



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Markus Järvi

VALURAUTAISTEN 160 - 250 KOKO-
LUOKAN JARRUMOOTTORIEN SUUN-
NITTELUOHJE

ABB Oy Motors and Generators

Tekniikka
2016

ALKUSANAT

Opinnäytetyö on tehty syksyllä 2016 osana Vaasan ammattikorkeakoulun Tekniikan ja liikenteen – yksikön kone - ja tuotantotekniikan koulutusohjelmaa. Työn tilaajana toimi ABB Oy:n Motor and Generators – yksikön sovellussuunnitteluosasto Vaasassa.

Työn ohjaajana toimi Marko Rantasalo Vaasan ammattikorkeakoulun Tekniikan ja liikenteen - yksiköstä sekä Vaasan Motors and Generators – yksikön sovellussuunnitteluosaston päällikkö Pasi Thomasson.

Lopputyön tekeminen oli haastavaa, mutta samalla todella palkitsevaa. Tämän työn tekeminen ei olisi onnistunut ilman ohjaajien, työtovereiden ja perheeni apua. Näillä alkusanoilla haluan kiittää kaikki tässä työssä mukana olleita henkilöitä, joista erityisesti sovellussuunnitteluosaston jarrumoottoreiden suunnittelijoita.

Vaasassa 25.11.2016

Markus Järvi

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Markus Järvi
Opinnäytetyön nimi	Valurautaisten 160 – 250 kokoluokan jarrumoottorien suunnitteluohje
Vuosi	2016
Kieli	suomi
Sivumäärä	35 + 1 liite
Ohjaaja	Marko Rantasalo

ABB Oy:n Motors and Generators – yksikön sovellussuunnitteluosasto tarvitsi suunnitteluohjetta valurautaisille 160 – 250 kokoluokan jarrumoottoreille. Jarrumoottoreiden suunnittelu ja tuotanto ohjattiin vuoden 2015 keväällä Vaasan moottoritehtaalle ja Ruotsista tulleet ohjeet sekä dokumentointi kaipasivat parannusta. Ohjeen tarkoituksena on olla suunnittelun ja myynnin tukena. Ohje on tehty englannin kielellä, jotta sitä pystytään käyttämään ABB:n organisaatiossa myös Suomen ulkopuolella.

Suunnitteluohjeen tekeminen alkoi keräämällä jo olemassa olevaa materiaalia kyseisen kokoluokan jarrumoottoreista. Tietoa löytyi ABB:n omasta tietokannasta sekä katalogeista. Suurin osa tämän ohjeen tekemiseen tarvittavasta tiedosta selviäisi suunnittelijoita haastatteleamalla. Valitsin muutaman henkilön, jotka olivat olleet näiden moottoreiden siirtoprojektissa mukana, järjestin haastattelutilaisuudet ja yritin saada tiivistettyä heidän sanomansa tiiviiksi paketiksi. Tarkoituksena oli luoda ohje, jota vähemmän jarrumoottoreiden kanssa tekemisissä olleet pystyisivät käyttämään tulevaisuudessa apuna, jos on tarvetta.

Tämän työn tuloksena havaittiin, että Motors and Generators – yksiköllä on tietokannassaan paljon jarrumoottoreita ja jarruja koskevia dokumentteja, mutta ne ovat täysin hajallaan ja irrallaan muista. Tarkoituksena olikin saada nämä dokumentit yhdistettyä ja sisällyttää kaikki jarruihin liittyvä oleellinen tieto ohjeeseen.

ABSTRACT

Author	Markus Järvi
Title	Design Manual for Cast Iron 160-250 Size Brake Motors
Year	2016
Language	Finnish
Pages	35 + 1 Appendix
Name of Supervisor	Marko Rantasalo

Application engineering department for ABB Oy Motors and Generators needed design manual for the cast iron 160 – 250 frame size brake motors. The production and the design of the brake motors were transferred in the spring of 2015 from Sweden to Finland to Motors and Generators facilities. The manuals and documentation received from Sweden were inaccurate and needed to be upgraded and modified. The purpose of this design manual is to be a helping guide for designers and sales departments. The manual is made in English language, so that it can be used within the ABB group in several countries.

The preparation of this manual started by gathering material that is already available for the brake motors. The information was found on the ABB database and from the product catalogues, however most of the knowledge that was needed for the manual is held by the designers. A few persons that were involved in the transfer project last spring and decided to arrange meetings were interviewed. The purpose was to translate their knowledge into this manual so that people who are less involved in designing brake motors could utilize this manual in the future.

In the work process we noticed that Motors and Generators unit has many documents concerning the brake motors and the brakes, but they are completely scattered and separated from the others. These documents were collected together with all the necessary information about the brakes into the design manual.

Keywords ABB, design manual, brake, documentation

SISÄLLYS

ALKUSANAT

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

1	JOHDANTO.....	9
2	TYÖN TILAAJA.....	10
	2.1 ABB Oy	10
	2.2 ABB Motors and Generators	10
	2.2.1 Tuotteet	11
3	SÄHKÖMOOTTORI	13
4	JARRUMOOTTORI	15
	4.1 Yleistietoa jarrusta	15
	4.2 Mekaaninen rakenne	18
	4.3 Jarrutyypit	18
	4.3.1 KFB -jarrut	19
	4.3.2 SFB -jarrut.....	20
	4.3.3 NFF -jarrut	21
	4.4 Jarruun asennettavat lisälaitteet	22
	4.5 Jarrumoottorin suunnitteluprosessi	23
	4.5.1 Tarjousvaihe	23
	4.5.2 Suunnittelun esivaihe	23
	4.5.3 Suunnittelun viimeistely	24
	4.6 Varianttikoodit	24
5	TYÖN TAVOITE.....	26
6	ALKUTILANNE.....	27
7	SUUNNITTELUOHJE.....	28
	7.1 Aineisto	28
	7.1.1 Haastattelut.....	28
	7.2 Ohjeen sisältö.....	28
	7.2.1 Ohje yleisesti.....	28

7.2.2	Kraanamootorit ja niiden erityisvaatimukset	31
7.2.3	Jarrumootorin tilaaminen	32
	LÄHTEET.....	35
	LIITTEET	

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. ABB:n IEC-pienjännitemoottori.....	11
Kuva 2. Räjähdyksvaarallisiin tiloihin suunniteltujen moottorien tuoteperhe.	12
Kuva 3. Sähkömoottorin tärkeimmät komponentit esiteltynä räjäytyskuvassa....	14
Kuva 4. Pintsch Bubenzerin KFB -jarrun ulkokuoren komponentit.	16
Kuva 5. Pintsch Bubenzerin KFB -jarrun rakenne sisäpuolelta.	17
Kuva 6. Pintsch Bubenzerin valmistama KFB -jarru.	19
Kuva 7. Pintsch Bubenzerin valmistama SFB -jarru.	20
Kuva 8. Stromagin valmistama NFF -jarru.	21
Kuva 9. Jarrumoottorin suunnitteluohjeen sisällysluettelon ensimmäinen sivu. .	30
Kuva 10. Jarrumoottorin suunnitteluohjeen sisällysluettelon toinen sivu.....	31
Kuva 11. Myynnille tarkoitettu jarrumoottorien tilausohje.....	33
Taulukko 1. Jarrutyypin vääntömomenttiasteikko.....	19

