

Jani Jääskeläinen

Aaltopahvitehtaan ilmastoinnin modernisoinnin suunnittelu

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Helmikuu 2014



MAMK

University of Applied Sciences

| | | |
|---|-----------------------|---|
|  | | Opinnäytetyön päivämäärä 28.2.2014 |
| Tekijä(t) Jani Jääskeläinen | | Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma Sähkövoimatekniikka |
| Nimeke Aaltopahvitehtaan ilmastoinnin modernisoinnin suunnittelu | | |
| Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Stora Enson Heinolan aaltopahvitehtaan tuotantotilojen ilmastoinnin modernisointi. Ilmastointi käyttää 500 V moottoreita, joille tulee syöttö 6 kV/500 V muuntamolta, josta haluttaisiin luopua.</p> <p>Toive oli saada kustannustehokas suunnitelma siitä, miten modernisointi voidaan toteuttaa. Vanhoja sähkömoottoreita ei ole kustannusten takia järkevää käämiä uudelleen, koska käämintä on kalliimpaa kuin uuden moottorin hankinta. Tämän takia suunnitelmassa päädyttiin uusiin sähkömoottoreihin.</p> <p>Vanhoja moottoreita on pakko käyttää alijännitteellä, koska ei ole kustannustehokasta ostaa taajuusmuuttajaa jokaiselle moottorille. Taajuusmuuttajille ei ole tarvetta, kun uudet moottorit ovat vaihdettu.</p> | | |
| Asiasanat (avainsanat) Aaltopahviteollisuus. Sähkömoottorit. Sähkökojeet | | |
| Sivumäärä 18s + liit. 9 sivua | Kieli Suomi | URN NBN:fi:mamk-opinn2014C3989 |
| Huomautus (huomautukset liitteistä) | | |
| Ohjaavan opettajan nimi Arto Kohvakka | | Opinnäytetyön toimeksiantaja Empower Oy Teemu Torikka |

| | | |
|---|----------------------------|--|
|  | | Date of the bachelor's thesis 28.2.2014 |
| Author(s) Jani Jääskeläinen | | Degree programme and option Electrical engineering Electric power engineering |
| Name of the bachelor's thesis | | |
| Abstract <p>The purpose of this bachelor's thesis was plan the modernization of air conditioning at Stora Enso Heinola Mill. Air conditioning used old 500 VAC motors. The client wanted to dismantle old 6 kW/500 VAC transformer.</p> <p>The only way to carry out modernizing of the air conditioning was to renew electric motors and control system. Because of amount of electric motors, frequency converters would have been a too expensive solution.</p> <p>My plan suggested the acquisition of new electric motors. It also suggested making new electrical cabinet with motor protection switches and contactors. Also air conditioning control was planned to be moved under building automation.</p> | | |
| Subject headings, (keywords) Corrugation industry. Electrical motors. Electrical machinery | | |
| Pages 18p + app. 9 pages | Language Finnish | URN NBN:fi:mamk-opinn2014C3989 |
| Remarks, notes on appendices | | |
| Tutor Arto Kohvakka | | Bachelor's thesis assigned by Empower Oy Teemu Torikka |

SISÄLTÖ

| | | | |
|-------|---|--|----|
| 1 | JOHDANTO | VIRHE. KIRJANMERKKIÄ EI OLE MÄÄRITETTY. | |
| 2 | STORA ENSO / STORA ENSO PACKAGING OY | | 1 |
| 3 | AALTOPAHVI | | 2 |
| 3.1 | Aaltopahvipakkauksen ominaisuuksia | | 3 |
| 3.2 | Aaltopahvin raaka-aineet | | 4 |
| 3.2.1 | Pintakartongit eli linerit | | 4 |
| 3.2.2 | Aallotuskartonki eli fluting | | 4 |
| 3.2.3 | Liima | | 5 |
| 3.3 | Aaltopahviarkkien valmistus | | 5 |
| 3.4 | Aaltopahvipakkauksen valmistus | | 6 |
| 3.5 | Stanssaus | | 6 |
| 3.6 | Painatus | | 8 |
| 4 | EMPOWER OY | | 9 |
| 5 | ILMASTOINTI | | 10 |
| 5.1 | Ohjauskeskus | | 10 |
| 5.2 | Moottorit | | 11 |
| 6 | UUDET KOMPONENTIT | | 11 |
| 6.1 | Moottorinsuojakytkimet ja kontaktorit | | 12 |
| 6.2 | Sähkömoottorit | | 13 |
| 6.3 | Kiinteistöautomaation komponentit | | 14 |
| 7 | YHTEENVETO | | 15 |
| | LÄHTEET | | 17 |

LIITTEET

LIITE 1. Suorakäynnistin, tekniset tiedot

LIITE 2. Muovikoteloidut turvakytkimet, tekniset tiedot

LIITE 3. 1500 rpm alumiinimoottoreiden valintaopas

LIITE 4(1). Piirikaavio, tuloilmakojeiden ohjaus

LIITE 4(2). Piirikaavio, poistoilmakojeiden ohjaus

LIITE 4(3). Piirikaavio, kiertoilmakojeiden ohjaus

LIITE 4(4). Piirikaavio, tuloilmakoje

LIITE 4(5). Piirikaavio, poistoilmakoje

LIITE 4(6). Piirikaavio, kiertoilmakoje

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aihe on Stora Enson Heinolan aaltopahvitehtaan ilmastointijärjestelmän modernisoinnin suunnittelu. Tehtaalla on käytössä kaksi rinnakkaista jännitejärjestelmää 400 V ja 500 V. Vanhassa 500 V järjestelmässä on vanha 6 kV/500 V muuntaja, joka on tarkoitus poistaa käytöstä. Ennen kuin muuntaja voidaan poistaa käytöstä, on kaikkiin järjestelmään kuuluviin laitteisiin vaihdettava syöttöjännite. Puhaltimien syöttöjännite tulee purettavaksi suunnitellulta muuntajalta. Koska puhaltimien sähkömoottorit ovat niin vanhoja, ovat ne myös suunniteltu vaihdettavaksi uusiin.

500 V järjestelmään on kytketty ainoastaan jalostushallin ilmastointi sekä pumppaamo, jossa on 4 vesipumppua. Tulevaisuudessa koko 500 V järjestelmästä halutaan eroon sen vähäisen käytön takia. Tässä työssä ei käsitellä pumppaamon modernisointia.

Modernisointia suunniteltaessa on joitain seikkoja, jotka on otettava huomioon ja tekevät suunnittelusta haastavan. Ilmastointia ei voida pysäyttää puhaltimien moottorien vaihdon ajaksi, vaan moottorit on vaihdettava yksi kerrallaan muiden ollessa käytössä. Ohjauskeskuksesta ei voida ottaa vanhoja komponentteja pois ja laittaa uusia tilalle, vaan on tehtävä uusi keskus ja vaihdettava se vanhan tilalle esim. huoltorevision aikana.

Tämän opinnäytetyöni yhteistyökumppani ja toimeksiantaja on Empower Oy, jolla on huolto- ja kunnossapitosopimus Stora Enson kanssa toistaiseksi.

2 STORA ENSO / STORA ENSO PACKAGING OY

Stora Enso on paperi-, biomateriaali-, pakkaus- ja puutuoteteollisuuden maailmanlaajuinen edelläkävijä – rethinker. Stora Enson palveluksessa on maailmanlaajuisesti noin 28 000 ihmistä, ja sen liikevaihto vuonna 2013 oli 10,5 miljardia euroa.

Stora Enson vuosittainen tuotantokapasiteetti on 5,4 miljoonaa tonnia kemiallista sellua, 11,7 miljoonaa tonnia paperia ja kartonkia, 1,3 miljardia neliometriä aaltopahvia ja 5,6 miljoonaa kuutiometriä puutuotteita, josta 2,9 miljoonaa kuutiometriä on jatko-

jalosteita. Stora Enson osakkeet noteerataan Helsingin ja Tukholman arvopaperipörseissä. [11.]

Stora Enso Packaging Oy on Suomen aaltopahviteollisuuden markkinajohtaja. Valikoimaan kuuluvat erilaiset aaltopahvituotteet ja niihin liittyvät palvelut, joiden tehtävänä on vastata asiakkaiden vaatimuksia tuotteiden pakkaamiseen, suojaamiseen, kuljettamiseen ja myynninedistämiseen liittyen.

Heinolan tehtaiden toiminta on jaettu kahteen erilliseen yksikköön. Aaltopahvitehtaal-la valmistetaan perinteisten aaltopahvisten kuljetuslaatikoiden ja konttiratkaisujen lisäksi stanssattuja, monivärisiä fleksopainettuja aaltopahvipakkauksia esimerkiksi elintarvike-, metalli- ja elektroniikkateollisuuden asiakkaille. Heinolan arkkijalostamo on puolestaan erikoistunut valmistamaan perinteisiä kuljetuspakkauksia piensarjoissa. Aaltopahvin valmistus on käynnistynyt Heinolassa vuoden 1960 lopulla. [10.]

3 AALTOPAHVI

Tässä luvussa esitettävät tiedot pohjautuvat Suomen aaltopahviyhdistyksen Käyttäjän käsikirjaan [7].

Aaltopahvin tunnistaa aaltomaiseksi taivutetusta, yhteen tai kahteen suoraan pintakartongiin liimatusta kartonkikerroksesta. Aaltokerroksia voi olla useampiakin. Pintakartongit ovat ruskeita tai valkoisia, ensi- tai uusiokuidusta, painettuja tai painamattomia tai jollakin aineella päällystettyjä.

