissa korostuivat erityisesti työohjeen muoto ja sisältö. Tulosten tarkempi analysointi osoittaa, että työohje ajatellaan käytännönläheisenä ja yksityiskohtaisena työvälineenä, jolta odotetaan tarkkuutta ja yksinkertaisuutta. Johtavana ajatuksena on työohjeen käytettävyys. Prosessinomainen ajattelu näyttäytyi lähinnä tarpeena löytää työohjeesta selkeät prosessikuvaukset. Tulosten analysoinnin ja jo aiemmin tässä työssä esitetyn prosessimaisen toimintamallin teorian pohjalta voisi mielestäni olla olennaista ja tarkoituksenmukaista rakentaa työohje sisällöllisesti PDCA-mallin mukaisesti.

Aineistossa työohjeen käytettävyydelle asetetaan vaatimuksia sekä muodon että sisällön osalta. Käytettävyys nouseekin erilaisissa selvityksissä yhdeksi merkittäväksi laatuajattelun tekijäksi. Työohjeen tulisi olla sellainen, jonka avulla pystyttäisiin varmistamaan laadullisten ja teknisten vaatimusten toteutuminen myös käytännön tasolla. Sen muoto tulisi olla sellainen, jossa pystytään nopeasti reagoimaan teknisiin ja laadullisiin muutosvaatimuksiin [22, s.8]. Työn ohjeistaminen ei ole mitään staattista toimintaa vaan se on dynaamisesti reagoiva osa sitä ympäröivää prosessia.

Dynaamisuuuden mahdollistaa työohjeistuksen ajantasaisuus. Tästä voidaan aineiston mukaan huolehtia nimeämällä työohjeille ylläpitäjä. Ylläpitovastuu ei ole vain teknistä, vaan myös työohjeen sisällöllistä päivittämistä perehtymällä uusiin ja muuttuviin laatuvaatimuksiin ja standardeihin. Ylläpitäjän vastuulla voisi myös olla, että uudet työntekijät perehdytetään työohjeen käyttöön. Myös tästä näkökulmasta työohjeen pitää olla sisällöltään ja muodoltaan riittävän yksinkertainen.

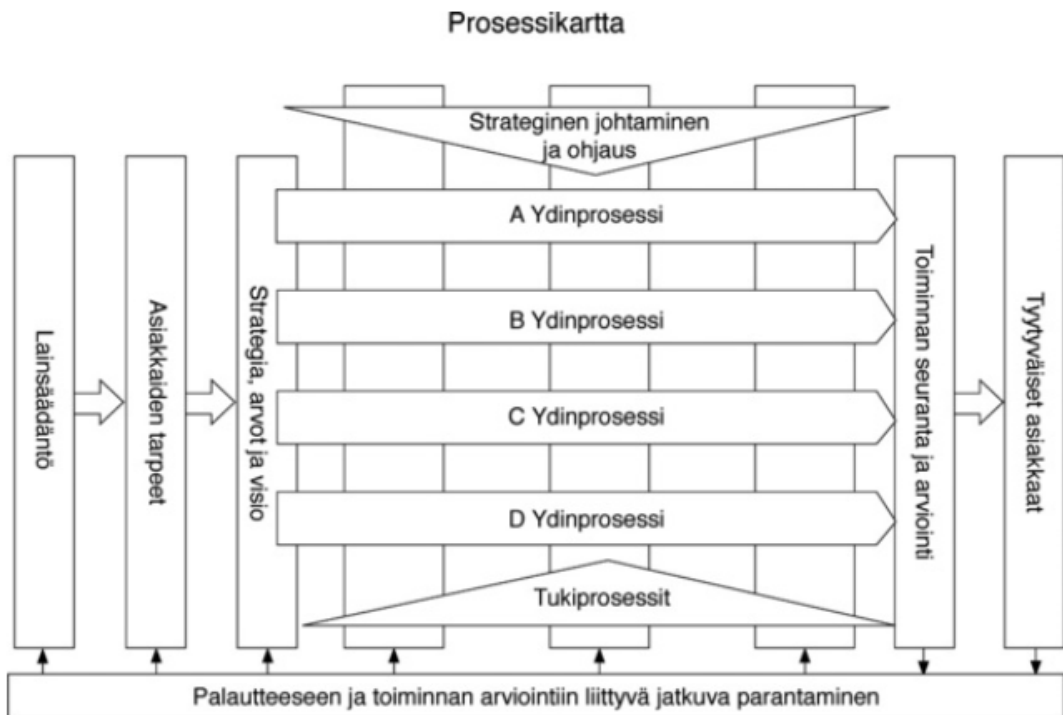
Muotoon liittyvät näkemykset olivat tulosten mukaan osin hajanaisia. Siinä missä toiset toivoivat työohjetta tulostettuna versiona, toisten mielestä käytettävyyttä lisäisi sähköinen ja helposti muunneltava työohje. Vastaajilla oli yhteinen käsitys siitä, että visuaalisuus on työohjeessa tärkeää. Tämän insinööriyön kehittämisprosessissa työstettävä työohje perustuu muodoltaan visuaaliseen symboliikkaan (liite 1). Tässä vaiheessa työohje sisältää useita kuvakaappauksia, jotka havainnollistavat työohjeen kronologista rakennetta. Työohjeen muoto asettuu lopulliseksi kuitenkin vasta kehittämisprosessini koikeiluvaiheen jälkeen. Työohjeen käyttäjillä on edelleenkin mahdollisuus vaikuttaa työohjeen parhaaseen mahdolliseen käytettävyyteen niin sisällön kuin muodonkin osalta.