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ABB	Asea Brown Boveri
BBC	Brown Boveri Electric
BP	ABB:n valurautainen prosessimoottorityyppi
IEC	Kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio
KFB/SFB/NFF	ABB Oy:llä käytössä olevat jarrutyypit
LV	Low voltage, pienjännite
NM	Newton Metre, vääntömomentti
MV	Medium voltage, keskijännite
NEMA	National Electrical Manufactures Association, Yhdysvalloissa operoiva sähkölaitteiden valmistajien yhdistys
RPM	Revolutions per Minute, pyörimisnopeuden yksikkö [RPM]

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli luoda sovellussuunnitteluosastolle kriteerit täyttävä suunnitteluohje koskien 160 - 250 kokoluokan valurautaisia jarrumoottoreita. Ohjeen sisällön tuli kattaa kaikki oleellinen jarrumoottoreiden suunnittelemiseen tarvittava informaatio, jota suunnittelijoiden ja myynnin on helppo käyttää aputyökäluuna. Suunnitteluohjeelle oli tarvetta, koska kyseiset moottorit siirrettiin vuonna 2015 Ruotsista Vaasan Motors and Generators – tehtaalle tuotantoon, ja niihin liittyvä dokumentointi sekä ohjeistus, ei ollut tarpeeksi kattava.

Tässä siirtoprojektissa mukana olleet suunnittelijat olivat perehtyneet tarkemmin näiden moottoreiden suunnitteluun sekä tuotantoon. Tämän ohjeen hyödyllisyys tulee esille erityisesti silloin, jos nämä asiaan syvällisesti perehtyneet suunnittelijat eivät ole jostain syystä käytettävissä.

Suunnitteluohjeen sisällön suurin osa tuli selville haastattelemalla näitä suunnittelijoita, jarruvalmistajien sivuihin tutustumalla sekä ABB:n omaa tietokantaa selailleen. Sähkömoottorit ja niiden rakenne on tullut tutuksi ABB Oy:llä jo muutama työllistetyin vuoden aikana, ja tämä helpotti suuresti lopputyön tekemistä.

Haastavin osio opinnäytetyön tekemissä oli varsinaisen työn aloittaminen. Oli vaikea hahmottaa, mistä pitäisi lähteä liikkeelle, minkälaisia dokumentteja pitäisi etsiä ja yleisesti mitä edes kirjoittaa. Lopulta parhaaksi aloitustavaksi koettiin tehdä alustava luonnos sisällysluettelosta. Tämän jälkeen työ lähti kulkemaan toivotulla tavalla ja tiedon etsiminen tapahtui järjestämällisesti.

Opinnäytetyön varsinainen työn osuus, eli suunnitteluohje, on ABB:n sisäiseen käyttöön varattu, eikä sitä voi tässä julkisessa osuudessa näyttää. Päädyin kertomaan yleisesti miten jarrumoottorit eroavat muista moottoreista ja mitä erityisominaisuuksia jarruilla on.

2 TYÖN TILAAJA

ABB-yhtymä sai alkunsa siitä, kun kaksi suurta sähkötekniikan yritystä ASEA ja BBC, päättivät yhdistää toimintansa. Tämä toiminta alkoi 5. tammikuuta 1988. ABB:n pääkonttori sijaitsee Zürichissä, Sveitsin pääkaupungissa. Tänä päivänä yhtymä toimii noin 100 maassa, työllistäen 135 000 henkilöä, joista Suomessa noin 5 100. Suomen liiketoiminnasta vastaa ABB Oy. Yhtymän toiminta on jaettu neljään divisioonaan, jotka toimivat maailmanlaajuisesti. Nämä neljä divisioonaa ovat: Discrete Automation and Motion, Electrification Products, Process Automation sekä Power Grids. Jokainen divisioona sisältää pienempiä yksiköitä, jotka erikoistuvat teollisuuden eri osa-alueisiin, ja tarjoavat erilaisia ratkaisuja sekä tuotekategorioita. /1,2/

2.1 ABB Oy

ABB Oy:n historia sai alkunsa siitä, kun Suomen ensimmäinen sähkötekniikan opettaja, Gottfrid Strömberg, perusti ensimmäisen verstaansa vuonna 1889. Vuonna 1983 Strömberg fuusioitui Kymi-Kymmene nimisen yrityksen kanssa, jolloin yrityksen nimeksi vaihtui Kymi-Strömberg. Kolme vuotta myöhemmin Strömberg siirtyi Asea-nimisen yrityksen toimintaan. Vuonna 1988 Asean ja BBC:n yhdistyessä, alkoi Suomessa toimivan sisaryhtiön ABB Oy:n aikakausi.

ABB Oy toimii Suomessa noin 20 paikkakunnalla, joista suurimmat tehdaskeskitymät sijaitsevat Helsingissä, Vaasassa, Porvoossa ja Haminassa. Liikevaihto on noin 2,2 miljardia euroa. Vuonna 2015 ABB Oy sijoitti tutkimuksiin sekä tuotekehitykseen 138 miljoonaa euroa, ja yritys haluaa jatkuvasti kehittää tuotteitaan sekä toimintaansa, pysyäkseen alan johtavana sähkötekniikan yrityksenä. /3,4/

2.2 ABB Motors and Generators

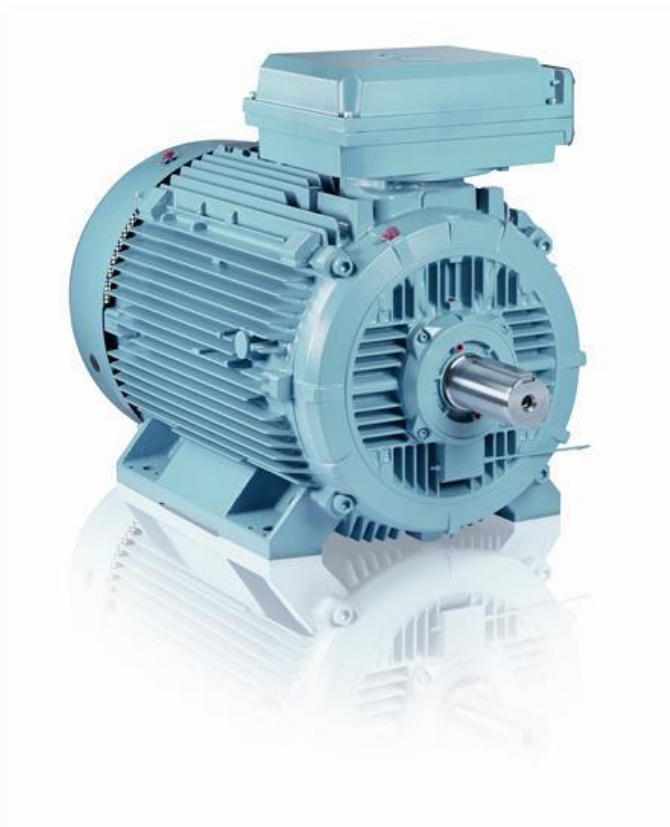
ABB on maailman johtava sähkömoottoreiden valmistaja sekä edelläkävijä moottorien energiatehokkuudessa ja kehittämisessä. Suomen moottoritehtaat sijaitsevat Vaasassa ja Helsingissä. Vaasan tehtaalla on suuri vastuu maailmanlaajuisesti

moottorien valmistuksesta sekä kehityksestä. Kyseinen tehdas työllistää noin 530 henkilöä ja Helsinki noin 910 henkilöä.

