



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ville Saranpää

SÄHKÖSUUNNITTELUN AUTOMATI-
SOINTITASON KEHITYSEHDOTUS JA
SIIHEN LIITTYVÄT VARIANTTIKOO-
DIT

Tekniikka
2019

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Ville Saranpää
Opinnäytetyön nimi	Sähkösuunnittelun automatisointitason kehitysehdotus ja siihen liittyvät varianttikoodit
Vuosi	2019
Kieli	suomi
Sivumäärä	53 + 14 liitettä
Ohjaaja	Vesa Verkkonen

Tämä opinnäytetyö tehtiin Vaasassa sijaitsevan ABB Oy:n Motors and Generators -yksikön sovellussuunnitteluosastolle. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää automatisointitason kehittämismahdollisuudet tutkimalla vuonna 2018 sovellussuunnitteluun ohjautuneita tilauksia. Kehityskohteiksi valittiin arvo- ja lisäkilpien suunnitteluun liittyviä varianttikoodia.

Sähkösuunnittelun nykyisen automatisointitason selvittämiseksi ja kehittämiseksi käytettiin prosessin mallintamis- ja kehittämistyökaluja. Mallinnuksen kohteena olivat tilaus-toimitus-prosessi, sovellussuunnitteluprosessi sekä arvo- ja lisäkilville leimattavien tietojen kulkuprosessi. Prosessien mallintamisosion jälkeen siirryttiin prosessien kehittämiseen käyttäen apuna Lean Six Sigmaa, vaikutusvaivannäkömatriisia ja PDSA-sykliä. Kehittämistyössä tehtävät toimenpiteet perustuivat Lean Six Sigman työkaluna tunnettuun DMAIC-malliin. Kehittämisaluetta rajattiin eniten tilattuihin arvo- ja lisäkilpien suunnitteluun vaikuttaviin varianttikodeihin käyttämällä Pareto-menetelmää. Näistä varianttikodeista valittiin kehityskohteiksi viisi varianttikoodia käyttämällä vaikutusvaivannäkömatriisia. Valittuja varianttikodeja käytiin läpi aivoriihessä, jonka tuotokset kirjattiin syyseuraus-kaavioihin. Tehdyistä syy-seuraus-kaavioista selvitettiin automatisoinnin puutteeseen johtaneet juurisyyt käyttäen 5 kertaa miksi-tekniikkaa.

Juurisyyanalyysin tuloksena havaittiin, että suurimpia automatisoinnin puutteeseen johtaneita juurisyytä olivat tiedon siirtäminen massana, työkaluista puuttuvat toiminnallisuudet ja varianttikoodien puuttuminen joillekin arvokilpileimuksille. Juurisyyden selvittämisen jälkeen niille luotiin ratkaisumallit. Työn tuotoksena saatiin toimeksiantajalle kehitysehdotuksena toimenpidelistat, joiden sisältämät toimenpiteet toteuttamalla saadaan sähkösuunnittelun automatisointitasoa kohotettua, turhasta työntekijöiden kuormittamisesta koituvaa hukkaa vähennettyä ja läpimenoaika lyhennettyä.

Avainsanat sähkösuunnittelu, kehitysehdotus, automatisointitaso, jatkuva prosessikehittäminen

ABSTRACT

Author	Ville Saranpää
Title	Development Suggestion for Electrical Design Automation and Associated Variant Codes
Year	2019
Language	Finnish
Pages	53 + 14 Appendices
Name of Supervisor	Vesa Verkkonen

This thesis was made for Application Design Department of ABB Oy's Motors and Generators Unit in Vaasa. The purpose of the thesis was to research the possibilities to develop the level of automation by examining the orders directed to application design in 2018. The variant codes connected to the design of rating plates and additional plates were selected as objects to develop.

Process modeling and development tools were used to determine and improve the current level of automation in the electrical engineering. The processes to model were order-delivery process, application design process and process of the data to be stamped on rating plates and additional plates. After the process modeling section, process development was conducted using Lean Six Sigma, Impact Effort Matrix and PDSA cycle. The development work was based on the DMAIC model, which is one of the tools of Lean Six Sigma. The development area was limited to the most frequently ordered variant codes that affect the design of rating plates and additional plates by using the Pareto method. Five of these variant codes were selected for the development by using Impact Effort Matrix. The selected variant codes were examined by brainstorming and the results were included in cause and effect diagrams. The root causes causing the lack of automation were derived from the created cause and effect diagrams by using 5 times why technique.

As a result of the root cause analysis, it was discovered that most of the root causes causing the lack of automation were mass-transfer of the information, lack of functionality in the tools and the lack of variant codes for some of the rating plate stampings. After solving the root causes, solution templates were created for them. As a result of the thesis action lists were made as a development proposal for the client. By carrying out the actions mentioned in the action lists there will be improvement on the level of automation. There will also be a reduction of unnecessary workload and the lead-time will be shortened.

Keywords Electrical design, development suggestion, level of automation and continuous process development

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

LIITELUETTELO

LYHENTEET JA KÄSITTEET

1	JOHDANTO	11
1.1	Opinnäytetyön tavoite	11
1.2	Opinnäytetyön toimeksiantaja	11
2	PROSESSIN MALLINTAMINEN JA KEHITTÄMINEN	13
2.1	Prosessin mallintaminen	13
2.1.1	Prosessi.....	13
2.1.2	Prosessikartta	14
2.1.3	Prosessin kuvaaminen	14
2.2	Lean Six Sigma	17
2.2.1	DMAIC	19
2.2.2	Histogrammi ja Pareto-menetelmä.....	20
2.2.3	Aivoriihi	21
2.2.4	Syy-seuraus-kaavio	22
2.2.5	5 kertaa miksi	23
2.3	Impact Effort Matrix	23
2.4	PDSA	24
2.5	Sovellussuunnittelu	26
2.5.1	Sähkösuunnittelussa käytettävät tietokonesovellukset.....	26
2.5.2	Varianttikoodit	27
3	SÄHKÖSUUNNITTELUN NYKYINEN AUTOMATISOINTITASO JA SEN ANALYSOINTI	29
3.1	Sovellussuunnitteluprosessi	29
3.1.1	Sovellussuunnittelun työnkulku	30

3.1.2	Arvo- ja lisäkilville leimattavien tietojen nykyinen kulkuprosessi	
	32	
3.2	Vuonna 2018 sähkösuunnitteluun ohjautuneet kaupat	34
3.2.1	Syykoodit	35
3.2.2	Varianttikoodien esiintymiset	37
3.3	Automatisoitavien varianttikoodien valinta.....	38
3.4	Automatisoitavien varianttikoodien analysointi	39
3.4.1	Varianttikoodi 332 - Baldor-kataloginnumero leimattuna arvokilpeen.....	40
3.4.2	Varianttikoodi 795 - Voitelukilpi.....	42
3.4.3	Varianttikoodi 004 - Ylimääräinen teksti vakioarvokilvessä (maks. 12 merkkiä)	45
3.4.4	Varianttikoodi 135 - Ruostumattoman lisäkilven asennus.....	46
3.4.5	Varianttikoodi 002 - Jännitteen, taajuuden ja tehon uudelleenleimaaminen, jatkuva käyttö.....	48
4	KEHITYSEHDOTUS	53
4.1	Automatisointia varten tehtävät toimenpiteet	53
4.2	Kehitysehdotusten läpikäynti ja niiden vaikutus sähkösuunnitteluun	53
5	YHTEENVETO	56
	LÄHTEET.....	57

LIITTEET

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Yksinkertaistettu prosessin kuvaus. /8/.....	13
Kuva 2. Esimerkki arvoketjusta. /8/	14
Kuva 3. Ydinprosessin karkea kuvaus ja vaiheiden sisällön kuvaus. /8/	15
Kuva 4. Prosessin kuvaamisessa käytettävät yleisimmät symbolit. /8/.....	15
Kuva 5. Esimerkki prosessin esittämisestä vuokaaviona. /8/	16
Kuva 6. Esimerkki prosessin esittämisestä uimaratakaaviona. /8/	17
Kuva 7. Vuokaavio DMAIC-syklin vaiheista. /9/	20
Kuva 8. Esimerkki Pareto-kaaviosta. /9/	21
Kuva 9. Syy-seuraus-kaavion rakenne. /14/	22
Kuva 10. Mallitapaus vaikutus-vaivannäkömatriisista. /15/	24
Kuva 11. PDSA-sykli ja sen sisältö. /9/	25
Kuva 12. Sovellussuunnittelun sijainti tilaus-toimitus-prosessissa.....	29
Kuva 13. Sovellussuunnitteluprosessin karkea kuvaus.	30
Kuva 14. Varianttikoodien 002 ja 004 tietojen syöttäminen OMSiin.	32
Kuva 15. Ympäristön lämpötila ja merenpinnan yläpuolinen asennuskorkeus sijoittuvat SAPissa omaan kenttään.	32
Kuva 16. Tilauksen tiedot vapaalla tekstillä SAPissa.	33
Kuva 17. Uimaratakaavio vapaan tekstin leimaamisesta arvokilvelle.	34
Kuva 18. Syykoodien esiintymiset vuonna 2018.	36
Kuva 19. Syykoodien jakautuminen vuonna 2018.....	36
Kuva 20. Pareto-kaavio merkittävimmistä sähkösuunnitteluun ohjautuneista varianttikooodeista.	37
Kuva 21. Varianttikoodien automatisoinnin vaikutus ja toteutettavuus.....	39
Kuva 22. Baldor-kataloginumeron leimaaminen arvokilven vapaalle tekstiriville.	40
Kuva 23. Esimerkki vakioarvoisesta voitelukilvestä.....	43
Kuva 24. Asiakkaan tekstin leimaaminen arvokilven vapaalle tekstiriville.....	46
Kuva 25. Esimerkki lisäkilvestä, jolle on leimattu sähkötekniisiä arvoja.	47
Kuva 26. Varianttikoodin 002 vaikutuksenalaiset kentät arvokilvellä.....	49
Kuva 27. Jännite- ja taajuustoleranssien valinta OMSissa.....	50

Taulukko 1. Syykoodit ja niiden merkitykset.....	35
Taulukko 2. Merkittävimmät sähkösuunnitteluun ohjautuneet varianttikoodit ja niiden merkitykset.....	38
Taulukko 3. Varianttikoodin 332 automatisoinnin puuttumisen aiheuttaneet juurisyyt ja niiden pohjalta tehdyt ratkaisumallit.....	42
Taulukko 4. Varianttikoodin 795 automatisoinnin puuttumisen aiheuttaneet juurisyyt ja niiden pohjalta tehdyt ratkaisumallit.....	44
Taulukko 5. Varianttikoodin 004 automatisoinnin puuttumisen aiheuttanut juurisyy ja sen pohjalta tehty ratkaisumalli.....	46
Taulukko 6. Varianttikoodin 135 automatisoinnin puuttumisen aiheuttanut juurisyy ja sen pohjalta tehty ratkaisumalli.....	48
Taulukko 7. Varianttikoodin 002 automatisoinnin puuttumisen aiheuttaneet juurisyyt ja niiden pohjalta tehdyt ratkaisumallit.....	52

LIITELUETTELO

LIITE 1. Sovellussuunnittelun työnkulku

LIITE 2. Sähkösuunnitteluun ohjautuneet varianttikoodit

LIITE 3. Varianttikoodista 332 tehty syy-seuraus-kaavio

LIITE 4. Varianttikoodista 795 tehty syy-seuraus-kaavio

LIITE 5. Varianttikoodista 004 tehty syy-seuraus-kaavio

LIITE 6. Varianttikoodista 135 tehty syy-seuraus-kaavio

LIITE 7. Varianttikoodista 002 tehty syy-seuraus-kaavio

LIITE 8. Varianttikoodin 332 automatisoinnin ensisijainen toimenpidelista

LIITE 9. Varianttikoodin 332 automatisoinnin toissijainen toimenpidelista

LIITE 10. Varianttikoodin 795 automatisoinnin ensisijainen toimenpidelista

LIITE 11. Varianttikoodin 795 automatisoinnin toimenpidelista, kun erikoislaakereille on oma varianttikoodinsa

LIITE 12. Varianttikoodin 004 automatisoinnin toimenpidelista

LIITE 13. Varianttikoodin 135 automatisoinnin toimenpidelista

LIITE 14. Varianttikoodin 002 automatisoinnin toimenpidelista

LYHENTEET JA KÄSITTEET

ABB	Asea Brown Boveri
ADEPT	Advanced Electrical Design Program Tool, moottorin sähköisten ominaisuuksien laskentasovellus
ASEA	Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget
ART	Allowable Run up Time, moottorin suurin sallittu käynnistysaika
BBC	Brown, Boveri & Cie
Duty	Moottorin käyttötyyppi
ElApp	Arvokilpien suunnitteluun käytettävä sovellus
Epid	Leimausrivien hallintasovellus
ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä
f_n	Moottorin nimellistaajuus
HDP	High Dynamic Performance, korkea dynaaminen suoritus- kyky
IE	International Efficiency, hyötysuhdeluokka
I_n	Moottorin nimellisvirta
I_s	Moottorin käynnistyksessä ottama virta
I_s/I_n	Moottorin käynnistysvirran suhde nimellisvirtaan
Laskelma	Moottorin käämityksen ominaisuudet sisältävä kokonaisuus
MASL	Metres above sea level, korkeus merenpinnan yläpuolella metreinä

Moduuli	Useita moottorin osia sisältävä kokonaisuus
OMS	Order Management System, tilaustenhallintajärjestelmä
SAP	Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung, ohjelmistovalmistaja
SU	Sales Unit, myyntiyhtiö, jonka kautta asiakas tilaa moottorin
Sääntö	Lausekielinen ehto, jonka mukaan ohjelmiston toimintaa ohjataan
TPS	Toyota Production System, Toyotan käyttämä tuotantojärjestelmä
U _n	Moottorin nimellisjännite
Varianttikoodi	Koodi, jolla tilataan moottorille mekaaniseen tai sähköiseen rakenteeseen liittyviä muutoksia tai tilaukseen liittyvää dokumentaatiota
VC	Variant code, varianttikoodi, esimerkiksi VC 002 tai VC+002

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää automatisointitason kehittymismahdollisuuksia moottoritilausten ohjautumisessa sähkösuunnitteluun Vaasassa sijaitsevan ABB Oy:n Motors and Generators -yksikön sovellussuunnitteluosastolla. Opinnäytetyön tekohetkellä noin kolmasosa tilatuista moottoreista ohjautuu sähkösuunnittelun ohi. Tällaisissa tapauksissa tilattu moottori ei vaadi suunnittelua, vaan voidaan luottaa sovelluspohjaiseen automatisoituun moottorin sähkösuunnitteluun. Tästä huolimatta sähkösuunnitteluun ohjautuu paljon moottoreita, joihin tätä periaatetta voitaisiin soveltaa osittain tai täysin.

Kehitysmahdollisuuksien selvittämisessä käytettiin prosessin mallintamis- ja kehittämistyökaluja. Prosessien mallinnus aloitettiin tilaus-toimitus-prosessista ja mallinnuksessa edettiin arvokilvelle tulevan vapaan tekstin siirtymisprosessiin asti. Työssä käytiin läpi vuonna 2018 sähkösuunnitteluun ohjautuneiden tilausten syy- ja varianttikoodoja. Kerätystä tiedosta selvitettiin, mitä syy- ja varianttikoodoja esiintyy eniten ja mitkä ovat varianttikoodien automatisointimahdollisuudet. Kehityskohteiksi valitut varianttikoodit käytiin läpi ja selvitettiin automatisoinnin puutteeseen johtaneet juurisyöt. Näiden pohjalta laadittiin ratkaisumallit ja yksityiskohtaiset toimenpidelistat toteutusta varten.

1.2 Opinnäytetyön toimeksiantaja

ABB-yhtymä muodostettiin vuonna 1988, kun ruotsalainen ASEA ja sveitsiläinen BBC yhdistyivät. Yrityksen pääkonttori on sijainnut siitä lähtien Sveitsin Zürichissä. Yhdistymisen aikaan yrityksen liikevaihto oli 17 miljardia dollaria ja yritys työllisti 160 000 henkilöä ympäri maailmaa. ABB-yhtymä on jakautunut viiteen divisioonaan: Power Grids, Electrification, Industrial Automation, Robotics and Discrete Automation ja Motion. Toimeksiantajana oleva Motors and Generators -yksikkö kuuluu viimeisenä mainittuun divisioonaan. Vuonna 2018 ABB työllisti noin 147 000 henkilöä ja liikevaihto oli noin 27,6 miljardia dollaria /1-3/.

Suomessa ABB-yhtymällä on toimipisteitä noin 20 paikkakunnalla ja näissä työskentelevien henkilöiden määrä oli noin 5 400 vuonna 2018. Suomen Motors and Generators -yksiköt sijaitsevat Helsingissä ja Vaasassa. Helsingin Pitäjänmäen yksikössä valmistetaan ja kehitetään pääasiassa korkeajännitemoottoreita, dieselgeneraattoreita ja kestopagneettimoottoreita. Vaasan yksikössä puolestaan valmistetaan pienjännitemoottoreita ja yksikkö on vastuussa vaativien käyttöjen tuotekehityksestä /4-5/.

Vaasan yksikössä valmistetaan pääasiallisesti asiakkaan käyttöön räätälöityjä moottoreita vakiorakenteisten varastomoottoreiden sijaan. Vuosittainen moottorien valmistusmäärä on keskimäärin 80 000 kappaletta, joista 30 000 on eri versioita. Keskimääräinen valmistuserän määrä on kahdesta kolmeen moottoria ja valmistettavien moottorien akselikorkeudet vaihtelevat 71 millimetristä 500 millimetriin. /6/

Moottorien valmistus Vaasassa on jakautunut kahteen tehtaaseen: MM-rakennuksessa valmistetaan suuremmat moottorit, joiden akselikorkeudet ovat 280-500 mm ja KK-rakennuksessa valmistetaan akselikorkeuksiltaan 71-250 mm moottorit. Suurin osa valmistettavista moottoreista on prosessimoottoreita (Safe area) ja räjähdysvaarallisiin tiloihin suunnattuja moottoreita (Ex). Moottorin rungon materiaaleina käytetään pääasiassa alumiinia ja valurautaa. Prosessimoottoreiden ja Ex-moottoreiden lisäksi erikoisempia valmistettavia moottoreita ovat reluktanssi-, kestopagneetti-, rullarata-, HDP-, suurnopeus- ja vesijäähdytetyt moottorit. /6/

2 PROSESSIN MALLINTAMINEN JA KEHITTÄMINEN

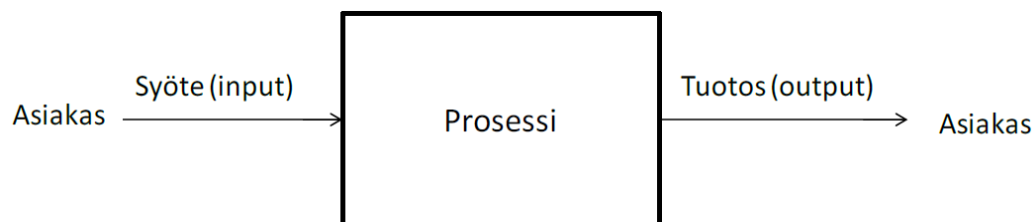
2.1 Prosessin mallintaminen

Prosessin kehittämisen edellytyksenä tulee prosessi ensin mallintaa. Prosessin mallintaminen on olennainen osa kehityskohtien tunnistamisessa, prosessien toiminnan ymmärtämisessä, toiminnan yhdenmukaistamisessa, automatisoinnissa sekä toiminnan seurannassa. Mallintamistyössä lähtökohtana on nykytilan ja tavoitetilan mallintaminen. /7-8/

Nykytilaa mallinnettaessa pysytään faktoissa ja prosessin toiminta esitetään juuri sellaisena kuin se on. Tavoitetilan mallintamista ei suositella tehtäväksi pelkästään nykytilan pohjalta, vaan se pidetään erillään nykytilan mallista. Kehityspäätökset tehdään nykytilan ja tavoitetilan prosessimalleja vertaamalla sekä prosessista saadun palautteen perusteella. /7-8/

2.1.1 Prosessi

Yksinkertaistetussa prosessin kuvauksessa esitetään asiakas sekä syöteenä että tuotoksen kohteena. Tällöin prosessin sisäistä toimintaa ei pohdita, vaan tiedetään vain prosessin lisäävän syöteen arvoa tapahtumaketjulla käyttäen resursseja ja samalla täyttään asiakkaan vaatimukset. Kuvassa 1 on esitettyä prosessin yksinkertaistettu kuvaus. /8/



Kuva 1. Yksinkertaistettu prosessin kuvaus. /8/

Prosessit voidaan lajitella vaikutusalueen mukaan ydin- ja tukiprosesseihin. Ydinprosessit ovat yhteydessä suoraan asiakkaaseen ja tukiprosessit toimivat vain yrityksen sisällä. Prosessien monimutkaistuessa täytyy niille luoda ali- tai osaprosesseja, jolloin voidaan toiminnot määritellä tarkemmin ja selkeämmin. /8/

2.1.2 Prosessikartta

Kehittämisen kohteena olevien prosessien selvittämiseen ja niiden kuvaamiseen käytetään apuna prosessin mallintamista, jonka aloituspiste on kehitettävien prosessin sijainnin tunnistaminen prosessikartalla. Kyseisen kartan hahmottamisessa käytetään apuna arvoketjuja, joihin sisältyy kohdeprosessien haltijan lisäksi resurssien toimittaja(t) sekä asiakas. Arvoketjun lisäksi toiminta voi olla arvooverkostomaista, jolloin osapuolia on enemmän ja toiminta kohdistuu useampaan kohteeseen. Kuvassa 2 on esitettyä esimerkki arvoketjusta. /8/

