

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

LUT Metalli

Konetekniikan koulutusohjelma

BK10A0400 Kandidaatintyö ja seminaari

**SÄHKÖKONEIDEN SUUNNITTELUUN JA VALMISTUKSEEN
VAIKUTTAVAT STANDARDIT
MANUFACTURING STANDARDS OF ELECTRIC MACHINES**

Lappeenrannassa 20.5.2011

Ville Puttonen

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	3
2	KÄSITELTÄVÄT STANDARDIT	4
2.1	IEC 60034-1	4
2.2	SFS-EN 50102.....	7
2.2.1	Testausvaatimukset	8
2.3	IEC 60034-5	10
2.4	IEC 60034-6	13
2.4.1	Määrittäysperiaate.....	15
2.5	IEC 60034-7	19
3	YHTEENVETO	30
	LÄHTEET	32

1 JOHDANTO

Tässä kandidaatintyössä käsitellään pyöriviin sähkökoneisiin liittyviä standardeja, lisäksi pohditaan hieman niiden vaikutusta suunnitteluun ja valmistukseen. Tämän päivän sähkökoneiden valmistuksessa vaaditaan tarkkaan määritetyt standardit, joista ilmenee kyseisen koneen ominaisuudet. Työ on tehty, koska standardit on aiheellista ottaa huomioon suunnittelussa ja valmistuksessa. Käsitellyt standardit on aukaistu niin, että niitä voitaisiin käyttää suunnittelussa ja valmistuksessa.

Työ on rajattu käsittelemään viittä eri standardia, jotka käsittelevät sähkökoneiden käyttötehoa, koteloinnin iskunkestävyyttä, koteloinnin suojausta, koneen jäähdytystä sekä laitteiston kokoonpanoa. Näistä standardeista esitellään niiden käyttökohteet, muodostamistavat sekä vaikutus koneen suunnitteluun/valmistukseen. Työssä ei esitellä kaikkien standardien testausmenetelmiä perusteellisesti. Nämä tiedot löytyvät alkuperäisistä julkaisuista. Työssä on käytetty pääasiassa englanninkielisiä lähteitä, joista pääkohdat on käännetty tähän työhön.

Työ on tarkoitettu ensisijaisesti koneiden suunnittelijoille sekä valmistajille, jotka vastaavat koneen mekaanisista ominaisuuksista. Standardit eivät ole sääntöjä vaan ohjeita valmistajalle. Niiden määrittäminen ja niistä vastaaminen on valmistajan vastuulla, kuitenkin annetut standardit pitää pystyä todistamaan päteviksi tarvittaessa. On hyvä huomioida että jotkin standardit poissulkevat toisen standardin käytön, tällöin on syytä tarkastella eri standardien tärkeyttä.

2 KÄSITELTÄVÄT STANDARDIT

Käsiteltävät standardit ovat IEC 60034-1 (käyttöteho ja suorituskyky), SFS-EN 50102 (koteloinnin iskukestävyyden lujuusluokat), IEC 60034-5 (kotelon suojaus), IEC 60034-6 (jäähdytys) ja IEC 60034-7 (laitteiston sijoittaminen kokoonpanossa). Standardit ovat osa IEC 60034 standardia, kokonaisuudessaan eri osia on 31. Standardeista huomioon otetaan sähkömoottorin valmistukseen ja suunnitteluun vaikuttavat seikat sekä standardin mukaan määräytyvät merkinnät sähkömoottoria suunniteltaessa ja valmistettaessa. Seuraavaksi esitellään pääpiirteet käsiteltävistä standardeista. Tarkemmat määritykset ja esimerkit löytyvät alkuperäisistä julkaisuista.

2.1 IEC 60034-1

Standardi IEC 60034-1 käsittelee moottorien käyttötehoa ja suorituskykyä. Standardissa luokitellaan moottorin käyttötyyppi, luokitusperiaate käyttötyypille, ympäristö, jossa luokitus on pätevä, sähkövirran määritykset, lämpötilan määritykset sekä yleiset merkinnän määritykset.

Standardin mukaan moottorin tehon käyttökuvaus ilmoitetaan joko numeerisesti, graafisesti tai standardin tehonkäyttötyypin mukaan. Käyttötyypit valitaan kymmenen tyyppin joukosta (S1 - S10). Käyttötyypissä on kuvattu käyttöaika ja moottorin rasitus sekä lämpötila. Huomioitavaa on, että eri variaatiot ottavat huomioon, onko moottori jatkuvalla rasituksella vai ainoastaan hetkittäisellä käytöllä. Tehon ja rasituksen määrän vaihtelu on myös otettu huomioon eri mallien välillä. Tarkemmat kuvaukset ja määritykseen liittyvät kuvaajat on esitelty standardissa. (IEC 60034-1 2004, s. 9 - 49.)

Lyhyet kuvaukset eri käyttötyypeistä:

- S1: Jatkuva käyttö. Kone toimii vakiokuormituksella niin kauan, että saavutetaan maksimikäyttölämpötila.
- S2: Lyhytaikainen käyttö. Kone toimii vakiokuormituksella lyhyen aikaa, saavuttamatta maksimikäyttölämpötilaa. Koneen käyttöä edeltää ja seuraa riittävä käyttötauko, jolloin kone ehtii jäähtyä sitä ympäröivään lämpötilaan tai jäähdytysaineen lämpötilaan.

- S3: Jaksollinen ajoittaiskäyttö. Käyttö koostuu identtisistä käyttöjaksoista, joihin kuuluu käyttöaika vakiokuormituksella, jäähtytysaika ja seisonta-aika. Käynnistys ei vaikuta merkittävästi lämpenemiseen. Maksimikäyttölämpötilaa ei saavuteta.
- S4: Jaksollinen käynnistämiskäyttö. Käyttö koostuu identtisistä käyttöjaksoista, joihin kuuluu käyttöaika vakiokuormituksella, jäähtytysaika, käynnistysaika ja seisonta-aika. Maksimikäyttölämpötilaa ei saavuteta.
- S5: Jaksollinen käynnistämiskäyttö jarrutuksella. Käyttö koostuu identtisistä käyttöjaksoista, joihin kuuluu aloitusaika, käyttöaika vakiokuormituksella, sähköinen jarrutus, jäähtytysaika ja seisonta-aika. Maksimikäyttölämpötilaa ei saavuteta.
- S6: Jatkuva ajoittaiskäyttö. Käyttö koostuu identtisistä käyttöjaksoista, joihin kuuluu käyttöaika vakiokuormituksella sekä käyttöaika ilman kuormitusta. Jäähtymisaikaa tai seisonta-aikaa ei ole. Maksimikäyttölämpötilaa ei saavuteta.
- S7: Jatkuva käynnistämiskäyttö jarrutuksella. Käyttö koostuu identtisistä käyttöjaksoista, joihin kuuluu aloitusaika, käyttöaika vakiokuormituksella ja sähköinen jarrutus. Jäähtymisaikaa tai seisonta-aikaa ei ole. Maksimikäyttölämpötilaa ei saavuteta.
- S8: Jatkuva jaksollinen ajoittaiskäyttö. Käyttö koostuu identtisistä käyttöjaksoista, joihin kuuluu käyttöaika vakiokuormituksella määrättyllä nopeudella, jota seuraa toinen käyttöjakso toisella nopeudella ja vakiokuormituksella. Käyttönopeuksia voi olla kaksi tai useampia. Maksimikäyttölämpötilaa ei saavuteta.
- S9: Käyttö vaihtuvalla kuormituksella ja nopeudella. Käyttö koostuu epäsäännöllisistä käyttöjaksoista, joissa kuormitus ja käyttönopeus vaihtelevat. Käytössä tapahtuu usein ylikuormitusta, mikä voi ylittää nimelliskuorman.
- S10: Käyttö itsenäisillä vakiokuormituksilla ja nopeuksilla. Käyttö koostuu tietyistä määrästä kuormituksia ja nopeuksia. Kuormitusta ja nopeutta säädellään siten, että maksimikäyttölämpötila pysyy tasapainotilanteessa. (IEC 60034-1 2004, s. 9 - 49.)