Helsingin moottoritehdas kehittää sekä valmistaa korkeajännitemoottoreita, dieselgeneraattoreita sekä kestoplaneettakoneita, kun taas Vaasan tehdas on erikoistunut pienjännitemoottoreiden kehittämiseen ja valmistamiseen. /5/

2.2.1 Tuotteet

ABB:n tuoteperhe sisältää suuren valikoiman eri tarpeisiin soveltuvia moottoreita ja generaattoreita. Tämä tuotevalikoima sisältää generaattorit, tahtikondensaattorit, suurjänniteinduktiomoottorit, tahtimoottorit, IEC-pienjännitemoottorit (**Kuva 1.**), ratamoottorit, räjähdysvaarallisiin tiloihin tarkoitettut moottorit (**Kuva 2.**) ja generaattorit sekä NEMA-pienjännitevaihtovirtamoottorit. /6/



Kuva 1. ABB:n IEC-pienjännitemoottori.



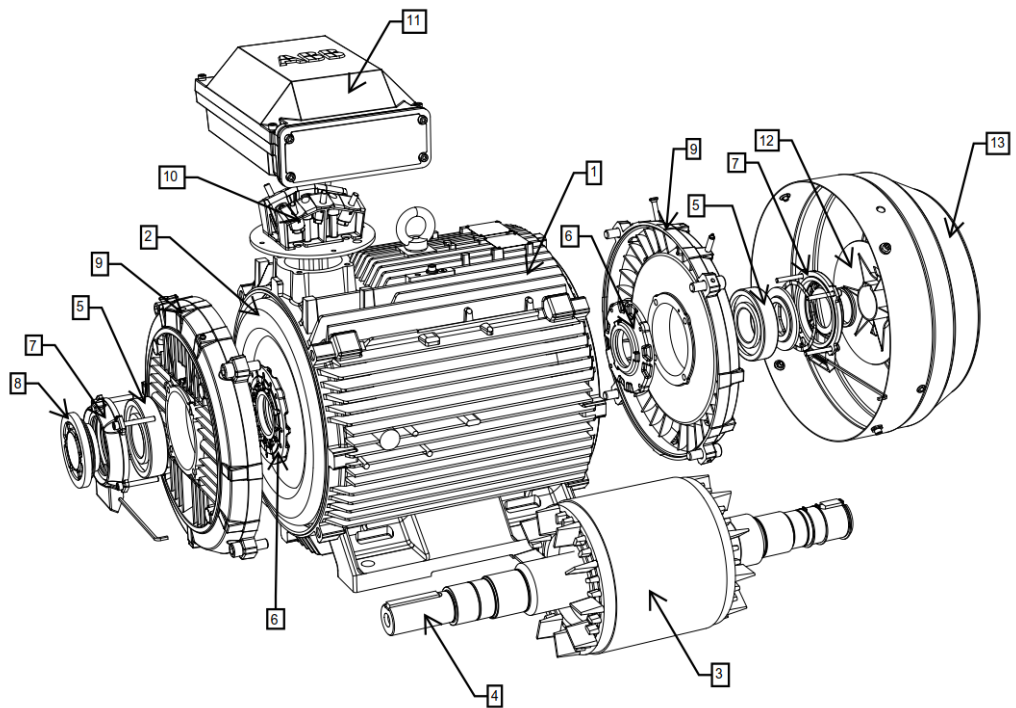
Kuva 2. Räjähdyksvaarallisiin tiloihin suunniteltujen moottorien tuoteperhe.

3 SÄHKÖMOOTTORI

Sähkömoottorin toiminta perustuu magneettikentän ja virrallisen johtimen välisiin vuorovaikutuksiin. Moottori sisältää kuparista käämityn staattorin, johon johdetaan sähkövirta, joka synnyttää magneettikentän. Staattorin sisällä on pyörivä roottori, johon on kiinnitetty voimaa välittävä akseli. Roottorin ja staattorin väliin jää ohut ilmaväli, koska roottori lepää akselin kautta laakereiden varassa, ja tämän ilmavälin takia roottori pystyy pyörimään vapaasti. Roottori valmistetaan ohuista sähkölevyistä, jotka on ladottu yhteen. Roottorin pyörimisnopeutta saadaan muokattua magneettikentän napaisuutta vaihtamalla.

Sähkömoottorin molemmilla akselinpäädillä on omat nimityksensä ja näitä kutsutaan nimillä D-pää ja N-pää. N-pääksi kutsutaan sitä osiota, joihin tuuletin ja tuuletinsuoja on asennettu ja vastaavasti D-pää on osio, johon liitäntäkotelon asennetaan. Nämä nimitykset esiintyvät kappaleessa 4.1 Yleistietoa jarrusta ja on tärkeä tiedostaa, mitä osiota moottorissa nämä edellä mainitut nimitykset koskevat.

Sähkömoottorin pääkomponentit on esitetty kuvassa 3. Numeroidut osat ovat: 1) staattorirunko, 2) staattoripaketti, 3) roottori, 4) akseli, 5) laakeri, 6) laakeripohja, 7) laakerinkansi, 8) imurengas, 9) laakerikilpi, 10) liitäntäalusta, 11) liitäntäkotelon, 12) tuuletin, 13) tuuletinsuoja.



Kuva 3. Sähkömoottorin tärkeimmät komponentit esiteltynä räjäytyskuvassa.

