

Juho Rantanen

# Taajuusmuuttajien vikaraportoinnin ja tuotannon aikaisen raportoinnin parantaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Insinöörityö  
7.6.2011

## Alkulause

Tämä insinöörityö tehtiin ABB Oy Drivesin System AC:n ICD-tulosyksikölle. Haluan kiittää työn aiheen järjestämisestä ja hyvistä neuvoista työn eri vaiheissa insinöörityöni ohjaajaa, insinööri Minna Martikaista. Kiitän myös muita työssä mukana olleita ABB Oy:n työntekijöitä, erityisesti insinööri Minna Roosia, arvokkaista kommenteista ja yhteistyöstä. Lisäksi kiitän työn aikana saamastani opastuksesta ja kannustuksesta lehtori Arja Ristolaa Metropolia Ammattikorkeakoulusta.

Helsingissä 7.6.2011

Juho Rantanen

Tekijä Otsikko Sivumäärä	Juho Rantanen Taajuusmuuttajien vikaraportoinnin ja tuotannon aikaisen raportoinnin parantaminen 33 sivua + 5 liitettä
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkötekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Arja Ristola, Metropolia Ammattikorkeakoulu laatu- ja kehitysinsinööri Minna Martikainen, ABB Oy
<p>Tämä insinöörityö tehtiin ABB Oy Drivesin System AC:n ICD-tulosyksikölle Helsingissä. Työssä tutustuttiin ICD-taajuusmuuttajien laatudataprosessiin ja laatudatan analysointiin liittyviin laatutyökaluihin sekä toimintatapoihin. Tavoitteena oli parantaa vikaraportointia ja tuotannon aikaista raportointia, jotta lopputuotteiden laatu parantuisi, ja laatudatan käytettävyys laajentuisi entisestään laatutilastojen sekä -kuvaajien teossa.</p> <p>Työn teoriaosuudessa on aluksi esitelty toimintaympäristö, joka sisältää yritysesittelyn ja tuote-esittelyn. Tuotantoprosessi on esitelty tuotannon tilauksesta aina laitteen asiakkaalle lähettämiseen saakka. Toimintaympäristön esittelyn jälkeen on selvitetty, miten laatudataprosessissa laatudataa kerätään ja miten sitä hydynnetään.</p> <p>Teoriaosuuden jälkeen on selvitetty vikaraportointiin ja tuotantoprosessiin liittyviä ongelmia laadun kannalta. Ongelmat liittyivät sekavaan ja tietomassalta valtavaan vikaraporttitietokantaan, josta ei saatu tarpeeksi yksityiskohtaista tietoa laatudatan analysointia varten. Ongelmien selvityksen jälkeen on jokaiselle ongelmalle ehdotettu parannustoimi.</p> <p>Työn parannustoimina ehdotettiin tarkastuspisteiden lisäämistä tuotantolinjaan sekä vikapaikkavalikon ja koestusvaihevalikon lisäämistä vikaraportointityökaluun. Työvaiheiden kuittausten parantamiseksi ehdotettiin asentajille jaettavaksi henkilökohtaisia viivakooditarroja. Viivakooditarroilla kuitataan tehty työvaihe valmiiksi työssä esitettyyn uuteen lomakkeeseen. Ehdotettujen parannustoimien jälkeen on tiedossa vian synty- paikka ja sijainti sekä vian tehnyt asentaja, mitkä parantavat huomattavasti laatudatan analysoitavuutta. Tuotantolinjaan tehtävän parannustoimen myötä laatu poikkeamat havaitaan tuotannon aikaisemmassa vaiheessa, mikä parantaa lopputuotteiden laatua.</p>	
Avainsanat	taajuusmuuttaja, laatudataprosessi, vikaraportointi

Author Title Number of Pages Date	Juho Rantanen Improving the Fault Reporting and Reporting During Production of Frequency Converters 33 pages + 5 appendices 7 June 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Arja Ristola, Senior Lecturer, M.Sc., Helsinki Metropolia University of Applied Sciences Minna Martikainen, Quality and Development Engineer, Eng., ABB Ltd.
<p>This bachelor's thesis was carried out for System AC at ABB Ltd Drives located in Helsinki. The purpose of this thesis was to study quality data process, and quality tools and procedures which are used in the analysis of quality data of ICD frequency converters. The goal was to improve fault reporting and reporting during production. After improvements, the quality of the end-products is improved and the usability of quality data in the making of quality statistics and charts are extended more than before.</p> <p>The theoretical part of this thesis begins with an introduction to the operating environment, including an introduction of the company and its products. A description of the production process is also presented, ranging from ordering the product to sending it to the customer. After the introduction follows a report on how the quality data is collected and utilized in the quality data process.</p> <p>After the theoretical part of this thesis, there is description of the problems in fault reporting and the production process examined from the viewpoint of quality. The problems pertained to a tangled and over-sized fault report database, which did not yield adequately detailed information for the analysis of the quality data. After description of the problems, the thesis suggests improving measures for each problem.</p> <p>The suggested improving measures included adding checkpoints to the production line and adding a fault location menu and a test phase menu to the fault reporting tool. It was also suggested that personal barcode labels would be given to the assemblers to improve the acknowledging of work phases. A work phase could be acknowledged as completed by inserting a barcode label to the new form suggested in this thesis. When the suggested improvements are implemented, the fault location, as well as the assembler responsible for the fault, are known, which would significantly improve the analyzability of the quality data. With the improvements to the production line, quality defects are noticed at an earlier phase of the production, which improves the quality of the end-products.</p>	
Keywords	frequency converter, quality data process, fault reporting

# Sisällys

Alkulause

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Toimintaympäristö	2
2.1	ABB – Asea Brown Boveri -yritys	2
2.1.1	ABB Oy	2
2.1.2	ABB Oy Drives	3
2.2	Taajuusmuuttaja	4
2.2.1	ABB Industrial Drive -taajuusmuuttajat	5
2.2.2	ACS800-07/17/37 -taajuusmuuttajat	6
2.3	ICD-taajuusmuuttajien tuotantoprosessi	7
2.3.1	Keräily	8
2.3.2	Runkosolu	8
2.3.3	Jatkojalostus	9
2.3.4	Johdotus	9
2.3.5	Verhoilu	10
2.3.6	Koestus	10
2.3.7	Pakkaamo	11
3	ICD:n laatudataprosessi	12
3.1	Lähtökohdat	12
3.2	Laatudatan kerääminen	12
3.2.1	Vikaraportointi	13
3.2.2	Komponenttien jäljitys	15
3.2.3	Komponenttien ja materiaalien reklamointi	16
3.3	Kerätyn laatudatan hyödyntäminen	16
4	ICD:n jatkuvan parantamisen toiminta	21

4.1	JP-toiminnan organisaatio	22
4.2	JP-prosessi	22
5	Tuotantoprosessin ja vikaraportoinnin ongelmat	24
5.1	Tuotantolinja	24
5.2	Tuotantoprosessin aikana laitteen mukana kulkevat paperitulosteet	24
5.2.1	Tarkistuslista	24
5.2.2	Puuteilmoituslomake	25
5.3	Työvaiheiden kuittaukset	25
5.4	Vikaraportointi	26
6	Parannustoimet tuotantoprosessin ja vikaraportoinnin ongelmiin	27
6.1	Tarkastuspisteiden lisääminen tuotantolinjaan	27
6.2	Uusi lomake	28
6.3	Henkilökohtaiset viivakooditarrat	29
6.4	Vikapaikkavalikon lisääminen vikaraportointityökaluun	29
6.5	Koestusvaihevalikon lisääminen vikaraportointityökaluun	30
6.6	Uudistunut vikaraportointityökalu	30
7	Yhteenveto	32
	Lähteet	33
	Liitteet	
	Liite 1. Ensimmäisen ja toisen vikatason vikakategoriat vikatyypeittäin ja vikatasoittain	
	Liite 2. Tarkistuslista	
	Liite 3. Puuteilmoituslomake	
	Liite 4. Kuittaus- ja puuteilmoituslomake sekä tarkastusohje	

## LYHENTEET

DPU	<i>Defects Per Unit</i> ; ABB:n käyttämä laatutyökalu laaturaporteissa
DTC	<i>Direct Torque Control</i> ; ABB:n kehittämä taajuusmuuttajien säätömenetelmä, jonka ansiosta taajuusmuuttajien suorituskyky on noussut uudelle tasolle
ICD	<i>Industrial Cabinet Drives</i> ; ABB-yhtymän suomalaisen ABB Oy Drivesin tulosyksikkö, joka on osa System AC -liiketoimintayksikköä
IGBT	<i>Insulated Gate Bipolar Transistor</i> ; jänniteohjattu tehopuolijohdekytkin, jonka yleisenä käyttökohteena on taajuusmuuttajat
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i> ; ongelman ratkaisumalli ja kehittämismenetelmä, joka perustuu kierrettävään ympyrään
RDCU	<i>Drive Control Unit</i> ; taajuusmuuttajan ohjausyksikkö, joka on kytketty vaihtosuuntaajamoduuleihin optisen haaroitinyksikön kautta kulkevalla valokuituliitännällä
SAP	<i>System, Applications and Products in Data Processing</i> ; saksalainen ohjelmistovalmistaja, joka on keskittynyt yritysten tietojärjestelmiin liittyviin tuotteisiin

## 1 Johdanto

Nykypäivänä on maailmanlaajuinen tarve säästää sähköä. Ennusteen mukaan sähkönkulutus kasvaa vuonna 2035 30 300 TWh:iin [1]. Tämä on noin 80 prosenttia enemmän kuin vuoden 2008 sähkönkulutus. Tämän vuoksi on laaja kysyntä ympäristöteknillisesti merkittävällä laitteella, taajuusmuuttajalla, jolla sähkönkulutusta ja hiilidioksidipäästöjä vähennetään merkittävästi. ABB valmistaa taajuusmuuttajia yhtenä tuotealueenaan ja on taajuusmuuttajavalmistajien markkinajohtaja. Kovan kysynnän vuoksi tilauskanta on kasvanut ja asettanut taajuusmuuttajien laadulle omat haasteensa.

Tämä insinöörityö on tehty ABB Oy Drivesin System AC:n Industrial Cabinet Drives -tulosityksikölle ja työssä on keskitytty ICD-tulosityksikön valmistamiin taajuusmuuttajiin. Nykyään tulosityksikön laatudataprosessi ei vastaa kasvaneen tuotantovolyymin tarpeita. Varsinkin laatudatan analysoiminen on hankalaa nykyisen vikaraporttityökalun pohjalta, koska työkalu ei anna tarpeeksi yksityiskohtaista tietoa. Työssä onkin tavoitteena parantaa laatudatan analysoitavuutta kehittämällä nykyistä vikaraportointityökalua ja parantaa tuotannon aikana tehtyä raportointia. Työn tuloksena vikaraportointiin saadaan selkeyttä ja johdonmukaisuutta, mikä laajentaa laatudatan käytettävyyttä laatutilastojen ja -kuvaajien teossa. Tuotantolinjaan tehtyjen parannusten myötä laatupoikkeamat havaitaan tuotannon aikaisemmassa vaiheessa, mikä parantaa lopputuotteiden laatua.

Insinöörityön alussa kuvataan toimintaympäristö. Ensin esitellään kohdeyritys, ABB ja ICD-tulosityksikön taajuusmuuttajat. Tämän jälkeen esitellään tuotantoprosessi vaihe vaiheelta. Seuraavaksi käydään läpi laatu-käsitteitä, ABB:ssä käytettäviä laatutyökaluja sekä laatudataprosessia. Lisäksi käsitellään vikaraportoinnin ongelmia ja tuotantoprosessin ongelmia laadun kannalta. Lopuksi esitellään sekä tuotantoprosessiin että laatudatan analysoinnin perusteena käytettävään vikaraporttityökaluun tehtäviä parannustoimia, joilla lopputuotteiden laatu paranee nykyiseen tasoon verrattuna.