Holvimuodon lujuus on tunnettu vuosituhansia. Aallotuskartongin tehtävänä on liittää pintakartongit toisiinsa ja pitää ne tietyllä etäisyydellä (= aallonkorkeus) toisistaan. Kartonkikerrokset on liimattu toisiinsa aallonharjojen ja pintakartonkien kosketuskohdista. Tällainen rakenne on nerokas; se on painoonsa nähden erittäin vahva ja jäykkä kaikkiin suuntiin. Kun aallon korkeus eli pahvin paksuus kasvaa, paranee myös jäykkyys voimakkaasti.

Aaltopahvin rakenne vastaa näin EU:n pakkausdirektiivi nro 94/62/EY:n vaatimukseen pakkausjätteen synnyn ehkäisystä (source reduction). Suojausominaisuudet riip-

puvat mm. käytettävien kartonkien ominaisuuksista, joten raaka-aineiden suunnittelulla vältetään ylipakkaaminen.

Aaltopahvia näkee yleisimmin kuljetuspakkauksissa, mutta se on suosittua myös kulluttajapakkauksina, arkkeina, erilaisina kontteina, myyntitelineinä ja -esitteinä sekä kääreenä. Se on maailman yleisin pakkausmateriaali ja sen käyttö laajenee jatkuvasti.

Kaikki perusraaka-aineet ovat uusiutuvia luonnonvaroja: uusio- tai ensikuituja ja tärkelysliimaa. Kierrätys on vakiintunutta, ja keräyspahvi on lujien kuitujen ansiosta arvokas ja haluttu raaka-aine.

3.1 Aaltopahvipakkauksen ominaisuuksia

- Kevyt. Aaltopahvi on kevyttä, mutta lujaa ja kestävä. Pakkauksen osuus bruttopainosta on pieni: 1,5 – 15 %, keskimäärin 2,5 %. Keveys on merkittävä etu myös ergonomisesti.
- Yksilöllinen. Aaltopahvin variaatiomahdollisuuksia on tuhansia: kartonkityypit, aallonkorkeudet, neliöpainot jne. Pakkaukset voidaan suunnitella tuotteen mittojen ja tarvittavien suojausominaisuuksien mukaan. Näin myös raaka-aineen käyttö voidaan minimoida.
- Moderni. Aaltopahvisten pakkausten rakenne- ja ulkoasusuunnittelu sekä tuotanto toteutetaan kehittyneillä tietokoneohjatuilla laitteilla ja koneilla, jolloin asiakkaalle saadaan parhaat ja kustannustehokkaimmat ratkaisut.
- Edullinen. Aaltopahvin työstäminen on nopeaa ja helppoa. Siksi pienetkin räätälöidyt sarjat ovat edullisia. Kustannustehokkuutta parantaa myös pieni tilantarve tyhjiä pakkausten kuljetuksessa ja varastoinnissa.
- Painokelpoinen useilla eri painatusmenetelmillä: flexolla, silkki-, digi- tai off-setpainolla.
- Suojaa tuotetta. Aaltokerros toimii tehokkaana iskunvaimentimena kuljetuksen rasituksissa. Aaltopahvi suojaa kolhun, pudotuksen ja tärinän vaurioilta eri kuljetusmuodoissa.
- Lämmöneristyskykyinen aaltokerroksessa olevan ilman ansiosta.
- Konepakattava. Soveltuu automaattisille täyttö- ja pakkauskoneille.
- Hygieeninen. Aaltopahvista voidaan valmistaa myös lain vaatimukset täyttäviä elintarvikepakkauksia.

- Kierrätettävä. Aaltopahvi on parhaiten kierrätetty pakkausmateriaali. Vientipakkauksenakin ongelmaton, koska aaltopahvilla on kaikkialla kattavat talteenottojärjestelmät ja kierrätys toimii.

3.2 Aaltopahvin raaka-aineet

Raaka-aineet ovat uusiutuvia luonnonmateriaaleja: puukuitu ensi- tai uusiokuituna ja tärkkelysliima. Aaltopahvi on suurin uusiokuidun käyttökohde maailmassa.

Aaltopahvin pinta- ja aallotuskartongit ovat tarkoitukseensa kehitettyjä erikoiskartonkeja.

3.2.1 Pintakartongit eli lainerit

Pintakartonkien (engl. liner) tehtävä on pitää aaltopahvi koossa. Parhaan pakkauksen saamiseksi käytetään tähän tarkoitukseen kehitettyjä erikoislajeja, kraftlaineria ja testlaineria. Kartongit rakentuvat kahdesta kerroksesta, ja pintakerros on sileämpää massaa, tarvittaessa valkaistua. Hyvää painatustulosta varten pinta voidaan myös päällystää kaoliinipitoisella pastalla.

3.2.2 Aallotuskartonki eli fluting

Aallotuskartonki eli fluting pitää pintakartongit halutun etäisyyden (aallonkorkeuden) päässä toisistaan ja tekee samalla aaltopahvista lujaa ja jäykkää.

Ensikuituinen aallotuskartonki valmistetaan puolikemiallisesta (SC = Semi Chemical) lehtipuumassasta, joka tekee aallotuksessa kartongista erittäin litistys- ja puristuslujaa.

Wellenstoff tai Recycled fluting (RF) on yleinen uusiokuitupohjaisten aallotuskartonkien kutsumanimi. Lujuusarvoiltaan ne ovat SC-flutingia heikompia, mutta sopivat silti moniin käyttökohteisiin.

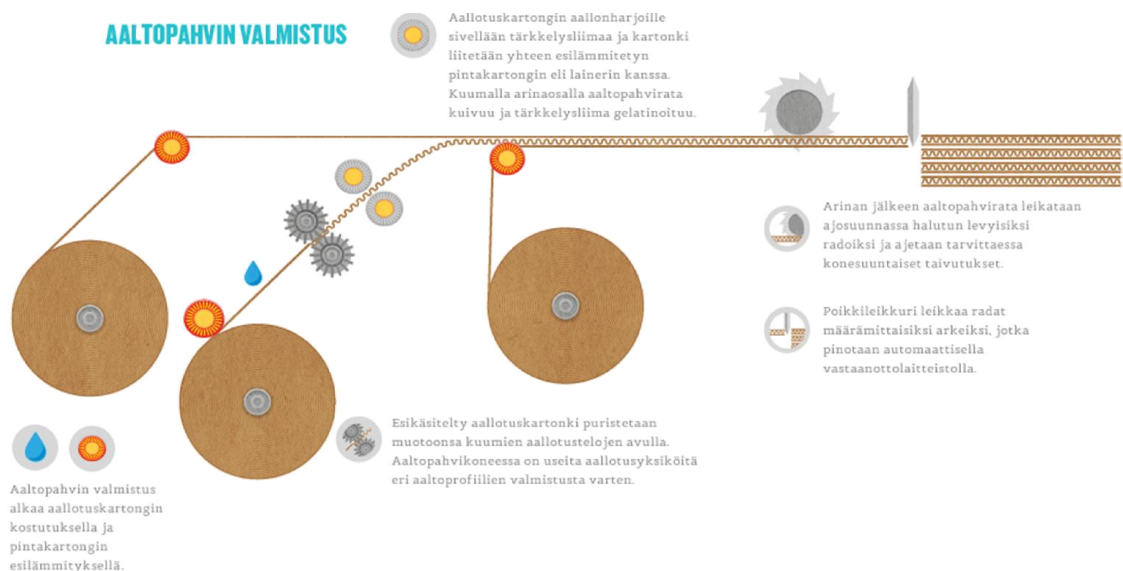
3.2.3 Liima

Liima liittää pintalainerit ja aallotetut aallotuskartongit toisiinsa niin, että syntyy luja ja jäykkä rakenne. Yleisimmin käytetään tärkkelysliimaa, koska se muodostaa lujan ja kierrätyskelpoisen sauman.

Märkälujaliimoilla voidaan parantaa aaltopahvin kestävyyttä kosteissa olosuhteissa.

3.3 Aaltopahviarkkien valmistus

Aaltopahvin raaka-aineita ovat kartonkirullat ja tärkkelysliima. Aaltopahviarkit valmistetaan aaltopahvikoneella, joka on yli 100 m pitkä. Kuvassa 1 on periaate aaltopahviarkkien valmistuksesta.



KUVA 1. Aaltopahvin valmistus [7]

1. Aaltopahvin valmistus alkaa aallotuskartongin kostutuksella ja pintakartongin esilämmityksellä.
2. Esikäsitelty aallotuskartonki puristetaan muotoonsa kuumien aallotustelojen avulla. Aaltopahvikoneen aallotusyksiköissä voidaan valmistaa useita eri aaltoprofiileita.
3. Aallotuskartongin aallonharjoille sivellään tärkkelysliimaa ja kartonki liitetään yhteen esilämmitetyn pintakartongin eli lainerin kanssa.
4. Aallottajalta valmistuneen yksipuolisen aaltopahviradan aallonharjoille sivellään liimausryhmällä tärkkelysliimaa, jotta se voidaan liittää yhteen toisen pin-

takartongin, yleensä laatikon ulkopinnan kanssa. Kuumalla arinaosalla aaltopahvirata kuivuu ja tärkkelysliima gelatinoituu.

