

Jarno Bergman

MOOTTORIHUOLTOJEN JA -HANKINTOJEN KEHITTÄMINEN

Tekniikan ylempi AMK YTY17 koulutusohjelma
2019

MOOTTORIHUOLTOJEN JA -HANKINTOJEN KEHITTÄMINEN

Bergman, Jarno
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tekniikan ylempi AMK koulutusohjelma
Toukokuu 2019
Ohjaajat: Kari Laine ja Vesa Rosenqvist
Sivumäärä: 85
Liitteitä: 6

Asiasanat: oikosulkumoottori, hankinta, huolto

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää UPM Suomen tehtaiden oikosulkumoottoreiden hankintaa, huoltoa ja varastointia. Tämän kehitystyön tuloksena kehittyi ajatus standardimoottorista, jonka avulla yksinkertaisten perusmoottorikäyttöjen varaosien saatavuutta, hankintojen tehokkuutta ja toimitusaikoja pystytään parantamaan. Nämä niin kutsutut sellu- ja paperitehtaiden yksinkertaiset moottorikäytöt koostuvat pumpuista, puhaltimista, kuljettimista, yms. yksinkertaisten laitteiden ja laitteistojen käytöistä.

Opinnäytetyön esiselvitysvaiheessa käytiin läpi kaikkien UPM Suomen sellu- ja paperitehtaiden moottorikäyttöiset toimintapaikat niille tehdyt hankinnat SAP-toimintajärjestelmästä saatavan data avulla. Tämän tiedon ja sille tehdyn analyysin perusteella standardimoottorimalli rajattiin teholuokkaan 1,1 – 45 kW. Tässä teholuokassa moottorien vaihtuvuus, varastointi ja hankintamäärät olivat isoimmat, joten luomalla malli tähän kokoluokkaan standardimoottorimallista saatava hyöty konkretisoituu nopeimmin.

Opinnäytetyön keskeisenä tutkimusmenetelmänä oli konstrukttiivinen tutkimus. Esiselvitystyön aikana oli käytössä myös benchmark-menetelmä vastaavien toimintojen kartoittamiseksi. Itse tutkimustyössä

Opinnäytetyön lopputuloksena laadittiin yksityiskohtainen standardimoottorimalli 1,1 – 45 kW oikosulkumoottoreille, ohjeistus standardimoottorin käyttöönottoon ja SAP-toimintajärjestelmä päivitykseen sekä kilpailutus eri moottoritoimittajien kesken.

Opinnäytetyön tuloksista hyötyvät tulevaisuudessa kaikkien UPM Suomen tuotantolaitosten kunnossapidon parissa työskentelevät siten, että moottoreiden osalta varaosien hallinta ja hankinta on helpompaa ja varaosamoottoreiden toimitusajat ja toimitusvarmuus ovat parempia. Toinen hyötyjä on hankintojen parissa työskentelevät sekä varaosavarastoista vastaavat henkilöt.

Kustannusmielessä hyötyä tästä projektista saa eri tuotantolaitosten kunnossapitobudjetit ja sitä kautta UPM konsernina.

MOTOR MAINTENANCE AND PURCHASING DEVELOPMENT

Bergman, Jarno
Satakunta University of Applied Sciences
Masters degree program, technology
May 2019
Tutors: Kari Laine ja Vesa Rosenqvist
Pages: 85
Appendices: 6

Keywords: squirrel-gage induction motor, maintenance development, purchasing

Abstract

The purpose of this master's thesis works was to develop UPM Finnish pulp- and papermills purchasing, maintenance and storage of the squirrel-gage induction motors. During this development work evolved idea of standarmotor model, which could be used to improve the spare part availability, purchasing efficiency and delivery times in basic motor drives. At pulp- and papermills these so-called basic motors drives consist from pump drives, fans, conveyors, etc. simple machine units and machineries.

At the prework stage of thesis work studied and analyzed available data from all motor drives at UPM Finland pulp- and papermills that could be find from SAP-operating system. According the analysis based to this data decided that power range of the standarmotors are limited to 1,1 – 45 kW. According this data at power range there is highest amount of motor changes, storage items and purchasing orders. Conclusion is that with this power range the benefits from standarmotor model can be gained most effectively.

Thesis work main research method was constructive research. During the thesis prework phase the benchmark method was also in used to study and compare other similar models from different sources.

The result of the thesis work was a detailed standarmotor model to squirrel-gage induction motor at power range 1,1 – 45 kW, instruction to commissioning of the standarmotor model, instruction to update SAP-operating system accordingly and finalized competitive bidding between different motor suppliers.

The results of this thesis work will in future to benefit all persons who work in maintenance at UPM Finland pulp- and papermills. The benefit will be better spare part availability and handling concerning squirrel-gage induction motor. Delivery times and delivery reliability will be improved also, and this will benefit all the personnel who work at purchasing and storage departments.

UPM corporation will also benefit the results of this thesis work by lower maintenance and purchasing costs.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	UPM-Kymmene Oyj.....	8
2	TUTKIMUS- JA KEHITTÄMISMENELMÄT	11
2.1	Konstrukttiivinen tutkimus	11
2.2	Aloitusvaihe	11
2.3	Suunnittelu- ja työstövaihe	12
2.4	Lähtöaineiston kerääminen eri lähteistä.....	13
2.4.1	Tietojen analysointi	14
2.5	Moottorikyselyt moottoritoimittajille.	14
2.6	Benchmark	15
3	STANDARDI.....	16
3.1	Yleistä.	16
3.2	Standardin määritelmä.	16
3.3	IEC – International Electrotechnical Commission	17
3.4	European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC)...	18
3.5	SESKO	18
3.6	Standardointikenttä	19
3.7	SFS-/IEC-/EN-standardit	19
3.8	IEC EN 60034 standardisarja.....	22
3.9	SFS-EN 60034 standardisarjan standardit ja niiden kuvaukset.	23
3.10	UPM nykyiset standardit.....	25
3.11	UPM moottoristandardi U11 mukaisesti.	26
4	NYKYTILANNE, ONGELMAT, TYÖN TAVOITTEET, LÄHTÖKOHTA JA RAJAUS.....	29
4.1	Opinnäytetyön lähtökohta ja ongelma	29
4.2	Oikosulkumoottoreiden asennuskanta	31
4.3	Moottorinimikkeet	33
4.4	Oikosulkumoottoreiden varastointi.....	34
4.5	Oikosulkumoottoreiden hankinta.....	36
4.6	Oikosulkumoottorien korjaukset.....	37
4.7	Opinnäytetyön lähtökohta ja aiheen rajaus	38
4.8	Opinnäytetyön aiheen rajauksen perustelut:	39
5	UPM FIN STANDARDIMOOTTORI.....	40
5.1	Tutkimustyön perusteet ja yhteistyökumppanit	40
5.2	Global sourcing.....	41
5.3	Neuvottelut ja yhteistyö moottoritoimittajien kanssa.	41

5.4	UPM automaatiopäälliköt.....	42
5.5	Regional Automation Manager Team - RAMT.....	42
5.6	UPM sähkökäyttöryhmä.....	43
5.7	UPM Rauma tiedonkeruuryhmä ja UPM nimikeryhmä.....	44
6	UPM FIN STANDARDIMOOTTORIN MÄÄRITELMÄ.....	45
6.1	UPM FIN Standardimoottorin perustiedot.....	45
6.2	UPM FIN Standardimoottorin kehitystyön lähtökohta.....	46
6.3	Oikosulkumoottorien asennusasennot IEC 60034-7:A1 mukaisesti.....	47
6.4	Oikosulkumoottorien mitoitus IEC 60072-1 mukaisesti.....	49
6.5	Oikosulkumoottorien standardi mitat IEC 60072-1 mukaisesti.....	52
	Taulukko 6.2 Oikosulkumoottoreiden standardimitat standardin IEC 60072-1 mukaisesti. (IEC, IEC 60072-1 standardi, 1991).....	52
6.6	Taajuusmuuttajakäytöt.....	53
6.7	Taajuusmuuttajakäyttöjen aiheuttamat vaatimukset oikosulkumoottoreille. 53	
6.8	UPM FIN standardimoottori taajuusmuuttakäytössä.....	54
6.9	UPM FIN standardimoottori kiilahihnakäytössä.....	55
6.10	UPM FIN Standardimoottorimallin tekniset perustiedot:.....	56
6.11	Standardimoottorien optiot.....	57
6.12	Standardimoottorien variaatiot.....	60
7	OIKOSULKUMOOTTOREIDEN KENTTÄKARTOITUS.....	71
7.1	Kenttäkartoituksen lähtökohta.....	71
7.2	Standardimoottorin pituus.....	72
7.3	Kenttäkartoituksen suorittaminen:.....	73
7.4	Tarkastettava asiat standardimoottorin kartoituksen yhteydessä.....	74
8	UPM FIN STANDARDIMOOTTORIMALLIN KÄYTTÖÖNOTTO.....	75
8.1	UPM FIN Standardimoottorinimikkeiden luonti.....	75
8.2	Nimikkeiden kiinnitys SAP-toimintajärjestelmän toimintapaikoille.....	76
9	MOOTTORIEN HUOLTO JA UUSHANKINTARAJAT.....	78
9.1	Moottorien varastointi ja hankinta.....	79
9.2	Hankintaketjun kehittäminen.....	80
10	YHTEENVETO.....	81
11	LÄHDELUETTELO.....	83

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää UPM konsernin Suomen sellu- ja paperitehtaiden oikosulkumoottoreiden hankintaa, huoltoa ja varastointia. Kehitystyön tavoitteena oli tutkia nykyisiä toimintatapoja, analysoida niihin liittyviä ongelmia ja kehittää näiden analyysien perusteella uusia, tehokkaampia ja helppokäyttöisempiä toimintatapoja oikosulkumoottoreiden hankintaan huoltoon ja varastointiin. Kehitettäessä uutta toimintatapaa oli kehitystyön yhteydessä otettava huomioon erilaisten käytöjen, kuten taajuusmuuttajakäytöt sekä paperi- ja sellutehtaiden erilaiset prosessit, ympäristöolosuhteet sekä moottoriohjausjärjestelmät. Työn yhteydessä suoritettiin analyysi nykyisin UPM Suomen sellu- ja paperitehtailla käytössä olevista oikosulkumoottoreista ja niiden SAP-toimintajärjestelmään perustetuista nimikkeistä.

Tämän kehitystyön tuloksena kehittyi ajatus oikosulkumoottoreiden IEC standardeihin, sekä eri moottorivalmistajien perusmoottorisarjoihin perustuvasta UPM FIN standardimoottorista, jonka avulla UPM Suomen sellu- ja paperitehtaiden yksinkertaisten perusmoottorikäyttöjen varaosien saatavuutta, hankintojen tehokkuutta ja toimitusajkoja pystytään parantamaan. Käytettäessä mahdollisimman paljon moottorivalmistajien perusmoottoreita saavutetaan oikosulkumoottoreiden parempi saatavuus ja sitä kautta lyhemmät toimitusajat, joka taas vaikuttaa vähentävästi varastoitavien moottorien määrään ja sitä kautta niihin sitoutuneeseen pääomaan.

Kehitystyö rajattiin SAP-toimintajärjestelmän datan analyysien sekä alustavan tutkimustyön perusteella 1,1 – 45 kW tehoalueelle sekä niin sanotuille perusmoottorikäyttöille. Perusmoottorikäyttöihin kuuluvat sellu- ja paperitehtaiden prosesseissa pumpput, puhaltimet, kuljettimet, yms. yksinkertaiset laitteet ja laitteistot. Tämän rajauksen perusteella suoritettiin 1,1 – 45 kW oikosulkumoottoreiden kenttäkartoitus, jolla tarkastettiin kehitystyön yhteydessä syntyneen mallin sopivuus käyttöpaikoittain. Saman tiedon perusteella syntyi myös nimikkeiden harmonisointi tämän tehoalueen oikosulkumoottoreiden osalta, joka vähentää oikosulkumoottoreiden nimikkeistön määrää, helpottaa niiden ristiin käyttöä ja pienentää varastoitavien oikosulkumoottoreiden määrää.

Tämä opinnäytetyön kirjallinen esitys on jaettu 10 eri lukuun:

- Luvussa 1 on kuvattu tarkemmin UPM-Kymmene Oyj konsernia, sen rakennetta sekä jakautumista eri liiketoiminta-alueisiin.
- Luvussa 2 on kuvattu tässä opinnäytetyössä käytettyjä tutkimusmenetelmiä sekä niiden soveltamista tähän työhön.
- Luvussa 3 on määritelty standardin määritelmä, selostettu suomalaisen ja eurooppalaisen standardointijärjestelmän toimintaa sekä siihen liittyviä organisaatioita.
- Luvussa 4 on kuvattu UPM Suomen sellu- ja paperitehtaiden oikosulkumootoreiden asennus- ja varastokanta, siihen liittyvät ongelmat sekä näiden tietojen perusteella tehty kehitysprojektin rajausta.
- Luvussa 5 UPM FIN standardimoottorin kehitystyön eteneminen. Siihen liittyvät osapuolet, kehitysryhmät ja niiden toiminta kehitystyön aikana.
- Luvussa 6 UPM FIN standardimoottorin lopullinen kuvaus.
- Luvussa 7 on UPM FIN standardimoottorin kehitystyön yhteydessä tehty ja standardimoottorimallin käyttöönoton kannalta erittäin tärkeän oikosulkumootoreiden kenttäkartoituksen suoritusohje.
- Luvussa 8 on UPM FIN standardimoottorin kehitystyön yhteydessä tehty ja standardimoottorimallin käyttöönoton ohjeistus sisältäen ohjeen UPM FIN standardimoottorien nimikkeiden luomiseksi SAP-toimintajärjestelmään.
- Luvussa 9 on kuvattu UPM Suomen sellu- ja paperitehtaiden oikosulkumootoreiden huoltoa, korjausta ja romutusta sekä uuden opinnäytetyön yhteydessä kehitetyn UPM FIN standardimoottorin vaikutusta nykyisiin toimintatapoihin ja rajoihin.
- Luku 10 on opinnäytetyön yhteenveto, jossa on kerätty yhteen kaikki aiemmissa luvuissa esitetyt asiat.

1.1 UPM-Kymmene Oyj.

UPM-Kymmene Oyj on biotuoteteollisuuden yritys, joka tarjoaa uusiutuvia ja vastuullisia ratkaisuja ja innovoi tulevaisuuden vaihtoehtoja fossiilisen talouden ratkaisuihin kuudella eri liiketoiminta-alueella. Nämä liiketoiminta-alueet ovat:

- UPM Biorefining
- UPM Energy
- UPM Raflatac
- UPM Specialty Papers
- UPM Communication Papers
- UPM Plywood.

Yhtiössä työskentelee noin 19 000 henkilöä ja vuosittainen liikevaihto on noin 10,5 miljardia euroa. UPM:n osakkeet on listattu Nasdaq Helsinki Oy:ssä. Yrityksen slogan on UPM Biofore – Beyond fossils. (UPM, 2019)

UPM:llä on tällä hetkellä näiden viiden itsenäisen liiketoiminta-alueen alla Suomessa erilaisia tuotantolaitoksia seuraavanlaisesti:

- 5 paperitehdasta.
- 3 sellutehdasta
- 5 vaneritehdasta
- 4 sahaa
- 1 biopolttoainejalostamo.

Lisäksi yhtiössä on tuotantolaitoksia Aasiassa, Euroopassa sekä Etelä-Amerikassa.

Alla on kuvattu lyhyesti UPM viiden eri liiketoiminta-alueen toimintaa ja toiminnan laajuutta. Kuvausten tiedot on kerätty UPM internetsivuilta saatavilla olevista esitelmateriaaleista ja osittain muokattu sekä lyhennetty.

UPM Biorefining

UPM Biorefining liiketoiminta-alue koostuu sellu-, saha- ja biopolttoaineliiketoiminnasta. Suomessa sijaitsevat kolme sellutehdasta, neljä sahaa, biojalostamo sekä puunhankinta ja metsäpalvelut toimivat tiiviissä yhteistyössä neljällä integraattialueella. Uruguayssa yhtiöllä on sellutehdas ja eukalyptusviljelmiä. (UPM, 2019)

UPM Energy

UPM Energy on 1494MW:n tuotantokapasiteetilla mitattuna Suomen toiseksi suurin sähkön tuottaja. Sähkön tuottamisen lisäksi toiminta käsittää fyysisen sähkön ja sen johdannaisten kaupan. UPM Energy -yksikön palveluksessa on noin 70 energia-alan asiantuntijaa. (UPM, 2019)

UPM Raflatac

UPM Raflatac on maailman johtavia tarralaminaatin valmistajia ja tuottaa korkealaatuisia paperi- ja filmitarralaminaatteja, joita käytetään informaatio- ja tuote-etiketöintiin. UPM Raflatacilla on maailmanlaajuinen tehdas-, jakeluterminaali- ja myyntiyhtiöverkosto ja työllistämme noin 3 000 työntekijää. Liikevaihto vuonna 2017 oli 1,5 miljardia euroa (1,9 miljardia dollaria). (UPM, 2019)

UPM Specialty Papers

UPM Specialty Papers valmistaa hienopapereita Aasian markkinoille sekä tarra- ja pakkauspapereita maailmanlaajuisille markkinoille. Sen asiakkaita ovat vähittäismyyjät, painotalot, kustantajat, jakelijat ja paperin jalostajat. UPM Specialty Papers on kestävä kehityksen edelläkävijä ja sen suorituskykyiset tuotteet valmistetaan Kiinassa ja Suomessa. UPM Specialty Papers työllistää noin 1700 ihmistä Kiinassa, Suomessa, Japanissa, Koreassa, Singaporessa ja Australiassa. Sen pääkonttori sijaitsee Shanghaissa. (UPM, 2019)

UPM Communication Papers

UPM Communication Papers on maailman johtava graafisten papereiden valmistajallaajalla tuotevalikoimalla papereita mainontaan ja julkaisuun sekä koti- ja toimistokäyttöön. UPM Communication Papers:in pääkonttori on Saksassa, ja liiketoiminta-alue työllistää noin 8 000 henkilöä. (UPM, 2019)

UPM Plywood

UPM Plywood valmistaa korkealaatuisia WISA®-vanereita ja -viiluja pääasiassa rakentamiseen ja kuljetusvälineiteollisuuteen sekä UPM Grada® lämpömuovattavaa puulevyä huonekaluihin ja valmistavaan teollisuuteen. UPM:n vaneriliiketoiminnan liikevaihto oli noin 480 miljoonaa euroa vuonna 2018 ja sen palveluksessa on noin 2 400 henkilöä, joista 1 500 Suomessa. Vaneri- ja viilutehtaat sijaitsevat Jyväskylässä, Joensuussa, Savonlinnassa, Mikkelissä ja Kouvolassa ja lisäksi yhtiöllä on vaneritehtaat Venäjällä ja Virossa. (UPM, 2019)

2 TUTKIMUS- JA KEHITTÄMISMENELMÄT

Tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi valikoitui työn esisuunnittelun aikana konstruktiiivinen tutkimusmenetelmä, jonka käytännön läheinen ja ongelman ratkaisuun keskittyvä toimintatapa soveltuu tämän tyyppisen kehitysprojektiin. Lisäksi työssä käytettiin benchmark tutkimusmenetelmää, jonka avulla suoritettiin vertailu muiden vastaavien toimijoiden toimintatavoista liittyen oikosulkumoottorien hankintoihin ja varastointeihin.

Tässä työssä käytetyt tutkimusmenetelmät ovat myös käytössä normaalissa työhöni liittyvissä tutkimus- ja kehitysprojekteissa, joten niiden käyttö käytännössä oli minulle jo etukäteen tuttua ja toiminta luontevaa.

2.1 Konstruktiiivinen tutkimus

Eri tutkimusmenetelmiä läpikäydessäni päädyin siihen, että tässä opinnäytetyössä sovellettava päätutkimusmenetelmän on konstruktiiivinen tutkimus.

”Konstruktiiivinen tutkimus soveltuu hyvin lähestymistavaksi, kun tehtävänä on luoda konkreettinen tuotos, esimerkiksi uusi tuote, järjestelmä, malli tai suunnitelma. Tuotokseksi saadaan merkityksellinen ja käytännössä hyödynnettävä rakenne, joka on uusi ja aiempaa parempi ratkaisu todelliseen ongelmaan.” (Katri Ojasalo, Katri Ojasalo, Teemu Moilanen, Jarmo Ritalahti, 2009)

2.2 Aloitusvaihe

”Aloitusvaihe on kehittämishankkeen liikkeelle paneva voiman. Aloitusvaihe sisältää ilmaistun kehittämistarpeen, alustavan kehittämistehtävän, toimintaympäristön sekä ajatuksen mukana olevista toimijoista ja heidän osallistumisestaan ja sitoutumisestaan työskentelyyn.” (Salonen, 2013)

Konstruktiivisen tutkimustyön aloitusvaihetta on kuvattu eri tutkimusmenetelmää kuvaavissa lähdemateriaaleissa, joista yllä oleva lainaus sisältää hyvin tiivistettynä tutkimustyön aloitusvaiheen tilanteen ja siihen liittyvät tehtävät.

Tämän opinnäytetyön tutkimustyö lähti liikkeelle oikosulkumoottoreiden hankintaan ja huoltoon liittyvän ongelman kuvaamisesta ja lähtötilanteen selvittämisestä. Lähtötilanteen selvityksen yhteydessä myös rajattiin alustavasti tutkimuksen ja opinnäytetyön yhteydessä valmisteltavan uudistuksen laajuus.

Lähtötilanteessa käytettävän lähdemateriaalin valmistelun, lähtötilanteen selvityksen ja työn laajuuden rajauksen jälkeen ratkaisua ongelmaan lähdettiin työstämään UPM sisällä hankintaorganisaation sekä kunnossapidon asiantuntijoista koostuvan sähkökäyttöryhmän kanssa. Alusta asti työssä oli mukana myös UPM SAP-osaajat lähtötilanteen selvittämiseksi tarvittavan lähtötiedon keräämiseksi SAP-toimintajärjestelmästä. Alustavan selvitystyövaiheen jälkeen selvitystyöhön tulivat mukaan myös eri moottorivalmistajat ja –toimittajat.

2.3 Suunnittelu- ja työstövaihe

“Aloitusvaiheen jälkeen seuraa kehittämishankkeen suunnitteluvaihe Suunnitteluvaiheessa tehdään hankkeesta kirjallinen kehittämissuunnitelma. (Salonen, 2013).

Tämän opinnäytetyön suunnittelu- ja aloitusvaihe menivät osittain limittäin. Opinnäytetyön suunnitteluvaiheessa hyödynnettiin aloitusvaiheessa kerättyä dataa aiheen rajaukseen sekä laajuuden määrittelyyn. Suunnitteluvaiheessa määritelty työstövaiheeseen liittyvät tärkeimmät vaiheet sekä niiden aikataulu.

Työstövaiheessa aloitus- ja suunnitteluvaiheessa eri lähtöaineistosta kerätyn tiedon perusteella suoritettiin opinnäytetyön työstäminen ja siihen liittyvän tuotoksen kehittäminen valmiiseen muotoonsa.

2.4 Lähtöaineiston kerääminen eri lähteistä.

Opinnäytetyön lähtöaineiston keräämisessä hyödynnettiin erilaisia UPM verkostoja, joista tärkeimpiä ovat hankinnan (Global sourcing), tehtaiden automaatio- sekä kunnossapitopäälliköt (RAMT) ja UPM sähkökäyttöryhmä. Lisäksi työssä lähtötietona käytettävän SAP-datan hankinta suoritettiin yhteistyössä UPM Rauman tehtaan tiedonkeruuorganisaation kanssa.

Opinnäytetyössä on käytetty kirjallisuus- ja lähdeaineistona yleisten kirjallisuuslähteiden lisäksi eri moottoritoimittajien arkistoja liittyen vanhoihin jo tuotannosta poistuneiden moottoreiden tietoihin sekä nykyisin tuotannossa olevien oikosulkumoottoreiden moottoriluetteloja. Lisäksi käytössä oli nykyisiä ja ennen opinnäytetyön aloitusta voimassa olleita UPM sisäisiä standardeja ja ohjeita liittyen oikosulkumoottoreiden hankintaan ja huoltoon.