## 2 Toimintaympäristö

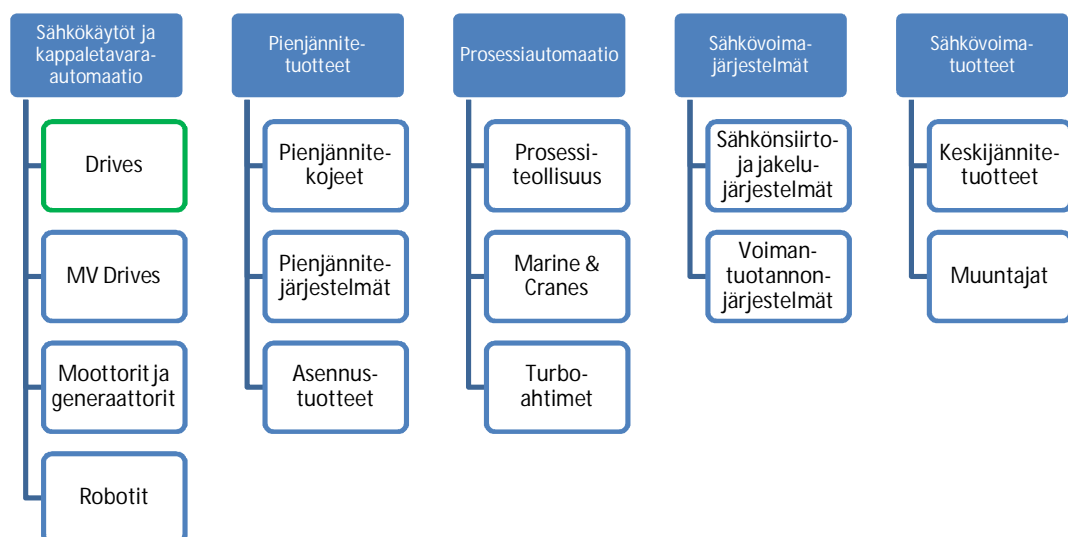
### 2.1 ABB – Asea Brown Boveri -yritys

ABB on kansainvälisesti johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä. Historia yhtymän Suomen osalta ulottuu 1800-luvun loppupuolella Gottfrid Strömbergin perustamaan sähkötekniikan alan yhtiöön. Vuonna 1987 yhtiön toimintaa jatkanut Oy Strömberg Ab siirtyi ruotsalaisen ASEA:n omistukseen. Nykyinen ABB muodostettiin vuonna 1988, kun ASEA fuusioitui sveitsiläinen BBC Brown Boverin kanssa.

ABB on markkinajohtaja tärkeimmillä liiketoiminta-alueillaan. Yhtymän liikevaihto vuonna 2010 oli 32 miljardia US dollaria, ja henkilöstöä oli noin 124 000. Yhtymän pääkonttori sijaitsee Sveitsin Zürichissä, ja toimintaa on noin 100 maassa ympäri maailmaa. [2.]

#### 2.1.1 ABB Oy

ABB Oy on ABB-yhtymän suomalainen osa, ja se muodostuu viidestä divisioonasta. ABB Oy:n liikevaihto vuonna 2010 oli 2,2 miljardia euroa, ja henkilöstöä oli noin 7 000.

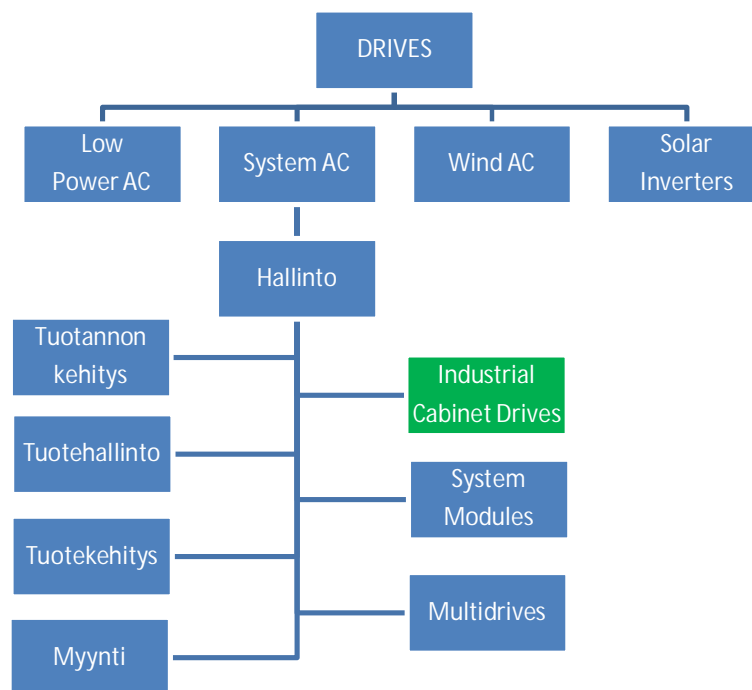


Kuva 1. ABB Oy:n organisaatiokaavio 2011

Toiminta on keskittynyt Suomessa Helsinkiin ja Vaasaan, mutta toimipisteitä on ympäri maata. Vuoden 2011 ABB Oy:n organisaatiokaavio on esitetty kuvassa 1. Organisaatioon kuuluvat kaavion viiden divisioonan lisäksi Product Support, Service ja Kotimaan Myynti. [2.]

### 2.1.2 ABB Oy Drives

ABB Oy Drives on osa ABB Oy:n Sähkökäytöt ja kappaletavara automaatio -divisioonaa ja on keskittynyt taajuusmuuttajatuotantoon. Se sijaitsee E-tehtaalla Pitäjänmäen kampuksella Helsingissä.



Kuva 2. ABB Oy Drivesin ja System AC:n organisaatiokaavio

ABB Oy Drives on jakautunut neljään liiketoimintayksikköön: Low Power AC, Wind AC, Solar Inverters ja System AC. Tämä insinööritoiminta on tehty System AC:n ICD-tulosyksikköön. Kuva 2 havainnollisti ABB Oy Drivesin liiketoimintayksiköt ja System AC:n tulosyksiköt.

## 2.2 Taajuusmuuttaja

Taajuusmuuttaja on sähkölaite, joka kytketään kahden toisistaan poikkeavan erillään olevan sähköverkon väliin. Yleisin käyttökohde on kytkeä taajuusmuuttaja sähkömoottorin ja valtakunnallisen sähköverkon väliin. Tällöin taajuusmuuttaja vastaa moottorin ohjauksesta, ja moottori saadaan pyörimään prosessin vaatimalla nopeudella muuttamalla moottorille syötettävää taajuutta ja jännitettä. Voidaankin sanoa, että taajuusmuuttaja on *vaihdelaatikko* sähköverkon ja moottorin välissä.

Taajuusmuuttajan suurimpia etuja ovat portaaton syöttötaajuuden säätö ja merkittävä energian säästö. Esimerkiksi vuonna 2008 ABB:n maailmanlaajuisesti toimittamat pienjännitteiset taajuusmuuttajat säästivät sähköä noin 170 TWh, mikä vastaa 42 miljoo-  
nan EU-kotitalouden vuotuista sähkönkulutusta. Portaattoman syöttötaajuuden säädön ja energian säästön lisäksi taajuusmuuttajan pehmeä käynnistys ja jarrutus säästävät mekaanisia ja sähköisiä laitteita. Taajuusmuuttajia käytetään esimerkiksi voimalaitosten puhaltimissa, sahojen kuljettimissa, paperitehtaiden tuotantokoneissa, laivoissa, rakennusten pumpuissa, satamien nostureissa, terästehtaiden rullaradoissa ja elintarviketeollisuuden monissa käyttökohteissa. [3; 4.]

Nykyään yleisin taajuusmuuttajatyyppe on 6-pulssinen, ja se koostuu kolmesta osasta; tasasuuntaajasta, DC-välipiiristä sekä vaihtosuuntaajasta.

Tasasuuntaajan kehittämän jännitteen syke- eli pulssiluvulla tarkoitetaan suodattamattoman tasajännitteen jännitepulssien lukumäärää syöttävän vaihtojännitteen jakson aikana. Mitä suurempi on sykelukku, sitä lähempänä puhdasta tasasähköä suodattamaton tasasähkö on ja sitä pienempi on suodattamattoman tasasähkön vaihtokomponenttien määrä. [5, s.397.]

### *Tasasuuntaaja*

Taajuusmuuttajassa tasasuuntaajan tehtävä on muuttaa syötettävä sähköverkon vaihtosähkö tasasähköksi. Nykyaikaisissa tasasuuntaajissa käytetään diodeja, tyristoreita tai eristetyllä hilalla varustettuja bipolaaritransistoreja, joiden avulla vaihtosähköstä tehdään tasasähköä ottamalla syöttöjännitteestä sopivia palasia tasasuuntaajan ulostuloliittimiin. Näin syötetty vaihtosähkö suuntautuu tasasähköksi.

### *DC-välipiiri*

Sähköverkosta tasasuunnattu vaihtosähkö ei ole puhdasta tasasähköä, vaan se sisältää vaihtosähkökomponentin. Tasasähkön aaltoisuutta voidaan pienentää suodattimella DC-välipiirissä. Pienivirtaisissa taajuusmuuttajissa suodattimina käytetään kondensaattoreista tehtyjä jännitesuodattimia ja suurivirtaisissa taajuusmuuttajissa induktansseista tehtyjä virtasuodattimia. Myös näiden yhdistelmiä käytetään. [5, s.396.]

### *Vaihtosuuntaaja*

Vaihtosuuntaajan tehtävä on muuttaa suunnattu tasasähkö halutun taajuiseksi ja jännitteiseksi vaihtosähköksi. Nykyään lähes kaikki vaihtosuuntaajat tehdään IGBT:eilla, jotka ovat tehopuolijohdekytkimiä. Tasasuunnattu tasasähkö tehdään halutuksi vaihtosähköksi tehopuolijohdekytkimien nopealla avautumisella ja sulkeutumisella.

#### 2.2.1 ABB Industrial Drive -taajuusmuuttajat

ABB Industrial Drive -taajuusmuuttajat on suunniteltu käytettäväksi teollisuussovelluksissa ja erityisesti prosessiteollisuuden, kuten paperi-, sellu-, metalli-, kaivos-, sementti-, energia-, kemian-, öljy- ja kaasuteollisuuden sovelluksissa. Asiakkaan on mahdollista ostaa ABB Industrial Drive -taajuusmuuttajat joko täydellisinä taajuusmuuttajina tai taajuusmuuttajamoduuleina. Taajuusmuuttajamoduuleina ostettaessa asiakas voi kalustaa sähkökaapin moduulien ympärille tai rakennuttaa sen toisella valmistajalla.

ABB:n kehittämä suora momentinsäätö, DTC, on ABB:n taajuusmuuttajan ydin. Suoran momentinsäädön etuja perinteiseen vaihtovirtakäyttöön verrattuna ovat tarkka staattinen ja dynaaminen nopeus- sekä momentinsäätö. [6, s.4.]

### 2.2.2 ACS800-07/17/37 -taajuusmuuttajat

Tässä insinööriyössä keskitytään ICD-tulosyksikön tuotannossa valmistettaviin ACS800-07/17/37 -pienjännitetaajuusmuuttajiin, jotka ovat kaappiin asennettuja Single Drive -taajuusmuuttajia. Single Drive -kokoonpanossa yhdessä taajuusmuuttajassa on tasasuuntaaja, DC-välipiiri sekä vaihtosuuntaaja. Näin ollen se on täydellinen taajuusmuuttaja, jonka asennuksessa ei tarvita lisäkaappia eikä -kotelointia. Taajuusmuuttajia on saatavana useissa standardisoiduissa kokoonpanoissa. Tämän lisäksi ICD:n sovellussuunnittelutiimi toteuttaa mahdolliset asiakaskohtaiset ratkaisut. Kokoonpanojen nimellisjännitealuevalikoima on 400 V:sta aina 690 V:iin asti, ja tehoalue yltää jopa 2 800 kW:iin.

ACS800-07 -taajuusmuuttaja on suunniteltu raskaan teollisuuden käyttöön. ACS800-17 on verkkoonjarruttava taajuusmuuttaja ja ACS800-37 on yliaalto-ongelmien ratkaisuun sopiva taajuusmuuttaja. Kuvassa 3 on kaksi esimerkkiä taajuusmuuttajista, joita valmistetaan ICD-tuotannossa. [6.]