Edellä mainitun standardin mukainen luokitus tapahtuu käyttäjän määrittämisen mukaan. Käyttäjän on kuitenkin noudattava standardin mukaan määrättyjä rajoja. Jos käyttö ei määräydy standardin asetusten mukaisesti, on moottorille automaattisesti asetettava perusluokitus S1. Moottorilla voi olla useampia määrittämiä, jolloin kaikki tämän standardin mukaiset määrittämit on merkittävät. (IEC 60034-1 2004, s. 9 - 49.)

Ympäristömäärittämissä esitellään olosuhteet, joissa standardin mukaiset määrittämit ovat voimassa. Moottorille määrätään käyttökorkeus, jossa luokitus on pätevä: alle 1000 metriä merenpinnasta, sekä ympäröivän ilman matalin ja korkein lämpötila: korkein lämpötila +40 astetta sekä matalin -15 astetta. Vesijähdytyksen osalta käytettävän nesteen lämpötila on määrittetty standardissa: korkein lämpötila on +25 astetta sekä matalin +5 astetta. Moottorin varastointi- sekä kuljetusolosuhteet määräävät moottorille lämpötilat, jotka ohitettaessa tulee ottaa huomioon moottorille asetetut käyttölämpötilamäärittämit. Sähkövirran määrittämit koskevat vaihto- sekä tasavirran taajuutta sekä virran vaihtelua. Määrittämit ovat erilaisia sen mukaan, onko kyseessä vaihto- vai tasavirtamoottori. Määrittämit riippuvat moottorin kuluttamasta energiasta. (IEC 60034-1 2004, s. 57- 59.)

Lämpötilamäärittämit ja lämpötilan testaus määrittellään edellä mainitussa standardissa. Lämpötilan testaus sekä testausolosuhteet sen mukaan, millainen on moottorin käyttömäärittämit. Testauksen mittaustavat riippuvat moottorin rakenteesta, jähdytystavasta ja käyttötyypistä, mutta kuitenkin mittauksen on tapahduttava jokaisessa testissä heti moottorin pysähtymistä. (IEC 60034-1 2004, s. 57- 59.)

Muita yleisiä määrittämiä standardissa ovat moottorille suoritettavat peruskokeet, joissa moottorin toiminta todennetaan. Virrankestokokeessa todetaan moottorille tarkoitetun virran sopivuus. Ylikierroskokeessa moottorin suurin käyttönopeus ylitetään, moottorin kestävyden todentamiseksi. Oikosulkukestävyyskokeessa testataan, miten moottori kestää oikosulkutilanteita. Elektromagnetismin vaikutus standardin mukaiseen sähkömoottoriin on määrittetty, mutta testausta ei edellytetä kyseisen standardin määrittämitseen. Standardi ei ota huomioon moottorin ulkopuolisia komponentteja. Koneelle suoritettavat testit ja niiden olosuhteet on taulukoitu ja esitetty tarkemmin standardissa. Standardin määrittämitseen tarvittavan käyttötehon ja suorituskyvyn toteuttamisen ja dokumentoinnin jälkeen voidaan

kyseinen kone standardoida sitä vastaavaan luokkaan joka ilmenee standardista. (IEC 60034-1 2004, s. 103- 133.)

2.2 SFS-EN 50102

Standardi SFS-EN 50102 määrittää sähkölaitteen koteloinnin lujuuden kuvaamiseen tarvittavan järjestelmän. Standardin tarkoituksena on edistää ja yhtenäistää koteloinnin lujuusluokkien kuvausmenetelmiä ja testauksia. Standardi sisältää standardin määrittämiseen tarvittavat määritelmät, määrittämissuhteet, yleiset testausvaatimukset, testien kuvaukset sekä testauslaitteiden määrittämissuhteet. (SFS-EN 50102 1997, s. 4.)

Standardia sovelletaan sähkölaitteiden koteloinnin mekaanisen iskunkestävyyden määrittämiseen, kun laitteen nimellisjännite on enintään 72,5 kV. Laitekoteloinnilla tulee olla tuotestandardissa vaatimuksia mekaanisesta iskunkestävyydestä, jotta standardia voidaan soveltaa. (SFS-EN 50102 1997, s. 4-8.)

Standardin tarkoitukset on esitetty seuraavassa:

- Määrittellä lujuusluokat sähkölaitteen koteloinnille, joka suojaa kotelon sisällä olevaa laitteistoa vahinkoa aiheuttavilta ulkoisilta iskuilta.
- Kuvata iskulujuusluokat.
- Määrittellä vaatimukset iskulujuusluokille.
- Määrittellä käytettävät testit, joilla standardin mukaiset vaatimukset voidaan todeta. (SFS-EN 50102 1997, s. 4.)

Standardi otetaan huomioon joko suunnitteluvaiheessa (jos halutulla koneella on kotelon keston suhteen lujuusvaatimuksia) tai standardia voidaan soveltaa jo valmiiseen tuotteeseen, jos koneelle halutaan määrittää standardin mukainen merkintä. Standardin määrittäminen on koneen valmistajan vastuulla, kuin myös standardin mukainen testaus. (SFS-EN 50102 1997, s. 4-8.)

Standardissa käytetään seuraavia määritelmiä:

- Kotelointi: Osa, joka suojaa laitetta tietyiltä ulkoisilta vaikutuksilta ja vaarallisten osien koskettamiselta kaikista suunnista.

- Mekaanisten iskujen lujuusluokka: Koteloinnin laitteelle antama aste vahingollisia iskuja vastaan ja sen määrittely standardisoidulla testausmenetelmällä.
- IK-koodi: Koodijärjestelmä, joka ilmaisee koteloinnin lujuusluokan vahingoittavia mekaanisia iskuja vastaan.
- IK-koodi koostuu tunnuskirjaimista IK (international mechanical protection) ja tunnusryhmänumerosta 00 ... 10. Tunnusryhmän numero määräytyy käytettävän iskuenergian mukaan. Tunnusryhmännumerointi ja käytettävä iskuenergia ilmenee taulukosta 1. Standardin määrittäminen onnistuu kun tarvittavat testit on suoritettu ja dokumentoitu. Standardin mukainen IK – luokka voidaan ilmoittaa kun testin perusteella kotelo kestää vähintään iskuenergiaa vastaavan luokan vaatiman iskun. (SFS-EN 50102 1997, s. 4-8.)

Taulukko 1. Käytettävä tunnusryhmänumero ja iskuenergia (SFS-EN 50102 1997, s. 8).

