

Jarkko Takamaa

VARIANTTIKOODIEN  
HARMONISOINTI JA UUDEN  
VARIANTTIKOODIN TUOTANTOON  
SAATTAMINEN

Tekniikka ja liikenne  
2011

## TIIVISTELMÄ

|                    |   |
|--------------------|---|
| Tekijä             | Jarkko Takamaa  |
| Opinnäytetyön nimi | Varianttikoodien harmonisointi ja uuden varianttikoodin tuotantoon saattaminen. |
| Vuosi              | 2011  |
| Kieli              | suomi   |
| Sivumäärä          | 35 + 6 liitettä   |
| Ohjaaja            | Matti Makkonen  |

---

Tehtävänä oli ABB Motors & Generatorsin M2-sukupolven sähkömoottoreiden varianttikoodien harmonisointi, eli varianttikoodien kuvausten laatiminen siten, että varianttikoodit pystytään toteuttamaan kuvauksen mukaisesti jokaisella ABB Motors & Generatorsin tehtaalla ja mahdollisimman monella moottorikoolla. Koodin tuli myös olla niin selkeä, että jokainen asiakkaasta suunnittelijaan ymmärtää mitä koodilla saa ja miten koodi toteutetaan. Lisäksi tehtävänä oli luoda prosessi sille, kuinka uusi varianttikoodi saatetaan järkevästi tuotantoon. Varianttikoodien toteutus oli eri tehtailla hieman toisistaan poikkeava, joten tarvittiin yhteiset ohjeet siitä, kuinka varianttikoodin vaatimat rakenteen muutokset toteutetaan.

Varianttikoodi on koodi, jonka avulla tilataan moottoriin jotain normaalirakenteesta poikkeavaa. Kuvauksia luodessa käytettiin mallina jo valmiiksi luotuja kuvauksia, sekä Vaasan yksikön tietokantaa kuvien löytämiseksi ja koodin toteutustavan selvittämiseksi. Vaasan yksikön tietokantojen avulla luotiin kuvaukset joiden mukaan kaikki yksiköt tulevat jatkossa toteuttamaan varianttikoodit.

ABB Motors & Generatorsin Vaasan yksikön tietokannoista löytyi hyvin tarvittavat tiedot ja kuvat kuvausten luontiin. Uuden varianttikoodin tuotantoon saattamiselle ei ollut olemassa olevaa prosessia, joten se täytyi luoda alusta alkaen. Järkevän prosessin luonti oli kuitenkin melko kivutonta ja prosessiin saatiin riittävästi vaiheita ja tekijöitä, jotta uusi varianttikoodi saadaan jatkossa sujuvasti tuotantoon. Kun koodi vapautetaan myyntiin, sille löytyy jo tietokannoista täydellinen kuvaus, jota kaikki tehtaot ympäri maailman pystyvät myymään ja toteuttamaan.

## ABSTRACT

|                    |  |
|--------------------|--|
| Author             | Jarkko Takamaa   |
| Title              | Harmonization of Variant Codes and Import of a New Variant Code to Production. |
| Year               | 2011   |
| Language           | Finnish  |
| Pages              | 35 + 6 Appendices  |
| Name of Supervisor | Matti Makkonen   |

---

Task was to harmonize the variant codes of M2 generation electric motors and to create descriptions for the codes in ABB Motors & Generators. It means that the variant codes can be implemented in accordance with the description on each ABB Motors & Generators production unit and with the widest possible range of engine sizes. The code also had to be so clear that everyone from client to designer understands what you get with the code, and how the code is implemented. I also had to create a process for how a new variant code is imported to the production in a reasonable way. The implementation of the codes in different production units was slightly different. That is why there was a need for common descriptions of how a specific variant code should be implemented.

Variant code is a code used to order a special item, differing from the normal structure of a motor. When creating the descriptions I used some already existing codes as an example and the database of production unit in Vaasa to get the pictures I needed and to find out how the codes were implemented. With the help of database in Vaasa I created the variant code descriptions that will be used in every production unit in the future.

I succeeded well in creating a new process with enough steps and tasks, so that in the future a new variant code is reasonably imported to the production. When a code is released for sale, it already has a perfect description in the databases and every production unit all over the world can sell it and implement it in electric motors.

---

Keywords Variant code, harmonization, electric motor

## SISÄLLYS

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | JOHDANTO .....   | 8  |
| 2 | SÄHKÖMOOTTORIN TEORIAA.....                                      | 9  |
|   | 2.1 Yleistä.....   | 9  |
|   | 2.2 Sähkömoottorin rakenne.....                                  | 9  |
|   | 2.3 Sähkömoottorin toimintaperiaate.....                         | 10 |
|   | 2.4 Moottorityypit.....  | 12 |
|   | 2.4.1 Tasavirtamoottori.....                                     | 12 |
|   | 2.4.2 Oikosulkumoottori.....                                     | 13 |
| 3 | SÄHKÖMOOTTORIN SUUNNITTELUN TEORIAA .....                        | 15 |
|   | 3.1 Varianttikoodien filosofia.....                              | 15 |
|   | 3.2 Modulointi .....   | 15 |
|   | 3.3 Konfigurointi .....  | 19 |
|   | 3.4 PDM-järjestelmä .....  | 20 |
| 4 | ABB MOTORS & GENERATORSIN TUOTANTOPROSESSI.....                  | 24 |
|   | 4.1 ABB Motors & Generatorsin tuotantoprosessi.....              | 24 |
|   | 4.2 Sovellusuunnittelun työkalut ja -vaiheet .....               | 26 |
| 5 | VARIANTTIKODIEN HARMONISOINTI .....                              | 29 |
|   | 5.1 Harmonisointi .....  | 29 |
|   | 5.2 Kuvausten laatiminen .....                                   | 29 |
| 6 | VARIANTTIKODIEN TUOTANTOON SAATTAMINEN .....                     | 32 |
|   | 6.1 Nykyhetki .....  | 32 |
|   | 6.2 Varianttikoodin tuotantoon saattaminen tulevaisuudessa ..... | 33 |
| 7 | LOPPUPÄÄTELMÄT .....   | 34 |
|   | 7.1 Työn tulokset .....  | 34 |
|   | 7.2 Jatkotoimenpiteet .....                                      | 34 |
|   | LÄHTEET .....  | 35 |
|   | LIITTEET   |    |

**KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO**

|  |       |
|--|-------|
| <b>Kuva 1.</b> Sähkömoottorin vääntömomentin syntyminen                          | s. 11 |
| <b>Kuva 2.</b> Tasavirtamoottori ja täysin kompensoitu<br>tasavirtamoottori      | s. 12 |
| <b>Kuva 3.</b> Avonapainen ja umpinapainen epätahtikone                          | s. 13 |
| <b>Kuva 4.</b> Moottorin normaali rakenne  | s. 16 |
| <b>Kuva 5.</b> Laakerituuletin D-päässä  | s. 16 |
| <b>Kuva 6.</b> PDM-järjestelmän liitynnät  | s. 22 |
| <b>Kuva 7.</b> Esimerkki nimikkeen näkymästä ja rakenteesta                      | s. 23 |
| <b>Kuva 8.</b> Sovellussuunnittelun prosessi                                     | s. 26 |
| <b>Taulukko 1.</b> IE-hyötysuhdeluokat   | s. 9  |
| <b>Taulukko 2.</b> Sähkömoottorin räjäytyskuva                                   | s. 10 |
| <b>Taulukko 3.</b> Konfiguroitaviin tuotteisiin siirtymisen vaikutukset          | s. 19 |
| <b>Taulukko 4.</b> Prosessien toimitusajat                                       | s. 25 |
| <b>Taulukko 5.</b> Tilauspisteen paikka  | s. 25 |
| <b>Taulukko 6.</b> Laaditut varianttikoodien kuvaukset                           | s. 30 |
| <b>Taulukko 7.</b> Uuden varianttikoodin tuotantoon saattamisen<br>nykyohjeistus | s. 32 |

**LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Uuden varianttikoodin tuotantoonsaattamisen prosessikaavio

**LIITE 2.** Varianttikoodin 005 kuvaus

**LIITE 3.** Varianttikoodin 008 kuvaus

**LIITE 4.** Varianttikoodin 037 kuvaus

**LIITE 5.** Varianttikoodin 043 kuvaus

**LIITE 6.** Varianttikoodin 067 kuvaus

**KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET**

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Varianttikoodi</b>  | koodi jolla tilataan tuotteelle jotain erikoista, normaalirakenteesta poikkeavaa.   |
| <b>Moduli</b>          | Vakioitu osakokoonpano. Tuote koostuu monesta modulista. Moduilit ovat keskenään yhteensopivia, mutta modulin sisällä voi tapahtua muutoksia. |
| <b>Konfigurointi</b>   | Tuotteen tilauskohtainen yksilöinti.  |
| <b>PDM</b>             | Product data management, tuotetiedonhallinta  |
| <b>ERP</b>             | Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä  |
| <b>SAP</b>             | ABB Motors & Generatorsin käyttämän ERP-ohjelmiston nimi  |
| <b>Production unit</b> | Tuotantoyksikkö   |

## 1 JOHDANTO

ABB Oy Motors & Generatorsilta moottoria tilattaessa, voidaan vakiorakenteen lisäksi, tai siitä poiketen, tilata moottorille paljon erilaisia ominaisuuksia. Erikoiset ominaisuudet tilataan varianttikoodoja käyttäen. Varianttikoodoja löytyy noin 600. Varianttikoodilla voidaan tilata esimerkiksi moottorille ruostumattomat ruuvit, vakioratkaisusta poikkeavat laakerit, erilaisia lisälaitteita, kuten lämmitysvastukset, jarru tai takometri. Osa varianttikoodista konfiguroituu moottorin rakenteelle automaattisesti, mutta osa joudutaan erikseen suunnittelijoiden toimesta lisäämään rakenteelle. Kaikkea on mahdoton saada konfiguroitumaan automaattisesti, sillä varianttikoodien yhdistelmiä löytyy ääretön määrä. Konfiguroinnilla tarkoitetaan sitä, että asiakas valitsee valmiista varianttikoodista tiettyjä ominaisuuksia moottorilleen. Osa näistä, lähinnä yleisimmät ratkaisut, menevät suoraan tilatun moottorin rakenteelle, eikä sitä tarvitse sinne erikseen suunnittelijan toimesta lisätä. Monet moottorit joudutaan kuitenkin yksilökohtaisesti suunnittelemaan ja osa rakenteesta on käsin lisättävä.

Varianttikoodista on saatavilla kuvaus siitä mitä koodi tarkoittaa ja miten se vaikuttaa moottorin rakenteeseen. Ongelmana kuitenkin oli, että osa kuvauksista oli hieman tulkinnanvaraisia ja eri tehtaiden välillä varianttikoodin toteutukset saattoivat poiketa toisistaan. Mikäli tarvittiin uusi varianttikoodi, ei ollut mitään käytäntöä sille, kuinka varianttikoodin tuotantoonsaattamisprosessi etenee. Siksi oli tärkeää, että varianttikoodien kuvaukset luotiin uusiksi siten, että kaikki ymmärtävät ne samalla tavalla, niin Suomen kuin minkä tahansa muunkin maan tehtaalla. Jatkossa, kun uusi varianttikoodi luodaan, tulee myös sen olla heti kaikille samanlainen ja niin selkeä, että kaikki tekevät rakenteen muutokset samalla tavalla.