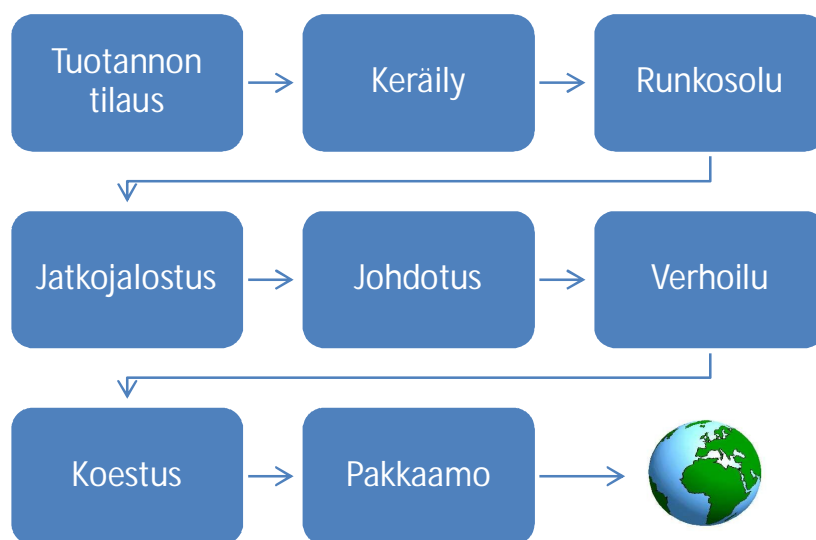
Kuva 3. Vasemmalla ACS800-07 -taajuusmuuttaja ja oikealla ACS800-17 -taajuusmuuttaja

### 2.3 ICD-taajuusmuuttajien tuotantoprosessi

Tällä hetkellä tehtaalla tehdään laajoja tuotantolinjamuutoksia ja ICD-taajuusmuuttajatuotanto on joutunut siirtymään osaksi pois uusien aurinkosähköä hyödyntävien Solar Inverters -tuotteiden alta. Nykyisessä tuotantoprosessissa yhdellä ja samalla tuotantolinjalla valmistetaan teholuokaltaan pienemmät ja isommat laitteet. Tämä asettaa tuotantoprosessiin haasteita varsinkin, kun ennen molemmilla oli omat erillään olevat tuotantolinjat. Kuitenkin koestus suoritetaan nykyäänkin yhteisellä koestusalueella.

Haasteita tuotantoprosessiin tuo myös laitteiden monet variaatiot ja läpimenoajat. Variaatiot vaihtelevat yksinkertaisista ja pienistä laitteista monimutkaisiin ja suuriin laitteisiin. Laitteiden läpimenoajat vaihtelevat suuresti kolmesta päivästä kolmeen viikkoon.

Tuotantoprosessi on jakautunut eri työvaiheisiin: keräily, runkosolu, jatkojalostus, johdotus, verhoilu, koestus ja pakkaaminen. ICD-tuotantolinjalla työvaiheet on sijoitettu fyysisesti peräkkäin, jotta tuotanto virtaisi sujuvasti eteenpäin. Tuotantoon kuuluu keräilytiimi, joka keräilee vaadittavat materiaalit ja vie ne keräilypuskuriin. Hieman sivussa tuotantolinjasta sijaitsee myös tuotantolinjaan kuuluva pieni osakokoonpanosolu. Lisäksi taajuusmuuttajiin kuuluvia inverttereitä eli taajuusmuuttajamoduuleita valmistetaan erikseen eri tuotantolinjoilla. Tuotantoprosessikaavio kuvataan kuvassa 4.

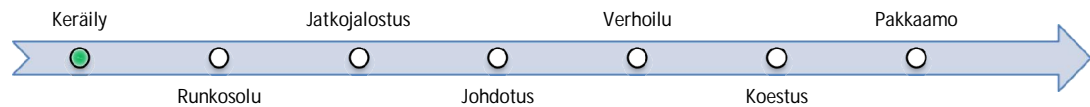


Kuva 4. Tuotantoprosessikaavio

Tuotantoprosessi käynnistyy tuotannon tilauksella, jolloin tilattu ja vielä yksilöimätön laite siirtyy tietojärjestelmän työjonoon. Työjonosta jonon ensimmäinen tilattu laite kirjataan tietojärjestelmään ensimmäisen työvaiheen alkaessa, jolloin aloitetaan materiaalin keräily.

### 2.3.1 Keräily

Keräily alkaa keräilijän tulostaessa tuoteinformaatiolapun, jonka perusteella keräily suoritetaan. Keräilyn valmistuttua keräilijä vie kerätyn materiaalin keräilypuskuriin, joka sijaitsee osakokoonpanon yhteydessä. Tämän jälkeen keräilijä kirjaa ensimmäisen vaiheen valmiiksi. Kuvassa 5 havainnollistetaan keräilyn sijainti tuotantoprosessissa.

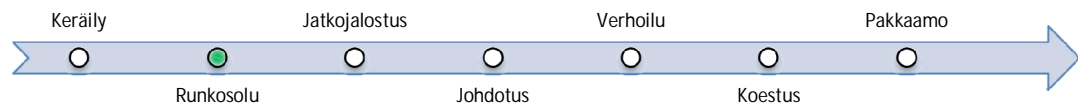


Kuva 5. Keräilyn sijainti tuotantoprosessissa

Osa kerätystä materiaalista toimitetaan asentajille muihin työvaiheisiin. Ensimmäisen työvaiheen kirjaaminen myös yksilöi laitteen generoimalla sen sarjanumeron.

### 2.3.2 Runkosolu

Runkosolun työntekijä tulostaa tuoteinformaatiolapun tietojärjestelmän näyttäessä keräilyn valmistuneen. Työn aloittaminen kirjataan tietojärjestelmään, minkä jälkeen runko kootaan kerätyistä osista työohjeiden mukaisesti vaadittuihin mittoihin. Kuvassa 6 havainnollistetaan runkosolun sijainti tuotantoprosessissa.

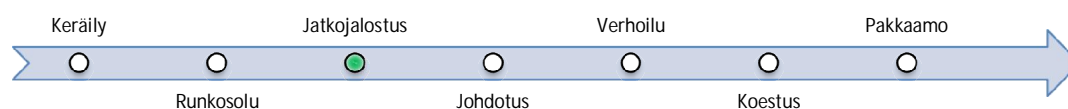


Kuva 6. Runkosolun sijainti tuotantoprosessissa

Tuotantolinjalla on kaksi työpistettä, joissa runkoa voidaan koota. Lisäksi yhdellä työpisteellä voidaan joko koota runko tai tehdä tuotannon seuraavaa vaihetta eli jatkojalostusta. Runkosolussa työtahti on ajoitettu tuotantolinjan pullonkaulan eli johdotuksen mukaan puskurivarastojen avulla. Puskurivarastossa on tietty määrä varastopaikkoja, joihin valmistetut rungot varastoidaan odottamaan tuotantoprosessin seuraavaa työvaihetta. Rungon valmistuttua se voidaan toimittaa runkopuskuriin tyhjän paikan vapauttuna.

### 2.3.3 Jatkojalostus

Tuotantolinjalla runkosolun jälkeinen työvaihe on jatkojalostus. Jatkojalostusvaihe alkaa, kun jatkojalostuksen asentaja ottaa valmiiden runkojen puskurista uuden rungon työn alle ja kirjaa samalla tietojärjestelmään seuraavan työvaiheen aloitetuksi. Kuvassa 7 havainnollistetaan jatkojalostuksen sijainti tuotantoprosessissa.



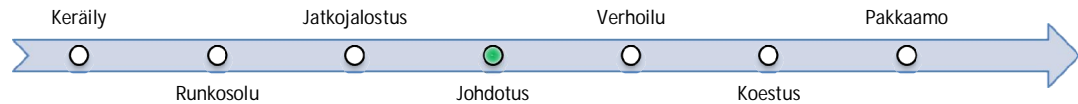
Kuva 7. Jatkojalostuksen sijainti tuotantoprosessissa

Jatkojalostuksessa taajuusmuuttaja valmistetaan mekaniikan osalta mahdollisimman valmiiksi. Runkoihin asennetaan osakokoonpanon ja keräilyn hyllyyn toimittamat osat sekä asentajan runkosolussa tulostetun tuoteinformaation perusteella keräilemä mekaniikka. Jatkojalostuksen osalta valmiit laitteet kirjataan tietojärjestelmään valmiiksi ja toimitetaan johdotuksen puskuriin.

### 2.3.4 Johdotus

Johdotus on tuotantolinjan pullonkaula, koska työvaihe kestää vaativamman ammattitaidon, tarkkuuden ja suuremman työmäärän vuoksi edeltäviä tuotantolinjan työvaiheita pidempään. Tästä syystä laitteen kulkua ajoitetaan tuotantolinjalla olevilla puskuireilla, joissa edeltävän työvaiheen osalta valmis laite odottaa seuraavan työvaiheen aloitusta. Kuvassa 8 havainnollistetaan johdotuksen sijainti tuotantoprosessissa (ks. seur. s.).



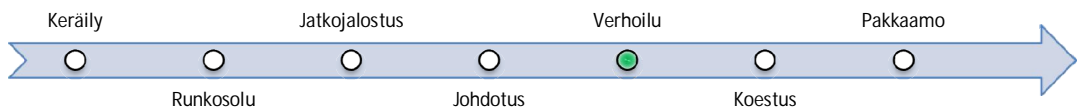


Kuva 8. Johdotuksen sijainti tuotantoprosessissa

Johdotus alkaa, kun asentaja työpisteen vapauduttua ottaa jatkojalostuksesta tulleen valmiin laitteen puskurista. Samalla asentaja kirjaa tietojärjestelmään työvaiheen aloitetuksi. Mukana kulkevan tuoteinformaation perusteella asentaja keräilee varastosta loput vaaditut mekaaniset ja sähköiset osat. Osa tarvittavista osista on toimitettu keräilyyn ja osakokoonpanon osalta tuotantolinjan yhteydessä sijaitsevaan puskurihyllyyn. Johdotuksessa laitteeseen asennetaan paikalleen sähköiset osat, yksi tai useampi taaajuusmuuttajamoduuli ja laite johdotetaan. Tämän työvaiheen valmistuttua laite kirjataan tietojärjestelmään valmiiksi ja siirretään verhoilun puskuriin.

### 2.3.5 Verhoilu

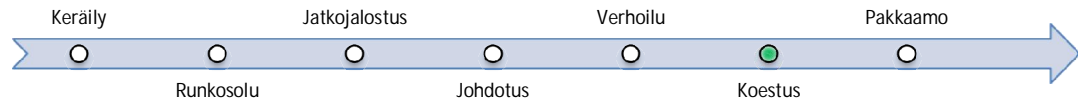
Verhoilu alkaa asentajan ottaessa laitteen verhoilun puskurista ja kirjaa tietojärjestelmään työvaiheen aloitetuksi. Verhoomossa laite viimeistellään, eli siihen asennetaan seinät, ovet sekä mahdolliset tarrat/ovikilvet. Viimeistelyn valmistuttua asentaja kirjaa laitteen tietojärjestelmään valmiiksi ja toimittaa laitteen koestusalueen edessä olevaan puskuriin odottamaan laitekoestusta. Kuvassa 9 havainnollistetaan verhoilun sijainti tuotantoprosessissa.



Kuva 9. Verhoilun sijainti tuotantoprosessissa.

### 2.3.6 Koestus

Laitekoestuksella tarkoitetaan laitteen tarkastamista ja testaamista sähkölaitteille määritettyjen standardien ja asiakkaan vaatimusten mukaisesti. Koestus aloitetaan ottamalla laite puskurista ja kirjaamalla tietojärjestelmään koestus aloitetuksi. Kuvassa 10 havainnollistetaan koestuksen sijainti tuotantoprosessissa (ks. seur. s.).



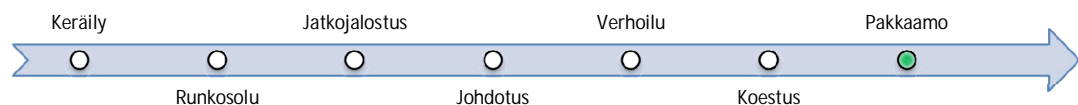
Kuva 10. Koestuksen sijainti tuotantoprosessissa

Koestus sisältää kolme osiota: visuaalisen ja mekaanisen tarkastuksen, eristysvastusmittauksen ja jännitekokeen sekä sähköisen testauksen. Visuaalisessa ja mekaanisessa tarkastuksessa tarkastetaan laitteen osien oikea määrä, kiskoliitosten kiristykset sekä verhoomossa asennettujen pintojen kolhiintumattomuus. Eristysvastusmittauksen ja jännitekokeen tarkoituksena on todentaa, että laite täyttää vaaditut arvot ja että laite voidaan käynnistää turvallisesti. Sähköisessä testauksessa testataan, että laite toimii sähköisesti oikein ja halutulla tavalla.

