



Lari Ojala

Sähkömoottorituoteperheen standardirakenteen luonti

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

13.02.2023

Tiivistelmä

Tekijä: Lari Ojala
Otsikko: Sähkömoottorituoteperheen standardirakenteen luonti
Sivumäärä: 34 sivua
Aika: 13.2.2023

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine: Koneiden suunnittelu
Ohjaajat: Yliopettaja Pekka Salonen
Mekaniikkasuunnittelija Noora Leino

Insinööriyön tavoitteena oli tarkastella ABB Motors and Generators Oy:n sähkömoottorituoteperheen dokumenttirakenteita, joiden pohjalta moottorit valmistetaan ja toimitetaan asiakkaalle. Tutkimusten pohjalta luotiin tuoteperheelle oma vakiodokumenttirakenne Teamcenter PDM -järjestelmään, joka sisältää mallirakenteita, suunnitteluohjeita, moottoreiden vakio-osia sekä rakenteelle oman käyttöohjeen. ABB:lla on lisäksi kattava kategorioitu ohjekanta, joka sisältää rakennesuunnittelijoille suunnitteluohjeita. Ohjekantaan luotiin tuoteperheen oma suunnittelun sovelluskohtainen ohje.

Työssä etsittiin ongelmakohtia ja kehitettävää tuoteperheen suunnitteluprosessista poikkeamaraporttien perusteella sekä tarkasteltiin suunnittelijoiden mekaniikkakonfiguraattoria. Konfiguraattori tuottaa muutamien avaintietojen perusteella sähkömoottorille automaattisesti dokumenttirakenteen Teamcenteriin. Kuitenkin osalle tuoteperheen sähkömoottorimalleille automaattisesti tuotettu dokumenttirakenne on varsin puutteellinen. Tästä syystä niiden mallien konfiguraattoria päivitettiin kehitystehtäväim-pulssien kautta. Tärkeät osarakenteet ja niiden dokumentit, joita ei konfiguraattoriin saatu, lisättiin vakiodokumenttirakenteelle Teamcenteriin.

Lopputuloksena syntyi kattava standardoitu dokumenttirakenne, joka tukee suunnittelijoita suunnittelemaan tuoteperheen projekteja, mikä tukee myös nollavirheajattelua. Kyseistä tuoteperhettä yleensä suunnittelee uudet suunnittelijat, joten ohjeistus ja vakiointi olisi tärkeää olla kunnossa.

Avainsanat: Suunnittelu, Tuoteperhe, Tahtikone, PDM, Dokumentti, Vakiointi, Kehitys

Abstract

Author: Lari Ojala
Title: Creation of a standardized document structure for the electric motor-production family
Number of Pages: 34 pages
Date: 13 February 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Mechanical Engineering
Professional Major: Mechanical Design
Supervisors: Pekka Salonen, Principal Lecturer
Noora Leino, Mechanical Designer

The aim of the thesis was to conduct research on the document structures of ABB Motors and Generators AB's electric motor product family based on which motors are manufactured and supplied to the customer. Based on research, standard document structure for the product family was created to the Teamcenter PDM-program, which contains example document structures, design instructions, standard items of the motor and the instruction manual of the standard structure. ABB also has a comprehensive categorized instruction base, which includes design instructions for structure designers. The product family's own design application-specific instruction was created in the instruction base.

The Intention was also to search for problem points and development ideas of the design process based on quality notification reports from the completed projects. The configurator automatically generates a document structure for the electric motor project based on few key data. However, for some of electric motor models in the product family, the document structure what is automatically generated is quite incomplete. For this reason, the configurator of those models was updated by the developmental tasks through impulses. Important substructures and documents inside, which were not obtained to the configurator, was added to the standard document structure for Teamcenter.

The result was a comprehensive standardized document structure for the product family which helps designers to design projects of the product family and supports zero-defect thinking in its aspects. This product family is usually designed by new mechanical designers, so instructing and standardization would be important to be in order.

Keywords: Design, Production family, Synchronous machine, PDM, Document, Standardization, Development

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	ABB Motors and Generators Oy	2
2.1	Tuoteperhe	3
2.2	Tahtikoneiden tunnukset ja pääkomponentit	4
2.3	Rakennesuunnittelun järjestelmän kuvaus	6
2.3.1	Teamcenter	6
2.3.2	Siemens NX & Autocad	7
2.3.3	Sharepoint	7
2.3.4	Azure Devops	8
2.4	Tilaus-toimitusprosessiin kuuluvat ohjelmat	8
2.4.1	Koneensuunnittelijan siirtymisuloke	8
2.4.2	Tuotekonfigurointiohjelmat	9
3	Tuotetiedonhallinta ja tuotekonfigurointi	9
3.1	Nimikkeet ja nimikkeidenhallinta	10
3.2	Revisio ja revisionhallinta	11
3.3	ABB-kohtaiset nimikkeet	11
3.4	Tuotekonfigurointi	13
3.5	Rakennesuunnitteluprosessin kuvaus	14
4	Standardirakenne	15
4.1	Standardirakenteen attribuuttitiedot	16
4.2	Runkopituudet	18
4.3	Yhden kokoluokan moottorin standardirakenne	19
4.4	Suunnitteluohjeet standardirakenteilla	22
4.4.1	Rakennesuunnittelua koskevat ohjeet	23
4.4.2	Osien valintaohjeet standardirakenteilla	23
4.4.3	Osa- ja tyyppitietoja sisältävät ohjeet	24
4.5	Tuoteperheen yleinen suunnittelurakenne	24
4.5.1	Ympäristöolosuhteet	25
4.5.2	Kriittiset komponentit	26
4.5.3	Läpivientiosat	26

4.5.4	Kytkimen asennus	26
4.5.5	Pakkausohjeet	27
4.6	Standardirakenteen käyttöä koskevat ohjeet	27
5	Kehitys	28
5.1	Poikkeamien tarkastelu	28
5.2	Tuoteperheen tuotekonfigurointi	29
5.2.1	Tuotekonfiguraattorin valintataulut ja valintakriteerit	30
5.2.2	Päivitykset tuotekonfiguraattoriin	32
5.2.3	Tulokset	33
5.3	Tuoteperheen suunnittelun sovelluskohtainen ohje	33
6	Yhteenveto	34
	Lähteet	1

Lyhenteet

PDM:	Tuotetiedonhallintajärjestelmä
TC:	Teamcenter, joka on yrityksessä käytössä oleva tuotetiedonhallintajärjestelmä
ERP:	Toiminnanohjausjärjestelmä
SAP	Yrityksessä käytettävä ERP-ohjelma
AMZ:	Tahtimoottorin lajimerkkitunnus
AMG:	Tahtigeneraattorin lajimerkkitunnus
Mexcel:	Sähkökoneen tekniseen laskentaan räätälöity Excel-laskentapohja
Ratti:	Tuotekonfiguraattori mekaanisen osaluettelorakenteen määrittelyyn
VT-Ratti:	Tuotekonfiguraattori sähköisten arvojen osaluettelomäärittelyyn
Devops:	Pilvipalvelu, joka toimii kehitysalustana
Kossu:	Linkkikokoelma suunnittelukantoihin
DG:	Driving glove, joka on yrityksen Legacy ERP-järjestelmä
Nollavirhe:	Päämäärä, jolla yritys pyrkii virheiden poistamiseen ja ennalta ehkäisyyn
VSD	Muuttuvan pyörimisnopeuden käyttö

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä tutkittiin ABB Motors and Generators Oy:n sähkömoottori-tuoteperheen dokumenttirakenteita, joiden pohjalta sähkömoottorit on valmistettu ja toimitettu asiakkaalle. Tuoteperheiden rakenteiden vakiointi on yrityksessä yleinen tapa nopeuttaa suunnitteluprosessia, joten tuoteperheelle luotiin tutkimusten perusteella standardisoitu dokumenttirakenne yrityksen käyttämään Teamcenter (TC) tuotetiedon hallintajärjestelmään (PDM). Työssä etsittiin myös kehityskohteita tarkastelemalla muun muassa poikkeamaraportteja tuoteperheen menneiltä projekteilta sekä käytiin läpi minkälaisia dokumenttirakenteita yrityksen käyttämä mekaniikkakonfiguraattori tuoteperheelle tuottaa. Poikkeamaraporttien perusteella luotiin korjaussuunnitelma koko tuoteperheelle sekä konfiguraattorin sisältöä pyrittiin päivittämään niiden moottorityyppien kohdalla, joissa konfiguraattorin tuotos on puutteellinen. Päivitysehdotukset toteutettiin luomalla kehitystehtäväimpulsseja tuotekehityksen kehitystehtäväkantaan.

Työ pohjautuu teorian puolesta keskeisesti tuotetiedon hallintaan sekä koneiden suunnitteluun. Koko dokumenttirakenteen tarkoitus on tukea suunnittelijoita suunnittelemaan tulevia projekteja. Standardirakenteet sisältävät suunnitteluohjeita, vakio-osia, ohjeita miten ne valitaan sekä käyttöohjeen dokumenttirakenteen käyttöön. Suurimmalla osalla ABB:n valmistamilla tahtikonetuoteperheillä on oma sovelluskohtaisen suunnittelun ohje yrityksen omassa ohjekannassa, joten dokumenttirakenteen lisäksi luotiin työtä koskevalle tuoteperheelle myös oma suunnittelun sovelluskohtainen ohje. Ohje koostuu yleisestä tiedosta tuoteperheeseen liittyen, suunnittelijan muistilistasta sekä rakennesuunnittelun kannalta huomioon otettavista asioista. Kaikki ohjeet ohjekannassa ovat päivitettäviä, joten kyseinen ohje ei tulisi olemaan viimeinen versio ohjeesta, vaan ensimmäinen versio, jota lähdetään ajan kanssa kehittämään ja päivittämään.

Insinööriyön laajuus on rajattu tuoteperheen sähkömoottoreiden kokoluokkien kohdalla kahteen pienimpään kokoluokkaan. Kokoluokat määrittävät moottorin

akselin korkeus ja rungon pituus. Työn lopputulos tukee kaikin puolin nollavirheajattelua. Tuoteperhettä suunnittelee yleensä yrityksen uudet suunnittelijat, joiden olisi hyödyllistä, että vakiointi sekä ohjeistus ovat kunnossa.

2 ABB Motors and Generators Oy

ABB Motors and Generators Oy on ABB-konserniin kuuluva yritys, joka suunnittelee ja valmistaa Helsingin Pitäjänmäessä asiakasräätälöityjä sähkömoottoreita teollisuuden aloille moniin sovelluskohteisiin globaalisti. Tehdas jakaantuu koneiden toimintaperiaatteen mukaan kahteen eri pääosastoon, joista toinen osasto on tahtikoneet ja toinen induktiokoneet.

Tahtikone on vaihtosähköllä toimiva kone, jonka toimintaperiaate pohjautuu sähkövirroilla synnytettyihin magneettikenttiin sekä sähkömagneettiseen induktioon. Tahtikoneen roottori pyörii aina sähkövirran taajuuden määräämällä vakionopeudella eli tahtinopeudella. Tahtikonetta käytetään tahtigeneraattorina tai tahtimoottorina. (1, s.2,8.)

Generaattorit ja moottorit voidaan jakaa erilleen käyttötarkoituksen perusteella. Ero tahtigeneraattorin ja moottorin välillä on, että sähköenergia liikkuu eri suuntaan. Generaattori muuttaa mekaanisen liike-energian sähköenergiaksi ja moottori muuttaa sähköenergian mekaaniseksi. Eli ts. toinen kone pyörittää generaattoria, niin se tuottaa sähköenergiaa ja kun moottoriin johdetaan sähköä, niin se pyörittää toista toimilaitetta.

ABB:lla on sovelluskohteita laajasti teollisuudessa ja merenkulussa. Yleisimpiä kohteita ovat metalli-, energia-, kemian- sekä öljyteollisuus. Merenkulussa sovellukset keskittyvät erityyppisten laivojen propulsioon ja öljynporauslauttojen sovelluksiin. (2.)