Voidaan sanoa, että hyvin tehdyllä työohjeella pystytään spesifisen työvaiheen ohjeistamisen lisäksi varmistamaan yrityksen toiminnassa keskeisten toimintamallien ja laatuvaatimusten välittyminen näkyvällä tavalla ohjeiden mukaan tehtyyn tuotteeseen. Insinööriyöni kyselyaineisto osoittaa, että laatu ajatellaan käyttäjätasolla varsin käytännönläheisesti. Kuitenkin olisi merkittävää, että myös käyttäjätasolla laatuajattelu olisi kokonaisvaltaisempaa ja olemassa olevat laatu ohjaavat tekijät tunnistetaan ja tunnustetaan merkittävänä työn lähtökohtina. Johtopäätökseni on, että ABB Drivesin tilauskohtaisen suunnittelun työohjeistuksessa pitäisi tämän insinööriyön tulosten analysoinnin pohjalta panostaa enemmän käyttäjien laatuajattelun lisäämiseen. Kehittämisprosessini tuotoksena syntyvä työohje pyrkii osaltaan vahvistamaan laatuajattelua. Tämä mahdollistuu siten, että työohjeessa kiinnitetään huomiota laatu ohjaavien tekijöiden läpileikkaavuuteen ja ohje rakennetaan laatuajattelua tukevien dokumentaatiohierarkiamallin ja prosessiajattelun mukaisesti. Seuraavassa hyödynnän jo olemassa olevaa tietoa dokumentaatiohierarkiasta ja prosessiajattelusta ABB Drives:n tilauskohtaisen suunnittelun ohjeistuksen kehittämisen tueksi.

Laajemmassa kuvassa voidaan siis palata työn aiemmassa vaiheessa esittämäni hierarkiseen dokumentaatiomalliin, jota voidaan hyödyntää työohjeen tekemisessä. Tämä

mahdollistaisi käyttäjätason laatuajattelun merkittävää lisääntymistä. Dokumentaatiomallin *ensimmäisessä* sijaitsevat sellaiset tilauskohtaiseen suunnitteluun vaikuttavat vaatimukset, kuten CSA-standardi, räjähdysvaarallista tilaa koskevasta ATEX-direktiivistä johdetut standardit sekä laitteen yleiseen - ja toiminnalliseen turvallisuuteen (Functional Safety) liittyvät vaatimukset ja standardit. *Toisessa tasossa* ovat ICD-tuotantoprosessista tehty prosessikaavio, joka kuvaa prosessia aina tuotteen tilauksesta sen toimitamiseen asiakkaalle (liite 2). Tässä tasossa ovat myös erilliset prosessikaaviot CSA-standardiin, ATEX-direktiiviin sekä laitteen turvallisuuteen liittyvistä vaatimuksista.