Näiden yllä lueteltujen lähteiden hyödyntäminen työssä oli tärkeää eri tehtailla käytössä olevien eri aikakausien ja osittain ei-standardisoitujen moottoreiden erojen tunnistamiseksi sekä työssä kehitettävän standardimoottorimallin mekaanisen ja sähköisen sopivuuden varmistamiseksi. Työssä kehitetyn standardioikosulkumoottorin kehityksen yksi lähtökohta, oli varmistaa sen käytettävyys mahdollisen moneen käyttökohteeseen eri toimipisteissä.

Lisäksi, koska opinnäytetyön yhteydessä kehitetyn mallin perusta on IEC-standardeissa, on kirjallisuuslähteinä käytetty myös tärkeimpiä oikosulkumoottoreihin ja niiden mitoitukseen, hyötysuhteeseen ja mallimerkintöihin liittyviä IEC-standardeja. Työssä lähteenä käytetyt IEC standardit hankin UPM ja SFS välisen sopimuksen kautta siten, että standardit ovat käytössä tarvittaessa myös työn valmistamisen jälkeen.

2.4.1 Tietojen analysointi

Opinnäytetyön yhteydessä tehty tietojen analysointi sisälsi eri lähteistä kerätyn tiedon analysoinnin ja sen perusteella ensin ongelman tunnistaminen ja sen jälkeen kehittävän parannuskohteen rajaamisen. Analysoinnin lähtötietoina käytettiin SAP-toimintajärjestelmästä kerättyä työn aloitusvaiheen aikaan paikkansapitävää tietoa oikosulkumoottoreiden asennuskannasta, varastointimääristä sekä hankinnoista. Näiden tietojen keräämisen jälkeen aloitettiin erilaisten toimintamallien vertailu (benchmarking) ja tämän perusteella työn etenemissuunnan määrittely.

Tietojen analysointi suoritettiin käytännössä keräämällä tarvittavat lähtötiedot eri lähteistä ja sitä eri excel-tilukkolaskentaohjelman työkaluilla muokkaamalla. Tietojen analysointia vaikeutti päälähtötietona käytetyn toimintajärjestelmästä saadun oikosulkumoottoreiden käyttö- ja varastointidatan osittain heikko laatu.

Toimintajärjestelmässä olevan asennuskantatiedon laatu puutteet olivat osittain tiedossa jo työn aloitusvaiheessa ja ohjasivat työtä myöhemmin työn lopputuloksena syntyneen standardimoottorin nimikkeistön luonnissa. Yhdeksi työn tavoitteeksi nousi tämän perusteella asennuskantatiedon parantaminen työssä kehitetyn mallin ja siihen liittyvän kenttäkartoituksen avulla.

2.5 Moottorikyselyt moottoritoimittajille.

Alustavan työssä käytettävän standardimoottorimallin kehittämisen jälkeen tehtiin yhteistyössä UPM Global Sourcingin kanssa moottoreiden hankinnasta ja teknisistä tiedoista alustava kyselyaineisto, joka lähetettiin viidelle valitulle ja potentiaaliselle oikosulkumoottoreilta joko valmistavalle tai toimittavalle yritykselle.

Näitä alustaviin kyselyihin saatuja vastauksia käytettiin lopullisen mallin kehitystyössä yhtenä lähdemateriaalina ja kyselyitä myös päivitettiin työn etenemisen aikana.

2.6 Benchmark

Toinen opinnäytetyössä käytettävä menetelmä on benchmark-menetelmä, jota käytettiin vertailemaan erilaisia UPM konsernin sisällä olevia sekä myös osittain muiden samassa toimintaympäristössä toimivien yritysten toimintamalleja liittyen oikosulkumoottoreiden hankintaan, huoltoon ja varastointiin.

”Benchmarkingissa (esikuva-arvioinnissa) opitaan vertaamalla omaa kehittämisen kohdetta toiseen kohteeseen, usein parhaaseen käytäntöön. Hyvä vertailukohde voi löytyä myös aivan toiselta alalta. Benchmarkingin perusidea on toisilta oppiminen ja oman toiminnan kyseenalaistaminen”. (Katri Ojasalo, Katri Ojasalo, Teemu Moilanen, Jarmo Ritalahti, 2009)

Benchmark-työhön liittyen järjestettiin 12.12.2017 Helsingissä UPM pääkonttorilla 12.12.2017 yhteistyöpalaveri UPM keski-Euroopan hankinta- ja kunnossapito-organisaatioiden kanssa. Yhteistyöpalaverissa käytiin läpi heille kehitetty ja käytössä oleva standardimoottorimalli, siihen liittyvät määrittelyt ja saavutetut hyödyt.

Tämän Benchmark-työn lopputuloksena oli se, että tämä keski-Euroopan tehtailla käytössä oleva malli ei sovellu kaikilta osin UPM Suomen tuotantolaitosten käyttöön vaan tänne pitää kehittää oma malli, joka ottaa paremmin huomioon Suomen erilaiset olosuhteet ja vakiintuneet käytännöt.

3 STANDARDI

3.1 Yleistä.

Tässä opinnäytetyön kappaleessa kuvataan yleisesti standardin määritelmää, standardien käyttöä ja erilaisia organisaatioita, jotka liittyvät eurooppalaiseen standardisointiin. Tällä hetkellä eri puolilla maailmaa on käytössä erilaisia standardeja ja standardisointiorganisaatioita, jotka vaikeuttavat globaalien standardien luomista näille ns. perinteisen tekniikan alueille. Tämän opinnäytetyön yhteydessä käytetään eurooppalaisia standardeja, koska tämän työn yhteydessä luotu malli tulee ensisijaisesti käyttöön Suomen alueen tuotantolaitoksilla ja myöhemmin mahdollisesti myös Euroopan tuotantolaitoksilla.

3.2 Standardin määritelmä.

“Standardi on toistuvan tapauksen yhdenmukainen ratkaisu. Tässä kirjassessa käsitellään standardien laadintaan erikoistuneiden standardisomisjärjestöjen standardeja. Standardien noudattaminen on vapaaehtoista, mutta niillä on silti suuri merkitys. Standardien avulla voidaan järkeistää toimintaa, lisätä turvallisuutta ja parantaa taloudellisuutta. Kaikkea ei kuitenkaan kannata standardisoida, vaan standardin laatimisesta on oltava selvää hyötyä.” (SFS, Avain standardien maailmaan, 2018, s. 4)

”Globalisaatio ja kansainvälinen kauppa ovat kasvattaneet ja kasvattavat edelleen standardien tarvetta. Alun perin tekniisiin aloihin keskittyneen standardisoinnin merkitys on kansainvälisen yhteistyön ja EU:n myötä korostunut myös monilla uusilla aloilla. Standardeja laaditaan eri toimialoilla kansainvälisellä, eurooppalaisella sekä kansallisella tasolla.” (SFS, Avain standardien maailmaan, 2018, s. 4)

”Standardisoimisjärjestöjä on ollut olemassa jo yli sadan vuoden ajan. Kansallisista standardisoimisjärjestöistä vanhin on Britanniassa vuonna 1901 perustettu British Standards Institution (BSI). Suomessa SFS aloitti toimintansa vuonna 1924.” (SFS, Avain standardien maailmaan, 2018, s. 4)

IEC standardisointi oikosulkumoottoreiden tapauksessa tarkoittaa sitä, että eri moottorivalmistajien valmistamat oikosulkumoottorit täyttävät samat niille standardissa määritellyt vaatimukset ja eri valmistajien samojen määrittelyjen mukaiset oikosulkumoottorit ovat keskenään sopivia ja vaihtokelpoisia. Yhteensopivuus ja vaihtokelpoisuus koskee niin oikosulkumoottoreiden sähköisiä arvoja, että mekaanisia mittoja.

Oikosulkumoottoreiden osalta näitä standardisoituja kohtia ovat esimerkiksi moottorien teho, pyörimisnopeus, runkoko ja runkokoon merkintätapa. Käytettäessä tietyn runkokoon IEC standardien mukaista moottoria tiedetään, että moottorin mitat, asennusasento ja muut arvot ovat samat riippumatta moottorin valmistajasta. Tämä helpottaa laitteiden suunnittelua, valmistusta sekä mahdollistaa kilpailutilanteen syntymisen eri moottorivalmistajien välille. Kunnossapidon ja varaosahallinnan osalta moottoristandardisointi mahdollistaa myös standardisoinnin varaosamoottorien osalta sekä varaosahankinnan ja hallinnan riippumatta tietystä valmistajasta.

3.3 IEC – International Electrotechnical Commission

”International Electrotechnical Commission (IEC) on maailman johtava organisaatio, joka kehittää ja julkaisee kansainvälisiä standardeja sähkötekniikkaan, elektroniikkaan ja näihin liittyviin teknologioihin.” (IEC, 2019)

”ISON tärkein yhteistyökumppani on sähköalan kansainvälinen standardisointijärjestö International Electrotechnical Commission (IEC). ISolla ja IEC:llä on yhteisiä teknisiä komiteoita. Vuonna 1906 perustettua IEC-järjestöä voidaan pitää ensimmäisenä kansainvälisenä standardisoimisjärjestönä, sillä ensimmäinen toimiala, jolla tarve yhteisiin määritelmiin huomattiin, oli sähkötekniikka.” (SFS, 2019)

3.4 European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC).

”CENELEC on sähköalan eurooppalainen standardointijärjestö, jossa on 34 varsinaista jäsenmaata. CENELECin jäsenet valmistelevat teknologian kehitystä, yhteentoimivuutta ja turvallisuutta edistäviä standardeja yhdessä asiantuntijoiden, teollisuusliittojen ja kuluttajien kanssa. SESKO edustaa Suomea kansallisena komiteana CENELECissä.” (Sesko.fi, 2019)

”Suurin osa sähköalan eurooppalaisista standardeista perustuu kansainvälisiin IEC-standardeihin. Jos jollain tietyllä aihealueella ei ole vielä IEC-standardeja, tai niihin tulisi tehdä Euroopassa muutoksia (esim. EU-direktiivit), CENELEC asettaa työtä varten teknisiä komiteoita tai projektiryhmiä.” (Sesko.fi, 2019)

3.5 SESKO

”SESKO on maamme sähköteknisen alan standardointijärjestö. Sääntöjensä mukaan SESKO osallistuu alansa kansainväliseen (IEC) ja eurooppalaiseen (CENELEC) yhteistyöhön maamme edustajana sekä saattaa tämän työn tulokset kansallisiksi SFS-standardeiksi. Lisäksi SESKO osallistuu eräisiin sertifiointijärjestelmiin.” (Sesko.fi, 2019)

Seskon toiminta perustuu eri osa-alueiden asiantuntijaryhmiin. Näihin eri alojen asiantuntijoista koostuviin työryhmiin osallistumalla on mahdollista vaikuttaa tuleviin standardeihin ja niiden sisältöihin. Asiantuntijaryhmiin osallistuminen on avointa kaikille osallistumismaksun maksaneille. (Sesko.fi, 2019)

3.6 Standardointikenttä

	Yleinen	Sähkötekniikka	Televiestintä
Maailma	ISO		ITU
Eurooppa	CEN		ETSI
Suomi		SESKO	Viestintävirasto

Taulukko 3.1 Standardointikenttä (Sesko.fi, 2019)

3.7 SFS-/IEC-/EN-standardit

”IEC-standardit ja muut IEC-julkaisut:

- Maailmanlaajuisia standardeja.
- IEC (standardi), IEC/PAS (esistandardi), IEC/TS (tekninen spesifikaatio), IEC/TR (tekninen raportti), CISPR (radiohäiriöalueen standardi), ISO/IEC (tietotekniikka).
- Yhteensä 6200 kpl.
- Eurooppalaisen (ja kansallisen) työn pohja.
- Tunnukset: IEC 6xxxx, IEC/PAS 6xxxx, IEC/TS 6xxxx, IEC/TR 6xxxx, CISPR xx, ISO/IEC xxxxx.” (Sesko.fi, 2019)

”EN-standardit ja muut CENELEC-julkaisut:

- Eurooppalaisia standardeja.
- EN (standardi), CLC/TS (tekninen spesifikaatio), CLC/TR (tekninen raportti).
- EN-standardit on saatettava kansallisen standardin asemaan kaikissa EU- ja EFTA-maissa, joten ne ovat identtisiä kaikissa CENELECin jäsenmaissa (SFS-EN, BSI-EN, SS-EN jne.).
- Yleensä teknisiä spesifikaatioita (CLC/TS) ja teknisiä raportteja (CLC/TR) ei vahvisteta kansallisiksi standardeiksi.
- EN-standardien kanssa ristiriitaisia kansallisia standardeja ei saa olla.
- EN-standardit voivat olla yhdenmukaistettuja direktiivin mukaan.
- EN-standardeista 85 % perustuu IEC-standardeihin (EN 6xxxx) ja (EN 550xx), loput ovat Euroopassa valmistettuja (EN 50xxx) ja (EN 13xxxx).” (Sesko.fi, 2019)

”HD-harmonisointiasiakirjat (eurooppalaisia):

- Eurooppalaisia CENELECin valmistelemia standardeja.
- HD-asiakirjat voidaan vahvistaa kansallisiksi standardeiksi, mutta se ei ole pakollista.
- Kuitenkaan HD-asiakirjan kanssa ristiriitaisia kansallisia standardeja ei saa olla olemassa, vaan ne on kumottava.
- Tyypillisesti HD-asiakirjoja laaditaan alueilta, joiden vaatimuksia ei ole pystytty täysin harmonisoimaan esimerkiksi kansallisten järjestelmien tai asennustapojen vuoksi (energiakaapelit ja pienjänniteasennukset).” (Sesko.fi, 2019)

”Sähköalan SFS-standardit:

- Suomalaisia SESKOn valmistelemia ja SFS:n julkaisemia standardeja.
- Suomalaisista sähköalan standardeista 95 % on identtisiä EN-standardien kanssa (SFS-EN xxxxx). Näistä vain alle 10 % on käännetty suomeksi ja loput ovat englanninkielisiä.
- SFS-IEC-standardeja ovat tyypillisesti sanastot.

”Puhtaasti kansallisia standardeja (SFS xxxx) laaditaan alueilta, joilla ei ole olemassa EN-standardeja (esim. kojerasiat, kotitalouspistokytkimet, ilmajohdotarvikkeet). Nämäkin yleensä perustuvat IEC-standardeihin. Pienjännitesähköasennuksia koskeva standardisarja (SFS 6000) perustuu CENELECin HD-asiakirjoihin, mutta se sisältää myös kansallisia osuuksia, joten se on julkaistu nelinumeroisena SFS-standardina.” (Sesko.fi, 2019)

3.8 IEC EN 60034 standardisarja.

Tässä opinnäytetyössä pääasiallisena teknisenä ohjeena on käytetty IEC-standardisarjaa IEC 60034, jossa määritellään pyörivien sähkömoottoreiden valmistukseen, käyttöön, hyötysuhteeseen yms. liittyvät asiat. Taulukossa 3.2 on lueteltu standardisarja eri standardit sekä niiden kuvaukset.

IEC 60034 standardisarjan käyttö tämän työn tuotoksena valmistuneen UPM FIN standardimoottorin perustana oli luonnollista siksi, että kaikki nykyisin moottoreita valmistavat ja Euroopan markkinoille toimittavat yritykset valmistavat moottoreita, joiden mitat ja muut tekniset arvot perustuvat IEC 60034 standardisarjaan sekä standardiin IEC 60072-1:A1. Näitä kahta standardia on käytettävä ja tulkittava osittain yhdessä, koska standardista IEC 60072-1:A1 on määritelty IEC moottoreiden tarkat mitat runkokoon perusteella ja runkokoot sekä niiden IEC mukaiset merkinnät on määritelty standardisarjassa 60034. Käytännössä viittauksen moottoreiden IEC runkokokoihin tehdään standardissa IEC 60034-7/A1 määritellyllä tavalla ja standardia IEC 60072-1:A1 tarvitaan mekaanisen mitoituksen ja yhteensopivuuden varmistamiseksi tärkeimpien mekaanisten mittojen sekä sähköisten arvojen osalta.

Markkinoilta on saatavan myös erilaisiin erikoiskäyttöihin tarkoitettuja moottoreita, joiden tekniset ja muut arvot poikkeavat IEC 60034 standardisarjassa määritellyistä sekä ns. korotetun tehon moottoreita, joissa moottorin runkoko ei vastaa standardissa SFS-EN 60034-7/A1:en määriteltyä runkokokoa ja mitoiltaan IEC 60072-1:A1 standardia.

Taulukon 3.2 kieli on englanniksi, koska kyseistä standardia ja sen määrittelyä sekä sisällysluetteloa ei ollut saatavana suomenkielisenä. Otsikoiden ja kuvausten käännön yhteydessä on riski kääntää asioita väärillä termeillä, joten päätin jättää seuraavalla sivulla olevan taulukon 3.2 tähän opinnäytetyön kirjalliseen osuuteen englanninkielisenä.

3.9 SFS-EN 60034 standardisarjan standardit ja niiden kuvaukset.

SFS-EN 60034-1:en	Part 1: Rating and performance
SFS-EN 60034-2-1:en	Part 2-1: Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles)
SFS-EN 60034-2-2:en	Part 2-2: Specific methods for determining separate losses of large machines from tests - Supplement to IEC 60034-2-1
SFS-EN 60034-3:en	Part 3: Specific requirements for synchronous generators driven by steam turbines or combustion gas turbines
SFS-EN IEC 60034-4-1:2018:en	Part 4-1: Methods for determining electrically excited synchronous machine quantities from tests
SFS-EN 60034-7/A1:en	Part 7: Classification of types of construction, mounting arrangements and terminal box position (IM Code)
SFS-EN 60034-9/A1:en	Part 9: Noise limits
SFS-EN 60034-12:2017:en	Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors
SFS-EN IEC 60034-14:2018:en	Part 14: Mechanical vibration of certain machines with shaft heights 56 mm and higher - Measurement, evaluation and limits of vibration severity
SFS-EN 60034-15:en	Part 15: Impulse voltage withstand levels of form-wound stator coils for rotating a.c. machines
SFS-EN 60034-16-1:en	Part 16-1: Excitation systems for synchronous machines - Definitions
SFS-EN 60034-18-1:en	Part 18-1: Functional evaluation of insulation systems - General guideline
SFS-EN 60034-18-21:en	Part 18-21: Functional evaluation of insulation systems - Test procedures for wire-wound windings - Thermal evaluation and classification

SFS-EN 60034-18-22:en	Part 18-22: Functional evaluation of insulation systems - Test procedures for wire-wound windings - Classification of changes and insulation component substitutions
SFS-EN 60034-18-31:en	Part 18-31: Functional evaluation of insulation systems - Test procedures for form-wound windings - Thermal evaluation and classification of insulation systems used in rotating machines
CLC/TS 60034-18-33:en	Part 18-33: Functional evaluation of insulation systems - Test procedures for form-wound windings - Multifactor evaluation by endurance under simultaneous thermal and electrical stresses
SFS-EN 60034-18-42:2017:en	Part 18-42: Partial discharge resistant electrical insulation systems (Type II) used in rotating electrical machines fed from voltage converters - Qualification tests
SFS-EN 60034-19:en	Part 19: Specific test methods for d.c. machines on conventional and rectifier-fed supplies
SFS-EN 60034-22:en	Part 22: AC generators for reciprocating internal combustion (RIC) engine driven generating sets
SFS-EN IEC 60034-23:2019:en	Part 23: Repair, overhaul and reclamation
CLC/TS 60034-24:en	Part 24: Online detection and diagnosis of potential failures at the active parts of rotating electrical machines and of bearing currents - Application guide
SFS-EN IEC 60034-27-1:2018:en	Part 27-1: Off-line partial discharge measurements on the winding insulation
SFS-EN 60034-27-3:2016:en	Part 27-3: Dielectric dissipation factor measurement on stator winding insulation of rotating electrical machines
SFS-EN IEC 60034-27-4:2018:en	Part 28: Test methods for determining quantities of equivalent circuit diagrams for three-phase low-voltage cage induction motors
SFS-EN 60034-28:en	Part 28: Test methods for determining quantities of equivalent circuit diagrams for three-phase low-voltage cage induction motors
SFS-EN 60034-29:en	Part 29: Equivalent loading and superposition techniques - Indirect testing to determine temperature rise
SFS-EN 60034-30-1:en	Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code)

CLC/TS 60034-31:en	Part 31: Selection of energy-efficient motors including variable speed applications - Application guide
--------------------	---

Taulukko 3.2 IEC 60034-sarjan standardit (SFS, Suomen standardisoimisliitto SFS ry, 2019).

3.10 UPM nykyiset standardit.

UPM:llä on nykyisin erilaisissa projekteissa ja varaosahankintojen yhteydessä käytettäviä sähkö- ja automaatiostandardeja. Alla on lueteltu yleisesti hankintasopimusten liitteenä olevat UPM standardit.

- U11 Sähköistys- ja instrumentointistandardi laitetoimituksille.
- U12 Sähköistyksen ja instrumentoinnin asennusstandardi.
- U13 Automaatiostandardi.

Näiden UPM standardien tarkoitus on yhtenäistää eri projekteissa sekä kunnossapidon modernisointien yhteydessä käytettäviä sähkö- ja automaatiokomponentteja, ohjata ja helpottaa suunnittelutyötä sekä varmistaa, että eri tehdasympäristöjen, prosessien ja kunnossapidon aiheuttamat vaatimukset otetaan huomioon.

Näiden niin sanottujen UPM sisäisten standardien yhtenä tavoitteena on myös varmistaa eri tuotantolaitosten tekemien hankintojen samanlaisuus ja sitä kautta tarvittavien varaosien yhtenäisyys sekä mahdollinen varaosien ristiin käyttö eri tuotantolaitosten välillä.

Standardien kehitys, päivittäminen ja hallinta kuuluu UPM teknisille ryhmille ja niiden päivittäminen on jatkuvaa toiminnan parantamiseen ja kehittämiseen tähtäävää toimintaa.

Näistä standardeista pienjännitteisiä oikosulkumoottorihankintoja ja niiden lisävarusteita määrittävä osuus on standardissa U11, kohdassa 4 moottorit.