2.1 Tuoteperhe

Tuoteperheen moottorit on nimetty Metals-moottoreiksi ja sen tunnus on 13C. Sovelluskohde on nimensä mukainen eli Metals-tuoteperheen moottorit menevät metallitehtaille ympäri maailmaa. Moottoreiden tehtävä on toimia toimilaitteen mekaanisen voiman lähteenä. Toimilaitteet ovat tyypillisesti metallitehtailla kuljettimia tai valssaimia, joita moottorit pyörittävät. Moottoreita ajetaan VSD-käytöllä eli muuttuvan pyörimisnopeuden käytöllä taajuusmuuttajien avulla. Tuoteperheen moottoreille hyvin ominaista on niihin kohdistuva mekaaninen kuormitus, joka vaatii lujuusteknillisesti paljon moottorin runkorakenteelta sekä laakeroinnilta. Muita tyypillisiä ominaisuuksia käytössä ovat isot pyörimisnopeudet ja suunnan muutokset. (3.)

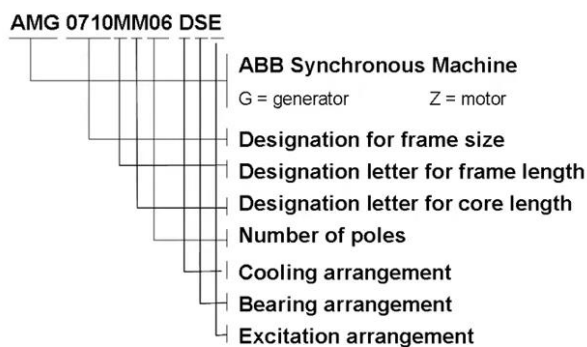
Ensimmäisessä kuvassa esiintyy tuoteperheen moottoreita asiakkaan toimitiloissa. Muita 13-tuoteperheitä ovat myös metalliteollisuuteen menevät mylly- ja kaivosnostinmoottorit.



Kuva 1. Kuva tuoteperheen moottoreista asiakkaan toimitiloissa (3)

2.2 Tahtikoneiden tunnuksset ja pääkomponentit

Tässä kappaleessa käydään läpi, miten tahtikoneiden kokoluokat ja varustus määrittyvät yrityksessä sekä tahtimoottorin pääkomponentteja. Tahtikoneiden tyyppi ja kokoluokka parametrit eritellään ABB:lla kirjain-numerotunnuksin ja tässä insinööriyössä skaala on tuoteperheen pienimmissä moottoreissa (AMZ 0710-0900). AMZ tai AMG tarkoittaa mallimerkinnässä tahtimoottori tai tahti-generaattoria ja numerot, esimerkiksi 0710, on korkeuden mitta akselin keskilinjasta maahan millimetreinä (mm). Seuraavat tunnuksset mallimerkinnöissä ovat kirjaintunnuksset, jotka ilmoittavat staattorin rungon pituuden ja staattorin oman pituuden. Numerot 06 tarkoittaa roottorin napalukua. Viimeiset kirjaintunnuksset ilmoittavat tahtikoneen jäähdytystavan, laakerityypin sekä magnetointityypin. (kuva 2.)

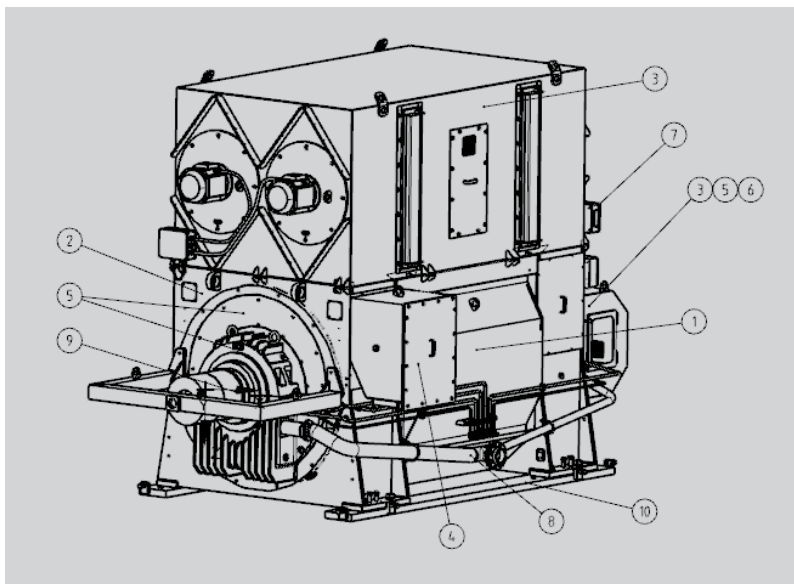


Kuva 2. Tahtikoneen mallityypin kuvaus (4)

Todellisuudessa jokaisen tuoteperheen tahtikoneet ovat projektikohtaisesti asiakasräätälöityjä tuotteita ja sisältävät omat erityisvaatimukset. Tuoteperheen moottoreita varten on kuitenkin luotu vakiokomponentteja. Tuoteperheen tyypillinen AMZ 0900 kokoluokan moottori ja sen pääkomponentit ovat esitetty kuvassa 3. Alle on listattu luettelo moottorin pääkomponenteista, jotka täsmäävät kuvan 3 osaluettelopallojen numeroiden kanssa. Esitetyt pääkomponentit koostuvat useista pienemmistä komponenteista ja kaiken kaikkiaan satoja osia käytetään pelkästään yhden moottorin rakentamiseen.

Metals-tuoteperheen tahtimoottorin pääkomponentteja ovat:

1. Staattori, joka koostuu rungosta ja staattorista
2. Runkopäädyt
3. Jäähdytysyksikkö
4. Pääliitäntäkotelo
5. Laakerit ja laakereiden kilvet
6. Magnetointi (ei näy kuvassa)
7. Apuliitäntäkotelot (kaikki ei näy kuvassa)
8. Öljyputkisto ja voiteluyksikkö (voiteluyksikkö ei näy kuvassa)
9. Roottori, joka koostuu akselista ja navoista
10. Perustalaaat



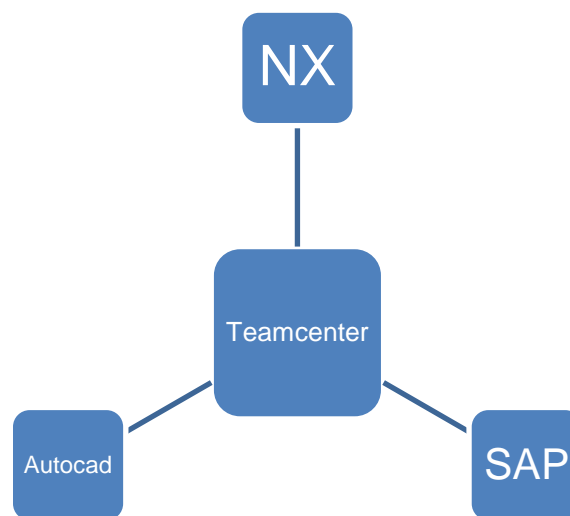
Kuva 3. 13C-tuoteperheen moottorin 3D-kuvanto

2.3 Rakennesuunnittelun järjestelmän kuvaus

Rakennesuunnittelu tarkoittaa ABB:lla yleisesti sähkömoottorin, generaattorin tai induktiomootorin dokumenttirakenteen suunnittelua. Rakennesuunnittelijoista osa on mekaniikkasuunnittelijoita ja osa sähkösuunnittelijoita. Suunnittelu tapahtuu tietokoneavusteisia suunnitteluohjelmia hyödyntämällä. Alakappaleissa käydään läpi mekaniikkasuunnittelijoiden käyttämiä ohjelmia, joiden avulla koneet tyypillisesti yrityksessä suunnitellaan.

2.3.1 Teamcenter

ABB:lla tuotetiedon hallintajärjestelmä on Teamcenter, jossa valmistettavien koneiden dokumenttirakenteita hallitaan. Dokumenttirakenteet sisältävät koneiden osien nimikkeitä, jotka sisältävät 3D-malleja, piirustuksia, asiakirjoja sekä osaluetteloja. Kuvassa 4 on esitetty suunnitteluohjelmia, jotka on integroitu TC:iin. SAP-niminen yrityksen ohjausjärjestelmä, jonka ikoni on kuvan 4 oikeassa alareunassa, ei käytännössä ole suunnittelujärjestelmä, mutta SAP:iin siirtyy kaikki suunnittelijoiden tekemät hyväksytyt nimikkeet ja dokumenttirakenteet ostoa ja tuotantoa varten. Niiden ero on, että TC:ssä ylläpidetään teknisiä tietoja ja SAP:ssa tuotanto- ja taloustietoja.



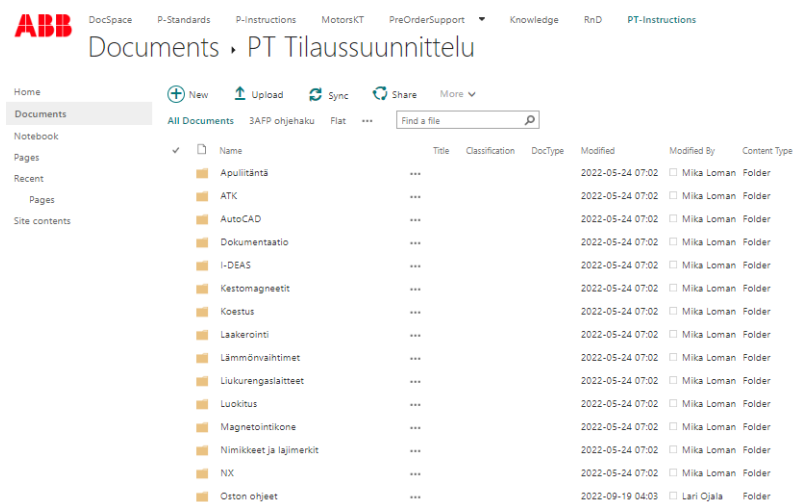
Kuva 4. PDM-järjestelmään liitetyt ohjelmat

2.3.2 Siemens NX & Autocad

NX on 3D-suunnitteluohjelmisto, jolla tehdään 3D-mallit, 2D-piirustukset, lujuus- ja värähtelyanalyysit sekä NX-dataa sisältävien nimikkeiden luonti TC:iin. Autocadilla tehdään moottoreiden ja generaattoreiden kytkentä- ja käämityskaaviot sekä yksityiskohtaisimmat 2D-piirustukset, kuten esimerkiksi kuljetussidonta- tai päämittapiirustukset.

2.3.3 Sharepoint

Microsoft Sharepoint toimii ABB:lla tieto- ja dokumenttikantojen alustana. Kantoja ovat muun muassa P-ohjekanta, PT-ohjekanta sekä Tietämyskanta. Insinööri-työn kannalta tärkeimmät kannat ovat PT-ohje- ja Tietämyskanta. PT-ohjeet sisältävät suunnitteluohjeita suoraan tahtikoneiden rakenteisiin ja niiden mitoitusiin ja myös toimintoja tukeviin järjestelmiin. Kuvassa 5 on esitetty PT-ohjekannan etusivu, jossa näkyy ohjekansioita kategorioitain. Koneiden suunnittelijan kannalta tärkeintä ohjekannassa on, että se sisältää lähes kaiken tarvitsemansa suunnitteluohjeen. Suunnitteluohjeet ovat joustavia ja vapaamuotoisia muokattavuuden kannalta. Tietämyskanta sisältää dokumentteja, joihin on taltioitu tietoa siitä, miten tietynlaisia projekteja on hoidettu, laskentaportteja sekä opinnäytteitä.



Kuva 5. PT-ohjekannan etusivunäkymä

2.3.4 Azure Devops

ABB:lla on oma kehitystehtäväkanta Microsoftin Azure Devops -ohjelmistossa. Ohjelma yleisesti tukee yhteistyökulttuuria sekä prosesseja. Devops on tavallinen termi käytännöistä, jotka yhdistävät ohjelmistokehityksen (Dev) ja IT-toiminnan (Ops). (5.)