Koestuksen läpäissyt laite kirjataan tietojärjestelmään. Mikäli asiakas haluaa tehdä laitteelle asiakastestin, tehdään se tässä vaiheessa. Hyväksytyn asiakastestin jälkeen laite toimitetaan pakkaamoon ja tietojärjestelmään laite kirjataan tuotannon osalta valmiiksi. Lisäksi laite raportoidaan viattomaksi tai vialliseksi (ks. 3.2.1).

### 2.3.7 Pakkaamo

Ennen asiakkaalle lähetystä laite pakataan pakkaamossa kuljetuslaatikkoon, jolla ehkäistään mahdollisia kuljetuksen aikaisia vaurioita. Pakkaamossa laite odottaa pakkausvuoroaan sille tarkoitettulla ja merkityllä alueella. Kun laite on pakattu kuljetuslaatikkoon, se on valmis lähetettäväksi asiakkaalle. ABB:n Pitäjänmäen tehtaalla pakkaus toiminta on ulkoistettu. Kuvassa 11 havainnollistetaan pakkaamon sijainti tuotantoprosessissa.



Kuva 11. Pakkaamon sijainti tuotantoprosessissa

### 3 ICD:n laatudataprosessi

Laatuun liittyviä käsityksiä ovat sopivuus käyttötarkoitukseen ja yhdenmukaisuus vaatimusten kanssa. Jälkimmäisessä laatua kuvaa laitteen tietyn ominaisuuden vaihtelu; esimerkiksi keskihajonta tai virheiden määrä. [7, s.130.]

Tuotannon osalta laatutekniikka on alkujaan syntynyt tuotannon virhekustannusten vähentämiseksi. Virhekustannusten lisäksi on perinteisesti mitattu myös tarkastuskustannuksia ja ehkäiseviä kustannuksia. Näistä kolmesta eri kustannuslajista käytetään yhteisnimitystä laatukustannukset. Tavoitteena onkin laatukustannusten optimointi kokonaisuutena, mikä edellyttää eri kustannuslajien keskinäisten riippuvuuksien ja vaikutusten ymmärrystä. [8, s.110.]

#### 3.1 Lähtökohdat

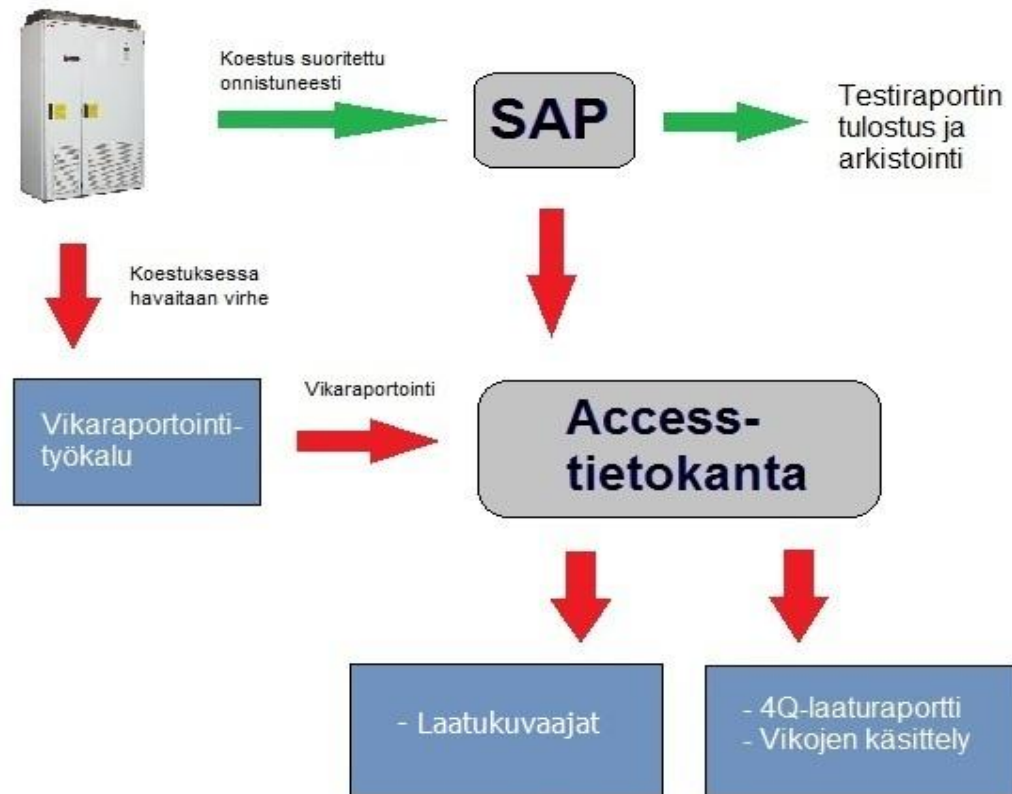
ABB:ssä kerätään paljon tietoa laadusta, mutta sitä ei hyödynnetä niin runsaasti kuin olisi suotavaa. Näin ollen laadun ongelmien analysoiminen ei ole kehittynyt, vaikka tuotantovolyymi on kasvanut huomattavasti.

Laatukustannukset ovat suuria, ja niistä suurin osa menee korjaaviin toimenpiteisiin. Korjaavat toimenpiteet suoritetaan yleensä vasta, kun tuotantoprosessin viimeisessä vaiheessa eli koestuksessa havaitaan laatupoikkeama. Lopputestauksen tarkasta seuralasta huolimatta asiakkaalle saattaa päätyä joskus virheellinen laite, mikä voi pahimmassa tapauksessa johtaa asiakassuhteen päättymiseen. Jos laatupoikkeamat havaitaisiin aikaisemmin ja työntekijöiden työtunnit olisivat enemmän tuottavia kuin korjaavia, voitaisiin laatudataprosessia parantamalla pienentää virheellisten laitteiden määrää ja parantaa tuotannon tulosta.

#### 3.2 Laatudatan kerääminen

ABB:ssä informaatiota syötetään koko tuotantoprosessin ajan SAP-tietojärjestelmään. Vaikka dataa syötetään SAP:iin valtavasti, niin laadun osalta sinne syötetystä datasta on hyötyä vain koestuksen onnistumisesta ja kirjauksesta, jonka mukaan laite on pakkausta vaille valmis lähetettäväksi asiakkaalle. Tällöin koestamossa on tulostettu tes-

tiraportti asiakkaalle ja tehtaan omaan arkistoon. Lisäksi koestuksessa havaituista virheistä on tehty vikaraportti. Vikaraportoinnin jälkeen laatudataprosessi voi alkaa. Tätä kuvataan kuvassa 12.



Kuva 12. Laatudataprosessi [9]

### 3.2.1 Vikaraportointi

Laatudataprosessin kannalta merkittävintä tietoa syötetään vikaraportointivaiheessa. Vikaraportoinnissa koestaja raportoi kaikki havaitut virheet, viat sekä puutteet vikaraportointityökalulla, josta data tallentuu Access-pohjaiseen vikaraporttitietokantaan. Jokainen raportoitu virhe, vika tai puute linkitetään viallisen laitteen sarjanumeroon. Vikaraportoinnissa myös raportoidaan viattomat laitteet.

Vikaraportointi aloitetaan syöttämällä vikaraportointityökaluun koestetun laitteen sarjanumero ja koestajan oma henkilökohtainen henkilönnumero vikaraportoinnissa niille varattuihin kenttiin. Tämän jälkeen valitaan alasvetovalikosta työvaihe eli raportointi-

piste, missä vikaraportointi tehdään. Vikojen syöttämisessä vikaraportointityökaluun käytetään kaksitasoista vikalukittelua ja vapaamuotoista tekstikenttää, johon vikaa kuvataan sanallisesti. Vapaamuotoinen tekstikenttä on erityisen tärkeä silloin, kun valitaan *Muu vika* -luokka. Ensimmäinen vikataso kuvaa vian yleistä luonnetta ja toinen vikataso tarkentaa ensimmäisellä vikatasolla annettua vian luonnetta. Vikakategoriat esitetään liitteessä 1 vikatyypeittäin ja vikatasoittain.

Jokaiselle vialle etsitään viallisen asennuksen tehneen asentajan henkilönnumero, joka kirjataan. Asentajan henkilönnumero löytyy laitteeseen liimatusta työvaiheiden hyväksymistarrasta tai SAP:ista komponenttien jäljityksen yhteydestä (ks. 3.2.2). Lopuksi kirjataan vielä laitteen valmistuspaikka eli linja ja vikaraportti tallennetaan tietokantaan. Kuva 13 on kuvakaappaus käytetystä vikaraportointityökalusta.

ACS800 VIKARAPORTOINTI - [VIKATYYPPIEN VALINTA: ACS800-x7]

Tiedosto Vikaraportoinnin tekeminen Vikaraportointien selaus Tietoja ohjelmasta

**Vikatasot 1 ja 2**

Laitteen sarjanumero Raportoija Raportointipäivämäärä

1111111111 1111 3.3.2011

Raportointi piste

Koestamo

Valitse vikatyyppi, taso 1

Dokumentointivirhe  
Johdotusvirhe  
Viallinen tai väärin asennettu mekaniikkaosa  
Merkintävirhe  
Puuttuva osa  
Asennettu väärä osa tai komponentti  
Viallinen koje tai komponentti  
Epäonnistunut kiskoliitos  
Muu vika

Valitse vikatyyppi, taso 2

Johto puuttuu  
Johto väärässä liittimessä  
Viallinen valokaapeli tai epäonnistunut asennus  
Johdin irtosi nykäisytestissä  
Muu johdotusvirhe

Raportoi vian käyttö

Tyhjennä kentät

Anna vikojen lukumäärä vikatasolla 2

1 (max. 5 kpl / kerta)

Kirjaa vikatason 2 lisäselvitykset

Raportoi myös moduulin palautus

Kirjoita alle vapaamuotoiset vian kuvaukset ja tiedot asentajasta ja linjasta, jolla virhe on muodostunut.  
laita myös ruksi mikäli turvapiirissä oli vika

Turvapiirissä ollut vika on korjattu

Asentaja Linja jolla virhe muodostunut

2222 ABB

Tallenna tiedot

Kuva 13. Tuotannossa käytettävä vikaraportointityökalu



### 3.2.3 Komponenttien ja materiaalien reklamointi

Komponenttien ja materiaalien reklamoinnin tarkoituksena on saada vialliset komponentit ja materiaalit pois tuotannosta. Näin ABB:n lopputuotteiden, komponenttien sekä toimittajien laatu paranee. Kun komponentti merkitään vialliseksi, saadaan myös viesti komponenttien toimittajalle ja SAP:n materiaalisaldot pysyvät ajan tasalla. Reklamointia suoritetaan tuotantoprosessin jokaisessa työvaiheessa.

ABB:ssä on laadittu erilliset toimintaohjeet, miten toimia, kun tuotannossa havaitaan viallinen tuotepoikkeama tai epideeminen laatuongelma. Tuotannossa on epideeminen laatuongelma silloin, kun tietyn komponentin tai materiaalin useassa kappaleessa havaitaan laatu poikkeama.

Poikkeavan tuotteen havainnut tuotannon työntekijä täyttää ja kiinnittää reklamaatiolapun tuotteeseen ja vie viallisen tuotteen sovittuun reklamaatiohyllyyn. Reklamaatiiovastaava lajittelee reklamaatiohyllyyn tuodut tuotteet romuihin, reklamointiin ja laboratorion toimenpidehyllyyn odottamaan jatkotoimenpiteitä.

Kun tuotannossa havaitaan epideeminen laatuongelma, laatuongelman havaintaja ilmoittaa siitä välittömästi reklamaatiiovastaavalle ja poistaa reklamoitavan materiaalin tuotannosta. Reklamaatiiovastaava ilmoittaa välittömästi materiaalista vastaavalle ostajalle. Samalla reklamaatiiovastaava alkaa tutkia ongelman laajuutta omassa tuotannossa sekä alihankkijoilla. [11.]