IK-koodi	IK 00	IK 01	IK 02	IK 03	IK 04	IK 05	IK 06	IK 07	IK 08	IK 09	IK 10
Iskuenergia jouleina [J]	x)	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20
x) ei suojattu tämän standardin mukaan											

2.2.1 Testausvaatimukset

Koteloinnin testit on tehtävä standardissa määrättyissä olosuhteissa, jotta standardin mukaiset määritykset olisivat päteviä testattavalle koneelle. Testit tulee suorittaa 15 °C – 35 °C lämpötilassa sekä ilmanpaineen tulee olla 86 kPa – 106 kPa. Jos testauspaikka sijaitsee yli 2000 m merenpinnan yläpuolella, tulee iskuvasaran pudotuskorkeutta muuttaa, jotta vaadittu iskuenergia saavutetaan. Testattavien koteloiden tulee olla puhtaita, käyttämättömiä ja täysin koottuja (kaikki osat paikallaan), jotta standardin mukainen määrittäminen olisi pätevä. Kotelolle voidaan antaa oma tuotestandardi tarvittaessa, mutta ilman tarvittavien tietojen ilmoittamista tulee käyttää standardia SFS-EN 50102. Nämä edellä mainitut tuotteelle annettavat tuotestandarditiedot ovat:

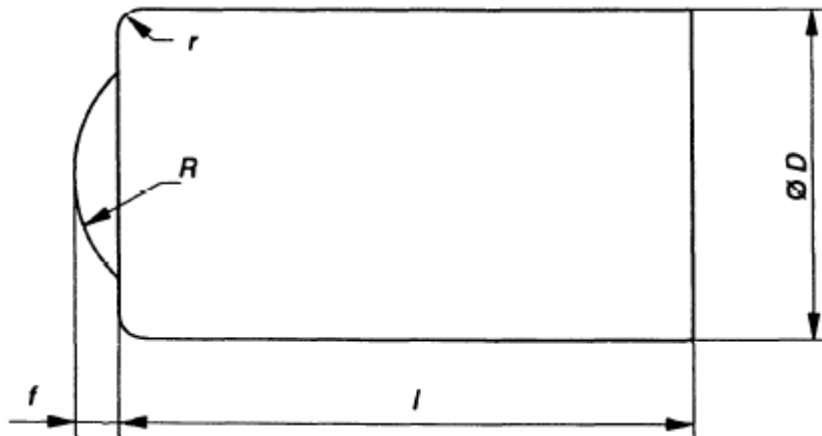
- mikä osa kohteesta määritellään koteloinniksi
- testauslaite (heilurivasara/jousivasara/pudotusvasara)
- testattavien kappaleiden määrä

- testattavan kappaleen asennus-, kokoonpano-, sijoitusolot.
- ennakkokäsittely, mikäli sellainen on tehty
- pitääkö laitteen olla jännitteeseen kytkettynä testauksen aikana
- pitääkö laitteen mahdollisten liikkuvien osien liikkua testauksen aikana
- iskujen määrä ja niiden kohdistaminen

Testauslaitteen muuttuvien vakioiden on oltava taulukon 2 mukaisia. Kuvassa 1 on esitetty vasaran päämitat. Standardissa on kuvattu kaikkien standardissa käytettävien vasaroiden periaatteelliset kuvat sekä päämitat. (SFS-EN 50102 1997, s. 10–14.)

Taulukko 2. Testauslaitteen muuttuvat vakiot (SFS-EN 50102 1997, s. 12).

IK-koodi	IK 00	IK 01-05	IK 06	IK 07	IK 08	IK 09	IK 10
Energia [joule]	-	< 1	1	2	5	10	20
R [mm]	-	10	10	25	25	50	50
Aine	-	Polyamidi		Teräs			
Massa kg	-	0,2	0,5	0,5	1,7	5	5
D [mm]	-	20	25	35	60	80	100
f [mm]	-	10	4	7	10	20	20
r [mm]	-	-	2,5	-	6	-	10
l [mm]	-	57,5	120	60	65	110	63
Heilurivasara	-	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä
Jousivasara	-	kyllä	kyllä	kyllä	ei	ei	ei
Pudotusvasara	-	ei	ei	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä



Kuva 1. Testissä käytettävän vasaran päämitat (SFS-EN 50102 1997, s. 12).

2.3 IEC 60034-5

Standardi IEC 60034-5 määrittää pyörivien sähkökoneiden kotelon suojauksen avoimien aukkojen osalta. Standardissa määritellään suojaava kotelointi, jonka tarkoituksena on suojata käyttäjää koneen liikkuvilta osilta sekä estää veden aiheuttamat haitalliset vaikutukset. Standardi sisältää ohjeet ja määrittäykset standardin mukaisen merkinnän muodostamiselle, standardin mukaisten testien olosuhteet ja testauslaitteiston tiedot. Standardin määrittäminen tapahtuu vasta testauksen jälkeen, mutta halutun luokituksen saamiseksi standardin mukaiset vaatimukset voidaan ottaa huomioon jo suunnittelu- ja valmistusvaiheessa. Standardia ei kuitenkaan voida merkitä ennen kuin tarvittavat testit kyseiselle koneelle on suoritettu. Standardissa on esitelty tarkat testausohjeet, olosuhteet ja testauslaitteet. Standardin mukainen merkintä koostuu kirjaimista IP sekä kahdesta numerosta. Numeroiden jälkeen merkintään voidaan lisätä kirjain ilmaisemaan suojauksen lisäinformaatiota. Jos koneen vedensuojaus on testattu niin, että kone ei ole ollut käynnissä, lisätään merkintään kirjain S. Jos kone on ollut käynnissä testin ajan, lisätään standardin merkintään kirjain M. Koneen ollessa ilmajähdytteinen, tarkoitettu vain tiettyihin sääoloihin ja lisäsuojattu, voidaan käyttää lisämerkintää W. (IEC 60034-5 2006, s. 9 - 19.)

Mikäli suojauksen taso voidaan ilmaista käyttämällä vain yhtä määrittänumeroa, korvataan toinen numero kirjaimella X. Ensimmäinen numero ilmaisee kotelon suojauksen tasoa käyttäjän suojaksi, sekä koneen sisällä olevien osien suojaksi. Ensimmäisen numeron määräytyminen on esitetty taulukossa 3. Toisella numerolla ilmaistaan kotelon suojaustasoa vettä vastaan. Toisen numeron määräytyminen on esitetty taulukossa 4. Standardi voidaan määrittää kun kotelo on testattu ja dokumentoitu määräytyillä testeillä hyväksytysti. Halutun standardin määrittämiseksi on kuitenkin testattava jokainen ominaisuus erikseen määräytyillä testeillä, jotka on ilmoitettu standardissa. (IEC 60034-5 2006, s. 9 - 19.)

Taulukko 3. IP-koodin ensimmäisen numeron määrittäminen (käännetty englanninkielisestä lähteestä) (IEC 60034-5 2006, s. 15).

Ensimmäinen suojauksen määrittelevä numero	Suojaustaso	
	Kuvaus	Määritelmä
0	Suojaamaton kone	Ei erillistä suojausta
1	Kone suojattu kiinteiltä kappaleilta, jotka ovat yli 50 mm kokoisia	Suojaa tarkoituksettomalta kosketukselta liikkuvien osien kanssa, kuten kädeltä Yli 50 mm halkaisijaltaan olevan kappaleen läpäisy on estetty
2	Kone suojattu kiinteiltä kappaleilta, jotka ovat yli 12 mm kokoisia	Suojaa kosketukselta liikkuvien osien kanssa estetty kun kappale on alle 80 mm pitkä Yli 12 mm halkaisijaltaan olevan kappaleen läpäisy on estetty
3	Kone suojattu kiinteiltä kappaleilta, jotka ovat yli 2,5 mm kokoisia	Suojaa kosketukselta liikkuvien osien kanssa estetty kun kappale ei ole halkaisijaltaan alle 2,5 mm Yli 2,5 mm halkaisijaltaan olevan kappaleen läpäisy on estetty
4	Kone suojattu kiinteiltä kappaleilta, jotka ovat yli 1 mm kokoisia	Suojaa kosketukselta liikkuvien osien kanssa estetty kun kappale ei ole halkaisijaltaan alle 1 mm Yli 1 mm halkaisijaltaan olevan kappaleen läpäisy on estetty
5	kone on suojattu pölyltä	Koneen liikkuvat osat suojattu ulkopuoliselta kosketukselta Pölyn pääsy koneen sisälle ei ole kokonaan estetty, mutta pölyn määrä ei vaikuta koneen toimintaan
6	Pölytiiviskone	Pölyn pääsy koneen sisälle on kokonaan estetty

Taulukko 4. IP-koodin toisen numeron määrittäminen (käännetty englanninkielisestä lähteestä) (IEC 60034-5 2006, s. 17).