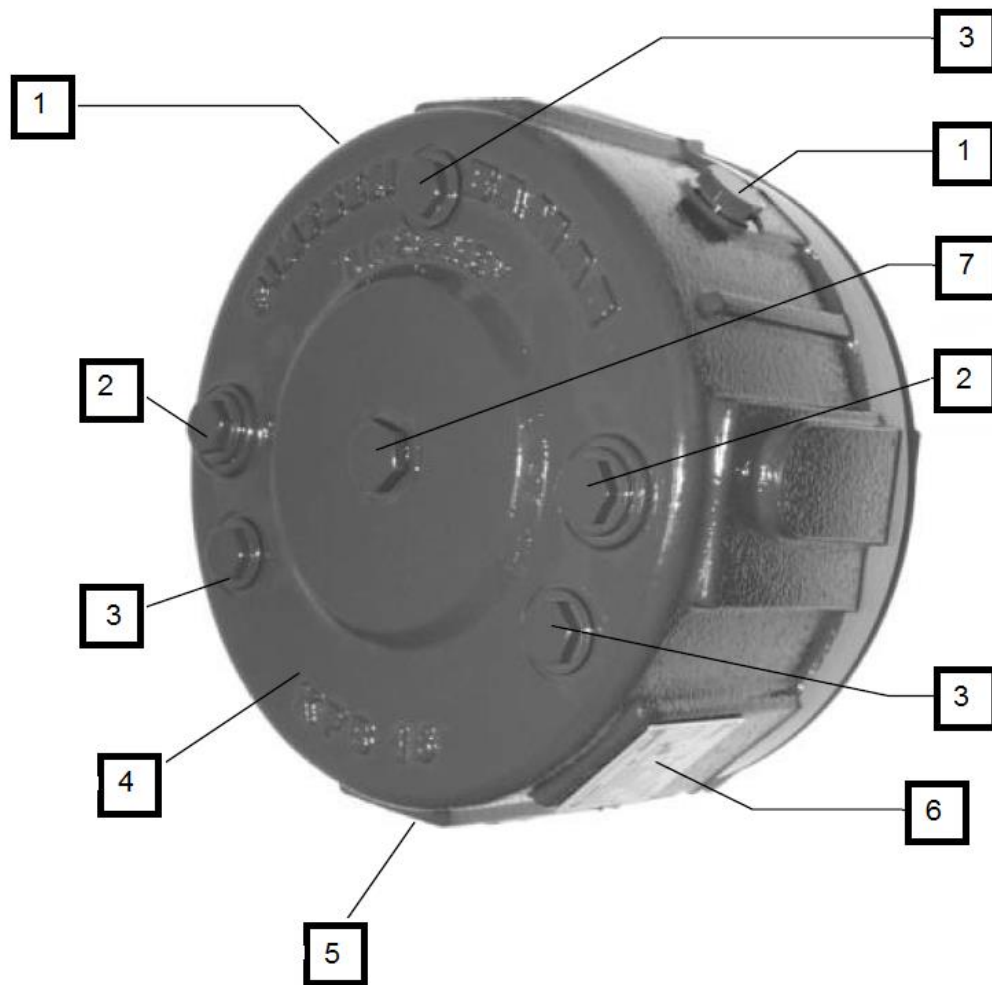
4 JARRUMOOTTORI

4.1 Yleistietoa jarrusta

Jarrujen tärkein tavoite on varmistaa turvallisuus ja toimia mekaanisesti, kun virta on kytketty pois. Näitä jarrumoottoreita käytetään yleisesti satamaympäristöissä ja tiloissa, missä nostureita on käytössä. Jarrujen toimintaa ei ole tarkoitettu dynaamiseen toimintaan, eli nopealiikkeisiin jarrutustilanteisiin, vaan enemmänkin staattiseen käyttöön. Staattisella käytöllä tarkoitetaan tässä tapauksessa enemmänkin paikalla pysyvää liikettä. Hyvänä esimerkkinä staattisesta käytöstä voisi toimia nostovinssin paikallaanpitäminen. Yleisimpiä käyttökohteita satamassa ovatkin nostokraanat, joissa on nostovinssi. Jarruja käytetään myös matkustamiseen tarkoitetuissa kulkuvälineissä ja avomerellä toimivilla alustoilla. /7/

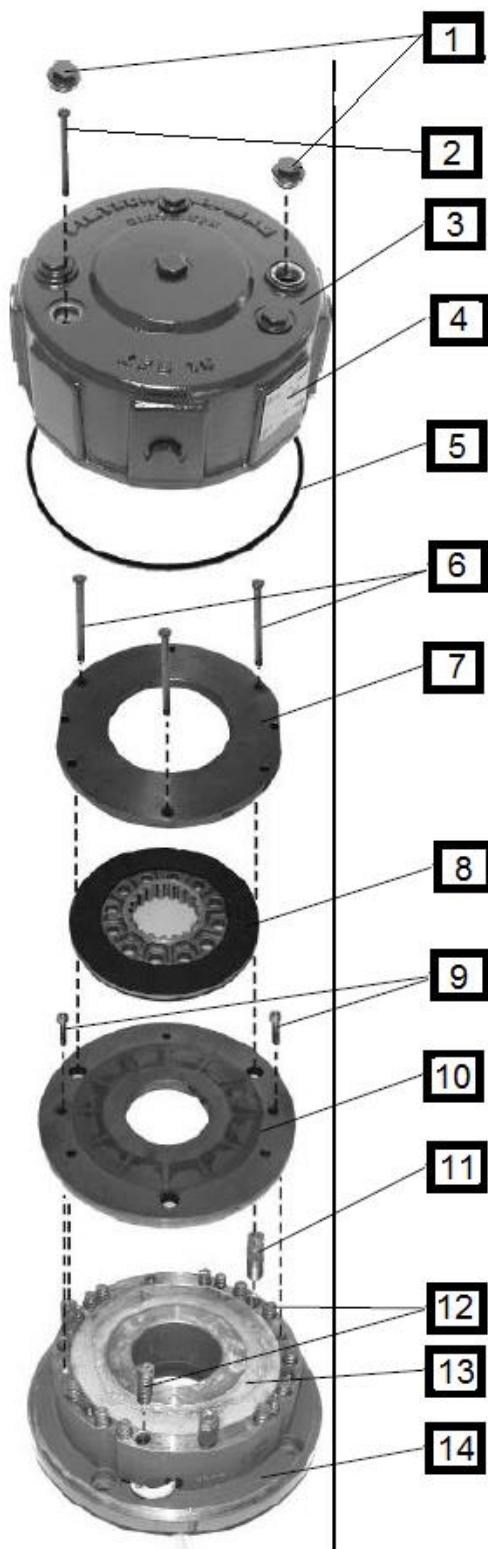
Jarru koostuu elektromagneettisista levyistä, jotka sisältävät jousisarjan. Jarru muodostaa elektromagneettisen kentän, kun virta on kytketty päälle. Kytkettäessä jännitteensyöttö tai virta pois, magneetikenttä ei ole toiminnassa ja se kaatuu. Magneetikentän kaatuessa jouset aktivoituvat ja jarrutus alkaa. Mekaaninen voima siirtyy akseliin. Jarru on tehnyt tehtävänsä ja pysäyttänyt moottorin pyörimisen.

Pintsch Bubenzerin KFB -jarrun ulkoiset ja sisäiset komponentit on esitetty kuvissa 4 ja 5. Numeroidut osat kuvassa 4 ovat 1) ilmavälin mittauspultti, 2) manuaalinen vapautuspultti, 3) turvapultti, 4) jarrun kotelo, 5) kondensoidun veden tyhjennuspultti vaaka-asennukseen, 6) arvokilpi, 7) kondensoidun veden tyhjennuspultti pystyasennukseen.



Kuva 4. Pintsch Bubenzerin KFB -jarrun ulkokuoren komponentit.

Kuvassa 5 tarkastellaan jarrun sisäpuolelta löytyviä komponentteja. Numeroidut osat ovat 1) lukkopultti, 2) sylinteriruuvi, 3) jarrun kotelo, 4) arvokilpi, 5) tiiviste-
rengas, 6) kuusiokoloruuvi lukkorenkaalla, 7) jarrulaippa, 8) kitkapinnoite, 9) sylinteriruuvit manuaalivapautukseen, 10) magneettisydän, 11) ilmavälin säätöruuvi, 12) jouset, 13) jarrun käämi, 14) sovituslaippa.



Kuva 5. Pintsch Bubenzerin KFB –jarrun rakenne sisäpuolelta.

4.2 Mekaaninen rakenne

Suurimmat erot jarrumoottorin rakenteessa kohdistuvat N-päähän, mihin tuuletin asennetaan. Jarrun asennukseen vaaditaan erillinen jarrulaippa, joka asennetaan N-pään kilpeen. Tästä syystä kilvessä pitää olla jarrulaipalle soveltuvat kiinnitysreiät. Oikeankokoinen jarrulaippa kiinnitetään, jolloin jarru on mahdollista asentaa laipan päälle. Tuuletinsuoja, joka tulee jarrun ja laipan päälle suojaksi, pitää olla riittävän isokokoinen, jotta molemmat komponentit mahtuvat sen sisälle. Laippa ja jarru eivät saa olla kosketuksissa tuuletinsuojan kanssa.

Moottoria on myös mahdollista tilata ilman tuuletinta ja tämän vuoksi se ei tarvitse erillistä suojaa sen ympärille. Tällöin moottorin jäähdytyskeino pitää olla hyväksytty, jotta moottori pystyy toimimaan normaalisti. Yleensä tämän kaltaisissa tilanteissa moottorin jäähdytys on ulkoistettu ja tuuletus tapahtuu muiden laitteiden toimesta.