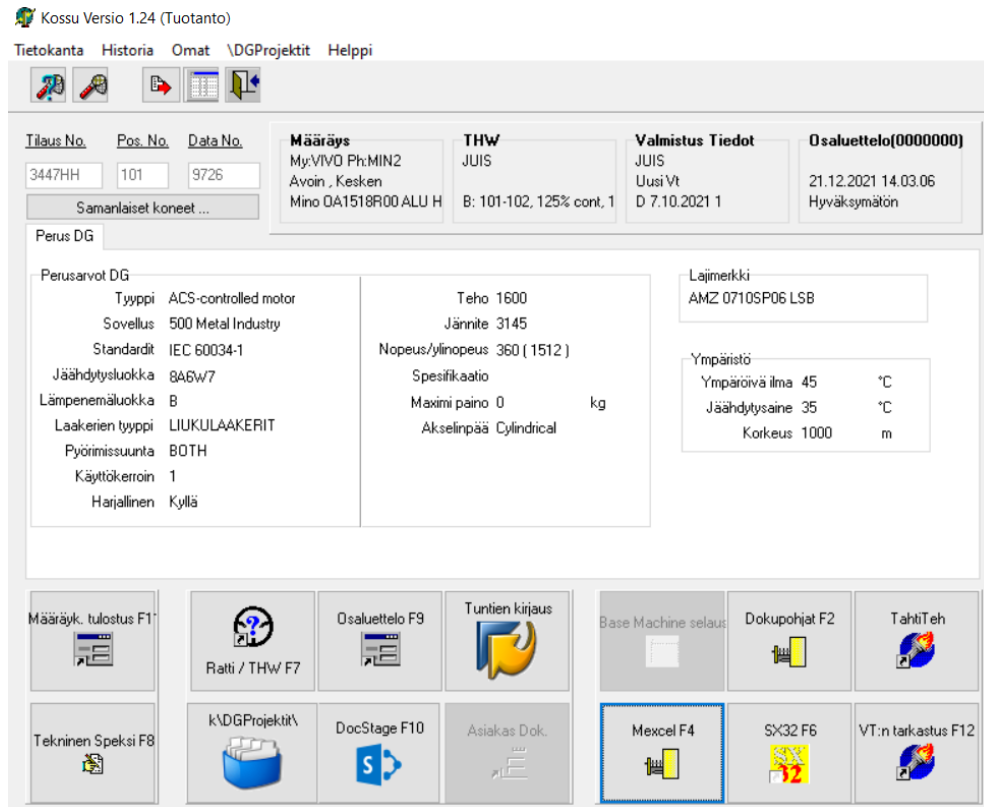
Kehitystehtäväkanta on tarkoitettu sähkökoneiden kehitystehtäville, joita hoitavat tuotekehitysosaston toimihenkilöt. Kehitystehtäväkantaan luotiin impulsseja tuoteperheen mekaniikkakonfiguraattorin päivitystä varten tässä opinnäytetyössä.

2.4 Tilaus-toimitusprosessiin kuuluvat ohjelmat

Tilaustoimitusprosessiin liittyviä ohjelmia, joita suunnittelijat käyttävät ovat tuotekonfigurointiohjelmat, mekaniikkalaskentaan tarkoitettuja Excel-laskentataulukkoja (Mexcel) sekä suunnittelijoiden siirtymisulokeohjelma. Tuotekonfigurointiohjelmat (Ratti ja VT-Ratti) tuottavat automaattisesti osaluetteloita sähkö- ja mekaniikkasuunnittelijoille. Mexcel on itsessään käyttöliittymäohjelma, jonka avulla voi avata erilaisia dokumenttipohjia sekä projektikohtaisesti tuotettuja dokumentteja. Tyypillisesti dokumenttipohjat ovat Excel-laskentapohjia, kuten esimerkiksi moottorin perustavoimien tai laakerin aksiaalivoimien laskuun käytettäviä laskentapohjia.

2.4.1 Koneensuunnittelijan siirtymisuloke

Koneensuunnittelijan siirtymisuloke niminen ohjelma "Kossu" toimii tahtikoneen suunnittelijalle yleisenä hakutyökaluna ja portaalina esimerkiksi suunniteltavan tahtikoneen työnumeron työmääräykselle, Mexceleihin, tekniseen speksiin tai Rattiin. Tärkeitä hyötyjä insinööriyön kannalta on samankaltaisten projektien etsintä. Lisäksi ohjelma käynnistää muita ohjelmia siten, ettei joka kerta tarvitse täytellä uudestaan hakuehtoja. Alla olevassa kuvassa näkyy ohjelman etusivu ja haettu projekti (kuva 6).



Kuva 6. Ohjelman etusivu

2.4.2 Tuotekonfigurointiohjelmat

Tuotekonfigurointiohjelmat ovat sähkö- ja mekaniikkasuunnittelijoiden tärkeitä työvälineitä. Ohjelmia on kaksi erilaista, joista toinen on sähkösuunnittelijalle tarkoitettu VT-Ratti ja toinen mekaniikkasuunnittelijalle tarkoitettu Ratti. Konfiguraattoreilla luodaan automaattisesti osaluettelorakenne projektille sähkö- ja mekaniikkasuunnittelun osalta projektin perustietojen, sähkölaskelman ja muiden avaintietojen perusteella.

3 Tuotetiedonhallinta ja tuotekonfigurointi

Tässä kappaleessa käydään lyhyesti läpi, miten tuotetiedonhallinta- ja konfigurointi tapahtuu yrityksessä sekä kuvataan tahtikoneiden rakennesuunnittelupro-

sessi. Tuotetiedon hallinta, joka tunnetaan nimellä PDM, on systemaattinen kontrolloitu menetelmä tuotteen hallintaan ja kehittämiseen koko sen elinkaaren ajan (6, s.13).

Tuotetiedonhallinta on myös järjestelmä, jolla tuetaan ja ylläpidetään tuotetietoa. Suurin osa PDM-järjestelmän päätoiminnoista pohjautuu tuotteisiin ja niiden rakenteisiin. PDM-järjestelmän tärkeimpiä tehtäviä ovat:

- Tuotteiden ja tuoterakenteiden hallinta
- Dokumentaation hallinta
- Tuotemuutosten hallinta
- Tietojen haku- ja raportointitoiminnot (6, s. 21–23.)

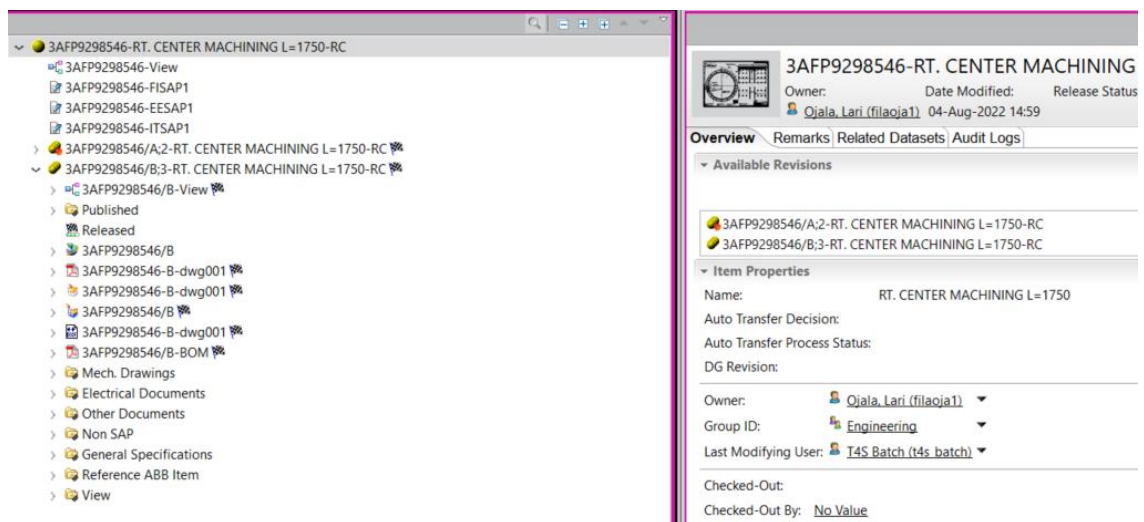
3.1 Nimikkeet ja nimikkeidenhallinta

Nimikkeet ovat ABB:n PDM-järjestelmän merkittävimmät objektit. Koko tuoterakenne voidaan esittää monitasoisena rakenteena pelkästään toisilleen alisteisten nimikkeiden avulla. Nimike voi olla esimerkiksi vain mutteri eli yksittäinen komponentti, joka on monoliittinen tai nimike voi myös olla useammista nimikkeistä koostuva alikokoonpano. (7.)

Nimikkeiden hallinnan pääjärjestelmä on Teamcenter. Yleisesti nimikkeet luodaan ja revisoidaan TC:ssä. Kuitenkin otettaessa vanhaa NX-dataa sisältävä nimike tai piirustus, on uusi nimike luotava aina NX:ssä ei TC:ssä. Nimikkeellä tarkoitetaan yksilöllisenä koodina identifioituvaa kokonaisuutta. Helsingin ABB:lla etuliitekoodi on 3AFP ja sen perään tulee nimikkeen luonnissa syntyvä vapaana oleva juokseva numero. Usein muilla yrityksillä nimikkeen koodi esitetään pelkästään juoksevalla numerolla tai jollain muulla etuliitekoodilla, joten ABB:n omat nimikkeet eivät mene muiden yritysten dokumenttien kanssa sekaisin.

3.2 Revisio ja revisionhallinta

Revisio on kansainvälinen yleistermi jonkin objektin, kuten ABB-kohtaisen nimikkeen päivitetylle versiolle. Vain viimeisin versio objektista voi olla voimassa ja hyväksytty käyttöön eli samanaikaisesti nimikkeen vanhempia revisioita ei käytetä. Revisiot nimetään yrityksessä aina aakkosilla. TC:ssä revisionhallinta on automaattista ja ohjelma tekee revisioitavalle nimikkeelle uuden käyttöliittymän. Vanha revisio ja sen tiedot jäävät talteen kuvan 7 mukaisesti. TC tallentaa uusimmat muutokset ja sisältö lukitaan, kun revisio hyväksytään, jolloin nimikkeen uusimman revision tiedot siirtyvät muihin käytettäviin järjestelmiin, kuten SAP. (8, s.8.)



Kuva 7. Revisiointi TC:ssä








3.3 ABB-kohtaiset nimikkeet

ABB-kohtaiset nimikkeet ovat vakioitu tapa tunnistaa, nimetä ja luoda tuote, komponentti, materiaali tai asiakirja. ABB-kohtaiset nimikkeet ovat tärkein tapa esittää tietoa yrityksen PDM-järjestelmässä, ja ne sisältävät nimiketyypistä riippuen eri objekteja. Objekteilla tarkoitetaan tässä tapauksessa 3D-malleja, 2D-piirustuksia, piirustuksia ja osaluetteloja PDF-tiedostomuodossa TC:n käyttöliittymässä (kuva 7). Osaluettelon PDF-tiedosto on tärkeä tapa esittää moottoreiden osien rakenteita hankinnalle ja toimittajille. Eri ABB-kohtaisten nimikkeiden attribuuttitiedot

vaihtelevat, jotka ovat joukko erilaisia tietoja. Kaikilla nimiketyypeillä täytyy olla pakollinen määrä attribuuttitietoja, jotta ne voidaan hyväksyä (8, s. 60).

Alla olevassa luettelossa on listattu ABB-kohtaiset nimikkeet ja niiden ominaisuudet. Luettelon jälkeen on esitetty kuva miltä nimiketyypit näyttävät TC:ssä (kuva 8).

1. ABB Item on kaikista perustavanlaatuisin ABB-nimiketyyppi TC:ssä. Niitä voidaan käyttää komponenttina tai rakenteena 3D-mallin kanssa tai ilman, niin kutsuttuina phantom-rakenteina.
2. ABB Part on projektikohtainen nimiketyyppi, jota käytetään työnumero-pohjaisessa rakennesuunnitteluprosessissa. Tuotekonfiguraattori yleensä määrittää ennalta ABB Part -tyyppisen nimikkeen sijainnin työnumerotuoterakenteessa. Myöhemmissä kappaleissa ABB Part -nimikkeistä puhutaan nimellä rakenne tai taso kontekstista riippuen.
3. ABB Combo on eniten käytetty NX 3D-malleissa ja piirustuksissa. ABB Combo nimikkeen alla voi olla sekä 3D-malli, että piirustus ja se toimii samalla tapaa, kun ABB Item.
4. Piirustukset luodaan ABB Drawing -nimiketyyppiä käyttäen ABB item-nimikkeistä samalla yksilöllisellä koodilla "-D" tunnuksen kanssa.
5. ABB Document -nimiketyyppi on käytössä asiakirjojen tallentamiseen TC:ssä.
6. ABB Tool on nimiketyyppi, joka edustaa todellista työkalua, jota käytetään tuotteen valmistamiseen.
7. ABB Work Number nimiketyyppi on tuoterakenteen ylin objekti. Konfiguraattori luo työnumero-objektin automaattisesti ja työnumero vastaa projektinumeroa. (8.)