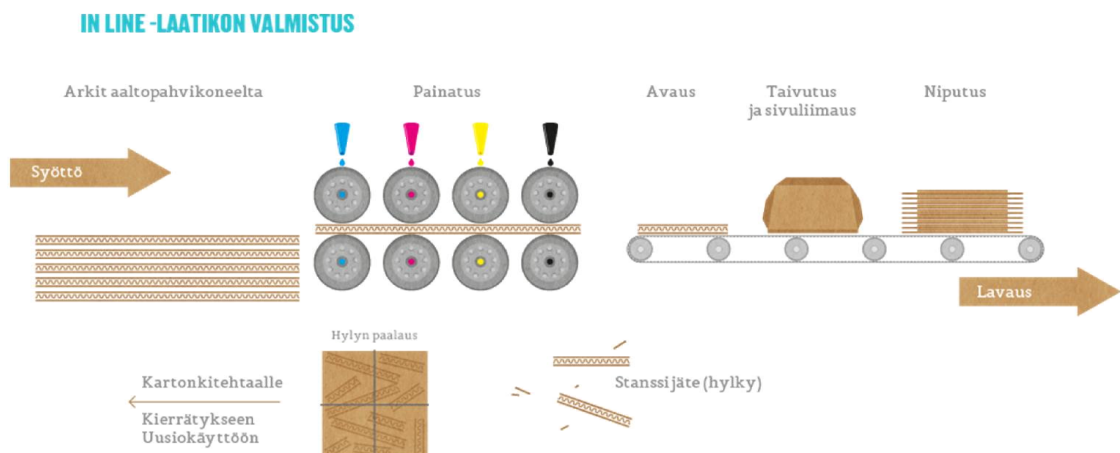
5. Arinan jälkeen aaltopahvirata leikataan ajosuunnassa halutun levyisiksi radoiksi ja ajetaan tarvittaessa konesuuntaiset taivutukset.
6. Poikkileikkuri leikkaa radat määrämittäisiksi arkeiksi, jotka pinotaan automaattisella vastaanottolaitteistolla.

3.4 Aaltopahvipakkauksen valmistus

Yleisesti tunnettu aaltopahvista valmistettu pakkaus on läppä- eli slitsilaatikko. Sille on tunnusomaista, että taivutukset ja leikkaukset ovat kohtisuorassa tai samansuuntaisia keskenään. Poikkiaaltoiset nuuttaukset, jotka määräävät laatikon korkeuden, tehdään jo aaltopahvikoneella.

Tunnetuin näistä rakenteista on FEFCOn koodiston 0201-mallinen pakkaus. Läppälaatikot ovat tehtaalla sivusaumattuja ja sellaisenaan valmiita käyttöön.

Läppälaatikoiden tuotantoerän aloituskustannukset ovat pienet: tarvitaan vain koneiden nuuttausterien ja leikkaus- eli avausterien säädöt. Yksinkertaisin kone on ns. slitsikone, joka ainoastaan leikkaa läppien avaukset. Painoavauskone myös painaa arkit ennen avausta. Kehittynein painoavauskonetyyppi on nk. In-line-kone. Siinä arkin syöttö, painatus, avaus, taivutus ja liimaus sekä niputus ja usein lavauskin ovat peräkkäin yhtenä tuotantolinjana (kuva 2).



KUVA 2. In-Line –laatikon valmistus [7]

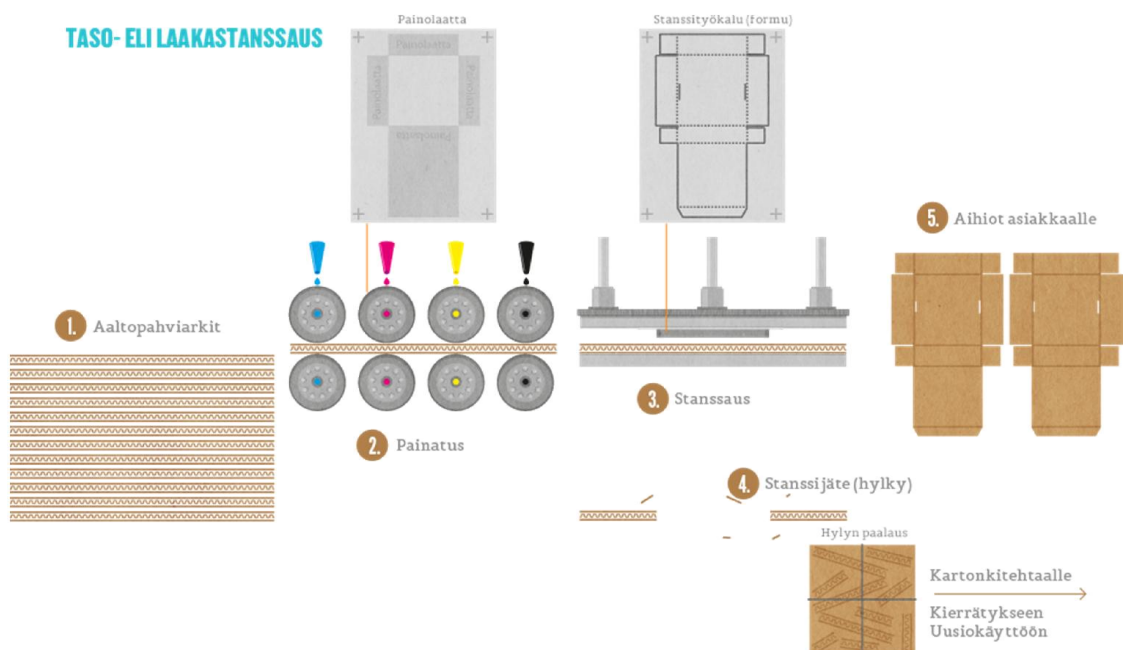
3.5 Stanssaus

Stanssaus on menetelmä, jossa levyyn tai rumpuun kiinnitetyillä terillä leikataan ja tehdään taivutuksia aaltopahviarkkiin. Stanssaamalla voidaan tehdä useita eri muotoja ja rakenteita. Arkki tulee koneesta aina aihiona ulos. Käytössä on kaksi menetelmää: taso- ja rotaatiostanssaus.

Stanssattu rakenne on usein käytetty ratkaisu, kun kyse on jostakin erikoisesta pakkaus- tai pakkaamistarpeesta. Suurin hyöty stanssirakenteilla saavutetaan pakkaamistyön helpottamisessa.

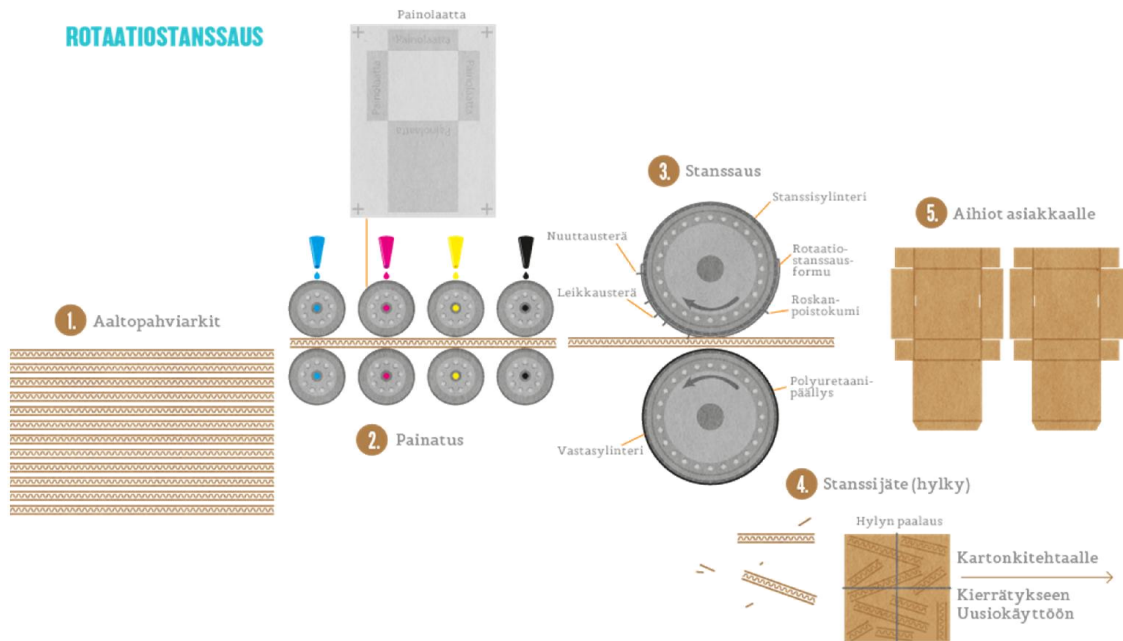
Yleensä stanssirakenteiset pakkaukset toimitetaan aihioina, jotka kootaan ja pakataan koneellisesti asiakkaan tuotannossa. Käsien koottaviin laatikoihin on saatavissa pakkaustyötä nopeuttavia ja helpottavia rakenteita, kuten pikalukitus. Myyntivalmiit kuljetuspakkaukset ja myyntitelineet sekä valmiiksi liimatut automaattipohjaiset ja nelisekä kuusinurkkaliimatut rakenteet tehdään aina stanssaamalla

Taso- eli laakastanssin työkalu on tehty vanerilevystä, johon on kiinnitetty leikkaavat ja taivuttavat terät laserleikattuihin uriin. Leikkaavien terien viereen asennetaan kumit, jotka irrottavat aihion työkalusta. Työkalun valmistukseen käytetään CAD/CAM-ohjelmia mitoituksessa ja laserleikkauksessa (kuva 3).



Kuva 3. Taso- eli laakastanssaus [7]

Rotaatiostanssin muodostaa sylinteripari, joista ylempään kiinnitetään stanssityökalu. Alempi sylinteri on polyuretaanilla päällystetty puristussylinteri. Stanssaus tapahtuu arkin kulkiessa sylinterien välissä, jolloin stanssiformuun kiinnitetyt terät leikkaavat aaltopahviarkin ja tekevät siihen taivutusurat (kuva 4).