Jarruja asennettaessa pitää ottaa huomioon moottorin keskellä pyörivä akseli. Tämä pitää olla tarpeeksi pitkä ja täyttää sille asetetut vaatimukset, jotta se saadaan kiinnitettyä jarruun, ja jarruttaminen on edes mahdollista. Akselin pituuteen vaikuttaa olennaisesti myös rungon pituus sekä muut lisälaitteet, ja tämä pitää ottaa huomioon akselia suunniteltaessa.

Jarrumoottoreissa on kaikki samat asennusasennot käytettävissä kuin standardimoottoreissa. Moottoreita on mahdollista saada jalallisena, laipalla sekä jalkalaippa-yhdistelmällä. Jarru on toimintakykyinen missä tahansa asennusasennossa, oli moottori sitten asennettuna akseli alas- tai ylöspäin.

4.3 Jarrutyypit

ABB Oy:llä on käytettävissä tällä hetkellä monia eri kokoluokan ja eri tilanteisiin sopivia jarruja. Valmistajat, jotka toimittavat jarrut ABB Oy:lle, ovat Pintsch Bubenzer ja Stromag. Jarrutyypit on jaettu kolmeen eri kategoriaan. Taulukossa 1 on määritelty, miten jarrun valinta muodostuu vääntömomentin perusteella.

Taulukko 1. Jarrutyypien vääntömomenttiasteikko.

Jarrutyyppi	Vääntömomentti (Nm)
KFB10	100
KFB16	160
KFB25	250
KFB40	400
KFB63	630

Jarrutyyppi	Vääntömomentti (Nm)
SFB16	160
SFB25	250
SFB40	400
SFB63	630

Jarrutyyppi	Vääntömomentti (Nm)
NFF10	100
NFF16	160
NFF25	250
NFF40	400
NFF63	630

4.3.1 KFB -jarrut

KFB-jarrujen valmistajana ja toimittajana toimii Pintsch Bubenzer. KFB -jarrut sisältävät kaksi kerrosta elektromagneettisia levyjä, jotka sisältävät jousisarjan. KFB -jarrut eivät ole satama- ja vesiympäristöihin sopivia, koska ne eivät ole vedenkestäviä. Nämä jarrut on saatavilla 160 – 250 kokoluokan moottoreille. Kuvassa 6 on esitetty läpileikkaus KFB -jarrusta.

**Kuva 6.** Pintsch Bubenzerin valmistama KFB -jarru.

4.3.2 SFB -jarrut

SFB -jarrujen valmistajana ja toimittajana toimii Pintsch Bubenzer. SFB -jarrut sisältävät kaksi kerrosta elektromagneettisia levyjä, jotka sisältävät jousisarjan. SFB -jarrut soveltuvat satama- ja vesiympäristöihin, koska ne ovat vedenkestäviä. Nämä jarrut on saatavilla 200 - 250 kokoluokan moottoreille. Kuvassa 7 on esitetty läpileikkaus SFB -jarrusta.



Kuva 7. Pintsch Bubenzerin valmistama SFB -jarru.

4.3.3 NFF -jarrut

NFF -jarrujen valmistamisesta ja toimituksesta vastaa Stromag. Jarrut sisältävät jousilla varustetun kaksipuoleisen jarrulevyn. Ne soveltuvat satama- ja vesiympäristöihin vedenkestävyyden ansiosta. Nämä jarrut on saatavilla 160 - 250 kokoluokan moottoreille. Kuvassa on esitetty läpileikkaus NFF -jarrusta.



Kuva 8. Stromagin valmistama NFF -jarru.

4.4 Jarruun asennettavat lisälaitteet

Jarruun on mahdollista asentaa lukuisia lisälaitteita pyynnöstä. Tässä kappaleessa käydään läpi, mitkä nuo lisälaitteet ovat, mikä niiden tarkoitus on ja miten ne toimivat.

Käsivapautus

- Käsivapautus on manuaalikäyttöön tarkoitettu kahva, jolla pysäytetään jarru hetkellisesti, jos jarrulevy tai käämi on vahingoittunut. Käsivapautus on tarkoitettu hätä- ja huoltokäyttöön.

Tasasuuntaaja

- Tasasuuntaajan käyttötarkoituksena on kääntää vaihtovirta tasavirraksi, jolla saadaan sähköistettyä jarrun käämi. Käytettävissä olevat tasasuuntaajat ovat puoliaalto- ja täysaaltotasasuuntaajat. Puoliaalto- ja täysaaltotasasuuntaajilla on erilaiset kertoimet, joiden avulla pystytään laskemaan käytettävä käämin jännite verkkovirrasta.

Mikrokytkin

- Mikrokytkin on mekaaninen kytkin.
- Ilmoittaa onko jarru päällä vai ei. Tarkoituksena ehkäistä moottorin käynnistämistä, kun jarru on päällä.
- Tarkastelee ilmaväliä jarrun magneettisydämen ja käämin välillä. Lähettää signaalin jos ilmaväli ylittää maksimin.

Rajakytkin

- Rajakytkin on elektroninen kytkin.
- Rajakytkin sisältää samat ominaisuudet kuin mikrokytkin.

Tasauslämmitin

- Tasauslämmittimen tehtävänä on pitää kosteus jarrun ulkopuolella.
- On käytettävissä, vaikka jarru ei ole kytketty päälle.

Jarruun myös saatavilla erikoispyynnöstä:

- erikoisjännite
- nostettu vääntömomentti
- erillistuuletus ja mitta-anturin yhdistelmä asennettuna jarruun. /8/

4.5 Jarrumoottorin suunnitteluprosessi

4.5.1 Tarjousvaihe

Jarrun tilausprosessi alkaa aina tarjouksesta. Tämä tarjous sisältää tarvittavat tiedot jarrulle jotta suunnittelu voidaan aloittaa. Tarvittavat tiedot koostuvat jännitteestä, vääntömomentista, lisälaitteista sekä jarrutyypistä ja kokoluokasta. Näiden tietojen vastaanottamisen jälkeen suunnittelijat aloittavat suunnittelun esivaiheen, missä tarkastellaan onko näitä vaatimuksia mahdollista edes toteuttaa. Tarkemmin tietoa jarrumoottorien tilaamisesta löytyy kappaleessa 7.2.1 Jarrumoottorin tilaaminen.

4.5.2 Suunnittelun esivaihe

Tässä suunnittelun esivaiheessa tarkastetaan ovatko tarvittavat tiedot selkeät. Tietojen täsmätessä, hahmotellaan sopivatko osat yhteen ja onko tilausta mahdollista toteuttaa. Tarkastelun aiheet ovat N-pään kilpi, siihen kiinnitettävä jarrulaippa, moottoriin vaadittava akseli, lisäkoteloiden tarve lisälaitteille sekä materiaalivaatimukset moottorin komponenteille. Näiden ehtojen täytyttyä, tämä tilaus vapautetaan varsinaiseen suunnittelun työjonoon.

4.5.3 Suunnittelun viimeistely

Varsinaisessa suunnitteluvaiheessa tarkastellaan onko tarpeen tehdä uusia piirustuksia komponenteista tuotannon tarpeisiin, jos muutoksia pitää tehdä. Yleisimmät muutokset koskevat tuuletinsuojia, akselia sekä N-pään kilpiä. Tarkastelun jälkeen, kun on todettu osien sopivan yhteen, vapautetaan tilaus suunnittelusta tuotantoon ja moottorin valmistaminen voidaan aloittaa.