Toinen suojauksen määrittelevä numero	Suojauksentaso	
	Kuvaus	Määritelmä
0	Suojaamaton kone	Ei erillistä suojausta
1	Kone on suojattu vesi tippoilta	Pystysuoraan tippuvilla vesi tippoilla ei ole haitallista vaikutusta koneeseen
2	Kone on suojattu vesi tippoilta, kun kallistettu 15° kulmaan	Pystysuoraan tippuvilla vesi tippoilla ei ole haitallista vaikutusta koneeseen, kun kone on kallistettu korkeintaan 15° mihin tahansa suuntaan sen normaalista asennosta
3	Kone on suojattu vesisuihkeelta	Vesisuihke, joka on korkeintaan 60° kulmassa pystysuorasta, ei ole haitallinen koneen toiminnalle
4	Kone on suojattu vesiroiskeilta	Mistä tahansa suunnasta tulevat vesiroiskeet eivät ole haitallisia koneen toiminnalle
5	Kone on suojattu vesisuihkulta	Mistä tahansa suunnasta tuleva vesisuihku ei ole haitallinen koneen toiminnalle
6	Kone on suojattu kovalta merenkäynniltä	Kovasta merenkäynnistä tai suuresta vesisuihkusta tuleva vesi ei pääse koneen sisälle siinä määrin että se häiritse koneen toimintaa
7	Kone on suojattu upottamiselta	Veden pääsy koneen sisälle haitallisissa määrin on estetty vaikka kone olisi hetkellisesti veden alla
8	Kone on suojattu jatkuvalta upottamiselta	Kone pystyy toimimaan ollessaan jatkuvasti veden alla

2.4 IEC 60034-6

IEC 60034-6 standardi määrittää pyörivissä sähkökoneissa olevan jäähdytysaineen kierron sekä kierron toteutustavan. Määrityksen perusteella sähkökoneelle voidaan antaa standardin mukainen luokitus. Standardi sisältää määrittämisperiaatteet nykyiselle sekä aikaisemmille määrittämisaloille, määrittämisohjeen, määrittämiseen tarvittavat kuvaukset, esimerkkejä määrittämisaloista sekä edellisen ja nykyisen määrittämisalavertailun. Määrittäminen voidaan antaa ilman testejä rakenteen tarkastelun perusteella. Luokitus koostuu alkukirjaimista ”IC”, jota seuraa numeroiden ja kirjainten sarja, joista ilmenee koneen jäähdytysaineen kierron toteutustapa, jäähdytysaine sekä kiertoaika. Luokitus voidaan antaa täydellisessä tai yksinkertaistetussa muodossa. Täydellistä luokitusmerkintää käytetään vain silloin kun yksinkertaistettua merkintätapaa ei voida soveltaa koneeseen. (IEC 60034-6 1991, s. 9 - 13.)

Standardissa käytettävien termien määrittelyt:

- Jäähdytys: Prosessi, jossa koneen tuottama lämpö johdetaan ensisijaiselle jäähdytysaineelle, joka voi uusiutua jatkuvasti tai voi olla jäähdytetty toissijaisella jäähdytysaineella lämmönvaihtimessa.
- Jäähdytysaine: Kaasu tai nestemäinen välitysaine, jolla lämpö johdetaan.
- Ensisijainen jäähdytysaine: Kaasu tai nestemäinen välitysaine, joka on lämpötilaltaan matalampi kuin koneen osa johon se on kosketuksissa. Poistaa lämpöä kyseisestä osasta.
- Toissijainen jäähdytysaine: Kaasu tai nestemäinen välitysaine, joka on lämpötilaltaan matalampi kuin ensisijainen jäähdytysaine. Poistaa lämpöä ensisijaisesta jäähdytysaineesta lämmönvaihtimen kautta tai koneen ulkopinnan kautta.
- Lopullinen jäähdytysaine: Viimeinen jäähdytysaine johon lämpö johdetaan.
- Ympäröivä johdin: Kaasu tai nestemäinen välitysaine koneen sijaitsemassa ympäristössä.
- Ulkoinen johdin: Kaasu tai nestemäinen välitysaine, joka sijaitsee konetta ympäröivän alueen ulkopuolella ja josta jäähdytysaine otetaan ja/tai johon se luovutetaan kanavia pitkin.
- Suora jäähdytyskäämi: Käämi jonka läpi jäähdytysaine virtaa ja joka on kiinteäosa pääeristettä.

- Epäsuora jäähdytyskäämi: Kaikki muut jäähdytyskäämi tyypit, jotka eivät ole suoria.
- Lämmönvaihdin: Komponentti, jonka tarkoituksena on siirtää lämpö yhdestä jäähdytysaineesta toiseen samalla pitäen jäähdytysaineet erillään.
- Putki, kanava: Jäähdytysaineen ohjaamiseen tarkoitettu reititin.
- Avoin kierto: Kierto jossa lopullinen jäähdytysaine otetaan suoraan koneen ympäröivästä johtimesta tai ulkoisesta johtimesta, kulkien koneen tai lämmönvaihtimen läpi tai ympäri. Jäähdytysaine palaa suoraan ympäröivään johtimeen ja vapautetaan ulkoiseen johtimeen.
- Suljettu kierto: Kierto jossa jäähdytysaine kiertää suljettua reittiä koneen läpi tai koneen sisällä ja mahdollisesti lämmönvaihtimen läpi. Tällöin lämpö siirtyy jäähdytysaineesta toiseen koneen ulkopinnasta tai lämmönvaihtimesta.
- Putki tai kanava kierto: Kierto jossa jäähdytysaine ohjataan putkia tai kanavia pitkin, näin toimien jäähdytysaineen ja ympäröivän johtimen erottajina.
- Vara- tai hätäjäähdytysjärjestelmä: Normaalin jäähdytysjärjestelmän lisäksi oleva lisäjärjestelmä. Tarkoitus käyttää kun normaali jäähdytysjärjestelmä ei ole käytettävissä.
- Integroitu osa: Osa jäähdytyskiertoa, joka on kiinteä osa konetta ja voidaan vaihtaa vain purkamalla kone osittain.
- Kiinteästi asennettu osa: Osa jäähdytyskiertoa, joka on asennettu koneeseen niin että se muodostaa osan koneesta, mutta voidaan vaihtaa purkamatta konetta.
- Ulkoinen osa: Osa jäähdytyskiertoa, joka yhteydessä koneeseen, mutta ei ole asennettu kiinteästi eikä ole sen osa.
- Riippuva kierto-osa: Osa jäähdytyskiertoa, jonka toiminta on riippuvainen itse koneen toiminnasta.
- Itsenäinen kierto osa: Osa jäähdytyskiertoa, jonka toiminta ei ole riippuvainen itse koneen toiminnasta. (IEC 60034-6 1991, s. 13 - 17.)