Kuva 4. Rotaatiostanssaus [7]

3.6 Painatus

Aaltopahvipakkaus on liikkuva mainostaulu koko logistiikkaketjun läpi. Kaunista ja laadukasta pakkausta käsitellään huolellisemmin – ja aaltopahvipakkauksen ulkoasu voidaan aina viimeistellä halutun tuoteimagon mukaiseksi. Hyvä painoasu ja rakenne mahdollistavat kaikkein vaativimpienkin kuluttajapakkausten valmistamisen. Aaltopahvipakkaus voi toimia sekä kuljetuspakkauksena, myyntivalmiina myyntipakkauksena että kuluttajapakkauksena.

Aaltopahvipakkaukseen voidaan painaa kaikki kuljetuksen, varastoinnin ja myynnin edellyttämät kuvat, tekstit sekä kansainvälisten direktiivien ja viranomais määräysten edellyttämät merkinnät. Tavarantoimittajan merkintä hyötyvät kaikki. Tuotteen käsittely helpottuu ja nopeutuu koko jakeluketjussa.

Pakkaukselle asetetut tehtävät ja vaatimukset ratkaisevat, mikä painomenetelmä milloinkin on tarkoituksenmukaisin.

Fleksopainomenetelmä sopii erinomaisesti aaltopahville. Se on tehokas ja yleisin aaltopahvin painatustapa, jolla toteutetaan myös erittäin korkealuokkaisia ulkoasuja useille eri pintamateriaaleille. Painovärit ovat vesiliukoisia eivätkä sisällä haitallisia raskasmetallipigmenttejä.

Silkkipaino on läpipainomenetelmä, jossa painoväri pakotetaan raakelilla nailon- tai polyesterikankaan läpi aaltopahville. Silkkipainatus toistaa rasterikuvan valokuvamaisena. Menetelmä sopii pienille sarjoille, mm. myyntitelineiden korkealuokkaiseen painatukseen.

Offsetpainomenetelmä sopii vaativiin sävykuvapainatuksiin. Koska painettava materiaali taipuu offsetpainokoneessa, ei paksua aaltopahvia voi painaa suoraan. Siksi aaltopahvin offsetpainatus tehdäänkin pääasiassa esipainatuksena. Offsetpainettu kartonki laminoidaan myöhemmässä vaiheessa aaltopahviin. F- ja N-aaltoiset arkit voidaan painaa suoraan offsetilla.

Digipainatuskin soveltuu aaltopahvipakkauksille. Painomenetelmä kehittyy parhailaan voimakkaasti.

4 EMPOWER OY

Empower on monikansallinen palveluyritys, joka rakentaa, asentaa, huoltaa ja korjaa sähkö- ja televerkkoja, pitää kunnossa voimalaitoksia ja tehtaita sekä toimittaa ICT-ratkaisuja.

Empower palvelee asiakkaita Itämeren alueen maissa sekä Norjassa. Toimintaa Empowerilla on noin sadalla paikkakunnalla Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Virossa, Latviassa ja Liettuassa. Työntekijöitä on noin 3 000 palveluiden ammattilaista. Lisäksi yhteistyötä tehdään yli 200 kumppanin kanssa.

Empowerin juuret ovat vuonna 1988 perustetussa Teollisuuden Voimansiirto Oy:ssä. Se oli Etelä-Pohjanmaan Voiman, Pohjolan Voiman, Nokia Voiman ja Etelä-Suomen

Voiman omistama sähkön siirtoon, myyntiin ja hankintaan sekä siirtoverkon rakentamiseen ja kunnossapitoon erikoistunut yhtiö. Teollisuuden Voimansiirto fuusioitiin Pohjolan Voimaan 1997.

Empower syntyi 1998, jolloin Pohjolan Voima eriytti konsernin palvelutoiminnot omaksi alakonsernikseen PVO-Palvelut Oy:ksi. Vuonna 1999 yhtiön nimeksi tuli Empower Oy. [5.]

Empower-konsernin liiketoiminnot jakautuvat viiteen liiketoimintadivisioonaan:

- Tietoverkkodivisioona suunnittelee, rakentaa, asentaa ja ylläpitää sähkö- ja tietoliikenneverkkoja.
- Teollisuusdivisioonan palveluihin kuuluvat teollisuuden ja energiantuotannon käyttö- ja kunnossapitopalvelut sekä projektipalvelut.
- Sähköverkkoprojektit-divisioona vastaa siirtoverkkojen ja muiden infraverkkojen sekä rakenteiden projektioinnista, rakentamisesta ja kunnossapidosta.
- Baltia-divisioonan vastuulla ovat palveluliiketoiminnot ja liiketoiminnan kehittäminen Virossa, Latviassa ja Liettuassa.
- Tiedonhallinta-divisioona / Empower IM Oy palveluihin kuuluvat energia-markkinoiden palvelut, energia-alan tietojärjestelmät ja Smart Grid -ratkaisut energia-alalle. [6.]

5 JALOSTUSHALLIN ILMASTOINTI

Ilmastointi on asennettu ilmeisesti? 1970-luvulla. Ilmastoinnissa ei ole keskitettyä konehuonetta, vaan useat moottorit puhaltavat ilmaa sisään ja ulos ilmanvaihtoputkia pitkin. Ilmastoinnissa ei myöskään ole lämmön talteenottoa tai vastaavia ratkaisuja, vaan ilmaa kierrätetään sekä puhalletaan sisään ja ulos sellaisenaan.

5.1 Ohjauskeskus

Ohjauskeskus koostuu kahdesta keskuskaapista. Toinen kaappi on asennettu 1970-luvulla, toinen on asennettu myöhemmin. Vaikka keskuskaapit on ulkonäön perusteel-

la asennettu eri aikoina, on niiden sisältö identtisiä, toisen kaapin ohjausyksikköä lukuun ottamatta.

Ohjauskeskukseen on sijoitettu ohjausyksikkö, vääntökytkimet, sulakkeet, kontaktorit ja lämpöreleet. Ohjausyksikkö antaa valita toiminnan välillä käsikäyttö, pois ja automaattinen. Ohjausyksikkö sisältää myös kellokytkimen ja kiertoilmapuhaltimien suunnanvaihdon ohjauksen. Ohjausyksikkö ei sisällä keskitettyä termostaattiohjausta tulo- tai poistoilmakoneille, termostaattiohjaus on vain kiertoilmakoneiden suunnanvaihdolle.

Jokaisella kiertoilmakoneella on ohjausyksikön lisäksi oma puhallinkohtainen kytkin, jolla valitaan käsikäyttö, pois tai automaattinen käyttö. Automaattisessa käytössä jokaisella puhaltimella on oma termostaatti ohjaamassa toimintaa.

Tuloilmakoneiden ohjaus on jossain vaiheessa modernisoitu ja niiden puhallinkohtaiset termostaatit on korvattu kiinteistöautomaation ohjauksella. Tuloilmakoneiden ohjaus on irrotettu ohjausyksiköstä.

Poistoilmakoneita ohjataan vain käsikäyttöisesti, eikä niillä ole termostaattiohjausta.

Ohjauksen varalähtöjä on tuloilmakoneille 8 ja kiertoilmakoneille 3. Dokumenttien puuttuessa on epäselvää, miksi tuloilmakoneilla on noin monta varalähtöä, kun taas poistoilmakoneilla ei ole yhtään.

Keskukselle tulee ohjausjännite 230 VAC sekä moottoreiden käyttöjännite 500 VAC.

5.2 Moottorit

Moottoreita on yhteensä 31, 11 kiertoilmapuhallinta, 11 raitisilmapuhallinta sekä 9 poistoilmapuhallinta.

Moottoreiden tyyppikilvistä löytyy ainoastaan tiedot; käyttöjännite 500 V, virta 1,6 – 2,0 A ja nopeus 1 500 r/min, tarkempia dokumentteja moottoreista ole saatavilla.

Vanhoja moottoreita on käytettävä 400 voltilla, kunnes ne vaihdetaan uusiin 400 V moottoreihin. Alijännitteellä käyttäminen aiheuttaa noin 20 % virran kasvun, joka aiheuttaa moottoreiden lämpenemistä. Lämpeneminen voi aiheuttaa mekaanisia vaurioita laakerointiin sekä roottoriin. Kustannussyistä jokaiselle moottorille ei voida asentaa omaa taajuusmuuttajaa, koska niille ei ole käyttöä myöhemmin 400 V käytössä. Moottorit ovat vanhoja, mutta pienitehoisia, joten alijännitteellä käytön ei uskota aiheuttavan vahinkoa lyhyellä aikavälillä.

6 UUDET KOMPONENTIT

Ohjauskeskukseen vaihdetaan kaikki komponentit uusiin. Vanha ohjausyksikkö poistetaan ja ilmastoinnin ohjaus siirretään kokonaan kiinteistöautomaation hoidettavaksi.

Moottorilähtöjen sulakkeet ja lämpöreleet sekä kontaktorit vaihdetaan moottorinsuojajytkimen ja kontaktorin paketteihin.

Ohjauspuolelle tulee uudet vääntökytkimet sekä merkkilamput moottoreiden käyntitietoa varten. Ohjauksen puolelle asennetaan myös kontaktori pysäyttämään ilmastointi, mikäli kiinteistöautomaatio antaa palohälytyksen.

Ohjauskeskukselle tulevaa kaapelointia ei välttämättä tarvitse uusia, kaapelit vaikuttavat silmämääräisesti hyväkuntoisilta. Uusia kaapeleita joudutaan asentamaan kiinteistöautomaation ohjausta varten, vain raitisilmapuhaltimille on olemassa olevat kaapelit. Myös keskuskaappi joudutaan uusimaan, koska ilmastointia ei voida pysäyttää, jotta vanhat kaapit voidaan purkaa ja asentaa uudet komponentit toiseen. Uuden kaapin tulee ehkä olla hieman leveämpi kuin kumpikaan vanhoista kaapeista, jotta kaikki komponentit mahtuvat yhteen kaappiin.