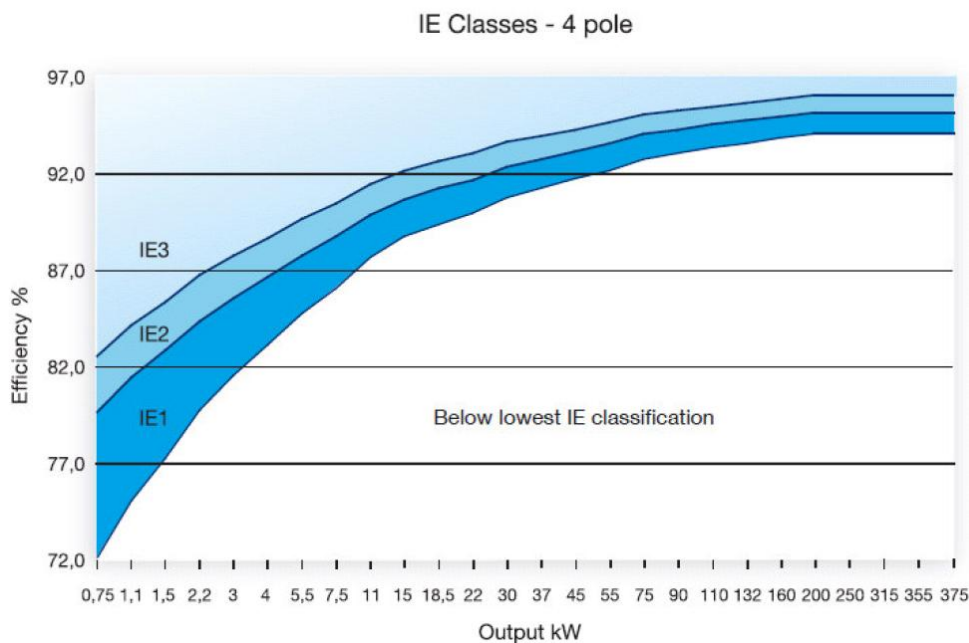


## 2 SÄHKÖMOOTTORIN TEORIAA

### 2.1 Yleistä

Maailmalla arvioidaan olevan käynnissä satoja miljoonia sähkömoottoreita, jotka käyttävät noin puolet kaikesta tuotetusta sähköstä. Siksi onkin ensiarvoisen tärkeää, että sähkömoottorit ovat mahdollisimman energiatehokkaita, eli hyötysuhde on mahdollisimman suuri. Energian ei haluta menevän hukkaan. Suurissa moottoreissa hyötysuhteet ovat aina hyviä, parhaimmillaan jopa 98 %, mutta pienemmissä moottoreissa voidaan jäädä melko heikkoihin hyötysuhteisiin. IE-luokitus on yksi maailmalla yleisesti tunnettu hyötysuhdeluokka. Taulukossa 1 on IE-hyötysuhdeluokkien rajat 4-napaiselle moottorille 50 Hz:n taajuudella. (Lappeenrannan teknillinen yliopisto).

**Taulukko 1.** IE-hyötysuhdeluokat.

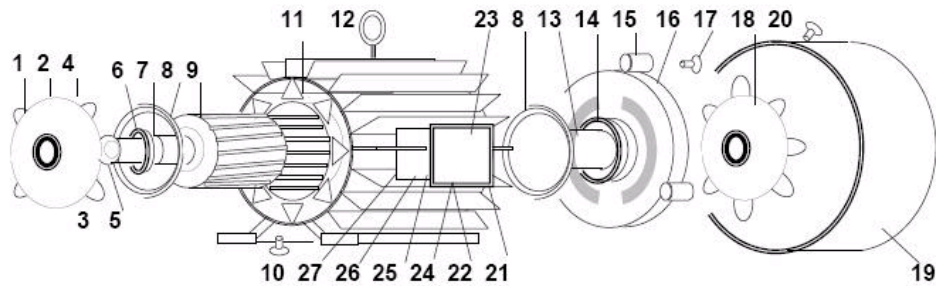


### 2.2 Sähkömoottorin rakenne

Tärkeimmät sähkömoottorin osat ovat staattori ja roottori. Staattoriin ja roottoriin tehdään käämitykset, jotka luovat moottorin magneettikentän ja mahdollistaa moottorin toiminnan. Roottori on moottorin pyörivä osa, jonka sisällä on yleensä

akseli. Akselin avulla tapahtuu voimansiirto. Staattori on roottoria ympäröivä paikallaan pysyvä osa. Roottori lepää akselin kautta laakereiden varassa, joten roottorin ja staattorin väliin jää pieni ilmarako. Ne eivät hinkkaa toisiaan. Muita tärkeitä osia ovat laakerikannet ja runko. Useimmiten moottorin päältä tai kyljestä löytyy myös liitinkotelo, jonne vedetään moottorin kaapelit sähkönsyöttöä varten. Taulukossa 2 moottorin räjäytyskuva.

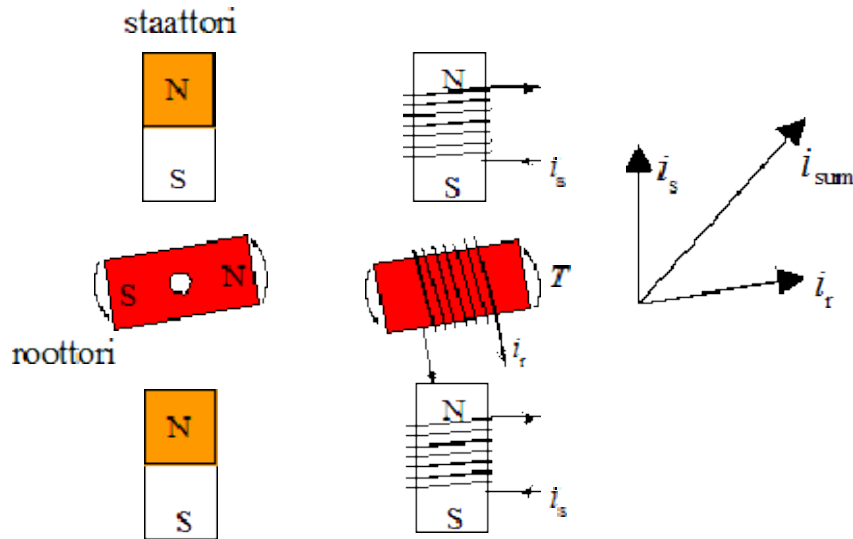
**Taulukko 2.** Sähkömoottorin räjäytyskuva. (3-vaihe oikosulkumoottorin rakenne).



|   |                      |    |                     |    |                      |
|---|----------------------|----|---------------------|----|----------------------|
| 1 | Päätykilpi, D-pää    | 10 | Tyhjennystulppa     | 19 | Tuulettimen pesä     |
| 2 | Voitelunippa         | 11 | Staattorin runko    | 20 | Voitelunippa         |
| 3 | Rasvanpoisto         | 12 | Nostosilmukka       | 21 | Liitänboxin kansi    |
| 4 | Kiinnitysruuvi       | 13 | Sisäpuolinen holkki | 22 | Kannen tiiviste      |
| 5 | Suojaussokat         | 14 | Kuulalaakeri        | 23 | Kytkentälevy         |
| 6 | Kuulalaakeri, D-pää  | 15 | Laakerin tuki       | 24 | Liitänboxi           |
| 7 | Laakerin olake       | 16 | Päätykilpi          | 25 | Boxin tiiviste       |
| 8 | Päätykartio          | 17 | Päätykartion ruuvit | 26 | Liitänrunko, läpiv.  |
| 9 | Häkkikäämitty roott. | 18 | Tuuletin            | 27 | Läpiviennin tiiviste |

### 2.3 Sähkömoottorin toimintaperiaate

Sähkömoottorin perusidea on muuttaa sähköenergiaa mekaaniseksi energiaksi ja sen toiminta perustuu magneetikentän ja siinä olevan virallisen johtimen välisiin voimavaikutuksiin. Kuva 2 kuvastaa hyvin, kuinka magneettikenttä luo staattorin ja roottorin välille vääntömomentin.



**Kuva 1.** Sähkömoottorin vääntömomentin syntyminen. (Lappeenrannan teknillinen yliopisto).

Vasemmalla on kuvattu kestopagneeteilla kuinka moottori saa vääntömomenttinsa. Roottoria kuvastava magneetti pyrkii suoristumaan pystysuoraan asentoon samansuuntaiseksi kahden muun magneetin kanssa. Oikealla kestopagneetit on korvattu sähkömagneeteilla. Kyseinen järjestely ei tietenkään vielä riitä sähkömoottorille, sillä tässä vääntömomentti katoaa kun roottori asettuu pystysuoraan.

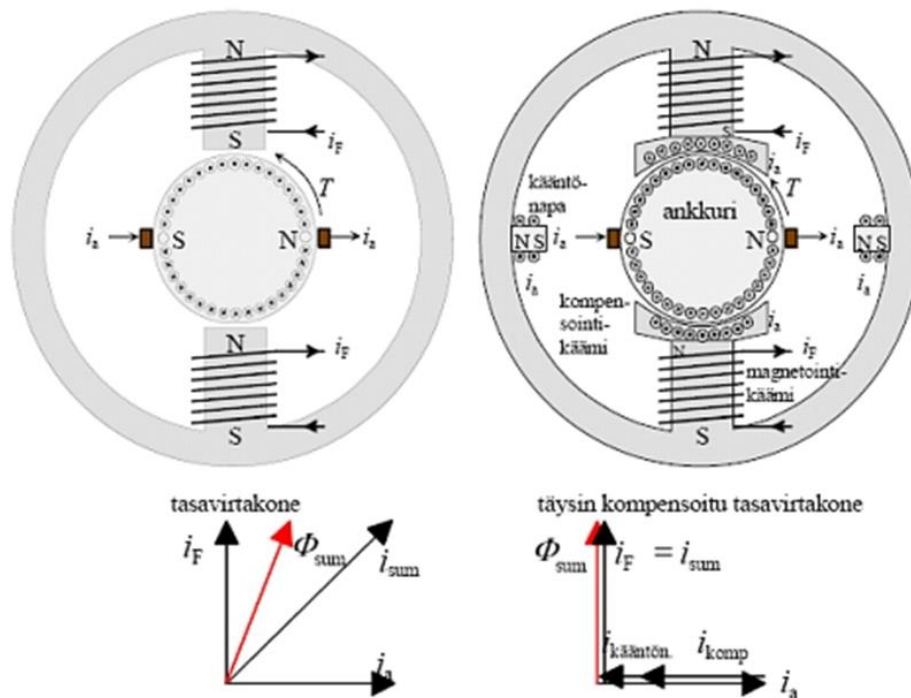
Jatkuva liike sähkömoottoreille saadaan, kun joko staattorin tai roottorin magneetit vaihtavat napaisuuttaan aina kun roottori saavuttaa pystysuoran asennon. Tämä saadaan sähkömagneeteissa aikaan kommutaattorilla eli sähkövirran suunnan kääntäjällä.

Sähkömoottoreissa magneettikenttä luodaan käämityksillä. Käämityksistä käytetään nimityksiä magnetointikäänitys ja työvirtakäänitys. Magnetointikäänityksellä luodaan itse koneen magneettikenttä, kun taas työvirtakäänityksessä kulkee koneen varsinainen sähköteho. Se kumpi käänitys on roottorissa ja kumpi staattorissa, riippuu koneen tyypistä. (Korpinen 1997; Lappeenrannan teknillinen yliopisto).

## 2.4 Moottorityypit

Sähkömoottorit voidaan luokitella epätahti-, tahti- ja tasavirtakoneisiin. Niiden erot ovat siinä, kuinka magneettikentät muodostetaan momentin aikaansaamiseksi. Esimerkiksi epätahti- ja tahtikoneiden toiminta perustuu pyörivään magneettikenttään koneen sisällä. (Korpinen 1997).

### 2.4.1 Tasavirtamoottori



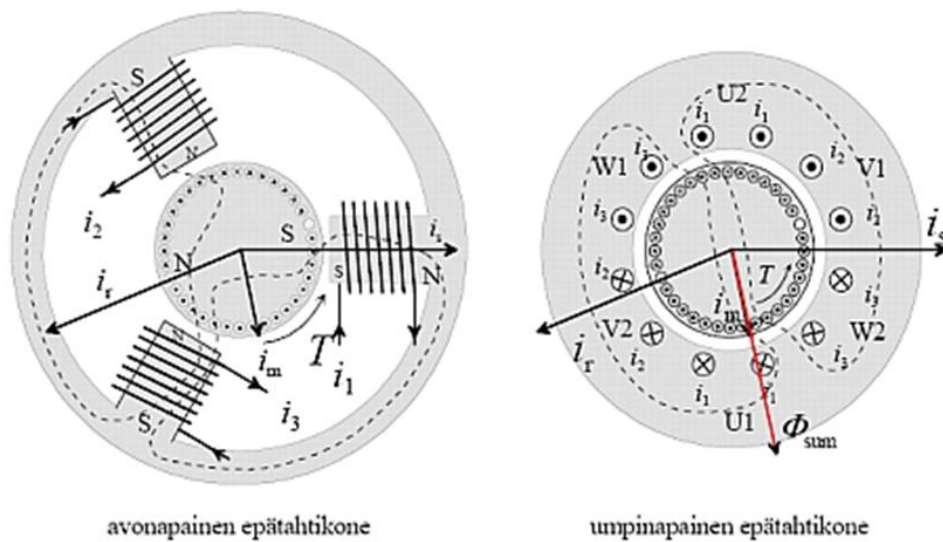
**Kuva 2.** Tasavirtamoottori ja täysin kompensoitu tasavirtamoottori. (Lappeenrannan teknillinen yliopisto).