2.4.1 Määrittämissääntö

Pyörivän sähkökoneen jäähdytysluokitus koostuu kirjaimista ja numeroista esimerkiksi: täydellisessä muodossaan IC8A1W7 ja yksinkertaisessa muodossaan IC81W. Seuraavassa on esitetty koodin aukaisu.

Täydellinen määrittäminen..... IC 8 A 1 W 7

Yksinkertaistettu määrittäminen..... IC 8 1 W

Ensimmäiset kirjaimet ”IC” tulevat sanoista international cooling.

Kierron toteutustapa, esimerkissä numero kahdeksan.

Ensisijainen jäähdytysaine. Kirjain voidaan jättää yksinkertaisessa muodossa pois jos jäähdytysaineen toimii ilma(A), kuten esimerkissä.

Ensisijaisen jäähdytysaineen kiertotapa.

Toissijainen jäähdytysaine. Voidaan jättää pois yksinkertaisesta muodosta jos jäähdytysaineena toimii ilma.

Toissijaisen jäähdytysaineen kiertotapa.

Voidaan jättää pois yksinkertaisesta muodosta jos toissijaisena jäähdytysaineena toimii vesi, kuten esimerkissä.

(IEC 60034-6 1991, s. 19.)

Täydellisen ja yksinkertaisen muodon pystyy erottamaan toisistaan ilmoitusmuodosta. Täydellisessä muodossa IC tunnuksen jälkeen vuorottelevat aina kirjain ja numero. Yksinkertaisessa muodossa voi olla peräkkäisiä numeroita. Jos koneessa on useita jäähdytystä käyttäviä osia, tulee standardin mukaiseen määrittelyyn lisätä selvästi mitä osaa kyseinen määrittely koskee. Esimerkiksi: generaattori IC7H1W7 herätin IC7A5W7. Standardin määrittelyn mukainen numero jäähdytysaineen kierron toteutukselle valitaan sille ominaisen kuvauksen perusteella. Määrittely pätee ensisijaiselle ja toissijaiselle jäähdytykselle. Taulukossa 5 on esitelty eri mahdollisuudet standardin mukaiselle määrittelykselle. (IEC 60034-6 1991, s. 19 - 21.)

Taulukko 5. Standardin mukaan määrittyvä jäähdytys (käännetty englanninkielisestä lähteestä) (IEC 60034-6 1991, s. 23).

Vastaava numero	Kuvaus	Määritelmä
0	Vapaasti kiertävä	Jäähdytysaine tulee vapaasti ympäröivästä ympäristöstä (eng. surrounding medium), jäähdyttää koneen, ja palaa suoraan ympäristöön
1	Tuloputki- tai tulokanava-ohjattu kierto	Jäähdytysaine tulee koneeseen ulkoisesta johtimesta, joka ohjataan koneeseen putkia tai kanavia pitkin ja poistuu konetta ympäröivään ympäristöön.
2	Toistoputki tai poistokanavaohjattu kierto	Jäähdytysaine tulee koneeseen suoraan ympäröivästä ympäristöstä ja se ohjataan pois putkia tai kanavia ulkoiseen johtimeen
3	Tulo- ja poisto-ohjattu kierto putkella tai kanavalla	Jäähdytysaine tulee koneeseen ulkoisesta johtimesta, joka ohjataan koneeseen putkia tai kanavia pitkin ja ohjataan pois putkia tai kanavia pitkin ulkoiseen johtimeen
4	Ulkokuorijäähdytteinen	Ensisijainen jäähdytysaine kiertää suljetussa tilassa ja johtaa lämmön koneen ulkokuoreen, josta lämpö siirtyy ympäröivän ympäristön johtimeen.

Jatkuu seuraavalla sivulla.

Jatkoa edelliseltä sivulta.

5	Integroitu lämmönvaihdin (ympäröivä johdin) (eng. surrounding medium)	Ensisijainen jäähdytysaine kiertää suljetussa tilassa ja johtaa lämmön lämmönvaihtimeen, joka on rakennettu suoraan koneeseen tai muodostaa osan sitä. Lämmönvaihtimesta lämpö siirtyy ympäröivään johtimeen.
6	Kiinteästi asennettu lämmönvaihdin (ympäröivä johdin)	Ensisijainen jäähdytysaine kiertää suljetussa tilassa ja johtaa lämmön lämmönvaihtimeen, joka on liitetty suoraan koneeseen. Lämmönvaihtimesta lämpö siirtyy ympäröivään johtimeen.
7	Integroitu lämmönvaihdin (ulkoinen johdin)	Ensisijainen jäähdytysaine kiertää suljetussa tilassa ja johtaa lämmön lämmönvaihtimeen, joka on rakennettu suoraan koneeseen tai muodostaa osan sitä. Lämmönvaihtimesta lämpö siirtyy toissijaiseen jäähdytysaineeseen, joka toimii ulkoisena johtimena.
8	Kiinteästi asennettu lämmönvaihdin (ulkoinen johdin)	Ensisijainen jäähdytysaine kiertää suljetussa tilassa ja johtaa lämmön lämmönvaihtimeen, joka on liitetty suoraan koneeseen. Lämmönvaihtimesta lämpö siirtyy toissijaiseen jäähdytysaineeseen, joka toimii ulkoisena johtimena.
9	Ulkoinen lämmönvaihdin (ympäröivä tai ulkoinen johdin)	Ensisijainen jäähdytysaine kiertää suljetussa tilassa ja johtaa lämmön lämmönvaihtimeen, joka sijaitsee erillään koneesta. Lämmönvaihtimesta lämpö siirtyy toissijaiseen jäähdytysaineeseen, joka on joko ympäröivä johdin tai ulkoinen johdin.

Jäähdytysaineen merkintä ensisijaiselle ja toissijaiselle jäähdytysaineelle valitaan standardiin taulukon 6 mukaisesta listasta. Jos jäähdytysaineeksi merkitään S, tulee kyseinen aine ilmoittaa koneen teknillisissä tiedoissa. Jos jäähdytysaineeksi merkitään Y, tulee se korvata oikealla merkinnällä kun oikea jäähdytysaine on valittu. (IEC 60034-6 1991, s. 25.) Jäähdytysaineen liikkuminen määräytyy standardissa taulukon 7 mukaisesti.

Taulukko 6. Jäähdytykseen käytettävä jäähdytysaine (käännetty englanninkielisestä lähteestä) (IEC 60034-6 1991, s. 25).

Vastaava kirjain	Jäähdytysaine
A	Ilma
F	Freoni
H	Vety
N	Typpi
C	Hiilidioksidi
W	Vesi
U	Öljy
S	Muu jäähdytysaine
Y	Jäähdytysainetta ei ole vielä valittu

Taulukko 7. Jäähdytysaineen liikkuminen standardin mukaan (käännetty englanninkielisestä lähteestä) (IEC 60034-6 1991, s. 27).

Vastaava numero	Kuvaus	Määritelmä
0	Vapaa konvektio	Jäähdytysaine liikkuu lämpötilaerojen johdosta.
1	Itse kierrätys	Jäähdytysainetta liikuttaa koneen osat samalla kun kone on käytössä tai sitten komponentti joka on riippuvainen koneen käytöstä.
2, 3, 4		Varattu myöhempää käyttöä varten
5	Integroitu itsenäinen komponentti	Jäähdytysainetta liikuttaa integroitu itsenäinen komponentti ja jonka toiminta ei ole riippuvainen pääkoneen pyörimisnopeudesta.
6	Kiinteästi asennettu itsenäinen komponentti	Jäähdytysainetta liikuttaa kiinteästi asennettu komponentti ja jonka toiminta ei ole riippuvainen pääkoneen pyörimisnopeudesta.