Laadukkaasti johdetussa yrityksessä kaikki sen toimintaan liittyvät prosessit on tunnistettu ja määritelty, ja niiden avulla on laadittu prosessikartta, johon on merkitty organisaation kannalta keskeisimmät prosessit. Prosessikuvaushierarkiassa voidaan prosessikarttaa pitää sen ylimpänä tasona. Prosessikartta on nimensä mukaisesti visuaalinen väline, jonka avulla voi nähdä, mitkä ovat organisaation tavoitteista ja pyrkimyksistä kertovat ydinprosessit ja niihin liittyvät tukiprosessit, joita ovat taloushallinto ja tekninen tuki. [29.]



Kuva 12. Esimerkki prosessikartasta [29]

Prosessikartassa esiintyvät pääprosessit voidaan jakaa erillisiksi osaprosesseiksi. Tämä kuvataan prosessikarttatasoa tarkemmassa niin sanotussa toimintamallitasossa, jossa asetetaan prosesseille omistajat, tavoitearvot ja mittarit. Näiden tietojen pohjalta tehdään toimintamallikaavio ja sitä selittävä tekstidokumentti. Tätä kautta saadaan kuvattua, mikä on prosessien välinen hierarkia ja miten eri prosessit ovat sidoksissa toisiinsa nähden, miten ne kommunikoivat keskenään ja miten ydinprosessi on haarautunut osaprosesseiksi. Usein selvyuden ja luettavuuden vuoksi sekä prosessikartan että toimintamallikaavio sisältämät tiedot on yhdistetty yhteen samaan dokumenttiin. [29.]

Prosessista tulee tehdä prosessikuvaus, joka tavallisimmin toteutetaan kyseisen prosessin vaiheita kuvaavana prosessikaaviona. Siinä esitetään prosessin sisältämät vaiheet, toiminnot ja näistä vaiheista vastaavat toimijat. Prosessikaaviolla on tarkoitus havainnoida tarkemmin ja yksityiskohtaisemmin toimintamallikaaviossa esille tulleet sidonnaisuudet ja tehtävät sekä prosessiin liittyvien osaprosessien vastaavat toiminnot. Usein prosessikaaviossa [liite 2] havainnollistetaan myös prosessin tiedonsiirrossa käytettyjen tiedonsiirtotyyppien esiintyminen prosessin eri vaiheissa. [29.]

Hierarkiamallin *kolmannessa tasossa* sijaitsevat kaikki suunnittelua ohjaavat ohjeistukset. Näitä ovat tämän insinööriyön keskiössä oleva tilauskohtaisen suunnittelun työohje, suunnitteluun liittyvät muut ohjeistukset, kuten erityisohjeet suunnittelussa käytetyille ohjelmistotyökaluille. Työohjeen sisällöntuottamiseen paikantuisi jo aiemmin esittämäni tavoite hyödyntää PDCA-mallia.

Neljännessä tasossa sijaitsevat tilauskohtaisen suunnittelun raportit ja pöytäkirjat eri vaiheissa. Näitä ovat CSA-standardin mukaan valmistetusta laitteesta tehtävä pöytäkirja, Functional Safety-pöytäkirja sekä laitteen valmistukseen liittyvä muutoslomake.