Tasavirtakoneen toiminta perustuu siihen, että roottorilla l. ankkurilla käytetään silmukka- tai aaltokäämitystä. Tämä kääntää virran suunnan roottorisauvoissa aina ohittaessaan kommutaattorin hiiliharjan. Kuvassa 2 vasemman puoleinen kone on niin sanotusti alkeellinen versio tasavirtakoneesta. Koneen ankkurikämin synnyttämää magnetomotorista voimaa eli ankkurireaktiota ei kompensoida. Summavirta aiheuttaa koneen vuon kääntymisen pois magneettinavoilta, joka

johtaa koneen kommutaattorin kipinöintiin ja vääntömomentin tuottokyvyn pienenemiseen.

Kuvassa 2 oikealla on kuvattuna täysin kompensoitu tasavirtakone. Siihen on lisätty staattorinapoihin kompensointikäämit ja magneetti-piirin kehälle hiiliharjojen kohdalle kääntökanavat. Tällaisen koneen ominaisuudet ovat huomattavasti paremmat ja sen vääntömomentti on maksimissaan.

### 2.4.2 Oikosulkumoottori



**Kuva 3.** Avonapainen ja umpinapainen epätahtikone. (Lappeenrannan teknillinen yliopisto).

Oikosulkumoottori on vaihtovirralla toimiva kone. Staattoriin kytketään virta siten, että staattoriin syntyy pyörivä magneettikenttä. Pyörivä magneettikenttä saadaan aikaiseksi niin, että vaihtosähkön taajuudella staattorin navoissa magneettikenttä siirtyy napaparin kerrallaan eteenpäin. Roottorin häkkikäämitykseen indusoituu samalla sähkövirta ja sähkövirran muodostamat magneettiset navat pyrkivät seuraamaan tätä pyörivää magneettikenttää, kuitenkin koskaan saavuttamatta sitä. Näin syntyy jatkuva vääntömomentti.

Tasavirta- ja oikosulkumoottoreiden lisäksi on muita erikoisia sähkömoottoreita kuten synkronikoneet ja kestopagneettimoottorit. Perusidea on kaikissa sähkökoneissa kuitenkin sama, eli vääntömomentti luodaan magneetikentillä.

### **3 SÄHKÖMOOTTORIN SUUNNITTELUN TEORIAA**

#### **3.1 Varianttikoodien filosofia**

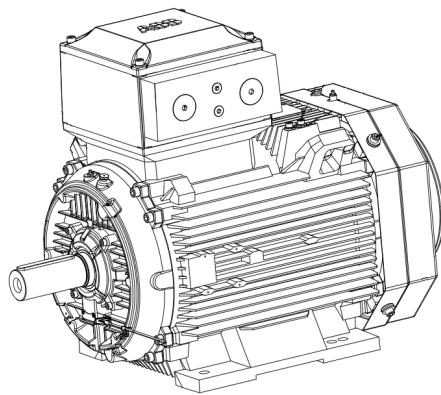
Varianttikodeja käytetään tilattaessa tuotteen erikoisominaisuuksia. Varianttikodeja on noin 600, mutta asiakkaan on mahdollista tilata tuotteeseensa sellaisiakin ominaisuuksia, joita ei valmiista varianttilistasta löydy. Varianttien yhdistelmiä on olemassa ääretön määrä, joten tässä vaiheessa tulee tarpeelliseksi monelle tuotteelle erillinen suunnittelu. Osa varianteista ja niiden yhdistelmistä konfiguroituu automaattisesti. Konfiguroinnilla tarkoitetaan yleisesti minkä tahansa tuotteen tai palvelun tilauskohtaista yksilöintiä. Konfiguroinnista lisää luvussa 3.3. Suunnittelun tehtävänä on pitää huoli siitä, että tuote vastaa sitä, mitä on tilattu. Toisin sanoen suunnittelija suunnittelee moottorin rakenteen sen mukaiseksi mitä asiakas on halunnut. Mikäli tuotteen rakenteelta puuttuu osia, on suunnittelijan lisättävä sinne oikeat osat. Joskus haluttua osaa ei vielä ABB:n järjestelmästä löydy, joten on piirrettävä uusia.

Jokaisesta varianttikoodista löytyy ABB:n tietokannoista tieto siitä, mitä ominaisuuksia kyseisellä koodilla tuotteeseen halutaan. Joistain koodista löytyy myös tarkempi kuvaus, jossa kerrotaan lisää, esimerkiksi siitä kuinka kyseinen koodi käytännössä toteutetaan, mitä tulee ottaa huomioon ja mihin muuhun mahdollisesti koodi vaikuttaa. Kaikista koodista ei kuitenkaan tätä kuvausta löydy, ja se on aiheuttanut pieniä ongelmia, sillä eri tehtaiden ja jopa saman tehtaan eri suunnittelijoiden välillä on saattanut olla eroja siinä, kuinka tietty variantti toteutetaan. Siksi varianttikoodien kuvausten harmonisointi on tässä vaiheessa ensiarvoisen tärkeää.

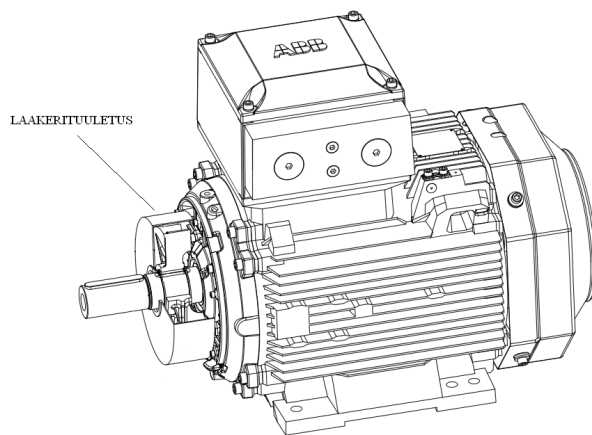
#### **3.2 Modulointi**

Moduulia voidaan kuvata vakioiduksi osakokoonpanoksi tai osakokoonpanosarjaksi. Tuote jaetaan toiminnallisiin kokonaisuuksiin eli moduleihin. Moduuleille on määriteltävä selkeät ominaisuudet, jotka on oltava vakiot, niin että tuotteen kaikki moduulit ovat yhteensopivia. Moduulin sisällä voidaan sen sijaan tehdä muutoksia niin, että kuitenkin nuo määritellyt vakio-

ominaisuudet säilyvät. (Tampere University of Technology 2005). Esimerkiksi laakerointimoduulissa voi vaihtaa tiivisteitä tai laakeria, ja jopa laakerikilpeen tehdä muutoksia, kuten vesireikiä yms, mutta laakerikilven pultin reiät on aina oltava vakioratkaisu, jotta laakerikilven saa kiinnitettyä staattorin runkoon. Esimerkkinä seuraavat kuvat. Kuvassa 4 on moottorin vakiorakenne. Kuvassa 5 on erikoinen laakerointimoduuli, sillä rakenteelle on lisätty laakerituuletin D-päähän. D-päällä tarkoitetaan sitä päätä josta akseli tulee pihalle, eli vetävää päätä. (Drive End)



**Kuva 4.** Moottorin normaali rakenne.



**Kuva 5.** Laakerituuletin D-päässä.

Asiakas on tilannut tietyllä varianttikoodilla laakerituulettimen D-päähän. Vain laakerointimoduulissa on tapahtunut muutoksia, kun tämä asiakkaan vaatimus on



toteutettu. Muut moduulit ja moottorin koko muu rakenne ovat pysyneet samoina. Tämä helpottaa suunnittelussa huomattavasti, sillä koko moottoria ei tarvitse tämän ratkaisun takia suunnitella uudestaan, pelkkää laakerointimodulia vaihtamalla päästään haluttuun lopputulokseen.

Kun modulointia lähdetään rakentamaan, tulee ottaa huomioon asiakkaan tarpeet sekä tuotteen tekninen rakenne. Tuote on järkevä moduloida siten, että tietty asiakkaan vaatimus vaikuttaisi vain yhteen moduuliin. Aina tämä ei tietenkään ole mahdollista. Lisäksi yhden toimivan kokonaisuuden olisi järkevä olla yksi moduuli. Esimerkiksi laakerointi tai liitäntä. Moduuli voi olla joskus monimutkainenkin alikokoonpano, mutta toisaalta moduulin voi muodostaa vain yksittäinen osa tai komponentti. Jos yksittäinen osa on asiakkaan vaatimusten kannalta tärkeä pitää erillään ja sillä on selkeät määrätyt vakiot, jotta se sopii muihin moduuleihin, voidaan tätä yksittäistä osaa pitää modulina, esimerkiksi laakerikilpi. Täytyy myös muistaa, että alikokoonpano ei aina ole moduuli, sillä alikokoonpano voi olla vain ratkaisu tuotteen loppukokoonpanon ongelmaan tuotantolinjalla.

Moduloinnin avulla mahdollistetaan tuotteen suunnittelu ja valmistus pienemmissä erillisissä kokonaisuuksissa. Myös asiakkaiden vaatimuksia on helpompi hallita ja toteuttaa. Variointi ja moduulit kulkevat usein käsikädessä. Modulaarinen tuoterakenne nimittäin mahdollistaa tuotteen varioimisen.

Sähkömoottorit voidaan jakaa karkeasti esimerkiksi seuraaviin moduuleihin

- runkomoduli
- akselimoduli
- D-pään laakerointimoduli
- N-pään laakerointimoduli
- tuuletinmoduli
- tuuletinsuojusmoduli
- liitäntämoduli
- valvontalaitemoduli
- varustelumoduli.

Runkomoduuili pitää sisällään rungon ja staattoripaketin. Tämä moduuili kannattaa pitää näin yksinkertaisena, sillä se on iso osa moottoria, ja siihen vaikuttaa jo tällaisenaan hyvin moni varianttikoodi, esimerkiksi rungon poraukset liitinkotelolle ja maadoitukselle tai nostokoukkujen määrä ja paikat.

Akselimoduuli pitää sisällään akselin ja roottorin. Akselimoduuli on myös iso osa moottoria, johon vaikuttaa moni varianttikoodi. Akselissa pitää esimerkiksi olla paikka halutunlaiselle tuulettimelle ja mahdollisesti takometrille ynnä muille lisälaitteille.

Laakerimoduulit pitävät sisällään laakerin sekä muunmuassa laakerin kansia ja tiivisteitä. Laakerimoduuleissa on hyvin suuria eroja nimenomaan laakerityypissä ja tiivistyksissä.

Tuuletin- ja tuulettimensuojusmoduulit pitävät sisällään tuulettimen ja sen suojuksen sekä mahdollisesti näiden kiinnitysosia. Kiinnitysosia löytyy toki myös varustelumoduulista.

Liitäntämoduuliin kuuluu liitäntän osat, kuten liitäntäkotelot ja läpiviennit moottorin liitäntään. Tämä moduuili voitaisiin jakaa useampaankin pienempään moduuliin.

Valvontalaitemoduuli koostuu erilaisista moottorin valvontalaitteista, kuten laakereiden ja staatorin lämpötilan valvonnasta.

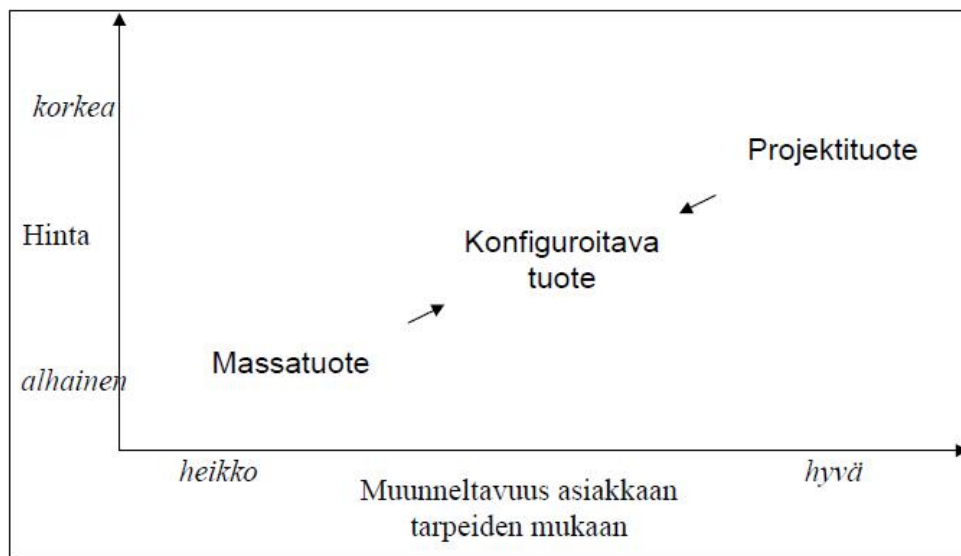
Varustelumoduuli pitää sisällään loput pultit ja mutterit sekä tiivisteet ynnä muut osat mitä moottorin kokoonpanoon tarvitaan.