Jatkuu seuraavalla sivulla.

Jatkoa edelliseltä sivulta.

7	Ulkoinen tai itsenäinen komponentti tai paineistettu jäähdytyslaitteisto	Jäähdytysainetta liikuttaa ulkoinen sähköinen tai mekaaninen komponentti, joka ei ole kiinteästi kiinni koneessa ja toimii itsenäisesti tai liikkeen aiheuttaa paineistettu jäähdytysaine.
8	Suhteellinen vaihto	Jäähdytysaineen liikkuminen johtuu koneen ja jäähdytysaineen keskinäisestä liikkeestä, joko kone liikkuu jäähdytysaineessa tai ympäröivän jäähdytysaineen virtaus koneen läpi.
9	Muut komponentit	Jäähdytysaineen liikkuminen on mahdollistettu muulla tavalla kuin mikä yllä on kuvattu. Kuvaus tulee määritellä erikseen

2.5 IEC 60034-7

Kyseinen standardi määrittelee IM-koodin luokitustyypit pyörivien sähkökoneiden kokoamiselle, asennukselle ja ohjauslaatikon sijainnille. Standardi sisältää määrittämiseen tarvittavat ohjeet ja kuvaukset koneista, mallit eri vaihtoehtoista sekä eri määrittämisten väliset yhteydet.

Standardissa on kaksi luokittelu tapaa:

- Koodi I: Kirjain-numero määrittäminen koneille, joissa on laakeroitu päätysuoja ja vain yksi ulkoneva akseli.
- Koodi II: laaja numeerinen määrittäminen koneille, joka pitää sisällään myös koodi I mukaiset koneet.

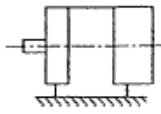
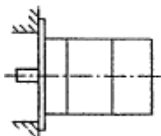
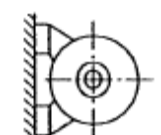
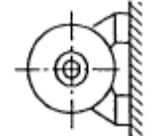
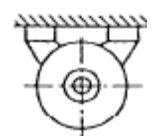
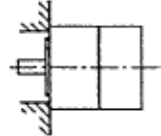
Jos konetta ei pysty määrittämään koodi II mukaan, tulisi se kuvailla sanoin. (IEC 60034-7 2001, s. 11.)

Standardissa käytettävien termien määrittelyt ovat seuraavat:

- Rakenteen tyyppi: Komponenttien sijainti viitaten kiinnitykseen, laakeroinnin sijaintiin ja ulkonevaan akseliin.
- Kiinnitys: Koneen asennusasento kokonaisuudessaan viitaten akselin linjaan ja kiinnityksen asentoon.
- Ulkoneva akseli: Se osa akselistasta, joka ulottuu laakeroinnin ulkopuolelle.
- Koneen käyttöpää: Se pääty koneesta, josta akseli tulee ulos. Poikkeus tilanteissa käyttöpää määräytyy seuraavasti:
 - Jos koneessa on useampia akseleita, niin pääty jossa sijaitsee halkaisijaltaan suurempi akseli, on käyttöpää.
 - Jos koneessa on lieriömäinen ja kartiomainen akseli, niin pääty jossa sijaitsee lieriömäinen akseli, on käyttöpää.
 - Koneet joissa on muunlainen järjestely, määritellään sopimuksen mukaan. (IEC 60034-7 2001, s. 11–13.)

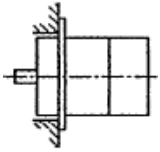
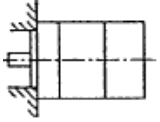
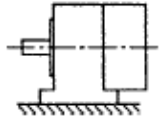
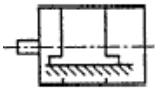
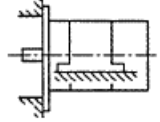
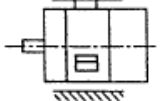
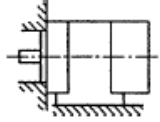
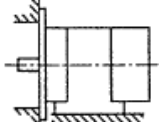
Koneet, joissa on vaakasuorassa oleva akseli saavat koodi I mukaan määrittelyksen, joka koostuu kirjaimista IM (International Mounting), jota seuraa kirjain B sekä yksi ja kaksi numeroa taulukon 8 mukaisesti. Lisäksi viimeisenä voi olla kirjain taulukon 10 mukaan, joka ilmaisee ohjauslaatikon sijaintia. (IEC 60034-7 2001, s.13.)

Taulukko 8. Vaakasuorassa olevan koneen määrittäminen (käännetty englanninkielisestä lähteestä) (IEC 60034-7 2001, s. 15–17).

Määrittäminen	Malli	Rakenteen tyyppi				Kiinnitys (vaakasuora akseli)
		Suojapäädyn laakereiden määrä	Jalusta	Laippa	Huomioitavaa	
IM B3		2	Jalustalla	–	–	Asennettu jalustalle, jonka suunta alaspäin
IM B5		2	–	Laipalla	Käyttöpäässä suojalaippa, johon yhteys takaa	Asennettu käyttöpäästä laipalla
IM B6		2	Jalustalla	–	–	Asennettu jalustalle, jonka suunta vasemmalle (kuvattu käyttöpäästä)
IM B7		2	Jalustalla	–	–	Asennettu jalustalle, jonka suunta oikealle (kuvattu käyttöpäästä)
IM B8		2	Jalustalla	–	–	Asennettu jalustalle, jonka suunta ylöspäin (kuvattu käyttöpäästä)
IM B9		1	–	–	Ei päätysuojaa eikä laakeria käyttöpäässä	Asennettu käyttöpään puoleisesta päädystä

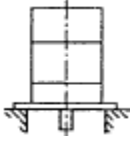
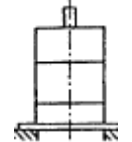
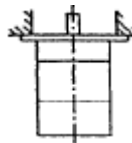
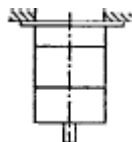
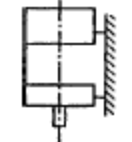
Jatkuu seuraavalla sivulla.

Jatkoa edelliseltä sivulta.