 ABB Item	1
 ABB Part	2
 ABB Combo	3
 ABB Drawing	4
 ABB Document	5
 ABB Tool	6
 ABB Work Number	7

Kuva 8. Nimiketyypit ABB-nimikkeille (8)

3.4 Tuotekonfigurointi

Konfiguroinniksi kutsutaan prosessia, joka ennalta määriteltyjen ehtojen perusteella muodostaa annetut lähtötiedot, kuten asiakasvaatimukset seuraavan osaprosessin vaatimaan muotoon, esimerkiksi sähkömoottorin osan valmistusdokumentti. Konfiguroinnilla voidaan parantaa kykyä vastata nopeasti asiakkaiden muuttuviin vaatimuksiin. Teoriassa konfiguroinnin tuloksena syntyy asiakasräätälöityjä tuotteita. (9, s. 13.)

ABB:lla tahtikoneet ovat käytännössä projektituotteita, jotka valmistetaan tilauksen jälkeen asiakaskohtaisesti. Yrityksen tuotekonfiguroinnissa annetut lähtötiedot ovat aina poikkeuksetta valmistettavan sähkömoottorin teknisiä ominaisuuksia. Konfigurointiprosessin tekee rakennesuunnittelun osalta sähkö- ja mekaniikkasuunnittelijat. VT-Ratti tuottaa tahtikoneelle osaluettelon sähkösuunnittelijan osalta ja Ratti tuottaa osaluettelorakenteen pohjan muutaman avaintiedon perusteella mekaniikkasuunnittelijalle.

Periaatteena on, että Ratti ajetaan projektin jokaiselle erilaiselle tahtikoneelle. Mekaniikkasuunnittelija tarkistaa sähkösuunnittelijan käyttämässä suunnitteluohjelmassa (THW) mekaanisten ominaisuuksien oikeellisuuden ennen Ratin ajoa,

jotka ovat moottorin roottorin ja laakereiden tyyppitietoja, kuten niiden painoja ja inertioita. Käynnistäessä Ratin, ohjelma varmistaa itse vielä onko roottorin paino sekä koko moottorin paino ja inertia oikeelliset. Lopuksi mekaniikkasuunnittelija täyttää muutamat avaintiedot, kuten esimerkiksi tuleeko laakeriin eristys ja mikä on koneen kiinnitysreikien halkaisijan mitat. Kun tiedot ovat täytetty, konfiguraattori-ajon voi käynnistää.

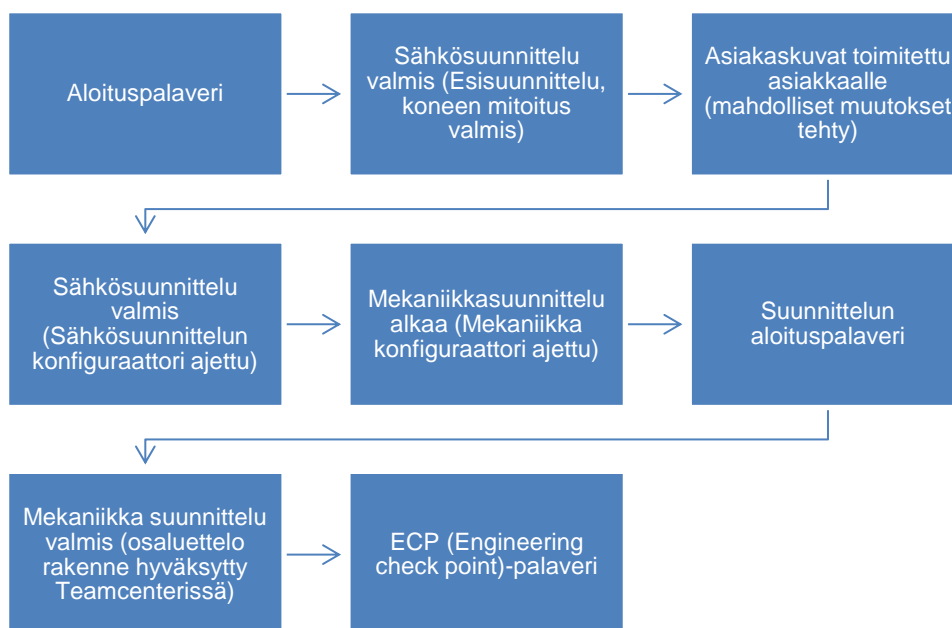
3.5 Rakennesuunnitteluprosessin kuvaus

Rakennesuunnitteluprosessi alkaa tavallisesti aloituspalaverista, missä on mukana projektipäällikkö, sähkösuunnittelija, tuotannonsuunnittelija sekä mekaniikkasuunnittelija tai -suunnittelijoita. Aloituspalaverissa käydään läpi koneen vaatimukset, aikataulua suunnittelun ja tuotannon osalta sekä kriittisten osien hankintaa. Aloituspalaverin jälkeen aloitetaan sähkösuunnittelun esisuunnittelu sekä asiakaskuvien teko. Esisuunnittelussa sähkösuunnittelija syöttää suunniteltavan tahtikoneen sähkötekniiset datat sähkökonfiguraattoriin. Asiakkaalle toimitetaan tahtikoneesta tavallisesti noin 3 piirustusta kommentoitavaksi, jotka ovat päämitakuva, roottorikuva sekä kytkentäkaavio. Kun esisuunnittelu on valmis, sähkösuunnittelija ajaa VT-Ratin, joka tuottaa projektille osaluettelon sähkösuunnittelun osalta. Osaluettelon dokumenttirakenne koostuu tahtikoneen sähkötekniisistä mittatiedoista ja muutamista osista. Tämän jälkeen mekaniikkasuunnittelija voi aloittaa suunnitteluvaiheen ajamalla mekaniikkakonfiguraattorin. Suunnittelun aloituspalaveri pidetään yleensä, jos suunnitteilla on todella erikoinen tai monimutkaisempi tahtikone. Vaihtoehtoisesti, jos mekaniikkasuunnittelija on suunnittelemassa ensimmäistä kertaa omaa projektiaan, niin suunnittelun aloituspalaveri pidetään.

Loppuvaiheessa, kun mekaniikkasuunnittelu on valmis, pidetään ECP-palaveri (Engineering check point), jossa käydään läpi projektin rakenteen ajoitusta ja sisältöä tuotannonsuunnittelun kanssa sekä käydään läpi projektille tilattavat osat.

(4.)

Alla olevassa prosessikaaviossa esitetty rakennesuunnitteluprosessi (kuva 9).



Kuva 9. Prosessikaavio rakennesuunnittelusta (10)

4 Standardirakenne

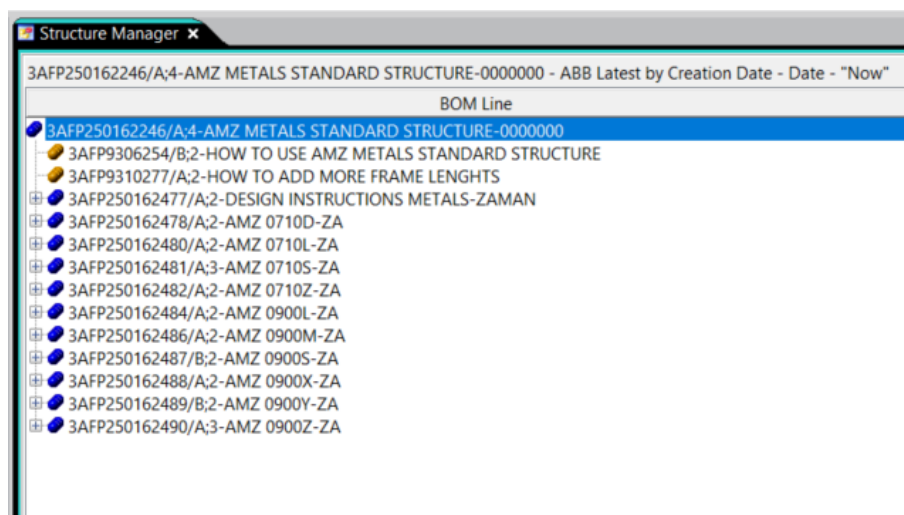
Tässä kappaleessa käydään läpi tuoteperheelle luotu standardi dokumenttirakenne kokonaisuudessaan. Rakenne koostuu kahden eri akselikorkeuden omaavan sähkömoottorin dokumenttirakenteista. Eri dokumenttirakenteet akselikorkeuksilla erottavat moottorin rungon pituus ja magnetointitapa. Rakenteita luotiin yhteensä 14, sen perusteella minkä kokoluokan moottoreita on suunniteltu ja valmistettu 5 vuoden sisällä. Moottoreiden mitoitus määritellään asiakastarpeiden perusteella.

Rungon pituudella ja magnetointitavalla on selkeitä eroavaisuuksia rakenteen sisällössä, jonka vuoksi standardirakenteet on eroteltu myös niiden mukaan. Rakenteelle on luotu oma käyttöohje ja ohje, miten lisätään lisää osaluettelorakenteita. Molemmille ohjeille luotiin omat nimikkeet, jotta ne ovat saatavilla TC:ssä kätevästi. Muut tasot sisältävät tuoteperheen yleisiä suunnitteluohjeita aihepiireittäin.

Rakenteita ei luotu täysin normaaleita rakenteita vastaaviksi osaluetteloiden nimikkeiden puolesta, koska rakenteiden tehtävä ei ole toimia referenssinä, josta

voisi kopioida kaikki tarvittavat tasot nimikkeineen omalle projektilleen. Tällä toimintatavalla pyritään välttämään riskit, että standardirakenteilta kopioitaisiin mahdollisesti vääriä nimikkeitä suunniteltaviin projekteihin.

Standardirakenteiden päätarkoitus on toimia mallirakenteena, jotka kuvaavat todellista rakennetta järjestyksen ja tyyppisten vakio-osien näkökulmasta. Suunnittelijoille, joille tuoteperhe ei ole ennalta tuttu on tärkeintä, että malliosaluetteloiden tasot sisältävät hyödyllisiä suunnitteluohjeita rakenteiden luontia ja suunnittelua varten. Ohjeistus standardirakenteilla on toteutettu vapaamuotoisesti suomen ja englannin kielellä. Tahtikoneiden rakennesuunnittelua toteutetaan myös Viron ABB:n yksikössä, joten inklusiivinen toimintatapa ohjeistuksessa on tarpeellista. Standardirakenteen päätaso TC:ssä on esitetty kuvassa 10.



Kuva 10. Standardirakenteen päätaso TC:ssä

4.1 Standardirakenteen attribuuttitiedot

Attribuutit ovat TC:ssä tuotetiedonhallinnan kannalta välttämättömiä. Standardirakenteen osalta tärkeä attribuuttitieto on "Example structure" eli esimerkkirakenne nimellä, ettei tule sekaannusta oikeiden käytössä olevien ABB-item-nimikkeiden kanssa, koska ne ovat nimetty samalla tavalla esimerkillisyyden takia (kuva 11). Attribuuttitieto näkyy myös osaluettelossa.

Muita tarvittavia tietoja on rakenteiden hyväksyjän nimi, mikä näkyy myös osaluettelossa. Attribuuttitiedot on täytetty jokaiseen standardirakenteen osatasoon (siniset tasot) sekä kaikki tasot ovat hyväksytyjä. Hyväksyntä tehtiin rakenteille, jotta rakenteiden tarkastelu olisi sujuvaa. Hyväksymättömät osatasot ovat muokattavissa eli ne voi siirtyä väärille tasoille vahingossa TC:ssä hiirellä työskennellessä. Hyväksyntä on myös normaali toimintatapa ilmoittaa käyttäjille minkä tahansa osarakenteen tilaa. Muutokset tehdään perinteisesti revisioimalla ja muutokset ilmoitetaan nimiketyypistä riippuen attribuuttitiedoissa tai osatekstien lisäinformaatio kentässä.