6.1 Moottorinsuojajytkimet ja kontaktorit

Käynnistyssuojana voidaan käyttää moottorinsuojajytkimestä ja kontaktorista muodostettua suorakäynnistintä (kuva 5). Koska moottorit ovat pienitehoisia, riittää suojaksi esim. ABB:n MS116-sarjan moottorinsuojajytkin ja AF09-sarjan kontaktori.

Moottorinsuojajytkimiin tulee asentaa lisäkosketinyksikkö, joissa tulee olla aukeava kosketin. Tilan säästämiseksi voidaan käyttää moottorinsuojajytkimen eteen asennettavia lisäkoskettimia.

Kontaktoreihin tulee asentaa kaksi lisäkosketinta sulkeutuvilla koskettimilla. Tilan säästämiseksi voidaan käyttää kontaktorin eteen asennettavia lisäkoskettimia. [4.]



KUVA 5. ABB:n suorakäynnistin [4]

6.2 Sähkömoottorit

Uusiksi moottoreiksi voidaan valita esim. ABB:n M2AA-sarjan alumiinimoottorit. Moottorit ovat häkkikämmittyjä kolmivaihemoottoreita. Moottoreiden runko ja staattori ovat alumiinia. Moottoreissa on vedenpoistoreiät, jotka ovat toimitettaessa auki, mukana toimitetaan muovikorkit. Reikiä ei saa sulkea, mikäli moottoreita käytetään kosteissa olosuhteissa tai harvoin.

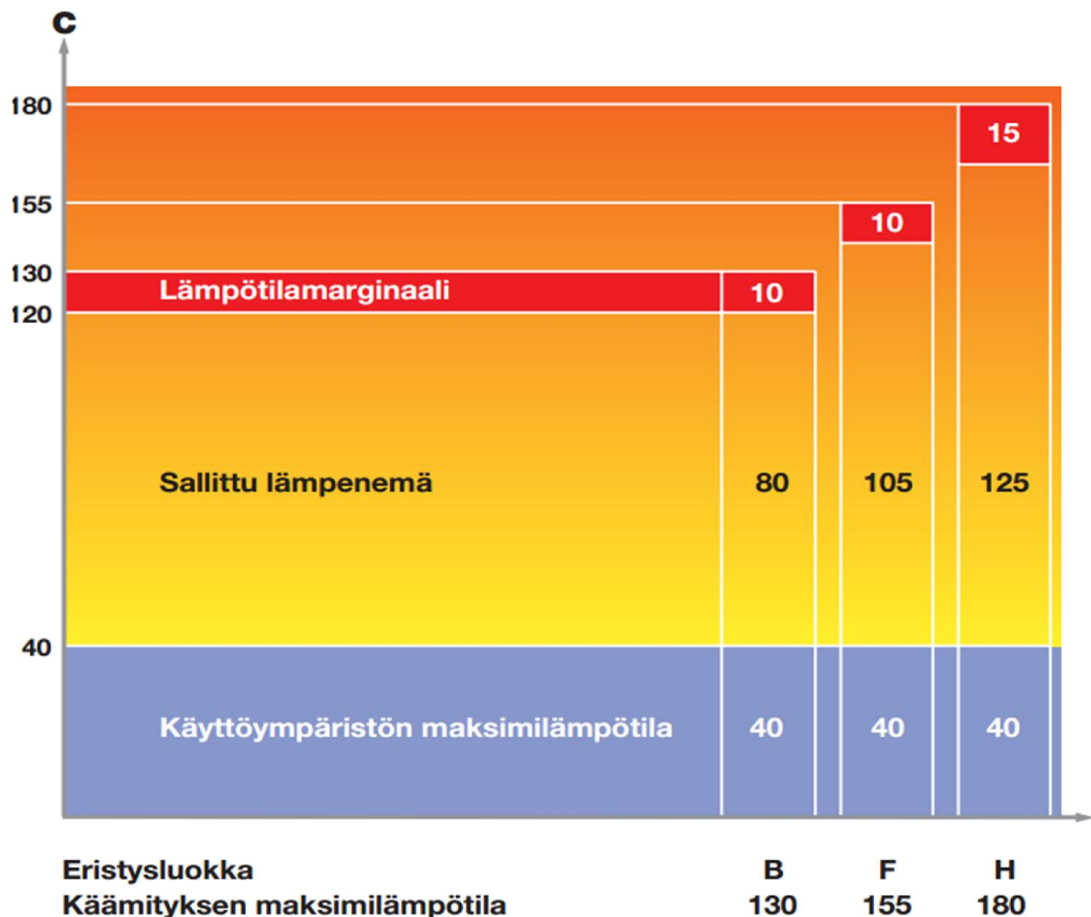
M2AA-sarjan moottoreissa on F- ja B-luokan eristys (kuva 6), jotka kattavat yleisimmät teollisuuden vaatimukset. Näillä suojaustoimenpiteillä saadaan aikaan 25 °C suojamarginaali, jonka avulla kuormitusta voidaan nostaa hetkellisesti.

F-luokan eristys

- maksimi ympäristön lämpötila 40 °C
- maksimi lämpötilan nousu 105 °C
- lämpötilamarginaali 10 °C
- maksimi lämpötila 155 °C

B-luokan eristys

- maksimi ympäristön lämpötila 40 °C
- maksimi lämpötilan nousu 120 °C
- lämpötilamarginaali 10 °C
- maksimi lämpötila 130 °C



KUVA 6. Moottoreiden eristysluokat [3]

Moottoreissa on staattorin päällä alumiiniseoksesta valettu kytkentäkotelo. [2.]

Koska moottoreiden yhteydessä ei ole turvakytkimiä, vaihdon yhteydessä moottoreiden yhteyteen asennetaan myös uudet turvakytkimet [1].

6.3 Kiinteistöautomaation komponentit

Kiinteistöautomaation keskukseen tulee asentaa ohjaus- ja indikointimoduuleita kiertö- ja poistoilmapuhaltimille (kuva 7). Ohjausmoduuleille tuleville kaapeleiksi valitaan esim. MMJ ja indikointimoduuleille tuleville instrumentointikaapeli, esimerkiksi NOMAK.

Indikointimoduuli saa tilatiedon moottorin ohjauskontaktorilta ja tilatietoa voidaan käyttää antamaan hälytys esimerkiksi moottorinsuojakytkimen lauetessa.

Myös palohälytystä varten asennetaan oma ohjausmoduuli sekä kaapeloinniksi MMJ. [8, 9.]



KUVA 7. Vasemmalla Siemensin indikointimoduuli PTM1.4D20 ja oikealla ohjausmoduuli PTM1.2Q250 [8, 9]

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli tehdä suunnitelma ilmastoinnin modernisoinnin toteuttamiseksi. Moottoreita on yhteensä 31, joten taajuusmuuttajia ei ole kustannusten takia järkevä käyttää. Koska vanhasta 6 kV/500 V muuntajasta halutaan luopua, on kustannustehokkain tapa on siirtyä 400 V järjestelmään ja vaihtaa kaikki moottorit uusiin. Olemassa olevaa kaapelointia voidaan käyttää hyväksi, uusia kaapeleita tarvitaan vain kiinteistöautomaatiolle. Uudet sähkömoottorit valittiin ABB:n M2AA-sarjasta, jotka käyttävät kolmivaiheista 400 V jännitettä.

Ohjauskeskukset uusitaan kokonaan. Vanhat tulppasulakkeet, lämpöreleet ja kontaktorit korvataan nykyaikaisilla suorakäynnistimillä, moottorinsuojakytkimen ja kontaktorin paketeilla. Moottoreiden ohjaus siirretään kiinteistöautomaatiolle.

Toteutus tulee suunnitella huolella. Käytössä olevat moottorit ovat vanhoja ja alijännitteellä käyttö ei ole järkevää pitkiä aikoja, on moottoreiden vaihto uusiin suoritettava mahdollisimman pian 400 V järjestelmään siirryttäessä.

Toinen, ja ehkä halvin vaihtoehto olisi vaihtaa vain moottorit uusiin, vaihtaa syöttö 400 V muuntajaan sekä säätää lämpöreleet uudestaan. Tämä ei ole taloudellisesti järkevin vaihtoehto pitkällä tähtäimellä, koska toinen ilmastoinnin ohjauskaappi on huonossa kunnossa.

Piirikaavioista on tehty uudet esimerkkikuvat, joista Empowerin on helppo muokata tarpeen mukaan. Tuloilmakojeissa ei välttämättä tarvitse olla kahdeksaa ohjausta varalla, kun taas poistoilmakojeisiin voisi lisätä pari ohjausta varalle.