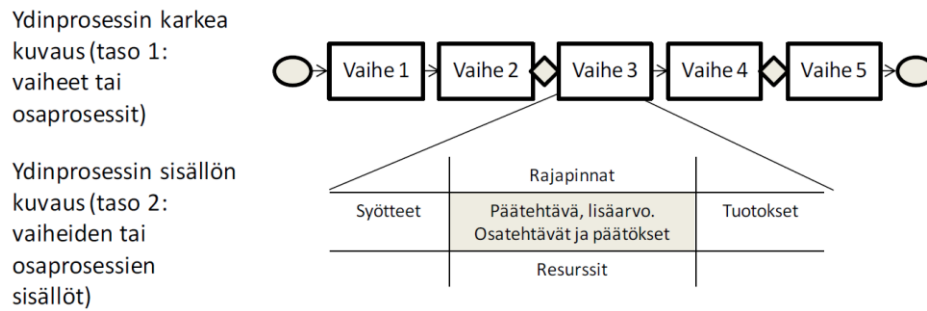


Kuva 2. Esimerkki arvoketjusta. /8/

Arvoketjujen lisäksi prosessikartan hahmottamiseksi on määriteltävä toiminnan kannalta olennaiset ydinprosessit, eli eniten arvoa asiakkaalle tuovat prosessit. Ydinprosesseja määriteltäessä on otettava huomioon myös niiden keskinäinen riippuvuus, prosessin asiakkaalle tuoma lisäarvo ja ydinprosessien suorat asiakkaat. Ydinprosesseja ovat esimerkiksi asiakasprosessi, tuoteprosessi, toimitusprosessi, palveluprosessi sekä johtamis- ja tukiprosessit. /8/

2.1.3 Prosessin kuvaaminen

Ydinprosessia karkeasti kuvattaessa edetään prosessin uloimmista osista kohti keskipistettä. Ensimmäisenä selvitetään prosessin syötteet ja tuotokset, ja tämän jälkeen prosessin sisäiset toiminnot: rajapinnat, päätehtävä, tuotava lisäarvo, osatehtävät, päätökset sekä käytettävät resurssit. Ydinprosessin sisältäessä useita peräkkäisiä toimenpiteitä voidaan prosessi jakaa osiin, jolloin seurataan tiedon ja materiaalin kulkua ja vaiheittain niille tehtäviä toimenpiteitä. Jokaisesta vaiheesta kuvataan samat asiat, kuin ydinprosessin karkeassa kuvauksessa (**Kuva 3.**) /8/



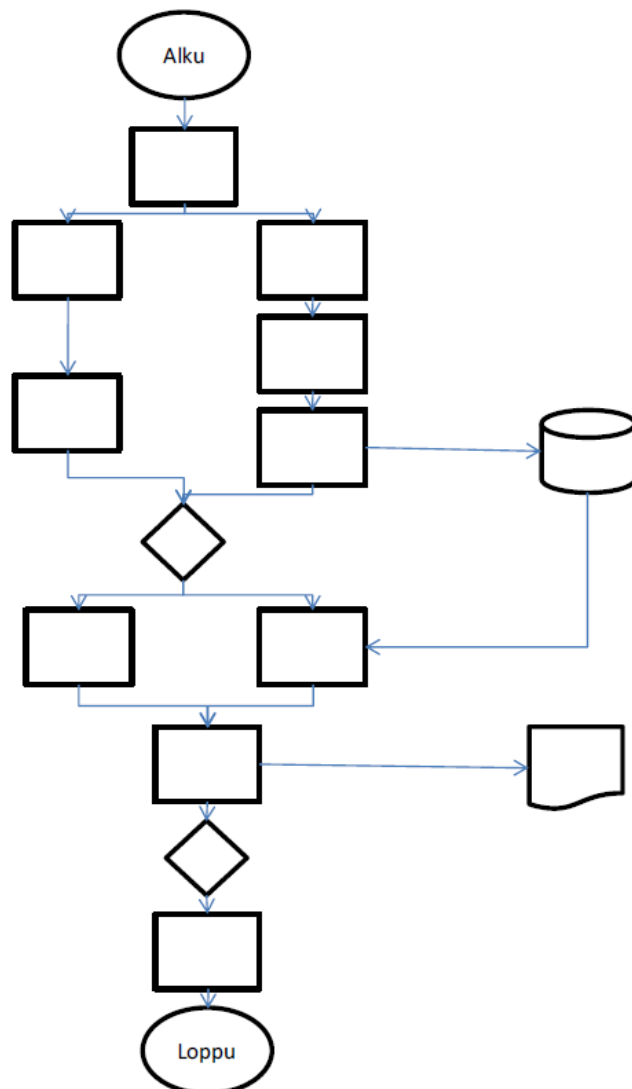
Kuva 3. Ydinprosessin karkea kuvaus ja vaiheiden sisällön kuvaus. /8/

Prosessin yksityiskohtaista kuvaamista tarvitaan silloin, kun prosessi on osaksi kriittinen tai prosessin vaaditaan toimivan aina samalla tavalla. Tällöin prosessin käyttäytymisestä tulee olla yhdenmukainen tieto, eikä poikkeustapauksia sallita. Prosessien yksityiskohtaiseen kuvaamiseen käytetään kuhunkin tilanteeseen sopivaa ratkaisua, eikä kuvaamistavalle ole kehittynyt varsinaista standardia. Yleisiä visuaalisia kuvaustapoja ovat vuokaavio ja uimaratakaavio. Prosessin kuvaamisen selventämiseksi vuokaaviolla ja uimaratakaaviolla käytetään eri prosessityypeistä vakiintuneita symboleita, joista yleisimmät on esitettyä kuvassa 4. /8/

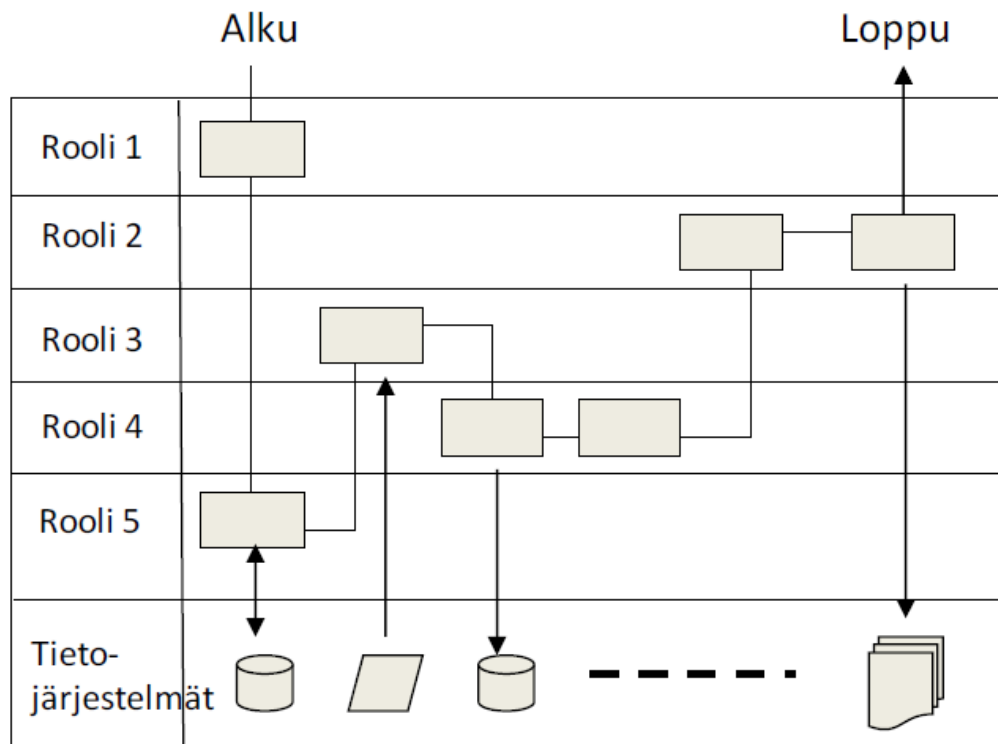
Merkintä	Merkitys
	Aloitustai lopetus
	Tehtävä tai prosessi
	Materiaali- tai tietovirta (voidaan merkitä esim. eri värein tai viivatyypein)
	Päätös
	Dokumentti
	Tietojärjestelmä/varasto
	Varasto
	Data
	Viive, odotus

Kuva 4. Prosessin kuvaamisessa käytettävät yleisimmät symbolit. /8/

Vuokaaviossa prosessi voi jakautua haaroihin, jotka voivat olla joko vaihtoehtoisia tai rinnakkaisia riippuen edeltävästä toimenpiteestä. Prosessin päättyessä yhteen lopputulokseen, haaroista saadut tuotokset yhdistetään ja saadaan tarvittu kokonaisuus prosessin lopullista tuotosta varten. Poikkeuksena voidaan pitää esimerkiksi dokumentteja, jotka saadaan tuotettua tietyistä prosessin vaiheesta (**Kuva 5.**). Uimaratakaaviota käytettäessä prosessin kulku keskittyy rooleihin, joille prosessin vaiheet on jaettu. Prosessin edetessä materiaali tai tieto kulkee roolien suhteessa eri suuntiin eli samalla roolilla voi olla vastuu useista prosessin osista, jotka eivät ole peräkkäisessä järjestyksessä prosessin suorittamisessa (**Kuva 6.**). /8/



Kuva 5. Esimerkki prosessin esittämisestä vuokaaviona. /8/



Kuva 6. Esimerkki prosessin esittämisestä uimaratakaaviona. /8/

Nykyisen prosessin mallintaminen aloitetaan alkupäästä, kun taas tavoiteprosessia mallinnettaessa hyvänä käytäntönä voidaan pitää aloittamista loppupäästä. Tällä tavoin varmistetaan siitä, että prosessi tuottaa juuri sen mitä halutaan. Prosessimallien tekeminen suoritetaan joko tietokonesovellusten, Post-It™ lappujen tai simuloinnin avulla. /8/

2.2 Lean Six Sigma

Prosessin kehittämisessä yksi lähestymistavoista on Lean Six Sigma, joka on japanilaisen Toyotan Leaniin perustuvan tuotantojärjestelmän (TPS) ja amerikkalaisen Motorolan Six Sigma-laadunvalvontajärjestelmän yhdistelmä. Leanissa pääpaino on hukan poistamisessa ja imuvirtauksen luomisessa. Six Sigman avulla pyritään minimoimaan tuotannossa tapahtuva vaihtelu, joka vaikuttaa myös hukan määrään. /9/

Lean vaikuttaa Toyotan tuotantojärjestelmässä filosofiana, kulttuurina sekä ongelmanratkaisumallina. Pääpaino tuotantojärjestelmässä on hukan (muda) poista-

misessa. Tämä tarkoittaa käytännössä asiakkaalle arvoa tuottamattomien ja työskentelyhäiriöitä aiheuttavien toimintojen poistamista virtaustehokkuuden parantamiseksi. Hukan poistamisen lisäksi on keskityttävä vaihtelun (mura) sekä ihmisten ja laitteiden ylikuormituksen (muri) minimointiin. Hukan, vaihtelun ja ylikuormituksen tasapainottamisesta käytetään termiä heijunka. /10/

Hukka jaetaan Toyotan tapauksessa seitsemään eri muotoon: tarpeeton tuotanto tai liikatuotanto, turha odottelu tai ylimääräinen aika, tarpeettomat materiaalien ja tuotteiden kuljetukset, tarpeeton työ tai liikatyö, tarpeeton varastointi, tarpeettomat työntekijöiden liikkumiset ja liikkeet sekä tarpeettomat virheet. Kahdeksanneksi hukan muodoksi on ehdotettu hyödyntämättä jätettyä työntekijöiden potentiaalia, mutta tätä hukan muotoa ei TPS:ssä sovelleta. Tuotantojärjestelmän läpimenoaikaa lyhennetään Toyotan tapauksessa tuottamalla tarvittavaa tuotetta vain silloin kun sitä tarvitaan ja sen verran kun sitä tarvitaan (Just-In-Time). Häiriötilanteissa tuotantolinja pysäytetään välittömästi, ongelmapaikkaan siirtyy apujoukkoja ja työntekijöille selvitetään tuotannon keskeytymisen syy ja kuinka ongelman uusiutuminen voitaisiin estää (jidoka). /10-11/

Filosofiana Leanilla on kaksi perusarvoa: jatkuva parantaminen (kaizen) ja ihmisten kunnioitus. Jatkuvan parantamisen perustana on jokaisen yksilön oikeus ja velvollisuus tuoda esille järjestelmän kehitysehdotukset ja häiriötilanteet. Ongelmanratkaisutilanteessa käytetään genchi genbutsu -käsitettä, joka tarkoittaa käännettynä ”mene ja näe”. Tämä tarkoittaa ongelmatilanteisiin liittyvien asioiden selvittämistä paikan päällä. Ongelmanratkaisussa käytetään apuna kysymystä ”miksi?” viisi kertaa peräkkäin juurisyyn löytämiseksi. /11/

Six Sigman nimi juontaa juurensa normaalijakaumasta ja siinä käytetystä standardikeskihajontaa kuvaavasta yksiköstä σ . Six Sigmaa noudattava prosessin keskihajonta olisi täten normaalijakaumassa kuuden standardiyksikön rajojen sisäpuolella eli tarkkuus olisi 99,999966 %. Toisin sanoen miljoonasta vikaantumismahdollisuudesta syntyisi 3,4 vikaa. Six Sigma sisältää työkaluja, joilla prosessia voidaan kehittää vaadittavaan tarkkuuteen. Näitä ovat esimerkiksi Pareto-menetelmä, aivoriihi, syy-seuraus-kaavio ja 5 kertaa miksi-tekniikka. /9/

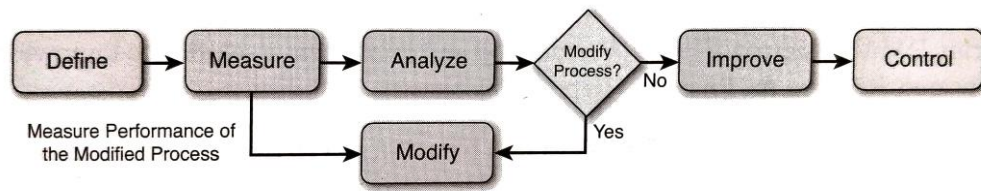
2.2.1 DMAIC

DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) on yksi Lean Six Sigman työkaluista, jota käytetään prosessin kehittämässä. DMAIC-sykliin sisältyy

- ongelman määrittely
- prosessien ymmärtäminen
- prosessista saatavan tiedon kerääminen
- prosessista saadun tiedon analysointi
- juurisyiden tunnistaminen käyttäen juurisyysanalyysia
- sopivien korjaavien toimenpiteiden määrittäminen
- parhaan mahdollisen korjaavan toimenpiteen valinta
- ratkaisun tai korjaavan toimenpiteen toteuttaminen
- toimenpiteen toteutuksen vahvistaminen
- kehitetyn prosessin valvonta ja hallinta kehityksen ylläpitämiseksi.

Define (määrittele) -vaiheessa määriteltäviä asioita ovat ongelma, kehitysmahdollisuudet, tavoitteet, kehitysalueen rajaaminen, kehitykseen käytettävät mittarit ja onnistumisen vaatimukset. Measure (mittaa) -vaiheessa mitataan nykyisen prosessin suorituskyky, tilanteen syntyyn mahdollisesti vaikuttavat tekijät ja tilanteen salliessa tavoiteprosessin suorituskyky. Analyze (analysoi) -vaiheessa selvitetään analyyttisten työkalujen avulla tilanteen syntyyn vaikuttavat tekijät ja juurisyöt käyttäen juurisyysanalyysia. Tämän jälkeen päätetään, muutetaanko vai kehitetäänkö olemassa olevaa prosessia. /9/

Improve (kehitä) -vaiheessa luodaan tilanteelle toteutuskelpoinen ratkaisu ja toimenpidelista prosessin kehittämiseksi. Tämän jälkeen ratkaisu toteutetaan. Control (valvo) -vaiheessa verrataan kehitetyn prosessin tuloksia onnistumisvaatimukseen ja varmistetaan kehittämiskohteen kestävyys. Kuvassa 7 on esitettyinä vuokaavio DMAIC-syklin vaiheista. /9/

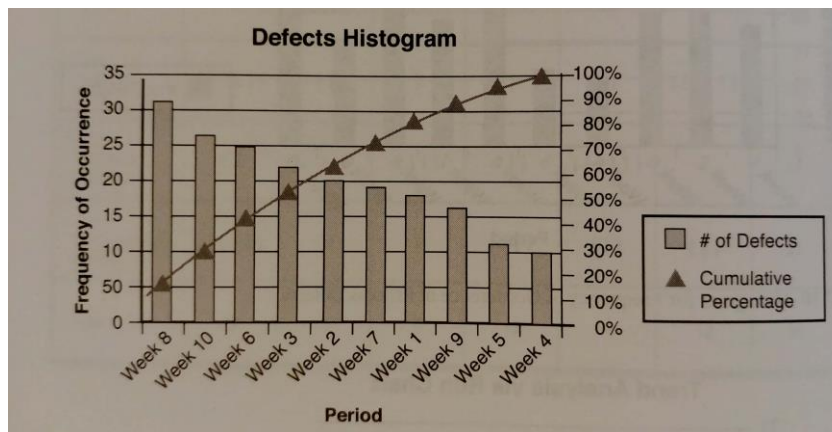


Kuva 7. Vuokaavio DMAIC-syklin vaiheista. /9/

2.2.2 Histogrammi ja Pareto-menetelmä

Suuria määriä tietoa kerätessä, visuaalinen esitys onärkevin tapa esittää tulokset ymmärrettävästi. Tätä varten on kehitetty histogrammi, jonka avulla kerätty tieto esitetään palkkikaaviona. Tällöin mittausarvot esitetään vaaka-akselilla ja esiintymistiheys pystyakselilla tilanteen vaatimassa järjestyksessä. Yleisin esitystapa histogrammilla on normaalimuoto, jolloin kerätty tieto järjestellään normaalijakauman mukaisesti. Normaalijakauman käyttö perustuu mittaustulosten jakautumiseen luonnollisessa tilassa eli mikään ulkopuolinen häiriötekijä ei vaikuta mittaustuloksiin ja hajonta on luonnollista. /12/

Tietoa kerätessä prosessin kehittämistarkoitukseen voidaan soveltaa esimerkiksi Pareto-menetelmää, joka on histogrammin lajittelutyyppi. Tällöin kerätty tieto luokitellaan esiintymistiheyden tai muun vaikuttavan tekijän mukaan ja järjestetään tiedot laskevassa järjestyksessä olevaan palkkikaavioon. Pareto-kaaviossa esitetään lisäksi kumulatiivinen viivakaavio, joka esittää kertymänä kunkin palkin osuuden kokonaismäärästä. Menetelmä perustuu periaatteeseen, jonka mukaan pieni osa syistä aiheuttaa valtaosan ongelmista. Yleisesti tämä suhde on 20/80, mutta todellisuudessa vaihtelua syntyy. Kuvassa 8 on esitettyä esimerkki Pareto-kaaviosta. /12/



Kuva 8. Esimerkki Pareto-kaaviosta. /9/

2.2.3 Aivoriihi

Aivoriihessä tarkoituksena on löytää kootun työskentelyryhmän avulla ongelmalle mahdollisimman monta ratkaisua. Ideaalinen työskentelyryhmä koostuu henkilöistä, jotka työskentelevät eri osastoilla. Tällöin ei muodostu ongelmaa, jossa ryhmän jäsenet eivät löydä ratkaisua työskennellessään liian lähellä ongelmaa. Aivoriihi on ryhmätoimintaa, mutta viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että jokaisen ryhmän jäsenen miettiessä ongelmaa yksilöllisesti, ennen aivoriiehen osallistumista, voidaan välttää vähäpuheisuus ehdotuksia esiteltäessä. /13/

Aivoriiehen toteuttamiseen varataan ajankohta, jossa ei tule keskeytyksiä. Aiheena oleva ongelma esitetään ryhmälle ja varmistetaan, että kaikki ymmärtävät ongelman. Jokaiselle ryhmän jäsenelle annetaan vuoro esittää oma ehdotus ongelman ratkaisemiseksi ja ehdotukset kirjataan ylös sellaisinaan esimerkiksi Post-It™ lap-puihin, jotka kiinnitetään seinälle tai valkotaululle. Ratkaisujen kysymistä vuorot-tain jatketaan, kunnes yhdelläkään ryhmän jäsenellä ei ole ehdotettavaa. Ehdotus-ten loppuessa pyydetään ryhmältä varmistus ideointivaiheen lopettamisesta. /13/

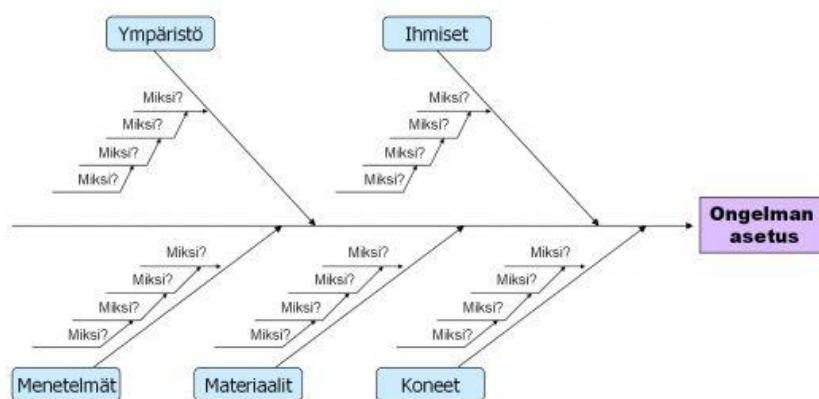
Saadut ehdotukset käydään ryhmän kanssa läpi ja ne lajitellaan, jaetaan osiin, yh-distetään tai hylätään. Ehdotusten läpikäymisessä pyritään asettamaan aikaraja jokaiselle ehdotukselle, jotta kaikki ehdotukset ehditään käymään määräajassa lä-pi. Aivoriiehen tekemisessä tavoitteena on esittää ehdotukset nopeasti ja pysyä ai-heessa. Ensimmäisenä on hyvä esittää helpoimmat ehdotukset, eikä itsestäänsel-

vyyksien tai ehdotusten toistamista tarvitse vältellä. Ehdotusten yhdistäminen ja muiden ehdotusten paranteleminen ovat myös sallittuja toimenpiteitä. Hyvän ai-voriin tuloksena saadaan suuri määrä toteutuskelpoisia ehdotuksia. /13/

2.2.4 Syy-seuraus-kaavio

Prosessissa esiintyvien ongelmakohtien juurisyiden selvittämisessä käytetään apuna Kaoru Ishikawan luomaa syy-seuraus-kaaviota. Kaavio muistuttaa muodoltaan kalanruotoa ja sitä usein kutsutaankin kalanruotokaavioksi. Muita nimityksiä kaaviolle ovat juurisyysanalyysi ja Ishikawa-diagrammi. /14/