The screenshot shows a software window with the following content:

Summary x Details Impact Analysis Viewer JT Preview Process History

3AFP250162246/A;4-AMZ METALS STANDARD STRUCTURE-0000000

Owner: Ojala, Lari (filiaaja1) Date Modified: 06-Jan-2023 13:57 Last Release Status: ABB Part Revision Type:

Checked-Out By: Ojala, Lari (filiaaja1)

Main Local properties Related Objects Attachments History Audit Logs

Identification

ID #: 3AFP250162246

Revision #: A

Name #: AMZ METALS STANDARD STRUCTURE

Description 1 #: AMZ METALS STANDARD STRUCTURE

Description 2:

Classification

Part Designation #: 0000000

Weight #: 16487.775

Type Designation:

Work Number: EXAMPLE STRUCTURE

Variant Feature Code:

Item Painting Type:

Revisioning

Creator: Ojala, Lari

Creation Date: 11-Oct-2022

Reviewer:

Approver #: Ojala, Lari

Actions

- Structure Manager
- Reports
- New Workflow Process...
- More Actions

Preview

More Properties...

Check Out... Check In... Save and Keep Checked-Out Cancel Checkout...

Kuva 11. Standardirakenteen attribuuttitiedot

Muita tärkeitä attribuuttitietoja ovat moottoreiden standardirakenteiden osanimitystunnukset (Part designation), joita on listattu alla olevaan taulukkoon (taulukko 1). Osanimitystunnuksien avulla voidaan jakaa kategorioittain rakenteiden tasoja niiden alatasoihin erotellusti selkeyden varmistamiseksi. Näiden ryhmien

osanimitystunnukset ovat myös Ratin toiminnan kannalta keskeisiä attribuuttitietoja, koska myös Ratin toiminta perustuu osanimitystunnuksien perusteella määritettyihin ryhmiin.

Taulukko 1. Osanimitystunnukset (11)

Part designation-tunnus	Ryhmä
0000000	Päätaso
ZA001	Maalaus ja pakkaus
AA001	Dokumentaatio
ZA002	Kyltit ja tarrat
ZA040	Läpivientiosat B4-kotelo
ZA041	Läpivientiosat B1-kotelo
AS001	Kuljetuslukitus
BA001	Perustaosat
ZP100	Moottorin loppukokoonpano
CA001	Staattori
DA001	Liitäntä
LG001/002	Laakerit N- ja D-pää
UA001	Suojusosat
YA001	Hiiliharjan pidin
SC001	Magnetointikoneen staattori
ZP001	Loppukokoonpanon varusteet
ZAMAN	Yleiset

4.2 Runkopituudet

Moottoreiden runkojen pituudet ovat määritelty kirjaintunnuksin. Mitta määräytyy moottorin runkopäätyjen välisestä etäisyydestä. Mitat esitetään millimetreinä (mm). Tuoteperheen tahtimoottorit, joita insinööriyössä käsitellään ovat IM1001-luokan moottoreita. IM1001 tarkoittaa normaalia sovitelmaa eli moottori on horisontaalisessa asennossa ja sen perusta on suunnattu alaspäin. Kirjaimet IM tulevat englanninkielisistä sanoista "international mounting". (12, s. 22–23.)

Runkopituuksien tunnuksat ja mitat on listattu alla olevaan taulukkoon.

Taulukko 2. Runkopituudet (13)

Runkopituuden tunnus	Runkopituus (mm)
D	vaihtelee
S	820
M	1020
L	1220
X	1420
Y	1620
Z	1820

D-tunnuksen omaavat moottorit ovat aina IM1031-luokan pystymoottoreita, joten niillä on erikseen oma tunnus. Kyseisten pystymoottoreiden rungon pituus vaihtelee projektikohtaisesti (13).

4.3 Yhden kokoluokan moottorin standardirakenne

Tässä kappaleessa käydään yhden kokoluokan moottorin standardirakenne, joka koostuu ABB-part-tasoista ja niiden alatasoista. Kaikki ABB-part-tasot on luotu suunnittelun avuksi kuvaamaan normaalia työnumerorakennetta. Rakenteiden luontiin käytettiin avuksi muutamia referenssiprojektien työnumeroita, joiden moottoreilla on sama akselikorkeus, runkopituus ja magnetointitapa.

Kuvassa 12 on esitetty AMZ 0900Z -mallisen moottorin standardirakenne TC:ssä. Kyseinen moottori on akselikorkeudeltaan ja runkopituudeltaan pisin kokoluokka, jota opinnäytetyössä käsitellään. Visuaalisesti dokumenttirakenne TC:ssä voidaan jakaa kolmeen eri osaan, jotka ovat pakkaus ja maalaustaso (ZA001), sen alin taso eli moottorin loppukokoonpano (ZP100) ja sen alin taso, joka on loppukokoonpanon varusteet (ZP001). Näillä kolmella päätasolla on eniten alatasoja ja vakiohierarkia. Rakenteelle ei ole kuitenkaan lisätty ZA001- ja ZP100-tason varustenumikkeitä, koska rakenteiden tehtävä ei ole tuplata Ratin tuomaa sisältöä.

3AFP250162490/A;3-AMZ 0900Z-ZA - ABB Latest by Creation Date - Date - "Now"		
BOM Line	Find No.	Item Re
3AFP250162490/A;3-AMZ 0900Z-ZA		Released
3AFP250162765/A;2-PACKING AND PAINTING OF MACHINE AMZ 0900Z LSB-ZA001	10	Released
3AFP9041165-D/A_001;1-PACKING ASSEMBLY		Released, C
3AFP9064549/B;2-SCOPE FOR PAINTING SYSTEM ABB C3		Released
3AFP250163631/A;2-SEAWORTHY PACKING-ASSUB	9	Released
3AFP250162800/A;3-DOCUMENTATION-AA001	10	Released
3AFP250162802/A;3-MARKINGS AND TAGS-ZA002	20	Released
3AFP250162807/B;2-ROXTEC PARTS B1-ZA041	30	Released
3AFP250162806/B;2-ROXTEC PARTS BRUSH GEAR B4-ZA040	40	Released
3AFP250162803/A;3-TRANSPORT LOCKING-AS001	50	Released
3AFP250162805/B;2-FOUNDATION PARTS-BA001	60	Released
3AFP250162804/A;3-FINAL ASSEMBLY OF MACHINE-ZP100	70	Released
3AFP250163112/A;3-STATOR-CA001	10	Released
3AFP250163113/A;3-ELECTRIC CONNECTION-DA001	20	Released
3AFP250163114/A;3-BEARING ASSEMBLY N-END-LG001	30	Released
3AFP250163115/B;2-BEARING ASSEMBLY D-END-LG002	40	Released
3AFP250163116/A;3-ROTOR-RA001	50	Released
3AFP250163117/B;2-COVER PARTS-UA001	60	Released
3AFP250163431/A;3-BRUSH HOLDER UNIT-YA001	70	Released
3AFP250163118/A;3-FINAL ASSEMBLY ACCESSORIES-ZP001	80	Released
3AFP5135157-D/E;1-AIR GAP DETECTORIN ASENNUUS		Released, C
3AFP9296697/A;6-FINAL ASSEMBLY ACCESSORIES-AMZ 0900		Released
3AFP250163478/B;2-LUBRICATION PIPING-ZL001	10	Released
3AFP250163480/A;2-AUXILIARY TERMINAL BOXES-ZA050	20	Released
3AFP250163479/A;2-WATER LEAKAGE DETECTOR-ZP030 x 1	30	Released
3AFP250163482/A;2-ROTOR SPEED AND POSITION CONTROL-ZP010	50	Released
3AFP250163483/A;2-SHAFT EARTHING-ZE001	60	Released
3AFP250163484/A;2-AIR GAP DETECTOR-ZP020 x 2	70	Released

Kuva 12. AMZ 0900Z-moottorin standardirakenne

AMZ 0900Z -moottorin päätason osaluettelolla on ohjeistettu, kuinka lisätä ylemmälle tasolle Ratti-ajon päivämäärä, käytetty data, projektin avainhenkilöiden yhteystiedot. Lisäksi ohjeistetaan mitä osien nimikkeitä tasolle tulisi lisätä sekä tarpeen mukaan asiakaskytkimen tason sijoitus.

Monille standardirakenteiden alatasoille on lisätty hyödyllisiä piirustus- ja yleis-osanimikkeitä, joita on käytetty saman kokoluokan projekteilla. Nämä osa- tai piirustusnimikkeet ovat tasokohtaisesti sen tyyppisiä, mitä Ratti ei pysty välttämättä tuottamaan oikeellisesti tai ei ollenkaan projektin dokumenttirakenteelle. Tasokohtaisuudella tarkoitetaan tässä tapauksessa sitä. Joidenkin tasojen käyttö määräytyy asiakastarpeen mukaan. Esimerkkinä tässä kappaleessa käsiteltävän standardirakenteen meriventipakkauksen tasolle on tuotu puulaatikon materiaalinimike (kuva 13).

3AFP250164386/A;3-SEAWORTHY PACKING-ASSUB - ABB Latest by Creation Date - Date - "Now"	
BOM Line	
3AFP250164386/A;3-SEAWORTHY PACKING-ASSUB	
3AFP9892373/D;2-WOODEN BOX MATERIAL-ZA x 1	9
3AFP9964121-A/A_001;1-BLOCKING PLATE TRANSPORT-AS x 1	10
3AFP250163632/A;2-TARPAULIN-ASSUB	20

Kuva 13. Merivientipakkaustason nimikkeet

Toinen tapaus on, että tasolle on lisätty eri nimikevaihtoehtoja, joista voi valita sopivan omalle projektilleen. Alla olevassa kuvassa on esitetty standardirakenteelta kuljetuslukituksen taso, johon on lisätty kaksi eri kuljetuslukitusvaihtoehtoa, jotka ovat rakenteellisesti samanlaisia, mutta lukitusruuvien halkaisijan mitta on eri. Lisäksi rakenteella on sopivat ruuvit kummallekin kuljetuslukitukselle. (kuva 14.)

3AFP250162490/A;3-AMZ 0900Z-ZA - ABB Latest by Creation Date - Date - "Now"	
BOM Line	Find
3AFP250162490/A;3-AMZ 0900Z-ZA	
3AFP250162765/A;2-PACKING AND PAINTING OF MACHINE AMZ 0900Z LSB-ZA001	10
3AFP9041165-D/A_001;1-PACKING ASSEMBLY	
3AFP9064549/B;2-SCOPE FOR PAINTING SYSTEM ABB C3	
3AFP250163631/A;2-SEAWORTHY PACKING-ASSUB	9
3AFP250162800/A;3-DOCUMENTATION-AA001	10
3AFP250162802/A;3-MARKINGS AND TAGS-ZA002	20
3AFP250162807/B;2-ROXTEC PARTS B1-ZA041	30
3AFP250162806/C;2-ROXTEC PARTS BRUSH GEAR B4-ZA040	40
3AFP250162803/A;3-TRANSPORT LOCKING-AS001	50
3AFP9949314-D/B;2-TRANSPORT LOCKING	10
3AFP9297220/A;5-LOCKING BEAM-AS	20
3AFP5119578-A/B;2-LOCKING BEAM-AS x 1	30
3AFP5144669/D;5-TRANSPORTATION LOCKING SCREW-AS x 1	40
3AFP5112956/C;5-TRANSPORTATION LOCKING SCREW-AS x 1	50
3AFP9881484/A;1-PRESSURE EQUALISING WASHER-FAPL 74/125X10Y x 2	60
3AFP10210283/A_002;1-CONICAL SPRING WASHER-YPIJ 45/20K x 4	70
3AFP27884750_REPLACED/A;1-HEX SCREW, STEEL-FLHSU M20X110/46Y x 4	80
3AFP250162805/C;2-FOUNDATION PARTS-BA001	60
3AFP250162804/A;3-FINAL ASSEMBLY OF MACHINE-ZP100	70
3AFP250163112/B;2-STATOR-CA001	10
3AFP250163113/A;3-ELECTRIC CONNECTION-DA001	20
3AFP250163114/A;3-BEARING ASSEMBLY N-END-LG001	30
3AFP250163115/B;2-BEARING ASSEMBLY D-END-LG002	40
3AFP250163116/A;3-ROTOR-RA001	50
3AFP250163117/B;2-COVER PARTS-UA001	60
3AFP250163431/A;3-BRUSH HOLDER UNIT-YA001	70
3AFP250163118/A;3-FINAL ASSEMBLY ACCESSORIES-ZP001	80

Kuva 14. Kuljetuslukituksen osataso

Osatasot, joille sähkösuunnittelijoiden käyttämä konfiguraattori VT-Ratti tuottaa osaluettelohierarkian ja paljon mittatietoja, ei ole standardirakenteella lisätty osanimikkeitä kuvaamaan todellista osaluetteloa. Näitä tasoja ovat esimerkiksi staattorin ja roottorin alatasot, jotka määrittyvät täysin sähkölaskentojen perusteella. Näiden alatasojen rakenteiden tehtävänä on toimia ainoastaan mallina.