LÄHTEET

1. ABB, Koteloidut kytkimet, turvakytkimet 16...1250 A, OT2FI 09-06.
<http://www.abb.fi/product/seitp329/420edb4f89fc0d6ac1256ffe0049500f.aspx>.
Yrityksen www-sivut. Ei päivitystietoa. Luettu 7.1.2014.
2. ABB, Low voltage General performance IE2 high efficiency motors according to EU MEPS,
[http://www05.abb.com/global/scot/scot234.nsf/veritydisplay/11c6e0af95bf9782c1257c010036a39a/\\$file/General%20performance%20IE2%20motors%20EU%20MEPS%209AKK105789%20EN%2001_2013%20Rev%20A.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot234.nsf/veritydisplay/11c6e0af95bf9782c1257c010036a39a/$file/General%20performance%20IE2%20motors%20EU%20MEPS%209AKK105789%20EN%2001_2013%20Rev%20A.pdf).
Yrityksen www-sivut. Päivitetty 10.11.2013. Luettu 10.2.2014.
3. ABB, Moottoreiden laatuopas,
[http://www05.abb.com/global/scot/scot259.nsf/veritydisplay/49d50c78179dab40c2256d28002bfd63/\\$file/moottoreiden%20laatuopas%2003-2003.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot259.nsf/veritydisplay/49d50c78179dab40c2256d28002bfd63/$file/moottoreiden%20laatuopas%2003-2003.pdf),
Yrityksen www-sivut. Päivitetty 2003. Luettu 10.2.2014.
4. ABB, Moottorin ohjaus ja suojaus 18,5 kW,
[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/39f460672a724062c12578df0028d104/\\$file/Tekninen%20esite%20STAR%201FI11_06.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/39f460672a724062c12578df0028d104/$file/Tekninen%20esite%20STAR%201FI11_06.pdf).
Yrityksen www-sivut. Ei päivitystietoa. Luettu 7.1.2014.
5. Empower, yhtiön historia, <http://www.empower.eu/web/fi/historia>, Yrityksen www-sivut. Ei päivitystietoa. Luettu 3.12.2013.
6. Empower, yhtiön liiketoiminta. <http://www.empower.eu/web/fi/empowerin-liiketoiminta>. Ei päivitystietoa. Luettu 17.3.2014.
7. Käyttäjän käsikirja | Suomen aaltopahviyhdistys.
<http://aaltopahvi.fi/aaltopahvi/kasikirja/>. Yhdistyksen www-sivut. Ei päivitystietoa. Luettu 16.3.2014.
8. Siemens Talotekniikka. Indikointimoduulit.
<https://extra.siemens.fi/SBTesitteet.nsf/JulkaisutWeb/AE5C2E71934CD18BC>

2257290003D3870/\$file/N8112fi.pdf. Yrityksen www-sivut. Päivitetty 20.11.2001. Luettu 30.12.2013.

9. Siemens Talotekniikka. Ohjausmoduulit.

[https://extra.siemens.fi/SBTesitteet.nsf/JulkaisutWeb/33D0B964625CD10DC2257290003D3882/\\$file/N8141fi.pdf](https://extra.siemens.fi/SBTesitteet.nsf/JulkaisutWeb/33D0B964625CD10DC2257290003D3882/$file/N8141fi.pdf). Yrityksen www-sivut. Päivitetty 20.11.2001. Luettu 30.12.2013.

10. Stora Enso. Heinolan tehtaat. <http://www.storaenso.com/about-us/mills/finland/heinola-mill/Pages/welcome-to-heinola-mill-fi.aspx>. Yrityksen www-sivut. Ei päivitystietoa. Luettu 3.12.2013.

11. Stora Enso. Tiedot ja luvut 2013.

http://assets.storaenso.com/se/com/DownloadCenterDocuments/Stora_Enso_Facts_Figures_F_2013.pdf. Yrityksen www-sivut. Ei päivitystietoa. Luettu 15.3.2014.

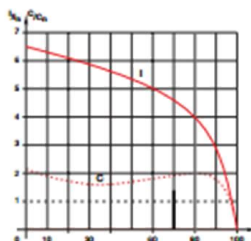
Direct-On-Line Starters Protected by Manual Motor Starters With AF Contactors - Open Type Version in Kit Form

Catalogue Page 158C 101 130 93001



Application

Full voltage direct-on-line starting for controlling three-phase asynchronous motors is a simple and economic solution characterised by a high starting torque (1.9 to 2.1 times full-speed torque) and a starting current 5.5 to 7 times nominal current.



I = current
C = torque
In = nominal current
Cn = nominal torque

Coordination Types

The contactor and the manual motor starter control and protect motors against overload and short-circuits according to coordination types 1 and 2 (IEC 60947-4-1 / EN 60947-4-1) defining the anticipated level of service continuity as follows:

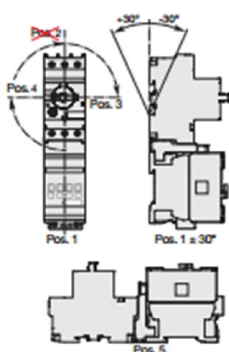
Type 1: In short-circuit conditions, the contactor or starter does not endanger persons or installations and will not be able to then operate without being repaired or having parts replaced.

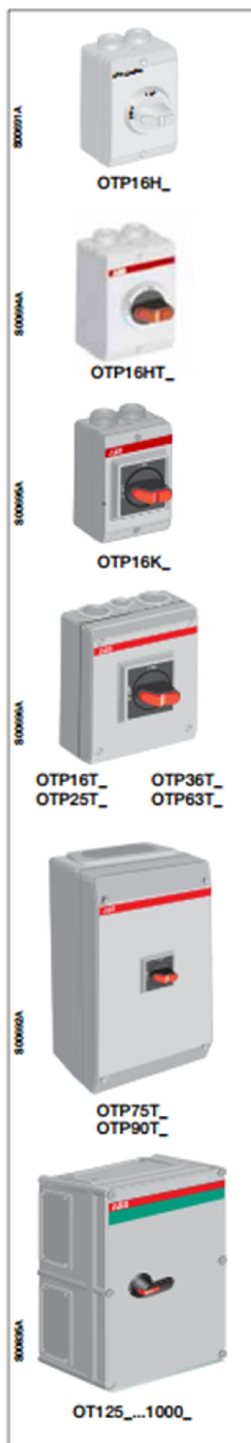
Type 2: In short-circuit conditions, the contactor or starter does not endanger persons or installations and will be able to operate afterwards. The risk of contacts light welding is acceptable.

Main Technical Data

| | |
|---|--|
| Standards | : IEC 60947-4-1 / EN 60947-4-1 |
| Rated operational voltage U_n max. | : 690 V - 50/60 Hz |
| Rated insulation voltage U_i according to IEC 60947-4-1 | : 690 V |
| Switching frequency | : ≤ 15 starts/hour - 80 % max. load factor - with max. 1.5 s starting time : ≤ 30 starts/hour - 50 % max. load factor - with max. 1.5 s starting time |
| Ambient air temperature close to the device | : use with MS116 : ≤ 55 °C : use with MS132 : ≤ 60 °C |
| Degree of protection | : IP 20 |

Mounting positions





Muovikoteloidut turvakytkimet, 3-napaiset, IP65

Kaapeliläpiviennit ylä- ja alakautta

Installaatioturvakytkimet, valkoinen väännin, valkoinen kotelo (RAL9001)

Toimitukseen sisältyy N- ja PE-liittimet, kaksi kalvotiivistettä, kaksi vedonpoistajaa sekä apukoskettimet oikean taulukon mukaisesti. Lajimerkki /10 = 10 kappaletta pakkauksessa.

| Suurin moottoriteho / AC-23A | | | | Kaapelien läpiviennit-aihiot / pääty * | Sisältää apukoskettimet | Apukoskettimia enintään | Lajimerkki | SSTL | Paino [kg] |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|--|-------------------------|-------------------------|----------------|-----------|------------|
| 230V [kW] | 400V [kW] | 500V [kW] | 690V [kW] | | | | | | |
| Pyöreä valkoinen väännin | | | | | | | | | |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM20 | - | 1S+1A | OTP16H3M1 | | 0.4 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM20 | - | 1S+1A | OTP16H3M1/10 | | 4.0 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM20 | 1S | 1S+1A | OTP16H3M | | 0.4 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM20 | 1S | 1S+1A | OTP16H3M/10 | | 4.0 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM25 | - | 1S+1A | OTP16H3M251 | 36 422 31 | 0.4 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM25 | - | 1S+1A | OTP16H3M251/10 | 36 422 32 | 4.0 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM25 | 1S | 1S+1A | OTP16H3M25 | 36 422 33 | 0.4 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM25 | 1S | 1S+1A | OTP16H3M25/10 | 36 422 34 | 4.0 |

Installaatioturvakytkimet, musta väännin, harmaa kotelo

Toimitukseen sisältyy N- ja PE-liittimet, kaksi kalvotiivistettä, kaksi vedonpoistajaa, väännin, sekä apukoskettimet oikean taulukon mukaisesti. Lajimerkki /10 = 10 kappaletta pakkauksessa.

| | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----|-----|-----|-------|----|-------|-----------------|-----------|-----|
| Pyöreä musta väännin | | | | | | | | | |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM20 | - | 1S+1A | OTP16HT3M1 | | 0.4 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM20 | - | 1S+1A | OTP16HT3M1/10 | | 4.0 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM20 | 1S | 1S+1A | OTP16HT3M | | 0.4 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM20 | 1S | 1S+1A | OTP16HT3M/10 | | 4.0 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM25 | - | 1S+1A | OTP16HT3M251 | 36 422 41 | 0.4 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM25 | - | 1S+1A | OTP16HT3M251/10 | 36 422 42 | 4.0 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM25 | 1S | 1S+1A | OTP16HT3M25 | 36 422 43 | 0.4 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM25 | 1S | 1S+1A | OTP16HT3M25/10 | 36 422 44 | 4.0 |
| Neliskulmainen musta väännin | | | | | | | | | |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM20 | - | 1S+1A | OTP16K3M1 | | 0.4 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM20 | 1S | 1S+1A | OTP16K3M | | 0.4 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM25 | - | 1S+1A | OTP16K3M251 | 36 422 51 | 0.4 |
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM25 | 1S | 1S+1A | OTP16K3M25 | 36 422 52 | 0.4 |

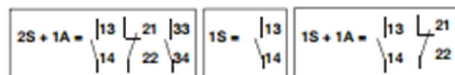
Teollisuuskäyttöön tarkoitetut turvakytkimet, harmaa kotelo

Toimitukseen sisältyy musta neliskulmainen (OTP16...90) tai pistoolityyppinen (OT125...) väännin (I-O, ON-OFF), PE-liitin, apukoskettimet oikean taulukon mukaisesti ja N-liitin kokoon OTP90_ asti.