Tämä vain karkeana esimerkkinä yhdenlaisesta moottorin moduuleihin jakamisesta.

### 3.3 Konfigurointi

Konfiguroinnin tavoitteena on parantaa kykyä vastata asiakkaiden vaatimuksiin ja tarpeisiin. Konfiguroinnin avulla syntyy asiakaskohtaisesti räätälöityjä tuotteita. Konfigurointi lähtee siitä, että asiakas valitsee tiettyjä ominaisuuksia tuotteelleen joiden perusteella valmistetaan asiakkaalle räätälöity tuote. Konfiguroimiseen on siirrytty siksi, että saataisiin kasvatettua asiakkaiden mahdollisuuksia valita tuote, joka sopisi täysin heidän omiin tarkoituksiinsa. Konfiguroitaviin tuotteisiin on rajattu määrä jo valmiiksi määriteltyjä ominaisuuksia, joista asiakkaan tulee valita. Taulukossa 3 näkyy vaikutukset massatuotteista tai projektituotteista siirryttäessä konfiguroitaviin tuotteisiin.

**Taulukko 3.** Konfiguroitaviin tuotteisiin siirtymisen vaikutukset. (Tiihonen J., Soininen T. 1997: 11).



Massatuotteella tarkoitetaan sarjassa valmistettavaa tuotetta, joka valmistetaan aina samalla tavalla ottamatta huomioon asiakaskohtaisia tarpeita. Projektituotteella taas ymmäretään sellaisia tuotteita, jotka suunnitellaan aina asiakaskohtaisesti. Konfiguroitava tuote on ikäänkuin näiden kahden välimuoto. Asiakkaan annetaan valmiiksi määritellyistä vaihtoehdoista valita omia tarpeitaan vastaava tuote.

Konfiguroitavat tuotteet voidaan määritellä seuraavasti

- Jokainen tuoteyksilö on määritelty tietyn asiakkaan tarpeista.
- Tuote on suunniteltu kattamaan tietyn joukon erilaisten asiakkaiden tarpeita.
- Jokainen tuoteyksilö on määritelty esisuunnitelluista komponenteista. Uusia komponentteja ei ole tarvetta suunnitella tilaus-toimitusprosessin aikana.
- Tuoteperheelle on suunniteltu tuoterakenne.
- Tuoteyksilö voidaan määritellä tilaus-toimitusprosessissa rutiininomaisesti tavoin, eikä lisäsuunnittelua tarvita. (Tiihonen J., Soininen T 1997: 3-4).

Ensimmäinen kohta tuo esiin massatuotteen ja konfiguroitavan tuotteen erot. Massatuotetta ei ole suunniteltu asiakkaan vaatimusten mukaan, vaan se on suunniteltu ottaen huomioon mahdollisimman kattava määrä asiakastarpeita. Se ei ole asiakkaalle yksilöllinen. Konfiguroitavan ja projektituotteen ero taas on se, että konfiguroitavaa tuotetta ei joka kerta suunnitella erikseen asiakkaan vaatimusten mukaisesti. Konfiguroitava tuote rakentuu siten, että tuoterakenteelle tuodaan oikeat moduulit huomioiden asiakkaan vaatimukset eli toisin sanoen asiakkaan tilaamat varianttikoodit. (Sarinko 1999: 23-25).

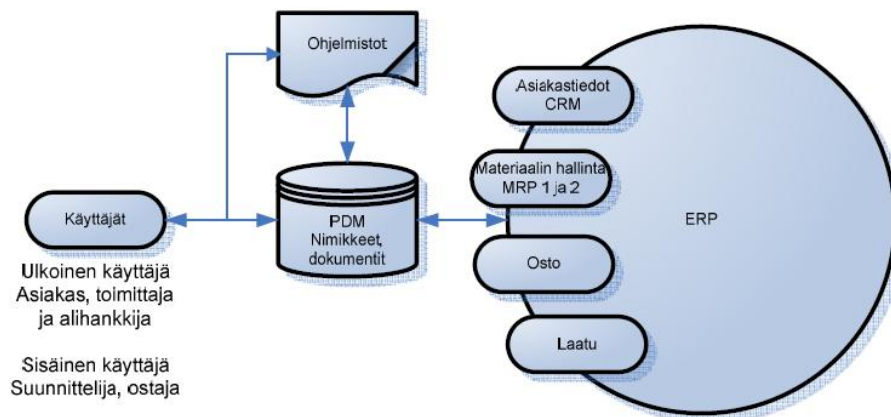
### **3.4 PDM-järjestelmä**

PDM-järjestelmä (Product Data Management), eli tuotetiedon hallinta tarkoittaa ohjelmistoympäristöä, jonka avulla hallitaan yrityksen tuotteiden tietoa ja tiedostoja. Se toimii yrityksen ERP-järjestelmän (Enterprise Resource Planning), eli toiminnanohjausjärjestelmän apuna. ERP-järjestelmä ohjaa yrityksen eri toimintoja, kuten tuotantoa, jakelua ja varastonhallintaa. PDM-järjestelmällä sen sijaan hallitaan tuotteita ja niiden tietoja ja dokumentointia. PDM-järjestelmä linkittää ERP-järjestelmästä löytyvät tiedot saatavaksi myös PDM-järjestelmän käyttäjille. Myös suunnitteluohjelmistojen ja PDM-järjestelmän välillä on linkki, joten PDM-järjestelmästä löytyvät tiedot ovat käytettävissä suunnitteluohjelmistoissa ja päinvastoin suunnitteluohjelmistolla suunniteltu uusi tuote päivittyy PDM-järjestelmän tietokantaan.

Tuotetiedon hallintajärjestelmää kuvaavia termejä on useita, mutta ne tarkoittavat käytännössä kuitenkin lähes samaa. PDM on yleisin termi. Seuraavassa on lueteltuna eri termejä:

- CPC = Collaborative Product Commerce
- cPDM = Collaborative Product Definition Management
- EDM = Engineering Data Management
  - Engineering Document Management
  - Enterprise Document Management
- EMS = Engineering Management System
- PDI = Product Data Interchange
- PDT = Product Data Technology
- PIM = Product Information Management
- PLM = Product Lifecycle Management
- TDM = Technical Data Management, Technical Document Management
- TIM = Technical Information Management
- TTH = Tuote Tiedon Hallinta (Vilppo 2007: 26-27).

PDM-järjestelmästä on saatavilla muun muassa seuraavia tietoja: tuotteen versiot ja revisiot, tuotteen kuvat ja rakenteet, tuotteen käyttöpaikka, tuotteen suunnitelmaja kuvien piirtäjä ja mahdollisesti myös tuotteen paino, hinta ja muita yksityiskohtia. Kuvassa 6 kuvataan PDM-järjestelmän liittymistä muihin rajapintoihin, eli ERP-järjestelmään, ohjelmistoon ja käyttäjiin.



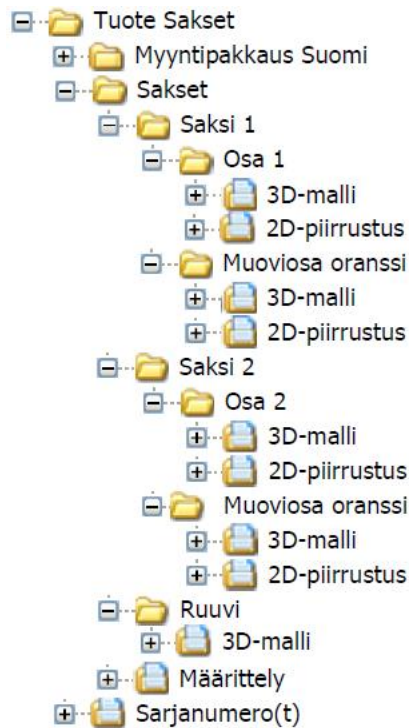
**Kuva 6.** PDM-järjestelmän liittynät. (Vilppo 2007: 32).

Kuvan tapauksessa kyseessä on irrallinen PDM-järjestelmä ERP-järjestelmän rinnalla. Joissain tapauksissa PDM-järjestelmä voi olla rakennettu myös ERP-järjestelmän sisälle.

Nimikkeiden hallinta ja niihin liittyvien dokumenttien tallennus on PDM-järjestelmän tärkein ominaisuus. Järjestelmästä löytyy tietyn nimikkeen eri revisiot ja tiedot sekä riittävä määrä kuvia ja mahdollisesti 3D-mallia ynnä muuta. Järjestelmästä löytyy sekä yksittäisiä osia että osien muodostamia osakokoonpanoja eli moduuleita ja osakokoonpanojen muodostamia valmiita tuotteita. Jokaisella osalla, osakokoonpanolla ja valmiilla tuotteella on oma nimike PDM-järjestelmässä, ja jokaisesta löytyy tieto aikaisemmista versioista ja revisioista, 2D piirrustukset sekä 3D-mallit. Jokainen osa on linkitetty osakokoonpanoihin, joissa niitä on käytetty ja edelleen osakokoonpano linkitetty kokoonpanoon.

ERP-järjestelmän ja PDM-järjestelmän linkitys mahdollistaa sen, että myös ERP-järjestelmästä löytyy käytetyt nimikkeet. Esimerkiksi jokainen kauppa, jossa tiettyä modulia on käytetty, voidaan etsiä helposti ERP-järjestelmästä. PDM-järjestelmässä on niin sanottu multi-siting ominaisuus, eli sen kaikkiin tuotetietoihin päästään käsiksi, ja niitä päästään muokkaamaan mistä päin maailmaa tahansa. Myöskin monen käyttäjän yhtäaikainen työskentely on

mahdollista. Kuvassa 7 on esitetty esimerkki nimikkeen näkymästä ja rakenteesta PDM-järjestelmässä.



**Kuva 7.** Esimerkki nimikkeen näkymästä ja rakenteesta (Vilppo 2007: 39).

Tuoterakenne pitää sisällään nimikkeitä ja dokumentteja aina osatasolle asti. 3D-mallit ja 2D-piirustukset löytyvät sekä valmiista tuotteesta että yksittäisistä osista.

PDM-järjestelmiin siirtyminen on tullut tarpeelliseksi asiakkaiden vaatimusten kovenemisen, ja tätä kautta konfiguroitaviin tuotteisiin siirtymisen myötä. Tällöin nimikkeiden määrä on kasvanut niin suureksi, että on tarvittu toimiva järjestelmä niiden hallintaan ja tiedon tallennukseen. Ilman PDM-järjestelmää nykyisten suuryritysten tuotteiden ja osien hallinta olisi hyvin hankalaa, ja vanhan tiedon löytäminen vielä sitäkin hankalampaa. Niinpä voitaisiin joutua suunnittelemaan jokainen tuote alusta asti uudestaan, kun vanhaa tietoa ei löytyisi. PDM-järjestelmän avulla kuitenkin vanhan tiedon hyödyntäminen on helppoa ja sitä hyödynnetäänkin paljon etenkin suunnittelussa, tuotekehityksessä ja myynnissä. Uusikin tieto tallentuu automaattisesti PDM-järjestelmään ilman sen suurempaa lisätyötä.

## 4 ABB MOTORS & GENERATORSIN TUOTANTOPROSESSI

### 4.1 Prosessi kokonaisuudessaan

Prosessi alkaa luonnollisesti asiakkaan tilauksella. Se miten prosessi tästä jatkuu riippuu moottorin tyypistä. ABB Motors & Generatorsin toimitusprosessit voidaan jakaa käytännössä kolmeen eri prosessiin.

A-prosessi, eli varastomoottorit toimitetaan asiakkaalle logistiikkakeskuksesta 2-72 tunnin sisällä tilauksesta. Tämä on niin sanottu DTO- eli Deliver to order-prosessi. A-prosessin tilaus kohdistuu jo valmiiseen varastossa olevaan tuotteeseen, joka on kokoonpantu jo ennen tilausta.