Ajatuksena on, että hierarkiamallia käyttämällä tuetaan ABB:n yhtymätasolla asetettujen laatuvaatimusten välittymistä johdonmukaisesti ja selkeästi tilauskohtaista suunnittelua tekeville henkilöille ja tätä kautta ne siirtyisivät myös itse tuotteeseen. Tässä keskeisinä elementteinä ovat laadukkaat ja ajantasaiset prosessiin kuuluvat dokumentit. Tämän lisäksi suunnittelijoille tulisi järjestää koulutustilaisuuksia, joissa käsiteltäisiin standardien ja direktiivien vaikutuksia laitteen suunnittelussa.

Kuten insinööriyöstäni on nähtävissä, työohjeen kehittämien laatuajattelun mukaisesti on varsin monitahoinen ja pitkä prosessi. Tutkivan ja kehittävän työotteen sykli osoittaa,

että kehittämistyö on osin saanut alkunsa jo huomattavan kauan aikaa sitten omien käyttäjäkokemuksieni pohjalta ABB Drives:n tilauskohtaisena suunnittelijana. Insinööriyön laajuuden rajoissa toteutettu kehittämisprosessi on mahdollistanut innovointivaiheen aloittamisen ja työn ohjeistuksen kehittämistarpeiden arvioinnin parhaan mahdollisen käytettävyyden saavuttamiseksi. Insinööriyöni johtopäätösten pohjalta syntynyt kokeiluversio työohjeesta on valmis koekäyttöön. Työohje otetaan aktiiviseen käyttöön kesällä 2018. Koekäytön aikana käyttäjäkokemuksia arvioidaan säännöllisesti ja valmis työohje pyritään jalkauttamaan alkuvuodesta 2019.

6.2 Insinööriyön arviointia

Insinööriyön toteutus on ollut kokonaisuutena mielenkiintoinen prosessi. Lähtökohtaisesti insinööriyö on toteutettu olemassa olevaan tarpeeseen, ja tämä on lisännyt motivaatiota työn toteuttamiseen merkittävästi. Työn toteuttaminen on myös keskeinen osa oman työni kehittämistä. Innovaatiovaiheessa työohjeen kehittäminen olemassa olevan tiedon ja aineistoni pohjalta on ollut innostavaa ja mukaansatempaavaa. Sen positiiviset vaikutukset omaan päivätööhöni ovat jo selvästi nähtävissä. Insinööriyössäni olen voinut hyödyntää monipuolisesti ammattikorkeakouluopinnoissa oppimiani asioita ja soveltaa osaamistani työelämän kehittämiseksi. Merkittävää ammattikorkeakouluopintojeni näkökulmasta on myös tutkivan ja kehittävän työotteen sisäistäminen ja sen soveltaminen omassa työssäni. Yhteiskehittäminen ja asiantuntijuuden jakaminen ovat edesauttaneet merkittävästi tämän insinööriyön tavoitteiden saavuttamista.

Insinööriyöni kehittämisotteena tutkiva ja kehittävä työote on ollut mielestäni onnistunut ratkaisu. Sen sijaan kehittämisen menetelmät jäivät työssä osin vaillinaiseksi organisaatiomme ajankäytöllisistä haasteista johtuen. Tulokset olisivat olleet tietyvästi monipuolisempia ja laajempia, mikäli kyselyn sijaan olisi toteutettu henkilökohtaiset haastattelut. Toisaalta kyselyiden antia tuki merkittävästi asiantuntijakeskustelut, joita insinööriyöni tiimoilta vapaamuotoisesti käytiin. Aineisto on määrällisesti suppea, minkä voisi ajatella laskevan työn validiteettia. Toisaalta kysely on toteutettu kohdennetusti juuri sille käyttäjäryhmälle, jonka työn tukemiseksi insinööriyössä tuotoksena syntyvää työohjetta on kehitetty.