Syy-seuraus-kaaviota tehdessä ongelmakohta sijoitetaan ensimmäisenä kaavion selkäruodon oikeaan pätyyn. Tärkeimmät tekijäryhmät sijoitetaan selkäruodosta lähteviin haaroihin. Yleisimpiä tekijäryhmiä ovat Materials (materiaalit), Machines (koneet), Manpower (työvoima tai ihmiset) ja Methods (menetelmät). Lisäksi on olemassa kaksi tarvittaessa lisättävää tekijää: Mother nature (ympäristö) ja Measurement (mittaus). Näitä kuudesta tekijästä koostuvia syy-seuraus-kaavioita kutsutaan nimellä 6 M. Tekijäryhmiin vaikuttavia asioita käydään läpi aivoriin avulla ja ne merkitään kaavioon haarautuviksi ruodoiksi. Perimmäisten juurisyiden selvittämiseen käytetään apuna 5 kertaa miksi-tekniikkaa (**Kuva 9**). /14/



Kuva 9. Syy-seuraus-kaavion rakenne. /14/

2.2.5 5 kertaa miksi

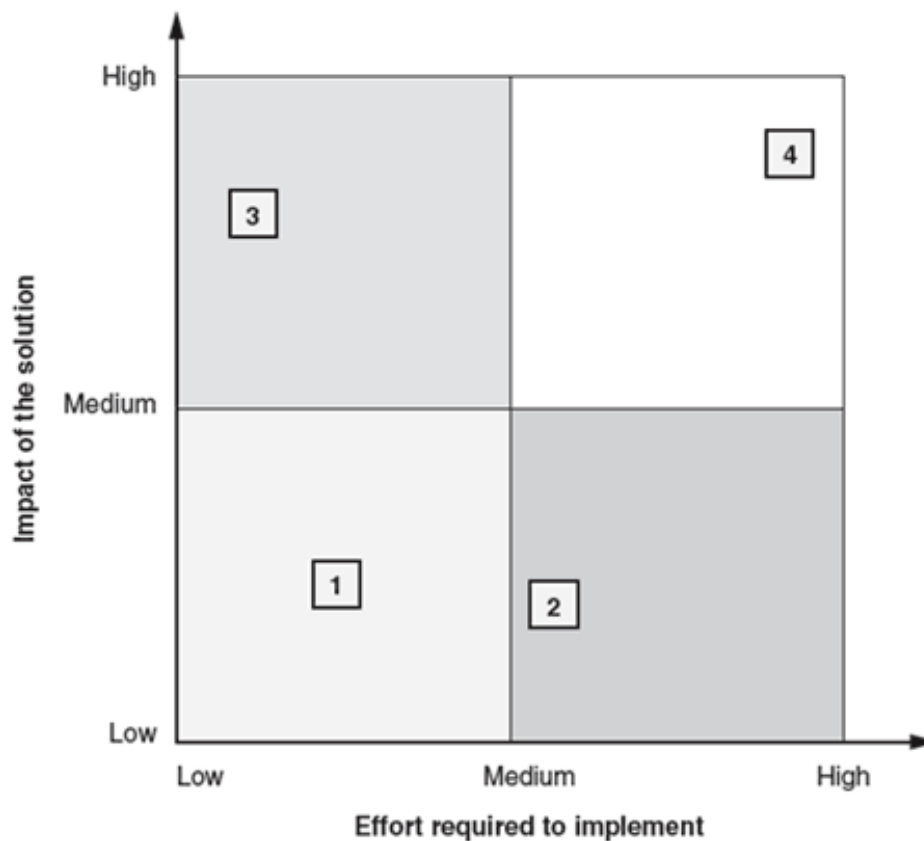
5 kertaa miksi-tekniikkaa käytetään juurisyyanalyysin työkaluna. Ongelmatilanteessa ensimmäisenä havaittu syy ei välttämättä ole juurisyy, vaan sen selvittämiseksi on esitettävä kysymys miksi niin monta kertaa, kunnes vastaukseksi saadaan juurisyy. Tekniikka perustuu filosofiaan, jonka mukaan ongelman avulla voidaan tunnistaa juurisyyt. Näiden korjaamiseen tulee keskittyä itse aiheutuneen ongelman korjaamisen sijaan. /13/

5 kertaa miksi-tekniikan toteutuksessa jaetaan resurssit siten, että yksi jäsen esittää tärkeimmät juurisyyt muille ryhmän jäsenille, toiselle jäsenelle annetaan tehtäväksi pohtia keinoja juurisyyyn korjaamiseksi ja kolmannelle jäsenelle annetaan tehtäväksi pohtia keinoja juurisyyyn estämiseksi. Juurisyyanalyysin päätteeksi sovitetaan jokaiselle annetulle tehtävälle vaadittu valmistumispäivä ja kirjataan ylös juurisyyanalyysiin päivämäärä sekä osallistujien nimet. /13/

2.3 Impact Effort Matrix

Toteutettavien ratkaisumallien valintaan käytettävää menetelmää kutsutaan englannin kielessä nimellä Impact Effort Matrix. Suoraan käännettynä tämä tarkoittaa vaikutus-vaivannäkömatriisia. Matriisin rakentaminen aloitetaan esittämällä vaakakselilla ratkaisun toteuttamiseen vaadittavan vaivannäön määrä ja pystyakselilla ratkaisusta saadun hyödyn määrä. /15/

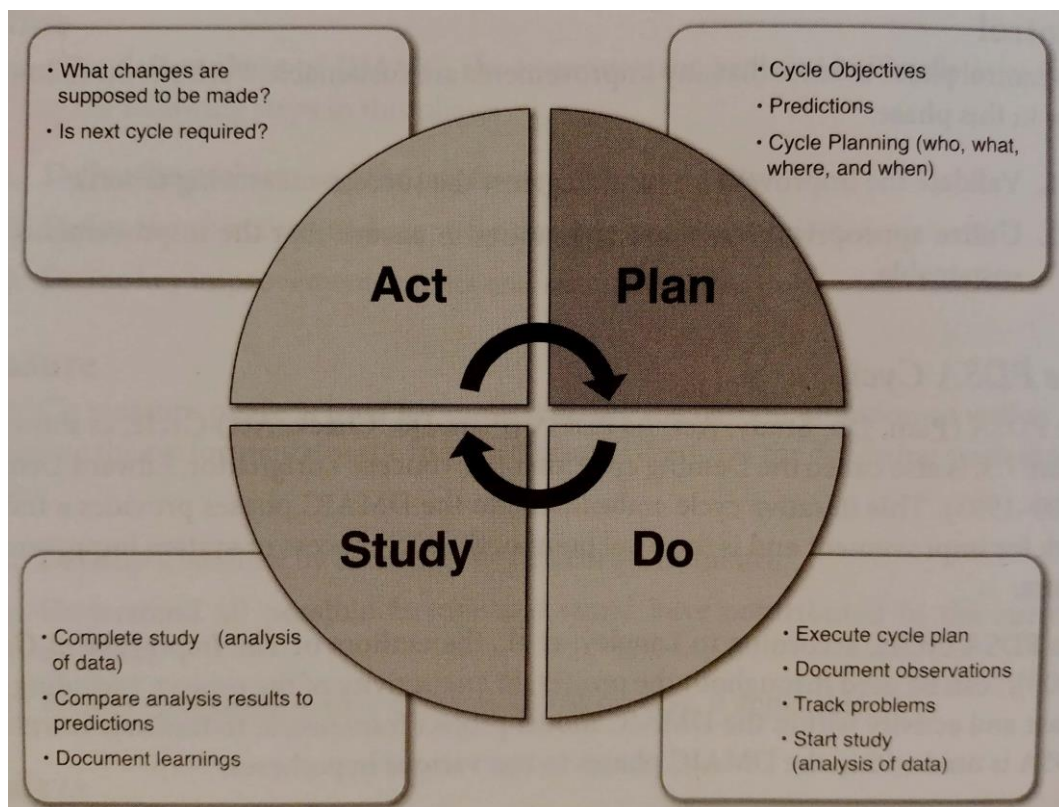
Akseleiden muodostama alue jaetaan neljään osaan ja ratkaisumallit sijoitetaan näihin osiin. Matriisin vasemmassa yläkulmassa sijaitsevat ratkaisut ovat tuottavimpia ja niiden toteuttamista harkitaan ensimmäisenä. Kuvassa 10 on esitettyä mallitapaus vaikutus-vaivannäkömatriisista. /15/



Kuva 10. Mallitapaus vaikutus-vaivannäkömatriisista. /15/

2.4 PDSA

PDSA (Plan, Do, Study, Act) -sykliä käytetään prosessin kehittämisen useissa vaiheissa ja sitä kutsutaan myös PDCA-sykliksi tai Demingin sykliksi, joka on nimetty käsitteen luojaan W. Edwards Demingin mukaan. W. Edwards Demingin kirjassa ”*Out of the crisis*” kerrotaan kuitenkin syklin juontavan juurensa Shewhartin syklistä, joka on nimetty Walter A. Shewhartin mukaan. Deming käytti syklistä kyseistä nimeä, mutta Japanissa alettiin tästä huolimatta käyttämään Demingin sykli -nimitystä. Kuvassa 11 on esitettynä PDSA-sykli ja askeleiden sisältämät toiminnot. Sykli koostuu neljästä askeleesta: plan (suunnittele), do (toteuta), study (tutki) ja act (seuraavan toimenpiteen päättäminen tuloksien perusteella). PDSA-sykliä voidaan käyttää DMAIC-työkaluun sulautettuna missä tahansa vaiheessa hypoteesien testaamiseksi. /9, 16/



Kuva 11. PDSA-sykli ja sen sisältö. /9/

PDSA-syklin suunnitteluvaiheessa tunnistetaan kehitysmahdollisuudet, syklin tavoitteet ja miten niihin voitaisiin päästä. Suunnitelmaa tehtäessä myös ennusteen kirjaaminen on olennaista, jotta kehitettävän prosessin luonteesta opittaisiin mahdollisimman paljon. Suunnitelmaan sisältyy myös toimenpiteiden kohdistaminen henkilöille, minkä syklin vaiheen aikana toimenpiteet suoritetaan ja missä toimenpide suoritetaan. Toteutusvaiheessa toteutetaan edellisessä askeleessa suunnitellut toimenpiteet pienessä mittakaavassa. Toteutuksen aikana kerätään syklin suorittamisesta tehdyt havainnot ja toteutuksen päätyttyä tehtyjä havaintoja käydään läpi. Kehitystiimiltä kerätään ja dokumentoidaan toteutuksesta saatu palaute ja kootaan tarpeen vaatiessa useista tutkimuksista saadut tulokset yhteen. Saadut tulokset lajitellaan seuraavaa askelta varten. /9/

Tutkimusvaiheessa kerätty tieto analysoidaan ja tehdään päätelmät, joita verrataan ensimmäisessä vaiheessa tehtyihin ennusteisiin. Viimeisessä vaiheessa tulokset käydään läpi kehitystiimin kanssa ja päätetään, tarvitseeko nykyinen malli vielä

muutoksia. Jos malli tuotti tavoitteen mukaiset tulokset, päätetään prosessiin tai järjestelmään tehtävistä muutoksista ja toteutetaan malli suuremmassa mittakaavassa. Jos malli ei tuottanut haluttua lopputulosta, korjataan malli ja suoritetaan PDSA-sykli vielä uudestaan. /9/

2.5 Sovellussuunnittelu

ABB Oy:n Motors and Generators Vaasan yksikön suunnittelussa toimivista osastoista sovellussuunnittelun vastuualueita ovat:

- tilattujen moottoreiden teknisen toteutettavuuden tarkastaminen ennen tilauskohtaista suunnittelua
- tuotantoon menevien moottoreiden tilauskohtainen suunnitteleminen täyttämällä kaikki lait ja säädökset
- kaupanmuutoksiin liittyvä suunnittelu
- tilauksiin liittyvien dokumenttien toimitus ja tilausten jälkeisiin teknisiin kysymyksiin vastaaminen.

Sovellussuunnittelu on jaettu kahteen työskentelyryhmään: sähkösuunnitteluun ja mekaniikkasuunnitteluun. Sähkösuunnittelun vastuualueita ovat tilauskohtaisten käämien suunnittelu, vahvennetulla eristyksellä olevien vakiokäämien automaattinen valikoituminen moottorin rakenteelle, arvo- ja lisäkilpien suunnittelu, koestustietojen täyttäminen, tilauksiin liittyvän dokumentaation laatiminen sekä teknisiin kysymyksiin vastaaminen. Mekaniikkasuunnittelun vastuualueita ovat mittapiirustusten laatiminen, moottorin osista koostuvien moduulien luominen ja niiden automaattinen valikoituminen rakenteelle, erikoissuunnittelua vaativien rakenteiden suunnittelu ja teknisiin kysymyksiin vastaaminen. /17/

2.5.1 Sähkösuunnittelussa käytettävät tietokonesovellukset

Työn kannalta olennaisimmat sähkösuunnittelussa käytettävät tietokonesovellukset ovat toiminnanohjausjärjestelmänä käytettävä SAP ERP, tilaustenhallintajärjestelmänä käytettävä OMS ja arvokilpien suunnitteluun käytettävä selainpohjainen ElApp. Arvokilpeen liittyvien leimauksien laskennassa käytetään ADEPT-sovellusta ja leimausrivien hallintaan selainpohjaista Epid-sovellusta. Sähkösuun-

nittelussa käytetään monia muitakin sovelluksia, joita ei kehityskohteiden rajauksen vuoksi esitellä.

SAP ERP, johon viitataan jatkossa lyhyesti SAP-nimellä, käytetään tilattujen moottoreiden rakenteiden tarkasteluun, koekenttäohjeistuksien tekemiseen ja tuotantoon menevien moottorien osaluettelon sekä muun dokumentaation kirjaamiseen. Tilauksia suunniteltaessa tilaukset näkyvät taulukkomaisesti esitettynä SAPissa. Tilaukset sisältävät yhden tai useamman rivin, joilla erotellaan tilauksella eri ominaisuuksia sisältävät tuotteet. Rivi voi sisältää yhden tai useamman valmistettavan moottorin, jotka ovat rakenteeltaan identtisiä, lukuun ottamatta sarjameriä, numeroriippuvaisia leimauksia ja sertifiointeja. Lisäksi SAP toimii tilattujen arvokilpitietojen siirtymisreitteinä OMSista ElAppiin. OMSia käytetään pääasiassa tilausten käsittelyssä, mutta myös sähkösuunnittelussa sitä käytetään tietojen oikeellisuuden tarkistamiseen epäselvissä tilanteissa. Tilaukseen liittyvät tiedot syötetään tilausten käsittelyn toimesta OMSiin, josta tiedot siirtyvät sovellussuunnittelussa käytettävään SAPIin.

2.5.2 Varianttikoodit

Sovellussuunnittelussa asiakkaan tilaamalle moottorille tehdään sähköiseen tai mekaaniseen rakenteeseen liittyviä muutoksia, joiden tulee täyttää asiakkaan vaatimukset. Rakennemuutosten lisäksi moottoreille voidaan tilata asiakkaan haluamia leimauksia arvo- ja lisäkilville, tilaukseen liittyvää dokumentaatiota sekä tilatun moottorin koestamista. Rakennemuutokset, kilpimuutokset, dokumentaatiot ja koestukset pöytäkirjoineen tilataan varianttikodeilla, joista osa vaatii asiakkaan tekemään tarjouspyynnön myyntiyhtiölle. Varianttikoodien toteuttamista varten sovellussuunnittelulla on käytössään sisäinen ohjekanta, joka sisältää dokumenttina varianttikoodikuvauksen sitä vaativille varianttikodeille. Lisäksi joillekin varianttikodeille on olemassa erilliset tapauskohtaiset ohjeistuksensa.

Mekaaniseen rakenteeseen tehtäviä muutoksia voivat olla esimerkiksi käämityksen lämmitysvastukset, ruostumattomat/haponkestävät ruuvit, eristetyt laakerit tai EMC-kaapelin läpiviennit. Suurin osa mekaniikkasuunnittelua vaativista varianttikodeista on automatisoitu, jolloin rakenteelle valikoituu oikeat osat valmiiksi.

Sähköiseen rakenteeseen tehtäviä muutoksia ovat erikoiskäämit, joita tilataan esimerkiksi vahvennetulla eristyksellä, eri jännite-, taajuus- ja kytkentäyhdistelmille sekä matalan nimellisvirtaan suhteutetun käynnistysvirran (I_s/I_n) saavuttamiseksi.

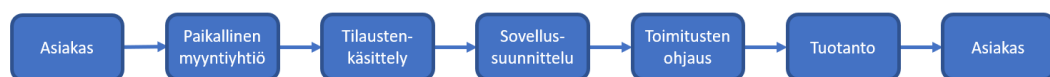
Eniten sähkösuunnittelua vaativat arvo- ja lisäkilpivarianttikoodit. Arvokilvelle tehtäviä muutoksia ovat esimerkiksi jännitteen, taajuuden tai tehon uudelleenleimaaminen jatkuvalla käytöllä (VC+002). Lisäkilpiä ovat esimerkiksi arvokilpi taajuusmuuttajakäyttöön (VC+163), tunnistenumerokilpi (VC+126) ja voitelukilpi (VC+795). Arvokilpien leimausrivit voidaan myös tilata täyttämään aluekohtaisia vähimmäisenergiatehokkuussäädöksiä (VC+509, VC+011, VC+540). Tilatun moottorin koestuksiin liittyvien varianttikoodien suunnittelu on sähkösuunnittelijan vastuulla. Koestuksina voidaan tilata esimerkiksi yhden moottorin lajikoestus pöytäkirjoineen (VC+146) tai ylijännitekoestus (VC+562).

3 SÄHKÖSUUNNITTELUN NYKYINEN AUTOMATISOINTITIASO JA SEN ANALYSOINTI

3.1 Sovellussuunnitteluprosessi

Sähkösuunnitteluprosessin kehittäminen aloitettiin teoriassa esitetyn DMAIC-mallin määrittele-vaiheen mukaisesti prosessien ymmärtämiseen vaadittavasta nykyisen prosessin mallintamisesta. Teorian pohjalta katsottuna, prosessin mallintamisen ensimmäisenä askeleena olisi ollut prosessikartan mallintaminen, jonka jälkeen ydinprosesseista olisi tehty karkea kuvaus. Tässä tapauksessa mallinnuksessa riitti pelkästään kehityskohteena olevan ydinprosessin ja sen vaiheiden tunnistaminen. Syitä tähän olivat mallin rajausta ja kehityskohteen riippumattomuus muista ydinprosesseista.

Mallinnettava ydinprosessi oli tilaus-toimitus-prosessi, jonka yhtenä vaiheena kuvattun sovellussuunnitteluprosessin sisältämien osaprosessien kehittämiseen tässä työssä keskityttiin (**Kuva 12.**). Tämän jälkeen prosessin mallintamisen teoriaan pohjautuen sovellussuunnitteluprosessista luotiin karkea kuvaus, jossa kuvattiin prosessin sisältö. Mallinnuksessa edettiin syötteiden, tuotosten, resurssien ja rajapintojen tunnistamisesta prosessin sisäisiin toimintoihin, joita ovat päätehtävä, tuotava lisäarvo, osatehtävät ja päätökset.



Kuva 12. Sovellussuunnittelun sijainti tilaus-toimitus-prosessissa.

Sovellussuunnitteluprosessin karkeassa kuvauksessa tilausten käsittelystä saadaan syötteenä tilaus, joka sisältää asiakkaan vaatimat ominaisuudet ja dokumentit tilatulle moottorille. Tähän saakka tekninen toteutettavuus on käyty jo useasti läpi ja moottorin suunnittelun pitäisi onnistua ongelmitta. Sovellussuunnitteluprosessin tuotoksena saadaan toiminnanohjausjärjestelmään suunnitellun moottorin osaluetelo ja tilaukseen liittyvät dokumentit, jotka vastaavat ominaisuuksiltaan asiakkaan tilaamaa. /17/

Prosessin päätoimintoina tilauksen tekninen toteutettavuus tarkistetaan vielä keran, tehdään sähkö- ja mekaniikkasuunnitteluun liittyvät mahdolliset muutokset ja tuotetaan tilaukseen liittyvät dokumentit. Asiakkaalle tuodaan lisäarvoa muuttamalla vakiorakenteinen moottori ominaisuuksiltaan asiakkaan vaatimuksien mukaiseksi. Resursseina prosessissa käytetään myyntiyhtiöstä, tilausten käsittelystä, asiakastuesta ja projektinhallinnasta saatuja tietoja. Asiakasrajapintana epäselvien tapauksien selvittämiseksi toimii asiakaspalveluspecialisti, jonka kautta suunnittelija voi välittää tiedon myyntiyhtiölle ja asiakkaalle. Sovellussuunnittelun ja tuotannon välillä rajapintana toimii tuotannon työntekijät tuotannossa havaittujen suunnitteluun liittyvien epäselvyyksien selvittämiseksi. /17/

Sovellussuunnitteluprosessin osatehtävät ovat kuvattuna liitteessä 1 esitetyssä uimaratakaaviossa. Päätöksiä prosessissa tekevät suunnittelija, tiiminvetäjä ja suunnittelun päällikkö. Kuvassa 13 on esitettyä suunnitteluprosessin karkea kuvaus. /17/



Kuva 13. Sovellussuunnitteluprosessin karkea kuvaus.

3.1.1 Sovellussuunnittelun työnkulku

Sovellussuunnitteluprosessin yksityiskohtaisempaan kuvaukseen siirryttäessä kuvattiin prosessissa suunnittelijan tekemiä toimenpiteitä tilauksia suunniteltaessa.

Tilauksen saapuessa sähkösuunnittelijalle suoritetaan tilaukselle liitteen 1 uimarakaavion mukaiset toimenpiteet. Sovellussuunnittelun työkulusta olisi voitu mallintaa myös yksinkertaisempi teoriaosuudessa esitellyn vuokaavion mukainen kuvaus, mutta uimarakaaviokuvauksen roolitus soveltuu paremmin kyseisen prosessin yksityiskohtaiseen kuvaamiseen. /17/

Sovellussuunnittelun työkulun ensimmäisessä vaiheessa sähkösuunnittelija siirtää tilauksen omaan työjonoonsa ja aloittaa suunnittelutyön käymällä läpi sähkömoottorille tilatut varianttikoodit. Ensimmäisenä tarkastetaan, sisältääkö tilaus erikoiskäämityksen vaativaa varianttikoodia. Tilauksen sisältäessä erikoiskäämi-varianttikoodin selvitetään, löytyykö kannasta laskelmaa, joka täyttää tilatun erikoiskäämin vaatimukset. Jos olemassa olevaa laskelmaa ei löydy, sellainen luodaan ja lisätään tilaukselle.