### 3.3 Kerätyn laatu datan hyödyntäminen

#### *4Q-laaturaportti*

Vikaraportointitietokantaan syötetystä tiedosta luodaan kuukausittain 4Q-laaturaportti, jonka tarkoituksena on tuotantolaadun kehittäminen ja jatkuva parantaminen. Laatutaprosessi sisältää säännölliset laatupalaverit, joissa vikoja luokitellaan, analysoidaan, etsitään juurisyytä sekä kehitetään mahdollisia korjaavia toimenpiteitä. Laatupalaverissa mietitään myös vikaantumismahdollisuuksien vähentämistä tuotemuutoksin, kehittämällä testausta sekä jakamalla työntekijöille uusia työohjeita. 4Q on siis tieto-



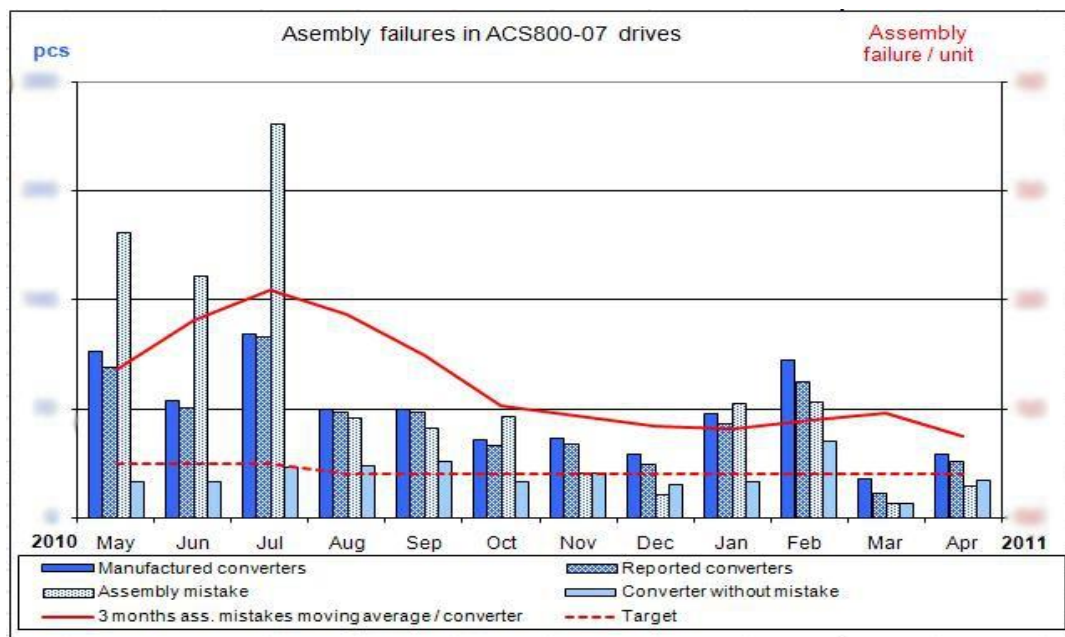


### DPU-mittari

4Q-laaturaportin tärkein työkalu on DPU-mittari, joka mittaa vikojen määrää suhteessa kaikkiin valmistettuihin laitteisiin. Koska yhdessä laitteessa voi olla useita virheitä, niin DPU-mittarissa huomioidaan kaikki raportoidut virheet. DPU-mittari on tärkeä ja yhdenmukainen laatutyökalu alihankkijoiden ja sisartehtaiden laadun seurannassa, koska ne valmistavat samoja laitteita kuin ABB:n Pitäjänmäen tehdas. [13, s.5.]

DPU-mittarin kuvaajaan luodaan vuoden jokaiselle kuukaudelle neljä pylväsdiagrammia. Pylväsdiagrammeista vasemman puoleinen kuvaa valmistettujen laitteiden määrää, seuraava vialliseksi tai viattomiksi raportoitujen laitteiden yhteismäärää, kolmannessa on asennusvikojen määrä ja oikean puoleinen kuvaa viattomien laitteiden määrää. Kolmen kuukauden jatkuva asennusvikojen DPU-keskiarvo on laskettu ja piirretty samaan kuvaajaan. Tämä helpottaa havaitsemaan mihin suuntaan tuotannossa ollaan menossa. Punaisella katkoviivalla on kuvattu tavoitteeksi asetettua DPU:ta. Tavoite onkin saavuttaa mahdollisimman pieni DPU, jolloin virheiden määrä on vähäinen. DPU-mittari esitetään kuvassa 16 ja sen laskentakaava on:

$$DPU = \frac{\text{Raportoidut viat}}{\text{Kaikki valmistetut laitteet}}$$

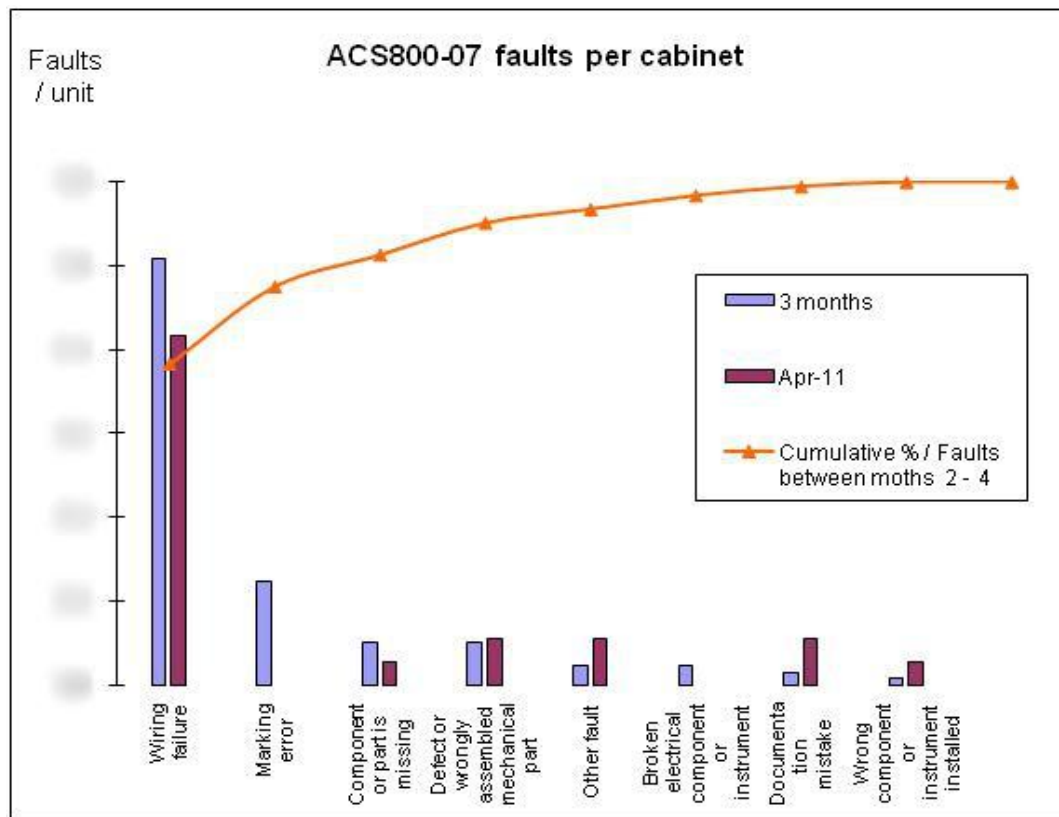


Kuva 16. DPU-mittari graafisesti esitettyä [14]

### Ensimmäisen vikatason Pareto-diagrammi

Toinen 4Q-laaturaportissa oleva graafinen esitys on vikaraporttitietokannasta luotu ensimmäisen vikatason Pareto-diagrammi, joka sisältää kumulatiivisen käyrän. Ensimmäisen vikatason Pareto-diagrammi kertoo, minkätyyppisiä asennusvirheitä syntyy. Pylväsdiagrammi havainnollistaa virheiden määrää yhtä laitetta kohden ja kumulatiivinen käyrä kertoo, kuinka monta prosenttia kyseistä virhettä on kaikista virheistä. [13, s.6.]

Pareto-diagrammin perusajatus perustuu italialaisen yhteiskuntatieteilijän Vilfredo Pareton julkistamaan ajatukseen, jonka mukaan missä tahansa ilmiössä 80 % seurauksista johtuu 20 % syistä, toisin sanoen yhden asennusvirhetyypin pitäisi muodostaa 80 % virheistä, mikäli asennusvirhetyyppejä olisi viisi kappaletta. Tekemällä Pareto-diagrammi useassa tasossa voidaan kohdentaa toimenpiteet tarkemmin ja kiinnittää huomio harvempiin ja merkittävimpiin syytekijöihin ja päästä helpommin selvittämään ongelma sekä parantamaan prosessia.



Kuva 17. Ensimmäisen vikatason virheet kuvattu Pareto-diagrammina [14]

Ensimmäisen vikatason Pareto-diagrammiin, joka on esitetty kuvassa 10, luodaan kuukausittain tiettyyn asennusvikatyypin kaksi pylväsdiagrammia. Diagrammin sininen pylväs havainnollistaa asennusvirhetyypin määrän kolmen kuukauden keskiarvoa, ja violetin värinen pylväs asennusvirhetyypin määrää tarkastelukuukauden aikana. Molemmat pylväsdiagrammit on laskettu yhtä laitetta kohden.

### *Juurisyys*

Juurisyys-taulukko sisältää havaittuja ongelmia ja niiden juurisyitä. Taulukon juurisyys luodaan 4Q-laaturaportin ensimmäisen vikatason Pareto-diagrammin ja tuotannossa tehtyjen havaintojen perusteella.

### *Korjaavat toimenpiteet*

Korjaavat toimenpiteet ovat 4Q-laaturaportin viimeinen osa ja sisältää ratkaisut havaituille ongelmille ja niiden juurisyille. Jokaiselle korjaavalle toimenpiteelle listataan vastuuhenkilö ja aikataulu.

#### 4 ICD:n jatkuvan parantamisen toiminta

Jatkuva parantaminen (JP) tarkoittaa eri tasoilla tapahtuvaa järjestelmällistä ja päivittäistä toiminnan kehittämistä. JP-toiminnan tavoitteita ovat hyvä laatu, toimitusvarmuus, tuottavuus, ja näiden myötä tyytyväinen asiakas ja kannattava kasvu. [15.]

Toiminnan kehittäminen perustuu jatkuvan parantamisen malliin, jota kuvataan usein nelivaiheisella PDCA-syklillä. PDCA-sykli alkaa suunnittelulla, minkä jälkeen toteutetaan. Toteuksen jälkeen tarkistetaan ja tehdään tarvittavat korjaustoimenpiteet. Korjausten jälkeen palataan syklin alkuun, ja näin jatkuva parantaminen jatkuu. Kuva 18 havainnollistaa PDCA-sykliä.



Kuva 18. PDCA-sykli

Toiminnan kehittäminen lähtee aina teoriasta, ajatuksesta tai ideasta, josta edetään käytäntöön. Laatutyökaluja käytetään usein apuvälineinä teorioiden luomiseen ja niiden testaamiseen. ABB:ssä jatkuvan parantamisen prosessien lähtötietoina hyödynnetään sisäisiä ja ulkoisia palautteita ja poikkeamia. Sisäisiä poikkeamia havaitaan auditoinneissa, joissa tarkastetaan, että toimitaanko yhteisten sovittujen pelisääntöjen mukaisesti. Ulkoista palautetta saadaan asiakaspalautteista.

#### 4.1 JP-toiminnan organisaatio

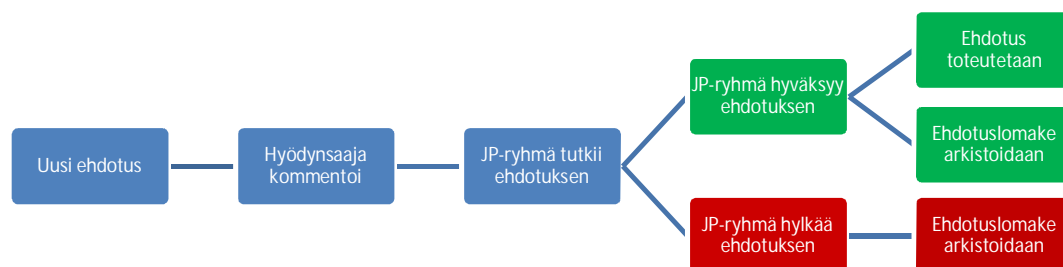
Jatkuva parantaminen on johdon vastuulla. Johtoryhmä päättää jatkuvasta parantamisesta, asettaa sille tavoitteet, nimeää JP-prosessinomistajat sekä muodostaa JP-parannusryhmät. Lisäksi ICD:n jatkuvan parantamisen toiminnan organisaatioon kuuluvat JP-koordinaattori ja -tukitiimi.