3.11 UPM moottoristandardi U11 mukaisesti.

UPM nykyisessä U11 standardissa (15.03.2017) on määritelty pienjännitteisille oikosulkumoottoreille alla olevan mukaiset vaatimukset:

”Standardit

Moottorien runkojen ja akselinpäiden on täytettävä IEC:n suositukset. Sähköisten arvojen on oltava CENELECin eritelmien mukaiset.” (UPM Tekninen standardi U11, 2017)

”Mitoitus

Ensisijaisesti on käytettävä nelinapaisia moottoreita (1 500 l/min). Tilaa-
jan luvalla myös kaksinapaisia (3 000 l/min) ja kuusinapaisia (1 000
l/min) moottoreita voidaan käyttää. Moottorin asennuksen on sovellet-
tava myös seuraavaksi suuremman teholuokan moottorille. Jos seuraava-
vaksi suuremman moottorin akseli on korkeammalla tasolla, valittu
moottori on asennettava irrotettavien asennuspalojen päälle. Jos seuraava-
vaksi suuremman teholuokan moottori on pitempi niin perustuslevystä
on tehtävä riittävän pitkä.” (UPM Tekninen standardi U11, 2017)

”Pienjännitemoottorit - Rakenne ja lisävarusteet

Taajuusmuuttajakäytöissä moottorien mitoitus on tehtävä sellaiseksi,
ettei niissä tarvitse käyttää erillisiä puhaltimia. Erikoistapauksissa puhaltimien käytöstä on sovittava toimittajan ja tilaajan kesken. Erityisvaatimukset koko sähkökäytölle on huomioitava taajuusmuuttajan valmistajan suosituksien mukaisesti esim. taajuusmuuttaja, moottori ja kaapelointi. Laakerivirtojen haittavaikutukset on otettava huomioon taajuusmuuttajakäyttöisissä moottoreissa. Kytkenäkotelo on varustettava tilaajan mitoituslaskelmien mukaisilla holkkitiivisteillä.” (UPM Tekninen standardi U11, 2017)

#	Ominaisuus	Standardi ominaisuus	Tehoalue	Tarkemmat tiedot
1	Jännite	400V, 400/690V, (500V)	Aina	Jännitealue on aina sovittava tilaajan kanssa
2	Hyötysuhde	IE3	Aina	TAI IE2 taajuusmuuttajakäytössä
3	PTC termistori	150 °C Luokka B	$P \geq 15$ kW aina	
4	Pt-100 käämilämpötilaanturi	Yksi sarja PT-100	Runkokoko \geq IEC315	
5	Ruostumattomasta teräksestä valmistettu lisäkilpi ilmaisemaan moottorin lisävarusteet.		Aina	Arvokilpi ruostumatonta terästä
6	Vahvennettu eristys taajuusmuuttajakäytössä		Valmistajan suositusten mukaan ja moottorikoossa $P \geq 15$ kW	
7	Eristetty laakeri N-päässä taajuusmuuttajakäytössä		Valmistajan suositusten mukaan ja runko-koossa ≥ 315	
8	NU laakeri, Rullalaakeri D-päässä		Aina kiilahihnakäyttöillä valmistajan suosituksen mukaisesti	
9	Moottorin akseli suojattu rasvalla säilytystä varten	Kyllä	Aina	
10	EMC kaapelin läpivienti	Kyllä	Aina taajuusmuuttajakäytöissä	
11	KytKentäkotelo päällä	Käännettävissä 90°	Aina	
12	Vakiomallia suurempi kytKentäkotelo	Ei	Aina	
13	Jälkivoideltavat laakerit ja käytetyn rasvan poistoreiät	Kyllä	Runkokoko ≥ 160	
14	Liittimet käytetyn rasvan poistoreissa	Kyllä	Runkokoko ≥ 280	
15	Kotelointiluokka (moottori)	IP55	Aina	Vähintään
16	Kotelointiluokka (kytKentäkotelo)	IP54	Aina	Vähintään
17	Käämityksen eristysjännite	≥ 2 kV $\geq 1,6$ kV	Aina, jos vahvennettu eristys taajuusmuuttajakäyttöön Aina, jos standardi eristys	
18	Väri	Toimittajan vakio	Aina	“Tropical” quality => 60% rel. humidity at 40°C
19	Rungon koko	IEC	Aina	
20	Jäähdytyspuhaltimen tuulettimen pyörimissuunta	Molemmat suunnat	Aina	

21	Jäähdytyspuhaltimen siipien materiaali	Metallia	Aina	
22	Rungon materiaali	Valurauta	Aina moottori-koossa $P \geq 15$ kW	
23	Ulkopuolinen maadoitusliitin (kytkentäkotelon ulkopuolella)	Kyllä	Aina moottori-koossa $P \geq 15$ kW	
24	Korotetun tehon moottori	Ei	Aina	Vain varamoottoreissa
25	Eristys	Eristysluokka F lämpenemäluokka B	Aina	Eristysluokka F (155°C) Maksimi ympäristön lämpötila T 40°C Maksimi sallittu lämpötilan nousu 105K Hotspot T margin + 10K Class B rise Max ambient T 40°C Max permissible T rise 80 K Hotspot T margin +10 K
26	Polyamidi- tai muovirunkolaakerit	Ei	Aina	Täytyy olla metalliset
27	Laakereiden odotettavissa oleva käyttöikä	$\geq 100\,000$ h	Aina	
28	Metrijärjestelmän mukaiset asennusvarusteet	Kyllä	Aina	
29	Värähtelymittausanturin kiinnityspiste (SPM)	Kyllä	Runkoko ≥ 200	

Taulukko 3.3 Pienjännitteisen oikosulkumoottorin tekniset vaatimukset UPM teknisen standardin U11 mukaisesti. (UPM Tekninen standardi U11, 2017)

Tämän opinnäytetyön kehityskohteen yhtenä lähtötietona ja perustana käytetään UPM voimassa olevaa oikosulkumoottoristandardia. Tavoitteena on, että työssä kehitetty UPM FIN standardimoottori lisätään mukaan tähän standardiin ja myös tulevaisissa projekteissa standardimoottoria käytetään mahdollisimman paljon.

4 NYKYTILANNE, ONGELMAT, TYÖN TAVOITTEET, LÄHTÖKOHTA JA RAJAUS.

4.1 Opinnäytetyön lähtökohta ja ongelma

Opinnäytetyön lähtökohtana on kunnossapito-, varasto- ja hankintaorganisaatioiden yhteinen ongelma liittyen varaosiksi hankittavien sekä varastoitavien oikosulkumoottoreiden hankintaan ja varastointiin. Ongelma tiivistyy käytössä olevien ja käyttöpaikeille kirjattujen oikosulkumoottoreiden ja erilaisten moottorinimikevariaatioiden suureen määrään. Oikosulkumoottoreiden varastoinnin ja varaosien hankinnan tavoitteena on varmistaa päivittäisessä kunnossapidossa tarvittavien oikeanlaisten ja käyttökohteisiin sopivien varaosamoottoreiden saatavuus. Samalla varastoarvojen määrä ja varastoitavien nimikkeiden määrä pyritään pitämään mahdollisimman alhaisena.

Erilaisten oikosulkumoottoreiden nimikevariaatioiden suuri määrä vaikeuttaa varastonhallintaa sekä varaosamoottoreiden hankintaa, koska käytännössä samanlaisesta ja ns. ristiin käytettävästä oikosulkumoottorista saattaa UPM käytössä olevasta SAP-toimintajärjestelmästä löytyä useita erilaisia nimikkeitä. Erilaisissa nimikkeissä saattaa olla jopa samat tiedot mutta ne on määritelty nimikkeeseen eri tavalla, jolloin yhteensopivien varaosien tunnistaminen ja sitä kautta käyttäminen on hyvin hankalaa. Osa nimikkeistä on taas eri valmistajien moottoreita, jotka ovat teknisiltä arvoiltaan samat ja siten ristiin käytettävissä mutta nimikkeet perustettu siten, että niiden tunnistaminen ja siten ristiin käyttäminen on vaikeaa.

Ongelma on osittain lähtöisin UPM historiasta ja siitä, että nykyinen UPM konserni koostuu noin sadasta ennen itsenäisesti toimineesta puu- ja metsäalan yrityksestä. Nykykuotoinen UPM syntyi vuonna 1996 kun Kymmene Oy, Repola Oy ja Yhtyneet Paperitehtaat Oy sekä myöhemmin Myllykoski Oy yhdistyivät yhdeksi yritykseksi.

Tästä pitkästä historiasta sekä erilaisten yritysten toimintatapojen yhdistämisestä seuraa se, että eri toimipaikoilla ja tehtailla olleet erilaiset käytännöt ja standardit liittyen oikosulkumoottoreiden hankintoihin ja käyttöön ovat vielä käytössä nykyisessä UPM konsernissa. Lisäksi eri tuotantolaitoksia on rakennettu eri aikoina ja erilaisten standardien mukaisesti mikä omalta osaltaan vaikuttaa myös erilaisten oikosulkumoottoreiden käyttöön eri tehtailla. Nämä eri tehtaiden vanhoista järjestelmistä saadut tiedot on yhdistetty yhteen SAP-toimintajärjestelmään sen käyttöönoton yhteydessä.

Opinnäytetyössäni tutkitaan erilaisia tapoja, joilla kehittää moottorihankintoja UPM Suomen alueella olevien sellu- ja paperitehtaiden sekä niihin liittyvien liiketoiminta-alueiden tasolla. Nämä liiketoiminta-alueet ovat itsenäisiä ja toimivat osittain erilaisessa liiketoimintaympäristössä mutta niiden välillä on paljon yhteistyötä ja yhteisiä toimintoja kunnossapidossa, kunnossapidonkehityksessä, hankinnoissa sekä varaosa-hallinnassa.

Kunnossapidon ja kunnossapitoon liittyvien varaosien hallinnan osalta näiden liiketoiminta-alueiden hankinta ja varastointi on yhteistä ja hoidetaan saman organisaation kautta. Tätä kautta riippumatta siitä mihin liiketoiminta-alueeseen yksikkö kuuluu, on jokaisella yksiköllä käytettävissä tarpeen mukaan eri yksiköissä olevat varaosat.

Tässä opinnäytetyössä kehitetään järjestelmä ja uusi toimintatapa, jolla tulevaisuudessa erilaisten varaosiksi ja mahdollisesti myös projekteissa tuleviin uusien laitteiden moottoreiksi hankittavien oikosulkumoottoreiden hankinta ja varastointi on helpompaa ja varastossa olevien moottoreiden ristiin käyttö tehokkaampaa. Tätä työtä on aikaisemmin yritetty erilaisilla moottorinimikkeiden harmonisointiprojekteilla, joista saatuja kokemuksia hyödynnettiin myös osittain tässä kehitystyössä.

UPM:llä on yrityksen sisällä paljon erilaista yhteistyötä sekä tiedon, että parhaiden erilaisten toimintatapojen vaihtoa myös eri maissa toimivien organisaatioiden välillä. UPM hankinnat hoidetaan globaalisti samalla SAP-järjestelmällä ja käyttämällä samoja sinne luotuja nimikkeitä, joten tämän opinnäytetyön yhteydessä luodun mallin laajentaminen ja ottaminen käyttöön myöhemmin myös Suomen tehtaiden ulkopuolelle on mahdollista. Samalla tavalla on myös mahdollista laajentaa muualla maailmassa luotuja uusia käytäntöjä Suomen organisaatioiden käyttöön.

Seuraavissa kappaleissa on kuvattu oikosulkumoottoreiden tilanne käyttöpaikkojen ja varastoissa olevien moottoreiden osalta sekä perustelut tämän kehitystyön yhteydessä luodun mallin luomiselle sekä sen rajaamiselle tiettyyn moottoreiden kokoluokkaan.

4.2 Oikosulkumoottoreiden asennuskanta

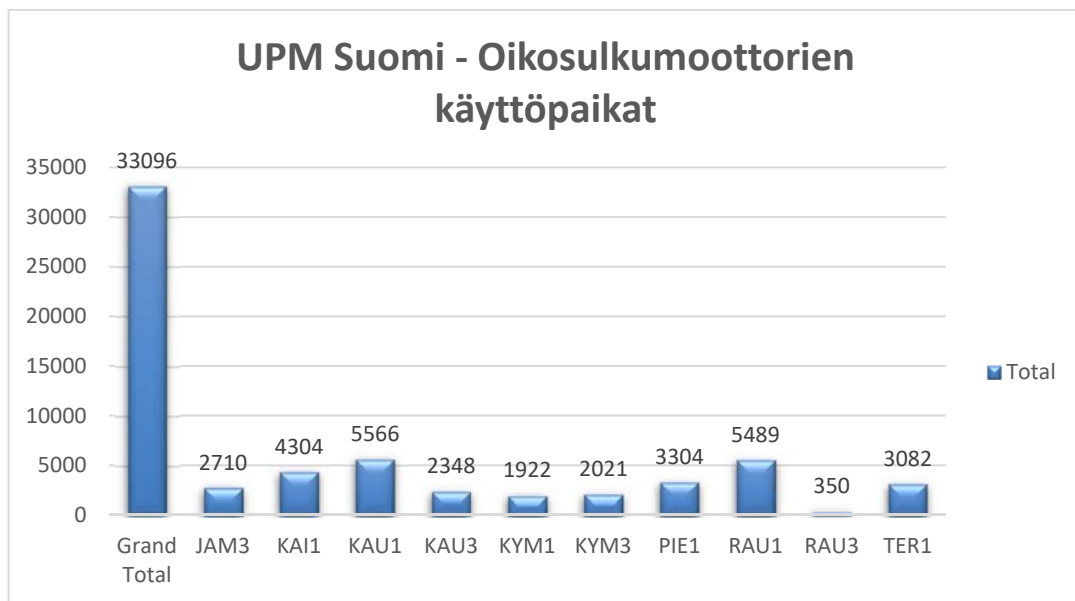
Oikosulkumoottoreiden asennuskannalla tarkoitetaan UPM Suomen sellu- ja paperitehtaille prosessilaitteisiin asennettujen ja tuotantoprosessissa käytössä olevin oikosulkumoottoreiden määrää. UPM Suomen alueen Sellu- ja paperitehtailta tarkoitetaan Rauman, Kymin, Kaukaan, Kaipolan, Jämsänkosken ja Tervasaaren paperitehtaita sekä Pietarsaaren, Kymin ja Kaukaan sellutehtaita.

Moottoreiden asennuskantaan sekä varastomääriin liittyvät tiedot on ajettu SAP-toimintajärjestelmästä maaliskuussa 2019. Saadut oikosulkumoottoreiden asennuskantaa koskevat tiedot on ajettu SAP-toimintajärjestelmästä käyttäen haun lähtötietona oikosulkumoottoreille määriteltyä lajikoodia 061201.

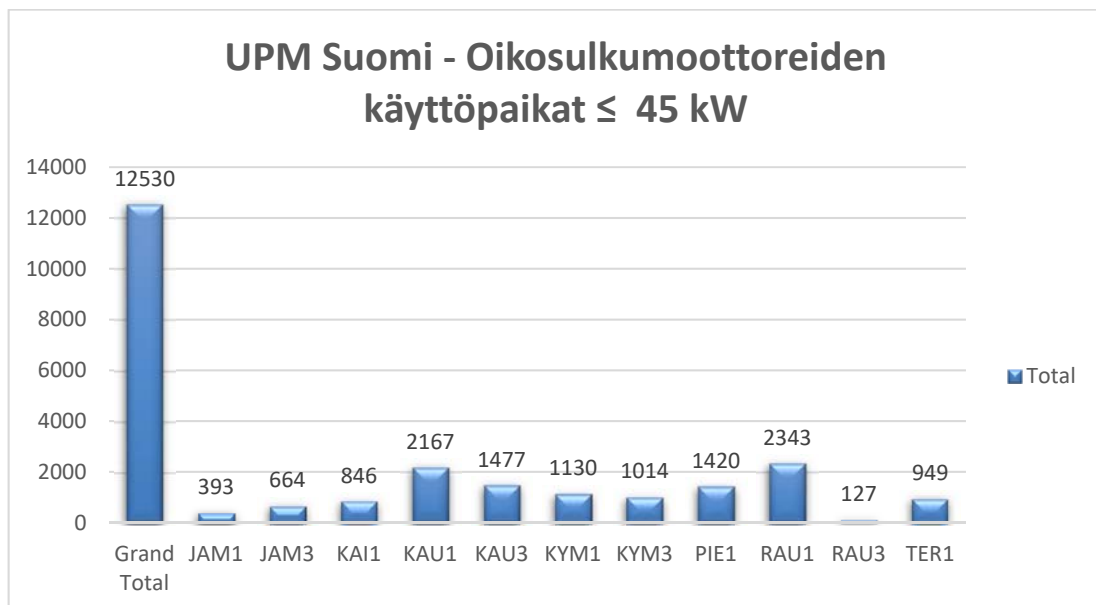
Tietojen tarkkuus on riippuvainen kunnossapitojärjestelmään syötettyjen tietojen oikeellisuudesta ja muutosten päivitysten tarkkuudesta. Näitä tietoja käytetään kuitenkin päivittäisessä kunnossapidossa ja moottoreiden varasosahallinnan, varastoinnin sekä hankintoihin. Joten tämän perusteella näiden tietojen käyttäminen analyysiin on perusteltua.

Alla olevista kuvaajista käyttöpaikalle asennettujen moottoreiden osalta puuttuu osittain eri tehtaiden kunnossapitojärjestelmästä erillään olevissa suunnittelujärjestelmissä olevat moottoritiedot. Asiantuntijoiden kanssa käytyjen keskustelujen perusteella näiden moottoreiden määrä on arvioitu pieneksi eikä niiden puutteella ollut suurta vaikutusta lukujen perusteella tehtyihin laskelmiin tai johtopäätöksiin.

Kunnossapitojärjestelmästä erillään olevia suunnittelujärjestelmiä on käytössä Kymillä, Kaukaalla ja Pietarsaarella. Osittain samasta syystä ja kirjaustavan erilaisuuden vuoksi asennuskannan raakadatassa Kaukaan sellu- ja paperitehtaan moottorit olivat datassa kahteen kertaan mutta lopullisista luvuista nämä virheet on korjattu. Oikosulkumoottorien kokonaismäärien kuvaajassa ja luvuissa on mukana kaikki erikoismoottorit, servokäytöt, nosturit ja muut erikoiskäytöt, jotka on myöhemmässä vaiheessa rajattu selvitystyön ulkopuolelle.



Kuva 4.1 UPM Suomen paperi- ja sellutehtaiden oikosulkumoottoreiden asennuskanta



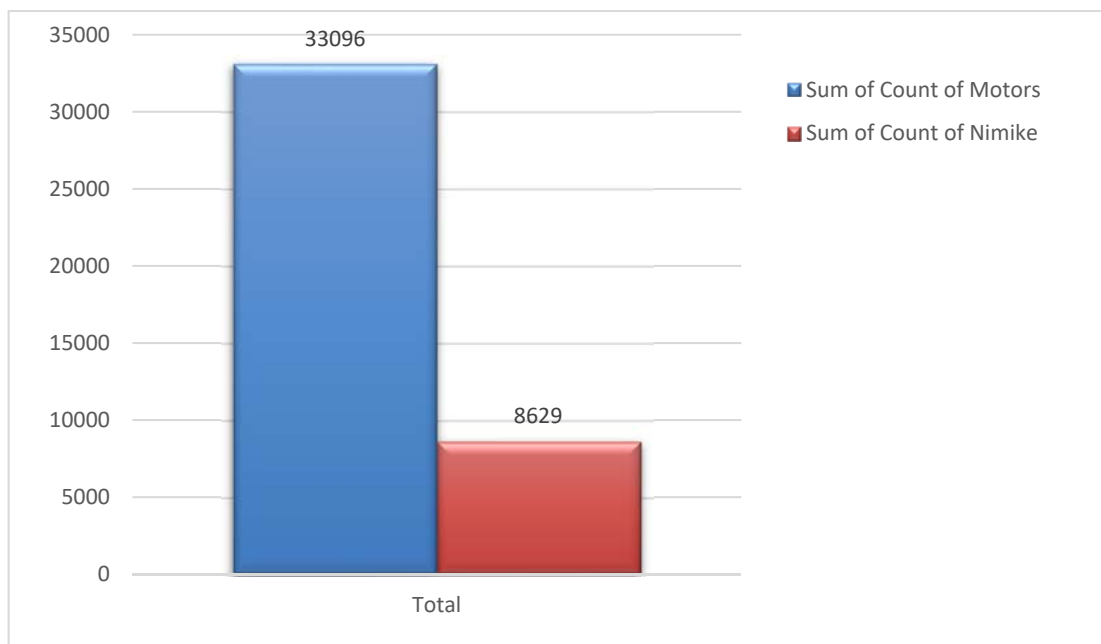
Kuva 4.2 UPM Suomen paperi- ja sellutehtaiden oikosulkumoottoreiden asennuskanta pienemmät tai yhtä suuret kuin 45 kW moottorit

Kun vertaillaan moottoreiden asennuskannasta saatua tietoa, voidaan tästä datasta laskea, että 38 % oikosulkumoottoreiden asennuskannasta on moottoriteholtaan pienempiä tai yhtä suuria kuin 45 kW.

4.3 Moottorinimikkeet

Nimikkeellä tarkoitetaan SAP-toimintajärjestelmässä käytössä olevaa jokaiselle yksittäiselle ja erilaiselle tuotteelle tai komponentille määriteltyä yksilöityä koodia. Tämän nimikkeen perustietoihin on kaikki kyseisen tuotteen tai komponentin yksilöivät ja hankintaan sekä varastointiin tarvittavat tiedot.

Alla olevasta moottorien ja moottorinimikkeiden kokonaismääriä vertailevasta kuvajasta ja niiden perustana olevasta datasta voidaan laskea, että oikosulkumoottoreiden osalta erilaisia nimikkeitä 27 % moottoreiden kokonaismäärästä.



Kuva 4.3 UPM Suomen paperi- ja sellutehtaiden oikosulkumoottoreiden vertailu moottorikanta / järjestelmässä oleva nimikemäärä.

Oikosulkumoottoreiden nimikkeitä on lisäksi luotu SAP-toimintajärjestelmään eri aikoina ja täysin samanlaisesta laitteesta voi olla monta nimikettä, joilla on eri nimikenumero ja perustiedot kirjattu eri tavalla mikä vaikeuttaa niiden tunnistamista ja tätä kautta varaosan hankkimista ja varastoinnin hallintaa.

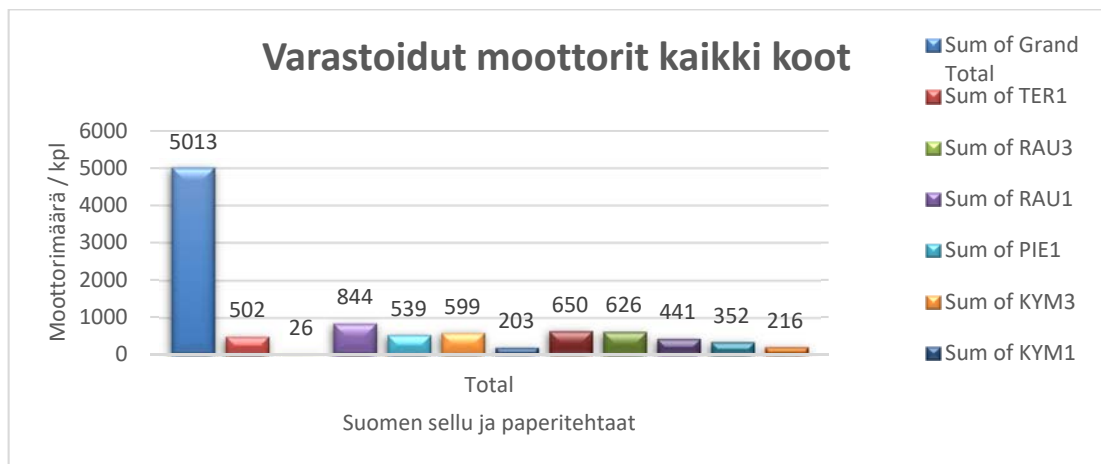
4.4 Oikosulkumoottoreiden varastointi

Oikosulkumoottoreiden varastoinnin tarkoituksena on varmistaa sellu- ja paperitehtaiden tuotannon kannalta oleellisten ja kriittisten varaosien varastointi siten, että laitteen rikkoontumisen aiheuttama tuotantokatkos on mahdollisimman lyhyt. Tähän tavoitteen pyritään siten, että tarvittavia kriittisiä oikosulkumoottoreita varastoidaan eri tehtaiden varastoissa.