Sisältää kierteelliset läpiviennitaihiot myös ohjauskaapeleita varten, holkkitiivistet on tilattava erikseen.

| | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|------|-------------|-------|-------|--------------|-----------|------|
| 5.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 2xM25+M16 | 1S | 2S+2A | OTP16T3M | 36 422 53 | 0.5 |
| 7.5 | 15 | 15 | 15 | 2xM32+M16 | 1S | 2S+2A | OTP25T3M | 36 422 54 | 0.9 |
| 11 | 22 | 22 | 15 | 2xM32+M16 | 1S | 2S+2A | OTP36T3M | 36 422 55 | 0.9 |
| 18.5 | 30 | 30 | 30 | 2xM32+M16 | 1S | 2S+2A | OTP63T3M | 36 422 57 | 1.0 |
| 22 | 37 | 37 | 37 | 2xM50+M16 | 1S | 2S+2A | OTP75T3M | 36 428 80 | 2.4 |
| 22 | 45 | 45 | 45 | 2xM50+M16 | 1S | 2S+2A | OTP90T3M | 36 428 81 | 2.4 |
| Sisältää laippa-aihiot, laipat on tilattava erikseen | | | | | | | | | |
| 22 | 37 | 37 | 37 | - | 1S | 2S+2A | OTP75T3U | | 2.4 |
| 22 | 45 | 45 | 45 | - | 1S | 2S+2A | OTP90T3U | | 2.4 |
| 37 | 55 | 55 | 55 | II-laippa | 1S+1A | 1S+1A | OT125EFCC3T | 36 422 36 | 5.4 |
| 45 | 75 | 75 | 75 | II-laippa | 1S+1A | 1S+1A | OT160EFCC3T | 36 422 41 | 7.0 |
| 55 | 110 | 132 | 160 | II-laippa | 2S+1A | 2S+1A | OT200KFCC3T | 36 422 01 | 9.0 |
| 75 | 132 | 160 | 200 | II-laippa | 2S+1A | 2S+1A | OT250KFCC3T | 36 422 06 | 9.0 |
| 90 | 160 | 200 | 250 | II-laippa | 2S+1A | 2S+1A | OT315KFCC3T | 36 424 11 | 9.0 |
| 110 | 220 | 280 | 355 | II-laippa | 2S+1A | 2S+1A | OT400DFCC3T | 36 424 16 | 16.0 |
| 180 | 315 | 400 | 560 | II-laippa | 2S+1A | 2S+1A | OT630KFCC3T | 36 424 21 | 20.0 |
| 315 | 560 | 710 | 1000 | 2xII-laippa | 2S+1A | 2S+1A | OT1000BFCC3T | 36 424 31 | 35.0 |

* Pk-kierte saatavilla erikoistilauksesta.



General performance aluminum motors
 Technical data for totally enclosed squirrel
 cage three phase motors

IE2

IP 55 - IC 411 - Insulation class F, temperature rise class B
 IE2 efficiency class according to IEC 60034-30; 2008

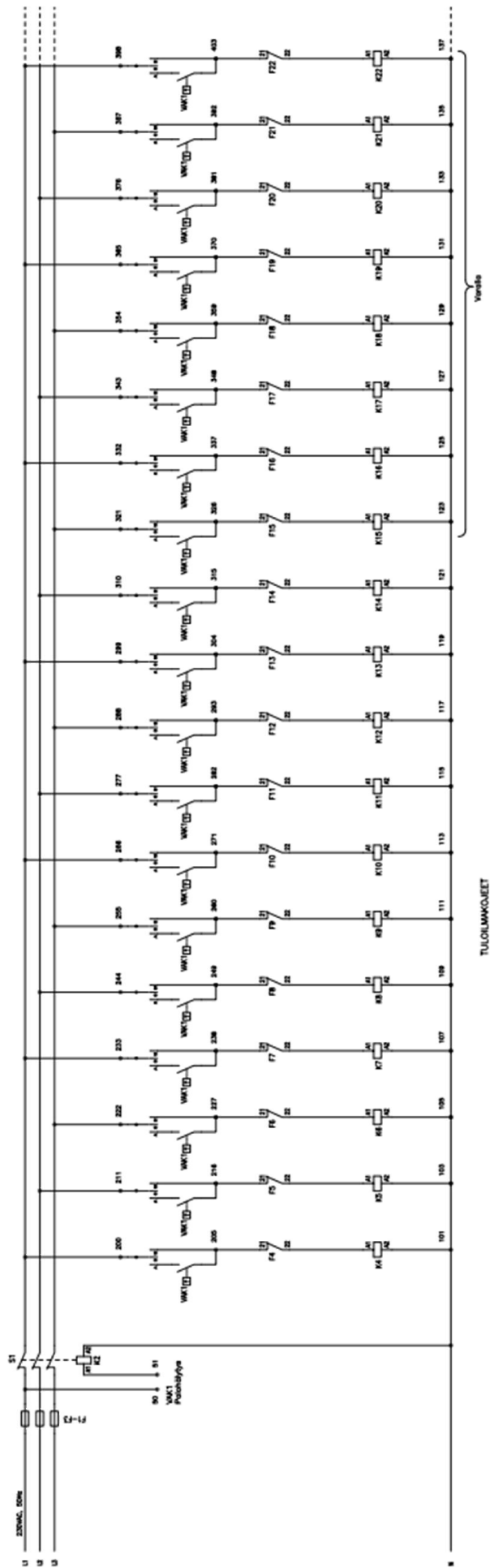
| Output kW | Motor type | Product code | Speed r/min | Efficiency IEC 60034-2-1; 2007 | | | Power factor cos φ | Current | | Torque | | | Moment of inertia J = 1/4 GD ² kgm ² | Weight kg | Sound pressure level L _{PA} dB |
|----------------------|--------------|-------------------|----------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|--------------|--|
| | | | | Full load 100% | 3/4 load 75% | 1/2 load 50% | | I _s A | I _L A | T _N Nm | T _L T _N | T _b T _N | | | |
| 1500 r/min = 4 poles | | | | | | | | | | | | | | | |
| 400 V 50 Hz | | | | | | | | | | | | | | | |
| CENELEC-design | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.06 | M2AA 56 A | 3GAA 052 001-***A | 1340 | 51.1 | 45.8 | 36.0 | 0.67 | 0.25 | 2.5 | 0.42 | 2.2 | 2.2 | 0.00017 | 3.2 | 36 |
| 0.09 | M2AA 56 B | 3GAA 052 002-***A | 1370 | 55.5 | 50.2 | 40.5 | 0.62 | 0.37 | 2.8 | 0.62 | 2.9 | 2.9 | 0.00018 | 3.4 | 36 |
| 0.12 | M2AA 63 A | 3GAA 062 001-***C | 1400 | 65.5 | 60.4 | 51.7 | 0.57 | 0.46 | 3.1 | 0.81 | 2.7 | 2.8 | 0.00019 | 4 | 40 |
| 0.18 | M2AA 63 B | 3GAA 062 002-***C | 1380 | 67.3 | 63.9 | 56.7 | 0.62 | 0.62 | 3.1 | 1.24 | 2.5 | 2.6 | 0.00026 | 4.5 | 40 |
| 0.25 | M2AA 71 A | 3GAA 072 001-***E | 1365 | 65.1 | 66.0 | 62.7 | 0.76 | 0.72 | 4.0 | 1.74 | 2.0 | 2.1 | 0.00066 | 5.2 | 45 |
| 0.37 | M2AA 71 B | 3GAA 072 002-***E | 1375 | 69.7 | 71.9 | 71.1 | 0.79 | 0.96 | 3.8 | 2.5 | 2.0 | 2.2 | 0.0008 | 5.9 | 45 |
| 0.55 | M2AA 80 A | 3GAA 082 001-***E | 1375 | 72.8 | 76.1 | 75.2 | 0.77 | 1.41 | 4.5 | 3.8 | 1.8 | 2.2 | 0.0013 | 8.5 | 50 |
| 0.75 | M2AA 80 D | 3GAA 082 214-***E | 1415 | 79.8 | 81.3 | 79.9 | 0.82 | 1.65 | 5.9 | 5 | 2.6 | 3.2 | 0.0016 | 12 | 50 |
| 1.1 | M2AA 90 LB | 3GAA 092 214-***E | 1435 | 83.7 | 84.1 | 83.0 | 0.78 | 2.4 | 6.6 | 7.3 | 2.9 | 3.2 | 0.0043 | 16 | 50 |
| 1.5 | M2AA 90 LD | 3GAA 092 215-***E | 1435 | 84.2 | 84.1 | 81.9 | 0.76 | 3.3 | 7.0 | 9.9 | 3.1 | 3.5 | 0.0048 | 17 | 50 |
| 2.2 | M2AA 100 LC | 3GAA 102 213-***E | 1450 | 86.4 | 86.2 | 84.1 | 0.79 | 4.6 | 7.3 | 14.4 | 2.8 | 3.4 | 0.009 | 25 | 54 |
| 3 | M2AA 100 LD | 3GAA 102 214-***E | 1445 | 85.7 | 86.1 | 85.1 | 0.79 | 6.3 | 7.0 | 19.8 | 2.4 | 3.0 | 0.011 | 28 | 63 |
| 4 | M2AA 112 MB | 3GAA 112 212-***E | 1445 | 86.7 | 86.5 | 85.2 | 0.75 | 8.8 | 7.3 | 26.4 | 3.1 | 3.4 | 0.0126 | 34 | 64 |
| 5.5 | M2AA 132 M | 3GAA 132 212-***E | 1465 | 89.0 | 89.8 | 89.1 | 0.79 | 11.2 | 6.3 | 35.8 | 1.9 | 2.6 | 0.038 | 48 | 66 |
| 7.5 | M2AA 132 MA | 3GAA 132 214-***E | 1460 | 89.1 | 89.9 | 89.5 | 0.79 | 15.3 | 6.4 | 49 | 1.8 | 2.6 | 0.048 | 59 | 63 |
| 11 | M2AA 160 MLA | 3GAA 162 043-***G | 1463 | 90.2 | 91.4 | 91.2 | 0.85 | 20.7 | 7.1 | 71.7 | 2.6 | 3.0 | 0.084 | 97 | 65 |
| 15 | M2AA 160 MLB | 3GAA 162 044-***G | 1463 | 90.6 | 91.8 | 91.6 | 0.84 | 28.4 | 7.2 | 97.9 | 2.7 | 3.6 | 0.095 | 105 | 65 |
| 18.5 | M2AA 180 MLA | 3GAA 182 043-***G | 1464 | 91.2 | 92.3 | 92.1 | 0.84 | 34.8 | 7.9 | 120 | 3.1 | 3.6 | 0.112 | 125 | 62 |
| 22 | M2AA 180 MLB | 3GAA 182 044-***G | 1465 | 91.6 | 92.5 | 92.1 | 0.83 | 41.7 | 8.0 | 143 | 3.0 | 3.8 | 0.13 | 137 | 65 |
| 30 | M2AA 200 MLA | 3GAA 202 042-***G | 1474 | 92.3 | 93.4 | 93.5 | 0.83 | 56.5 | 7.3 | 194 | 2.7 | 2.9 | 0.217 | 188 | 62 |
| 37 | M2AA 225 SMA | 3GAA 222 043-***G | 1479 | 93.0 | 93.9 | 93.8 | 0.84 | 68.3 | 7.2 | 238 | 2.6 | 2.9 | 0.309 | 239 | 68 |
| 45 | M2AA 225 SMB | 3GAA 222 044-***G | 1479 | 93.2 | 94.0 | 93.7 | 0.83 | 83.9 | 7.4 | 290 | 2.4 | 3.1 | 0.368 | 265 | 68 |
| 55 | M2AA 250 SMA | 3GAA 252 042-***G | 1478 | 93.5 | 94.2 | 93.7 | 0.85 | 99.8 | 7.3 | 355 | 2.8 | 3.0 | 0.476 | 311 | 70 |