JP-prosessinomistajat vastaavat jatkuvan muutosprosessin suunnittelusta ja toteutuksen tuesta sekä tarvittavasta koulutuksesta. JP-koordinaattori johtaa säännöllisesti koontuvien JP-ryhmien toimintaa. JP-ryhmät vastaavat toiminnan tehokkuuden parantamisesta, ja niiden tavoitteet on johdettu yhtiön tai yksikön päämääristä. JP-tukitiimi auttaa jatkuvan parantamisen toiminnan toteutuksessa, mikäli JP-ryhmillä eivät resursit tai valtuudet riitä.

JP-ryhmät käyttävät kehitystyössään apuvälineenä kolmea listaa: idealista, työlistaa ja valmislistaa. Idealistaan ryhmät keräävät ja laittavat tärkeysjärjestykseen ongelmia ja ideoita prosessin tai toiminnan parantamiseksi. Ryhmät siirtävät tärkeysjärjestyksessä ongelmat ja ideat työlistalle. Työlistalla tunnistetaan laatutyökalujen avulla ongelmien ja ideoitten juurisyyt, joiden poistamiseksi ehdotetaan toimenpiteitä. Valmislistalle ryhmät siirtävät toteutuneet ratkaisut. [15; 16.]

#### 4.2 JP-prosessi

JP-prosessi alkaa, kun työntekijä täyttää JP-ehdotuslomakkeen (liite 2). JP-ehdotuslomake palautetaan täytettynä JP-ilmoitustaululla olevaan taskuun, työnjohtajalle tai JP-koordinaattorille, minkä jälkeen ehdotus menee käsiteltäväksi JP-ryhmän palaveriin.



Kuva 19. JP-prosessikaavio

JP-ryhmän palavereissa käydään kehitysehdotukset läpi ja päätetään, että ryhdytäänkö ehdotusta toteuttamaan, hylätäänkö se vai tarvitseeko ehdotus lisäselvitystä. Ehdotuksen toteutuessa se siirretään työlistalle. Ehdotus siirtyy valmislistalle, kun tarvittavat investoinnit on suoritettu, ja ehdotus on otettu käytäntöön. Mikäli ehdotus tarvitsee lisäselvitystä, se siirretään idealistalle. Kuvassa 19 on havainnollistettu JP-prosessia.

[16.]

## 5 Tuotantoprosessin ja vikaraportoinnin ongelmat

### 5.1 Tuotantolinja

Tuotantolinjan suurin ongelma laadun kannalta on, että käytännössä vasta koestusvaiheessa suoritetaan laitteen huolellinen tarkastaminen. Näin ollen tuotantolinjan viimeiseen vaiheeseen pääsee suuri määrä viallisia laitteita, vaikka viat olisi mahdollista havaita tuotannossa aikaisemmassa vaiheessa.

### 5.2 Tuotantoprosessin aikana laitteen mukana kulkevat paperitulosteet

Tuotantoprosessin aikana laitteen mukana kulkee suuri määrä erilaisia paperitulosteita. Osa paperitulosteista on kansiossa ja osa teipattuna laitteen kyljessä. Mukana kulkevat paperitulosteet ovat tarkistuslista, puuteilmoituslista, tuoteinformaatiolappu, laitteen piirikaaviot ja osaluettelo sekä työmääräys. On selvää, että näin suuri määrä paperitulosteita on vaikea kuljettaa laitteen mukana. Vaarana onkin, että jokin tuloste katoaa tuotantoprosessin aikana.

Työmääräys ja tuoteinformaatiolappu ovat sisällöltään samankaltaisia. Erona on, että työmääräys on hiukan yksityiskohtaisempi selvitys siitä, mitä ominaisuuksia laitteeseen tulee. Laitteen piirikaaviot ja osaluettelo määrittelevät laitteen ja niiden perusteella laite kootaan. (Tarkistuslistan ja puuteilmoituslomakkeen tarkoitukset ja ongelmat, ks. 5.2.1 ja 5.2.2.)

#### 5.2.1 Tarkistuslista

Tuotantoprosessin aikana kulkee mukana tarkistuslista (liite 3), joka asentajien tulee täyttää. Asentajien tulee myös kuitata tarkastukset samaan tarkistuslistaan tuotantoprosessin eri työvaiheissa. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, että listaa ei aina täytetä ohjeistuksen mukaisesti.

Tarkistuslistan päällimmäinen tarkoitus on ristiintarkistus. Ristiintarkistuksella pyritään minimoimaan asennusvirheitä. Aina seuraavan työvaiheen tekevä asentaja tarkastaa tarkistuslistan avulla edellisen työvaiheen asennukset, ennen kuin aloittaa oman työ-

vaiheensa teon. Mikäli tarkastuksen tekevä asentaja havaitsee asennusvirheen tai jonkun muun epäkohdan asennuksessa, hän käy sanomassa virheestä asennuksen tehneelle asentajalle. Virhe korjataan, mutta virhettä ei kirjata tietokantaan. Korjauksen jälkeen tarkastava asentaja voi merkitä tarkistuslistaan *OK*-kohtaan rastin ja edetä tarkastuksessaan eteenpäin. Jos virhettä ei pystytä korjaamaan, esimerkiksi jostain kiskonpätkästä on materiaali puute, niin tarkistuslistaan merkitään rasti kohtaan *F* eli *failed*.

Syynä tarkistuslistan huonoon täyttöön on laitteiden eri variaatiot. Eri variaatiot vaikeuttavat jokaiseen valmistettavaan taajuusmuuttajaan tehtävää pätevää tarkistuslistaa. Tämä johtuu laitteiden laitekohtaisten asennusten vaihteluista eri tuotantolinjan työvaiheissa.

### 5.2.2 Puuteilmoituslomake

Puuteilmoituslomakkeeseen (liite 4) kirjataan laitteesta puuttuvat osat. Osien puute johtuu usein siitä, että tehtaalta on tilapäisesti loppunut jokin komponentti tai materiaali. Vaikka laitteesta ei puuttuisikaan osia, eikä lomakkeeseen näin ollen tule merkintöjä, puuteilmoituslomake kulkee silti aina laitteen mukana koko tuotantoprosessin ajan ja voi siten kadota valmistuksen aikana.

Puuteilmoituslomakkeeseen on varattu omat taulukot sekä asentajien että koestajien merkinnöille. Asentajat täyttävät omaan taulukkoonsa mahdolliset puutteet. Koestajat noteeraavat lomakkeen ainoastaan, jos siihen on tullut merkintöjä asentajien toimesta. Mikäli lomakkeeseen on tullut tuotannon aikana merkintöjä, laitekoestusta ei voida aloittaa, ennen kuin puutteet ovat korjattu. Korjausten jälkeen laite on valmis koestettavaksi.

### 5.3 Työvaiheiden kuittaukset

Vikaraportoinnin yhteydessä vikaraporttityökaluun syötetään virheen tehneen asentajan henkilön numero. Asentajan henkilön numero löytyy laitteeseen liimatusta hyväksymistarrasta, jonka asentaja täyttää omalla henkilön numerollaan työvaiheensa valmistuttua.



Ongelmana on, että aina ei ole yksiselitteisesti tiedossa, kuka on tehnyt työvaiheen. Syinä ovat hyväksymistarran vaihteleva täyttäminen sekä tarraan kuitattavien työvaiheiden epäselvyys. Tämä hankaloittaa vikaraporttoijan työtä löytää vian tehneen asentajan henkilönnumero ja joskus vikaraporttiin tuleekin väärä henkilönnumero. Toimintatapa ei myöskään palvele työnjohtoa halutun palautteen antamisessa asentajille.

#### 5.4 Vikaraportointi

Vikaraportointityökalulla syötetyt vikatiedot tallentuvat tietokantaan, josta ne poimitaan manuaalisesti erilaisilla tietokantahauilla. Näistä tiedoista valmistetaan laatupalaverien laatutilastot ja -kuvaajat. Nykyinen järjestelmä on toimiva, mutta valmistetut tilastot ja kuvaajat eivät vastaa nykypäivän laatudata-analysoinnin tarpeita.

Vikaraporttitietokantaan tulee ICD:n osalta keskimäärin viikoittain noin 50 - 100 riviä raportoitua dataa ja kolmessa kuukaudessa datan määrä on yli 1 000 riviä. Raportoitu tieto sisältää kaikki sekä havaitut viat että viattomat laitteet. Näin valtavasta tietomassasta on vaikea löytää vikojen juurisyitä ja korjaavia toimenpiteitä etenkin, kun tietokanta on hyvin epäjärjestelmällinen ja sekava.

## 6 Parannustoimet tuotantoprosessin ja vikaraportoinnin ongelmiin

Tässä luvussa esitellään parannustoimia vikaraportoinnissa ja tuotannon aikaisessa raportoinnissa havaittujen ongelmien ratkaisemiseksi.

### 6.1 Tarkastuspisteiden lisääminen tuotantolinjaan

Työnjohdon ja asentajien välisessä palaverissa päätettiin, että tuotantolinjalle perustetaan tarkastuspisteitä. Palaverissa todettiin, että optimimäärä on kaksi tarkastuspistettä.

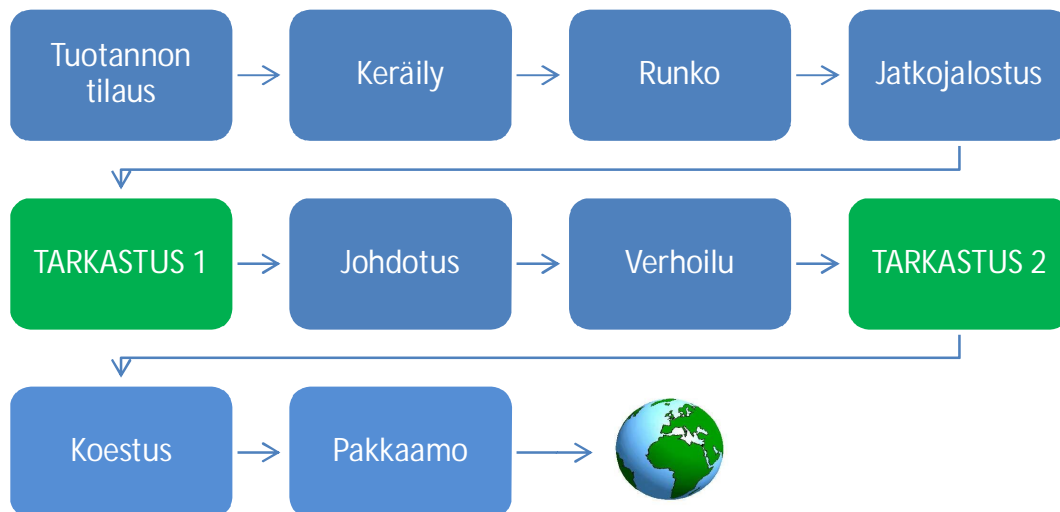
Ensimmäinen tarkastuspiste on jatkojalostuksen jälkeinen tarkastuspiste, jossa suoritetaan laitteen mekaniikan tarkastaminen kaikilta osin. Tämä on tärkeää, koska jatkojalostuksen jälkeisessä työvaiheessa osa kiskoliitoksista jää piiloon eikä niitä voida enää varmistaa. Toinen tarkastuspiste on verhoilun jälkeinen lopputarkastus.

Koska laitteeseen saa syöttää sähköä vain koestusalueella, on tarkastaminen tarkastuspisteillä visuaalista ja mekaanista kiskoliitosten ja kytkentöjen varmistamista sekä dokumenttien ja kirjausten tarkastamista. Havaitut virheet korjataan ja raportoidaan vikaraportointityökalulla. Vikaraportointityökaluun lisätään siis raportointipistevalikon valintavaihtoehtoiksi nykyisen pelkän koestamovaihtoehdon lisäksi seuraavat:

- tarkastus 1
- tarkastus 2.

Tarkastuspisteiden lisääminen keskelle tuotantoprosessia parantaa tuotannon laatua. Tarkastuksien avulla virheet löydetään tuotannossa aikaisemmassa vaiheessa, ja niiden korjaaminenkin on huomattavasti helpompaa ja edullisempaa.