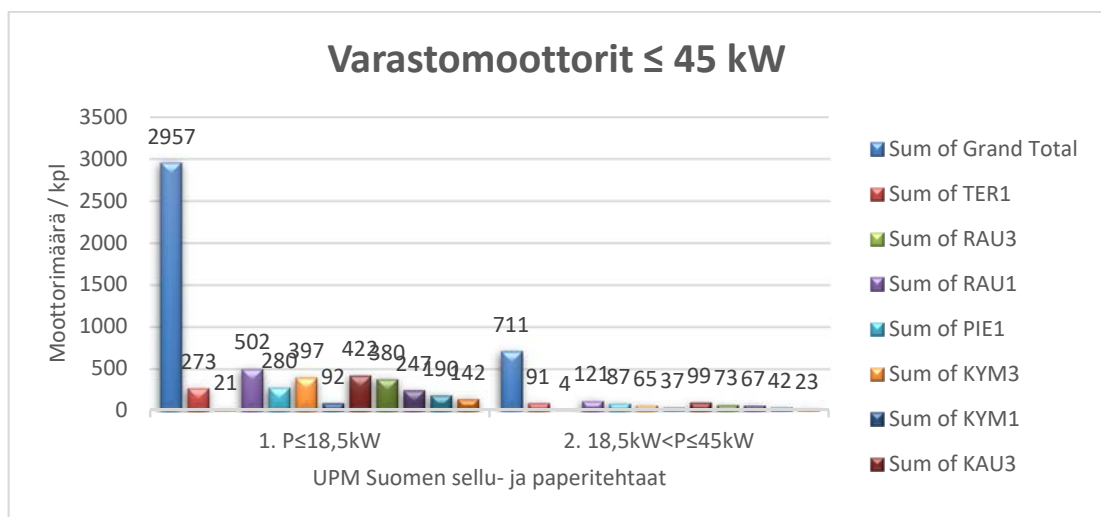
Varastointimäärään eri tehtaiden varastoissa vaikuttaa toimintajärjestelmästä saatava tehtaan oikosulkumoottoreiden asennuskanta ja asennuskantaan kiinnitettyjen eri oikosulkumoottorinimikkeiden määrä. Tällä perusteella tehdyssä oikosulkumoottorien varastoinnissa on erilaisten oikosulkumoottorinimikkeiden määrällä suora vaikutus varastoitavien oikosulkumoottoreiden määrään, koska varastossa pyritään pitämään varmasti tarvittava määrä varaosia. Varaosien määrään vaikuttaa myös varastoitavien komponenttien toimitusaika siten, että pitkien toimitusaikojen varaosia pitää säilyttää varastossa enemmän kuin nopeasti saatavia varaosia. Samalla jos tunnistetaan niin sanottu ristiin käytettävät varaosat voidaan varastossa olevien komponenttien kokonaisuusmäärää ja sitä kautta varastoarvoa supistaa vaarantamatta varaosien saatavuutta.

Tästä voidaan päätellä se, että oikosulkumoottoreiden nimikkeistöä parantamalla, standardisoimalla ja harmonisoimalla ja tätä kautta turhia päällekkäisiä nimikkeitä järjestelmästä poistamalla on mahdollista pienentää eri oikosulkumoottoreiden varastointimääriä vaarantamatta varaosien saatavuutta. Perustana varastointimäärien pienentämiselle on se, että tunnistetaan samanlaiset oikosulkumoottorit ja niin sanottu ristiin käyttö eri toimintopaikoilla.

Selvitystyön aloituksen aikaan UPM Suomen eri tehtaiden varastoissa oli SAP-kunnossapitojärjestelmästä vuoden 2017 lopussa ajetun tiedon mukaan erilaisia oikosulkumoottoreita varastoituna yhteensä 5013 kappaletta. Ensimmäisessä kuvaajassa on kuvattu varastoitujen oikosulkumoottoreiden jakauma eri UPM Suomen paperi- ja sellutehtaiden toimipisteiden varastojen välillä.



Kuva 4.4 UPM Suomen paperi- ja sellutehtaiden oikosulkumoottoreiden asennuskanta. Toisessa kuvaajassa on esitetty eri toimipisteiden varastoissa olevat pienemmät tai yhtä suuret kuin 45 kW oikosulkumoottorit.



Kuva 4.5 UPM Suomen paperi- ja sellutehtaiden pienemmät tai yhtä suuret kuin 45kW oikosulkumoottoreiden varastoidut määrät.

Varastomäärien perusteella voidaan laskea se, että varastoiduista moottoreista on pienempi tai yhtä suuria kuin 45 kW oikosulkumoottoreita 59 % koko varastoitujen moottoreiden määrästä.

Tähän moottorivarastoinnin tehojakaumaan on osittain syynä se, että pienempitehoisia tai yhtä suuria kuin 11 kW moottoreita käytetään enemmän erilaisissa erikoiskäytöissä, joissa moottoreiden yksilöidyt tiedot ja vaatimukset korostuvat. Mutta pienempien tai yhtä suurten kuin 45 kW oikosulkumoottoreiden suuri osuus varastoiduista moottoreista johtuu myös moottorinimikkeistön puutteista, jotka vaikuttavat korostuvan näissä pienemmissä oikosulkumoottoreissa.

4.5 Oikosulkumoottoreiden hankinta

Vuosien 2014-2018 moottoreiden euromääräisen hankintadatan perusteella voidaan laskea, että pienempien tai yhtä suurten kuin 45 kW oikosulkumoottoreiden osuus moottoreiden hankintaan käytetystä rahasta on 49 %.

Saman hankintadatan perusteella voidaan myös laskea se, että pienempien tai yhtä suurten kuin 45 kW oikosulkumoottoreiden osuus yksittäistä ostoista on 87 %.

Käytin yllä olevaa hankintadataa opinnäytetyön rajauksen perusteena ja yhtenä argumenttina määrittelemässä opinnäytetyön yhteydessä kehitettävän standardimoottorin tehoaluetta. Pienempien tai yhtä suurten kuin 45 kW moottorien hankintamäärien ollessa noin iso osuus oikosulkumoottoreiden kokonaishankinnasta voidaan päätellä, että hankintamielessä nopeimmat säästöt ja vaikutukset saadaan rajaamalla UPM FIN standardimoottorin kokoluokka pienemmäksi tai yhtä suureksi kuin 45 kW.

4.6 Oikosulkumoottorien korjaukset

Työhön lähdetessä ja projektinlähtötietoina selvitin ennen työn aloitusta UPM Suomi tasolla moottorikorjauksen ohjeena olleita ns. standardi oikosulkumoottoreiden korjauksen ja huollon parametreja. Nämä parametrit määrittelevät minkä kokoiset moottorit korjataan varaosakäyttöön ja minkä kokoiset moottorit romutetaan suoraan niiden vikaantuessa sekä millaista ennakkohuoltoa ja kunnonvalvontaa moottoreille suoritetaan.

Työhön lähdetessä nämä rajat olivat moottorikorjauksen osalta:

- Laakeroinnin uusinta pienempi tai yhtä suuri kuin 18,5 kW
- Uudelleenikäimintä pienempi tai yhtä suuri kuin 37 kW

Moottoreiden huolto ja korjaukset eivät kuulu UPM kunnossapidon ydintoimintaa, joten moottoreiden korjaukset hankitaan ulkopuolisilta palveluntoimittajilta. Korjausten hankinta ja toimitusvalvonta on saman varasto-organisaation hallinnassa kuin uusiomoottoreiden hankinta ja varaston ylläpito.

Korjausten parametrin määrittelyssä on katsottava ja tutkittava koko oikosulkumoottoreiden korjausketju ja otettava huomioon moottoreiden hankintahinta, erilaisten korjausten kustannukset, moottorien kuljetus- ja käsittelykustannukset. Samassa yhteydessä pitää myös arvioida niin sanottu uuden moottorin lisäarvo. Uuden moottorin lisäarvolla tarkoitetaan sitä käytettävyyden ja luotettavuuden lisäystä, joka saadaan korvattaessa uusi käyttökohteessa vioittunut oikosulkumoottori uudella oikosulkumoottorilla verrattuna vastaavaan korjattuun oikosulkumoottoriin. Tämä arvioitu niin sanottu uuden moottorin lisäarvo pitää lisätä laskentaan korjatun moottorin lisäkustannukseksi.

4.7 Opinnäytetyön lähtökohta ja aiheen rajaus

Aiemmissa kappaleissa kuvatut tiedot toimivat lähtökohtana ja ratkaistavana ongelmana, jonka perusteella työssä kehitettiin UPM Suomen paperi- ja sellutehtaiden oikosulkumoottorihankintoja ja oikosulkumoottorivarastointia.

Opinnäytetyön esiselvitysvaiheessa päätin rajata opinnäytetyön aiheen laajuuden. Aiheen rajauksen lähtökohtana käytettiin edeltävissä kappaleissa lueteltuja tietoja oikosulkumoottoreiden käyttöpaikoista, hankinnoista ja varastoinnista. Näiden tietojen perusteella käytiin lisäksi useita keskusteluja ja palavereja liittyen oikosulkumoottorihankintoihin ja -varastointiin. Näitä keskusteluja ja palavereja käytiin UPM hankinnassa, varastossa ja kunnossapidossa työskentelevien henkilöitten kanssa.

Näiden keskustelujen yhteydessä tuli ilmi se, että vastaavaa projektia oli yritetty toteuttaa oikosulkumoottoreiden hankinnan helpottamiseksi jo useamman kerran. Nämä yritykset olivat saamani tiedon mukaan osittain kaatuneet siihen, että muutosta, tietojen harmonisointia sekä osittaista standardisointia oli yritetty jo aikaisemmin toteuttaa kaikkien käytössä olevien ja varastoitujen oikosulkumoottoreiden laajuudella. Näiden keskustelujen yhteydessä kävi myös ilmi se, että uusien toimintatapojen käyttöönoton helpottamiseksi niin sanottu kentän tuki ja päivittäin oikosulkumoottoreiden kunnossapidon, hankinnan ja varastoinnin kanssa työskentelevien henkilöiden sitouttaminen projektiin on tärkeää. Tämän vuoksi eri ryhmät ovat olleet kehitystyössä alusta asti vaikuttamassa työn kulkuun.

Näiden lähtötietojen perusteella päädyin opinnäytetyön osalta keskittyä standardimoottorimallin luomiseen moottoreille, joiden teholuokka on 1,1 – 45 kW.

4.8 Opinnäytetyön aiheen rajauksen perustelut:

- Tämän kokoluokan moottoreita 38 % kaikista UPM Suomessa käytössä olevista oikosulkumoottoreista.
- Oikosulkumoottoreiden hankintamäärästä kappalemääräisesti 87 % on pienempiä tai yhtä suuria 45 kW oikosulkumoottoreita.
- Oikosulkumoottoreiden hankintamäärästä euromääräisesti 49 % on pienempiä tai yhtä suuria kuin 45 kW oikosulkumoottoreita.
- Moottoreiden korjaus ja huoltorajat määritelty siten, että suurin osa pienemmistä tai yhtä suurista kuin 45 kW oikosulkumoottoreista romutetaan ja varasaksi hankintaan uusi oikosulkumoottori.
- Moottoreiden fyysinen koko ja paino ovat vielä tässä oikosulkumoottoreiden teholuokassa kohtuullisia ja sitä kautta niiden käsittely on vielä helpompaa kuin suurempien moottoreiden → moottoreiden erilaisuuden ei vaikuta varasosa asennettaessa samalla tavalla kuin suuremmissa kokoluokissa.
- Suurin osa pienemmistä tai yhtä suurista kuin 45 kW oikosulkumoottoreista varustettu turvakytkimellä ja moottorien nimellisvirrat suhteellisen matalia → jos moottorin kaapeli joudutaan uusimaan kytkentäkotelon erilaisuuden vuoksi, on kaapeli helposti vaihdettavissa turvakytkimeltä ja jos uusi kaapeli tarvitaan, on se suhteellisen lyhyt.

5 UPM FIN STANDARDIMOOTTORI

5.1 Tutkimustyön perusteet ja yhteistyökumppanit

Esiselvitystyön yhteydessä, sekä aiheen kehittelyn ja alustavan tutkimustyön perusteella kappaleessa 4 selvitetyn mukaisesti kehitystyön aiheeksi rajautui standardimoottorimallin luominen pienemmille tai yhtä suurille kuin 45 kW oikosulkumoottoreille. Tarkemmat määrittelyt ja perustelut työn rajaamisesta on esitetty kappaleessa 4.

Kehitystyö on tehty nykyiselle työnantajalleni ns. oman työn ohessa yhteistyössä eri UPM-asiantuntijoiden hankinnan, SAP-järjestelmän ja kunnossapidon puolelta sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden ja laitetoimittajien kanssa.

Tämän kehitystyön onnistumisen kannalta oli oleellista, että yhteistyö eri yhteistyötahojen välillä toimi ja mahdollisimman paljon erilaisia näkökulmia otettiin huomioon kehitystyössä. Tämä on tärkeää siksi, että kehitystyön lopputuloksena valmistunut standardimoottorimalli ja sen käyttäminen eroaa oleellisesti nykyisestä toimintavasta ja olemassa olevista nimikkeistä ja niihin liittyvistä määrittelyistä.

Eri yhteystahojen mukaan ottaminen jo kehitysvaiheessa on tärkeä osa mallin käyttöönoton vaatimaa muutosjohtamista. Kehitysvaiheessa mukana olo pienentää toimintatapojen muutoksen aiheuttamaan muutosvastarintaa sekä motivoi muutoksessa mukana olevia henkilöitä työskentelemään tehokkaammin muutoksen käyttöönoton yhteydessä tarvittavien toimenpiteiden toteuttamiseksi. (Muutojohtamisen ABC, 2008)

Tärkeimmät yhteistyötahot, sekä heidän kanssaan pidetyt kehityspalaverit ja workshopit on määritelty alla:

5.2 Global sourcing

Global sourcing on UPM hankintaorganisaatio, joka vastaa UPM hankinnoista, varastotoiminnasta kaikille UPM toimipisteille ympäri maailmaa. Kehitystyössä on hyödynnetty tämän organisaatio kontakteja eri moottoritoimittajiin. Neuvotteluihin valitut moottoritoimittaja sekä varsinaiset neuvottelut eri moottoritoimittajien kanssa on suoritettu yhteistyössä tämän organisaation kanssa. Opinnäytetyön tilaus UPM opinnäytetyön valvoja työskentelee Global sourcing organisaatiossa.

Eri oikosulkumoottoreiden toimittajien ja valmistajien näkökulman saamiseksi kehitystyöhön sekä standardisoinnin tuomien säästöjen selvittämiseksi on pidetty eri oikosulkumoottoreiden toimittajien kanssa hankinta ja yhteistyöpalavereja. Moottoritoimittajiksi valittiin markkinoilla olevat suurimmat moottorivalmistajat, sekä suurimpien valmistajien kilpailijat haastamaan sekä tuomaan erilaista näkemystä oikosulkumoottoreiden valmistukseen, toimitukseen ja varastointiin.

5.3 Neuvottelut ja yhteistyö moottoritoimittajien kanssa.

Ennen neuvottelujen aloittamista kaikille valituille toimittajille lähetettiin alustava kuvaus standardimoottorimallista sekä kyselyaineisto.

07-08.03.2018 Helsinki Biofore House (2 päivää)

- Aloituspalaveri, jossa käytiin standardimoottorimallin sen hetkinen alustava kuvaus läpi sekä pyydettiin eri moottoritoimittajilta tähän malliin sopivista moottoreista tarjoukset.

Tämän jälkeen vuoden 2018 ja talven 2019 aikana jokaisen kyselyyn mukaan valitun moottoritoimittajan kanssa pidetty vähintään kaksi palaveria, jossa käyty ko. valmistajan tarjous ja käyty lisäksi tutustumassa moottoritoimittajan Suomen toimipisteeseen, siellä oleviin moottoreihin sekä moottorivarastoon.

5.4 UPM automaatiopäälliköt.

Automaatio- ja kunnossapitopäälliköt toimivat eri UPM tehtailla ja vastaavat oman tehtaansa sähkö- ja automaatiokunnossapidosta ja prosessin käytettävyydestä oman vastuualueensa osalta annettujen tiukkojen tavoitteiden mukaisesti. Toimin tätä kirjoittaessa itse tässä tehtävässä UPM Rauman tehtaalla.

Uuden standardimoottorimallin käyttöönoton ja muutosjohtamisen suhteen tämä ryhmä on kaikkein tärkein, koska heidän kauttaan kaikki kunnossapidon toimintaa liittyvät uudistukset ja toimintatapojen muutokset viedään käytäntöön. Automaatio- ja kunnossapitopäälliköillä on vastuu käytössä olevista laitteista ja laitteiden huollosta, niiden kunnossapitojärjestelmässä olevien laitetietojen oikeellisuudesta ja sitä kautta niille tarvittavien varaosien saatavuudesta vaikkakin varsinaiset varaosahankinnat tehdään erillisen varasto-organisaation toimesta.

5.5 Regional Automation Manager Team - RAMT.

Automaatiopäälliköillä on yhteistyöfoorumina Regional Automation Manager Team (RAMT) kokoukset, joissa käsitellään sähkö- ja automaatiokunnossapitoon liittyviä kehitysasioita ja uusia toimintatapoja. RAMT kokoontuu säännöllisesti kaksi kertaa vuodessa keväisin ja syksyisin siten, että kevään kokous pidetään yleensä maaliskuussa ja syksyn kokous syyskuussa.

Tämän työn perustana ollut kehitystehtävä käynnistettiin syksyn 2017 RAMT-kokouksessa ja tehtävän edistymistä on seurattu kevään 2018 kokouksessa. Standardimoottorimalli ja sen käyttöönottoaloituksen aloitus hyväksyttiin syksyn 2018 kokouksessa, jonka jälkeen aloitettiin mallin käyttöönotto.

Standardimoottorimallin käyttöönottoaloituksen edistymää seurattiin kevään 2019 kokouksessa ja mallin käyttöönoton tavoite asetettiin niin, että malli on käytössä ennen syksyn 2019 kokousta lokakuussa 2019.

5.6 UPM sähkökäyttöryhmä.

UPM sähkökäyttöryhmä on RAMT-ryhmän alaisuudessa toimiva asiantuntijaryhmä, joka koostuu eri tehtaiden sähköjärjestelmien ja sähkökäyttöjen asiantuntijoista. Ryhmässä on mukana eri UPM tuotantolaitosten sähkö- ja automaatiokunnossapidosta kunnossapitoinsinöörejä sekä aluemestareita. Sähkökäyttöryhmän tehtävänä on kehittää uusia toimintatapoja sekä ratkaisuja erilaisiin sähköistyksen ja sähkökäyttöjen ongelmiin. Tässä ryhmässä mukana olevat henkilöt vastaavat eri UPM tuotantolaitosten päivittäisen kunnossapidon käytännön toimenpiteistä.

Yhteistyö UPM sähkökäyttöryhmän asiantuntijoiden kanssa oli oleellinen osa standardimoottorimallin luomista. Lopullinen standardimoottorimalli kehittyi alustavasta itse luomastani versiosta useassa palaverissa tämän ryhmän kanssa lopulliseen ja käyttöönottovaiheeseen edenneeseen muotoonsa.

Sähkökäyttöryhmän kanssa pidettiin standardimoottorin kehityksestä palaverit:

- 12.09.2018 Tampere, Tulli Business Park (koko päivä)
- 10.01.2019 Skype (3 tuntia)
- 01.02.2019 Tampere, Tulli Business Park (koko päivä)
- 04.03.2019 Skype (2 tuntia)

Lisäksi kehitystyön yhteydessä käytiin sähkökäyttöryhmän puheenjohtajan kanssa paljon puhelinpalavereita ja koko asiantuntijaryhmän kanssa sähköpostikirjeenvaihtoa.

Ryhmän työskentelyn lähtökohtana oli kehitystyön alussa laatimani alustavan standardimoottorikuvauksen lisäksi UPM nykyinen ja käytössä oleva laitetoimittajille annettava moottoristandardi U11, eri tehtailla olevat sisäiset ohjeistukset sekä käytännön tärkeimpänä ja vaikeasti määriteltävän kokemus kunnossapitotoiminnasta ja erilaisten prosessien aiheuttamat vaatimukset.

Tavoitteena oli luoda standardimoottorimalli, joka mahdollisimman hyvin vastaa eri tehtaiden ja prosessien vaatimuksiin mutta, joka on myös kustannustehokas, mahdollisimman yksinkertainen ja lähellä moottoritoimittajien perusmoottoria sekä mahdollisimman laajalti käyttöönotettavissa.

5.7 UPM Rauma tiedonkeruuryhmä ja UPM nimikeryhmä

UPM Rauman tehtaan tiedonkeruuryhmä vastaa Rauman tehtaan osalta SAP-järjestelmän tietojen päivittämisestä ja oikeellisuudesta. Standardimoottorin kehitystyön ja laitekartoituksen yhteydessä käytetty data kerättiin SAP-toimintajärjestelmästä tämän ryhmän asiantuntijoiden kanssa.

UPM nimikeryhmä vastaa uusien SAP-toimintajärjestelmään luotavien nimikkeiden hallinnasta luomisesta keskitetysti. Tämän nimikeryhmän asiantuntijoiden kanssa luotiin standardimoottorimallin valmistumisen jälkeen pohja, jolla standardimoottoreiden käyttöönottoa varten tarvittavat nimekkeet saadaan luotua SAP-toimintajärjestelmään. Myös nimikkeen rakenne ja sille syötettävät tiedot määriteltiin yhteistyössä tämän ryhmän asiantuntijoiden kanssa.

Tiedonkeruuryhmän kanssa on pidetty tätä kirjoitettaessa seuraavat alla olevat palaverit:

Palaveri 1 - 22.02.2019 Skype

Skypen kautta järjestetyssä palaverissa käytiin läpi uuden UPM FIN standardimoottorimallin yleinen kuvaus ja perustelut uuden toimintatavan luomiselle sekä työn laajuus. Palaverin yhteydessä käytiin myös läpi erilaiset määrittelytietojen vaatimukset SAP-toimintajärjestelmään luotavien uusien nimikkeiden kannalta. Lisäksi keskusteltiin projektin aikataulusta, työmäärästä ja työnjaosta.

Palaveri 2 - 01.03.2019 Skype

Palaverissa käytiin läpi standardimoottorinimekkeiden luontia varten kehitetty excel-pohja, jonka kanssa nimikkeiden luonti SAP-toimintajärjestelmään onnistuu automaattisesti. Keskusteltiin ja määriteltiin myös tarkemmin työkaluun syötettävät tiedot ja niiden esitystapa.

6 UPM FIN STANDARDIMOOTTORIN MÄÄRITELMÄ.

6.1 UPM FIN Standardimoottorin perustiedot.

UPM FIN standardimoottorin kehitystyön ja työryhmätyöskentelyn perustaksi määriteltiin tietyt lähtökohdat, tavoitteet ja parametrit, joiden perusteella asiantuntijoista koostunut työryhmä valmisteli standardimoottorimallia.

Standardimoottorin kehitystyön perustana käytettiin seuraavia alla olevia lähtökohtia:

- Standardimoottorinimikettä käytetään korvaavana nimikkeenä (varaosana) niissä tunnistetuissa kohteissa, jotka eivät vaadi erikoismoottoria.
- Standardimoottorinimike lisätään SAP-järjestelmään korvaavana nimikkeenä ja päivitetään käyttöpaikalle vasta moottorivaihdon yhteydessä.
- Standardimoottorit ja niiden SAP-toimintajärjestelmään tulevat nimikkeet luodaan siten, että nimikkeelle määritellyn moottorin hankinta ei ole riippuvainen moottorin valmistajasta.
- Taajuusmuuttajakäyttöisten moottoreiden eri jännitetasojen vaatimat lisävarusteet määrittelevät eri moottoritoimittajat hankintaneuvottelujen yhteydessä siten, että toiminnalliset takuut täyttyvät.
- Standardimoottorit luodaan eri moottoritehoille, pyörimisnopeuksille, jännitteille, asennusasunnoille, taajuusmuuttaja- ja suorakäyttöille.

UPM FIN standardimoottorin kehitystyön aloituksen yhteydessä tavoitteena oli luoda vain yksi yhteinen ja mahdollisimman laajasti käytettävä standardimoottori, joka sopisi kaikille UPM tuotantolaitoksille. Mutta kehitystyön yhteydessä asiantuntijaryhmien palaverien yhteydessä havaittiin, että yksi perusmalli standardimoottorista ei sovi kaikille tehtaille vaan tarvitaan kaksi erillistä standardimoottoria.