B-prosessilla tarkoitetaan nopeaa toimitusprosessia. Tietyt sallitut tuotekoodit on määritelty ja näiden määritteiden mukaisia moottoreita voidaan valmistaa kahden viikon toimitusajalla. Kyseessä on ns. ATO- eli Assemble to order-prosessi. Nopea toimitusaika perustuu

- valmiiseen tuoterakenteeseen
- avainkomponenttien varastoihin
- kapasiteetin varaamiseen.

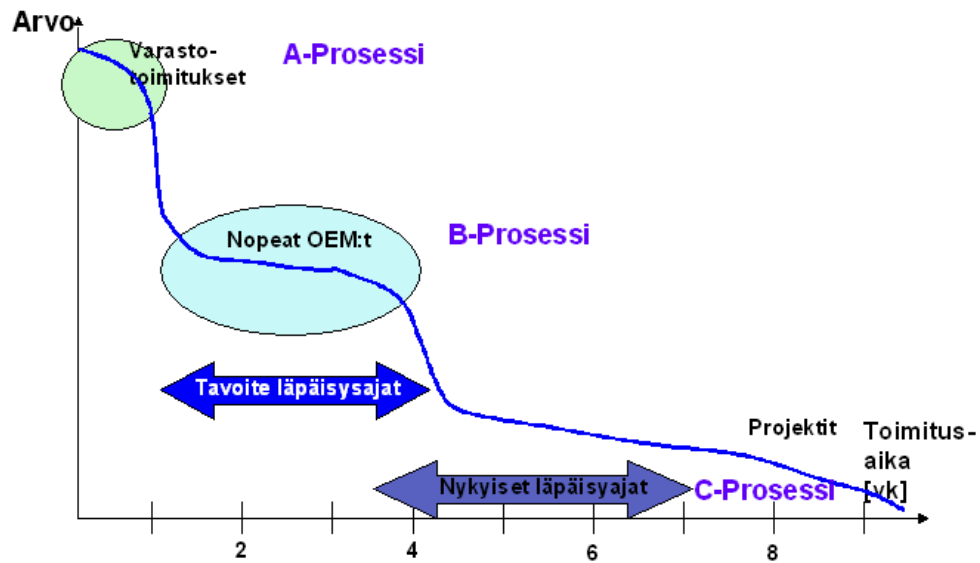
B-prosessin moottoreihin löytyy kaikki osat valmiina tehtaan varastoista. Mitään erikoista osaa ei tarvitse tilattua moottoria varten erikseen suunnitella ja tilata. B-prosessin moottoreiden kokoonpano voidaan aloittaa heti kun tilaus on tehty.

C-prosessin moottorit ovat räätälöityjä erikoismoottoreita. Jokainen moottori suunnitellaan ja valmistetaan tilauskohtaisesti. Tätä kutsutaan ETO- eli Engineer to order-prosessiksi. Kyseisten moottoreiden toimitusajat riippuvat moottorityypistä, sen erikoisuudesta ja linjojen kuormitusilanteesta. Taulukko 4 havainnollistaa kyseisiä prosesseja. C-prosessin moottoreissa voi olla osia joita joudutaan erikseen tilaamaan ja jopa suunnittelemaan. Näiden moottoreiden kokoonpano voi siis alkaa vasta suunnittelun jälkeen. Siksi toimitusajat voivat olla



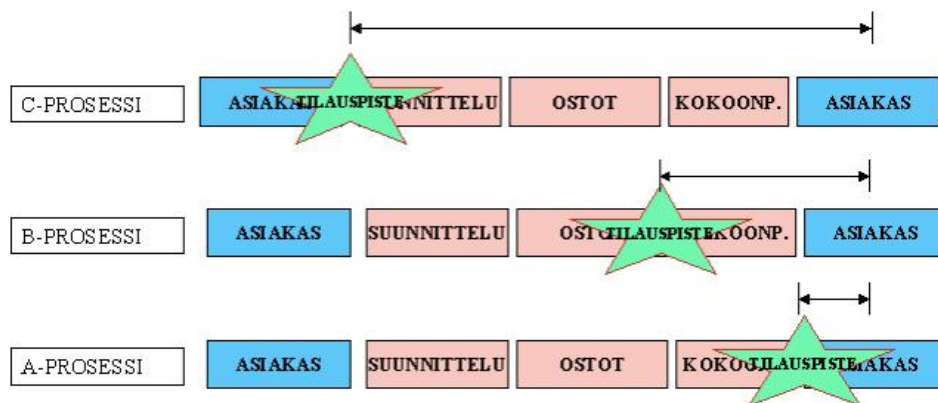
hyvinkin pitkiä, mutta pitkän toimitusajan korvaa tuote, joka vastaa juuri omia tarpeitasi.

**Taulukko 4.** Prosessien toimitusajat



Taulukko 5 puolestaan havainnollistaa tilauspisteen paikkaa eri prosesseissa.

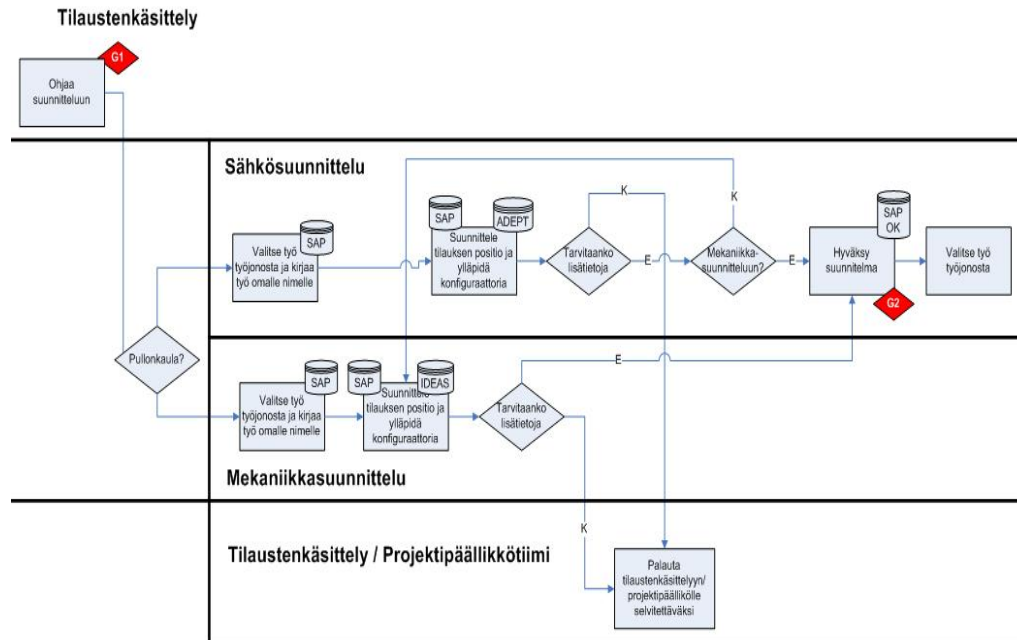
**Taulukko 5.** Tilauspisteen paikka



Käytännössä A ja B prosessi menevät täysin suunnittelun ohi. A-prosessin koneet ovat jopa jo kokoonpantu aikaisemmin ja niitä löytyy varastosta. B-prosessin koneet menevät suoraan kokoonpanoon. C-prosessissa jokainen tilaus menee suunnittelun kautta, ennen kuin se vapautetaan tehtaalte kokoonpantavaksi. Nämä erittäin räätälöidyt ja erikoiset ratkaisut ovat valttia maailman markkinoilla.

## 4.2 Sovellussuunnittelun työkalut ja vaiheet

Sovellussuunnittelu jaetaan kahteen osaan; sähkösuunnittelu ja mekaniinensuunnittelu. Sähkösuunnittelijan tehtävänä on koneen sähköisen rakenteen suunnittelu. Se pitää sisällään muun muassa laskelmien, kytkentöjen ja arvokilpien tekoa. Sähkösuunnittelijan työkaluja ovat esimerkiksi ElApp, SAP, Adept, Lotus Notes ja Teamcenter. Mikäli sähkösuunnittelijan työn jälkeen tuote on täysin asiakkaan vaatimuksien mukainen, menee se sen jälkeen tuotantoon. Jos siinä on vielä puutteita ja/tai epäselvyyksiä, tulee se mekaniikkasuunnitteluun. Mekaniikkasuunnittelija suunnittelee koneen mekaanisen rakenteen, kuten valitsee oikeat laakerit, laakerikilvet, rungon, akselin, liitäntäkotelon ja liitäntäosat, tuulettimen, tuuletinsuojan sekä valvontalaitteet. Jos haluttua osaa ei löydy, mekaniikkasuunnittelijan tehtävä on piirtää uusi osa, esimerkiksi asiakkaan vaatimuksen mukainen akseli, runko tai laakerikilpi. Mekaniikkasuunnittelijan työkaluja ovat mm. SAP, Teamcenter, Lotus Notes ja I-deas. Kuvassa 8 näkyy sovellussuunnittelun prosessin kuvaus.



**Kuva 8.** Sovellussuunnittelun prosessi

SAP on toiminnanohjausjärjestelmä (ERP Enterprise Resource Planning) ja se on suunnittelun ja koko yrityksen työkaluista tärkein. Sitä käyttää ABB Motors & Generatorsilla lähestulkoon kaikki. Myyjä avaa kaupat SAPIin, ja suunnittelu ottaa SAPin työjonosta kaupat suunniteltavaksi. Kaupan rakenne konfiguroituu SAPin konfiguraattorissa niin pitkälti kuin mahdollista, ja konfiguroitumattomat osat lisätään kaupan rakenteelle käsin. Kun kaupan rakenne on valmis, tehdään rakenteesta työkortti tehtaalla kokoonpanoa varten. SAPista löytyy kaikki käytössä olevat osat aina rungoista yksittäisiin ruuveihin asti. Asiakkaan tilaama tuote etenee SAPissa tilauksesta aina valmistumiseen saakka.

Myös TeamCenteristä löytyy kaikki ABB Motors & Generatorsin käyttämät osat ja moduulit. Teamcenter on tuote- ja suunnittelutiedon hallintajärjestelmä, joka on käytössä lähinnä tuotekehityksessä sekä suunnittelussa. Sillä hallitaan mm. tuotteiden ja nimikkeiden dokumentteja ja revisioiteja. TeamCenterin etu on se, että sieltä näkee myös kuvat sekä kuvaukset lähes kaikista osista ja moduuleista. Sieltä näkee myös esimerkiksi, missä moduuleissa tiettyä osaa on käytetty. Teamcenterillä on helppo etsiä kaupan rakenteelta puuttuvia moduuleita, kun asiakkaan haluama yksittäinen osa on tiedossa. Mikäli pitää tehdä kokonaan uusia moduuleita, tapahtuu sen luonti Teamcenterillä. Kun moduulin rakenne ja kuvaus ovat valmiit, lisätään moduuli myös SAPIin Teamcenterin kautta. SAP ja Teamcenter ovat linkitettyinä toisiinsa.

I-deas (Integrated Design Engineering and Analysis Software) on 3D-CAD – suunnitteluohjelmisto. Sitä käytetään kun tulee mallintaa ja tehdä piirustukset uudelle kappaleelle, moduulille tai tuotteelle. Yleensä mallintamista ei aloiteta aivan alusta asti, vaan kopioidaan Teamcenteristä jokin lähes vastaava nimike ja tehdään siihen tarvittavat muutokset. Kun uusi kappale on mallinnettu, lisätään sen 3D-malli sekä piirustukset Teamcenteriin. Myös I-deaksen ja Teamcenterin välillä on linkitys.

Lotus Notes on työryhmäohjelmisto, joka pitää sisällään muun muassa sähköpostin ja kalenterin. Sen lisäksi Lotus Notesista löytyy kattava asiakirjojen ja standardien hallinta. Sieltä pystyy selaamaan myös lähes kaikkia ABB Motors & Generatorsin käyttämiä nimikkeitä. Lotus Notesista löytyy suuri määrä niin

yksittäisten osien kuin moduleidenkin dokumentteja. Lotus Notesin etu on se, että sieltä pystyy hakemaan vapaasti sanahauulla nimikkeitä.

Käytännössä kuitenkin moottorin rakennetta suunniteltaessa käytetään aina SAPia, Teamcenteriä ja Lotus Notesia hyväksi etsittäessä oikeita osia. Jokaisen ohjelman vahvuuksia hyödyntäen voi oikeat osat löytyä monesti todella vaivattomasti.