4.4 Suunnitteluohjeet standardirakenteilla

Ohjeet standardirakenteilla koskevat aina kyseisen tason rakennesuunnittelua. Ohjeet ovat kirjoitettu standardirakenteiden osatekstivalikkoihin. Suunnittelija voi käydä lukemassa jokaista tasoa koskevaa ohjeistusta tason osan osateksti-valikosta (kuva 15) tai osaluettelolta. Alakappaleissa käsitellään erityyppisten tasojen ohjeistustapoja, jotka määrittyvät kontekstin perusteella.

Ohjeistukset ovat hyvin yhtenäisiä eri kokoisten moottoreiden standardirakenteilla. Ainoa esimerkkirakenne, jossa ohjeistus muuttuu, on kuljetuslukituksen rakenteet, koska roottorin akselin koko ja sen keskiöporauksen kierrekoko (mihin kuljetuslukituspalkki kiinnitetään) vaihtelee eri kokoisten moottoreiden välillä asiakastarpeiden puitteissa. Eroavaisuus ohjeistuksessa on tieto minkälaisia kuljetuslukituspalkkeja ja kiinnitysruuveja rakenteilta löytyy. Jokaiseen ohjeeseen on kirjoitettu muistutus, että rakenteita käytetään vain mallina. Alakappaleissa on esitetty erityyppisiä ohjeita, joita rakenteen osatasoilta löytyy.



Kuva 15. Ohjeiden tarkastelu TC:ssä

4.4.1 Rakennesuunnittelua koskevat ohjeet

Rakennesuunnittelua koskevissa ohjeissa kerrotaan pääpiirteittäin, minkälaisia osa- ja piirustusnimikkeitä tasolle tulee ja mitä alatasoja voidaan tarvita missäkin tilanteessa. Esimerkkinä moottorin öljyputkistorakenteen suunnittelussa luodaan säiliökoneikolle alataso putkiston tasolle, jos säiliökoneikko toimitetaan ABB:n puolesta.

Lisäksi rakennesuunnittelua koskevissa ohjeissa on ilmoitettu tason suunnittelua koskeva PT-ohjeen nimi ja koodi tai P-standardin nimi ja koodi. Tasojen sisällä olevat ohjeet on pyritty pitämään lyhyinä ja johdonmukaisina.

4.4.2 Osien valintaohjeet standardirakenteilla

Tässä kappaleessa käydään läpi ohjeita, joissa ohjeistetaan kuinka valita tietty osa rakenteelta. Rakenteelle on laitettu samanlaisia moottoreiden osia, jotka voivat olla eri mittaisia tai sopivat jonkun toisen osan kanssa yhteen.

Esimerkiksi kuljetuslukitustason osaluettelo, jossa ohjeistetaan, miten valitaan sopiva kuljetuslukitus omalle projektille. Ohjeessa kehoitetaan suunnittelijan otta-
maan huomioon, mitkä asiat vaikuttavat sopivan kuljetuslukituksen valitsemiseen
sekä minkälaisia kuljetuslukitusvaihtoehtoja esimerkkirakenteelta löytyy. Lisäksi
on muistutettu, että kuljetuslukituspalkin nimikkeen piirustukselta pitää löytyä
maalaustiedot.

4.4.3 Osa- ja tyyppitietoja sisältävät ohjeet

Osatietoja sisältävät ohjeet on luotu niille tasoille, joille rakennesuunnittelija il-
moittaa osan parametreja tai tyyppitietoja, esimerkiksi mitä ilmoitetaan moottorei-
den osaluetteloissa. Näitä tasoja ovat esimerkiksi laakerin tyyppitiedot, joilla tuo-
tanto tarkistaa onko moottoriin tilattu oikeat laakerit tai liitännöiden puristusliitokset.
Muita yleisiä tietoja, joita osaluetteloissa esitetään ovat maalaustiedot, kytkentä-
puoli, puristusliitostiedot tai muuta vastaavaa. Tämän kaltaisissa ohjeissa kah-
della kielellä ohjeistaminen uupuu hieman, koska suunnittelijat täyttävät tarvitta-
vat tiedot tuotannolle suomen kielellä, joten ohjeistuksella on pyritty yhtenäisyy-
teen.

4.5 Tuoteperheen yleinen suunnittelurakenne

Tuoteperheen yleinen suunnittelurakenne koostuu ohjerakenteista, joista löytyy
ohjeistusta koskien tuoteperheessä käytettävistä IP-luokista (Environmental con-
ditions), kriittisistä komponenteista, Roxtec-merkkisistä läpivientiosista, kytkimen
asennustason luonnista sekä moottoreiden pakkauksen suunnittelusta (kuva 16).
Pakkauksen suunnittelutasoon on myös lisätty käytössä olevien pakkauksien va-
kio- ja materiaalinimikkeitä.

3AFP250162477/A;1-DESIGN INSTRUCTIONS METALS-ZAMAN - ABB Latest by Creation Date - Date - "Now"	
BOM Line	Find No.
3AFP250162477/A;1-DESIGN INSTRUCTIONS METALS-ZAMAN	
3AFP250162748/A;2-ENVIROMENTAL CONDITIONS-ZAMAN	10
3AFP250162747/A;3-CRITICAL COMPONENTS-ZAMAN	30
3AFP250163397/A;2-ROXTEC-ZAMAN	60
3AFP250164939/A;2-HUB ASSEMBLY-ZAMAN	70
3AFP250163643/A;5-PACKING DESIGN INSTRUCTIONS-ZAMAN	80

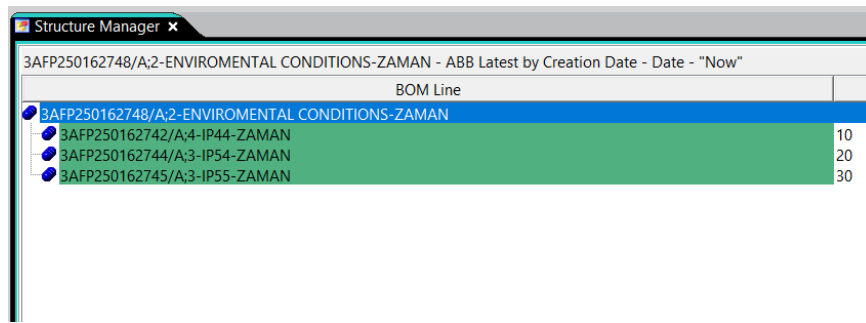
Kuva 16. Yleiset ohjerakenteet

Tämän kaltaisille rakenteille luotiin oma taso, jotta yhtenäisyys normaaleihin työnumerorakenteisiin säilyisi runkopituuksien mukaan määritetyillä standardirakenteilla. Tuoteperheen yleisille ohjerakenteille on määritelty osanimityksen tunnuksiksi "ZAMAN" erottamaan ne varsinaisista standardirakenteista. Yleisten ohjerakenteiden päätason osaluettelolla on ilmoitettu rakenteen sisältö.

4.5.1 Ympäristöolosuhteet

Ympäristöolosuhteiden rakenteella on luotu alatasoja tuoteperheen moottoreissa käytössä olevista IP-luokista. Käytössä olevat IP-luokat ovat IP44, IP54 sekä IP55. IP-luokilla on vaikutusta moottoreiden komponenttien tiivistykseen. (14.)

Jokaisen IP-luokan tason ohjeistuksessa on luettelo referenssiprojektien työnumeroita, joista voi käydä katsoa mallia minkälaisia suojustusosia ja tiivistyksiä rakenteilla on käytetty. Kuvassa 17 on esitetty ympäristöolosuhteiden rakenne TC:ssä.



3AFP250162748/A;2-ENVIROMENTAL CONDITIONS-ZAMAN - ABB Latest by Creation Date - Date - "Now"	
BOM Line	
3AFP250162748/A;2-ENVIROMENTAL CONDITIONS-ZAMAN	
3AFP250162742/A;4-IP44-ZAMAN	10
3AFP250162744/A;3-IP54-ZAMAN	20
3AFP250162745/A;3-IP55-ZAMAN	30

Kuva 17. Ympäristöolosuhteiden rakenne TC:ssä

4.5.2 Kriittiset komponentit

Kriittisten komponenttien tilauksesta luotiin oma rakenne, johon on laitettu nimike, mistä löytyy erillinen ohjedokumentti (pdf) suunnittelijalle kriittisten komponenttien tilaukseen. Ohjeessa neuvotaan vaiheistetusti, kuinka tehdään työnumerorakenteen ajo SAP:iin, jonka jälkeen ohjeistetaan mitä tietoja komponenteista tarvitaan ostolle hankintoja varten. Ohje ei ole tuoteperhekohtainen ja sitä voi käyttää avuksi muidenkin tuoteperheiden suunnitteluprosessiin.

4.5.3 Läpivientiosat

Roxtec-merkkisistä läpivientiosista on ohjeistettu yleisesti niiden toimintaperiaate ja mistä niiden nimikkeitä voi hakea omalle projektille. Läpivientiosat ovat tarkoitettu asiakkaan kaapeleille, jotka kytketään moottoreiden päällitöntään tai liukurengaskoteloon. Läpivientijärjestelmä perustuu modulaariseen rakenteeseen, jossa yksittäinen kaapeli tuodaan läpi tiivistepalasta. Samanlaisia tasoja on luotu myös normaaleille standardirakenteille, mutta tämän rakenteen sisältö tai sen ohje osaluettelolla ei ota kantaa kummasta kotelosta on kyse.

4.5.4 Kytkimen asennus

Kytkimen asennuksen rakenteella on ohjeistettu, millaisessa tapauksessa rakenne luodaan ja mitä osanimitystunnuksia käytetään. Kytkimen rakennesuun-

nittelu on asiakaskohtainen. Kaikille moottoreille ei asenneta ABB:lla tuotannossa asiakkaan toimittamaa kytkintä, josta tason luonti riippuu. Rakenteen osaluettelolla on ohjeistettu, mitä Mexcel-laskentapohjaa käytetään tarvittavan lämpötila arvon (°C) laskuun, jota tarvitaan kytkimen asennuksessa.

4.5.5 Pakkausohjeet

Pakkauksille luotiin oma rakenne vakiopakkausnimikkeitä varten. Vakiopakkausnimikkeet, joita rakenteelle lisättiin ovat peräisin tuoteperheen vanhoilta projekteilta. Niiden sijoitus omalle rakenteelle on tarkoituksellista, koska pakkauksien suunnittelu on projektikohtaista. Osaluettelon ohjeistuksessa on kerrottu pakkausten suunnittelussa huomioon otettavia asioita sekä huomautus muista ohjeista pakkaukseen liittyen.

4.6 Standardirakenteen käyttöä koskevat ohjeet

Standardirakenteelle luotiin oma käyttöohje, josta selviää koko rakenteen toimintaperiaate, sen sisältö ja lisäksi miten tarkistetaan Ratin tuottama osaluettelorakenne sekä rakenteiden vertailu TC:ssä. Ohjeessa neuvotaan myös selkeästi, minkä kokoluokan moottoreiden standardirakenteita koko standardirakenteelta löytyy sekä mistä rakenteiden suunnitteluohjeet löytyvät. Uusien suunnittelijoiden kannalta, joille tuoteperheestä riippumatta standardirakenteet eivät ole tuttuja, on tärkeätä kuvata selkeästi niiden toimintaperiaate ja sisältö.

Lisäksi rakenteelle luotiin erillinen ohje, miten lisätään osaluettelorakenteita muille runkopituuksille. Ohje nopeuttaa uusien osaluettelorakenteiden luontia TC:ssä. Ohjeessa neuvotaan, että käyttäjä voi kopioida valitsemansa referenssirakenteen päätason ja luoda kopioidusta rakenteesta ja sen alatasoista uudet koodit. Referenssirakenteeksi käy mikä tahansa muu osaluettelorakenne tuoteperheen standardirakenteelta.