4.6 Varianttikoodit

Sähkömoottoreiden tilaukseen on määritelty erilaisia varianttikoodoja, joiden avulla moottorille konfiguroituvat tarvittavat komponentit ja lisälaitteet. Näille koodille on erikseen määritelty sääntöjä, joilla ne korreloivat keskenään ja ilmoittavat tarvittaessa ristiriidoista. Kaikille mahdollisille variaatioille ei ole olemassa voimassaolevaa varianttikoodia, ja näissä tapauksissa se on vapaasti määriteltävä 999-varianttikoodilla.

Tällä 999-varianttikoodilla ilmoitetaan vapaalla tekstillä, minkälaista erikoisrakennetta ja lisävaatimuksia asiakas on toivonut. Usein jarrumoottoreita tilatessa kaupoilla onkin pitkä lista 999-koodilla tilattuja asioita, joita ei ole mahdollista tilata millään muulla koodilla. Nämä 999-varianttikoodilla tilatuista erikoisrakenteista keskustellaan erikseen myynnin kanssa ja sovitaan pätevä kauppahinta. Tässä kappaleessa selitetään millä koodilla jarru tilataan, mitä vaatimuksia varianttikoodit sisältävät sekä mitkä muut koodit ovat yleisimmin käytössä jarrumoottoreita tilatessa.

Varianttikoodi 412 – sisäänrakennettu jarru

- jarrun sijainti moottorin ja tuulettimen välissä
- yhteensopiva takometrien kanssa
- jarrun lisälaitteille tarkoitettu kotelo, joka on asennettuna moottoriin kiinni.

Varianttikoodi 512 – sisäänrakennettu jarru valurautaisella tuuletinsuojalla

- jarrun sijainti moottorin ja tuulettimen välissä
- takometrin asennus ainoastaan akselinjatkeen avulla
- jarrun lisälaitteille tarkoitettu kotelo, joka on asennettuna moottoriin kiinni.

Varianttikoodi 513 – sisäänrakennettu jarru ilman tuuletinta

- ei sisällä tuuletinta
- takometrin asennus ainoastaan akselinjatkeen avulla
- jarrun lisälaitteille tarkoitettu kotelo, joka asennetaan moottoriin kiinni.

Muut varianttikoodit, jotka ovat yleisimmin käytössä:

- Varianttikoodi 075 – jäähdytystapa IC418, ilman tuuletinta
- Varianttikoodi 183 – erillinen puhallinmoottorin N-päässä, joka on kiinnitetty akseliin
- Varianttikoodi 476 – erillisen puhallinmoottorin ja takometrin yhdistelmä
- Varianttikoodi 479 – moottorilla takometrivalmius, jotta asiakas voi asentaa haluamansa takometrin helposti.

5 TYÖN TAVOITE

Tämän työn tavoitteena oli tehdä sovellussuunnitteluosastolle suunnitteluohje, joka koski 160 – 250 kokoluokan valurautaisten jarrumoottoreiden suunnittelua. Vuonna 2015 keväällä näiden moottorien tuotanto sekä suunnittelu siirrettiin Ruotsista Vaasan ABB Motors and Generators -tehtaalle. Näiden moottoreiden suunnitteluun tarvittavat tiedot olivat muutaman suunnittelijan hallussa ja nyt tarvittiin varsinainen ohje, jotta kuka tahansa, vähemmän näiden moottorien kanssa tekemisissä ollut, pystyisi suunnittelemaan kyseisiä jarrumoottoreita. Ohjeen tarkoituksena on siis olla suunnittelun aputyökaluna.

Vaatumuksena oli kirjoittaa ohje englannin kielellä, kuten kaikki tänä päivänä tehdyt ohjeet ABB Oy:llä. Tähän perusteluna oli se, että ohjetta pystyisi hyödyntämään ne henkilöt, jotka eivät suomen kieltä hallitse. Lisäksi suunnitteluohjeeseen tuli sisällyttää dokumentointia ja luoda kokoonpanokuvat tuotannon avuksi, koska Ruotsista tulleet kuvat sekä ohjeet eivät olleet ajan tasalla.

Alun perin tämä työ sisälsi myös muita vaadittavia kokonaisuuksia, mutta ensimmäisten viikkojen aikana nämä asiat rajattiin pois. Lopulta tärkeimmäksi prioriteetiksi, jäi nimenomaan tämän suunnitteluohjeen tekeminen sekä siihen vaadittavat dokumentoinnit. Tarkoitus oli kuitenkin saada aiheesta insinöörin lopputyöhön soveltuva työ, eikä sisällyttää kaikkea yrityksen ehdottamia työnkuvia. Työn tulisi vastata erityisen tarkasti ja selkeästi kysymykseen, mitä erityishuomioita sekä vaatimuksia jarrumoottorin suunnittelussa tulisi ottaa huomioon.

6 ALKUTILANNE

Lopputyön aloituspalaveri pidettiin huhtikuussa, jossa keskusteltiin työn ohjaajan Pasi Thomassonin kanssa mahdollisesta lopputyön tekemisestä sovellussuunniteluosastolle. Thomassonilla oli aihe mielessä ja se liittyi jarrumoottoreiden suunnitteluohjeeseen. Käytiin läpi, mitä työn tulisi sisältää ja sovittiin, että virallinen työn aloittaminen ja suorittaminen tapahtuisi syksyllä kesätöiden päättymisen jälkeen.

Työn tekoa varten valmiina oli työpiste, jossa tehdä tätä opinnäytetyötä ja sisältäen tarvittavat työkalut työn tekemistä varten. Tämä helpotti huomattavasti työn aloittamista, koska ei tarvinnut erikseen hankkia tietokonetta, ohjelmistoja ja lupia niiden käyttämiseen.

Ensimmäiseksi aloitettiin hahmottelemaan, minkälainen sisällysluettelo työhön tulisi olla, jotta tiedon hankkiminen ja sen kirjaaminen tapahtuisi järkevästi ja järjestelmällisesti. Ensimmäinen luonnos sisällysluettelosta sisälsi liian monta aihealuetta, jotka eivät olleet tarpeellisia jarrumoottoreiden suunnittelua ajatellen. Tärkeämpi olisi keskittyä sisällön laatuun ohjeen ollessa tiivis ja selkä, eikä sisällyttää liian paljon tietoa, joka eivät varsinaisesti jarrumoottoreiden suunnittelua koske.

Alusta alkaen oli selvää, mistä tarvittavat tiedonlähteet löytyisivät ja mitä työkaluja tiedon etsimiseen on käytettävissä, koska työtehtäviin on kuulunut samankaltaista tiedonhakua. Työn tekemisessä päästiin hyvään alkuun jo muutaman viikon sisällä etsien erilaista materiaalia jarruihin liittyen moottoreiden katalogeista, ABB:n tietokannasta ja selaten Ruotsista tulleita dokumentteja.

7 SUUNNITTELUOHJE

7.1 Aineisto

Aineiston kerääminen alkoi etsimällä erinäisiä dokumentteja ABB:n omasta tietokannasta, jotka liittyvät jollain tavalla jarruun, sen asentamiseen sekä siihen vaadittuihin komponentteihin. Dokumentteja löytyi aluksi runsaasti ja lähes kaikki tallennettiin riippumatta siitä, auttaisiko se edes työssä oleellisesti. Tärkeää oli löytää taustatietoja näihin jarruihin ja kaikki tarjolla ollut materiaali auttaisi työssä eteenpäin. Etsimällä tietoa katalogeista huomattiin, että jarrumootoreista löytyi ainoastaan yhden aukeaman verran tietoa. Tämän huomattua todettiin ohjeen ja dokumentoinnin olevan enemmän kuin tarpeellinen yritykselle.