Syynä kahden erillisen standardimoottorimallin kehittämiseen ja käyttöön on eri tehtaiden erilaiset prosessit ja niistä aiheutuvat ilmasto-ongelmat, joka aiheuttaa moottoreiden mekaanisen kestävyuden kannalta tarpeellisten lisävarusteiden lisäämisen myös standardimoottoriin. Osalla toimipisteistä on myös käytössä modernimmat mootto-

riohjausjärjestelmät, joihin liittyvät lämpötilamittaus ja kunnonvalvonnat tarpeet otettiin myös huomioon moottorimalleja luodessa. Toinen standardimoottori on ns. perusmalli vähemmällä varustelulla ja toinen laajemmin varusteltu moottori vaativimpiin käyttöolosuhteisiin. Nämä eri standardimoottori on nimetty niin, että niistä käytetään nimitystä standardimoottori ja standardimoottori plus.

6.2 UPM FIN Standardimoottorin kehitystyön lähtökohta

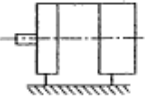
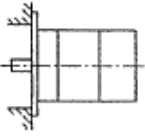
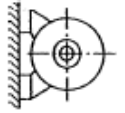
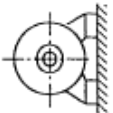
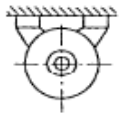
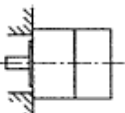
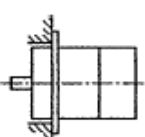
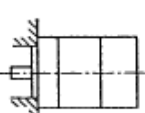
Esiselvityksen ja alustavan tutkimustyön perusteella UPM FIN standardimoottori kehitetään rajatulle tehoalueelle 1,1 – 45 kW. Standardimoottorin kehitystyön perustana ja viitekehystenä IEC/EN 60034 standardisarjaa, jossa on standardisoitu pyörivien sähkökoneiden tekniset asiat. (IEC.ch, 2019)

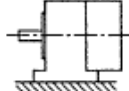
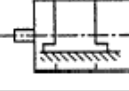
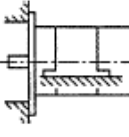
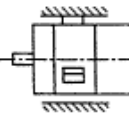
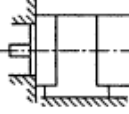
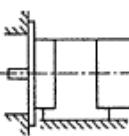
IEC/EN 60034 standardista kehitystyön tärkeimpinä lähteinä käytettiin standardisarjan standardeja:

- SFS-EN 60034-1:en, joka moottoreiden nimellisarvoihin ja suorituskäyttöön liittyvät asiat.
- IEC 60072 joka määrittelee moottoreiden mekaaniseen rakenteeseen, asennusasentoon ja kytkentäkotelon sijaintiin liittyvät asiat.
- SFS-EN 60034-7/A1:en, joka määrittelee moottoreiden mekaaniseen rakenteeseen, asennusasentoon ja kytkentäkotelon sijaintiin määrittelyihin ja merkintätapaan liittyvät asiat (IM CODE).
- SFS-EN 60034-30-1:en, joka määrittelee moottoreiden hyötysuhteeseen ja tehokkuuteen liittyvät asiat.

6.3 Oikosulkumoottorien asennusasennot IEC 60034-7:A1 mukaisesti.

Oikosulkumoottorien mekaaninen asennus ja asennusasennot on määritelty IEC standardissa 60034-7:A1. Standardin mukaisista asennusasennoista UPM FIN standardimoottorikäyttöön määriteltiin asennusasennot IM B3 ja IM B5. IM B3 moottoreita nimitetään myöhemmin tassumoottoreiksi ja IM B5 moottoreita nimitetään myöhemmin laippamoottoreiksi.

Designation	Sketch	Type of construction				Mounting arrangement (Horizontal shaft)
		Number of endshields bearings	Feet	Flange	Other details	
IM B3		2	With feet	-	-	Mounted by feet, feet down
IM B5		2	-	With flange	Endshield flange at D-end with access to back	Mounted on D-end side of flange
IM B6		2	With feet	-	-	Mounted by feet, feet left (viewed from D-end)
IM B7		2	With feet	-	-	Mounted by feet, feet right (viewed from D-end)
IM B8		2	With feet	-	-	Mounted by feet, feet up
IM B9		1	-	-	No endshield or bearing at D-end	Mounted on end face of frame at D-end
IM B10		2	-	With flange	Special flange at D-end	Mounted on D-end side of flange
IM B14		2	-	With flange	Endshield spigot. No access to back Flange at D-end	Mounted on D-end side of flange

Designation	Sketch	Type of construction				Mounting arrangement (Horizontal shaft)
		Number of endshields bearings	Feet	Flange	Other details	
IM B15		1	With feet	-	No endshield or bearing at D-end. Additional mounting provisions on D-end of frame	Mounted by feet, feet down, with additional mounting on end face of frame
IM B20		2	With raised feet	-	-	Mounted by feet, feet down
IM B25		2	With raised feet	With flange	Endshield flange at D-end with access to back	Mounted by feet, feet down, with additional mounting on flange
IM B30		2	-	-	3 or 4 pads on endshield(s) or frame	Pad mounted
IM B34		2	With feet	With flange	Endshield spigot No access to back Flange at D-end	Mounted by feet, feet down, with additional mounting on D-end side of flange
IM B35		2	With feet	With flange	Endshield flange at D-end with access to back	Mounted by feet, feet down, with additional mounting on D-end side of flange

Taulukko 6.1 Oikosulkumoottorin mitoitus asennusasennot IEC 60034-7:A1 mukaisesti. (IEC 60034-7:A1 standardi, 1992).

6.4 Oikosulkumoottorien mitoitus IEC 60072-1 mukaisesti.

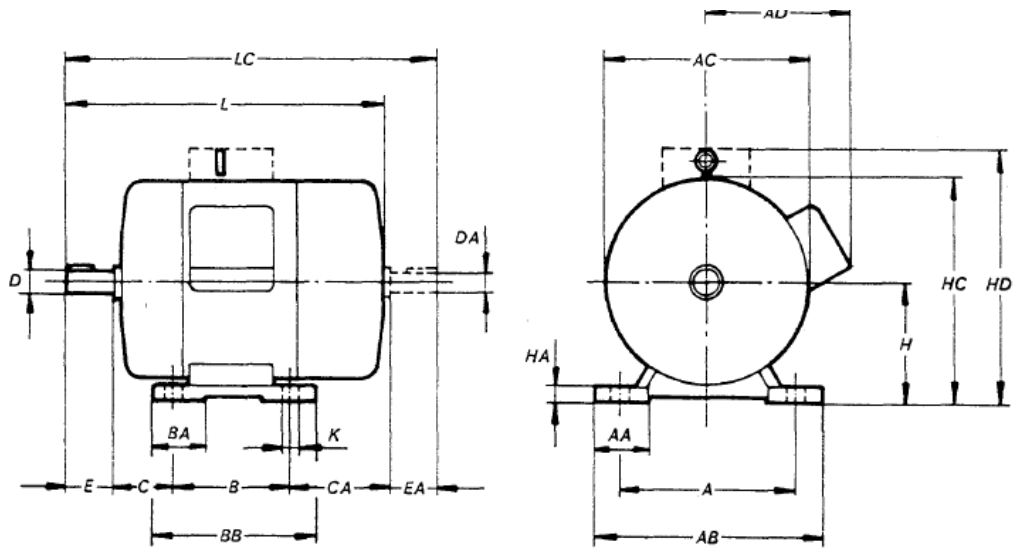
Oikosulkumoottorien mekaaniset mitat ja mitoitus runkokojen 65 – 400 välillä on määritelty IEC standardissa 60072-1. Standardin mukainen mitoitus on määritelty erikseen tassumoottoreille (B3) ja laippamoottoreille (B5).

Oikosulkumoottorin D-pää ja N-pää on määritelty siten, että D-pää (drive-end) tarkoittaa moottorin akselin käytön päätä eli sitä päätä, johon kiinnitetään moottorilla pyöritettävä laite. N-pää (non-drive-end) on moottorin toinen pää, jossa tyypillisesti on asennettuna moottorin jäähdytyspuhallin.

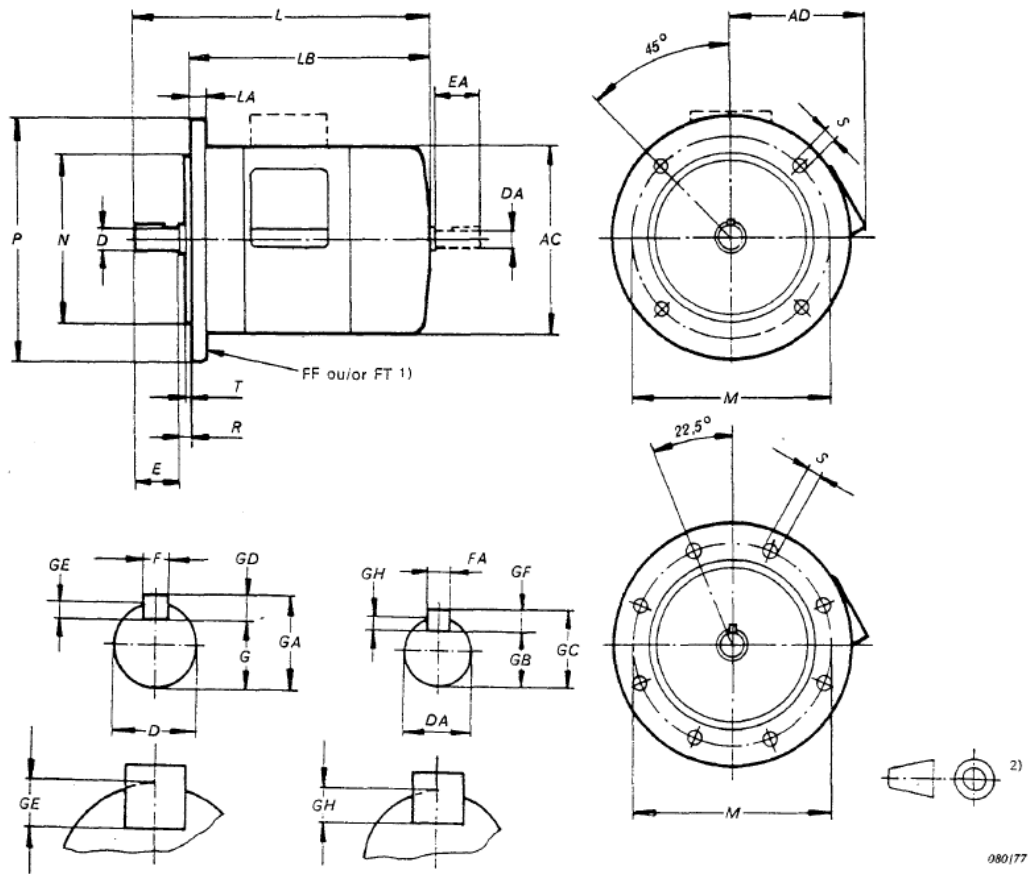
Mittakuvissa esitettyjen kirjainsymbolien merkitykset on kuvattu alla:

- A – Kiinnityspulttien etäisyys päästä kuvattuna (reiän keskikohdasta keskikohtaan).
- AA – Tassujen leveys päästä kuvattuna.
- AB – Tassujen kokonaisleveys päästä kuvattuna
- AC – Koneen rungon halkaisija
- AD – Mitta koneen keskilinjasta koneen uloimpaan osaan (kytkentäkotelo tai muu osa).
- B – Kiinnityspulttien etäisyys sivusta kuvattuna (reiän keskikohdasta keskikohtaan).
- BB - Tassujen kokonaisleveys sivusta kuvattuna.
- C – Etäisyys akselin D-pään olalta lähimmän tassun kiinnitysreiän keskikohtaan.
- CA - Etäisyys akselin N-pään olalta lähimmän tassun kiinnitysreiän keskikohtaan.
- D – Akselin halkaisija oikosulkumoottorin D-päässä
- DA - Akselin halkaisija oikosulkumoottorin N-päässä
- E – Akselin pituus olalta oikosulkumoottorin D-päässä.
- EA - Akselin pituus olalta oikosulkumoottorin N-päässä.
- F – Akselitapin uran leveys oikosulkumoottorin D-päässä.
- FA - Akselitapin uran leveys oikosulkumoottorin N-päässä.
- G – Etäisyys lukitustapin uran alareunasta akselin alareunaan oikosulkumoottorin D-päässä.
- GA – Etäisyys lukitustapin päältä akselin alareunaan oikosulkumoottorin D-päässä
- GB – Etäisyys lukitustapin uran alareunasta akselin alareunaan oikosulkumoottorin N-päässä.
- GC – Etäisyys lukitustapin päältä akselin alareunaan oikosulkumoottorin N-päässä.

GD – Akseliuran syvyys akselin ulkoreunasta oikosulkumoottorin D-päässä
GE – Akseliuran paksuus oikosulkumoottorin D-päässä
GF – Akseliuran paksuus oikosulkumoottorin N-päässä.
GH – Akseliuran syvyys akselin ulkoreunasta oikosulkumoottorin N-päässä
H – Oikosulkumoottorin kiinnityskohdan etäisyys moottorin akselin keskikohtaan.
H' – Oikosulkumoottorin kiinnityskohdan etäisyys moottorin keskikohtaan.
HA – Kiinnitysjalan paksuus.
HC – Oikosulkumoottorin kiinnityskohdan etäisyys moottorin korkeimpaan kohtaan.
HD – Oikosulkumoottorin kiinnityskohdan etäisyys moottorin nostokorvaan.
HE – Oikosulkumoottorin kiinnityskohdan etäisyys moottorin matalimpaan pisteeseen
K – Tassukiinnitteisen oikosulkumoottorin kiinnityspulttireikien halkaisija
L – Oikosulkumoottorin kokonaispituus
LA – Kiinnityslaipan paksuus.
LB – Laipan kiinnityspisteen etäisyys koneen päätyyn.
LC – Oikosulkumoottorin kokonaispituus N-pään jatkolla.
M – Kiinnityspulttireikien jako
N – Lukitusuran halkaisija
P – Laipan ulkopinnan halkaisija.
R – Laipan kiinnityspinnan halkaisijan etäisyys akselin olakkeeseen.
S – Kiinnityspultin reikien halkaisija tai kierteen nimellishalkaisija
T – Lukitusuran syvyys
Käännetty englanninkielisistä lähteestä (IEC, IEC 60072-1 standardi, 1991).



Kuva 6.1 Oikosulkumoottorin mitoitus IEC 60072-1 mukaisesti, B3 moottori. (IEC 60072-1 standardi, 1991)



Kuva 6.2 Oikosulkumoottorin mitoitus IEC 60072-1 mukaisesti, B5 moottori. (IEC 60072-1 standardi, 1991)

6.5 Oikosulkumoottorien standardi mitat IEC 60072-1 mukaisesti.

Frame number ¹⁾	H		A	B ⁴⁾	C	K ²⁾			Bolt or screw
	Nominal	Maximum deviation				Nominal	Tolerance ³⁾		
							mm	µm	
56 M	56	- 0,5	90	71	36	5,8	+ 300	0	M5
63 M	63	- 0,5	100	80	40	7	+ 360	0	M6
71 M	71	- 0,5	112	90	45	7	+ 360	0	M6
80 M	80	- 0,5	125	100	50	10	+ 360	0	M8
90 S	90	- 0,5	140	100	56	10	+ 360	0	M8
90 L	90	- 0,5	140	125	56	10	+ 360	0	M8
100 S	100	- 0,5	160	112	63	12	+ 430	0	M10
100 L	100	- 0,5	160	140	63	12	+ 430	0	M10
112 S	112	- 0,5	190	114	70	12	+ 430	0	M10
112 M	112	- 0,5	190	140	70	12	+ 430	0	M10
(112 L)	112	- 0,5	190	159	70	12	+ 430	0	M10
132 S	132	- 0,5	216	140	89	12	+ 430	0	M10
132 M	132	- 0,5	216	178	89	12	+ 430	0	M10
(132 L)	132	- 0,5	216	203	89	12	+ 430	0	M10
160 S	160	- 0,5	254	178	108	14,5	+ 430	0	M12
160 M	160	- 0,5	254	210	108	14,5	+ 430	0	M12
160 L	160	- 0,5	254	254	108	14,5	+ 430	0	M12
180 S	180	- 0,5	279	203	121	14,5	+ 430	0	M12
180 M	180	- 0,5	279	241	121	14,5	+ 430	0	M12
180 L	180	- 0,5	279	279	121	14,5	+ 430	0	M12
200 S	200	- 0,5	318	228	133	18,5	+ 520	0	M16
200 M	200	- 0,5	318	267	133	18,5	+ 520	0	M16
200 L	200	- 0,5	318	305	133	18,5	+ 520	0	M16
225 S	225	- 0,5	356	286	149	18,5	+ 520	0	M16
225 M	225	- 0,5	356	311	149	18,5	+ 520	0	M16
(225 L)	225	- 0,5	356	356	149	18,5	+ 520	0	M16
250 S	250	- 0,5	406	311	168	24	+ 520	0	M20
250 M	250	- 0,5	406	349	168	24	+ 520	0	M20
(250 L)	250	- 0,5	406	406	168	24	+ 520	0	M20
280 S	280	- 1	457	368	190	24	+ 520	0	M20
280 M	280	- 1	457	419	190	24	+ 520	0	M20
(280 L)	280	- 1	457	457	190	24	+ 520	0	M20
315 S	315	- 1	508	406	216	28	+ 520	0	M24
315 M	315	- 1	508	457	216	28	+ 520	0	M24
(315 L)	315	- 1	508	508	216	28	+ 520	0	M24
355 S	355	- 1	610	500	254	28	+ 520	0	M24
355 M	355	- 1	610	560	254	28	+ 520	0	M24
355 L	355	- 1	610	630	254	28	+ 520	0	M24
400 S	400	- 1	686	560	280	35	+ 620	0	M30
400 M	400	- 1	686	630	280	35	+ 620	0	M30
400 L	400	- 1	686	710	280	35	+ 620	0	M30

¹⁾ Frame numbers within brackets should be regarded as non-preferred for a.c. induction machines.

²⁾ Open-ended slots are not permitted.

³⁾ These tolerances are those given in coarses series H14 of ISO 2768.

⁴⁾ Those dimensions are preferred—Additional recommended values for B dimension are given in table 2.

Taulukko 6.2 Oikosulkumoottoreiden standardimitat standardin IEC 60072-1 mukaisesti. (IEC, IEC 60072-1 standardi, 1991).

6.6 Taajuusmuuttajakäytöt

Kehitystyön alussa voimassa ollut UPM standardi U11 sähköistys- ja instrumentointistandardi laitetoimituksille määritteli hyvin tarkasti taajuusmuuttajakäyttöisten oikosulkumoottoreiden varustelun ilman, että eri moottoritoimittajien erilaiset lähestymistavat taajuusmuuttajakäyttöjen suhteen olisi otettu huomioon. (UPM Tekninen standardi U11, 2017).

UPM Suomen tuotantolaitoksilla on käytössä erilaisia taajuusmuuttajakäyttöjä kolmella eri jännitetasolla (400 V, 500 V ja 690 V). Näistä jännitetasoista tuotantokäytössä on pääasiallisesti 500 V ja 690 V jännitetasot. 400 V jännitetaso on käytössä pääasiallisesti kiinteistö- ja ilmastointikäytössä sekä tuotannon erikoiskäytöissä.

6.7 Taajuusmuuttajakäyttöjen aiheuttamat vaatimukset oikosulkumoottoreille.

Taajuusmuuttajakäytöissä taajuusmuuttajan moottorille syöttämä jännite (tai virta) on pulssimaista. Riippuen taajuusmuuttajan teho-osan komponenteista ja teho-osan suunnittelusta on taajuusmuuttajan syöttämien jännitepulssien nouseva reuna huomattavan korkea verrattuna nimellisjännitteeseen. Tämä pitää ottaa huomioon hankittaessa moottoreita taajuusmuuttajakäyttöihin. (ABB Motor Guide, 2005).

Taajuusmuuttajien jännitepulssien tasoa voidaan laskea käyttämällä taajuusmuuttajan ja moottorin välillä erilaisia suotimia, jotka leikkaavat jännitepulssien tasoa matalammiksi ja vähentävät näin moottorin eristykselle aiheutuvaa räsitusta. Erilaiset suotimet huonontavat kuitenkin taajuusmuuttajakäyttöjen hyötysuhdetta. (ABB Motor Guide, 2005)

Moottoreiden laakeroinnissa pitää ottaa myös huomioon eri jännitetasojen taajuusmuuttajakäyttöjen vaatimukset mutta ne eivät tyypillisesti nouse ongelmaksi vielä tässä 1.1 – 45 kW kokoluokassa.

6.8 UPM FIN standardimoottori taajuusmuuttakäytössä.

Yhtenä suurena UPM FIN standardimoottorimallin suunnittelun lähtökohtana ja muutoksen aikaisempaan toimintatapaan oli se, että uuden UPM FIN standardimoottorimallin mukaisesti eri moottoritoimittajat määrittelevät eri jännitetasoilla taajuusmuuttajakäytössä tarvittavat lisävarusteet. Tarvittavat lisävarusteet määritellään siten, että toimittaja takaa taajuusmuuttajakäyttöön toimittamansa moottorin kestävyuden moottorihankintojen takuuarvojen mukaisesti. Oletuksena on myös se, että 690 V ja 500 V taajuusmuuttajakäytöt on varustettu UPM standardin mukaisesti du/dt-suotimella.

Standardimoottorin määrittelyn oletuksena oli myös se, että pääasiallisesti UPM FIN standardimoottoria käytetään varaosana ja nykyisin toimintopaikalle asennettu moottori on mitoitettu oikein tarvittavan kuormituksen, taajuusalueen ja niiden aiheuttaman jäähdytystarpeen mukaisesti. Käytettäessä UPM FIN standardimoottoria pitää nämä asiat tarkastella moottoria valittaessa ja mitoitettaessa tapauskohtaisesti.

Kehitystyön aikana tehtiin myös tarkastelu mahdollisuudesta taajuusmuuttajakäyttöjen (VSD) ja suoraikäyttöisen (DOL) 400/690 V jännitteisten standardimoottorien yhdistämisestä. 400/690 V DOL/VSD moottoreiden yhdistämisen vaatimuksena olisi se, että 690 V DOL moottorit hankittaisiin ja varustettaisiin taajuusmuuttajakäyttöön soveltuvilla varusteilla ja määrittelyillä. Moottoreiden yhdistämisen etuna olisi varastoitavien moottoreiden ja moottorinimikkeiden määrän vähentyminen. Mutta vastaavasti 690 V taajuusmuuttajakäyttöisen moottorin korkeampi hankintahinta puoltaa erillisiä moottoreita 690 suoralle ja taajuusmuuttajakäytölle.

Tarkastelun on, että 400/690 V VSD ja DOL moottorit ovat myös UPM FIN standardimoottorimäärittelyn mukaisesti omilla nimikkeillään. VSD ja DOL moottoreiden nimikkeiden yhdistämisestä luovuttiin kustannussyistä, koska 690 V taajuusmuuttajakäytön vaatimukset moottorille nostavat moottorin hintaa oleellisesti ja tällä yhdistämisellä olisi ollut suuri negatiivinen vaikutus standardimoottorimallin taloudelliseen kannattavuuteen.

6.9 UPM FIN standardimoottori kiilahihnakäytössä.

Kehitystyön alussa voimassa ollut UPM standardi U11 sähköistys- ja instrumentointistandardi laitetoimituksille määritteli kiilahihnakäyttöisten moottorin laakeroinnin ja suosituksen NU-laakerin käyttämisen kiilahihnakäytöissä. (UPM Tekninen standardi U11, 2017).

Kun moottorin akseleille kohdistuu korkeita säteittäisiä voimia moottorin D-pään laakeri korvataan NU- tai NJ-rullalaakerilla, jotka kestävät korkeita säteittäisiä voimia. Rullalaakerit ovat erityisen sopivia kiilahihnakäyttöihin. (ABB, ABB Motor Guide, 2005)

UPM FIN standardimoottorin on oletuksena varustettu normaaleilla kuulalaakereilla. Moottorien laakeroinnin sopivuudesta kiilahihnakäyttöihin on käyty keskusteluja eri kehitystyössä mukana olevien moottorivalmistajien ja – toimittajien kanssa.