Insinööriyöni teoreettiseen tietoon perehtyminen on ollut haastavaa. Laatuun liittyvää tietoa on olemassa laajasti ja työn teoreettinen rajaus vaati aikaa vievää pohdintaa. Hyvälle työohjeelle on olemassa joitakin teoreettisia lähtökohtia, mutta insinööriyöhöni helposti sovellettavaa tietoa ei ollut suuressa määrin löydettävissä. Insinööriyöni toteuttaminen on edellyttänyt myös syvällistä perehtymistä ABB:n dokumentteihin, joista osa oli varsin vaikeasti saatavissa. Tämän tueksi on toteutettu myös joitakin asiantuntijahaastatteluja, joiden käyttäminen työn tuloksina ei kuitenkaan osoittautunut relevantiksi ratkaisuksi.

Insinööriyöni toteutuksessa on syntynyt monia jatkokehittämisen ajatuksia, joista laajana kokonaisuutena voidaan nimetä prosessiajattelun entistä laajempi hyödyntäminen organisaatiomme laatuajattelussa. Tavoitteena olisi, että tämän insinööriyön tuotoksena syntyvää, laatuajatteluun tukeutuvaa työohjetta voisi mallintaa myös muiden yksiköiden tarpeisiin. Työohjeen jalkauttamisen yhteyteen olisi luontevaa rakentaa myös koulutuskokonaisuuksia, joissa laatuun ja siihen vaikuttaviin tekijöihin kiinnitettäisiin erityistä huomiota. Tämä insinööriyö on yksi avaus ABB Oy Drivesin tilauskohtaisen suunnittelun laadun kehittämiseksi. Jatkossa olisi mielenkiintoista lukea insinööriyö, jossa nyt tehtävää laatutyötä arvioitaisiin eri näkökulmista. Uusi tulokulma tulevaisuuden tutkimukseen voisi olla myös tulevaisuuden muuttuvan työelämän ja robotiikan lisääntymisen merkitys työohjeistukseen ja sitä kautta organisaation laadun varmistamiseen.