Rakenteellinen suunnittelutyö suoritetaan SAPin avulla, joka valikoi moottorille tilatun erikoisrakenteen mukaiset osat käyttämällä annettuja määrittelyjä ja valikoitumissääntöjä. Erikoiskäämeistä vakiokäämityksen pohjalle tehdyt vahvennetulla eristyksellä olevat käämit valikoituvat rakenteelle, jos laskelma on olemassa. Muussa tapauksessa laskelma täytyy vaihtaa käsin tilauksen ominaisuuksista.

Erikoiskäämityksen tarkastamisen jälkeen tarkastetaan tilauksen mekaaninen rakenne. Tilaus ohjataan mekaniikkasuunnitteluun, mikäli rakenteelta puuttuu moduuleja tai vaatii muuten mekaanista suunnittelua. Syitä tälle ovat valikoitumissäännön puuttuminen, moduulin puuttuminen ja tarjouksella tilattu erikoisrakenne. Sähkösuunnittelijakin voi täydentää mekaanista rakennetta, mikäli tilaukselle löytyy samankaltainen mallitapaus.

Mekaanisen rakenteen ollessa kunnossa luodaan tilauksesta SAPIin osaluettelo tuotantoa varten. Sähkösuunnittelija tarkistaa arvokilven, luo mahdolliset lisäkilvet ja tekee muut tarvittavat muutokset käyttäen ElAppia. Rakenteen ja arvokilven lisäksi on vielä tarkistettava, onko kaupalle tilattu moottorin koestus. Osassa koestustapauksista sähkösuunnittelija ohjeistaa koekentälle, miten ja millä sähköisillä arvoilla moottori koestetaan.



3.1.2 Arvo- ja lisäkilville leimattavien tietojen nykyinen kulkuprosessi

Sovellussuunnitteluprosessin mallintamisesta siirryttiin seuraavaksi työtä koskevan osaprosessin yksityiskohtaiseen mallintamiseen. Sähkösuunnittelua eniten vaativa kohdeluokka on moottoreihin kiinnitettävät arvo- ja lisäkilvet, joiden automatisointitason kehittämiseen tässä työssä keskityttiin. Kilville leimattavat tiedot syötetään ensin tilaustenkäsittelijän toimesta OMSiin. Kuvassa 14 on esitettyinä osa tiedoista, joita OMSiin syötetään varianttikoodia 002 ja 004 tilattaessa.

Variant code [002] take input data [Altitude 0-4500]:	1000
Variant code [002] take input data [Ambient Temp -55-80]:	55
Variant code [004] take input data [Free text information (12 char)]:	9032552-03
Variant code [002] take input data [Calculation/datasheet reference]:	380VY 50Hz 7,5kW iE3

Kuva 14. Varianttikoodien 002 ja 004 tietojen syöttäminen OMSiin.

Kuvassa 14 olevista kentistä kaksi ensimmäistä ovat sellaisia, joille on varattuna oma paikka viestissä, jolla tilauksen tiedot siirretään OMSista SAPIin. Tällöin tiedot ovat eriteltyinä omiin kenttiin SAPIssa (**Kuva 15.**). Kuvan 14 kahden viimeisen kentän tiedot sijoittuvat OMSista SAPIin siirtyvässä viestissä samaan paikkaan vapaan tekstin kanssa, joka sisältää myös moottorin tyyppimerkinnän ja tilatut varianttikoodit. SAPIssa nämä tiedot esitetään vapaalla tekstillä niihin liittyvien varianttikoodien lisätietoina, eikä tietoja ole eritelty kenttiin (**Kuva 16.**).

MC_AMBIENT_TEMP_OMS	AMB. +55°C	
MC_ALTITUDE_OMS	01000	

Kuva 15. Ympäristön lämpötila ja merenpinnan yläpuolinen asennuskorkeus sijoittuvat SAPIssa omaan kenttään.


```

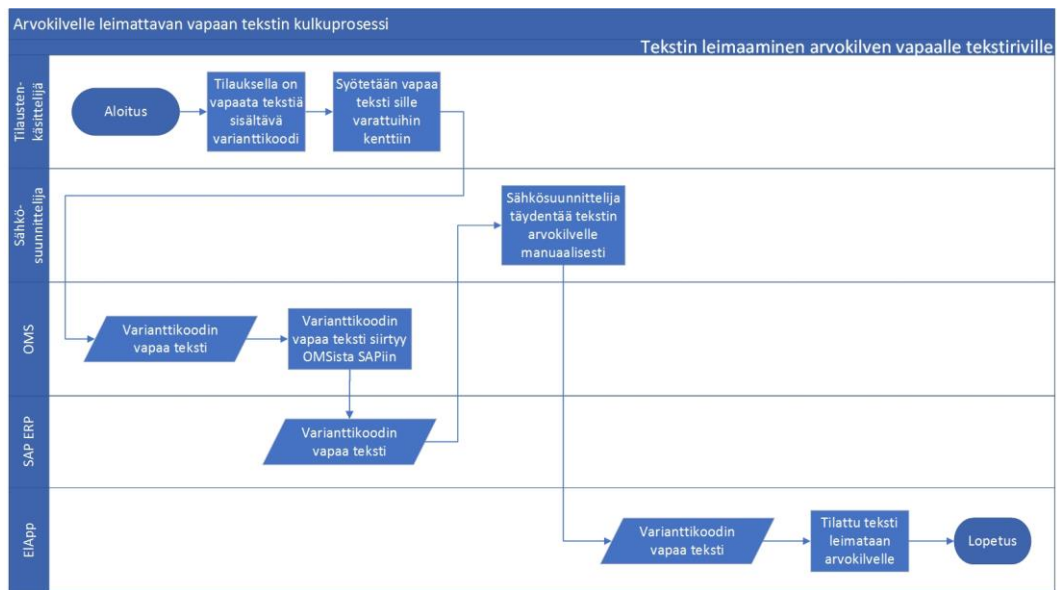
1 | BASIC CODE AND VARIANT CODES Texts
2 | -----
3 |
4 | Basic code: 3GBP132270-BCK - M3BP 132SMG 4
5 | Variant codes:
6 | 002 - Restamping voltage, frequency and output, continuous duty. Additio
7 | nal Information :380VY 50Hz 7,5kW iE3
8 | 004 - Additional text on std rating plate (max 12 digits on free text li
9 | ne). Additional Information :9032552-03
10 | 417 - Vibration acc. to Grade B (IEC 60034-14).
11 | 148 - Routine test report.
12 | 114 - Special paint color, standard grade Colour :NCS S 3560-R75B

```

Kuva 16. Tilauksen tiedot vapaalla tekstillä SAPissa.

Tilatun moottorin ominaisuudet määräytyvät tuotekoodin ja tilattujen varianttikoodien mukaan. Arvokilpien leimausarvot puolestaan määräytyvät moottorin ominaisuuksien ja OMSista saatujen leimaustietojen mukaan. SAPista tiedot lähetetään ElAppiin, joka luo kilvet automaattisesti saatujen tietojen perusteella. Kaikissa tapauksissa tätä prosessia ei kuitenkaan vielä ole saatu automatisoitua, johon muun muassa tietojen sijainnista vapaalla tekstillä kentän sijaan, järjestelmästä puuttuvista leimaustiedoista sekä teknisen toteutettavuuden tarkistamisen tarpeesta.

Sähkösuunnittelija voi luoda tarvittavan leimausrivin Epidillä, jos sellaista ei vielä ole olemassa. Sähkösuunnittelijan saadessa kilpien suunnittelun valmiiksi, ElAppista lähtee viesti SAPIin arvokilven lukituksen avaamisesta ja tietyistä arvokilvellä olevista arvoista. Kilpien siirtyessä leimattavaksi ElApp lähettää niistä kuvat OMSiin myyntiyhtiön tarkasteltavaksi. Kuvassa 17 on esitettyä uimaratakaavio tilanteesta, jossa sähkösuunnittelijan täytyy manuaalisesti lisätä arvokilvelle SAPIin vapaalla tekstillä olevia tietoja.



Kuva 17. Uimaratakaavio vapaan tekstin leimaamisesta arvokilvelle.

3.2 Vuonna 2018 sähkösuunnitteluun ohjautuneet kaupat

Prosessin mallintamisen jälkeen jatkettiin DMAIC-mallin määrittele-vaiheen muihin toimenpiteisiin. Ongelmaksi määrytyi Leanin teoriassakin esitetty hukan muodostuminen turhasta työntekijöiden ja suunnittelutyössä käytettävien työkalujen kuormittamisesta, jotka johtuvat automatisaation puutteesta. Ongelman tunnistamiseen käytettiin mittarina läpimenoaikaa ja sähkösuunnitteluun ohjautuvien tilausten määrää, jotka myös toimivat kehitystoimenpiteiden onnistumisen mittarina. Jos läpimenoaikaa ja sähkösuunnitteluun ohjautuvien tilausten määrää saadaan vähennettyä edes jonkin verran, on lyhyen aikavälin tavoitteeseen päästy. Kehitysmahdollisuudet tunnistettiin siitä, että osa sähkösuunnittelua vaativista toimenpiteistä on jo automatisoitu, eikä automatisointitason kasvattamiselle pitäisi olla mitään esteitä. Kehitysalueen rajaaminen oli osittain suoritettu jo toimeksiantajan toimesta sähkösuunnitteluun, mutta analyysivaiheessa tarkoituksena oli rajata kehitysaluetta tarkemmaksi tiettyihin varianttikodeihin kohdistuen.

DMAIC-mallin mittaa-vaiheessa tilanteen syntyyn vaikuttavien tekijöiden määrittämiseksi kerättiin SAPista rivit, joiden suunnittelu oli aloitettu tai päätetty vuoden 2018 aikana. Lajittelu tehtiin ensin syykoodien mukaan ja tämän jälkeen siirryttiin tarkempaan lajitteluun arvo- ja lisäkilpiin liittyvien varianttikoodien mu-

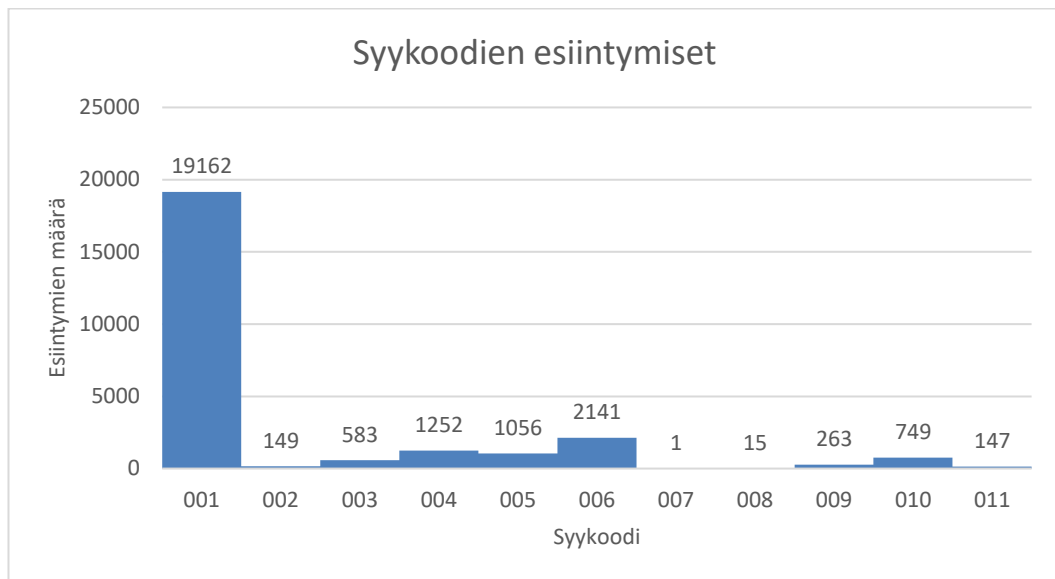
kaan. Vuonna 2018 suunnitteluun ohjautui 25 518 riviä, joista 3 900 riviä vaati mekaniikkasuunnittelijan käsittelyä. Todellinen mekaniikkasuunnittelun määrä on kuitenkin suurempi, koska osa mekaniikkasuunnittelusta voidaan tehdä sähkösuunnittelijan toimesta.

3.2.1 Syykoodit

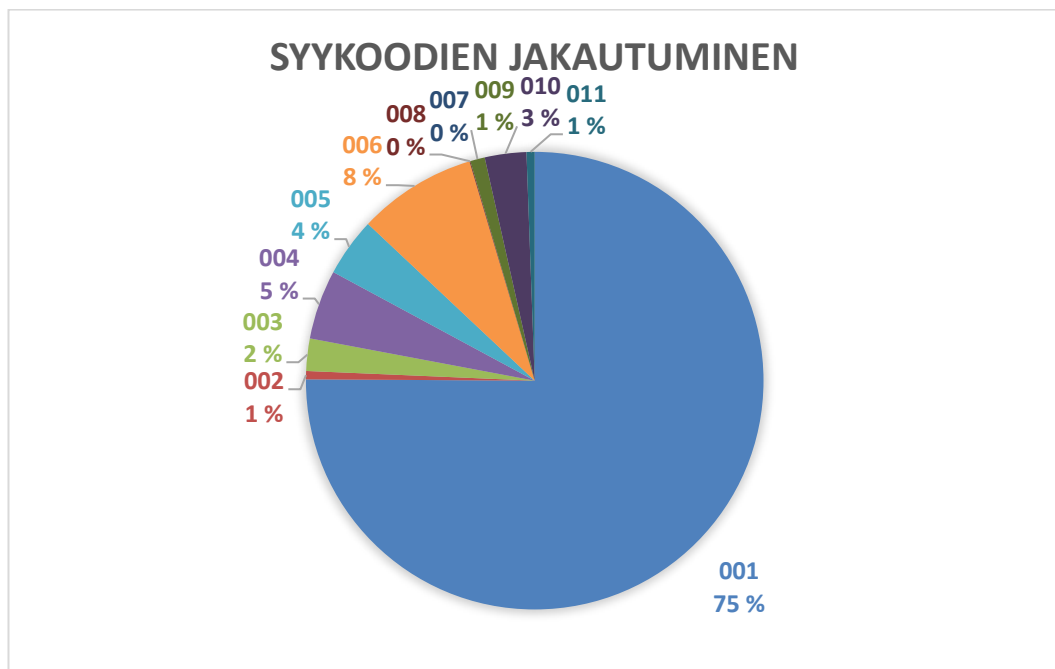
Tilauksen ohjautuessa sovellussuunnitteluun tarvitaan ohjautumissyyin määrittämiseksi syykoodit. Taulukossa 1 on esitettyinä kyseiset syykoodit ja niiden merkitykset. Syykoodien esiintymiset mitattiin nykyisen automatisaation suorituskyvyn mittaamiseksi, joka on yksi DMAIC-mallin mittaa-vaiheen toimenpiteistä. Kerätystä tiedosta muodostettiin palkkikaavio (**Kuva 18.**) ja ympyräkaavio (**Kuva 19.**).

Taulukko 1. Syykoodit ja niiden merkitykset.

Syykoodi	Merkitys
001	Tietyn varianttikoodin takia
002	Pakko-ohjattu
003	Rakenteelta puuttuu moduuleita
004	Arvokilven luonti epäonnistunut
005	001+004
006	001+003
007	003+004
008	001+003+004
009	EIApp status puuttuu
010	Tilattu varianttikoodi 183 - erillispuhallinmoottori
011	Kaupan muutos



Kuva 18. Syykoodien esiintymiset vuonna 2018.



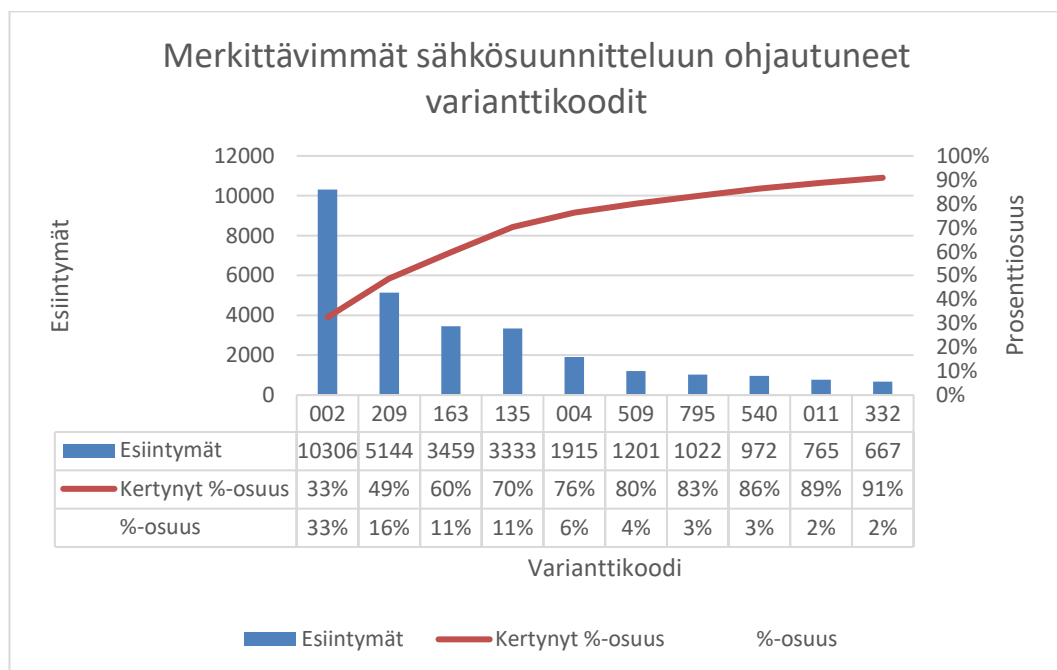
Kuva 19. Syykoodien jakautuminen vuonna 2018.

Kerätystä tiedosta huomattiin, että suurin syy kaupan ohjautumiselle sovellussuunnitteluun oli tietty varianttikoodi, joka on määritelty ohjautumaan sovellussuunnitteluun. Seuraavaksi suurimmat syyt olivat moduulien puuttuminen rakenteelta tietyn varianttikoodin lisäksi sekä arvokilven luomisen epäonnistuminen. Tästä voitiin päätellä, että tällä hetkellä osien ja arvokilpien automatisoinnissa

esiintyy virheitä vähän verrattuna sovellussuunnittelun ohjaaviksi määriteltyjen varianttikoodien määrään. Saatujen tietojen perusteella varianttikoodien automatisointiin keskittyminen todettiin aiheelliseksi.

3.2.2 Varianttikoodien esiintymiset

Kehityskohteiden rajaamista varten kerättyjen varianttikoodien esiintymiset rajattiin arvokilven luontiin vaikuttaviin varianttikodeihin ja varianttikodeihin, jotka ohjautuvat sovellussuunnitteluun sykkoodilla 001. Näistä varianttikodeista suodatettiin pois mekaniikkasuunnittelua mahdollisesti vaativat varianttikoodit. Tuloksena saatiin 38 sähkösuunnitteluun ohjautunutta varianttikoodia. Liitteessä 2 on esitetty kyseisten varianttikoodien esiintymismäärät ja prosenttiosuudet teorioosuudessakin esiteltyä Pareto-kaaviona. Kuvassa 20 on esitetty Pareto-kaavio, jossa on kymmenen merkittävintä sähkösuunnitteluun ohjautunutta varianttikoodia.



Kuva 20. Pareto-kaavio merkittävimmistä sähkösuunnitteluun ohjautuneista varianttikodeista.

Kuvasta 20 voidaan päätellä, että kymmenen yleisintä varianttikoodia kattoi 91 % sähkösuunnitteluun ohjautuneiden varianttikoodien esiintymisistä. Kuusi yleisintä

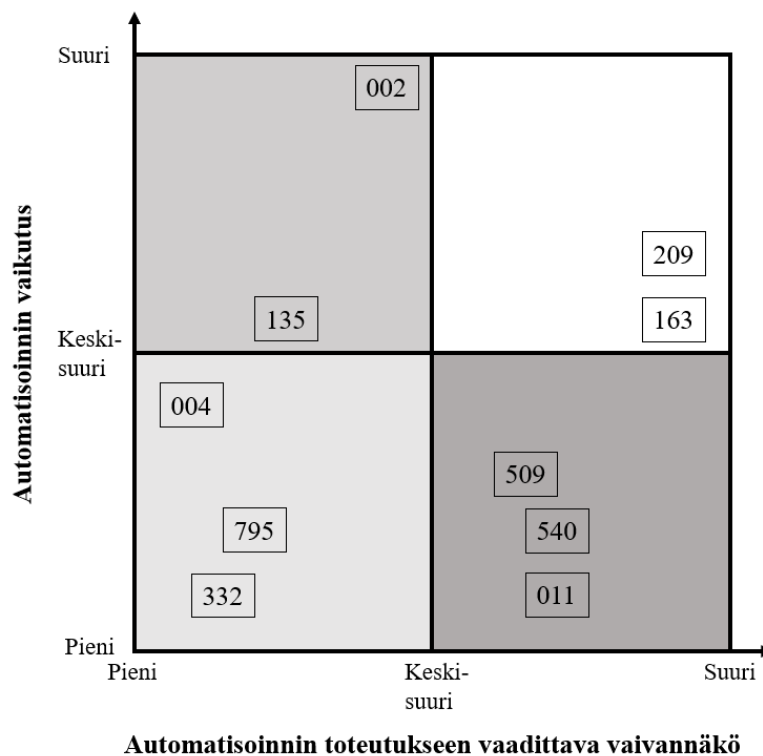
varianttikoodia kattoi 80 % esiintymisistä, jolloin suhteeksi muodostui noin 15,8/80 eli 15,8 % varianttikooeista aiheutti 80 % esiintymistä. Tässä tapauksessa suhde oli siis melko lähellä Pareto-kaavion teoriassa olevaa 20/80 suhdetta. Taulukossa 2 on esitettyä kymmenen merkittävintä sähkösuunnitteluun ohjautunutta varianttikoodia ja niiden merkitykset.

Taulukko 2. Merkittävimmät sähkösuunnitteluun ohjautuneet varianttikoodit ja niiden merkitykset.

Varianttikoodi	Merkitys
002	Jännitteen, taajuuden ja tehon uudelleenleimaaminen, jatkuva käyttö.
209	Erikoisjännite tai taajuus (erikoiskäämitys).
163	Taajuusmuuttaja-arvokilpi. Arvot tarjouksen mukaan.
135	Ruostumattoman lisäkilven asennus.
004	Ylimääräinen teksti vakioarvokilvessä (maks. 12 merkkiä).
509	EISA2007 mukainen hyötysuhde, CC031A leimaus.
795	Voitelukilpi.
540	China Energy Label.
011	CSA Energy Efficiency Verification-mukainen rakenne (sis. koodin 010).
332	Baldor-kataloginnumero leimattuna arvokilpeen.