Keskustelujen lopputuloksena on se, että tässä UPM FIN standardimoottorin rajoitettussa kokoluokassa 1.1 – 45 kW normaalien kiilahihnakäyttöjen akseleille kohdistuvat säteittäiskuormat eivät tyypillisesti kasva niin korkeiksi, että kiilahihnakäyttöjen moottorit pitäisi varustaa rullalaakereilla.

Tästä seuraa se, että UPM FIN standardimoottoria voidaan käyttää ilman rajoitusta myös soveltuvissa kiilahihnakäytöissä ilman lisävarusteita. Kiilahihnakäytöissä pitää niitä mekaanisesti asennettaessa ja kiilahihnaa kiristettäessä ottaa huomioon moottoriakseleille kohdistuvat säteittäisvoimat ja niin sanottua ylikiristämistä ei saa suorittaa.

6.10 UPM FIN Standardimoottorimallin tekniset perustiedot:

Koska standardimoottorin pitää soveltua kaikille UPM Suomen toimipisteille piti standardimoottoria kehitettäessä ottaa huomioon eri tehtaiden erilaiset vaatimukset muun muassa moottoreiden käyttöjännitteen suhteen.

- Jännitetasot 400 V, 690 V, 500 V.
- Pyörimisnopeudet 1000 rpm, 1500 rpm ja 3000 rpm.
- Asennusasennot IEC 60034-7 mukaisesti B3, B5.
 - o Muut asennot (V1, V3, V5, V6, yms.) moottorivalmistajien määrittelyjen mukaan jos tarvitaan erikoisvarusteita.
 - o Muut nykyisin tuotantolaitoksilla käytössä olevat laipat (B14 yms.) ja B35 tassu/laippamoottorit määritellään erikoismoottoreiksi.
- Moottorien runkoko IEC 60034-7 mukaisesti.
 - o B3 tassumoottoreiden kiinnityksessä otettava huomioon mahdollisuuksien kahdet kiinnityspisteet.
- Moottorien runkomateriaali valurauta.
- Hyötysuhdeluokat:
 - o DOL-moottorit IEC/EN 60034-30-1 IE3
 - o VSD-moottori IEC/EN 60034-30-1 IE2
- Moottorien tiiveysluokitus IP-luokituksen mukaisesti vähintään IP55.
- Kytkenkätokotelon tiiveysluokka vähintään IP54.
- Eristysluokka F ja lämpenemäluokka B.

6.11 Standardimoottorien optiot

Standardimoottorimallin kehitystyön aikana määriteltiin standardimoottoreille vähintään seuraavat lisävarusteet moottorivalmistajien standardivarusteiden lisäksi. Optioilla tarkoitetaan tässä moottorivalmistajan perusmoottoriin tarvittaessa lisättävää varustelua, jolla oikosulkumoottorista saadaan UPM FIN standardimoottorimallin vaatimusten mukainen. Joillakin moottorivalmistajilla vaaditut optiot ovat asennettuina ns. toimittajan perusoikosulkumoottoriin vakiona, kun taas toisella valmistajalla vaaditut optiot ovat lisävarusteita.

Vaadittavat optiot pyrittiin valitsemaan niin, että UPM FIN standardimoottori on varustettu vain välttämättömillä lisävarusteilla muun muassa kunnonvalvonnan ja jälki-voitelun toteuttamiseksi.

Standardimoottori:

- SPM-nipat ≥ 160 runko.
- Jälkivoideltavat laakerit ≥ 160 runko.
- Taajuusmuuttajakäytössä PTC anturit ≥ 160 runko.
- Kaapeliniipat. Taajuusmuuttajakäytössä EMC-nipat

Standardimoottori plus:

- Metalliset tuuletinsiivet.
- PT-100 + PTC anturit samassa moottorissa ≥ 160 runko.
- SPM-nipat ≥ 160 runko.
- Jälkivoideltavat laakerit ≥ 160 runko.
- Taajuusmuuttajakäytössä PTC anturit ≥ 160 runko.
- Kaapeliniipat. Taajuusmuuttajakäytössä EMC-nipat

Seuraavilla sivuilla kuvissa 5.1 – 5.4 on esitetty moottoreiden lisävarusteiden vaatimukset taulukkomuodossa.

STANDARDIMOOTTORI DOL						
OPTIO	Metalliset tuuletinsiivet	PTC	PT100	SPM-NIPAT	JÄLKIVOIDELTAVAT LAAKERIT	KAAPELINIPAT
1,1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
1,5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
2,2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
5,5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
7,5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
11	N/A	N/A	N/A	X	N/A	X
15	N/A	N/A	N/A	X	X	X
18,5	N/A	N/A	N/A	X	X	X
22	N/A	N/A	N/A	X	X	X
30	N/A	N/A	N/A	X	X	X
37	N/A	N/A	N/A	X	X	X
45	N/A	N/A	N/A	X	X	X

Taulukko 6.3 Lisävarustetaulukko standardimoottori / suorakäyttö (DOL)

STANDARDIMOOTTORI VSD*						
OPTIO	Metalliset tuuletinsiivet	PTC	PT100	SPM-NIPAT	JÄLKIVOIDELTAVAT LAAKERIT	KAAPELINIPAT
1,1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
1,5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
2,2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
5,5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
7,5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
11	N/A	X	N/A	X	N/A	X
15	N/A	X	N/A	X	X	X
18,5	N/A	X	N/A	X	X	X
22	N/A	X	N/A	X	X	X
30	N/A	X	N/A	X	X	X
37	N/A	X	N/A	X	X	X
45	N/A	X	N/A	X	X	X

*MOOTTORIVALMISTAJA MÄÄRITTELEE VSD-KÄYTTÖJEN VAATIMAT LISÄVARUSTEET TOIMITTAJAKOHTAISESTI.

Taulukko 6.4 Lisävarustetaulukko standardimoottori / taajuusmuuttajakäyttö (DOL)

STANDARDIMOOTTORI PLUS DOL						
OPTIO	Metalliset tuuletinsiivet	PTC	PT100	SPM-NIPAT	JÄLKIVOIDELTAVAT LAAKERIT	KAAPELINIPAT
1,1	X	N/A	N/A	N/A	N/A	X
1,5	X	N/A	N/A	N/A	N/A	X
2,2	X	N/A	N/A	N/A	N/A	X
3	X	N/A	N/A	N/A	N/A	X
4	X	N/A	N/A	N/A	N/A	X
5,5	X	N/A	N/A	N/A	N/A	X
7,5	X	N/A	N/A	N/A	N/A	X
11	X	X	X	X	N/A	X
15	X	X	X	X	X	X
18,5	X	X	X	X	X	X
22	X	X	X	X	X	X
30	X	X	X	X	X	X
37	X	X	X	X	X	X
45	X	X	X	X	X	X

Taulukko 6.5 Lisävarustetaulukko standardimoottori PLUS / suorakäyttö (DOL)

STANDARDIMOOTTORI PLUS VSD*						
OPTIO	Metalliset tuuletinsiivet	PTC	PT100	SPM-NIPAT	JÄLKIVOIDELTAVAT LAAKERIT	KAAPELINIPAT
1,1	X	N/A	N/A	N/A	N/A	X
1,5	X	N/A	N/A	N/A	N/A	X
2,2	X	N/A	N/A	N/A	N/A	X
3	X	N/A	N/A	N/A	N/A	X
4	X	N/A	N/A	N/A	N/A	X
5,5	X	N/A	N/A	N/A	N/A	X
7,5	X	N/A	N/A	N/A	N/A	X
11	X	X	X	X	N/A	X
15	X	X	X	X	X	X
18,5	X	X	X	X	X	X
22	X	X	X	X	X	X
30	X	X	X	X	X	X
37	X	X	X	X	X	X
45	X	X	X	X	X	X

*MOOTTORIVALMISTAJA MÄÄRITTELEE VSD-KÄYTTÖJEN VAATIMAT LISÄVARUSTEET TOIMITTAJAKOHTAISESTI.

Taulukko 6.6 Lisävarustetaulukko standardimoottori PLUS / taajuusmuuttajakäyttö (DOL)

6.12 Standardimoottorien variaatiot

Standardimoottorimallin kehitystyön aikana määriteltiin standardimoottoreille alla olevien taulukkojen mukaiset variaatiot. Eri variaatioissa on otettu huomioon tehot (1.1-45 kW) IEC mukaisilla tehoportilla, asennusasennot (B3 ja B5), jännitteet (400 V, 690 V ja 500 V) ja pyörimisnopeudet (1000 rpm, 1500 rpm ja 3000 rpm). Taulukoissa esitetyt lyhenteet:

- DOL = Suorakäyttömoottori (Direct On Line).
- VSD = Taajuusmuuttajakäyttömoottori (Variable Speed Drive).
- EFF = Hyötysuhdeluokka IEC 60034-30-1 mukaisesti.

Lopulliset standardimoottorinimikkeet luodaan yhdistämällä eri taulukoissa esitetyt moottorivariaatiot ja optiotaulukon tiedot, jolloin saadaan luotua nimike niin sanotulle normaalille standardimoottoreille ja standardimoottori plus moottoreille.

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	1.1	IE3	1000	90 L	24
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	1.5	IE3	1000	100 M	28
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	2.2	IE3	1000	112 M	28
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	3	IE3	1000	132 S	38
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	4	IE3	1000	132 S	38
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	5.5	IE3	1000	132 S	38
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	7.5	IE3	1000	160 M	42
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	11	IE3	1000	160 M	42
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	15	IE3	1000	180 M	48
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	18,5	IE3	1000	200 M	55
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	22	IE3	1000	200 M	55
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	30	IE3	1000	225 S	60
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	37	IE3	1000	250 S	65
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	45	IE3	1000	280 S	65

Taulukko 6.7 Standardimoottori 1 400 V B3 rpm DOL/VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	1.1	IE3	1500	90 L	24
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	1.5	IE3	1500	90 L	24
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	2.2	IE3	1500	100 L	28
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	3	IE3	1500	100 M	28
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	4	IE3	1500	112 M	28
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	5.5	IE3	1500	132 S	38
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	7.5	IE3	1500	132 S	38
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	11	IE3	1500	132 S	38
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	15	IE3	1500	160 M	42
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	18,5	IE3	1500	180 M	48
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	22	IE3	1500	180 M	48
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	30	IE3	1500	200 M	55
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	37	IE3	1500	225 S	60
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	45	IE3	1500	225 S	60

Taulukko 6.8 Standardimoottori 1 400 V B3 1500 rpm DOL/VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	1.1	IE3	3000	80 M	19
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	1.5	IE3	3000	90 S	24
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	2.2	IE3	3000	90 L	24
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	3	IE3	3000	100 M	28
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	4	IE3	3000	112 M	28
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	5.5	IE3	3000	132 S	38
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	7.5	IE3	3000	132 S	38
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	11	IE3	3000	160 M	42
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	15	IE3	3000	160 M	42
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	18,5	IE3	3000	160 M	42
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	22	IE3	3000	180 M	48
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	30	IE3	3000	200 M	55
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	37	IE3	3000	200 M	55
Standard motor 1	B3	DOL/VSD	400	45	IE3	3000	225 S	60

Taulukko 6.9 Standardimoottori 1 400 V B3 3000 rpm DOL/VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	1.1	IE3	1000	90 L	24FF165
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	1.5	IE3	1000	100 M	28FF215
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	2.2	IE3	1000	112 M	28FF215
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	3	IE3	1000	132 S	38FF265
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	4	IE3	1000	132 S	38FF265
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	5.5	IE3	1000	132 S	38FF265
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	7.5	IE3	1000	160 M	42FF300
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	11	IE3	1000	160 M	42FF300
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	15	IE3	1000	180 M	48FF300
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	18,5	IE3	1000	200 M	55FF350
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	22	IE3	1000	200 M	55FF350
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	30	IE3	1000	225 S	60FF400
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	37	IE3	1000	250 S	65FF500
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	45	IE3	1000	280 S	65FF500

Taulukko 6.10 Standardimoottori 2 400 V B5 1000 rpm DOL/VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	1.1	IE3	1500	90 L	24FF165
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	1.5	IE3	1500	90 L	24FF215
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	2.2	IE3	1500	100 L	28FF215
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	3	IE3	1500	100 M	38FF265
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	4	IE3	1500	112 M	38FF265
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	5.5	IE3	1500	132 S	38FF265
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	7.5	IE3	1500	132 S	42FF300
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	11	IE3	1500	132 S	42FF300
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	15	IE3	1500	160 M	48FF300
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	18,5	IE3	1500	180 M	55FF350
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	22	IE3	1500	180 M	55FF350
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	30	IE3	1500	200 M	60FF400
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	37	IE3	1500	225 S	65FF500
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	45	IE3	1500	225 S	65FF500

Taulukko 6.11 Standardimoottori 2 400 V B5 1500 rpm DOL/VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNIT E [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	1.1	IE3	3000	80 M	19FF165
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	1.5	IE3	3000	90 S	24FF215
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	2.2	IE3	3000	90 L	24FF215
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	3	IE3	3000	100 M	28FF215
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	4	IE3	3000	112 M	28FF215
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	5.5	IE3	3000	132 S	38FF265
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	7.5	IE3	3000	132 S	38FF265
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	11	IE3	3000	160 M	42FF300
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	15	IE3	3000	160 M	42FF300
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	18,5	IE3	3000	160 M	42FF300
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	22	IE3	3000	180 M	48FF300
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	30	IE3	3000	200 M	55FF350
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	37	IE3	3000	200 M	55FF350
Standard motor 2	B5	DOL/VSD	400	45	IE3	3000	225 S	60FF400

Taulukko 6.12 Standardimoottori 2 400 V B5 3000 rpm DOL/VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 3	B3	DOL	690	1.1	IE3	1000	90 L	24
Standard motor 3	B3	DOL	690	1.5	IE3	1000	100 M	28
Standard motor 3	B3	DOL	690	2.2	IE3	1000	112 M	28
Standard motor 3	B3	DOL	690	3	IE3	1000	132 S	38
Standard motor 3	B3	DOL	690	4	IE3	1000	132 S	38
Standard motor 3	B3	DOL	690	5.5	IE3	1000	132 S	38
Standard motor 3	B3	DOL	690	7.5	IE3	1000	160 M	42
Standard motor 3	B3	DOL	690	11	IE3	1000	160 M	42
Standard motor 3	B3	DOL	690	15	IE3	1000	180 M	48
Standard motor 3	B3	DOL	690	18,5	IE3	1000	200 M	55
Standard motor 3	B3	DOL	690	22	IE3	1000	200 M	55
Standard motor 3	B3	DOL	690	30	IE3	1000	225 S	60
Standard motor 3	B3	DOL	690	37	IE3	1000	250 S	65
Standard motor 3	B3	DOL	690	45	IE3	1000	280 S	65

Taulukko 6.13 Standardimoottori 3 690 V B3 1000 rpm DOL

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 3	B3	DOL	690	1.1	IE3	1500	90 L	24
Standard motor 3	B3	DOL	690	1.5	IE3	1500	90 L	24
Standard motor 3	B3	DOL	690	2.2	IE3	1500	100 L	28
Standard motor 3	B3	DOL	690	3	IE3	1500	100 M	28
Standard motor 3	B3	DOL	690	4	IE3	1500	112 M	28
Standard motor 3	B3	DOL	690	5.5	IE3	1500	132 S	38
Standard motor 3	B3	DOL	690	7.5	IE3	1500	132 S	38
Standard motor 3	B3	DOL	690	11	IE3	1500	132 S	38
Standard motor 3	B3	DOL	690	15	IE3	1500	160 M	42
Standard motor 3	B3	DOL	690	18,5	IE3	1500	180 M	48
Standard motor 3	B3	DOL	690	22	IE3	1500	180 M	48
Standard motor 3	B3	DOL	690	30	IE3	1500	200 M	55
Standard motor 3	B3	DOL	690	37	IE3	1500	225 S	60
Standard motor 3	B3	DOL	690	45	IE3	1500	225 S	60

Taulukko 6.14 Standardimoottori 3 690 V B3 1500 rpm DOL

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 3	B3	DOL	690	1.1	IE3	3000	80 M	19
Standard motor 3	B3	DOL	690	1.5	IE3	3000	90 S	24
Standard motor 3	B3	DOL	690	2.2	IE3	3000	90 L	24
Standard motor 3	B3	DOL	690	3	IE3	3000	100 M	28
Standard motor 3	B3	DOL	690	4	IE3	3000	112 M	28
Standard motor 3	B3	DOL	690	5.5	IE3	3000	132 S	38
Standard motor 3	B3	DOL	690	7.5	IE3	3000	132 S	38
Standard motor 3	B3	DOL	690	11	IE3	3000	160 M	42
Standard motor 3	B3	DOL	690	15	IE3	3000	160 M	42
Standard motor 3	B3	DOL	690	18,5	IE3	3000	160 M	42
Standard motor 3	B3	DOL	690	22	IE3	3000	180 M	48
Standard motor 3	B3	DOL	690	30	IE3	3000	200 M	55
Standard motor 3	B3	DOL	690	37	IE3	3000	200 M	55
Standard motor 3	B3	DOL	690	45	IE3	3000	225 S	60

Taulukko 6.15 Standardimoottori 1 690 V B3 3000 rpm DOL

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 4	B5	DOL	690	1.1	IE3	1000	90 L	24FF165
Standard motor 4	B5	DOL	690	1.5	IE3	1000	100 M	28FF215
Standard motor 4	B5	DOL	690	2.2	IE3	1000	112 M	28FF215
Standard motor 4	B5	DOL	690	3	IE3	1000	132 S	38FF265
Standard motor 4	B5	DOL	690	4	IE3	1000	132 S	38FF265
Standard motor 4	B5	DOL	690	5.5	IE3	1000	132 S	38FF265
Standard motor 4	B5	DOL	690	7.5	IE3	1000	160 M	42FF300
Standard motor 4	B5	DOL	690	11	IE3	1000	160 M	42FF300
Standard motor 4	B5	DOL	690	15	IE3	1000	180 M	48FF300
Standard motor 4	B5	DOL	690	18,5	IE3	1000	200 M	55FF350
Standard motor 4	B5	DOL	690	22	IE3	1000	200 M	55FF350
Standard motor 4	B5	DOL	690	30	IE3	1000	225 S	60FF400
Standard motor 4	B5	DOL	690	37	IE3	1000	250 S	65FF500
Standard motor 4	B5	DOL	690	45	IE3	1000	280 S	65FF500

Taulukko 6.16 Standardimoottori 4 690 V B5 1000 rpm DOL

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 4	B5	DOL	690	1.1	IE3	1500	90 L	24FF165
Standard motor 4	B5	DOL	690	1.5	IE3	1500	90 L	24FF215
Standard motor 4	B5	DOL	690	2.2	IE3	1500	100 L	28FF215
Standard motor 4	B5	DOL	690	3	IE3	1500	100 M	38FF265
Standard motor 4	B5	DOL	690	4	IE3	1500	112 M	38FF265
Standard motor 4	B5	DOL	690	5.5	IE3	1500	132 S	38FF265
Standard motor 4	B5	DOL	690	7.5	IE3	1500	132 S	42FF300
Standard motor 4	B5	DOL	690	11	IE3	1500	132 S	42FF300
Standard motor 4	B5	DOL	690	15	IE3	1500	160 M	48FF300
Standard motor 4	B5	DOL	690	18,5	IE3	1500	180 M	55FF350
Standard motor 4	B5	DOL	690	22	IE3	1500	180 M	55FF350
Standard motor 4	B5	DOL	690	30	IE3	1500	200 M	60FF400
Standard motor 4	B5	DOL	690	37	IE3	1500	225 S	65FF500
Standard motor 4	B5	DOL	690	45	IE3	1500	225 S	65FF500

Taulukko 6.17 Standardimoottori 4 690 V B5 1500 rpm DOL

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNIT E [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 4	B5	DOL	690	1.1	IE3	3000	80 M	19FF165
Standard motor 4	B5	DOL	690	1.5	IE3	3000	90 S	24FF215
Standard motor 4	B5	DOL	690	2.2	IE3	3000	90 L	24FF215
Standard motor 4	B5	DOL	690	3	IE3	3000	100 M	28FF215
Standard motor 4	B5	DOL	690	4	IE3	3000	112 M	28FF215
Standard motor 4	B5	DOL	690	5.5	IE3	3000	132 S	38FF265
Standard motor 4	B5	DOL	690	7.5	IE3	3000	132 S	38FF265
Standard motor 4	B5	DOL	690	11	IE3	3000	160 M	42FF300
Standard motor 4	B5	DOL	690	15	IE3	3000	160 M	42FF300
Standard motor 4	B5	DOL	690	18,5	IE3	3000	160 M	42FF300
Standard motor 4	B5	DOL	690	22	IE3	3000	180 M	48FF300
Standard motor 4	B5	DOL	690	30	IE3	3000	200 M	55FF350
Standard motor 4	B5	DOL	690	37	IE3	3000	200 M	55FF350
Standard motor 4	B5	DOL	400	45	IE3	3000	225 S	60FF400

Taulukko 6.18 Standardimoottori 4 690 V B5 3000 rpm DOL

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 5	B3	VSD	690	1.1	IE2	1000	90 L	24
Standard motor 5	B3	VSD	690	1.5	IE2	1000	100 M	28
Standard motor 5	B3	VSD	690	2.2	IE2	1000	112 M	28
Standard motor 5	B3	VSD	690	3	IE2	1000	132 S	38
Standard motor 5	B3	VSD	690	4	IE2	1000	132 S	38
Standard motor 5	B3	VSD	690	5.5	IE2	1000	132 S	38
Standard motor 5	B3	VSD	690	7.5	IE2	1000	160 M	42
Standard motor 5	B3	VSD	690	11	IE2	1000	160 M	42
Standard motor 5	B3	VSD	690	15	IE2	1000	180 M	48
Standard motor 5	B3	VSD	690	18,5	IE2	1000	200 M	55
Standard motor 5	B3	VSD	690	22	IE2	1000	200 M	55
Standard motor 5	B3	VSD	690	30	IE2	1000	225 S	60
Standard motor 5	B3	VSD	690	37	IE2	1000	250 S	65
Standard motor 5	B3	VSD	690	45	IE2	1000	280 S	65

Taulukko 6.19 Standardimoottori 5 690 V B3 rpm VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 5	B3	VSD	690	1.1	IE2	1500	90 L	24
Standard motor 5	B3	VSD	690	1.5	IE2	1500	90 L	24
Standard motor 5	B3	VSD	690	2.2	IE2	1500	100 L	28
Standard motor 5	B3	VSD	690	3	IE2	1500	100 M	28
Standard motor 5	B3	VSD	690	4	IE2	1500	112 M	28
Standard motor 5	B3	VSD	690	5.5	IE2	1500	132 S	38
Standard motor 5	B3	VSD	690	7.5	IE2	1500	132 S	38
Standard motor 5	B3	VSD	690	11	IE2	1500	132 S	38
Standard motor 5	B3	VSD	690	15	IE2	1500	160 M	42
Standard motor 5	B3	VSD	690	18,5	IE2	1500	180 M	48
Standard motor 5	B3	VSD	690	22	IE2	1500	180 M	48
Standard motor 5	B3	VSD	690	30	IE2	1500	200 M	55
Standard motor 5	B3	VSD	690	37	IE2	1500	225 S	60
Standard motor 5	B3	VSD	690	45	IE2	1500	225 S	60

Taulukko 6.20 Standardimoottori 5 690 V B3 1500 rpm VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 5	B3	VSD	690	1.1	IE2	3000	80 M	19
Standard motor 5	B3	VSD	690	1.5	IE2	3000	90 S	24
Standard motor 5	B3	VSD	690	2.2	IE2	3000	90 L	24
Standard motor 5	B3	VSD	690	3	IE2	3000	100 M	28
Standard motor 5	B3	VSD	690	4	IE2	3000	112 M	28
Standard motor 5	B3	VSD	690	5.5	IE2	3000	132 S	38
Standard motor 5	B3	VSD	690	7.5	IE2	3000	132 S	38
Standard motor 5	B3	VSD	690	11	IE2	3000	160 M	42
Standard motor 5	B3	VSD	690	15	IE2	3000	160 M	42
Standard motor 5	B3	VSD	690	18,5	IE2	3000	160 M	42
Standard motor 5	B3	VSD	690	22	IE2	3000	180 M	48
Standard motor 5	B3	VSD	690	30	IE2	3000	200 M	55
Standard motor 5	B3	VSD	690	37	IE2	3000	200 M	55
Standard motor 5	B3	VSD	690	45	IE2	3000	225 S	60