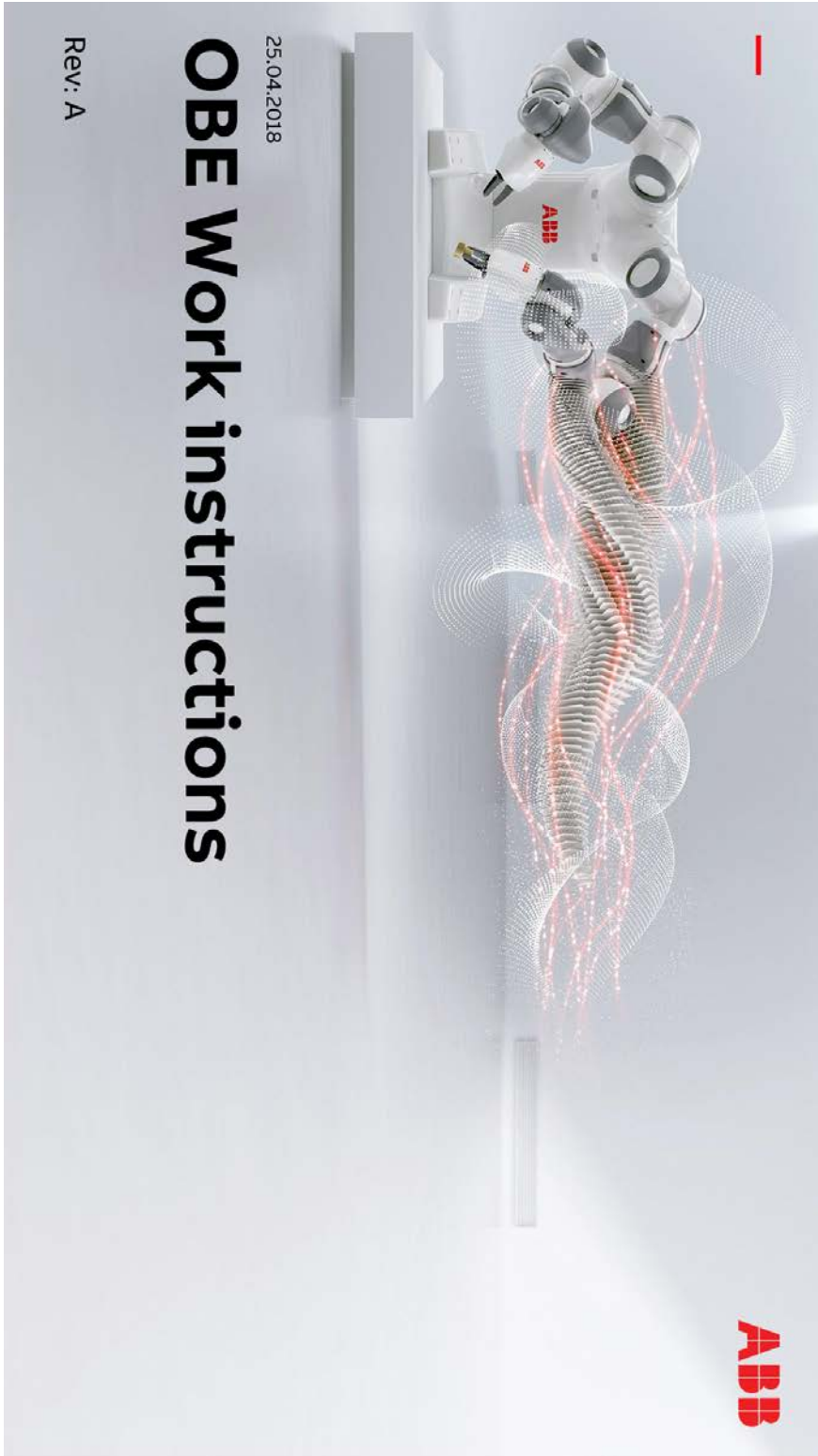
Lähteet

- 1 EPLAN. Verkkodokumentti. <<https://www.eplan.fi/fi/ratkaisut/saehkoesuunnitelu/>>. Luettu 8.12.2017.
- 2 Mikä on SharePoint. 2018. Verkkodokumentti. Microsoft. <<https://support.office.com/fi-fi/article/mik%C3%A4-on-sharepoint-97b915e6-651b-43b2-827d-fb25777f446f>>. Luettu 8.12.2017.
- 3 ABB yhtymä. Verkkodokumentti. <http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/yhtyma>. Luettu 20.4.2018.
- 4 Who we are -Group structure. Verkkodokumentti <<http://new.abb.com/about/abb-in-brief/group-structure>>. Luettu 20.4.2018.
- 5 ABB Suomessa. Verkkodokumentti < <http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa>>. Luettu 20.4.2018.
- 6 ABB Oy, Drives. Verkkodokumentti. < <http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/yksikot/drives>>. Luettu 20.4.2018.
- 7 Hakkarainen, Kai. 1999. Tutkiva oppiminen. Helsinki: WSOY.
- 8 Anttila, Juhani, Jussila, Kari. Mitä laatu on. Verkkodokumentti. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. <[https://www.sfs.fi/ajankohtaista/uutiskirjeet/uutiskirjeet_2016/mita_laatu_on_artikkeli](https://www.sfs.fi/ajankohtaista/ uutiskirjeet/uutiskirjeet_2016/mita_laatu_on_artikkeli)>. Luettu 15.12.2017.
- 9 Sähkölaitteiden, koneiden, kaasulaitteiden ja lämmityslaitteiden merkinnät Euroopan Unionissa. 2011. Verkkodokumentti. SGS, CE-merkintä ja direktiivipalvelut. <http://www.sgs.fi/-/media/local/finland/documents/technical-documents/sgs_cts_e_e_ce_marking_and_directives_fi_11_v1.pdf>. Luettu 16.12.2017.
- 10 Koneturvallisuuden standardit. Verkkodokumentti. Suomen Standardisoimisliitto, SFS ry. < <https://www.sfs.fi/files/63/Koneturvallisuusesite2015web.pdf>>. Luettu 18.12.2017.
- 11 Direktiivit ja lainsäädäntö. Verkkodokumentti. Wiki Metropolia. <<https://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pagelId=113607053>>. Luettu 10.12.2017.
- 12 Lisätietoa sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta.2017. Verkkodokumentti. TUKES. < <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/EMC---sahkomagneettinen-yhteensopivuus/EMC---Sahkomagneettinen-yhteensopivuus/>>. Luettu 14.12.2017.