3.3 Automatisoitavien varianttikoodien valinta

DMAIC-mallin määrittelyosuuden rajaustoimenpidettä varten kehityskohteiden valinta suoritettiin käyttämällä teoriaosuudessa esiteltyä vaikutus-vaivannäkömatriisia. Jokaiselle varianttikoodille määriteltiin vaikutus- ja vaivannäköaste asteikolla 1-3 ja matriisiin sijoittumisien perusteella päätettiin, mitä varianttikooeja otetaan kehityksen kohteeksi. Vaikutusaste määräytyi varianttikoodin esiintymismäärän mukaan ja vaivannäkö automatisoinnin toteutettavuuden mukaan. Kuvassa 21 on esitettyä varianttikoodien sijoittuminen matriisissa.



Kuva 21. Varianttikoodien automatisoinnin vaikutus ja toteutettavuus.

Varianttikooodeilla 209 ja 163 este automatisoinnille oli tarjouksen tarve, jonka vuoksi jokaisella kaupalla varianttikoodien toteutus on tapauskohtainen. Varianttikooodeilla 509, 011 ja 540 tilataan eri alueiden vähimmäisenergiatehokkuussäädökset täyttävät leimausrivit ja lisämerkintöjä arvokilvelle. Lisäksi varianttikooodeilla 011 ja 540 tarvitaan ylimääräisen ohjeistuksen lisäämistä moottorin osalueteloon. Nämä toimenpiteet ovat liian riskialttiita automatisoitavaksi alueellisten vähimmäisenergiatehokkuussäädösten päivittymisen ja monimutkaisen toteutuksen vuoksi. Kehittämiskelpoisiksi varianttikooodeiksi valittiin merkittävimmistä varianttikooodeista jäljelle jääneet vaihtoehdot: 002, 135, 004, 795 ja 332. Näiden varianttikoodien osuudeksi sähkösuunnitteluun ohjautuneista varianttikooodeista muodostui 55 %.

3.4 Automatisoitavien varianttikoodien analysointi

Kehityskohteiden rajaamisen jälkeen siirryttiin DMAIC-mallissa analysoivaiheeseen, jonka tavoitteena oli selvittää tilanteen syntyyn vaikuttavat tekijät ja juurisyys teoriassa esiteltyjen aivoriihen, syy-seuraus-kaavion ja 5 kertaa miksi-

tekniikan avulla. DMAIC-mallissa esitetyn prosessin muuttamisen sijaan keskityttiin prosessin kehittämiseen sen ollessa työn aiheena. Syitä valittujen varianttikoodien automatisoinnin puutteeseen pohdittiin kolmen hengen ryhmässä käyttämällä aivoriihimenetelmää, jonka tulokset kirjattiin 6 M-muotoiseen syy-seurauskaavioon.

Varianttikoodien läpikäyminen tehtiin vaikeusjärjestyksessä helpoimmasta vaikeimpaan, jotta syy-seuraus-kaavion tekeminen tulisi tutuksi vaikeampiin varianttikodeihin siirryttäessä. Automatisoinnin puutteeseen vaikuttavat juurisyyt tunnistettiin käyttämällä 5 kertaa miksi -tekniikkaa. Juurisyyt ja niihin liittyvät tekijät merkittiin syy-seuraus-kaavioon väreillä. Juurisyyden pohjalta jokaisesta varianttikoodista tehtiin ratkaisumallit, jotka toimivat tavoiteprosessin ja DMAIC-mallin kehittä-vaiheen pohjana.

3.4.1 Varianttikoodi 332 - Baldor-kataloginnumero leimattuna arvokilpeen

Baldor Electric Company on ABB:n moottoreita Yhdysvalloissa myyvä yksikkö, joka on osa ABB-konsernia. Maaliskuun 2018 jälkeen Baldor Electric Company sulautettiin ABB:n brändiin, mutta moottoreita myydään vielä Baldor Reliance-tavaramerkillä. Varianttikoodilla 332 tilataan arvokilven vapaalle tekstiriville leimattavaksi moottorityyppiä vastaava Baldor-kataloginnumero (**Kuva 22.**) /18/

Baldor-kataloginnumero leimattuna ensimmäiselle vapaalle tekstiriville →

ABB		ABB Oy, Motors and Generators		Strömbergin puistatie 5 A		65320 Vaasa, Finland		IE3		IEC60034-1	
3- Motor		M3AA 180MLA 6 IMB3/IM1001		2018							
144.2040-1		No. 3G1F1806490015		Ins. cl. F		IP 55					
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty					
690 Y	50	15	987	17.6	0.77	S1					
400 D	50	15	987	30.4	0.77	S1					
660 Y	50	15	985	18.1	0.79	S1					
380 D	50	15	985	31.3	0.79	S1					
415 D	50	15	988	30.1	0.75	S1					
460 D	60	15	1189	27.3	0.75	S1					
EMM18156-APN											
IE3-50Hz-92.0%(100%)-92.6%(75%)-91.9%(50%) / IE3-60Hz-91.7%(100%)											
EEV 26350 NEMA NOMEFF. 91.7% (60Hz)											
Product code 3GAA183410-ADK011332509											
CODE H											
6310-2Z/C3		6209-2Z/C3		175 kg							

Kuva 22. Baldor-kataloginumeron leimaaminen arvokilven vapaalle tekstiriville.

Varianttikoodin tämänhetkisessä toteutuksessa myyntiyhtiön tilaustenkäsittelijä syöttää moottorityyppiä vastaavan Baldor-kataloginumeron OMSiin varianttikoodin kenttään, josta tieto siirtyy edelleen SAPIin tilauksen vapaalle tekstille. Kataloginnumero syötetään käsin sähkösuunnittelijan toimesta arvokilven vapaalle tekstiriville. Molemmissa kataloginumeron syöttämistilanteissa voi tapahtua virhe tai sen tekeminen voi unohtua.

Varianttikoodin ohjautumisesta sähkösuunnitteluun tehtiin aivoriihen tuotoksena syy-seuraus-kaavio, joka on esitetty liitteessä 3. Syy-seuraus-kaaviossa juurisyyt saatiin selville ilman 5 kertaa miksi-tekniikkaa niiden sijaitessa suoraan tekijäryhmissä. Selville saatiin kaksi automatisoinnin esteenä olevaa juurisyytä.

Ensimmäiseksi juurisyyksi määrytyi Baldor-kataloginumerot ja niitä vastaavien moottorityypit sisältävän taulukon puuttuminen sovellussuunnittelusta ja sääntöjen puuttuminen EIAppista varianttikoodiin liittyen.

Toiseksi juurisyyksi selvisi kenttien puuttuminen sovelluksista ja niiden lähettämistä viesteistä. Ensimmäiseen juurisyyhyn liittyvät haarat merkittiin syy-seurauskaavioon sinisellä, toiseen juurisyyhyn liittyvät haarat vihreällä ja molempiin juurisyyhin liittyvät haarat harmaalla. Juurisyyille kehitettiin kaksi ratkaisumallia kehitysvaihetta varten (**Taulukko 3.**).



Taulukko 3. Varianttikoodin 332 automatisoinnin puuttumisen aiheuttaneet juurisyyt ja niiden pohjalta tehdyt ratkaisumallit.

<p>Ensimmäinen juurisyy: ElAppissa ei ole sääntöjä tai Baldor-kataloginumeroita taulukoituna.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tiedustellaan myyntiyhtiöltä taulukkoa, jossa on moottorityypit ja niitä vastaavat Baldor-kataloginumerot. 2. Lisätään myyntiyhtiöltä saatu taulukko ElAppin tietokantaan. 3. Lisätään ElAppiin sääntö, joka hakee taulukosta tilatulle moottorityypille oikean Baldor-kataloginumeron sille varattuun kenttään. 4. Tiedotetaan tilausten käsittelyyn ja sovellussuunnitteluun, että jatkossa moottoreille tulee automaattisesti taulukon mukaiset kataloginumerot varianttikoodilla tilattaessa. 5. Päivitetään varianttikoodikuvaus ja ohjeistus.
<p>Toinen juurisyy: sovelluksista ja niiden lähettämistä viesteistä puuttuu kenttä syötettävälle tekstille.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lisätään SAPIin kenttä Baldor-kataloginumerolle. 2. Lisätään OMSista ja SAPista lähtevälle viestille paikka Baldor-kataloginumerolle. 3. Lisätään ElAppiin sääntö, joka syöttää Baldor-kataloginumerolle varattuun kenttään SAPista lähetetyn tiedon. 4. Tiedotetaan sovellussuunnitteluun varianttikoodin automatisoinnista. 5. Päivitetään varianttikoodikuvaus ja ohjeistus.

3.4.2 Varianttikoodi 795 - Voitelukilpi

Varianttikoodilla 795 tilataan moottoriin kiinnitettäväksi voitelukilpi, joka sisältää laakerityypit, voiteluvälit, rasvan määrän, kierrosnopeuden, ympäristön lämpötilan, asennusasennon, voiteluun soveltuvat rasvatyyppit ja niiden valmistajat. Kuvassa 23 on esitettyä esimerkkitapaus vakioarvoilla olevasta 315-runkokoon valurautamoottorin voitelukilvestä. Tilauksen sisältäessä varianttikoodin, säh-

kösuunnittelija täyttää voitelukilvelle tarvittavat arvot, jotka löytyvät valurautamoottoreille Excel-taulukosta ja alumiinimoottoreille erillisistä dokumenteista. Tietojen ja ohjeistuksien sijainti eri paikoissa aiheuttaa sekaannusta ja varianttikoodin toteuttamiselle ei ole selkeää kuvausta varsinkaan erikoislaakereita tilattaessa. 280-450-kokoisilla valurautamoottoreilla vakioarvoinen voitelukilpi kiinnitetään moottoriin vakiona, koska näille kokoluokille löytyy katalogista voiteluarvot ja voitelukilpi on täten päätetty automatisoida näille kokoluokille.

ABB REGREASING INSTRUCTIONS					
Bearings		6319/C3  6316/C3VL0241			
Amount of grease		55 g  40 g			
Greased in factory with MOBIL UNIREX N2					
Mounting	AMB. temp.	1800 r/min	1500 r/min	1000 r/min	0-900 r/min
Hor	25	5900	7600	11800	12900
Hor	40	2900	3800	5900	6500
Vert	25	2900	3800	5900	6500
Vert	40	1500	1900	2900	3200
Do not exceed the motor max. speed					
The following or similar high performance grease can be used:					
Mobil	Unirex N2 / N3		Shell	Gadus S5 V 100 2	
Total	Multis Complex S2 A		Mobil	Mobilith SHC 100	
Kluber	Kluberplex BEM 41-132		FAG	Arcanol TEMP110	
Regreasing interval in duty hours		1638245-1			
See respective "Motor manual"					

Kuva 23. Esimerkki vakioarvoisesta voitelukilvestä.

Liitteessä 4 esitettyä syy-seuraus-kaaviota tehtäessä toteutettiin juurisyyanalyysi 5 kertaa miksi-tekniikalla ja todettiin, että vakioarvoisen voitelukilven automatisoiminen pienille valurautamoottoreille ja alumiinimoottoreille ei pitäisi olla ongelma. Syy-seuraus-kaaviossa sinisellä merkityt osat voitaisiin korjata noudattamalla taulukon 4 ensimmäiselle juurisyyllle tehtyä ratkaisumallia. Syy-seuraus-kaaviota ja siitä tehtyä juurisyyanalyysia tarkasteltaessa havaittiin myös kolme erikoistapauksista johtuvaa ongelma-kohtaa, jotka merkittiin kaavioon vihreällä värillä.

Pääarvokilvelle normaalia ympäristön lämpötilaa (40 °C) korkeammilla arvoilla tilattaessa myös voitelukilvelle on ohjeistuksen mukaisesti täytetty kyseistä lämpötilaa vastaavat arvot. Tämä tarkoittaisi erittäin suurta määrää rasvausarvoja, sil-

lä ympäristön lämpötilan noustessa 15 °C, voiteluaikaväli puolittuu ja voiteluarvot pitäisi lisätä taulukkoon 15 °C:n välein. Toinen ongelmakohta voitelukilven automatisoinnissa on erikoislaakereiden tilaaminen tarjouspohjaisella VC+999:llä, jolloin ei tiedetä voitelukilvelle syötettäviä arvoja. VC+999:llä voidaan tilata sellaisia muutoksia, joille ei ole olemassa sopivaa varianttikoodia. Kolmas ongelmakohta liittyy myös erikoislaakereihin, sillä näiden voitelulle ei ole olemassa ohjeistusta. Kyseisiin ongelmakohtiin liittyvän toisen juurisyyn pohjalta tehty ratkaisumalli on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Varianttikoodin 795 automatisoinnin puuttumisen aiheuttaneet juurisyyt ja niiden pohjalta tehdyt ratkaisumallit.

<p>Ensimmäinen juurisyy: pienemmille moottoreille ei ole olemassa vakioarvoista voitelukilpeä.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lisätään EIAppiin vakioarvoiset voitelutaulukot myös pienemmille kokoluokille, erikseen valurauta- ja alumiinimoottoreille. 2. Luodaan EIAppiin sääntö, joka syöttää voitelukilvelle vakioarvot, jos moottorille ei ole tilattu erikoislaakereita. 3. Tiedotetaan vakioarvoisen voitelukilven automatisoinnista sovellussuunnitteluun. 4. Päivitetään varianttikoodikuvaus ja ohjeistus.
<p>Toinen juurisyy: korkeammalla ympäristön lämpötilalla tai erikoislaakereita tilattaessa ei tiedetä leimattavia voiteluarvoja.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Täytetään vakiolaakereilla oleva voitelukilpi vakioarvoilla ympäristön lämpötilasta riippumatta, kuten suuremmilla valurautamoottoreilla. 2. Luodaan erikoislaakereille oma varianttikoodinsa ja valinta-automaattiikka. 3. Luodaan voitelutaulukkoon rivit myös erikoislaakereille. 4. Päivitetään EIAppin sääntö tuomaan voiteluarvot myös erikoislaakereilla. 5. Tiedotetaan sovellussuunnitteluun tehdyistä muutoksista. 6. Päivitetään varianttikoodikuvaus ja ohjeistus.

Tällä hetkellä suuremmille valurautamoottoreille tulevilla voitelukilvillä arvot ovat 25 °C:n ja 40 °C:n ympäristön lämpötiloille, riippumatta tilatusta ympäristön lämpötilasta. Samoja arvoja voitaisiin siis käyttää myös pienemmillä valurautamoottoreilla ja kaikilla alumiinimoottoreilla. Tällöin tulisi varianttikoodikuvaus päivittää kyseisen toteutuksen mukaiseksi.

Erikoislaakereilla tilattujen moottoreiden voiteluarvojen päivittämiseksi voitelukilvelle tulisi erikoislaakereiden tilaamisprosessi muuttua. Nykyisen tarjouspohjaisen VC+999:n tilaamisen sijaan erikoislaakerit tilattaisiin omalla varianttikoodillaan, erikoislaakerien valinta suoritettaisiin OMSissa ja erikoislaakerimoduuleille luotaisiin valikoitumissäännöt OMS-tiedon perusteella. ElAppiin lisättäisiin voitelutaulukkoon jokaiselle erikoislaakerilla omat voiteluvälinsä. Kyseisestä toimintamallista olisi myös aikaa säästävää hyötyä, koska nykyisessä tilanteessa laakeritiedot välittyvät arvokilvelle ja voitelukilvelle rakenteella olevan laakerimoduulin perusteella. Moduulin puuttuessa myös laakeritieto puuttuu ja sähkösuunnittelijan täytyy lähettää laakeritieto erikseen SAPista ElAppiin mekaniikkasuunnittelun jälkeen.

3.4.3 Varianttikoodi 004 - Ylimääräinen teksti vakioarvokilvessä (maks. 12 merkkiä)

Asiakkaan halutessa tekstiä leimattavaksi arvokilven vapaalle tekstiriville lisätään tilaukselle varianttikoodi 004 (**Kuva 24.**). Varianttikoodin nykyisessä toteutusprosessissa arvokilven vapaalle tekstiriville haluttava teksti syötetään tilaustenkäsittelijän toimesta OMSiin varianttikoodin vapaalle tekstille, josta tieto siirtyy SAPiin tilauksen vapaalle tekstille. Suunnittelija syöttää tekstin käsin arvokilven vapaalle tekstiriville eli toimenpiteet ovat samat kuin varianttikoodin 332 toteutuksessa.

Varianttikoodista tehty syy-seuraus-kaavio on esitetty liitteessä 5. Arvokilvelle lisättävän tekstin ollessa vapaamuotoista, päädyttiin 5 kertaa miksi-tekniikalla samaan juurisyyhyn, joka on esitelty varianttikoodin 332 toisena juurisyyinä. Juurisyyyn ollessa sama, myös sen pohjalta luotu ratkaisumalli noudattaa samoja toimenpiteitä (**Taulukko 5.**). Ensimmäiseen juurisyyhyn liittyvät haarat merkittiin syy-seuraus-kaavioon sinisellä.



Asiakkaan haluaman tekstin leimaaminen ensimmäiselle vapaalle tekstiriville

Kuva 24. Asiakkaan tekstin leimaaminen arvokilven vapaalle tekstiriville.

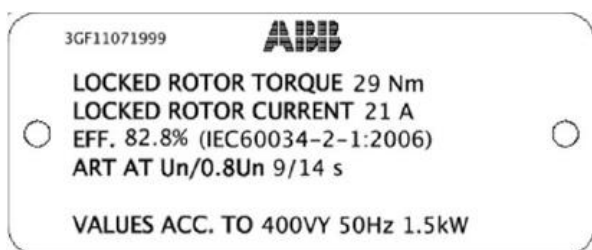
Taulukko 5. Varianttikoodin 004 automatisoinnin puuttumisen aiheuttanut juurisyy ja sen pohjalta tehty ratkaisumalli.

Juurisyy: sovelluksista ja niiden lähettämistä viesteistä puuttuu kenttä tai paikka syötettävälle tekstille.	1. Lisätään SAPIin kenttä tilatulle tekstille.
	2. Lisätään OMSista ja SAPista lähtevään viestiin paikka tilatulle tekstille.
	3. Lisätään EIAppiin sääntö, joka syöttää tekstille varattuun kenttään SAPista lähetetyn tiedon.
	4. Tiedotetaan sovellussuunnitteluun varianttikoodin automatisoinnista.
	5. Päivitetään varianttikoodikuvaus ja ohjeistus.

3.4.4 Varianttikoodi 135 - Ruostumattoman lisäkilven asennus

Varianttikoodilla 135 tilataan lisäkilpi moottorin tuuletinsuojukseen kiinnitettäväksi. Lisäkilvellä on moottorin sarjanumeron ja ABB-logon lisäksi tilaa kuudelle riville, joille voidaan syöttää enimmillään 40 merkkiä riviä kohden. Lisäkilvelle haluttu teksti syötetään tilausten käsittelyn toimesta vapaamuotoisena tekstinä varianttikoodin yhteen tekstikenttään OMSiin, josta teksti siirtyy SAPIin tilauksen vapaalle tekstille. Tämän jälkeen sähkösuunnittelija syöttää tekstin käsin SAPista lisäkilven kenttiin parhaaksi näkemällään tavalla.

Suunnittelua vaaditaan tapauksissa, joissa on tilattu lisäkilvelle leimattavaksi sähköteknisiä arvoja. Näissä tapauksissa arvot ovat saatavilla vain sähkösuunnittelijan käytössä olevan laskentaohjelman avulla. Esimerkkejä leimattavista sähköisistä arvoista on esitettyä kuvassa 25. Leimattavat tekstit voivat olla myös sähköisistä arvoista riippumattomia, kuten tunnistenumeroita. Lisäksi lisäkilpiä tilataan tyhjinä, koska niihin leimattavaa informaatiota ei ole tilausvaiheessa ollut saatavilla. Liitteessä 6 on esitettyä varianttikoodista 135 tehty syy-seuraus-kaavio.



Kuva 25. Esimerkki lisäkilvestä, jolle on leimattu sähköteknisiä arvoja.

Syy-seuraus-kaaviota tehdessä toteutettiin juurisyyanalyysi 5 kertaa miksi-menelmällä, ja sen perusteella päädyttiin juurisyyhyn, johon liittyvät haarat merkittiin syy-seuraus-kaavioon sinisellä. Juurisyyssä prosessi ei salli automatisointia: sovelluksista ja niiden viesteistä puuttuu kenttiä ja varianttikoodin vapaalle tekstille syötettävän tiedon mahdollisen vajavaisuuden takia varianttikoodia ei voida täysin automatisoida.

Varianttikoodi voitaisiin ohjata suunnittelun ohi silloin, kun tilausten käsittelijä on täyttänyt varianttikoodin vapaalle tekstille täydelliset tiedot. Tämä voitaisiin toteuttaa esimerkiksi lisäämällä OMSiin valinta ”Complete information”, jonka perusteella tilaus ohjattaisiin sähkösuunnitteluun. Tilauksen ohjautuessa sähkösuunnitteluun, sähkösuunnittelija voisi lisätä lisäkilvelle vaadittavat tiedot. Varianttikoodin toteuttamisen muuttaminen tällä tavalla lisäisi kuitenkin väärinymmärrysten mahdollisuutta ja ratkaisumallissa tyydyttiin toistaiseksi varianttikoodin ohjautumiseen sähkösuunnitteluun ja lisäkilpitekstien automattiseen täyttymiseen automatiikan avulla. (**Taulukko 6.**)

Taulukko 6. Varianttikoodin 135 automatisoinnin puuttumisen aiheuttanut juurisyy ja sen pohjalta tehty ratkaisumalli.

Juurisyy: nykyinen prosessi ei salli automatisointia. Tilausvaiheessa annettu tieto on vajaata. Sovelluksissa ja niiden lähettämissä viesteissä ei ole eriteltyjä kenttiä/paikkoja tekstille.	1. Lisätään OMSiin ja lähetettävään viestiin kaikille lisäkilven riveille oma kenttä/paikka.
	2. Ohjeistetaan tilausten käsittelyä uusien kenttien käyttämisestä.
	3. Lisätään SAPIin ja lähetettävään viestiin kaikille lisäkilven riveille oma kenttä/paikka.
	4. Lisätään ElAppiin säännöt lisäkilven luomiseksi ja tiedon poimimiseksi viestistä lisäkilven kenttiin.
	5. Tiedotetaan sovellussuunnitteluun varianttikoodin automatisoinnista.
	6. Päivitetään varianttikoodikuvaus ja ohjeistus.