## **5 M2-MOOTTOREIDEN VARIANTTIKOODIEN HARMONISOINTI**

### **5.1 Harmonisointi**

Harmonisoinnilla tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, että luodaan varianttikoodien kuvaukset yhteisiksi toimintasäännöiksi jokaiselle tehtaalle. Myös jokaiselle moottorin koolle tulisi varianttikoodi toteuttaa samalla tavalla niin pitkälle kuin mahdollista. Luonnollisesti jokaista koodia ei jokaiselle koolle aina täysin samalla tavalla voida toteuttaa, sillä kokoluokissa on suuria eroja. Joitain varianttikooodeja ei voida toteuttaa ollenkaan tietyille moottorikoolle.

Tähän mennessä varianttikoodien toteutuksessa on ollut tehtaiden ja kokoluokkien välisiä eroja, mutta niistä halutaan nyt päästä eroon. Esimerkiksi, jos asiakas on tilannut kaksi samanlaista moottoria, mutta toinen on tullut eri tehtaalta, ovat ne voineet olla ulkoisesti hieman erilaisia. Joskus jopa samalta tehtaalta tilattaessa on saattanut moottoreissa olla eroja, sillä suunnittelijat ovat saattaneet tulkita varianttikoodin kuvausta hieman eri tavalla, tai ehkä koko kuvausta ei ole ollut saatavilla, jolloin suunnittelijat ovat toteuttaneet koodin mielensä mukaisesti.

Varianttikoodien harmonisoinnissa halutaankin laatia sellaiset varianttikoodien kuvaukset, ettei mitään jää tulkinnan varaan, vaan koodi toteutetaan aina samalla tavalla, riippumatta tehtaasta ja suunnittelijasta. Kuvausten tulee myös olla niin selkeitä, että kaikki ymmärtävät ne, asiakkaista suunnittelijoihin. Asiakkaan tulee ymmärtää varianttikoodin kuvaus, jotta asiakas tietäisi täsmälleen mitä on tilaamassa. Suunnittelijan taas täytyy ymmärtää koodi samoin, jotta asiakas saa juuri sitä mitä on tilannutkin.

### **5.2 Kuvausten laatiminen**

Kuvaukset laaditaan Microsoft Office wordillä ABB:n standardin mukaiselle dokumenttipohjalle. Dokumenttipohjalla on yläreunassa kenttä, josta käy ilmi dokumentin perustietoja, kuten dokumentin tyyppi, numero, versio, päivääää, laatija ja hyväksyjä. Kaikki kuvaukset laaditaan luonnollisesti englanniksi, jotta

ne ovat kaikkien ymmärrettävissä. Kuvaus alkaa varianttikoodin numerolla ja sen nimellä. Nimestä käy ilmi mitä varianttikoodilla halutaan, mutta se ei kerro kuinka se tulisi toteuttaa, esimerkiksi koodi 067 ulkoinen maadoitusruuvi (external earthing bolt). Koodi kertoo, että moottoriin tulee ulkoinen maadoitusruuvi, mutta ei ota millään tavalla kantaa minne maadoitusruuvien paikka koneistetaan. Kun tälle laaditaan yhteinen pelisääntö, eli varianttikoodin kuvaus, maadoitusruuvit löytyvät aina samasta paikasta riippumatta siitä mistä moottori on tilattu. (Liite 6).

Apuna kuvausten laatimisessa käytettiin ABB Oy Motors & Generatorsin Vaasan yksikön tietokantaa kaikin mahdollisin keinoin. Tietokannoista etsittiin mahdollisimman paljon kuvia, joita hyödynnettiin kuvauksissa. Vanhojen tilausten tutkimisella saatiin selville mikä on ollut yleisin käytäntö tiettyä koodia toteutettaessa. Kokeneempien sovellussuunnittelijoiden tietotaito oli myös apuna kuvauksia laadittaessa. Osalla koodeista ei ollut kuvausta lainkaan, joten ne piti luoda alusta asti. Toisilla koodeilla taas kuvaus oli hyvin heikko ilman kuvia ja yhdellä lauseella kerrottuna, joten niitä täytyi täydentää. Pohjana kuvauksia luotaessa käytettiin lähinnä Vaasan tietokannasta löytyvää tietoa. Muiden maiden tehtäväksi jäi hyväksyä koodit toteutettavaksi sellaisenaan. Mikäli jokin koodin toteutus ei heiltä onnistu, kuten kuvauksessa on kerrottu, ottavat he yhteyttä Vaasan yksikköön, jossa katsotaan kuinka kuvausta voitaisiin muokata niin, että se onnistuisi kaikkialla. Taulukossa 6 luodut varianttikoodien kuvaukset.

#### **Taulukko 6.** Laaditut varianttikoodien kuvaukset

| Code | Variant   |
|------|---|
| 002  | Restamping voltage, frequency and output, continuous duty.  |
| 005  | Metal protective roof, vertical motor, shaft down.  |
| 008  | IM 2101 foot/flange mounted, IEC flange, from IM 1001 (B34 from B3).  |
| 009  | IM 2001 foot/flange mounted, IEC flange, from IM 1001 (B35 from B3).  |
| 037  | Roller bearing at D-end.  |
| 040  | Heat resistant grease.  |
| 043  | SPM compatible nipples  |
| 047  | IM 3601 flange mounted, IEC flange, from IM 3001 (B14 from B5).   |
| 048  | IM 3001 flange mounted, IEC flange, from IM 3601 (B5 from B14).   |
| 066  | Modified for specified mounting position differing from IM B3 (1001), IM B5 (3001), B14 (3601), IM B35 (2001) & IM B34 (2101) |
| 067  | External earthing bolt.   |

|     |   |
|-----|---|
| 068 | Light alloy metal fan   |
| 072 | Radial seal at D-end.   |
| 095 | Restamping output (maintained voltage, frequency), intermittent duty. |
| 135 | Mounting of additional identification plate, stainless.               |
| 141 | Binding dimension drawing.  |
| 148 | Routine test report.  |
| 161 | Additional rating plate delivered loose.                              |
| 178 | Stainless steel / acid proof bolts.                                   |
| 188 | 63-series bearings.   |
| 194 | 2Z bearings greased for life at both ends.                            |
| 198 | Aluminum rating plate.  |
| 200 | Flange ring holder.   |
| 205 | Non metallic fan  |
| 217 | Cast iron D-end shield (on aluminum motor).                           |
| 218 | Flange ring FT 85.  |
| 219 | Flange ring FT 100.   |
| 220 | Flange ring FF 100.   |
| 223 | Flange ring FF 115.   |
| 224 | Flange ring FT 115.   |
| 226 | Flange ring FF 130.   |
| 227 | Flange ring FT 130.   |
| 230 | Standard metal cable glands.  |
| 233 | Flange ring FF 165.   |
| 234 | Flange ring FT 165.   |
| 236 | Flange FT 165.  |
| 243 | Flange ring FF 215.   |
| 244 | Flange ring FT 215.   |
| 253 | Flange ring FF 265.   |
| 254 | Flange ring FT 265.   |
| 255 | Flange FF 265.  |
| 447 | Top mounted separate terminal box for monitoring equipment.           |
| 701 | Insulated bearing at N-end  |

Liitteissä 2-6 näkyy esimerkkejä luoduista varianttikoodien kuvauksista.

Suurinta osaa näistä koodeista käytetään myös M3-sukupolven moottoreissa, mutta M3-moottoreilla on runsaasti varianttikodeja joita taas ei käytetä M2-sukupolven moottoreissa. Nämä varianttikoodit olivat viimeiset M2-sukupolvessa käytettävät koodit joilta harmonisoitu kuvaus vielä puuttui. M3-sukupolven varianttikoodien kuvauksia on vielä satoja jäljellä, joten niiden harmonisoinnissa riittää vielä työtä.

## 6 VARIANTTIKOODIEN TUOTANTOON SAATTAMINEN

### 6.1 Nykyhetki

Kaikki varianttikoodit ja niiden kuvaukset löytyvät varianttikoodin numerolla ABB Motors & Generatorsin VnP (Variant codes and prices) tietokannasta sekä omalla sille varatulla nimikkeellä PDM-järjestelmästä. Nykyiseltään uuden varianttikoodin tuotantoon saattamiselle ei ole luotu varsinaista prosessia. Siksi olikin tärkeää luoda tälle prosessi, jotta jatkossa uusi varianttikoodi saataisiin tuotantoon ja myyntiin mahdollisimman sulavasti. Tällä hetkellä koodien tuotantoon saattamiselle löytyy taulukon 7 mukainen ohjeistus.

#### Taulukko 7. Uuden varianttikoodin tuotantoon saattamisen nykyohjeistus

|   |  |
|---|--|
| 1. Uusi varianttikoodi tai tekstin vaihto                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Variant code manager tarkistaa tarpeellisuuden ja informoi Edit Supervisorille ja Variant code editoreille tarvittavista toimenpiteistä</li> </ul>  |
| 2. Asetetaan saatavuus  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Editori asettaa saatavuuden määrätuille tuotteille Edit Supervisorin ohjeiden mukaan.</li> <li>Edit Supervisor antaa varianttikoodin kuvauksen ja muokkauksen ohjeistuksen Tekniselle Editoinnille (Product Maintenance)</li> </ul> |
| 3. Variantti koodin kuvaukset, muokkaukset ja tuoteohjeet       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tuote halinta luo varianttikoodin kuvauksen ja lisää dokumentit VnP:iin &gt; informoi Edit Supervisoria</li> </ul>  |
| 4. Editori vie modifikaation logistiikka keskukselle.           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Editori vie modifikaation logistiikka keskuksille ja antaa niille tarvittavat osaluettelot</li> <li>Editori luo tarvittavatosat OMS:iin</li> </ul>  |
| 5. Logistiikka keskuksen hyväksyntä                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Logistiikka keskusten hyväksyntä heti kun heillä on tarvittavat ohjeistukset ja osat</li> </ul>   |
| 6. Editori: suunnittelee hinnat                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Editori määrittää hinnat Edit Supervisorin ohjeistuksen mukaan</li> </ul>   |
| 7. EditSupervisor: Tarkastaa ja lähettää hinnat hyväksyttäväksi |  |
| 8. Hyväksyjä: Hyväksyy hinnat                                   |  |
| 9. Variantit ja hinnat siirtyy OMS:iin automaattisesti.         |  |



## **6.2 Varianttikoodin tuotantoon saattaminen tulevaisuudessa**

Tulevaisuutta varten luotiin prosessi, jota tullaan jatkossa käyttämään uuden koodin tuotantoon saattamisessa.

Prosessi lähtee product managerin arviosta siitä, onko uuden varianttikoodin luominen ylipäättään tarpeellista. Mikäli on, tehdään varianttikoodista kuvaus, jota tarvittaessa täydennetään ja tarkennetaan. Kun kuvaus on tehty, globaali tuotehallinta kartoittaa mitä muutoksia, rakenteita ja osia tarvitsee luoda yhteisiin PDM-järjestelmiin. PDM-järjestelmien muutokset tehdään keskitetysti. Tämän jälkeen määritellään säännöstö OMSiin ja tarkastetaan eri Production Unit:ien valmiudet ottaa variantti käyttöön. Kun Production Unitit ovat valmiita ottamaan variantin käyttöön, hinnoitellaan varianttikoodi ja vapautetaan myyntiin.

Liitessä 1 luotu prosessikaavio.

## **7 LOPPUPÄÄTELMÄT**

### **7.1 Työn tulokset**

Varianttikoodien kuvaukset löytyvät nyt kaikille M2-sukupolven moottoreille. Kuvausten laadinnassa suurimman työn tuotti sopivien kuvien etsiminen tietokannoista. Joihinkin kuvauksiin kuvien löytäminen oli melko haasteellista, sillä kyseistä varianttikoodia ei oltu aikoihin Vaasan yksikössä käytetty. Itse kuvausten laadinta sopivan materiaalin löydettyä oli sitten yksinkertaisempaa. Tuli ottaa huomioon, voiko kyseistä koodia käyttää jokaisella moottorikoolla ja tyypillä.

Tuotantoon saattamiselle saatiin luotua järkevä prosessivaihtoehto, jota voidaan lähteä viemään eteenpäin. Prosessin avulla saadaan jokaiselle selkeästi määrätty tehtävä ja vastuualue, kunhan prosessin eri työvaiheille nimetään henkilöt.