Tarkastuspisteiden lisääminen tuotantolinjaan parantaa myös tuotannon aikaista raportointia. Nyt tarkastuspisteillä tehtävän vikaraportoinnin avulla pystytään selvittämään vian syntypaikka tuotantoprosessissa. Syntypaikan selvittäminen ei ole ollut ennen mahdollista, joten parannus on huomattava ja tarpeellinen. Kuvassa 20 havainnollistetaan tuotantoprosessi tarkastuspisteiden lisäämisen jälkeen (ks. seur. s.).



Kuva 20. Tuotantoprosessin prosessikaavio tarkastuspisteiden lisäämisen jälkeen

## 6.2 Uusi lomake

Tarkistuslista ja puuteilmoituslomake yhdistetään yhdeksi paperitulosteeksi (ks. 5.2.1 ja 5.2.2). Yhdistetty uusi lomake on kaksipuoleinen paperituloste (liite 5), jonka etupuo- lella on erilliset taulukot työvaiheiden kuittauksille ja laitteen mahdollisille puutteille. Paperitulosteen kääntöpuolella on tarkastusohje.

Kuittaustaulukkoon asentaja kuittaa tehdyt työvaiheet ja täyttää puutetaulukkaan lait- teesta mahdollisesti puuttuvat komponentit/materiaalit. Kääntöpuolen tarkastusohje toimii muistilistana, jonka avulla toinen asentaja tarkastaa laitteen tarkastuspisteissä (ks. 6.1). Paperitulosteen etupuolessa olevaan työvaiheiden kuittaustaulukkoon on va- rattu tilaa tarkastuksien tehneiden asentajien kuittauksille.

Yhdistämisen myötä päästään eroon yhdestä mukana kulkevasta paperitulosteesta. Uusi lomake selkeyttää myös työvaiheiden kuittauksia, jotka ovat nyt helposti luettavis- sa lomakkeen työvaiheiden kuittaussarakkeesta.

### 6.3 Henkilökohtaiset viivakooditarrat

Asentajilla jaetaan henkilökohtaiset viivakooditarrat. Viivakooditarroilla asentajat kuittaavat kuittausaulukon (ks. 6.2) kuittausarakkeeseen työvaiheet valmiiksi. Tämä parannustoimi parantaa ja selkeyttää työvaiheiden kuittauksia, koska nyt kuittaukset löytyvät selkeästi työvaiheiden kuittausarakkeesta. Viivakooditarrat voidaan myös lukea viivakoodinlukijalla suoraan kuittauslomakkeesta, mikä helpottaa ja nopeuttaa vikaraportoinnin tekoa.

### 6.4 Vikapaikkavalikon lisääminen vikaraportointityökaluun

Nykyiseen vikaraportointityökaluun lisätään vikapaikkavalikko. Vikapaikkavalikko kuvaa vikapaikkaa, missä komponentissa vika havaitaan olevan. Valikon valintavaihtoehdot ovat seuraavat:

- riviliitin
- rele/kontaktori
- sulake
- muuntaja
- ohjauskortti
- laajennusmoduuli
- moduuli
- kuristin
- lamppu
- ovikytin
- puhallin
- teholaähde
- muu.

Vikapaikkavalikon lisäämisen myötä saadaan yksityiskohtaisempaa tietoa tuotannossa tapahtuvista virheistä, mikä selkeyttää vikaraportointia ja tarkentaa tietokantahauilla tehtyjä laatutilastoja sekä -kuvaajia. Tämä helpottaa virheiden analysointia, ja myös tuleviin tuotesukupolviin käytettävien komponenttien valintaa; käytetäänkö käytössä

olevaa komponenttia hieman parantaen, vai valitaanko täysin uusi komponentti korvaamaan vanha, ominaisuuksiltaan huonoksi todettu komponentti.

#### 6.5 Koestusvaihevalikon lisääminen vikaraportointityökaluun

Nykyiseen vikaraportointityökaluun lisätään valikko, josta valitaan koestusvaihe, missä vika havaitaan. Koestusvaihevalikon lisääminen on varsin hyödyllinen teko, koska on mahdollista, että laite läpäisee kaikki aiemmat tarkastukset ja mittaukset, mutta vasta koestuksen viimeisessä vaiheessa havaitaan, että laite ei toimi oikein. Koestusvaihevalikon valintavaihtoehdot ovat seuraavat:

- visuaalinen tarkastus
- eristysvastusmittaus ja jännitekoe
- sähköinen testaus.

Valikon avulla voidaan analysoida koestuksen eri osioissa löydettyjä vikoja ja luoda mahdollisia uusia toimintatapoja poikkeamien löytämiseen koestuksen aikaisemmassa vaiheessa. Koestusvaihevalikko auttaa myös alihankkijoiden ja ABB:n tehtaiden vikaraporttien vertailussa. Nykyään alihankkijat koestavat laitteet suorittamalla visuaalisen tarkastuksen sekä eristysvastusmittauksen ja jännitekokeen. Tämän jälkeen laite toimitetaan ABB:n tehtaaseen, missä suoritetaan laitteen sähköinen testaus. Vertailu on siis vaikeaa, koska alihankkijoiden vikaraporteissa on vain osan koestuksesta läpi käyneet laitteet, kun taas ABB:n vikaraporteissa on täydellisen koestuksen läpikäyneet laitteet.

#### 6.6 Uudistunut vikaraportointityökalu

Vikaraportointiin liittyvät parannustoimet lisätään nykyiseen vikaraportointityökaluun (ks. 6.1, 6.4 ja 6.5). Lisäyksien jälkeen uudistunut vikaraportointityökalun ulkoasu esitetään kuvassa 21 (ks. seur. s.).

Uudistunutta vikaraportointityökalua täytetään samalla tavalla kuin nykyistäkin työkalua. Laitteen sarjanumero- ja raportojakenttä ovat vikaraportointityökalussa pakollisia tietoja. Pakollinen tieto tarkoittaa sitä, että raportointia ei voida jatkaa ennenkuin kent-

tä on täytetty oikealla tavalla. Sarjanumero- ja raportiojacentän oikein täyttämisen jälkeen voidaan joko raportoida viaton laite tai jatkaa havaittujen vikojen raportoimista.

Havaittujen vikojen raportointia jatketaan valitsemalla raportointipiste ja koestusvaihe. Raportointipiste- ja koestusvaihevalikot (ks. 6.1 ja 6.5) ovat pakollisia tietoja ja tyyllitään alasvetovalikkoja, joista valitaan oikea vaihtoehto. Raportointipistevalikon oletuksena on *tarkastus 1* - ja koestusvaihevalikon *visuaalinen tarkastus* -valintavaihtoehto.

Seuraavana vikaraportoinnissa valitaan vian sijaintipaikka (ks. 6.4) ja kaksitasoinen vikatyyppi. Ensimmäisen ja toisen vikatason vikatyypin valintavaihtoehdot ovat liitteessä 1. Sekä vikapaikan että ensimmäisen ja toisen vikatyypin valinta ovat pakollisia tietoja. Tämän jälkeen vikoja kuvaillaan sanallisesti niille varatuissa kentissä, enintään kolmea vikaa kerrallaan entisen viiden vian sijaan. Lopuksi syötetään virheen tehneen asentajan henkilönnumero ja linja, jolla virhe on syntynyt, ja tallennetaan tiedot tietokantaan.

ACS800 VIKARAPORTOINTI - [VIKATYYPPIEN VALINTA: ACS800-x7]

Vikapaikka ja vikatyypit 1&2

Laitteen sarjanumero Raportioija Raportointipäivämäärä Raportoi viaton käyttö

Raportointipiste Koestusvaihe Tyhjennä kentät

Valitse vikapaikka Valitse vikatyyppi, taso 1 Valitse vikatyyppi, taso 2

Anna vikojen lukumäärää tasolla 2 (max. 3 kpl/kerta) Kirjaa vikatason 2 lisäselvitykset Raportoi myös moduulin palautus

Kirjoita alle vapaamuotoiset vian kuvaukset ja tiedot asentajasta ja linjasta, jolla virhe on muodostunut. Laita myös ruksi mikäli turvapiirissä oli vika.

Turvapiirissä ollut vika on korjattu

Asentaja Linja jolla virhe muodostunut

Tallenna tiedot

Kuva 21. Uudistetun vikaraportointityökalun näkymä

## 7 Yhteenveto

Työssä oli tavoitteena parantaa ICD-taajuusmuuttajien vikaraportointia ja tuotannon aikaista raportointia, jotta laatutilastojen ja -kuvaajien teko laajentuisi entisestään sekä lopputuotteiden laatu parantuisi. Tavoitteeseen päästään tekemällä työssä esitetyt parannustoimenpiteet vikaraportointityökaluun ja tuotantolinjaan.

Vikaraportointityökaluun tehtävien parannustoimenpiteiden jälkeen tiedossa on sekä vian syntypaikka että sijainti, mikä parantaa laatudatan analysoitavuutta. Tuotantolinjaan lisätyt tarkastuspisteet auttavat havaitsemaan virheet tuotannon aikaisemmassa vaiheessa, ja asentajille jaettavat henkilökohtaiset viivakooditarrat selkeyttävät työvaiheiden kuittauksia. Tarkastuspisteillä tehtävät tarkastukset tehdään työssä esitettyä tarkastusohjetta muistilistana käyttäen. Asentajien työvaiheiden kuittaukset tehdään työssä esitettyyn kuittauslomakkeeseen, jossa on varattu tilaa henkilökohtaisille viivakooditarroille. Henkilökohtaisten viivakooditarrojen avulla on yksiselitteisesti tiedossa virheen tehnyt asentaja.

Nykyiseen vikaraportointityökaluun tulevat muutokset ovat jo tekeillä, ja testiversiota uudistetusta vikaraportointityökalusta päästään käyttämään kesän aikana. Mikäli testin tulokset ovat positiivisia, otetaan uudistettu vikaraportointityökalu käyttöön tuotannossa syksyn aikana. Tarkastuspisteiden lisäämiselle tuotantolinjaan ja uudelle kuittaus- ja puuteilmoituslomakkeelle sekä tarkastusohjeelle on näytetty vihreätä valoa, mutta prosessi niiden osalta on vielä alkutekijöissä. Tämän insinöörityön kiireellisen aikataulun vuoksi, työn konkreettiset tulokset nähdään vasta tulevaisuudessa.

## Lähteet

- 1 IEA World Energy Outlook – WEO 2010. 2010. Verkkodokumentti. Energiateollisuus.  
<[www.energia.fi/fi/ajankohtaista/energiauutisia/iea%20world%20energy%20outlook%20-%20weo%202010.html](http://www.energia.fi/fi/ajankohtaista/energiauutisia/iea%20world%20energy%20outlook%20-%20weo%202010.html)>. Luettu 4.5.2011.
- 2 ABB Intranet. 2010. Verkkodokumentti.  
<[www.abb.fi/cawp/fiabb251/657dfdcf6e344cc7c1256b20003149ae.aspx](http://www.abb.fi/cawp/fiabb251/657dfdcf6e344cc7c1256b20003149ae.aspx)> Luettu 17.2.2011.
- 3 Wikipedia. 2010. Taajuusmuuttaja. Verkkodokumentti.  
<[fi.wikipedia.org/wiki/Taajuusmuuttaja](http://fi.wikipedia.org/wiki/Taajuusmuuttaja)> Luettu 15.3.2011.
- 4 ABB Intranet. 2010. Taajuusmuuttajat kansankielellä –kalvosarja. Verkkodokumentti.  
<[fi.inside.abb.com/cawp/gad00195/67ea194c0b67b09ec2256e1c003da87.aspx](http://fi.inside.abb.com/cawp/gad00195/67ea194c0b67b09ec2256e1c003da87.aspx)> Luettu 2.5.2011.
- 5 Aura, Lauri; Tonteri, Antti. 2002. Teoreettinen sähkötekniikka ja sähkökoneiden perusteet. Porvoo: WSOY.
- 6 ABB Oy. 2009. ACS800, ABB Industrial Drive Single Drive –taajuusmuuttajat, 0,55-5600 kW. Tuoteluettelo.
- 7 Laamanen, Kai; Tinnilä, Markku. 2009. Prosessijohtamisen käsitteet. Helsinki: Teknologiateollisuus.
- 8 Pitkänen, Raimo. 2009. Mahdollisuuksien johtaminen. Helsinki: Laatukeskus.
- 9 ABB Oy. 2008. Drivesin laatukurssi 2008-2009, Tuotannon laatu –kalvosarja. Koulutusmateriaali.
- 10 ABB Oy. 2008. ACS800-käyttöissä tallennettavia jäljitystietoja.
- 11 ABB Oy. 2009. Viallisen tuotteen käsittelyprosessi System ja Wind AC:n tuotannossa.
- 12 ABB Oy. 2010. SAC:n Navigaattori, Multidrive + Moduulit.
- 13 ABB Oy. 2006. Cabinet Quality Metrics.
- 14 ABB Oy. 2010. SAC:n Navigaattori, Cabinet Drives.
- 15 ABB Intranet. 2010. Verkkodokumentti.  
<[www300.abb.com/global/gad/gad01467.nsf/0/128eec412b2a2836c1257098002b4960/\\$file/jatkuva\\_FINAL\\_VERSION.pdf](http://www300.abb.com/global/gad/gad01467.nsf/0/128eec412b2a2836c1257098002b4960/$file/jatkuva_FINAL_VERSION.pdf)> Luettu 19.5.2011.
- 16 ABB Oy. 2010. ICD/SOL JP-toiminta info.