3.4.5 Varianttikoodi 002 - Jännitteen, taajuuden ja tehon uudelleenleimaaminen, jatkuva käyttö

Vaikein automatisoitavista varianttikoodista oli 002, jolla voidaan tilata arvokilvella leimattavaksi uudelleen varianttikoodikuvauksen mukaan jännite, taajuus, teho, ympäristön lämpötila ja merenpinnan yläpuolinen asennuskorkeus. Uudelleenleimattavien leimausrivien tulee olla jatkuvalla käyttötyypillä olevia (S1). Varianttikoodilla tavataan kuitenkin tilata kuvauksen ulkopuolisia leimauksia. Liitteessä 7 esitetyssä syy-seuraus-kaaviossa on merkitty kirjaimilla A-G varianttikoodilla 002 tilattuja arvokilpileimauksia.

Varianttikoodin toteuttamisessa on läsnä samat ongelmat kuin muissakin arvo- ja lisäkilpien manuaaliseen täyttämiseen liittyvissä varianttikoodeissa eli arvoja manuaalisesti täytettäessä voi tulla virheitä tai toimenpiteen tekeminen voi unohtua. Varianttikoodin 002 kuvaus on ajan tasalla eikä aiheuta ongelmia. Kuvassa 26 on esitetty arvokilvella varianttikoodilla 002 tilattavien uudelleenleimausten vaikutuksen alaiset kentät.

V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty
380	Y 50	7.5	1451	15.5	0.82	S1
Un±10%, fn±5%						
IE3-90.4%(100%)-91.7%(75%)-92.3%(50%)						
Product code 3GBP132270-BCK002						

ABB Oy, Motors and Generators
Strömbergin puistotie 5 A
65320 Vaasa, Finland

CE IEC60034-1

3-Motor M3BP 132SMG 4 IMB5/IM3001 2018

1414587-1 A.M.B. +45°C ALT 1500 MASL

No. 3G1F1804476167 Ins. cl. F IP 55

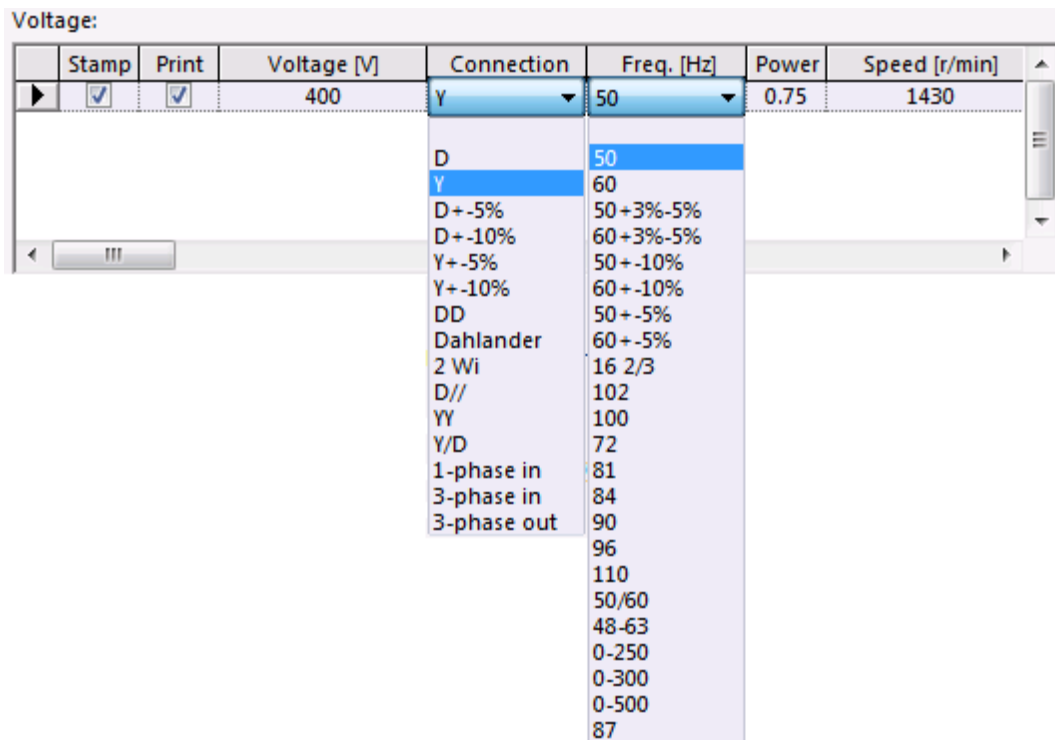
6208-2Z/C3 6208-2Z/C3 81 kg

1) Hyötysuhdeluokka
2) Ympäristön lämpötila

Kuva 26. Varianttikoodin 002 vaikutuksenalaiset kentät arvokilvellä.

Syy-seuraus-kaaviota tehdessä saatiin selville neljä juurisyytä käyttämällä 5 kertaa miksi-tekniikkaa. Ensimmäinen juurisyy liittyi sellaisten leimausten tilaamiseen, jotka eivät sisälly varianttikoodin 002 kuvaukseen. Pääsyyinä tähän oli varianttikoodien puuttuminen kyseisille tapauksille. Ensimmäisen juurisyyn ratkaisumallissa näille tapauksille luotaisiin omat varianttikoodinsa. Ensimmäiseen juurisyyn liittyvät haarat merkittiin syy-seuraus-kaavioon sinisellä värillä.

Juurisyyanalyysin tuotoksena saadussa toisessa juurisyssä todettiin, että jännite- ja taajuustoleransseja tilattaessa sovelluksista ja niiden lähettämistä viesteistä puuttuu kenttä tai paikka toleranssitiedoille. Toiseen juurisyyn liittyvät haarat merkittiin syy-seuraus-kaavioon vihreällä värillä. Leimausrivejä leimattaessa uudelleen, esimerkiksi alennetulla teholla, EIApp valitsee katalogiarvoista poikkeavat aikaisemmin mahdollisesti luodut leimausrivit jännitteen, kytkennän, taajuuden ja tehon perusteella. Ongelmatilanteita kuitenkin aiheutuu, kun varianttikoodilla on tilattu myös jännite- ja taajuustoleransseja. EIApp ei tunnista kytkentää tai taajuutta, jos samaan kenttään on mahdutettu myös jännite- tai taajuustoleranssi. Nykyisessä toteutuksessa toleranssit voidaan valita kuvan 27 esittämällä tavalla tilausta tehtäessä.



Kuva 27. Jännite- ja taajuustoleranssien valinta OMSissa.

Normaalista poikkeavaa ympäristön lämpötilaa (40 °C) tai merenpinnan yläpuolista asennuskorkeutta (1000 MASL) tilattaessa, tiedolle löytyy sovelluksista ja viesteistä kentät sekä säännöt, mutta nämä vaativat sähkösuunnittelijan tarkastelua. Moottorikatalogissa ilmoitetut standarditoleranssit ovat jatkuvasti syötettynä $U_n \pm 5\%$ ja $f_n \pm 2\%$ ja lyhytaikaisesti syötettynä $U_n \pm 10\%$ ja $f_n \pm 3\%$. Näitä arvoja verrattaessa kuvan 27 valintoihin voidaan todeta, että valinnat sisältävät standardiarvot ylittäviä arvoja. /19/

Ympäristöolosuhteille ja toleransseille ei ole määritelty rajoja ja niiden toteutettavuuteen vaikuttaa myös muut arvokilvelle mahdollisesti uudelleenleimattavat arvot. Tällöin sähkösuunnittelijan on tutkittava moottorin lämpenemä ottaen huomioon ympäristöolosuhteiden, toleranssien ja moottorin kuormituksen riippuvuudet toisistaan. Rajojen puuttuminen OMSiin syötettäviltä ympäristön olosuhteilta ja toleransseilta muodostui juurisyyanalyysin avulla kolmanneksi juurisyyksi, jonka osat merkittiin syy-seuraus-kaavioon harmaalla.

Katalogiarvoista poikkeavilla leimausriveillä tarkoitetaan sellaisia leimausrivejä, jotka ovat sähköisiltä ominaisuuksiltaan samanlaiset, mutta esimerkiksi hyötysuhdeluokkaa on haluttu nostaa standardin mukaisten toleranssien sallimissa rajoissa. Näillekään tapauksille ElApp ei tunnista tilattua riviä, koska hyötysuhdeluokalle ei ole luotu tunnistusautomaattia ja ElApp tunnistaa kyseisen leimausrivin identtiseksi katalogirivin kanssa. Jatkuvalle käyttötyypillä olevien leimausrivien lisäksi varianttikoodilla tilataan muitakin käyttötyyppejä, mikä johtuu siitä, että tällaisille yhdistelmille ei ole olemassa varianttikoodia. Tällöinkään sääntö ei osaa tuoda arvokilvelle muita kuin jatkuvalle käyttötyypillä olevia leimausrivejä käyttötyypin tunnistuksen puuttuessa.

Katalogiarvoista poikkeavien leimausrivien ja useiden käyttötyyppien leimaamisessa todettiin juurisyyn olevan sama, eli oman kentän tai automaattin puuttuminen leimausrivikohtaisille hyötysuhdeluokille ja käyttötyypeille. Tämä juurisyyn nimettiin neljänneksi juurisyysiksi ja siihen liittyvät haarat merkittiin syy-seurauskaavioon vaaleansinisellä. Luetelluille juurisyille tehtiin ratkaisumallit, jotka ovat esitettyinä taulukossa 7.

Luoduilla ratkaisumalleilla voitaisiin osaksi automatisoida liitteen 7 syy-seurauskaaviossa esitetyt tapaukset B, C, D ja F, mutta tapauksella G automatisointi olisi liian monimutkaista ja sille täytyisi luoda oma varianttikoodi ja prosessi. Tapauksessa G arvokilvelle leimataan eri ympäristöolosuhteisiin tarkoitettuja leimausrivejä. Esimerkkitapauksessa arvokilvelle voidaan leimata alemmalle teholle suunnattu korkeampi ympäristön lämpötila. Tällöin arvokilven vapaalle tekstiriville lisätään maininta korkeammasta ympäristön lämpötilasta alemmalla teholla.

Taulukko 7. Varianttikoodin 002 automatisoinnin puuttumisen aiheuttaneet juurisyyt ja niiden pohjalta tehdyt ratkaisumallit.

<p>Ensimmäinen juurisyy: varianttikoodilla tilataan kuvauksen ulkopuolisia leimauksia.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Luodaan varianttikoodit tapauksille, jotka eivät sisälly varianttikoodikuvaukseen. 2. Tehdään sovelluksiin tarvittavat muutokset varianttikoodien läpiviemiseksi. 3. Ohjeistetaan tilausten käsittelyä ja sovellussuunnittelua uusien varianttikoodien käytöstä.
<p>Toinen juurisyy: sovelluksista ja niiden lähettämistä viesteistä puuttuu kenttä tai paikka toleranssitiedoille.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lisätään OMSiin ja SAPIin kenttä toleranssitiedoille. 2. Ohjeistetaan tilausten käsittelyä kenttien käytöstä. 3. Lisätään OMSista ja SAPista lähtevään viestiin paikka toleranssitiedoille. 4. Lisätään ElAppiin sääntö, joka syöttää SAPista lähetetyt toleranssitiedot niille varattuihin kenttiin. 5. Tiedotetaan sovellussuunnitteluun toiminnon automatisoinnista. 6. Päivitetään varianttikoodikuvaus ja ohjeistus.
<p>Kolmas juurisyy: OMSiin syötettäville ympäristöolosuhteille ja toleransseille ei ole määritelty raja-arvoja.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lisätään SAPIin toiminto, joka ohjaa tilauksen suunnitteluun, kun ympäristön olosuhteet ylittävät normaalien olosuhteiden arvot tai toleranssit ylittävät standardin mukaiset arvot (tämä toteutetaan, jos varianttikoodi saadaan tulevaisuudessa ohjautumaan sähkösuunnittelun ohji.). 2. Tiedotetaan sovellussuunnitteluun rajojen lisäämisestä. 3. Päivitetään varianttikoodikuvaus ja ohjeistus.
<p>Neljäs juurisyy: leimausrivi-kohtaisille hyötysuhdeluokille ja käyttötyypeille ei ole olemassa omaa kenttää tai automatiikkaa.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lisätään OMSista lähtevään viestiin paikka jokaisen leimausrivin hyötysuhdeluokalle ja käyttötyypille. 2. Lisätään SAPIin kenttä ja lähtevälle viestille paikka leimausrivi-kohtaisille hyötysuhdeluokille ja käyttötyypeille. 3. Lisätään ElAppiin toiminto, jonka avulla leimausriviä valitessa otetaan huomioon myös annettu käyttötyyppi ja hyötysuhdeluokka. 4. Tiedotetaan sovellussuunnitteluun tehdyistä muutoksista. 5. Päivitetään varianttikoodikuvaus ja ohjeistus.

4 KEHITYSEHDOTUS

4.1 Automatisointia varten tehtävät toimenpiteet

DMAIC-mallin kehittä-vaiheen mukaisesti varianttikoodien läpikäymisen jälkeen koottiin juurisyyhin ja niiden pohjalta luotuihin ratkaisumalleihin perustuvat toimenpidelistat, joita noudattamalla varianttikoodien toteuttaminen voidaan automatisoida joko osittain tai kokonaan. Toteuttamisessa tullaan käyttämään teoriaosuudessa esiteltyä PDSA-sykliä, jonka suunnitteluosion tuotosta toimenpidelistat ovat. Toimenpidelistoissa on kuvattuna tehtävät toimenpiteet, missä järjestyksessä toimenpiteet tulee toteuttaa, kuka toimenpiteen tekee, mihin kategoriaan toimenpide kuuluu, mihin työkaluun toimenpide liittyy, toimenpiteen tila ja toimenpiteen tavoite- ja toteutuspäivämäärät.

Toimenpidelistat eriteltiin varianttikodeittain ja joidenkin varianttikoodien kohdalla lista jaettiin kahteen osaan vaihtoehtoisten toteutuksien tai tulevaisuuden käyttöä varten. Aluksi varianttikoodien 004, 135 ja 002 toimenpidelistat laadittiin siten, että vain oikeasti tarkastelua vaativat tapaukset olisi ohjattu sähkösuunnitteluun, mutta kyseisellä toimintatavalla olisi ollut liian suuri riski suunnittelua vaativan kaupan ohjautumisessa sähkösuunnittelun ohi. Näiden varianttikoodien automatisoinnissa tyydyttiin toistaiseksi arvojen automaattiseen syöttämiseen arvoja lisäkilville, josta on tulevaisuudessa hyötyä täyttää automatisointitasoa tavoitellessa. Tuotoksena saadut toimenpidelistat ovat esitettynä liitteissä 8-14 ja toimenpidelistoista koottu Excel-tiedosto toimitettiin toimeksiantajalle.

4.2 Kehitysehdotusten läpikäynti ja niiden vaikutus sähkösuunnitteluun

Automatisoitavien varianttikoodien osuus sähkösuunnitteluun ohjautuvista varianttikodeista oli 55 % ja osittaisella automatisoinnillakin olisi merkittävä vaikutus sähkösuunnittelun työmäärään. Täysin automatisoitavia varianttikodeja olivat 332 ja 795, eli kyseiset varianttikoodit eivät ohjaa tilausta suunniteltavaksi. Osittain automatisoidut toimenpidelistat kehitettiin varianttikodeille 004, 135 ja 002. Jokaisella varianttikoodilla viimeisenä toimenpiteenä suoritetaan DMAIC-mallin valvo-vaiheeseen kuuluva pilotti, jonka aikana automatisoinnin toimivuus tarkis-

tetaan ja verrataan toteutuksen vaikutusta mittareihin, kuten läpimenoaikaan ja varianttikoodin esiintymismäärään. Kehitysehdotusten jatkuvaan parantamiseen tullaan käyttämään PDSA-sykliä, kunnes toteutuksessa ei esiinny ongelmia ja automatisointi voidaan toteuttaa laajemmin.

Varianttikoodin 332 ensisijaista toimenpidelistaa (LIITE 8) noudattamalla voitaisiin toteutus siirtää tehtäväksi täysin ElAppin puolella. Tällöin Baldorkataloginnumero tulisi ennalta määritellystä taulukosta eikä tietoja täytettäisi ollenkaan käsin. Toissijaista toimenpidelistaa (LIITE 9) noudatetaan silloin, jos ensisijainen toteutus ei jostain syystä ole toteutettavissa. Tällöin Baldorkataloginumerolle luodaan paikat viesteihin, kenttä SAPIin ja automatiikka ElAppiin. Sähkösuunnittelijan näkökulmasta toteutusvaihtoehdot eivät eroaisi toisistaan, mutta automatisoinnin toteuttaminen olisi monimutkaisempaa toissijaista toimenpidelistaa noudattamalla.

Varianttikoodin 795 ensisijaista toimenpidelistaa (LIITE 10) noudattamalla voitelukilvelle saataisiin automaattisesti täydennettynä vakiot voiteluarvot pienemmille valurautamoottoreille ja alumiinimoottoreille, riippumatta tilatusta ympäristön lämpötilasta, kuten suuremmilla valurautamoottoreilla. Tällöin varianttikoodi 795 ei ohjaisi tilausta sähkösuunnitteluun. Varianttikoodille 795 tehtiin myös toinen toimenpidelista (LIITE 11) voiteluarvojen automatisoinnista erikoislaakereita varten.

Varianttikoodin 004 toimenpidelista (LIITE 12) on samankaltainen kuin varianttikoodin 332 vaihtoehtoisessa toteutuksessa. Ainoa eroavaisuus on varianttikoodin ohjautuminen suunnittelun ohji varianttikoodia 332 tilattaessa. Varianttikoodien 332, 004 ja 002 automatisoinnin toteutuksessa tulisi kehitellä vielä ratkaisu, jotta ristiriitatilanteissa ensimmäisen vapaan tekstirivin leimauksissa ElAppin automatiikka ei yrittäisi syöttää useiden varianttikoodien tekstiä samaan kenttään.

Varianttikoodille 135 tehtyä toimenpidelistaa (LIITE 13) noudattamalla voitaisiin toteutus automatisoida osaksi. Täysin automatisoitavaksi varianttikoodia ei voida nykyisillä työkaluilla järkevästi toteuttaa, mutta jo automaattisella lisäkilven lisäämisellä ja leimattavien arvojen täyttämällä saadaan aikaiseksi aikaa säästävää

hyöty. Tällöin sähkösuunnittelijan tarvitsisi vain tarkistaa lisäkilvelle automaattisesti täytetyt arvot ja täydentää niitä vain niiden ollessa puutteelliset.

Varianttikoodin 002 toimenpidelista (LIITE 14) sisältää eniten kohtia ja sen osittaisella automatisoinnilla voitaisiin saavuttaa kaikkein suurin hyöty esiintymämäärän ollessa 33 % kaikista sähkösuunnitteluun ohjautuneista varianttikoodista. Laajamittaisimpana kehityksen kohteena oli uusien varianttikoodien luominen niille tapauksille, joita varianttikoodikuvaus ei kata. Tämä on kuitenkin paljon resursseja vaativa prosessi ja muiden juurisyiden pohjalta tehtyjen ratkaisumallien toteuttamista tulisi harkita ensin.

Toimenpidelistan ensimmäisenä toimenpiteenä oli päättää, luodaanko uudet varianttikoodit vai toteutetaanko osa tapauksista varianttikoodin 002 automatisoinnilla. Toimenpidelistaa tehdessä keskityttiin pienempiin kehityskohteisiin, joita olivat jännite- ja taajuustoleranssien, hyötysuhdeluokkien ja käyttötyyppien leimaaminen ja tunnistaminen. Tällöin EIAppin automatiikan toimintaa voitaisiin parantaa ja arvokilvet vaatisivat vain sähkösuunnittelijan tekemän tarkistuksen. Nykyisillä työkalujen toiminnallisuuksilla ei voida vaikuttaa ympäristön olosuhteiden ja toleranssien rajojen puuttumiseen. Jos varianttikoodi saadaan tulevaisuudessa täysin automatisoiduksi, raja-arvoja voitaisiin käyttää sähkösuunnitteluun ohjaavina tekijöinä.

Kaikkien varianttikoodien osittaisesta tai täydellisestä automatisoinnista saatavien ajallisten hyötyjen lisäksi virheiden ja niistä syntyvien reklamaatioiden määrä vähenisi, mitä vähemmän tietoa syötettäisiin käsin järjestelmiin. Kehitysehdotusten toteutuksen myötä saataisiin samalla myös varianttikoodikuvaukset ja ohjeistukset ajantasalle. Kehitysehdotukset auttavat myös ymmärtämään, miten hyödyllistä jatkuvan parantamisen filosofia varianttikoodien automatisoinnin kannalta on.

5 YHTEENVETO

Tavoitteena ollut sähkösuunnittelun automatisointitason kehitysehdotusten ideointi ja niihin liittyvien varianttikoodien läpikäynti onnistui hyvin käyttäen prosessin mallinnus- ja kehitystyökaluja. Työssä saatiin mallinnettua sovellussuunnitteluprosessia riittävän tarkasti uimaratakaavioiden avulla prosessin luonteen selvittämiseksi ja tavoiteprosessille saatiin määritettyä oikea suunta ratkaisumallien muodossa. Lean Six Sigman työkaluja käytettiin työssä ongelmien tunnistamisessa, rajaamisessa, tiedon keräämisessä, analyyseissä, kehitysehdotusten ideoinnissa sekä tulevaa toteutusta varten tehdyissä toimenpidelistoissa. Vaikutusvaivannäkömatriisia käytettiin kehittämiskelpoisten varianttikoodien erottamiseen muista varianttikooodeista ja PDSA-sykliä tullaan käyttämään kehitysehdotusten toteutusvaiheessa.

Työssä saatiin selville suurimmat tekijät automatisoinnin puutteeseen, jotka olivat pääasiassa varianttikooditietojen käsittely massana yksilöidyn tiedon sijaan sekä tästä johtuvan automaation puute arvokilven luontityökalussa. Muita tunnistettuja ongelmakohtia olivat vanhentuneet varianttikoodikuvaukset ja ohjeistukset sekä varianttikoodien puuttuminen. Osalla varianttikooodeista oli automatisoinnin puute aiheellista, johtuen suunnittelun tarpeesta, mutta näissä tapauksissa tilannetta voidaan parantaa automatisoimalla varianttikoodista se osuus, joka ei vaadi sähkösuunnittelijan tarkastelua.