Toinen luotettava aloituspiste tiedon hakemiselle oli jarruvalmistajien sivustot. Näiltä sivuilta löytyi runsaasti yleistä tietoa siitä, mihin jarruja käytetään, minkälainen niiden rakenne on, sekä yleisesti niiden toiminnasta. Valmistajien sivuilta kaiken tarpeellisen tiedon keräämisen jälkeen päätettiin, että on aika kerätä kaikilta jarrumootoreiden suunnittelijoilta tiedot mitä tarvitaan ohjeeseen.

7.1.1 Haastattelut

Suunnittelijoiden haastattelemine osoittautui hyväksi tiedonlähteeksi. Heillä oli tarpeeksi käytännönläheistä tietoa ja kokemusta, mitä pystyin hyödyntämään suunnitteluohjeen tekemisessä, sekä neuvoja mistä pystyy hankkimaan lisätietoa. Näitä haastatteluja varten neuvotteluhuone varattiin omalla nimellä ja suunnittelijat kutsuttiin henkilökohtaisesti vuorollaan näihin tiloihin. Haastattelut pidettiin yleensä pienryhmissä ja muutamaan otteeseen kahden kesken.

7.2 Ohjeen sisältö

7.2.1 Ohje yleisesti

Suunnitteluohje kirjoitettiin englannin kielellä, jotta sitä pystyisi käyttämään myös ne henkilöt, jotka eivät osaa suomen kieltä. Ohjeen rakenne muodostui siten, että

alussa käytiin yleisesti läpi suunnitteluprosessi, jonka jälkeen selvitettiin eroavaisuuksia standardi- ja jarrumoottorin välillä. Tämän osion jälkeen puhuttiin jarrun käytöstä, miten se toimii, ja yleisesti sen mekaanisista ominaisuuksista. Työn alussa Thomasson painotti, että ohjeesta tulisi löytyä erillinen osio kraanamootoreille, joka selventää niiden erikoistarpeet ja suunnitteluun huomioitavat seikat. Suunnitteluohjeen sisällysluettelo on nähtävissä kuvista 9 ja 10. Näistä kuvista selviää, mistä ohje muodostuu ja miten sen rakenne määräytyy.

Suunnitteluohjeen pituudella oli iso merkitys. Ohjeen ollessa liian pitkä ja yksityiskohtainen, sitä ei lukisi kovinkaan moni henkilö, ja se jäisi vähäiselle käytölle. Tarkoituksena olikin tehdä hyvin tiivis ja helposti luettava ohje, joka oikeasti hyödyttäisi työn tilaajaa. Ohjeeseen sisällytettiin myös myynnin henkilöille tarkoitettu lyhyt opas jarrumoottorien tilauksesta ja siihen vaadittavista tiedoista. Ohjeessa pyrittiin käyttämään havainnollistavia kuvia jarruista, jotta ohjeen lukijan on helppo käsittää, mistä osa-alueesta tarkalleen on kyse.

Mechanical design manual for cast iron 160-250 frame brake motors

Table of contents

LIST OF ABBREVIATIONS	3
1 General	4
1.1 Purpose of the instruction	4
1.2 Use of brake motors	4
1.3 Design process	4
1.3.1 Quotation	4
1.3.2 Finishing design	4
2 Mechanical structure	4
2.1 General differences when brake is installed	4
2.2 Mounting arrangements	5
2.3 Frame	5
2.4 End shields	5
2.5 Bearings and bearing temperature sensors	5
2.6 Fan and cooling	6
3 Brakes	6
3.1 Brakes in general	6
3.2 Brake types and manufacturers	6
3.2.1 KFB Brake	8
3.2.2 SFB Brake	8
3.2.3 NFF Brake	8
3.3 Brake flanges	8
3.4 Brake auxiliaries	8
3.5 Brake torque	9
3.6 Rating plates	9
4 Design & Sales	10
4.1 Ordering brake motors	10
4.2 Variant codes	11
4.3 Delivery time	11
5 Brake motors for crane use	11
5.1 Design differences	11
5.2 The D-end shield	12
5.3 The N-end shield	12
5.4 Bearing temperature sensors	12
5.5 Greasing outlet system	12
6 Documents	12

We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.
© Copyright 2005 ABB.

Kuva 9. Jarrumootorin suunnitteluohjeen sisällysluettelon ensimmäinen sivu.

6	Documents	12
6.1	Brake drawings	12
6.2	Assembly drawings	12
	APPENDICES	14
	Appendix 1. Section view drawing for motor ordered with VC412 and VC412 + VC479	14
	Appendix 2. Section view drawing for motor ordered with VC512 and VC512 + VC479	15
	Appendix 3. Section view drawing for motor ordered with VC513 and VC513 + VC513	16
	Appendix 4. An example of a drawing for M3BP 180ML_2-8 with KFB40-brake attached	17
	Appendix 5. An assembly drawing (VC412) for the M3BP 160-250 with brake, hand release and rectifier.	18
	Appendix 6. An assembly drawing (VC513) for the M3BP 160-250 with brake, hand release, rectifier and without fan cover	19
	Appendix 7. An assembly drawing (VC412+VC476) for the M3BP 160-250 with brake, encoder, separate cooling, hand release and rectifier	20
	Appendix 8. An assembly (VC412+VC183) drawing for the M3BP 160-250 with brake, hand release, separate cooling and rectifier	21
	Appendix 9. A nodular cast iron D-end shield for the flange mounted motor	22
	Appendix 10. The N-end shield made of grey cast iron	23
	Appendix 11. The N-end shield used for V1-mounting	24

Kuva 10. Jarrumoottorin suunnitteluohjeen sisällysluettelon toinen sivu.

7.2.2 Kraanamootorit ja niiden erityisvaatimukset

Suunnitteluohjeeseen tuli sisällyttää kappale, jossa käsitellään erityisesti nostokraanoissa käytettyjen sähkömoottorien erityisvaatimuksia ja miten ne eroavat normaaleista jarrumoottoreista. Tässä kappaleessa käydään yleisesti mitä eroavaisuuksia näiden moottorien komponenteissa on.

Kraanamootoreiksi tarkoitetuissa jarrumoottoreissa erityisvaatimuksena ovat materiaalit. Normaalisti sähkömoottoreissa valurautaiset kilvet on valmistettu suomugrafiitista. Kraanamootoreissa nämä D - ja N-pään kilvet on valmistettu pallografiitista, johtuen paremmasta tärinän kestävydestä. Tämä paremmin tärinää kestävä materiaali takaa sen, että moottorin kiinnitys on tukevampaa ja moottori kestää vaativammat olosuhteet.

Pallografiittisissa kilvissä laakereiden lämpötilavalvontalaitteet ja rasvanpoisto on toteutettu eri tavalla, kuin suomugrafiittisissa kilvissä. Laakereiden lämpötilavalvontalaitteet asennetaan sisäpuolelle toisin kuin suomugrafiittisissa kilvissä, joissa ne on asennettu ulkopuolelle. Rasvanpoisto on toteutettu suoralla poistoputkella, josta laakerirasva valuu pois. Suomugrafiittisissa kilvissä rasvanpoistoon on poistoluukku, joka voidaan manuaalisesti avata rasvanpoistoa varten.