Taulukko 6.21 Standardimoottori 5 690 V B3 3000 rpm VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 6	B5	VSD	690	1.1	IE2	1000	90 L	24FF165
Standard motor 6	B5	VSD	690	1.5	IE2	1000	100 M	28FF215
Standard motor 6	B5	VSD	690	2.2	IE2	1000	112 M	28FF215
Standard motor 6	B5	VSD	690	3	IE2	1000	132 S	38FF265
Standard motor 6	B5	VSD	690	4	IE2	1000	132 S	38FF265
Standard motor 6	B5	VSD	690	5.5	IE2	1000	132 S	38FF265
Standard motor 6	B5	VSD	690	7.5	IE2	1000	160 M	42FF300
Standard motor 6	B5	VSD	690	11	IE2	1000	160 M	42FF300
Standard motor 6	B5	VSD	690	15	IE2	1000	180 M	48FF300
Standard motor 6	B5	VSD	690	18,5	IE2	1000	200 M	55FF350
Standard motor 6	B5	VSD	690	22	IE2	1000	200 M	55FF350
Standard motor 6	B5	VSD	690	30	IE2	1000	225 S	60FF400
Standard motor 6	B5	VSD	690	37	IE2	1000	250 S	65FF500
Standard motor 6	B5	VSD	690	45	IE2	1000	280 S	65FF500

Taulukko 6.22 Standardimoottori 6 690 V B5 1000 rpm VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 6	B5	VSD	690	1.1	IE2	1500	90 L	24FF165
Standard motor 6	B5	VSD	690	1.5	IE2	1500	90 L	24FF215
Standard motor 6	B5	VSD	690	2.2	IE2	1500	100 L	28FF215
Standard motor 6	B5	VSD	690	3	IE2	1500	100 M	38FF265
Standard motor 6	B5	VSD	690	4	IE2	1500	112 M	38FF265
Standard motor 6	B5	VSD	690	5.5	IE2	1500	132 S	38FF265
Standard motor 6	B5	VSD	690	7.5	IE2	1500	132 S	42FF300
Standard motor 6	B5	VSD	690	11	IE2	1500	132 S	42FF300
Standard motor 6	B5	VSD	690	15	IE2	1500	160 M	48FF300
Standard motor 6	B5	VSD	690	18,5	IE2	1500	180 M	55FF350
Standard motor 6	B5	VSD	690	22	IE2	1500	180 M	55FF350
Standard motor 6	B5	VSD	690	30	IE2	1500	200 M	60FF400
Standard motor 6	B5	VSD	690	37	IE2	1500	225 S	65FF500
Standard motor 6	B5	VSD	690	45	IE2	1500	225 S	65FF500

Taulukko 6.23 Standardimoottori 6 690 V B5 1500 rpm VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNIT E [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 6	B5	VSD	690	1.1	IE2	3000	80 M	19FF165
Standard motor 6	B5	VSD	690	1.5	IE2	3000	90 S	24FF215
Standard motor 6	B5	VSD	690	2.2	IE2	3000	90 L	24FF215
Standard motor 6	B5	VSD	690	3	IE2	3000	100 M	28FF215
Standard motor 6	B5	VSD	690	4	IE2	3000	112 M	28FF215
Standard motor 6	B5	VSD	690	5.5	IE2	3000	132 S	38FF265
Standard motor 6	B5	VSD	690	7.5	IE2	3000	132 S	38FF265
Standard motor 6	B5	VSD	690	11	IE2	3000	160 M	42FF300
Standard motor 6	B5	VSD	690	15	IE2	3000	160 M	42FF300
Standard motor 6	B5	VSD	690	18,5	IE2	3000	160 M	42FF300
Standard motor 6	B5	VSD	690	22	IE2	3000	180 M	48FF300
Standard motor 6	B5	VSD	690	30	IE2	3000	200 M	55FF350
Standard motor 6	B5	VSD	690	37	IE2	3000	200 M	55FF350
Standard motor 6	B5	VSD	690	45	IE2	3000	225 S	60FF400

Taulukko 6.24 Standardimoottori 6 690 V B5 3000 rpm VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 7	B3	DOL	500	1.1	IE3	1000	90 L	24
Standard motor 7	B3	DOL	500	1.5	IE3	1000	100 M	28
Standard motor 7	B3	DOL	500	2.2	IE3	1000	112 M	28
Standard motor 7	B3	DOL	500	3	IE3	1000	132 S	38
Standard motor 7	B3	DOL	500	4	IE3	1000	132 S	38
Standard motor 7	B3	DOL	500	5.5	IE3	1000	132 S	38
Standard motor 7	B3	DOL	500	7.5	IE3	1000	160 M	42
Standard motor 7	B3	DOL	500	11	IE3	1000	160 M	42
Standard motor 7	B3	DOL	500	15	IE3	1000	180 M	48
Standard motor 7	B3	DOL	500	18,5	IE3	1000	200 M	55
Standard motor 7	B3	DOL	500	22	IE3	1000	200 M	55
Standard motor 7	B3	DOL	500	30	IE3	1000	225 S	60
Standard motor 7	B3	DOL	500	37	IE3	1000	250 S	65
Standard motor 7	B3	DOL	500	45	IE3	1000	280 S	65

Taulukko 6.25 Standardimoottori 7 500 V B3 1000 rpm DOL

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 7	B3	DOL	500	1.1	IE3	1500	90 L	24
Standard motor 7	B3	DOL	500	1.5	IE3	1500	90 L	24
Standard motor 7	B3	DOL	500	2.2	IE3	1500	100 L	28
Standard motor 7	B3	DOL	500	3	IE3	1500	100 M	38
Standard motor 7	B3	DOL	500	4	IE3	1500	112 M	38
Standard motor 7	B3	DOL	500	5.5	IE3	1500	132 S	38
Standard motor 7	B3	DOL	500	7.5	IE3	1500	132 S	42
Standard motor 7	B3	DOL	500	11	IE3	1500	132 S	42
Standard motor 7	B3	DOL	500	15	IE3	1500	160 M	48
Standard motor 7	B3	DOL	500	18,5	IE3	1500	180 M	55
Standard motor 7	B3	DOL	500	22	IE3	1500	180 M	55
Standard motor 7	B3	DOL	500	30	IE3	1500	200 M	60
Standard motor 7	B3	DOL	500	37	IE3	1500	225 S	65
Standard motor 7	B3	DOL	500	45	IE3	1500	225 S	65

Taulukko 6.26 Standardimoottori 7 500 V B3 1500 rpm DOL

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNIT E [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 7	B3	DOL	500	1.1	IE3	3000	80 M	19
Standard motor 7	B3	DOL	500	1.5	IE3	3000	90 S	24
Standard motor 7	B3	DOL	500	2.2	IE3	3000	90 L	24
Standard motor 7	B3	DOL	500	3	IE3	3000	100 M	28
Standard motor 7	B3	DOL	500	4	IE3	3000	112 M	28
Standard motor 7	B3	DOL	500	5.5	IE3	3000	132 S	38
Standard motor 7	B3	DOL	500	7.5	IE3	3000	132 S	38
Standard motor 7	B3	DOL	500	11	IE3	3000	160 M	42
Standard motor 7	B3	DOL	500	15	IE3	3000	160 M	42
Standard motor 7	B3	DOL	500	18,5	IE3	3000	160 M	42
Standard motor 7	B3	DOL	500	22	IE3	3000	180 M	48
Standard motor 7	B3	DOL	500	30	IE3	3000	200 M	55
Standard motor 7	B3	DOL	500	37	IE3	3000	200 M	55
Standard motor 7	B3	DOL	500	45	IE3	3000	225 S	60

Taulukko 6.27 Standardimoottori 7 500 V B3 3000 rpm DOL

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 8	B3	VSD	500	1.1	IE2	1000	90 L	24
Standard motor 8	B3	VSD	500	1.5	IE2	1000	100 M	28
Standard motor 8	B3	VSD	500	2.2	IE2	1000	112 M	28
Standard motor 8	B3	VSD	500	3	IE2	1000	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	4	IE2	1000	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	5.5	IE2	1000	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	7.5	IE2	1000	160 M	42
Standard motor 8	B3	VSD	500	11	IE2	1000	160 M	42
Standard motor 8	B3	VSD	500	15	IE2	1000	180 M	48
Standard motor 8	B3	VSD	500	18,5	IE2	1000	200 M	55
Standard motor 8	B3	VSD	500	22	IE2	1000	200 M	55
Standard motor 8	B3	VSD	500	30	IE2	1000	225 S	60
Standard motor 8	B3	VSD	500	37	IE2	1000	250 S	65
Standard motor 8	B3	VSD	500	45	IE2	1000	280 S	65

Taulukko 6.28 Standardimoottori 8 500 V B3 rpm VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 8	B3	VSD	500	1.1	IE2	1500	90 L	24
Standard motor 8	B3	VSD	500	1.5	IE2	1500	90 L	24
Standard motor 8	B3	VSD	500	2.2	IE2	1500	100 L	28
Standard motor 8	B3	VSD	500	3	IE2	1500	100 M	28
Standard motor 8	B3	VSD	500	4	IE2	1500	112 M	28
Standard motor 8	B3	VSD	500	5.5	IE2	1500	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	7.5	IE2	1500	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	11	IE2	1500	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	15	IE2	1500	160 M	42
Standard motor 8	B3	VSD	500	18,5	IE2	1500	180 M	48
Standard motor 8	B3	VSD	500	22	IE2	1500	180 M	48
Standard motor 8	B3	VSD	500	30	IE2	1500	200 M	55
Standard motor 8	B3	VSD	500	37	IE2	1500	225 S	60
Standard motor 8	B3	VSD	500	45	IE2	1500	225 S	60

Taulukko 6.29 Standardimoottori 8 500 V B3 1500 rpm VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 8	B3	VSD	500	1.1	IE2	3000	80 M	19
Standard motor 8	B3	VSD	500	1.5	IE2	3000	90 S	24
Standard motor 8	B3	VSD	500	2.2	IE2	3000	90 L	24
Standard motor 8	B3	VSD	500	3	IE2	3000	100 M	28
Standard motor 8	B3	VSD	500	4	IE2	3000	112 M	28
Standard motor 8	B3	VSD	500	5.5	IE2	3000	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	7.5	IE2	3000	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	11	IE2	3000	160 M	42
Standard motor 8	B3	VSD	500	15	IE2	3000	160 M	42
Standard motor 8	B3	VSD	500	18,5	IE2	3000	160 M	42
Standard motor 8	B3	VSD	500	22	IE2	3000	180 M	48
Standard motor 8	B3	VSD	500	30	IE2	3000	200 M	55
Standard motor 8	B3	VSD	500	37	IE2	3000	200 M	55
Standard motor 8	B3	VSD	500	45	IE2	3000	225 S	60

Taulukko 6.30 Standardimoottori 8 500 V B3 3000 rpm VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 7	B5	DOL	500	1.1	IE3	1000	90 L	24FF165
Standard motor 7	B5	DOL	500	1.5	IE3	1000	100 M	28FF215
Standard motor 7	B5	DOL	500	2.2	IE3	1000	112 M	28FF215
Standard motor 7	B5	DOL	500	3	IE3	1000	132 S	38FF265
Standard motor 7	B5	DOL	500	4	IE3	1000	132 S	38FF265
Standard motor 7	B5	DOL	500	5.5	IE3	1000	132 S	38FF265
Standard motor 7	B5	DOL	500	7.5	IE3	1000	160 M	42FF300
Standard motor 7	B5	DOL	500	11	IE3	1000	160 M	42FF300
Standard motor 7	B5	DOL	500	15	IE3	1000	180 M	48FF300
Standard motor 7	B5	DOL	500	18,5	IE3	1000	200 M	55FF350
Standard motor 7	B5	DOL	500	22	IE3	1000	200 M	55FF350
Standard motor 7	B5	DOL	500	30	IE3	1000	225 S	60FF400
Standard motor 7	B5	DOL	500	37	IE3	1000	250 S	65FF500
Standard motor 7	B5	DOL	500	45	IE3	1000	280 S	65FF500

Taulukko 6.31 Standardimoottori 7 500 V B5 1000 rpm DOL

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 7	B5	DOL	500	1.1	IE3	1500	90 L	24FF165
Standard motor 7	B5	DOL	500	1.5	IE3	1500	90 L	24FF215
Standard motor 7	B5	DOL	500	2.2	IE3	1500	100 L	28FF215
Standard motor 7	B5	DOL	500	3	IE3	1500	100 M	38FF265
Standard motor 7	B5	DOL	500	4	IE3	1500	112 M	38FF265
Standard motor 7	B5	DOL	500	5.5	IE3	1500	132 S	38FF265
Standard motor 7	B5	DOL	500	7.5	IE3	1500	132 S	42FF300
Standard motor 7	B5	DOL	500	11	IE3	1500	132 S	42FF300
Standard motor 7	B5	DOL	500	15	IE3	1500	160 M	48FF300
Standard motor 7	B5	DOL	500	18,5	IE3	1500	180 M	55FF350
Standard motor 7	B5	DOL	500	22	IE3	1500	180 M	55FF350
Standard motor 7	B5	DOL	500	30	IE3	1500	200 M	60FF400
Standard motor 7	B5	DOL	500	37	IE3	1500	225 S	65FF500
Standard motor 7	B5	DOL	500	45	IE3	1500	225 S	65FF500

Taulukko 6.32 Standardimoottori 7 500 V B5 1500 rpm DOL

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNIT E [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 7	B5	DOL	500	1.1	IE3	3000	80 M	19FF165
Standard motor 7	B5	DOL	500	1.5	IE3	3000	90 S	24FF215
Standard motor 7	B5	DOL	500	2.2	IE3	3000	90 L	24FF215
Standard motor 7	B5	DOL	500	3	IE3	3000	100 M	28FF215
Standard motor 7	B5	DOL	500	4	IE3	3000	112 M	28FF215
Standard motor 7	B5	DOL	500	5.5	IE3	3000	132 S	38FF265
Standard motor 7	B5	DOL	500	7.5	IE3	3000	132 S	38FF265
Standard motor 7	B5	DOL	500	11	IE3	3000	160 M	42FF300
Standard motor 7	B5	DOL	500	15	IE3	3000	160 M	42FF300
Standard motor 7	B5	DOL	500	18,5	IE3	3000	160 M	42FF300
Standard motor 7	B5	DOL	500	22	IE3	3000	180 M	48FF300
Standard motor 7	B5	DOL	500	30	IE3	3000	200 M	55FF350
Standard motor 7	B5	DOL	500	37	IE3	3000	200 M	55FF350
Standard motor 7	B5	DOL	500	45	IE3	3000	225 S	60FF400

Taulukko 6.33 Standardimoottori 7 500 V B5 3000 rpm DOL

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 8	B3	VSD	500	1.1	IE2	1000	90 L	24
Standard motor 8	B3	VSD	500	1.5	IE2	1000	100 M	28
Standard motor 8	B3	VSD	500	2.2	IE2	1000	112 M	28
Standard motor 8	B3	VSD	500	3	IE2	1000	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	4	IE2	1000	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	5.5	IE2	1000	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	7.5	IE2	1000	160 M	42
Standard motor 8	B3	VSD	500	11	IE2	1000	160 M	42
Standard motor 8	B3	VSD	500	15	IE2	1000	180 M	48
Standard motor 8	B3	VSD	500	18,5	IE2	1000	200 M	55
Standard motor 8	B3	VSD	500	22	IE2	1000	200 M	55
Standard motor 8	B3	VSD	500	30	IE2	1000	225 S	60
Standard motor 8	B3	VSD	500	37	IE2	1000	250 S	65
Standard motor 8	B3	VSD	500	45	IE2	1000	280 S	65

Taulukko 6.34 Standardimoottori 8 500 V B3 rpm VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 8	B3	VSD	500	1.1	IE2	1500	90 L	24
Standard motor 8	B3	VSD	500	1.5	IE2	1500	90 L	24
Standard motor 8	B3	VSD	500	2.2	IE2	1500	100 L	28
Standard motor 8	B3	VSD	500	3	IE2	1500	100 M	28
Standard motor 8	B3	VSD	500	4	IE2	1500	112 M	28
Standard motor 8	B3	VSD	500	5.5	IE2	1500	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	7.5	IE2	1500	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	11	IE2	1500	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	15	IE2	1500	160 M	42
Standard motor 8	B3	VSD	500	18,5	IE2	1500	180 M	48
Standard motor 8	B3	VSD	500	22	IE2	1500	180 M	48
Standard motor 8	B3	VSD	500	30	IE2	1500	200 M	55
Standard motor 8	B3	VSD	500	37	IE2	1500	225 S	60
Standard motor 8	B3	VSD	500	45	IE2	1500	225 S	60

Taulukko 6.35 Standardimoottori 8 500 V B3 1500 rpm VSD

MOOTTORI	ASENNUS	KÄYTTÖ VSD/DOL	JÄNNITE [V]	TEHO [kW]	EFF	RPM	RUNKO [IEC]	AKSELI [mm]
Standard motor 8	B3	VSD	500	1.1	IE2	3000	80 M	19
Standard motor 8	B3	VSD	500	1.5	IE2	3000	90 S	24
Standard motor 8	B3	VSD	500	2.2	IE2	3000	90 L	24
Standard motor 8	B3	VSD	500	3	IE2	3000	100 M	28
Standard motor 8	B3	VSD	500	4	IE2	3000	112 M	28
Standard motor 8	B3	VSD	500	5.5	IE2	3000	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	7.5	IE2	3000	132 S	38
Standard motor 8	B3	VSD	500	11	IE2	3000	160 M	42
Standard motor 8	B3	VSD	500	15	IE2	3000	160 M	42
Standard motor 8	B3	VSD	500	18,5	IE2	3000	160 M	42
Standard motor 8	B3	VSD	500	22	IE2	3000	180 M	48
Standard motor 8	B3	VSD	500	30	IE2	3000	200 M	55
Standard motor 8	B3	VSD	500	37	IE2	3000	200 M	55
Standard motor 8	B3	VSD	500	45	IE2	3000	225 S	60

Taulukko 6.36 Standardimoottori 8 500 V B3 3000 rpm VSD

7 OIKOSULKUMOOTTOREIDEN KENTTÄKARTOITUS

7.1 Kenttäkartoituksen lähtökohta.

Standardimoottorimallin kehitystyön yhteydessä suurena standardimoottorimallin käyttöönoton vaikeutena nousi esiin uusien energiatehokkaampia ja sitä kautta pitempien standardimoottoreiden sopivuus tehtaan olemassa olevien moottoreiden varaosiksi. Tämä mekaanisen sopivuuden ongelma korostuu erityisesti vanhojen mutta eri tuotantolaitoksilla vielä yleisesti käytössä olevien 1970-1980 luvuilla tuotannossa olleiden ja asennettujen Strömberg HXUR moottoreiden osalta. Lisäksi eri tuotantolaitoksilla on käytössä niin sanottuja korotetun tehon moottoreita, joissa moottorin runkokoko on IEC standardimoottoria pienempi. Ongelmaa korostaa vielä se, että olemassa olevat laitteet on osassa kohteita suunniteltu siten, että pidemmälle moottorille ei ole mekaanisesti tilaa.

Toinen mekaaniseen sopivuuteen liittyvä ongelma on se, että vanhoissa ja vielä nykyinkin tehtailta osittain käytössä olevissa moottorien ja sähkökäyttöjen suunnittelustandardeissa on määritelty se, että moottorikäytöt on suunniteltava siten, että seuraavaksi suurempi moottori sopii kohteeseen ilman muutoksia.

Mekaanisen sopivuuden osalta nykyisen UPM Standardin U11 mukaisen suunnittelun tuoma ongelma korostuu B3 asennusasennon moottoreiden osalta siten, että mikäli moottorin asennus on toteutettu siten, että niiden tassujen kiinnitykset on saatettu mitoittaa seuraavaksi isomman runkokoon mukaan. Tällöin asennuspaikalle asennetun moottorin tassut on varustettu kahdella pultinreiällä, joista toinen on mitoitettu moottorin runkokoon ja toinen seuraavan suuremman runkokoon mukaan.

Näitten asioitten takia standardimoottorin käyttöönoton ja sopivuuden varmistamiseksi on suoritettava kartoitustyö, jonka yhteydessä käydään läpi kaikki SAP-toimintajärjestelmästä listatut standardimoottorien tehoalueen sisällä olevat moottorit. Tästä kartoitustyöstä on laadittu yksityiskohtainen ohjeistus ja aikataulu yhteistyössä sähkökäyttöryhmän kanssa. Samassa yhteydessä sovittiin myös se, että sähkökäyttöryhmän jäsenet vastaavat kenttäkartoituksen suorittamisesta aikataulussaan.

7.2 Standardimoottorin pituus

UPM FIN standardimoottoria määrittelytyön yhteydessä havaittiin, että nykyaikaiset moottorit käytettäessä standardissa IEC/EN 60034-30-1 määriteltyjen hyötysuhteiden mukaisia moottoreita ne ovat runkomitaltaan pidempiä kuin vanhemmat hyötysuhteeltaan luokittelemattomat moottorit. Moottoreiden pituuden kasvaminen johtuu kasvaneiden oikosulkumoottoreiden hyötysuhdevaatimusten toteuttamiseksi vaadituista rakenteellisista muutoksista oikosulkumoottoreiden roottoreihin ja staattoreihin.

Taulukossa 7.1 on esitetty mittojen kasvu vieläkin eri tuotantolaitoksilla yleisesti käytössä olevasta 1970 ja 1980 lukujen Strömberg HXUR moottorisarjasta nykyisiin IEC/EN 60034-30-1 standardin mukaisiin moottoreihin. Taulukon tiedoista voidaan nähdä, että nykyaikaisten moottorien pituuksien kasvu on riippuvainen moottorivalmistajasta ja on suurimmillaan n. 100 mm luokkaa. Kenttäkartoituksen ohjeeksi määriteltiin oletuksena 200 mm pituuden kasvu kartoitustyön helpottamiseksi sekä jäähdytysilmakierron riittävyuden varmistamiseksi myös UPM FIN standardimoottoria käytettäessä.

RUNKO	HXUR *1	TOIMITTAJA 1 (2019)	TOIMITTAJA 2 (2019)	TOIMITTAJA 3 (2019)
80	287	331	276	265
90	325	390	329	351
100	375	403	376	391
112	370	442	393	421
132	466	532	452	527
160M	579	584	598	609
160L	623	681	642	659
180M	640	726	664	680
180L	678	726	664	680
200M	697	821	767	767
200L	735	821	767	767
225	826	879	886	912

*1 Lähde Strömberg HX-oikosulkumoottori. Esite HX 1 FI 88-06
Vertailu tehty 1500 rpm, 400/690 V, B3 moottorilla
Taulukko 7.1 Oikosulkumoottoreiden runkokokovertailu

7.3 Kenttäkartoituksen suorittaminen:

Oikosulkumoottoreiden kenttäkartoitus suoritetaan alla olevan mukaisesti:

- Moottoreista on ajettu tehdaskohtaiset excel-listat. Listat ajettu SAP-toimintajärjestelmästä viikon 04/2019 datan perusteella.
- Listat jaettu jokaisen toimipisteen kunnossapidossa esimerkiksi automaatiokunnossapidon aluemestarikohtaisesti siten, että jokainen mestari vastaa oman alueen kartoituksen suorittamisesta. → Läpikäytävä moottori ja käyttöpaikkaluettelo kohtuullisen lyhyt. Keskimäärin 400 – 500 kohdetta / automaatiokunnossapidon aluemestari.
- Käyttökohteista ajettiin SAP-toimintajärjestelmästä käyttökohdeluettelo excel-muodossa.
- Taulukkoa käytetään kenttäkartoitustyössä ja standardimoottorin sopivuus merkataan excel-tilaukseen käyttöpaikkakohtaisesti. Samaan taulukkoon merkataan myös VSD/DOL-käyttö, standardimoottori/standardimoottori + ja mahdolliset muut kartoituksen yhteydessä tehdyt havainnot.
- Tilatarpeen katselmuksessa oletetaan, että standardimoottori on 200 mm nykyistä moottoria pidempi.