### **7.2 Jatkotoimenpiteet**

M2-sukupolven moottoreiden varianttikoodien kuvaukset täytyy vielä ajaa sisälle ABB Motors & Generatorsin järjestelmiin sekä hyväksyttää ne muiden maiden yksiköillä. Tämän jälkeen tullaan vastaavaa kuvausten laatimista jatkamaan M3-sukupolven varianttikoodien kanssa. Näille M3-sukupolven moottoreille löytyy vielä runsaasti varianttikodeja, joille ei kuvausta ole, tai kuvaus on hyvin suppea, joten tekemistä varianttikoodien harmonisoinnin parissa vielä riittää.

## LÄHTEET

3-vaihe oikosulkumoottorin rakenne. Viitattu 3.11.2011.  
<http://oikosulkumoottorit.wikispaces.com/3-vaihe+oikosulkumoottorin+rakenne>

Korpinen, L. 1997 Svt-opus 10. Sähkökoneet, osa 1. Viitattu 11.10.2011.  
[http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt\\_opus/10sahkokoneet\\_1osa.pdf](http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/10sahkokoneet_1osa.pdf)

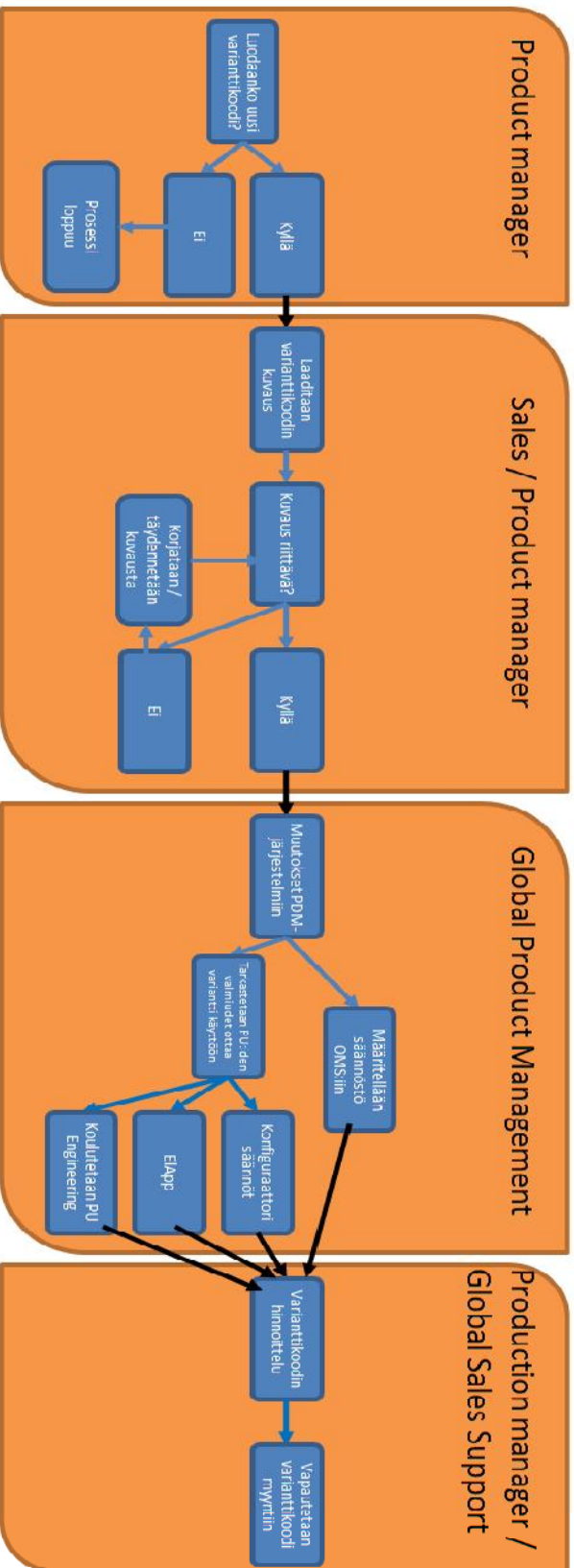
Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Sähkötekniikka nyt. Sähkömoottori. Viitattu 11.10.2011.  
[http://www.lut.fi/fi/technology/lutenergy/electrical\\_engineering/articles/electrical\\_motor/Sivut/Default.aspx](http://www.lut.fi/fi/technology/lutenergy/electrical_engineering/articles/electrical_motor/Sivut/Default.aspx)


Sarinko, K. 1999. Asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden massaräätelöinti, konfigurointi ja modulointi. Espoo. Teknillinen korkeakoulu.

Tampere University of Technology. 2005. Automaattinen kokoonpano, Modulointi. Viitattu 9.11.2011: <http://www.pe.tut.fi/akp/modulointi.html>

Tiihonen, J., Soininen, T. 1997. Product Configurators – Information System Support for Configurable Products. Helsinki. Helsinki University of technology.

Vilppo, T 2007. PDM-järjestelmän vaatimusmäärittely. Tampere. Tampereen ammattikorkeakoulu.

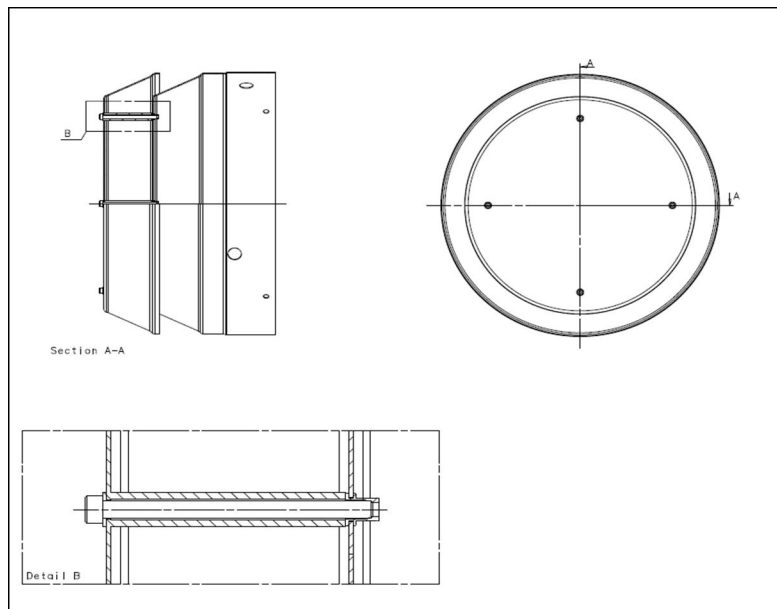


|   |  |  |                                   |
|---|--|--|-----------------------------------|
|  | Document kind<br><b>Technical description</b>    | Document identity<br><b>3GZF500930-xxx</b>         | Revision<br><b>B</b>              |
| Owner organization<br><b>Motors</b>   | Document type<br><b>Variant code description</b> | Date of revision (yyyy-mm-dd)<br><b>2011-09-07</b> | Status<br><b>Valid</b>            |
| Department<br><b>MLA600</b>   | Prepared by<br><b>Jarkko Takamaa</b>             | Approved by  | Page(s)<br><b>1(1)</b>            |
|   |  |  | Security level<br><b>Internal</b> |

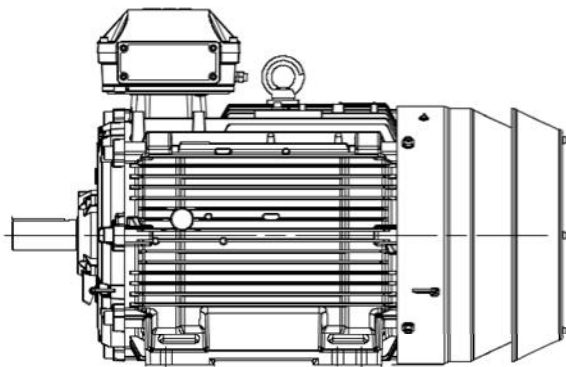
## Variant code : 005 Metal protective roof, vertical motor, shaft down

### Variant code description

This code includes a metal fan canopy for vertical motor. This code is used when it's required to protect fan and motor in vertically mounting arrangement with shaft extension downwards. (See picture for an example)



Picture 1. Metal fan canopy.



Picture 2. Motor with metal protective roof.

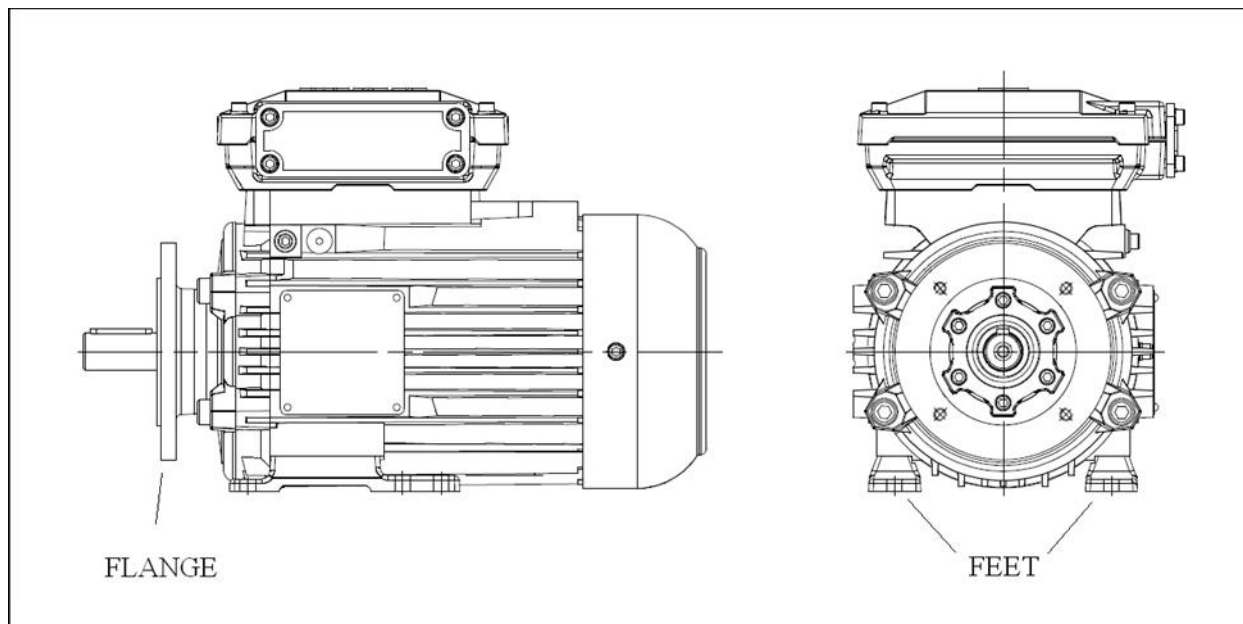
|                    |                          |                               |                |         |
|--------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------|---------|
| <b>ABB</b>         | Document kind            | Document identity             | Revision       |         |
|                    | Technical description    | 3GZF500930-xxx                | A              |         |
| Owner organization | Document type            | Date of revision (yyyy-mm-dd) | Status         | Page(s) |
| Motors             | Variant code description | 2011-09-12                    | Valid          | 1(1)    |
| Department         | Prepared by              | Approved by                   | Security level |         |
| MLA600             | <u>Jarkko Takamaa</u>    |                               | Internal       |         |

### Variant code :


**008 IM 2101 foot/flange mounted, IEC flange, from IM 1001 (B34 from B3).**

### Variant code description

This code requires the motor to be both foot and flange mounted. (Mounting position B34 from B3) The flange needs to be small and IEC type. (see picture) This code is possible only for frame sizes 56-132.



Picture 1. Foot/flange mounted motor.