7.2.3 Jarrumoottorin tilaaminen

Jarrumoottoreiden tilausprosessi on usein haastava vaihe, koska useita vaihtoehtoja ja lisälaitteita on tarjolla. Usein tilausvaiheessa jääkin jokin tärkeistä tiedoista uupumaan ja tämä hankaloittaa koneiden suunnittelua olennaisesti. Suunnitteluohjeessani valmistelin myös myyntipuolen henkilöille luettelon (**Kuva 11.**), josta selviää kaikki tärkeimmät tiedot mitä jarrumoottorin suunnittelussa tarvitaan. Tämä tilausohje on tarkoitus täyttää vaatimusten mukaan, ja jos luettelosta ei löydy tarvittavaa vaihtoehtoa, se täytyy määritellä erikseen vapaalla tekstillä.

Tässä myyntihenkilöille tarkoitetussa tilausohjeessa ideana on, että punaisella laatikolla merkityt kohdat ovat pakollisia tietoja, jotka pitää ehdottomasti olla mainittuna tarjouksen ja tilauksen yhteydessä. Valkoisella laatikolla merkityt kohdat ovat valinnaisia ja edustavat lisälaitteita sekä muita optioita moottorille. Pakolliset tiedot koostuvat jarrun tyypistä ja jarrulle tarkoitetusta jännitteestä. Esimerkkinä tapauksessa tilattu moottori on 160 kokoluokkaa, ja tässä tapauksessa valittavia jarrutyyppejä ovat KFB10 sekä KFB16. Siinä tapauksessa, että kumpikaan edellä mainituista jarrutyypeistä ei ole vaihtoehto, tulee vaihtoehtoisen jarrutyypin olla selvästi ilmoitettuna.

Lisälaitteita koskevat täytettävät laatikot käsittelevät käsivapautusta, tasauslämmittintä ja sen tyyppiä, mikrokytkintä ja rajakytkintä. Lisälaitteita koskevien laatikoiden jäädessä tyhjäksi, se tarkoittaa automaattisesti, että vastaus on kielteinen. Tasauslämmittintä tilatessa tulee myös ilmoittaa tälle vaadittava jännite.

4 Design & Sales

4.1 Ordering brake motors

In this chapter there are checklists, which should be filled in, when ordering the brake motor. It is essential to fill in the compulsory fields which are marked with red colour. The white boxes present an optional field which are for the brake auxiliaries.

= compulsory field to be updated by customer

= optional field to be updated by customer, "No" option by default

Brake type:

Motor size: Possible brake types that are available to chosen:

160	KFB10, KFB16, other
180	KFB16, KFB25, other
200	KFB25, KFB40, SFB16, SFB25, other
225	KFB25, KFB40, KFB63, SFB16, SFB25, SFB40, other
250	KFB40, KFB63, SFB25, SFB40, SFB63, other

Supply Voltage options for brakes:

110V DC without rectifier.

207V DC without rectifier.

220 – 250V AC, FWR (Brake coil wound for 207V DC).

380 – 420V AC, HWR (Brake coil wound for 180V DC).

440 – 460V AC, HWR (Brake coil wound for 207V DC).

480 – 500V AC, HWR (Brake coil wound for 220V DC).

Other (Specify other electrical option)

Hand release (Not available for SFB brakes):

No

Yes

Standstill heater:

No

Yes

Heater type (if equipped):

115 V AC

230 V AC

Micro Switch:

No Micro switch

Micro switch on/off indication

Micro switch max air gap (wear) indication

Proximity switch:

No Proximity switch

Proximity switch on/off indication

Proximity Switch air gap (wear) indication

We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.
© Copyright 2004 ABB

Kuva 11. Myynnille tarkoitettu jarrumoottorien tilausohje.

Henkilöiden, jotka käyttävät suunnitteluohjetta avukseen, olisi hyvä omata tarvittavat perustiedot sähkömoottorin mekaanisesta rakenteesta sekä hahmottaa yleisesti miten sähkömoottori toimii. Ohjeessa on pyritty selittämään mahdollisimman hyvin kaikki lyhenteet ja merkinnät. Suunnitteluohjeessa ei käydä yksityiskohtaisesti läpi miten sähkömoottoreita suunnitellaan, vaan ainoastaan mitä jarrumoottoreiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon, ja mitä vaiheita jarrumoottorin suunnitteluun kuuluu. Kirjoitettu ohje koostuu ainoastaan hankituista tiedoista suunnittelijoilta, katalogeista, jarruvalmistajilta sekä tuotantolinjoilta, eikä siinä esiinny lainkaan omia mielipiteitä tai pohdintoja.

Ohjeessa on viitattu useisiin standardeihin ja valmistajien verkkosivuihin, jotta ohjetta ei tarvitsisi jatkuvasti päivittää tietojen muuttuessa. Tämä helpottaa jatkossa ohjeen pysymistä ajan tasalla, ellei tule suurempia muutoksia moottorien rakenteeseen tai komponentteihin. Suunnitteluohjeeseen ei sisällytetty kaikkia mahdollisia tietoja tai mittoja jarruista, koska vaihtoehtoja on lukuisia, ja jarrustandardit ovat monen sivun pituisia. Tästä syystä näihin on ainoastaan viitattu, jos on tarpeen saada lisätietoa, jota ohjeesta ei löydy.

Suunnitteluohjeeseen käytetty aika oli useita viikkoja, ja näiden viikkojen aikana sain kohtalaisen hyvän käsityksen miten jarrumoottoreita suunnitellaan ja kuinka haastavaa se on. Tarkoituksena ei ollut ainoastaan sisällyttää kaikkea suunnitteluohjeen tietoa dokumentoitavaksi, vaan myös itse sisäistää jarrumoottoreiden suunnitteluprosessin vaiheet ja mitä se vaatii. Vaikka suunnitteluohjeen kirjoittaminen opettikin hyvin sisäistämään jarrumoottoreiden tiedot, en silti lähtisi suosittelemaan uusille työntekijöille suunnitteluohjeen kirjoittamaista. Todennäköisesti käytännössä opitut työmenetelmät opettaisivat tehokkaammin ja nopeammin sisäistämään olennaisimmat asiat.

LÄHTEET

/1/ ABB:n historiaa Asean ja BBC:n yhdistymisestä, Viitattu 8.9.2016

<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/historia/asea-ja-bbc>

/2/ Who we are – Group structure, Viitattu 8.9.2016

<http://new.abb.com/about/abb-in-brief/group-structure>

/3/ Suomalaiset juuret: Strömbergin jalanjäljillä vuodesta 1889, Viitattu 8.9.2016

<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/historia/suomalaiset-juuret>

/4/ ABB Suomessa, Viitattu 8.9.2016

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

/5/ Moottorit ja generaattorit, Viitattu 8.9.2016

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

/6/ Tarjontamme, Viitattu 9.9.2016

<http://new.abb.com/motors-generators/fi>

/7/ Mode of function, Viitattu 6.10.2016

<http://pintschbubenzler.de/en/products/ship-offshore/sfb>

/8/ Options, Viitattu 6.10.2016

<http://pintschbubenzler.de/en/products/ship-offshore/kfb>

LIITE 1

Liite on päätetty jättää julkaisematta vedoten yrityssalaisuuksiin.