IM B10		2	–	Laipalla	Erikoislaippa käyttöpäissä	Asennettu käyttöpään puoleisesta laipasta
IM B14		2	–	Laipalla	Päätysuojan tulppa. Ei yhteyttä takaa. Laippa käyttöpäissä	Asennettu käyttöpään puoleisesta laipasta
IM B15		1	Jalustalla	–	Ei päätysuojaa eikä laakeria käyttöpäissä. Lisäkiinnitys järjestelyt käyttöpään rungossa	Asennettu jalustalle, jonka suunta alaspäin. Lisäksi kiinnitys rungon pätyyn
IM B20		2	Korotetulla jalustalla	–	–	Asennettu jalustalle, jonka suunta alaspäin
IM B25		2	Korotetulla jalustalla	Laipalla	Käyttöpäissä suojalaippa, johon yhteys takaa	Asennettu jalustalle, jonka suunta alaspäin. Lisäksi kiinnitys laipalla
IM B30		2	–	–	3 tai 4 anturaa päätysuojissa tai rungossa	Asennettu anturalla
IM B34		2	Jalustalla	Laipalla	Päätysuojan tulppa. Ei yhteyttä takaa. Laippa käyttöpäissä	Asennettu jalustalle, jonka suunta alaspäin. Lisäksi kiinnitys käyttöpästä
IM B35		2	Jalustalla	Laipalla	Käyttöpäissä suojalaippa, johon yhteys takaa	Asennettu jalustalle, jonka suunta alaspäin. Lisäksi kiinnitys käyttöpään laipasta

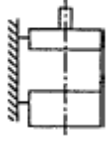
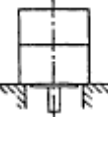
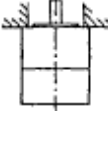
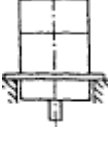
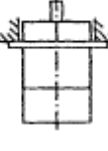
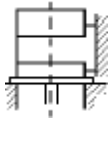
Koneet, joissa on pystysuorassa oleva akseli, saavat koodi I mukaan määrittymisen, joka koostuu kirjaimista IM (International Mounting), jota seuraa kirjain V sekä yksi ja kaksi numeroa taulukon 9 mukaisesti. Lisäksi viimeisenä voi olla kirjain taulukon 10 mukaan, joka ilmaisee ohjauslaatikon sijaintia. (IEC 60034-7 2001, s. 19.)

Taulukko 9. Pystysuorassa olevan koneen määrittäminen (käännetty englanninkielisestä lähteestä) (IEC 60034-7 2001, s. 19–23).

Määrittäminen	Malli	Rakenteen tyyppi				Kiinnitys (pystysuora akseli)
		Suojapäädyn laakereiden määrä	Jalusta	Laippa	Huomioitavaa	
IM V1		2	–	Laipalla	Käyttöpäässä suojalaippa, johon yhteys takaa	Asennettu käyttöpäästä laipalla. Käyttöpää alaspäin
IM V2		2	–	Laipalla	Takapäässä suojalaippa, johon yhteys takaa	Asennettu takapäädystä laipalla. Käyttöpää ylöspäin
IM V3		2	–	Laipalla	Käyttöpäässä suojalaippa, johon yhteys takaa	Asennettu käyttöpäästä laipalla. Käyttöpää ylöspäin
IM V4		2	–	Laipalla	Takapäässä suojalaippa, johon yhteys takaa	Asennettu takapäädystä laipalla. Käyttöpää alaspäin
IM V5		2	Jalustalla	–	–	Asennettu jalustalle. Käyttöpää alaspäin

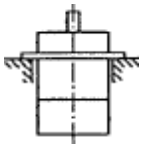
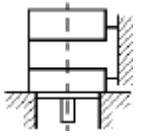
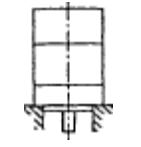
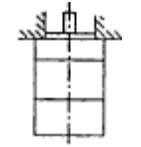
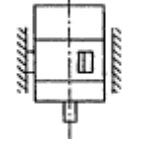
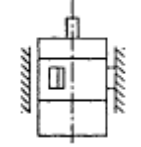
Jatkuu seuraavalla sivulla.

Jatkoa edelliseltä sivulta.

IM V6		2	Jalustalla	–	–	Asennettu jalustalle. Käyttöpää ylöspäin
IM V8		1	–	–	Ei päätysuojaa eikä laakeria käyttöpäässä	Asennettu käyttöpään puoleisesta päädyistä. Käyttöpää alaspäin
IM V9		1	–	–	Ei päätysuojaa eikä laakeria käyttöpäässä	Asennettu käyttöpään puoleisesta päädyistä. Käyttöpää ylöspäin
IM V10		2	–	Laipalla	Erikoislaippa käyttöpäässä	Asennettu käyttöpäästä laipalla. Käyttöpää alaspäin
IM V14		2	–	Laipalla	Erikoislaippa käyttöpäässä	Asennettu käyttöpäästä laipalla. Käyttöpää ylöspäin
IM V15		2	Jalustalla	Laipalla	Käyttöpäässä suojalaippa, johon yhteys takaa	Asennettu jalustalle. Lisäksi kiinnitys käyttöpään laipasta. Käyttöpää alaspäin

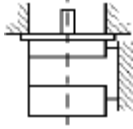
Jatkuu seuraavalla sivulla.

Jatkoa edelliseltä sivulta.

IM V16		2	–	Laipalla	Erikoislaippa käyttöpäässä	Asennettu takapään laipasta. Käyttöpää ylöspäin
IM V17		2	Jalustalla	Laipalla	Päätysuojan tulppa. Ei yhteyttä takaa. Laippa käyttöpäässä	Asennettu jalustalle. Lisäksi kiinnitys käyttöpään laipasta. Käyttöpää alaspäin
IM V18		2	–	Laipalla	Päätysuojan tulppa. Ei yhteyttä takaa. Laippa käyttöpäässä	Asennettu käyttöpäästä laipalla. Käyttöpää alaspäin
IM V19		2	–	Laipalla	Päätysuojan tulppa. Ei yhteyttä takaa. Laippa käyttöpäässä	Asennettu käyttöpäästä laipalla. Käyttöpää alaspäin
IM V30		2	–	–	3 tai 4 anturaa päätysuojissa tai rungossa	Asennettu anturalla. Käyttöpää alaspäin
IM V31		2	–	–	3 tai 4 anturaa päätysuojissa tai rungossa	Asennettu anturalla. Käyttöpää ylöspäin

Jatkuu seuraavalla sivulla.

Jatkoa edelliseltä sivulta.

IM V35		2	Jalustalla	Laipalla	Päätysuojan tulppa. Ei yhteyttä takaa. Laippa käyttöpäässä	Asennettu jalustalle. Lisäksi kiinnitys käyttöpään laipasta. Käyttöpää ylöspäin
IM V37		2	Jalustalla	Laipalla	Päätysuojan tulppa. Ei yhteyttä takaa. Laippa käyttöpäässä	Asennettu jalustalle. Lisäksi kiinnitys käyttöpään laipasta. Käyttöpää ylöspäin

Koodi I mukainen määrittely ohjauslaatikon sijainnille määräytyy taulukon 10 mukaisesti.

Koodi II määräytyy myös kyseisen taulukon mukaisesti.

Sijaintia tulee tarkastella seuraavien ohjeiden mukaisesti:

- Jalustalla olevat koneet tarkastellaan käyttöpästä niin että jalusta on kello 6:ssa
- Koneet joissa on pelkkä laippa ja viisteet tarkastellaan käyttöpästä niin että viisteet ovat kello 6:ssa
- Muunlaiset asennukset eivät saa määritelmää. (IEC 60034-7 2001, s. 23.)

Taulukko 10. Ohjauslaatikon sijainnin määrittäminen (käännetty englanninkielisestä lähteestä) (IEC 60034-7 2001, s. 25).

Vastaava kirjain	Ohjauslaatikon sijainti	
R	Oikealla	Kello 3:ssa
B	Alla	Kello 6:ssa
L	Vasemmalla	Kello 9:ssa
T	Päällä	Kello 12:ssa
Ilman merkintää	Määrittelemätön	

Koodi II koostuu kirjaimista IM (International Mounting) ja neljästä numerosta. Kolme ensimmäistä numeroa ilmaisevat koneen konstruktioita. Neljäs numero ilmaisee akselin jatketta. Jos käytössä on ohjauslaatikko, tulee se ilmaista kirjaimella numeroiden jälkeen. Kolme ensimmäistä numeroa määräytyy taulukon 11 ja sitä vastaavien taulukoiden mukaan. Näitä taulukoita ei ole tässä työssä käsitelty. Esimerkki taulukosta löytyy kuvasta 2. Neljäs numero määräytyy taulukon 12 mukaisesti. Standardi määräytyy siten että ensin määritetään standardin ensimmäinen numero taulukon 11 mukaisesta listasta, jonka jälkeen ensimmäiseen numeroon viittavasta taulukosta määritetään toinen ja kolmas numero konstruktion perusteella. Kaikki taulukot on esitetty standardissa. Neljäs numero valitaan näiden jälkeen taulukosta 12. (IEC 60034-7 2001, s. 25–27.)