Työn tekeminen oli antoisaa. Sitä tehdessä pääsi luomaan mahdollisesti tulevaisuudessa toteutettavia automatisointeja, jotka ovat varmasti tervetulleita moottoreiden sähkösuunnittelussa. Lisäksi jatkuvan parantamisen toimintamalli ja siinä käytettävät työkalut tulivat työtä tehdessä tutuiksi ja niistä tulee varmasti olemaan hyötyä myös tulevaisuudessa.

LÄHTEET

/1/ ABB-yhtymän historia (EN). Viitattu 18.4.2019

<https://new.abb.com/about/abb-in-brief/history>

/2/ ABB-yhtymän liiketoiminnot (EN). Viitattu 18.4.2019

<https://new.abb.com/about/our-businesses>

/3/ ABB facts and figures. Viitattu 18.4.2019

<https://new.abb.com/investorrelations/company-profile/facts-figures>

/4/ ABB Suomessa. Viitattu 18.4.2019

<https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa>

/5/ ABB Oy, Motors and Generators. Viitattu 18.4.2019

<https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/yksikot/motors-and-generators>

/6/ ABB Oy, ABB RMMG Vaasa presentation. Viitattu 23.4.2019

<http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK10103A2061&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>

/7/ Luukkonen, I., Mykkänen, J., Itälä, T., Savolainen, S. & Tamminen, M. 2012. Toiminnan ja prosessien mallintaminen. Tasot, näkökulmat ja esimerkit. SOLEA-hanke. Itä-Suomen yliopisto. Aalto-yliopisto. Viitattu 04.02.2019

<https://www.uef.fi/documents/677096/736588/SOLEA-Luukkonen-ym-Prosessien-ja-toiminnan-kuvaaminen.pdf/b8e58ae0-2e53-48d0-97ef-512ee74b526e>

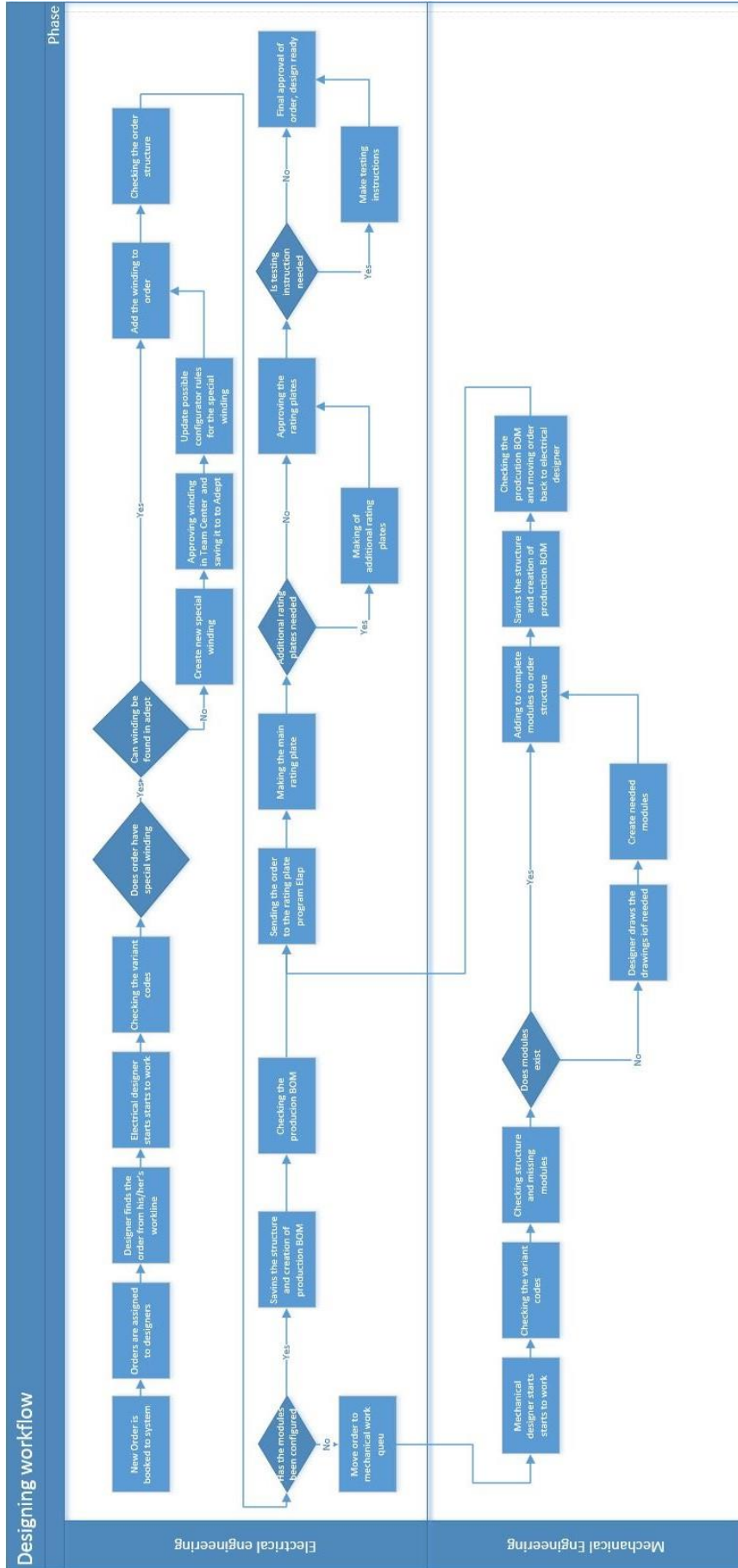
/8/ Martinsuo, M. & Blomqvist, M. 2010. Prosessien mallintaminen osana toiminnan kehittämistä. Tampere. Teknillinen yliopisto. Teknis-taloudellinen tiedekunta. Viitattu 28.01.2019

https://tutcris.tut.fi/portal/files/2098668/prosessien_mallintaminen.pdf

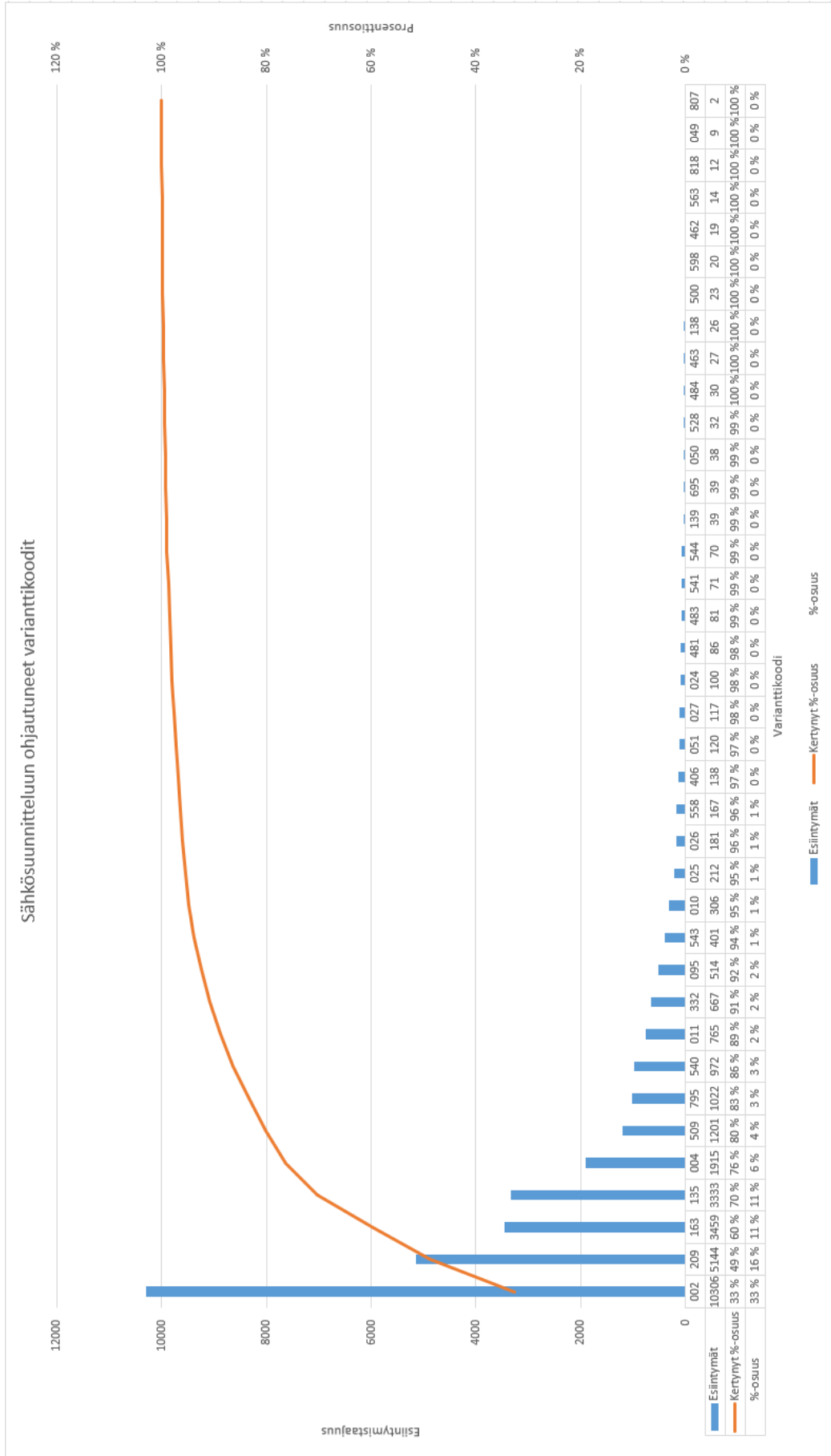
/9/ Singh, H. 2016 Project management analytics: a data-driven approach to making rational and effective project decisions. Pearson Education.

- /10/ Liker, Jeffrey K. & Niemi, M. 2010. The Toyota way, suomi. Readme.fi
- /11/ Toyota Way. Jatkuvan parantamisen filosofia. Viitattu 5.2.2019.
<https://www.toyota.fi/toyota/toyota-way.json>
- /12/ Lähteenmäki, M. & Leiviskä, K. 1998. Tilastollinen prosessinohjaus: perusteet ja menetelmät. Oulun yliopisto. Sääntötekniikan laboratorio. Raportti B No 8, Lokakuu 1998. Viitattu 28.01.2019
<http://jultika.oulu.fi/files/isbn9514275209.pdf>
- /13/ Richards, G. & Grinsted, S. 2013. The logistics and supply chain toolkit: over 90 tools for transport, warehousing and inventory management. Kogan Page.
- /14/ Karjalainen, T. Yhdistä ideointityökaluilla luovan ajattelun eri ulottuvuudet - Aivorihi, ryhmittelykaavio sekä kalanruokaavio. Viitattu 7.4.2019
<http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/luova-ajattelu/>
- /15/ Andersen, B; Fagerhaug, T & Beltz, M. 2010. Root Cause Analysis and Improvement in the Healthcare Sector: A Step-by-Step Guide. Milwaukee, WI: ASQ Quality Press.
- /16/ Deming, W. Edwards. 1994. Out of the crisis. Cambridge University Press.
- /17/ ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa. Sisäinen julkaisematon ohjekanta. Viitattu 23.4.2019
- /18/ Baldor Electric Company is now ABB. Viitattu 23.3.2019
<https://new.abb.com/news/detail/3710/baldor-electric-company-is-now-abb>
- /19/ ABB Motors and Generators. Low voltage process performance motors, Catalog. Viitattu 26.4.2019
<http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK105944&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>