- 13 Lisätietoa pienjännitedirektiivistä.2017. Verkkodokumentti. TUKES.
<<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/LVD-sahkoturvallisuus/Lisatietoa-pienjannitedirektiivista/>>. Luettu 14.12.2017.
- 14 Lisätietoa ATEX-laitedirektiivistä.2015. Verkkodokumentti. TUKES.
<<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/ATEX---Rajahdysvaarallisten-tilojen-laitteet/Lisatietoa-ATEX-direktiivista/>>. Luettu 16.12.2017
- 15 Harmonisoidut standardit ja direktiivit. 2017. Verkkodokumentti. SESKO.
<http://www.sesko.fi/standardit/harmonisoidut_standardit_ja_direktiivit/>. Luettu 19.12.2017.
- 16 Making Standards for Europe. 2018. Verkkodokumentti. CEN / CENELEC.
<<https://www.cencenelec.eu/aboutus/Pages/default.aspx>>. Luettu 19.1.2018.
- 17 CE-merkintä. 2017. Verkkodokumentti. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
<https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/ce-merkinta>. Luettu 2.2.2018
- 18 Lait ja standardit Pohjois-Amerikassa. 2018. Verkkodokumentti. PILZ.
<<https://www.pilz.com/fi-FI/knowhow/law-standards-norms/international-standards/north-america>>. Luettu 24.1.2018
- 19 Näin luet standardia. Verkkodokumentti. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
<https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/nain_luet_standardia>. Luettu 26.1.2018.
- 20 ISO 9000 laadunhallinta. Verkkodokumentti. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. <https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/tuotteet_valokeilassa/iso_9000_laadunhallinta>. Luettu 30.1.2018.
- 21 Akkreditoinnin ja sertifiointin merkittävimmät tavoitteet ja erot. 2016. Verkkodokumentti. FINAS. <<https://www.finas.fi/ajankohtaista/artikkelit/Sivut/Akkreditoinnin-ja-sertifiointin-tavoitteet-ja-merkittavimmät-erot.aspx>>. Luettu 15.1.2018.
- 22 Haag, M, Salonen, T, Siltanen, P, Sääsäski, J, Järvinen, P. 2011. Työohjeiden laadintamenetelmiä kappaletavaratuotannossa. Verkkodokumentti. VTT.
<<http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2011/W162.pdf>>. Luettu 12.2.2018.
- 23 ISO 9001:2015. 2015. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- 24 Deming, WE.1986. Out of Crises. Cambridge University Press. Cambridge. Massachusetts.

- 25 Walsh, S. 2014. Difference Between SOPs Work Instructions v Procedures. Verkkodokumentti. < <http://www.klariti.com/technical-writing/2014/05/31/sop-work-instructions-procedures/>>. Luettu 15.2.2018.
- 26 Andersson, C. 2017. What's the Difference between Procedures and Work Instructions. Verkkodokumentti. <<https://www.bizmanualz.com/write-better-procedures/are-procedures-the-same-as-work-instructions.html>>. Luettu 13.1.2018.
- 27 ABB Oy Johtamiskäsikirja. 2017. Verkkodokumentti. < https://ims.abb.com/DMS/Handbook_Lib/Body_laatuohje_9AFZ000542.pdf>. Luettu 25.3.2018.
- 28 Kananen, Jorma. 2010. Opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Tampere: Tampereen Yliopistopaino Oy.
- 29 Prosessien kuvaaminen. 2012. Verkkodokumentti. JUHTA. <<http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS152/JHS152.html>> Luettu 26.3.2018.

Work instructions of Order Based Engineering (Etusivu)



Tilauskohtaisen suunnittelun prosessikaavio