5 Kehitys

Tässä kappaleessa käydään läpi tuoteperheen kehitystä koskevia tehtäviä, joita insinööriyössä tehtiin. Kehitystehtäviksi määriteltiin tuoteperheen poikkeamaraporttien läpikäynti ja korjausten teko, mekaniikkakonfiguraattorin päivitys tuoteperhekohtaisesti sekä sovelluskohtaisen PT-ohjeen luonti.

5.1 Poikkeamien tarkastelu

Poikkeamien tarkastelu toteutettiin tutkimalla tuoteperheen menneiden projektien poikkeamalistat. Listojen poikkeamaraporteista pyrittiin löytämään mekaniikka suunnittelua koskevia poikkeamia. Poikkeamien korjauksilla pyritään poistamaan niistä tuotannossa aiheutuvat myöhästymät ja hukkatyöt. Tarkastelun ja korjauksen kannalta huomioon otettavat poikkeamat ovat eri projekteissa toistuvat samaan aiheeseen tai komponenttiin liittyvät poikkeamat. Työnumeroiden poikkeamaraportit kirjataan ja luetaan yrityksen ERP-ohjelmasta (SAP).

Yhdeksi toistuvaksi poikkeamaksi selvisi raporttien tarkastelusta tuoteperheen moottoreissa käytettävän roottorin akselimaadoituksen osaluettelorakenteiden eriäväisyys. Akselin maadoitus kuuluu moottorin loppukokoonpanon varusteisiin ja tuoteperheessä käytettävien laakereiden tiivisteet ovat lähes poikkeuksetta eristettyjä, joten laakeriin kiinnitetty akselinmaadoitusharjanpidin pitäisi olla myös eristetty. Kaikilla akselinmaadoituksien osaluettelorakenteilta ei ole löytynyt nimikettä eristyspalalle, joka aiheuttaa tuotannossa epätietoisuutta. Eristyksen käytön määrää laakerin tiivistysluokka (IP). Tuotannossa asentajat saattavat asentaa eristeen myös varmuuden vuoksi, joten tieto eristeen käytöstä osaluettelossa (eristepalan nimike) olisi hyödyllinen, jotta materiaalia ei kuluisi hukkaan. Tästä tehtiin erillinen maininta tuoteperheen omalle PT-ohjeelle sekä standardirakenteelle. Toinen korjaustoimenpide on eristepalan nimikkeen lisääminen tuotekonfiguraattoriin.

Muita toistuvia poikkeamia olivat tuoteperheessä käytettävän pääliitäntäkotelon valmistuspiirustuksen vaihemerkkien merkkauksen epäselvyys ja pakkaus osien

sopivuus AMZ 0710 -mallisissa moottoreissa, joissa pääliitännäskotelo ei irroteta kuljetuksen ajaksi. Korjaustoimenpiteinä päivitettiin kyseisen pääliitännäskotelon valmistuspiirustus yksiselitteisemmäksi sekä huomio pakkausten sopivuudesta tuoteperheen omaan PT-ohjeeseen.

5.2 Tuoteperheen tuotekonfigurointi

Tuotekonfiguraattorin (Ratin) tarkastelu aloitettiin pitämällä palaveri konfiguraattorin ylläpitäjän kanssa. Ylläpitäjän kanssa käytiin läpi Ratin toimintaperiaatetta tuoteperheen tutkimuksia varten. Tutkimus tehtiin ottamalla tarkasteluun muutamia työnnumeroita ja vertailemalla Ratin tuottamia muokkaamattomia osaluettelorakenteita todellisiin valmiiksi tehtyihin TC-rakenteisiin.

Kuvassa 18 on esitetty Ratin tuottama osaluettelorakenteen ensimmäinen taso DG-ohjelmassa, jota tutkimuksessa vertaillaan TC:ssä näkyvään rakennesuunnittelijan muokkaamaan työnnumeron valmiiseen dokumenttirakenteeseen (kuva 19).

Osan tietojen ylläpito - (SQLGLOVE) [3585HH101]

Ylläpito Haku Muokkaa Ikkunat Ohjeet

Työnro: 3585HH101 Osa: ZA001 Packing and painting of machine Ylempi taso

Äitiosa: 0000000 Määrä: 1 Tila: Versio: Paino: Hyväksyjä: Suunnittelija: Hyväksyntä:

Tyyppi	Osanro	T	Tunniste	Nimitys	Laji	Huomautus	Kpl	Netto kg / kpl
P		<input type="checkbox"/>	9064549 B	SCOPE FOR PAINTING SYS 3	AA			
MAK		<input type="checkbox"/>	9217160	LEVOSIL SPA SILICAGEELI AS			2	1,100
MAK	1	<input type="checkbox"/>	9009191	MAALI	AS	Muut koneet	1	0,000
MAK	2	<input type="checkbox"/>	9892209	TeknocrylAqua 2K Hardener	DWXX	Muut koneet	1	0,000
OSA	100	<input type="checkbox"/>	AA001	Documentation			1	
OSA	120	<input type="checkbox"/>	ZA002	Markings and tags			1	
OSA	140	<input type="checkbox"/>	ZA040	Roxtec parts brush gear B4			1	
OSA	141	<input type="checkbox"/>	ZA041	Roxtec parts B1			1	
OSA	150	<input type="checkbox"/>	AS001	Transport locking			1	
OSA	200	<input type="checkbox"/>	ZP100	Final assembly of machine			1	

Kuva 18. Ratin tuottama osaluettelorakenne

TC:ssä näkyvä muokattu osaluettelorakenne on pakkaus- ja maalausnimikkeiden osalta laajempi (kuva 19). Todellisuudessa Ratin ei kuulu tuoda kaikkia nimikkeitä (projektikohtaiset nimikkeet), mutta tyypillisiä yleisosien vakionimikkeitä, joita Ratin valintatauluista löytyy, on jäänyt puuttumaan tämän työnumeron Ratti-ajosta. Ratin valintatauluista (Excel-tilukot) selviää selkeästi, mitä kaikkia vakio-osia kuuluisi konfiguroitua, jos valintakriteerit täyttyvät. Tämän tapauksen kohdalla Ratin Z-ryhmän valintataulu, valintakriteerit sekä suunnittelijan täyttämät lähtötiedot olivat oikeelliset. Ratti-ajon virhetiedoista kuitenkin selvisi, että yksi valintakriteeri on ollut virheellinen kyseisellä runkopituudella (16).

3585HH101/A;3	
3AFP9287483/A;1-MAIN ASSEMBLY 3585HH101	
3AFP201309321/A;2-3585HH101 AMZ 0900XV06 LSB-0000000 x 1	1
3AFP201309348/C;1-Packing and painting of machine-ZA001 x 1	
3AFP9064549/B;2-SCOPE FOR PAINTING SYSTEM ABB C3	
3AFP9217160/A;4-LEVOSIL SPA SACHET DESHYDRATANT-AS x 2	
3AFP9286074/J;1-TRANSPORT AND HOIST	
3AFP9307205/A;4-TRANSPORT LOCKING-AS	
3AFP9943835/B;3-TEKNOCRYL 2K2540-05,SPECIAL-DWX x 1	1
3AFP9925190/C;2-TEKNOCRYL 2K HARDENER7326 CO-DWX x 1	2
3AFP50579689/B;3-FILLET FLANGE DN65/PN16-ZLS DN65 x 4	32
3AFP9941347/C;3-FILLET FLANGE-ENKH DN100 x 2	33
3AFP50579743/A;1-FLANGE PACKING DN65-ZLS 77/127 DN65 x 4	34
3AFP9941342/B;1-FLANGE GASKET DN100-YJTK DN100 x 2	35
3AFP9015626/B;1-SEAWORTHY PACKING 430X230X200-AS x 1	36
3AFP250159464/A;2-TARPAULIN-ASSUB x 1	38
3AFP9298376/A;5-SLIDE-AS x 1	38
3AFP9877585/C;1-PLYWOOD PACKING 170X150X170-AS x 1	39
3AFP10203554/B;4-HEX SCREW STEEL-FLSHU M16X70/70Y x 8	62
3AFP27898165/C;2-HEX SCREW STEEL-FLSHU M16X60/60Y x 8	63
3AFP27045413/B;4-HEXAGON NUT STEEL-FGNSU M16Y x 8	66
3AFP9874554/B_001;2-WASHER NORD-LOCK-FAENL 16SPD x 16	71
3AFP9874554/B_001;2-WASHER NORD-LOCK-FAENL 16SPD x 16	72
3AFP9885057/D;1-LIFTING STRAP CASING 10T 6M-ZA x 4	90
3AFP9885084/C_002;1-SHACKLE 13.5T-EYUWS 13,5 x 4	91
3AFP5132116-A/B_004;1-SHIELD-AS x 1	99
3AFP201309322/A;2-Documentation-AA001 x 1	100
3AFP201309349/A;2-Markings and tags-ZA002 x 1	120
3AFP201309350/B;2-Roxtec parts brush gear B4-ZA040 x 1	140
3AFP201309351/B;2-Roxtec parts B1-ZA041 x 1	141
3AFP201309326/C;1-Transport locking-AS001 x 1	150
3AFP250159567/A;2-BASE OF MACHINE-BA001	160
3AFP201309359/A;3-Final assembly of machine-ZP100 x 1	200

Kuva 19. Valmis osaluettelorakenne TC:ssä

5.2.1 Tuotekonfiguraattorin valintataulut ja valintakriteerit

Ratin valintataulut (Rattitaulut) jakautuvat eri ryhmiin koneen toiminnallisen tunnuksen mukaan vastaavanlaisesti, miten ne ovat määritelty TC:ssä. Ryhmät jaetaan nimitystunnuksien ensimmäisen kirjaimen perusteella. Kaikkien ryhmien Rattitaulut ja valintakriteeritaulukot ovat Excel-tilukkoja. Joillakin ryhmillä on myös useampia tauluja, mitkä erottuvat nimitystunnuksen toisen kirjaimen perusteella. Kaikilla ryhmillä on erikseen omat valintataulut ja valintakriteerit. Työssä

käytiin läpi kaikki tuoteperheen valintataulut muutamien valmiiden työnumeroiden rakennetta vertaillen. Tärkeimmät avaintiedot Rattitauluissa ovat moottorin akselikorkeus, runkopituus, jäähdytystapa sekä jäähdytyskierto (kuva 20).

SARAKE	AK	IKORTTU	SAATO_VALLEI	JAAHD/TYSTAPA	JAAHD/TYSKIERTO	ASENNUSTAPA	KYTKENTA	LOKITUSLAITLAAKERI/VOITELU	KOKKOONPANO	ASENNUS	SUOJATULPPALPT100	AKSELINKILA	ILMANSUOGAATTI	SUOGAATTI_KPL	KALLUSLAPPA/VEI	
PARAMETRI	AK	RUN/PT	SAATO	IC	TUULETUS	IM	DA_CONN	LOKITUS_ON_LAAKERI/VOITELU	P	P	MMKE	MAK	MAK	KPL	MMKE	
					E=AS/M,S=SYM						(Z/KPL)	30	31	31	32	
0710	-		0	0A1	-	-	-	EI	EI	5135859	-	-	9895190	10208181	6	-
0710	-		0	8A1W7	-	-	-	EI	EI	5135860	-	-	9895190	-	-	9879664
0710	-		0	8A1W7	-	-	-	ON	ON	5135860	-	-	9895190	-	-	9879664
0710	-		0	8A1W7	-	-	-	ON	EI	5135860	-	-	9895190	-	-	9879664
0900	-		0	0A1	-	-	-	EI	EI	5135859	-	-	9895189	10208181	6	-
0900	-		0	8A1W7	-	-	-	EI	EI	5135860	-	-	9895189	-	-	9881821
0900	-		0	8A1W7	-	-	-	ON	ON	5135860	-	-	9895189	-	-	9881821
0900	-		0	8A1W7	-	-	-	ON	EI	5135860	-	-	9895189	-	-	9881821
1120	-		0	0A1	-	-	-	EI	EI	5135859	-	5121309	9890439	9872907	6	-
1120	-		0	8A1W7	-	-	-	EI	EI	5135860	-	5121309	9890439	-	-	9881821
1120	-		0	8A1W7	-	-	-	ON	ON	5135860	-	5121309	9890439	-	-	9881821
1120	-		0	8A1W7	-	-	-	ON	EI	5135860	-	5121309	9890439	-	-	9881821
1120	M	1		8A6W7	E	1001	YY	ON	ON	3829823						9881821
1120	L	1		8A6W7	E	1001	YY	ON	ON	3829823						9881821
1120	L	1		8A6W7	S	1001	YY	ON	ON	3829823						9881821
1120	X	1		8A6W7	S	1001	YY	ON	ON	3829823						9881821
0710	S	1		8A6W7	E	-	-	EI	ON	9041166	5136582	-	-	-	-	50579689
0710	M	1		8A6W7	E	-	-	EI	ON	9041166	5136582	-	-	-	-	50579689
0710	L	1		8A6W7	E	-	-	EI	ON	9041166	5136582	-	-	-	-	50579689
0900	S	1		8A6W7	E	-	-	EI	ON	9041165	5136578	-	-	-	-	50579689
0900	M	1		8A6W7	E	-	-	EI	ON	9041165	5136578	-	-	-	-	50579689
0900	L	1		8A6W7	E	-	-	EI	ON	9041165	5136578	-	-	-	-	50579689
0900	L	1		8A6W7	S	-	-	EI	ON	9041165	5136578	-	-	-	-	50579689
0900	X	1		8A6W7	S	-	-	EI	ON	9041165	5136578	-	-	-	-	50579689
0900	Z	1		8A6W7	S	-	-	EI	ON	9041165	5136578	-	-	-	-	50579689

Kuva 20. Esimerkki lähettämön varusteiden valintataulusta

Kuvassa 21 on esitetty saman tunnuksen (ZA001) valintakriteerit Excel-taulukossa. Eri Rattitaulujen valintakriteeri-taulukoissa on eritelty runkotyyppi, valintakriteeri, vaihtoehdot sekä mistä mikäkin valintakriteeri luetaan. Näillä tiedoilla Ratti valitsee valintatauluista sopivia nimikkeitä osaluetteloille.