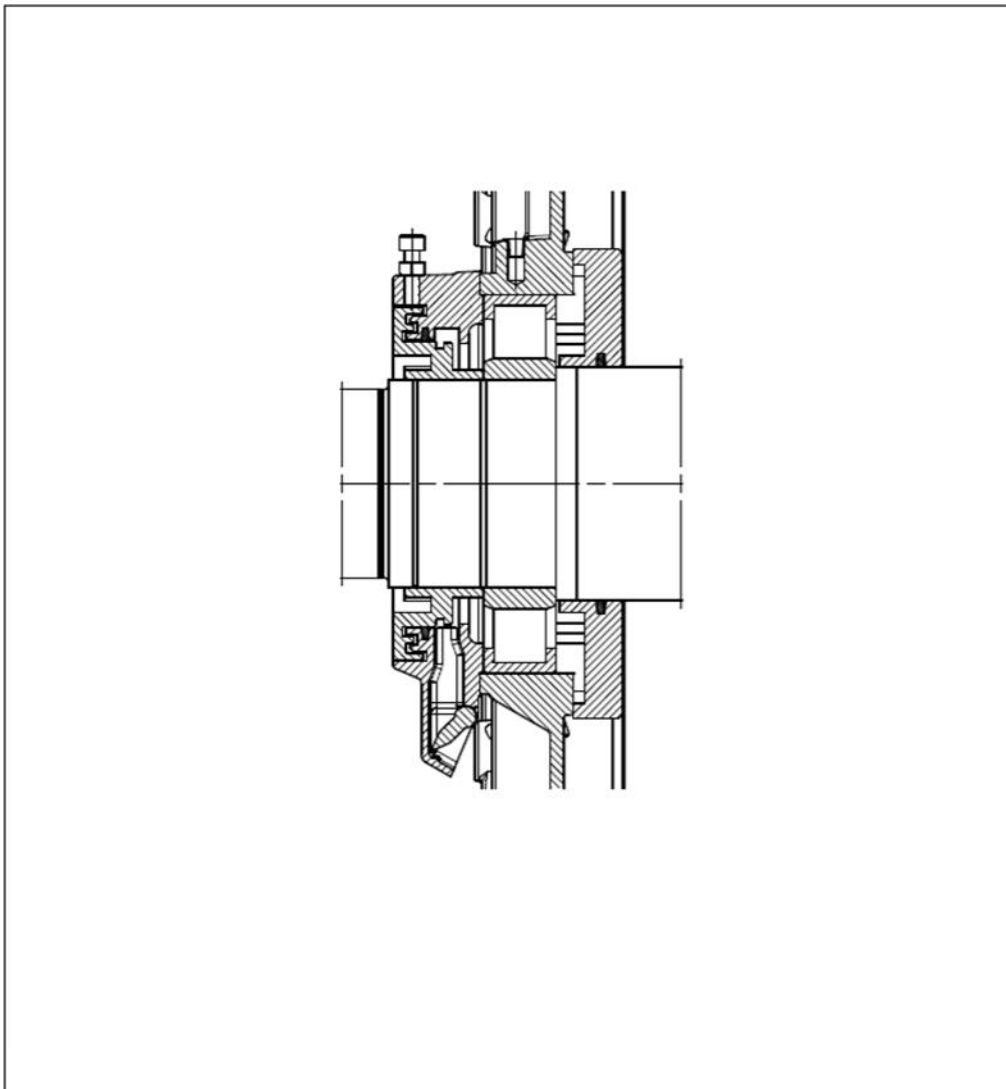
|   |  |   |                                   |
|---|--|---|-----------------------------------|
|  | Document kind<br><b>Technical description</b>    | Document identity<br><b>3GZF500930-xxx</b>        | Revision<br><b>B</b>              |
| Owner organization<br><b>Motors</b>   | Document type<br><b>Variant code description</b> | Date of revision (yyy-mm-dd)<br><b>2011-09-23</b> | Status<br><b>Valid</b>            |
| Page(s)<br><b>1(1)</b>  | Prepared by<br><b>Jarkko Takamaa</b>             | Approved by                                       | Security level<br><b>Internal</b> |
| Department<br><b>MLA600</b>   |  |   |                                   |

## Variant code : 037 Roller bearing at D-end.

### Variant code description

This code includes roller bearing at D-end. (Code is not possible with frame sizes 56-132.) Roller bearings are accommodated to high radial forces e.g. belt drives. Roller bearings do not withstand axial forces at all.

This code includes transport locking, variant code 036.



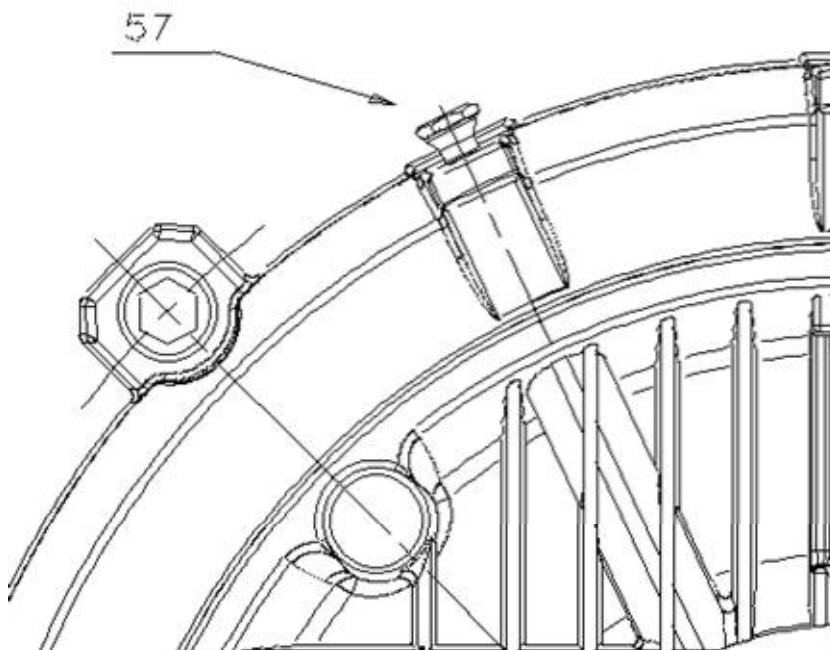
Picture 1. Roller bearing assembly

|                    |                          |                              |                |         |
|--------------------|--------------------------|------------------------------|----------------|---------|
| <b>ABB</b>         | Document kind            | Document identity            | Revision       |         |
|                    | Technical description    | 3GZF500930-xxx               | B              |         |
| Owner organization | Document type            | Date of revision (yyy-mm-dd) | Status         | Page(s) |
| Motors             | Variant code description | 2011-10-05                   | Valid          | 1(2)    |
| Department         | Prepared by              | Approved by                  | Security level |         |
| MLA600             | Jarkko Takamaa           |                              | Internal       |         |

## Variant code : 043 SPM compatible nipples for vibration measurement.

### Variant code description

This code includes SPM compatible nipples for vibration measurement. SPM nipples are located in end shields. Tightening torque for vibration measurement nipples is 10-12Nm. Nipples are secured by threadlocker 3GZF354730-3.

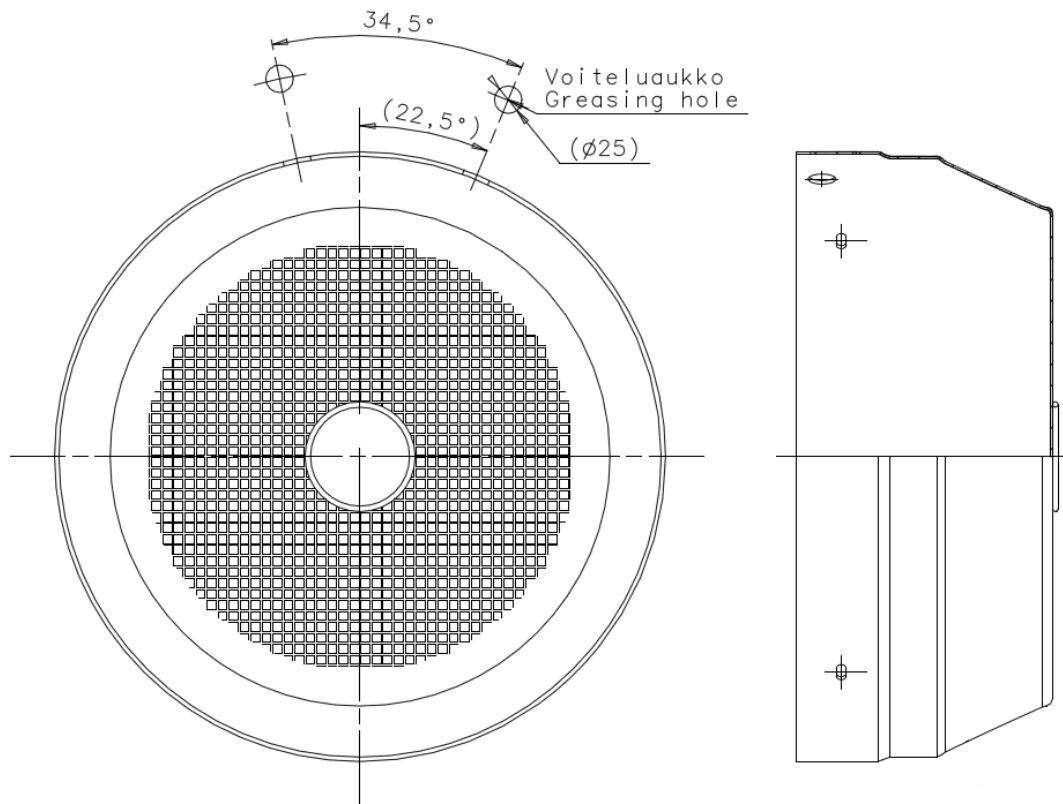


Picture 1. SPM nipple, part 57

In N-end there must be a hole for SPM nipple also in fan cover. (see picture 2.)



|                          |       |                |      |
|--------------------------|-------|----------------|------|
| Variant code description | Draft | 3GZF500930-xxx | B    |
|                          |       | 2006-10-18     | 2(2) |



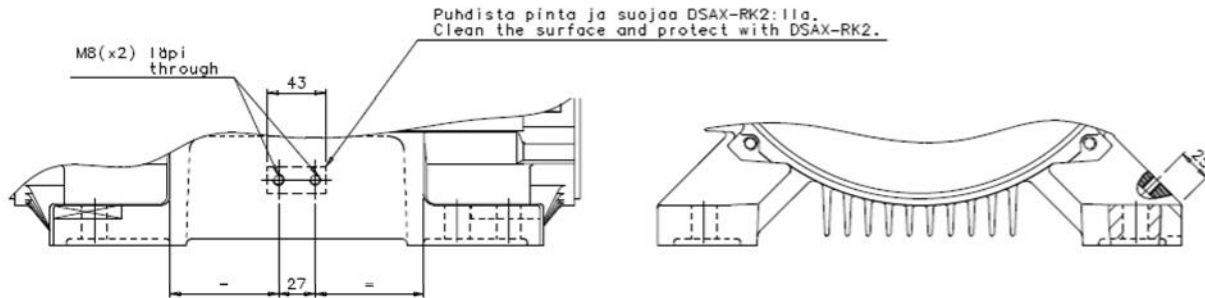
Picture 2. Example of holes in fan cover.

|                    |                          |                               |                |         |
|--------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------|---------|
| <b>ABB</b>         | Document kind            | Document identity             | Revision       |         |
|                    | Technical description    | 3GZF500930-xxx                | A              |         |
| Owner organization | Document type            | Date of revision (yyyy-mm-dd) | Status         | Page(s) |
| Motors             | Variant code description | 2011-10-15                    | Valid          | 1(1)    |
| Department         | Prepared by              | Approved by                   | Security level |         |
| MLA600             | <u>Jarkko Takamaa</u>    |                               | Internal       |         |

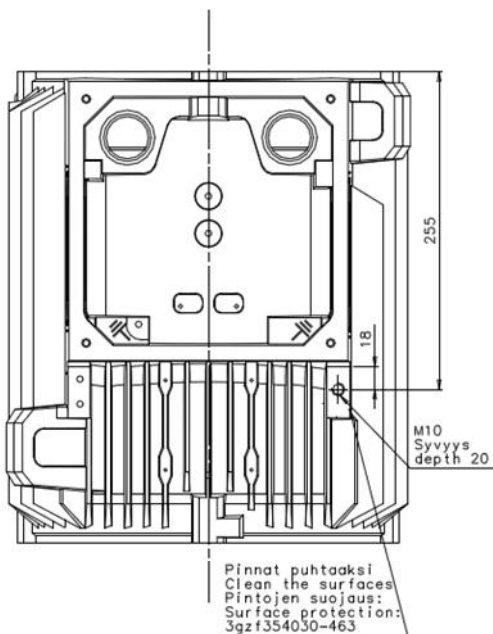
## Variant code : 067 External earthing bolt.

### Variant code description

An external earthing bolt must be installed to specific place in stator frame. If requested (with code 999) there may also be two external earthing bolts. In foot-mounted motors the external earthing bolt is placed in foot. In other motors it is placed in frame. Two different examples below.



Picture 1. External earthing on foot.



Picture 2. External earthing on top.