Kenttäkartoituksen suorittajan ei tarvitse välttämättä olla kunnossapitoalueen aluemestari tai toimihenkilö vaan kenttäkartoituksen voi suorittaa ohjeiden mukaisesti myös kunnossapitoalueen työryhmän asentaja saatujen ohjeiden ja määrittelyjen mukaisesti.

7.4 Tarkastettava asiat standardimoottorin kartoituksen yhteydessä.

Sähkökäyttöryhmän kanssa tehdyn ohjeistuksen mukaan moottoreiden kenttäkartoituksen yhteydessä tarkastetaan ja kirjataan olevat asiat.

- Asennetun moottorin tietojen oikeellisuus / SAP
- Teho (kW)
- Pyörimisnopeus (rpm)
- Jännite (V)
- Runkoko + akselin halkaisija (IEC)
- Asennusasento (B3, B5). B35, B14 yms. erikoislaipat automaattisesti erikoismoottoreita. (IEC)
- Asennuspaikan olosuhteet (kirjallinen kuvaus)
- Sopiiko valurautamoottori kohteeseen painon ja muiden vaatimusten osalta. (K/E)
- Onko ympäristössä syövyttäviä aineita. (K/E)
- Pidemmän moottorin sopivuus asennuspaikalle. Oletus, että standardimoottori on 200 mm pidempi.
- Asennuspulttien reiät B3 moottorin yhteydessä. (mm)
- Kiilahihna- / kytkinkäyttö B3 moottorin yhteydessä. (K/E)
- Taajuusmuuttajakäyttö (K/E)
- Lämpötilamittaus käytössä, (PTC/PT-100/KTY)
- Linjakäytön moottorit, servot, yms. ei ole standardimoottoreita.
- Käyttöpaikan erityisolosuhteet
- ATEX K/E. ATEX-moottori on automaattisesti erikoismoottori.
- Muita erityistarpeita
- Moottorin kytkentäkotelon asento.
- Tilan määrä

Niissä kohteissa, joissa päädytään kenttäkartoituksen yhteydessä siihen, että standardimoottori ei käy käyttöpaikalle tilantarpeen vuoksi niin mitataan kohteessa olevan vapaan tilan määrä moottorin perässä ja merkataan taulukkoon. Tätä tietoa voidaan käyttää tulevaisuuden projekteissa sekä moottoriuusintojen mitoituksen yhteydessä.

8 UPM FIN STANDARDIMOOTTORIMALLIN KÄYTTÖÖNOTTO

Kun lopulliset UPM FIN standardimoottoreiden liittyvät määrittelyt on tehty alkaa standardimoottorimallin käyttöönotto. Tämä vaihe on aikataulutettu valmistumaan 10/2019 ja opinnäytetyön on tarkoitus valmistua 05/2019, joten standardimoottorimallin käyttöönoton lopullisten vaikutusten arviointi on rajattu tästä opinnäytetyöstä pois.

Standardimoottorin kehitystyön ja opinnäytetyön yhteydessä on luotu ohjeistus standardimoottorinimikkeiden luomiseksi, käyttökohteiden kenttäkartoitukseen sekä muu standardimoottorimallin käyttöönottoa varten tarvittava ohjeistus.

8.1 UPM FIN Standardimoottorinimikkeiden luonti.

UPM FIN standardimoottorinimikkeet luodaan yhteistyössä UPM SAP nimikeryhmän kanssa. Nimikkeiden luontia varten on kehitetty excel-taulukko, jonka avulla taulukkoon siirretyt tiedot saadaan vietyä automaattisesti nimikkeiksi SAP-toimintajärjestelmään.

Taulukkoon täytettävät moottorikohtaiset tiedot:

- Teho [kW]
- Pyörimisnopeus [rpm]
- Asennusasento [IEC]
- Runkoko [IEC]
- Akselin halkaisija [mm]
- Hyötysuhde [IEC]
- Standardimoottori / standardimoottori plus määrittelyn mukaiset lisävarusteet [taulukot 6.3 – 6.6]
- Taajuusmuuttaja / suorakäyttö [VSD/DOL]

Uusien UPM FIN standardimoottorimallia varten luotavien nimikkeiden määrä on:

- 14 tehoa x 3 jännitettä x 3 pyörimisnopeutta x 2 asennusasentoa x 2 käyttötapaa (DOL/VSD) x 2 standardimoottoria → 1008 kpl. Tästä määrästä voidaan vähentää 690/400 DOL moottoreiden osalta (sama moottori) 168 kpl, joten lopullinen nimikemäärä on 840 kpl.

Nimikemäärä on tavoiteltua korkeampi johtuen pääosin siitä, että painavista syistä jouduttiin kehittämään kaksi standardimoottoria. Nimikkeiden luontitaulukko on opinnäytetyön liitteenä 5. Alla on UPM FIN standardimoottorista SAP-järjestelmässä käytettävät suomenkieliset nimet.

- DOL OIKOSULKUMOOTTORI
- VSD OIKOSULKUMOOTTORI
- DOL OIKOSULKUMOOTTORI PLUS
- VSD OIKOSULKUMOOTTORI PLUS

8.2 Nimikkeiden kiinnitys SAP-toimintajärjestelmän toimintapaikoille.

Uusien UPM FIN standardimoottorimallin käyttöönottoa ja jokapäiväistä käyttöä varten oleellinen kysymys on se, että miten standardimoottorit kiinnitetään SAP toimintapaikoille.

Selvitys- ja kehitystyön aikana on noussut esiin kaksi erilaista tapaa tehdä nimikkeiden kiinnitys, joissa molemmissa on omat hyvät ja huonot puolensa.

- Tapa 1 – Muuttaa kartoituksen perusteella tunnistettujen käyttökohteiden nimikkeet standardimoottorinimikkeiksi.
 - o - Tässä tavassa menetetään nykyisen asennetun moottorin tiedot järjestelmästä.
 - o + Käyttökohteiden määrä päivittyy heti ja voidaan hyödyntää varastoinnissa ja hankinnassa.
 - o + Tapa 1 on sähköryhmän suositus nimikkeiden kiinnittämiseksi SAP-toimintajärjestelmään.

- Tapa 2 – Lisätä standardimoottorin tiedot korvaavaksi tai varaosanimikkeeksi.
 - o + Nykyisen toimintapaikalle asennetun moottorin tiedot säilyvät, kunnes moottori vaihdetaan standardimoottoriksi
 - o - Käyttökohteiden määrä ei päivity kuin vasta moottorin vaihdon yhteydessä.

Nimiketietojen kiinnitys SAP-toimintajärjestelmän toimintapaikkahierarkiaan on oleellisen tärkeä tehdä oikealla tavalla, koska näillä tiedolla hallitaan moottoreiden varastointia ja hankintaa. Tätä kirjoitettaessa lopullinen tapa toimintapaikkojen nimiketietojen päivittämiseksi on vielä päättämättä.

UPM FIN standardimoottorimallin hyötyjen mahdollisimman nopean saatavuuden kannalta parempi tapa on yllä kuvatuista tapa 1, koska kun kenttäkartoituksen perusteella tunnistetut toimintapaikat päivitetään UPM FIN standardimoottorinimikkeelle. Samalla päivittyy myös vanhojen nyt samoille toimintapaikoille sidottujen moottorinimikkeiden käyttöpaikkaluettelo. Tämän tiedon kanssa voidaan hallita hankintaa ja varastointia järkevästi ja automaattisesti siten, että kokonaan käytöstä poistuneita moottoreita ei enää hankita varastossa olevat nimikkeet voidaan tietyin edellytyksin muuttaa standardimoottorinimekkeeksi. Samalla selviää myös UPM FIN standardimoottorinimekkeiden asennuskanta, jonka perusteella niiden hankinta ja varastointi voidaan optimoida.

9 MOOTTORIEN HUOLTO JA UUSHANKINTARAJAT.

Opinnäytetyön ja UPM FIN standardimoottorikehitystyön yhteydessä tutkittava asia tai toimintatapojen muutos on tarkastella ja luoda uudet moottoreiden huolto- ja uushankintarajat. Näillä rajoilla tarkoitetaan yksinkertaista moottoreiden tehoon tai runkokoon perustuvaa määrittelyä siitä minkä kokoinen prosessissa vioittunut moottori kannattaa huoltaa ja mihin järkevämpää hankkia suoraan uusi moottori. Tavoitteena on luoda niin selkeä ohjeistus, että moottorin vaihdon suorittava asentaja pystyy tekemään moottorin romutus- / huoltopäätöksen itsenäisesti moottorivaihdon yhteydessä.

Nykyisin käytössä olevat moottorien huoltorajat eivät ole UPM ohjeissa ja standardeissa selvästi määriteltynä mutta yleisnä ohjeena on käytetty sitä, että $\geq 18,5$ kW moottoreihin vaihdetaan laakerit tarvittaessa ja ≥ 37 kW moottorit myös uudelleen käämitään tarvittaessa.

Uusilla ja todellisiin kustannuksiin perustuvilla rajoilla pyritään vähentämään kunnossapidon ja hankintaorganisaation turhaa työtä sekä alentamaan moottorikorjausten kustannuksia.

Standardimoottorimallin käyttöönotto tulee todennäköisesti vaikuttamaan suoraan nykyisin käytössä oleviin oikosulkumoottoreiden romutus- ja huoltorajoihin korottavasti, koska standardimoottorimallin kautta uusmoottorin hankintahinta alenee sekä toimintusaika lyhenee.

Erikoismoottorit ja erikoiskäytöt, kuten esimerkiksi paperikoneen linjakäytön moottorit on huomioitava myös moottorien korjausmäärittelyjen yhteydessä. Näille moottoreille ei voida asettaa suoria rajoja vaan moottorit käsitellään yksilöinä.

Tätä kirjoitettaessa UPM FIN standardimoottoreiden lopulliset hankintahinnat ovat vielä saamatta, joten lopulliset laskelmat ovat moottoreiden korjausrajojen ja sääntöjen osalta tekemättä. Alustavien laskelmien ja sähkökäyttöryhmän kanssa tehdyn työn perusteella uusi taloudellisesti järkevä ohjeistus tulee todennäköisesti olemaan se, että kaikki ≤ 45 kW standardioikosulkumoottorit romutetaan niiden vioittuessa.

9.1 Moottorien varastointi ja hankinta.

Tällä hetkellä UPM Suomen tehtailla kaikki varaosamoottorit on varastoitu eri tehtaiden varastoihin siten, että samaa moottoria voi olla varastoituna eri tehtailla tarpeettomankin suuria määriä.

Varastomäärät on tällä hetkellä määritelty jokaisella eri tehtaalla käytössä olevien moottoreiden määrän mukaan ja niissä on otettu huomioon myös varastotäydennykseksi hankittavan moottorin nykyisin kohtuullisen pitkä toimitusaika. Moottoreita liikkuu jo nykyisen toimintamallin aikana eri tehtaiden varastojen välillä mutta määrät ovat vielä kohtuullisen pieniä ja liittyvät pääosin erikoistilanteisiin.

Standardimoottoreiden käyttöönnoton yhteydessä on määriteltävä standardimoottoreiden käyttöpaikat toimintajärjestelmään. Tämän määrittelyn yhteydessä tulee automaattisesti tehdaskohtainen ja paikkansapitävä tieto siitä, kuinka monta tietyn tyyppistä standardimoottoria on käytössä kullakin tehtaalla. Tämä helpottaa myös varastohallintaa, koska nykyisessä nimikejärjestelmässä ei tunnisteta erityyppisten moottoreiden ristiinkäyttömahdollisuutta vaan jokaiselle eri tyyppiselle moottorille on määritelty varaosa erikseen. Tämä nostaa varastoissa olevien varaosamoottoreiden määrää.

Käytettäessä standardimoottoria varaosamoottoreiden määrän hallinta ja optimointi on helpompaa, koska sama varaosa käy useampaan kohteeseen ja jokaiselle käyttöpaikalle ei tarvitse määritellä omaa varaosaa -> varastomoottoreiden määrä pienenee.

Käyttämällä UPM FIN standardimoottoria moottorihankintojen tehokkaampi kilpailuttaminen on mahdollista. Tämä johtuu siitä, että standardimoottorissa ei ole määritelty moottorivalmistajaa tai tarkkaa tyyppikoodia vaan hankitaan IEC-oikosulkumoottori tietyillä standardimoottorinimikkeiden luonnin yhteydessä määriteltyillä ominaisuuksilla. Tulevaisuudessa voidaan toteutunutta UPM FIN standardimoottorin hankintadataa hyväksikäyttämällä moottorihankintoja kilpailuttaa määrällä ja hankkia oletettavasti seuraavana vuonna tarvittavat standardimoottorit yhdeltä toimittajalta kilpailutuksen kautta. Tai kehittää UPM FIN standardimoottoreiden varastointimallia eri moottoritoimittajien kilpailutuksen kautta.

9.2 Hankintaketjun kehittäminen

Opinnäytetyön aihe ja tarve on lähtenyt suoraan tällä hetkellä UPM kunnossapidossa ja varaosahankinnassa olevasta logistisesta ongelmasta. Ongelma on yksinkertaistettuna se, että UPM kunnossapitoa ja varastohallintaa ohjaavassa toimintajärjestelmässä on samantyyppisille ja myös aivan samanlaisille tai mahdollisesti ristiin käytettäville oikosulkumoottoreille useita erilaisia nimikkeitä / moottorityyppiä.

Tästä syystä opinnäytetyön lähtötilanteessa moottorihankintojen ja varastomäärien optimointi ja järjeistäminen on hyvin hankalaa. Tämä aiheuttaa sekä lisäkustannuksia moottorihankintojen yhteydessä, että myös osittain hankaluuksia varaosien saatavuuden suhteen.

Opinnäytetyön logistinen tai logistiikkaa parantava ajatuksena on ollut se, että käytettäessä standardimoottoria varaosamoottoreiden määrän hallinta ja optimointi on helpompaa, koska sama varaosa käy useampaan kohteeseen ja jokaiselle käyttöpaikalle ei tarvitse määritellä omaa varaosaa -> varastomoottoreiden määrä pienenee.

Samalla voidaan yhdellä kertaa hankittavien moottoreiden määrää kasvattaa ja koska standardimoottori ei ole määritelty moottoritoimittajakohtaisesti -> yhden moottorin hankintahinta pienenee. Lisäksi koska hankittavien moottoreiden spesifikaatiot on standardisoitu, on näiden moottoreiden toimitusaika lyhyempi ja varastointi moottoritoimittajien varastoissa mahdollinen.

Tämä mahdollistaa UPM omissa varastoissa olevien moottorien varastosaldojen ja tilauspisteiden pienentämisen, koska moottoreiden lyhentyneen toimitusajan vuoksi pitkän toimitusajan aiheuttama ylivarastointitarve poistuu.

10 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää uusia malleja ja toimintatapoja helpottamaan ja yksinkertaistamaan UPM-konsernin Suomen tuotantolaitosten hankintoja ja varaosahallintaa sekä varastointia oikosulkumoottoreiden osalta.

Opinnäytetyön alussa aiheen ja työn laajuuden rajauksen toisten toimijoiden vertailun benchmark tutkimusmenetelmän perusteella päädyin tutkimaan niin sanotun standardimoottorimallin kehittämistä siten, että standardimoottorimallia voidaan käyttää mahdollisimman laajasti vaarantamatta kuitenkaan varaosien saatavuutta tai laitosten käyttövarmuutta. Samassa yhteydessä päädyin myös rajaamaan työssä kehitettävän standardimoottorimallin vain tietyille rajatulle tehoalueelle 1.1 – 45 kW.

UPM:llä on yrityksenä käytössä tuotannon ja kunnossapidon ohjaus- ja toimintajärjestelmänä SAP-järjestelmä. Tämän järjestelmän kunnossapito-osuuteen on tallennettu sekä eri tehtaille asennettu laitekanta sekä myös varastossa olevat kunnossapidon varaosat. SAP-järjestelmästä ja hankintaosuuden kautta hoidetaan myös kunnossapidon suoraan tarvitsemien varaosien sekä varastotäydennysten hankinta.

Näiden hankintojen ja varaston ylläpidon perusteena käytetään toimintajärjestelmässä olevaa nimikkeistöä, jotka yksilöivät jokaisen prosessissa olevan laitteen ja lisäksi toimintajärjestelmästä löytyy tieto jokaisen nimikkeen käyttökohteista ja toimintapaikoista. Tämän vuoksi on tärkeää, että käytettävien komponenttien nimiketiedot pitävät paikkansa. Kunnossapidon- ja varaosahallinnan kannalta on tärkeää, että nimikkeet on luotu samalla tavalla ja samanlaiset sekä ristiin käytettävät laitteet ja komponentit on helppo tunnistaa toimintajärjestelmästä. Samanlaisten laitteiden tunnistus helpottaa päivittäisessä kunnossapidossa tarvittavan varaosan hankintaa sekä pienentää varastoitavien nimikkeiden määrää.

Tätä työtä tehdessä tuli jo alussa ilmi se, että oikosulkumoottoreiden osalta kunnossapitojärjestelmässä olevissa nimikkeissä on ongelmia ja samanlaisesta laitteesta saattaa löytyä useampi nimikkeitä, jotka on luotu hieman eri tavalla, jolloin niiden vertailu on ja sitä kautta varastointi ja ristiin käyttö on hankalaa ja samanlaisten moottoreiden tunnistaminen nimikkeiden perusteella vaikeaa.

Tämän opinnäytetyön yhteydessä kehitetyllä standardimoottorimallilla sekä sen käyttöönottoon liittyvällä 1-1 – 45 kW moottoreiden kenttäkartoituksella saadaan tämä ongelma ratkaistua näiden moottoreiden osalta. Tämän seurauksena tulevaisuudessa tarvittava oikosulkumoottorin varaosa on helpompi löytää ja varastoinnin kehitys ja varastoitavien oikosulkumoottoreiden määrän hallinta myös helpompaa.

Mikäli tämän pienen kokoluokan standardimoottorimallin käytöstä saadaan positiiviset kokemukset, on käytäntö myöhemmin mahdollista laajentaa suurempiin teholuokkiin.

Kehitystyötä aloitettaessa ja alustavien keskustelujen lopputuloksena oli se, että tämän tyyppisen standardimoottorimallin laajentaminen kaikkien kokoluokkien moottoreihin ei ole mahdollista tai realistista, koska mitä suuremmasta moottorista on kyse sen enemmän ne ovat yksilöitä, jotka ovat rakennettu kyseiseen käyttökohteeseen. Tämä ajatus on muuttunut ja jalostunut opinnäytetyötä tehdessä ja UPM FIN standardimoottorimallia kehitettäessä siten, että standardimoottorimallin laajentaminen tulevaisuudessa on mahdollista myös suurempiin kokoluokkiin mahdollisesti ehkä 400 kW moottoritehoon asti.

Mallin laajennus isompiin kokoihin vaatii kuitenkin laajemman kenttäkartoituksen ja standardimoottorimallin laajentamisen siten, että optioihin lisätään mukaan ainakin kytKentäkotelon mekaaninen asennuspaikka, jonka valinta tehdään jokaiseen käyttökohteeseen erikseen. Samalla kenttäkartoituksen yhteydessä käytettävä moottori on määriteltävä tarkemmin kuin tämän rajatun mallin yhteydessä.

Tässä työssä käytettiin tutkimusmenetelmänä konstruktivistista tutkimusta, jonka valitsin opinnäytetyön alussa eri vaihtoehtojen joukosta tähän työhön parhaiten soveltuvaksi. Opinnäytetyön lähtökohtana oli ongelma, jolle lähdin kehittämään ratkaisua. Ratkaisu kehittyi yhteistyössä eri alojen asiantuntijaryhmien erilaisissa workshoppeissa ja valmis lopputulos on hyväksytty opinnäytetyön tilaajan toimesta ja tätä kirjoitettaessa käyttöönottovaiheessa.

11 LÄHDELUETTELO

- ABB. (2005). ABB Motor Guide. Teoksessa ABB, *ABB Motor Guide* (ss. 73-81). Helsinki: ABB.
- ABB. (2005). ABB Motor Guide. Teoksessa ABB, *ABB Motor Guide* (ss. 121-131). Helsinki: ABB.
- IEC. (1991). IEC 60072-1 standardi. Teoksessa IEC, *IEC 60072-1 Dimensions and output series for rotating electrical machines* (s. 127). Geneve: IEC Internationala Electrotechnical Commission.
- IEC. (1992). IEC 60034-7:A1 standardi. Teoksessa IEC, *IEC 60034-7:A1 Classification of type of construction, mounting arrangement and terminal box position (IM Code)* (s. 50). Geneve: IEC Internationale Electrotechnical Commissioning.
- IEC. (18. March 2019). *About the IEC*. Noudettu osoitteesta IEC: <https://www.iec.ch/about/>
- IEC. (22. April 2019). *IEC.ch*. Noudettu osoitteesta IEC.ch: iec.ch
- Katri Ojasalo, T. M. (2009). Katri Ojasalo, Teemu Moilanen, Jarmo Ritalahti. Teoksessa T. M. Katri Ojasalo, *Katri Ojasalo, Teemu Moilanen, Jarmo Ritalahti* (s. 66). Helsinki: WSOYpro Oy.
- Katri Ojasalo, T. M. (2009). Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Teoksessa T. M. Katri Ojasalo, *Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan* (s. 43). Helsinki: WSOYpro Oy.
- Luomala, A. (2008). *Muutojohtamisen ABC*. Tampere: Tampereen yliopiston kauppakorkeakoulu.
- Oyj, U. K. (17. March 2017). UPM Tekninen standardi U11. *UPM Tekninen standardi U11*. Helsinki: UPM Kymmene Oyj.
- Salonen, K. (2013). *Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön*. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.
- Sesko. (20. April 2019). *Sesko.fi*. Noudettu osoitteesta [Sesko.fi/standardit](https://www.sesko.fi/standardit): https://www.sesko.fi/standardit/iec_ja_cenelec
- Sesko. (20. April 2019). *Sesko.fi*. Noudettu osoitteesta [Sesko.fi/standardit](https://www.sesko.fi/standardit): https://www.sesko.fi/standardit/sfs_iec_en-standardit
- Sesko. (20. April 2019). *Sesko.fi*. Noudettu osoitteesta [Sesko.fi/sesko_ry](https://www.sesko.fi/sesko_ry): https://www.sesko.fi/sesko_ry

- SESKO. (28. April 2019). *Sesko.fi*. Noudettu osoitteesta sesko-esite 2018:
https://www.sesko.fi/files/391/sesko-esite_2018.pdf
- SFS, S. s. (2018). *Avain standardien maailmaan*. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
- SFS, S. s. (14. 04 2019). *Suomen standardisoimisliitto SFS ry*. Noudettu osoitteesta Kansainvälinen standardisointi:
https://www.sfs.fi/standardien_laadinta/mita_standardisointi_on/standardisoinnin_maailmankartta/kansainvalinen_standardisointi
- UPM. (2019). UPM in short. *upm.fi*.

LIITTEET

LIITE 1 Standardimoottoriesitys toimittajille.

LIITE 2 Ohje moottorien kenttäkartoitukseen.

LIITE 3 Standardimoottorimalli_KYSELY toimittajille 1.

LIITE 4 UPM std LV motors inquiry chart_kyselytaulukko moottoritoimittajille.

LIITE 5 Standardimoottoreiden nimikkeiden luontitaulukko.

LIITE 6 UPM U11 Sähköistys ja instrumentointistandardi laitetoimituksille.