## Ensimmäisen ja toisen vikatason vikakategoriat vikatyypeittäin

## ABB Oy Drives FAULT CATEGORIES USED IN FINAL TESTING OF CABINETS

## LEVEL 1 FAILURE CATEGORIES

**Main Category** (English name)

1. Documentation mistake
2. Wiring failure
3. Defect or wrongly assembled mechanical part
4. Marking error
5. Component or part is missing
6. Wrong component or instrument installed
7. Broken electrical component or instrument
8. Defective bus bar connection
9. Other fault

## LEVEL 2 FAILURE CATEGORIES

**1. Documentation mistake**

- 1.1. Work stage reporting is missing
- 1.2. Tracing data failure
- 1.3. Documentation error in Dimensional drawing
- 1.4. Documentation error in Circuit diagram
- 1.5. Documentation error in Bill of Material
- 1.6. Documentation error in Wiring table
- 1.7. Other documentation fault

**2. Wiring failure**

- 2.1. Wire missing
- 2.2. Wire connected to wrong terminal
- 2.3. Defect Optical cable or optical cable installation
- 2.4. Wire comes off when pulled
- 2.5. Other wiring fault

## ENSIMMÄISEN VIKATASON VIKAKATEGORIAT

**Main Category** (Finnish name)

1. Dokumentointivirhe
2. Johdotusvirhe
3. Viallinen tai väärin asennettu mekaniikkaosa
4. Merkintävirhe
5. Puuttuva osa
6. Asennettu väärä osa tai komponentti
7. Viallinen koje tai komponentti
8. Epäonnistunut kiskoliitos
9. Muu vika

## TOISEN VIKATASON VIKAKATEGORIAT

**1. Dokumentointivirhe**

- 1.1. Työvaiheraportointi puuttuu
- 1.2. Jäljitystiedoissa virhe
- 1.3. Virheellinen mittakuva
- 1.4. Virheellinen piirikaavio
- 1.5. Virheellinen osaluettelo
- 1.6. Virheellinen johdotustaulukko
- 1.7. Muu dokumentointivirhe

**2. Johdotusvirhe**

- 2.1. Johto puuttuu
- 2.2. Johto väärässä liittimessä
- 2.3. Viallinen valokaapeli tai epäonnistunut asennus
- 2.4. Johdin irtosi nykäisytestissä
- 2.5. Muu johdotusvirhe

### **3. Defect or wrongly assembled mechanical part**

- 3.1. Wrongly installed mechanical component
- 3.2. Wrongly assembled transport bed
- 3.3. Mechanical part damaged
- 3.4. Damaged surface treatment
- 3.5. Other fault

### **4. Marking error**

- 4.1. Error in rating plate or rating plate is missing
- 4.2. Error in device label or device label is missing
- 4.3. Customer plate failure or it is missing
- 4.4. Other sticker failure
- 4.5. There is no marking in a bus bar bond
- 4.6. Wrong or missing wire marking
- 4.7. Other marking error

### **5. Component or part is missing**

- 5.1. Electrical component missing
- 5.2. Mechanical component missing
- 5.3. Other fault

### **6. Wrong component or instrument installed**

- 6.1. Wrong electrical component
- 6.2. Wrong mechanical component
- 6.3. Other failure

### **7. Broken electrical component or instrument**

- 7.1. Mechanically damaged
- 7.2. Electrically broken
- 7.3. Other fault

### **8. Defective bus bar connection**

- 8.1. Aluminium bus bar bond without grease
- 8.2. Loose bus bar bond
- 8.3. Too long or short bolt
- 8.4. Other fault related to bus bar connection

### **9. Other fault**

- 9.1. Other fault

### **3. Viallinen tai väärin asennettu mekaniikkaosa**

- 3.1. Väärin asennettu mekaniikkaosa
- 3.2. Väärin asennettu kuljetusalusta
- 3.3. Mekaniikkaosa vaurioitunut
- 3.4. Pintakäsittely vioittunut
- 3.5. Muu virhe

### **4. Merkintävirhe**

- 4.1. Virheellinen tai puuttuva arvokilpi
- 4.2. Virheellinen tai puuttuva kojetunnus
- 4.3. Virheellinen tai puuttuva ovikilpi
- 4.4. Muu tarravirhe
- 4.5. Kiskoliitos merkitsemättä
- 4.6. Virheellinen tai puuttuva johdinmerkintä
- 4.7. Muu merkkäusvirhe

### **5. Puuttuva osa**

- 5.1. Sähköinen osa puuttuu
- 5.2. Mekaaninen osa puuttuu
- 5.3. Muu virhe

### **6. Asennettu väärä osa tai komponentti**

- 6.1. Väärä sähköinen koje / komponentti
- 6.2. Väärä mekaniikkaosa
- 6.3. Muu virhe

### **7. Viallinen koje tai komponentti**

- 7.1. Sähköinen koje / komponentti mekaanisesti rikki
- 7.2. Sähköinen koje / komponentti ei toimi oikein
- 7.3. Muuten viallinen

### **8. Epäonnistunut kiskoliitos**

- 8.1. Alumiinikiskoliitos ilman rasvaa
- 8.2. Kiskoliitos kiristämättä
- 8.3. Väärän mittainen pultti
- 8.4. Muu kiskoliitosvika

### **9. Muu vika**

- 9.1. Muu vika

JP-ehdotuslomake

**Jatkuva parantaminen -lomake**

<b>PVM:</b>	<b>Linja:</b>
<b>Ehdottaja:</b>	<b>Hyödynsaaja:</b>
<b>Tilanteen kuvaus:</b>	
<b>Perustelut:</b>	
<b>Ehdotettu ratkaisu:</b>	
<b>Hyödynsaajan kommentit:</b>	
<b>JP-ryhmän seuranta/ratkaisu (lisää päivämäärä):</b>	
<b>Ehdottajan allekirjoitus:</b>	<b>Hyödynsaajan allekirjoitus:</b>

## Tarkistuslista

**ABB Oy Osasto-ohje**  
 Industrial Cabinet Drives

**ACS-800-x7 Vaihekohtainen tarkistuslista**

Kauppanumero ja positio: \_\_\_\_\_

Sarjanumero: \_\_\_\_\_

**Vaihe 1. Runkokokoonpano Asentaja:** \_\_\_\_\_**OK F**

- R5 moduulin tulo/lähtö/PE- liittimien kireyden tarkistus.

( ) ( )

- Tarkastus ennen puskuriin vientiä

( ) ( )

Tarkastuksen suoritti \_\_\_\_\_

( ) ( )

**Vaihe 2. Esiloppukokoonpano Asentaja:** \_\_\_\_\_

- Moduulin ja jalustan väliset virtakiskot kiristetty ja merkattu

( ) ( )

- Moduulin sisällä olevan muuntajan ensiöjännite oikea.

( ) ( )

- Virtaliitokset kiristetty ja merkattu

( ) ( )

- Tukieristimet kiinnitetty

( ) ( )

- Kontaktori ja oesa ovat oikean kokoisia

( ) ( )

- Ilmavälit väh. 12.7mm ja niissä ei ole ylimääräisiä osia.

( ) ( )

- Rungon torx ja kombiruuvit kiinni

( ) ( )

- Tarkennuksia poikkeamiin \_\_\_\_\_

( ) ( )

**Vaihe 3. Loppukokoonpano Asentaja:** \_\_\_\_\_

- Tulo, lähtö ja maatarrat ja niiden järjestys

( ) ( )

- Asiakaspultit

( ) ( )

- Sulakkeiden koko

( ) ( )

- T10, T15 muuntajan kytkentä

( ) ( )

- Sulakepuhaltimen kytkentä

( ) ( )

- Johtimien nykäisytesti

( ) ( )

- Tarkennuksia poikkeamiin \_\_\_\_\_

( ) ( )

**Vaihe 4. Verhoomo Asentaja:** \_\_\_\_\_

- Kojeden sijoittelu, päätypuristimet

( ) ( )

- IP- teippaukset

( ) ( )

- Kosketussuojat

( ) ( )

- Varoitustarrat, kojetunnustarrat, johdintarrat, sarjanumerotarra mukana

( ) ( )

- Valokuitujen taivutusäteet

( ) ( )

- Tarkennuksia poikkeamiin \_\_\_\_\_

( ) ( )

**- Johtimien nykäisytesti**

( ) ( )

**- T10, T15 ensiö ja toisiokytkennät**

( ) ( )

**- Kojesijoittelutarran rastitukset**

( ) ( )

Tarkastuksen suoritti \_\_\_\_\_

( )

[illegible]

[illegible]

## **ABB Oy Osasto-ohje**

### **Industrial Cabinet Drives**

Tekijä: Juho Rantanen

## **ACS800-x7 Tarkastusohje**

### **Tarkastus 1. (Jatkojalostuksen jälkeen)**

- Työn konfaukset SAP:iin 0010-0029 tehty.
- Dokumenttimenttikansiossa oikeat dokumentit.
- Kehikko koottu oikeisiin mittoihin.
- Osaluettelon mukaisesti asennetut kontaktori, oesa, muuntaja, alci-filter, sulakkeet ja kuristin.
- IP-teippaukset ja –silikonit ovat vaatimusten mukaiset.
- Moduulin tulo/lähtö/PE-liittimien kireyden varmistaminen.
- Moduulin ja jalustan väliset virtakiskot varmistettu ja merkattu.
- Moduulin sisällä olevan muuntajan ensiöjännite oikea.
- Virtaliitokset/kaapeloinnit varmistettu ja merkattu.
- Tukieristimet kiinnitetty.
- Ilmavälit väh. 12,7mm ja niissä ei ole ylimääräisiä osia.
- Puhaltimien mekaaninen kytkentä.
- Rungon torx- ja kombiruuvit kiinni.
- Nostokorvat/nostopalkit kiristetty oikeaan momenttiin.
- Kosketussuojien kiinnikkeitä oikea määrä ja oikeissa kohdissa.
- IP54- ja IP54R-kattolevyt asennettu.
- Löytyneet viat korjattu ja kirjattu vikalogiin.

### **Tarkastus 2. (Verhoomon jälkeen)**

- Työn konfaukset SAP:iin 0030-0040 tehty.
- SAP:iin tehty asianmukaiset komponenttien jäljitykset.
- Tulo, lähtö ja maatarat ja niiden järjestys.
- Varoitustarrat, kojetunnustarrat, johdintarrat, sarjanumerotarra mukana.
- Asiakaspultit.
- Kontaktorin kytkentä.
- T10, T15 muuntajan kytkentä.
- Puhaltimien kytkentä.
- Kääntökehysten kytkentä.
- Ovikojeiden kytkentä.
- Johtimien nykäisytesti.
- Kojien sijoittelu, päätypuristimet.
- Kosketussuojat.
- Päätylevyt ja ovi puhtaita sekä naarmuttomia.
- Takalevyt kiinnitetty torx-ruuveilla.
- Valokuitujen taivutussäteet.
- Kojesijoittelutarran rastitukset.
- IP54- ja IP54R-kattolaatikot asennettu.
- Löytyneet viat korjattu ja kirjattu vikalogiin.