LIITE 1 Sovellussuunnittelun työnkulku /17/

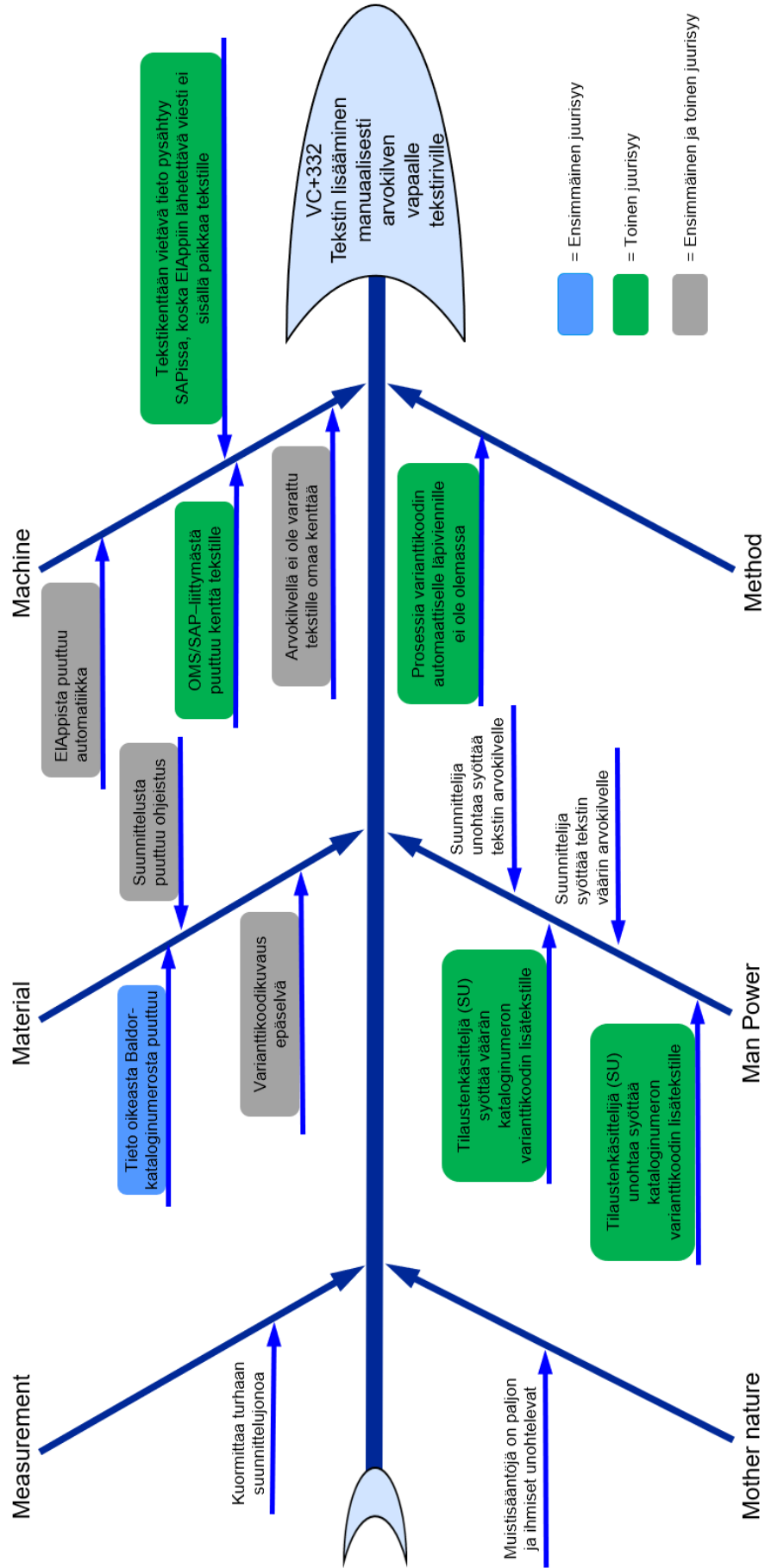


LIITE 2 Sähkösuunnitteluun ohjautuneet varianttikoodit

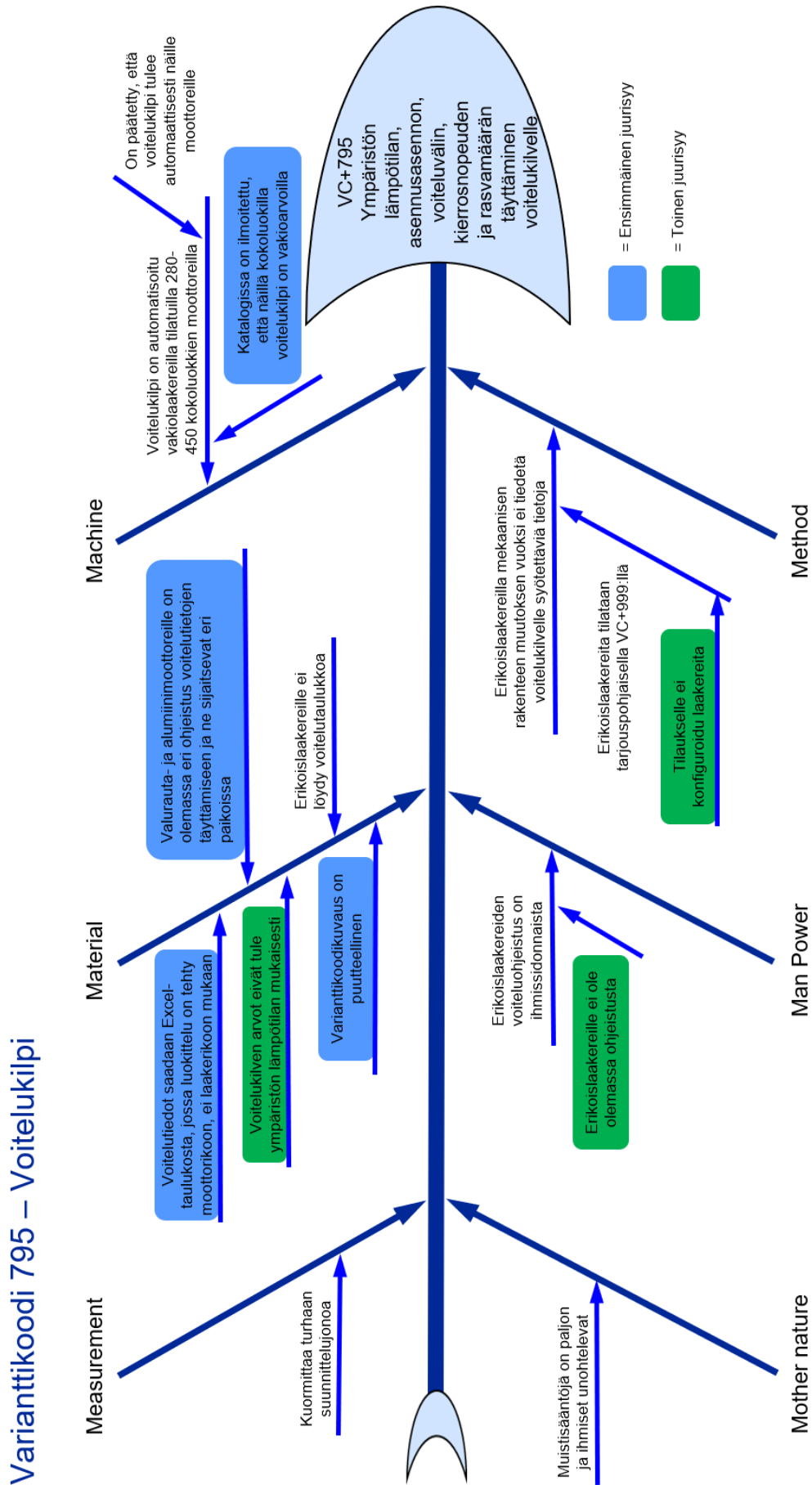


LIITE 3 Varianttikoodista 332 tehty syy-seuraus-kaavio

Varianttikoodi 332 – Baldor-kataloginnumero leimattuna arvokilpeen

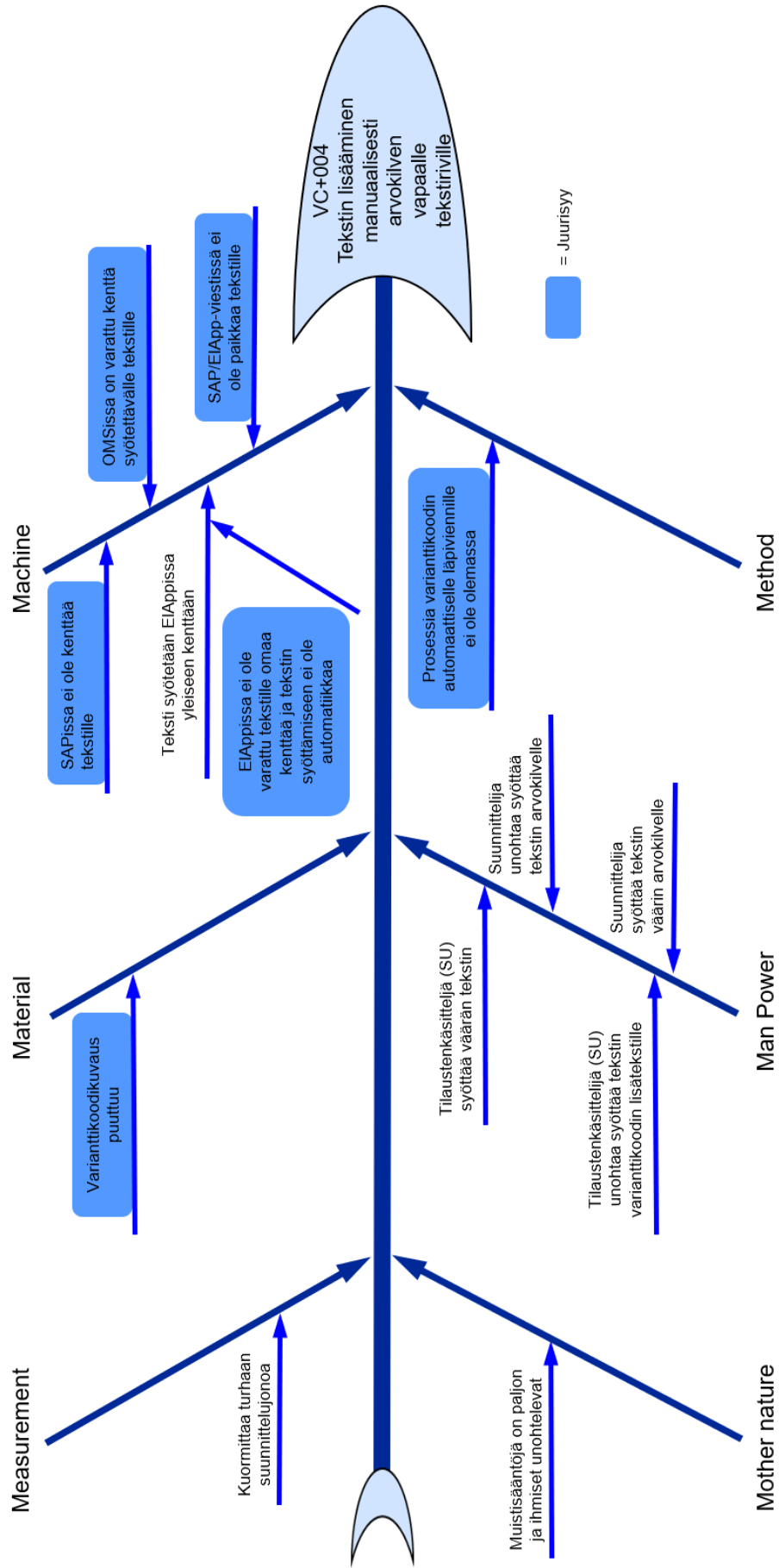


LIITE 4 Varianttikoodista 795 tehty syy-seuraus-kaavio



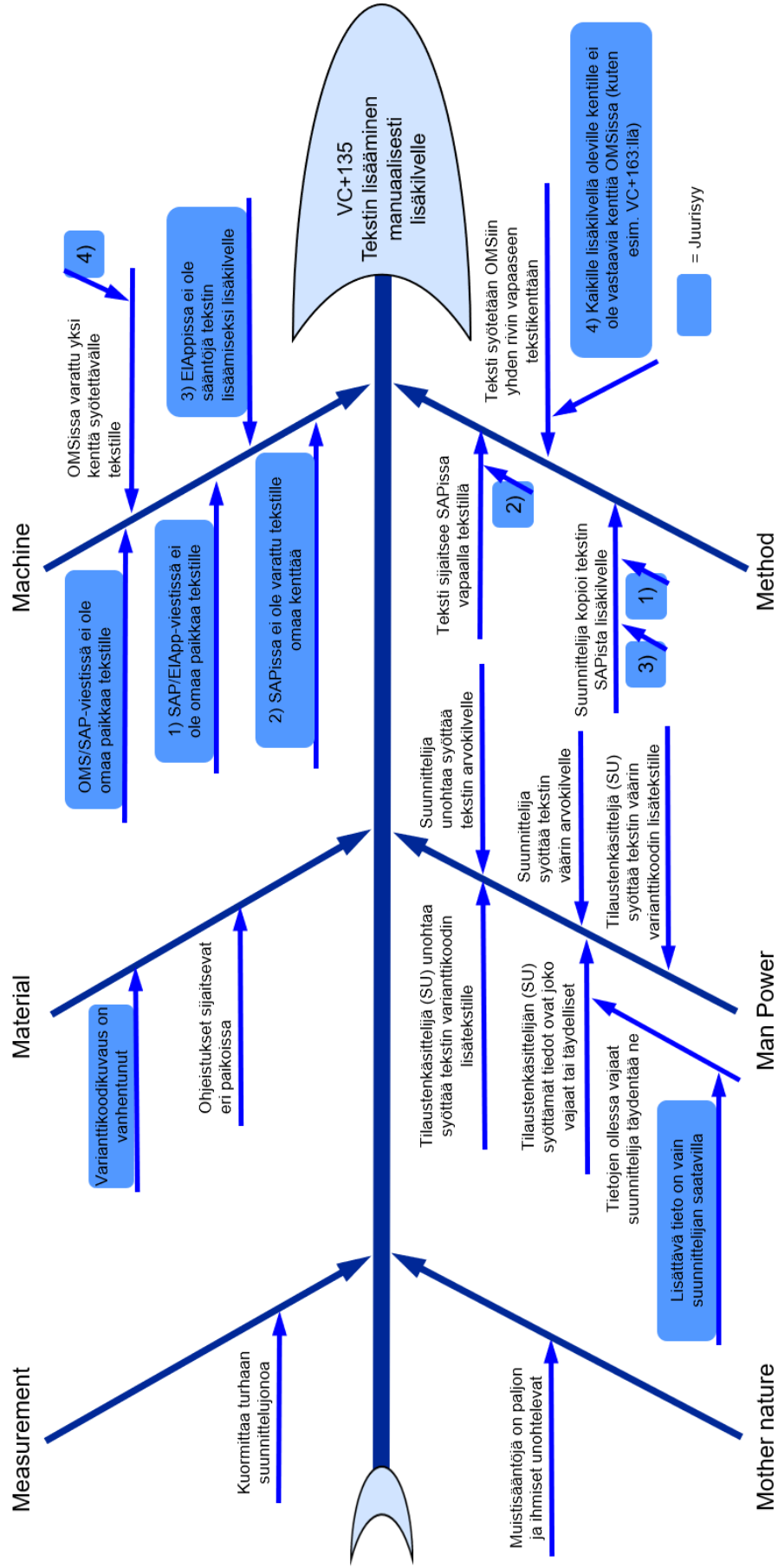
LIITE 5 Varianttikoodista 004 tehty syy-seuraus-kaavio

Varianttikoodi 004 – Ylimääräinen teksti vakioarvokilvessä (maks. 12 merkkiä)



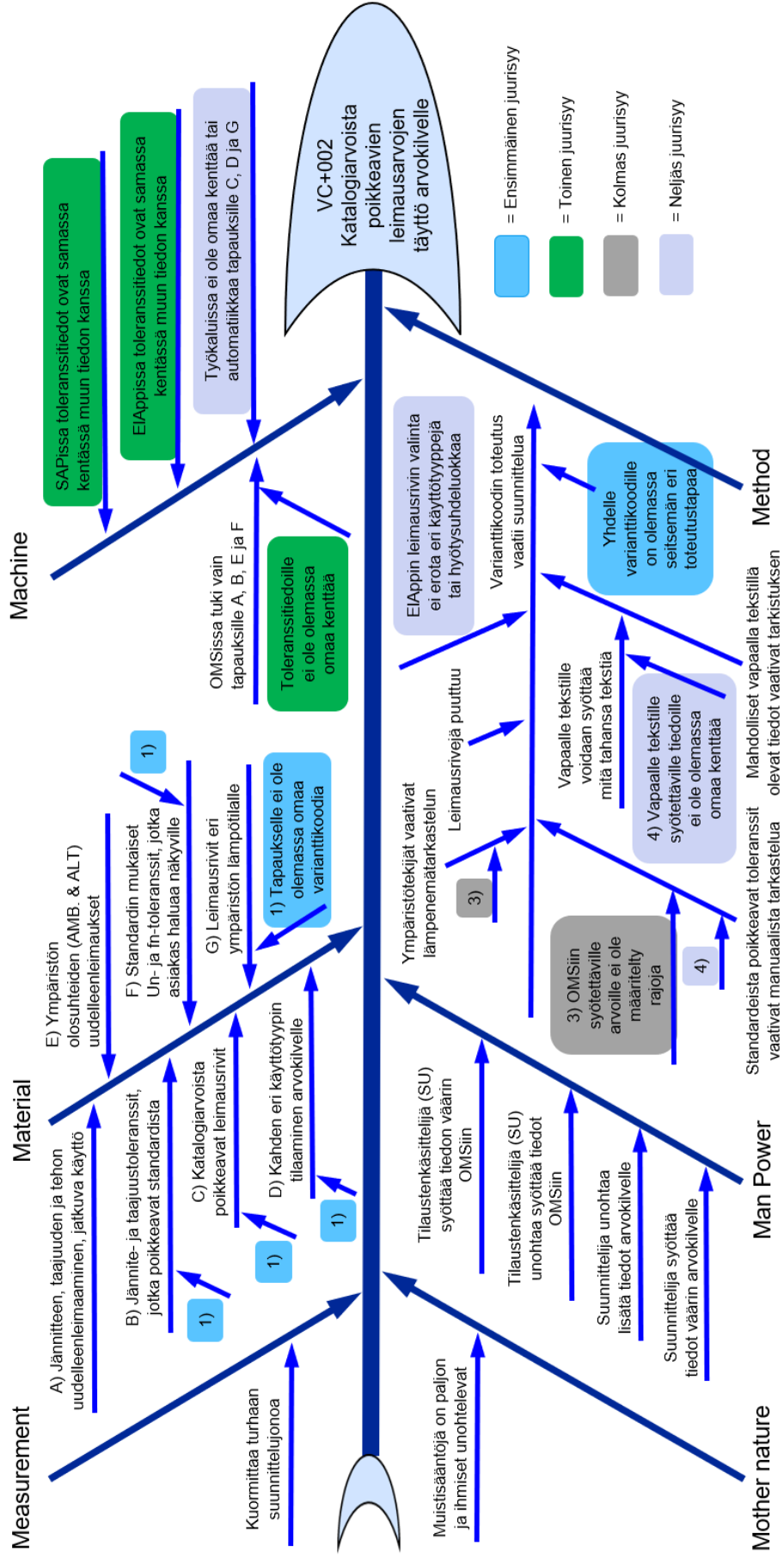
LIITE 6 Varianttikoodista 135 tehty syy-seuraus-kaavio

Varianttikoodi 135 – Ruostumattoman lisäkilven asennus



LIITE 7 Varianttikoodista 002 tehty syy-seuraus-kaavio

Varianttikoodi 002 – Jännitteen, taajuuden ja tehon uudelleenleimaaminen, jatkuva käyttö.



Varianttikoodi 332 – Baldor-kataloginnumero leimattuna arvokilpeen

Numerointi	Toimenpide	Kuka	Kategoria	Jos liittyy työkaluun niin mikä työkalu	STATUS	Tavoite päivämäärä	Toteutunut päivämäärä
	Ensisijainen toimenpidelista						
1	Taulukon kokoaminen, jossa on Baldor-kataloginumerot ja niitä vastaavat ABB tuotekoodit (tiedon lähteenä myyntiyhtiö)		Materiaali				
2	Kootun taulukon syöttäminen EIAppiin		Työkalu	EIApp			
3	Ristiriitojen selvitys, jotta samaan kenttään ei tulisi usealta varianttikoodilta tietoja (esimerkiksi VC+332, VC+002 & VC+004)		Työkalu	EIApp			
4	Säännön luominen EIAppiin, joka täyttää moottorityyppiä vastaavan Baldor-kataloginumeron ensimmäiseen vapaaseen tekstikenttään varianttikoodia 332 tilattaessa		Työkalu	EIApp			
5	Sääntömuutoksen tekeminen EIAppiin, jotta arvokilpi ei mene lukittuun tilaan varianttikoodia 332 tilattaessa		Työkalu	EIApp			
6	Varianttikoodin 332 poistaminen suunnitteluun ohjaavien varianttikoodien säännöistä		Työkalu	SAP			
7	Tilausten käsittelyn opastus: Baldor-kataloginnumero tulee automaattisesti arvokilvelle varianttikoodin ollessa tilauksella, eikä sitä tarvitse syöttää OMSiin		Koulutus	OMS			
8	Sovellussuunnitteluun tiedottaminen: varianttikoodi 332 on automatisoitu ja ohjautuu sovellussuunnittelun ohi		Koulutus	SAP/EIApp			
9	Varianttikoodikuvauksen päivittäminen		Materiaali				
10	Ohjeistuksen päivittäminen		Materiaali				
11	Pilottivaiheen seuraaminen		Prosessi				

LIITE 9 Varianttikoodin 332 automatisoinnin toissijainen toimenpidelista

Varianttikoodi 332 – Baldor-kataloginnumero leimattuna arvokilpeen

Numerointi	Toimenpide	Kuka	Kategoria	Jos liittyy työkaluun niin mikä työkalu	STATUS	Tavoite päivämäärä	Toteutunut päivämäärä
	Toissijainen toimenpidelista						
1	Paikan lisääminen (12 merkkiä) Baldor-kataloginumerolle OMSista SAPIin lähetettävään viestiin		Työkalu	OMS-SAP yhteys			
2	Kentän lisääminen Baldor-kataloginumerolle SAPIin		Työkalu	SAP			
3	Paikan lisääminen (12 merkkiä) Baldor-kataloginumerolle SAPIsta EIAppiin lähetettävään viestiin		Työkalu	SAP-EIApp yhteys			
4	Ristiriitojen selvitys, jotta samaan kenttään ei tulisi kahdelta varianttikoodilta tietoja (esimerkiksi VC+332, VC+002 & VC+004)		Työkalu	EIApp			
5	Säännön lisääminen EIAppiin, joka syöttää Baldor-kataloginumeron ensimmäiseen vapaaseen tekstikenttään varianttikoodia 332 tilattaessa		Työkalu	EIApp			
6	Sääntömuutoksen tekeminen EIAppiin, jotta arvokilpi ei mene lukittuun tilaan varianttikoodia 332 tilattaessa		Työkalu	EIApp			
7	Varianttikoodin 332 poistaminen suunnitteluun ohjaavien varianttikoodien säännöistä		Työkalu	SAP			
8	Prosessikuvauksen luominen varianttikoodille 332		Prosessi				
9	Sovellussuunnitteluun tiedottaminen: varianttikoodi 332 on automatisoitu ja ohjautuu sovellussuunnittelun ohi		Koulutus	SAP/EIApp			
10	Varianttikoodikuvauksen päivittäminen		Materiaali				
11	Ohjeistuksen päivittäminen		Materiaali				
12	Pilottivaiheen seuraaminen		Prosessi				

LIITE 10 Varianttikoodin 795 automatisoinnin ensisijainen toimenpidelista

Varianttikoodi 795 – Voitelukiipi

Numerointi	Toimenpide	Kuka	Kategoria	Jos liittyy työkaluun niin mikä työkalu	STATUS	Tavoite päivämäärä	Toteutunut päivämäärä
	Ensisijainen toimenpidelista						
1	Voitelutaulukon päivittäminen 71-250 runkoon valurautamootoreille ja kaikille alumiinimootoreille. Otettava huomioon laakerikohtaiset rasvamäärät ja voiteluvälit		Materiaali				
2	Voitelutaulukon päivittäminen EIAppin tietokantaan		Työkalu	EIApp			
3	Säännön lisääminen EIAppiin, joka hakee 71-250 runkoon valurautamootoreille ja kaikille alumiinimootoreille kootun taulukon mukaiset voiteluarvot vakiolaakereilla ympäristön lämpötilasta riippumatta		Työkalu	EIApp			
4	Sääntömuutoksen tekeminen EIAppiin, jotta arvokiipi ei mene lukittuun tilaan varianttikoodia 795 tilattaessa		Työkalu	EIApp			
5	Varianttikoodin 795 poistaminen sovellussuunnitteluun ohjaavien varianttikoodien säännöistä		Työkalu	SAP			
6	Sovellussuunnitteluun tiedottaminen: 71-250 runkoon valurautamootoreilla ja kaikilla alumiinimootoreilla voitelukivelle päivittyä vakiolaakereilla arvot automaattisesti		Koulutus	EIApp			
7	Varianttikoodikuvauksen päivittäminen. Huomiona vakioarvojen leimaaminen ympäristön lämpötilasta riippumatta		Materiaali				
8	Ohjeistuksen päivittäminen		Materiaali				
9	Pilottivaiheen seuraaminen		Prosessi				

LIITE 11 Varianttikoodin 795 automatisoinnin toimenpidelistä, kun erikoislaakereille on oma varianttikoodinsa

Varianttikoodi 795 – Voitelukiilpi

Numerointi	Toimenpide	Kuka	Kategoria	Jos liittyy työkaluun niin mikä työkalu	STATUS	Tavoite päivämäärä	Toteutunut päivämäärä
	Toimenpidelistä, jos tulevaisuudessa erikoislaakereille tehdään oma varianttikoodinsa ja voiteluarvojen halutaan tulevan myös niille						
1	Arvojen lisääminen voiteluarvotaulukkoon myös erikoislaakereille		Materiaali				
2	Voitelutaulukon päivittäminen EIAppin tietokantaan		Työkalu	EIApp			
3	EIAppin säännön päivittäminen: voiteluarvot tulevat voitelukiilville myös erikoislaakereilla		Työkalu	EIApp			
4	Sovellussuunnitteluun tiedottaminen: voiteluarvot tulevat automaattisesti myös erikoislaakereita tilattaessa		Koulutus	EIApp			
5	Varianttikoodikuvauksen päivittäminen		Materiaali				
6	Ohjeistuksen päivittäminen		Materiaali				
7	Pilottivaiheen seuraaminen		Prosessi				

LIITE 12 Varianttikoodin 004 automatisoinnin toimenpidelista

Varianttikoodi 004 – Ylimääräinen teksti vakioarvokilvessä (maks. 12 merkkiä)

Numerointi	Toimenpide	Kuka	Kategoria	Jos liittyy työkaluun niin mikä työkalu	STATUS	Tavoite päivämäärä	Toteutunut päivämäärä
1	Paikan lisääminen tilatulle tekstille OMSista SAPIin lähetettävään viestiin (12 merkkiä)		Työkalu	OMS-SAP yhteys			
2	Kentän lisääminen tilatulle tekstille SAPIin (12 merkkiä)		Työkalu	SAP			
3	Paikan lisääminen tilatulle tekstille SAPIsta EIAppiin lähetettävään viestiin (12 merkkiä)		Työkalu	SAP-EIAApp yhteys			
4	Ristiriitojen selvitys, jotta samaan kenttään ei tulisi usealta varianttikoodilta tietoja (esimerkiksi VC+332, VC+002 & VC+004)		Työkalu	EIAApp			
5	Säännön lisääminen EIAppiin, joka syöttää tilatun tekstin ensimmäiseen vapaaseen tekstikenttään, jos ei ilmene ristiriitoja		Työkalu	EIAApp			
6	Prosessikuvausten luominen varianttikoodille 004		Prosessi				
7	Sovellussuunnitteluun tiedottaminen: tilattu teksti tulee automaattisesti arvokilvella varianttikoodia 004 tilattaessa		Koulutus	SAP/EIAApp			
8	Varianttikoodikuvausten päivittäminen		Materiaali				
9	Ohjeistuksen päivittäminen		Materiaali				
10	Pilottivaiheen seuraaminen		Prosessi				

LIITE 13 Varianttikoodin 135 automatisoinnin toimenpidelista

Varianttikoodi 135 – Ruostumattoman lisäkilven asennus

Numerointi	Toimenpide	Kuka	Kategoria	Jos liittyy työkaluun niin mikä työkalu	STATUS	Tavoite päivämäärä	Toteutunut päivämäärä
1	Kuuden merkkimäärällisesti rajoitetun (6*40 merkkiä) tekstikentän lisääminen OMSiin tilattua tekstiä varten		Työkalu	OMS			
2	Tilaustenkäsitteilyn opastus uusien kenttien käytöstä		Koulutus	OMS			
3	Paikan lisääminen lisäkilvelle tuleville kuudelle kentälle (6*40 merkkiä) OMSista SAPIin lähetettävään viestiin		Työkalu	OMS-SAP yhteys			
4	Kuuden tekstikentän (6*40 merkkiä) lisääminen SAPIin		Työkalu	SAP			
5	Paikan lisääminen lisäkilvelle tuleville kuudelle kentälle (6*40 merkkiä) SAPIsta EIAppiin lähetettävään viestiin		Työkalu	SAP-EIApp yhteys			
6	Säännön lisääminen EIAppiin, joka lisää info position-kiiven kaupalle ja syöttää sen kenttiin viestistä saadun tekstin		Työkalu	EIApp			
7	Sovellussuunnitteluun tiedottaminen: tilattu teksti tulee automaattisesti arvokilvelle varianttikoodia 135 tilattaessa. Teksti tulee kuitenkin tarkistaa mahdollisesti vajaiden tietojen vuoksi		Koulutus	SAP/EIApp			
8	Varianttikoodikuvauksen päivittäminen		Materiaali				
9	Ohjeistuksen päivittäminen		Materiaali				
10	Pilottivaiheen seuraaminen		Prosessi				

LIITE 14 Varianttikoodin 002 automatisoinnin toimenpidelista

Varianttikoodi 002 – Jännitteen, taajuuden ja tehon uudelleenleimaaminen, jatkuva käyttö

Numerointi	Toimenpide	Kuka	Kategoria	Jos liittyy työkaluun niin mikä työkalu	STATUS	Tavoite päivämäärä	Toteutunut päivämäärä
1	Päätöksenteko: luodaanko varianttikoodilla 002 tilattaville leimuksille omat varianttikoodinsa vai toteutetaan kaikki leimaukset yhdellä varianttikoodilla		Materiaali				
2	Omien kenttien lisääminen jännite- ja taajuustoleranssille VC+002:n tietoihin OMSiin		Työkalu	OMS			
3	Tilaustenkäsitteilyn ohjeistaminen lisättyjen kenttien käytöstä		Koulutus	OMS			
4	Paikan lisääminen jännite- ja taajuustoleranssille OMSista SAPIin lähtevään viestiin		Työkalu	OMS-SAP yhteys			
5	Paikan lisääminen leimausrivikohtaisille käyttöttyypeille ja hyötysuhdeluokille OMSista SAPIin lähtevään viestiin		Työkalu	OMS-SAP yhteys			
6	Kenttien lisääminen jännite- ja taajuustoleranssille SAPIin		Työkalu	SAP			
7	Kenttien lisääminen leimausrivikohtaisille käyttöttyypeille ja hyötysuhdeluokille SAPIin		Työkalu	SAP			
8	Paikan lisääminen jännite- ja taajuustoleranssille SAPIsta EIAppiin lähtevään viestiin		Työkalu	SAP- EIApp yhteys			
9	Paikan lisääminen leimausrivikohtaisille käyttöttyypeille ja hyötysuhdeluokille SAPIsta EIAppiin lähtevään viestiin		Työkalu	SAP- EIApp yhteys			
10	Kentän lisääminen leimausrivikohtaisille käyttöttyypeille ja hyötysuhdeluokille EIAppin OMS-dataan		Työkalu	EIApp			
11	Säännön tekeminen, jonka mukaan EIApp tunnistaa leimausriveiltä myös käyttöttyypin ja hyötysuhdeluokan ja vertaa niitä OMS-dataan leimausrivejä haettaessa		Työkalu	EIApp			
12	Ristiriitojen selvitys, jotta samaan kenttään ei tulisi kahdelta varianttikoodilta tietoja (esimerkiksi VC+002, VC+004 & VC+332)		Työkalu	EIApp			
13	Säännön tekeminen, joka syöttää mahdollisen SAPIsta saadussa viestissä olevan toleranssitiedon ensimmäiselle vapaalle tekstiriville		Työkalu	EIApp			
14	Sovellus suunnittelun ohjeistaminen automatisoiduista toimimoista varianttikoodia tilattaessa		Koulutus	SAP/EIApp			
15	Varianttikoodikuvausten päivittäminen		Materiaali				
16	Ohjeistuksen päivittäminen		Materiaali				
17	Pilottivaiheen seuraaminen		Prosessi				