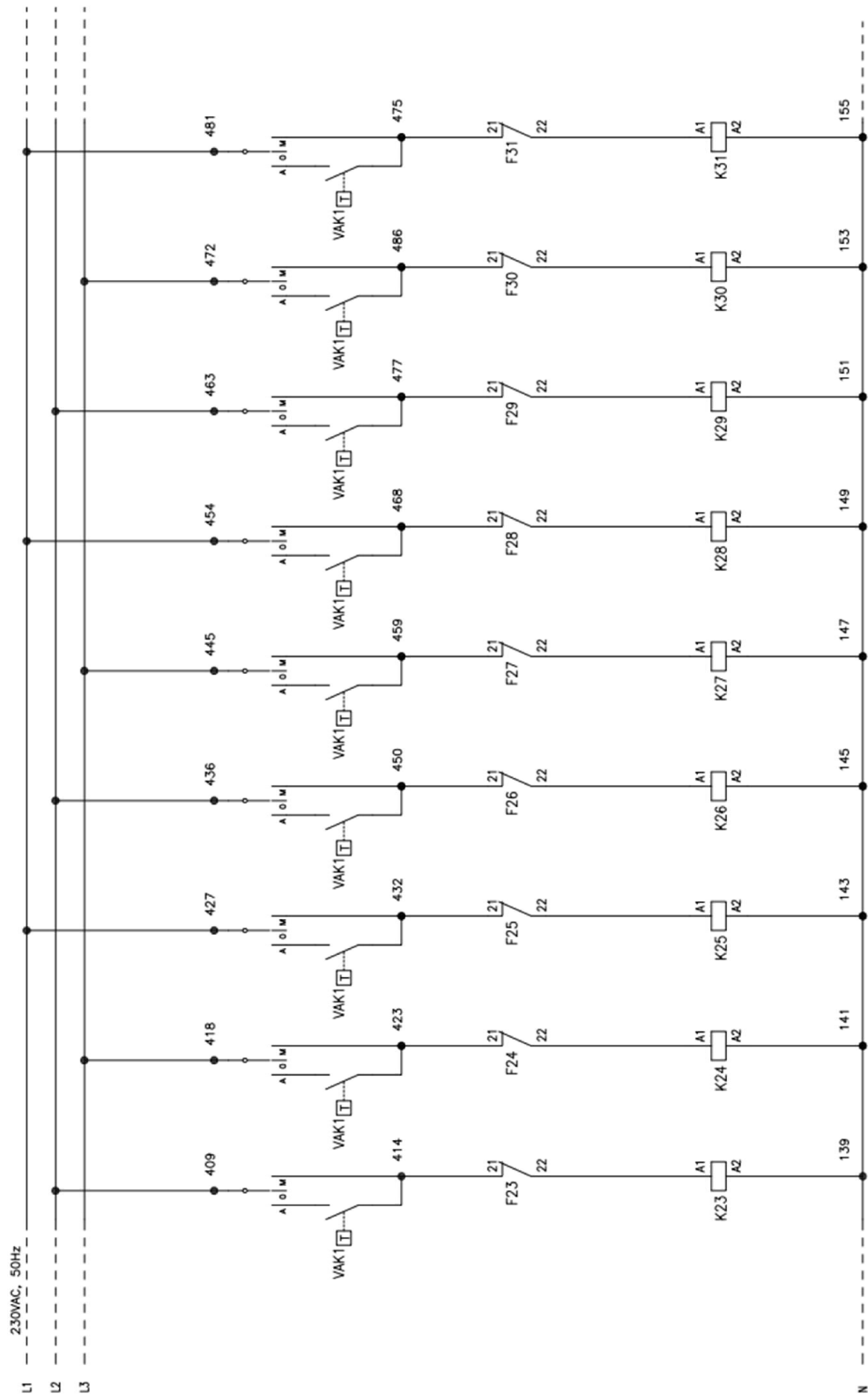
The two bullets in the product code indicate choice of mounting arrangements, voltage and frequency code (see ordering information page).

I_s / I_N = Starting current
 T_L / T_N = Locked rotor torque
 T_b / T_N = Breakdown torque

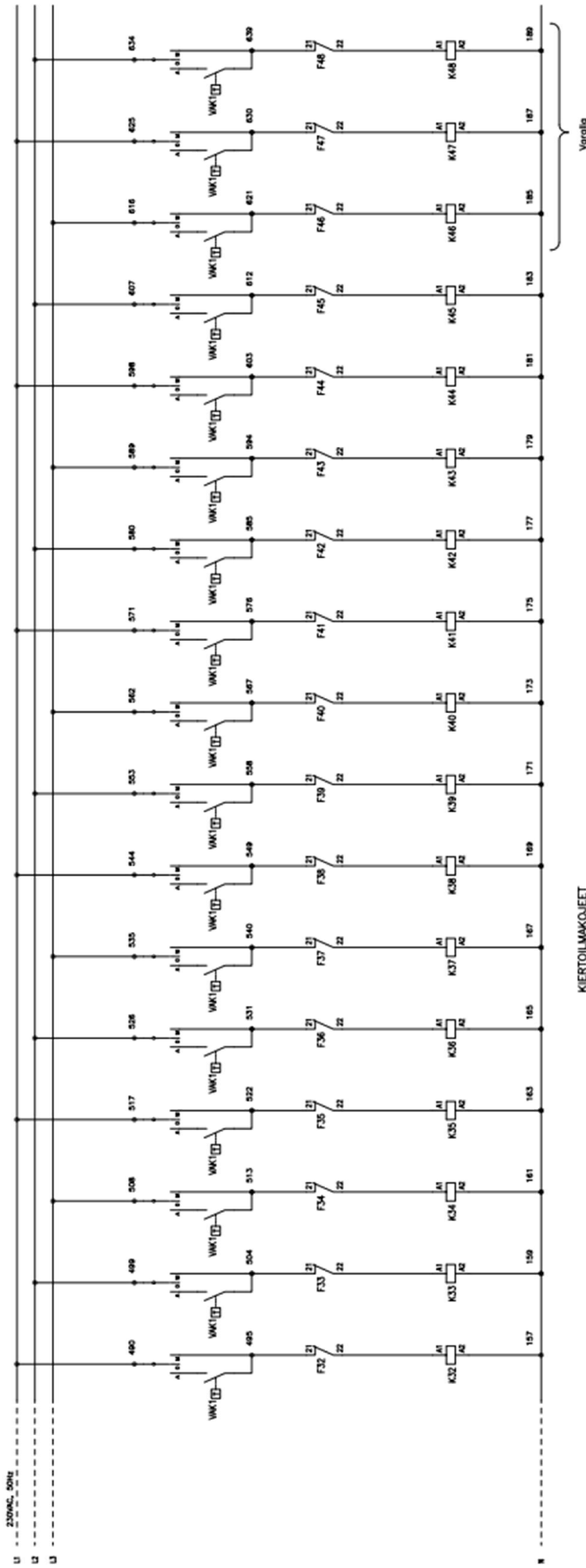
Efficiency values are given according to IEC 60034-2-1; 2007.
 Please note that the values are not comparable without knowing the testing method.
 ABB has calculated the efficiency values according to indirect method, stray load losses (additional losses) determined from measuring.

IE-class concerns motors from 0.75 kW to 375 kW.





POISTOILMAKOJEET



KIERTOILMAKUNJEET