ZA001		Varusteet lähettämö	
Runkotyyppi	Valintakriteeri	Vaihtoehdot	Mistä luetaan
	Kokoonpanopiirustus (P)		
K&P	Akselikorkeus	0710...2500	Lajimerkki
K&P	Käyttö	DOL / säätö	THW
	1) Säätäjä (ZS001)		
K&P	Säätäjä	ON/EI	THW
	2) Kytkinpuoliikkaan asennus (ZA003)		
K&P	Asennus	ON/EI	Määräys
	3) Kilvet ja tarrat (ZA002)		
K&P	Akselikorkeus	0710...2500	Lajimerkki
K&P	Jäähdytystapa IC	IC0A1, IC8A1W7	THW
K&P	Käyttö	DOL / säätö	THW
K&P	Luokituslaitos	ON/EI	Nestori
K&P	Konetyyppi	G/Z	Lajimerkki
	4) Kuljetuslukitus (AS001)		
K&P	Akselikorkeus	0710...2500	Lajimerkki
K&P	Laakerienmäärä	1tai 2	Avaintieto tai Nestori
K&P	Konetyyppi	G/Z	Lajimerkki
K&P	Käyttö	DOL / säätö	THW
K&P	N-laakerin kansi	1/0	Avaintieto
K&P	Pakkaustapa	SL, WB, TP	Määräys

Kuva 21. Esimerkki lähettämön varusteiden valintakriteereistä

5.2.2 Päivitykset tuotekonfiguraattoriin

Päivitykset toteutettiin tekemällä impulsseja kehitystehtäväkantaan (Azure Devops). Päivitykset käsiteltiin Rattia ylläpitävän tuotekehityksen toimihenkilön kanssa ja niitä esitettiin muokkaamalla käytössä olevia Rattitauluja. Tutkimuksissa selvisi huomattavimmaksi puutteeksi Y-runkopituuden puuttuminen parametrinä useista Rattitauluista. Y-runkopituus on melko yleinen, joten oli hyödyllistä lisätä tuoteperheelle kyseinen pituus Rattitauluihin, jossa se toimii parametrinä. Y-runkopituutta lisättiin roottoriin (R-ryhmän) kulma- ja käämitukivalintatauluihin sekä perustaosien (B-ryhmän) valintatauluun.

Muut päivitykset mitä tehtiin, olivat yksittäisten nimikkeiden vaihdot valintauluissa sekä poikkeamaraporteista peräisin oleva eristyspalanimikkeiden lisääminen tuoteperheen kokoonpanonvarusteiden valintatauluihin. Pois vaihdetut nimikkeet olivat vanhentuneita piirustusnimikkeitä ja osanimikkeitä. Kuvassa 22 on esitetty esimerkki insinööryössä tehdystä R-ryhmää (roottori) koskevasta kehitystehtävä impulssista Devops-kannassa.

The screenshot shows a DevOps work item page for a configuration update. The title is "65304 PTT13C AMZ 0710-0900 (VSD) configurator update" by Kari Ristola. The page is divided into several sections:

- Description:** Configurator table update for PTT13C (AMZ 0710-0900) Rotor (Group R). Frame length Y option is missing in corner support table and winding support table.
- Acceptance Criteria:** Click to add Acceptance Criteria
- ABB Value:** ABB benefit KUSD
- Customer value:** Click to add Customer value
- Resolution:** Added frame length Y to corner support and winding support tables. Y-length is common frame length in PTT13C production family.
- Discussion:**
- Classification:** Value Area: Product Performance - Enhancement; Module Category: 06 Rotor with windings (wound rotor); Knowledge Category: 08 Configuration tools
- Related Work:** Add link, Add an existing work item as a parent
- Attachments:** Kopio_Varusteet..., Käämituki nimike...
- Initiator Values:** Created By: Lari Ojala

Kuva 22. Esimerkki kehitystehtävästä Devops-kannassa

5.2.3 Tulokset

Varsinaiset päivitykset konfiguraattoriin toteuttavat Ratin ylläpitäjä ja tulokset näkyvät päivityksen jälkeen, kun tuoteperheen uusi projekti aloitetaan, jolle mekaniikkasuunnittelija ajaa päivitetyn Ratin. Ratin ajoa kokeena ei tässä insinööri-työssä pystytty suorittamaan, koska Ratti-ajoa ei voi suorittaa ilman sähkölaskelmia sekä VT-Ratti-ajoa.

5.3 Tuoteperheen suunnittelun sovelluskohtainen ohje

Tuoteperheelle luotiin oma suunnittelun sovelluskohtainen ohje yrityksen PT-ohjekantaan samalta pohjalta, kun on luotu muille tuoteperheille. Ohje sisältää yleistä tietoa tuoteperheen moottoreista, suunnittelijan muistilistan sekä ohjeita ja huomioita sovelluskohtaisesti rakennesuunnitteluun.

Suunnittelun sovelluskohtainen ohje toimii sekä tukena säätökäyttömoottoreiden suunnittelun pääohjeelle, että tuoteperheen suunnittelijoille. Ohjeen rakenne perustuu kategorian ohjeiden teko-ohjeeseen sekä muiden tuoteperheiden sovelluskohtaisiin ohjeisiin. Ohje määrittää luotavalle sovelluskohtaisen suunnittelun ohjeelle kolme kappaletta ja mitä niiden tulisi sisältää. Kappaleiden nimet ovat Ohjeesta, Suunnittelijan muistilista, Lähtötiedot suunnittelijalle. (15.)

Ohjeesta-kappaleessa muistutetaan lyhyesti suorituskykymitoitushjeiden sijainti ja suunnittelijan muistilistaan on lisätty asioita, jotka osoittautuvat tuoteperheen suunnittelussa kriittiseksi sekä suunnittelijan lähtötietoihin on kirjattu tyypillisiä tietoja, jotka asiakas määrittelee. Näiden kappaleiden väliin sijoitettiin vielä kappale, jossa mainittiin insinööri-työssä luodun standardirakenteen 3AFP-koodi sekä sen sijainti. Muissa kappaleissa käydään läpi referenssiprojekteja, tyypillisiä asioita tuoteperheen suunnittelussa (esim. vakiokomponentit ja moottorin rakenne) ja viimeinen kappale ja sen alakappaleet käsittelevät osakohtaisesti tuoteperheen rakennesuunnittelua.

6 Yhteenveto

Standardirakenteen luonti ja muut insinööriyössä tehdyt tuoteperhettä koskevat suunnittelun kehitystehtävät mahdollistavat uusille suunnittelijoille entistä paremmat mahdollisuudet suunnitella tuoteperheen projekteja. Standardirakenteiden osakohtaiset suunnitteluohjeet ja helposti saatavilla olevat moottoreiden yleisosat tukevat projektien rakennesuunnittelua.

Rakennesuunnittelussa käytettävän tuotekonfiguraattorin päivityksen tulokset näkyvät tulevaisuudessa, kun lisää projekteja aletaan suunnittelemaan. Tuotekonfiguraattorin päivityksessä haasteita aiheutti eniten asiakasräätälöinti, koska se tekee vakioinnista hankalaa. Jos konfiguraattorin valintakriteerien ja avaintietojen välistä dynamiikkaa kehitettäisiin, niin vakioinnista tulisi helpompaa.

Suunnittelun sovelluskohtainen ohje toimii sekä tukena säätökäyttömoottoreiden pääohjeelle, että tuoteperheen standardirakenteelle. Standardirakenteella osatasojen sisälle sijoitettua pitkää ja yksityiskohtaista ohjeistusta ei katsottu hyödylliseksi. Linkit ohjeessa muihin ohjeisiin toimivat nopeana portaalina muihin ohjeisiin, joita käytetään avuksi tuoteperheen suunnitteluun.

Tulevaisuudessa tuoteperheen kehitys tulee jatkumaan, minkä vuoksi standardirakennetta ja suunnittelun sovelluskohtaista ohjetta tullaan kehityksen osalta päivittämään, kun kehityskohteita alkaa esiintymään.

Lähteet

- 1 Eero, Räsänen. 2021. Suuritehoiset tahtikoneet ja niiden merkitys siirtoverkossa. Kandidaatintyö. Tampereen yliopisto. Trepo avoin julkaisuarkisto.
- 2 Synchronous motors. Verkkoaineisto. ABB Oy. <<https://new.abb.com/motors-generators/synchronous-motors>> Luettu 28.11.2022.
- 3 Tahtikone applikaatiot. Sisäinen aineisto. ABB Motors and Generators Oy Suomi. Luettu 4.12.2022.
- 4 Rakennesuunnitteluprosessi. Sisäinen koulutus. ABB Motors and Generators Oy Suomi. Luettu 4.12.2022.
- 5 Azure DevOps. Verkkosivu. <<https://learn.microsoft.com/en-us/azure/devops/user-guide/what-is-azure-devops?view=azure-devops>> Luettu 10.12.2022.
- 6 Sääksvuori Antti, Immonen Anselmi. 2002. ”Tuotetiedonhallinta – PDM. Talentum Media Oy. s.13, s. 21-23
- 7 Teamcenter manual. Sisäinen aineisto. ABB Motors and Generators Oy. Luettu 13.12.2022.
- 8 ABB-Specific items in Teamcenter. Sisäinen aineisto. ABB Motors and Generators Oy Suomi. Luettu 10.12.2022.
- 9 Martio, Asko. 2015. ”Tuotekonfigurointi ja tuotetiedonhallinta”. Amartekno Oy. s.13
- 10 Rakenne suunnitteluprosessi SAP aikakautena. Sisäinen aineisto. ABB Motors and Generators Oy Suomi. Luettu 6.1.2023.
- 11 Vakioitu osaluettelorakenne SAP aikakautena. Sisäinen aineisto. ABB Motors and Generators Oy Suomi. Luettu 18.1.2023.
- 12 Moottorit ja generaattorit. Verkkoaineisto. Oulun Ammattikorkeakoulu <http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/17_Moottorit%20ja%20generaattorit.pdf> Luettu 18.1.2023
- 13 Type designations of synchronous motors. Sisäinen aineisto. ABB Oy. Luettu 23.1.2023.

- 14 IP-luokka tahtikoneissa. Sisäinen aineisto. ABB Motors and Generators Suomi Oy. Luettu 23.1.2023
- 15 Ohje ohjeiden tekoon välikössä: Suunnittelun sovelluskohtaiset ohjeet. Sisäinen aineisto. ABB Motors and Generators Oy Suomi. Luettu 2.1.2023
- 16 Ristola, Kari. 2023. Tuotekehitysinsinööri, ABB Motors and Generators Oy Suomi, Helsinki. Keskustelu 30.1.2023