Taulukko 11. Ensimmäisen numeron määrittäminen sekä sitä vastaava taulukko (käännetty englanninkielisestä lähteestä) (IEC 60034-7 2001, s. 25).

Ensimmäinen numero	Kuvaus	Toiseen ja kolmanteen numeroon vaikuttava taulukko
0	Ei määritetty	-
1	Jalustalle asennettu kone, jossa vain päätysuojan laakerointi	5
2	Jalusta ja laippa asennettu kone, jossa vain päätysuojan laakerointi	6
3	Laippa-asennettu kone, jossa vain päätysuojan laakerointi. Laippa osana päätysuojaa	7
4	Laippa-asennettu kone, jossa vain päätysuojan laakerointi. Laippa ei ole osana päätysuojaa mutta integroituna runkoon tai muuhun osaan	8
5	Ilman laakerointia olevat koneet	9
6	Koneet, joissa on päätysuojan laakerointi sekä jalustalla oleva laakerointi	10
7	Koneet, joissa on vain jalustalla oleva laakerointi	11
8	Pystysuorassa oleva koneet, joita kohdat 1 – 4 eivät kata	12
9	Koneet, joissa on erikoisasennus	13

Taulukko 12. Neljännen numeron määrittäminen (käännetty englanninkielisestä lähteestä) (IEC 60034-7 2001, s. 25).

Neljäs numero	Kuvaus
0	Ei akselin jatketta
1	Yksi lieriömäinen jatke
2	Kaksi lieriömäistä jatketta
3	Yksi kartiomainen jatke
4	Kaksi kartiomaista jatketta
5	Yksi laipallinen jatke
6	Kaksi laipallista jatketta
7	Laipallinen jatke käyttöpäässä ja lieriömäinen jatke takapäässä
8	Ei määritetty
8	Muu järjestely

Machine construction		Second numeral	Designation and sketch (see 3.5)										
Number of bearings	Feet (gearbox)		Third numeral										
			0 (Shaft horizontal, feet down)	1 (D-end down)	2	3 (D-end up)	4	5 (D-end left, feet at back)	6 (D-end right, feet at back)	7 (Shaft horizontal, feet up)	8	9	
2	Normal feet (no gearbox)	0	IM 1001 	IM 1011 	Suitable for operation in accordance with third numerals 0 and 1	IM 1031 	Suitable for operation in accordance with third numerals 0, 1 and 3	IM 1051 	IM 1061 	IM 1071 	Suitable for operation in accordance with third numerals 0, 1, 3, 5, 6 and 7	Not covered by third numerals 0 to 8 – inclination of shaft not specified	
2	Raised feet (no gearbox)	1	IM 1101 			-							
1	Normal feet (no gearbox)	2	IM 1201 	IM 1211 		IM 1231 		IM 1251 	IM 1261 	IM 1271 			
1	Raised feet (no gearbox)	3	IM 1301 										
(Not allocated)		4	-	-		-		-	-	-			
(Not allocated)		5	-	-		-		-	-	-			
2	Normal feet, integral gearbox with output shaft parallel to input shaft	6	IM 1601 	IM 1611 		IM 1631 		IM 1651 	IM 1661 	IM 1671 			
2	Normal feet, integral gearbox with output shaft at right angles to input shaft	7	IM 1701 	IM 1711 		IM 1731 		IM 1751 	IM 1761 	IM 1771 			
(Not allocated)		8	-	-		-		-	-	-			
(Non allocated)		9	-	-		-		-	-	-			

Kuva 2. Esimerkki toisen ja kolmannen numeron määrittävästä taulukosta (IEC 60034-7 2001, s. 31).

3 YHTEENVETO

Tässä työssä käsitellyt standardit vaikuttavat kaikki omalta osaltaan koneensuunnitteluun ja -valmistukseen. Standardin määrittäminen on aina valmistajan vastuulla, joten tehtävät testit ja niiden tulosten esittäminen on tarvittaessa pystyttävä todistamaan. Osa standardeista pystytään toteamaan jo pelkkää kokoonpanoa tarkastelemalla. Jo suunnitteluvaiheessa tulee ottaa huomioon standardien määräykset, jotta vaaditut ominaisuudet tulee täytettyä. Valmistuksessa tulee ottaa huomioon, että standardissa on tarkkaan määritetty vaaditut ominaisuudet ja niistä poikkeaminen johtaa tilanteeseen, jossa standardi ei päde. Valmiin tuotteen ominaisuudet tulee täyttää kaikki sille asetetut vaatimukset. Samalla tuotteella voi olla useita eri standardien määräyksiä joiden kaikkien tulee olla päteviä samaan aikaan. Kokoonpanon ja jäähdytyksen on oltava yhteensopivia samalla kun kotelon suojaus on asetettu tietylle tasolle. Käsiteltyjen standardien määrittäminen valmiille tuotteelle on myös mahdollista, mutta silloin tulee tulkita standardeissa esitettyjä kuvauksia ja ohjeita yksiselitteisesti. Tässä tilanteessa on myös pystyttävä todistamaan koneen standardinmukaisuus. Todistaminen on aina valmistajan vastuulla, mutta sitä ei erikseen tarvitse esittää samalla kun koneen luokittelee.

Standardi IEC 60034-1 käsittelee moottorin käyttötehoa ja suorituskykyä. Koneen standardin mukainen määrittäminen merkitään vasta sitten kun koneen käyttötarkoitus on määritetty. Suunnittelun kannalta on vain olennaista, että valmistettava kone toimii sille tarkoitettuun ympäristöön ja käytössä.

Standardi SFS-EN 50102 käsittelee koteloinnin iskunkestävyysluokkia. Standardin vaikutus koneen suunnitteluun ja valmistukseen tulee ottaa huomioon muotoilun ja materiaalien muodossa. Muotoilulla saadaan rakenteesta jäykkä ja iskunkestävä. Oikealla materiaalivalinnalla koneen kotelointi kestää vaaditut iskulujuudet. Standardin mukainen määrittäminen voidaan tehdä vasta kun tarvittavat testit on suoritettu valmiilla tuotteella.

Standardi IEC 60034-5 käsittelee kiinteän rakenteen suojausta. Tähän otetaan huomioon mm. koneen sisälle mahdollisesti joutuvat partikkelit ja veden vaikutus koneen toimintaan. Suunnittelun kannalta koneelle asetetut vaatimukset määräävät ehdot, joiden rajoissa kone pitää suunnitella. Tässä tilanteessa koneen käyttöympäristö sekä käyttötapa otetaan

huomioon. Valmistuksen kannalta tulee varmistaa, että koneen valmistus materiaalit pystyvät täyttämään halutun standardin mukaiset vaatimukset samalla kun varmistuen, että valitut materiaalit ovat sopivia käyttöympäristöön. Standardi mukainen määritelmä voidaan antaa kun tarvittavat testit on suoritettu.

Standardi IEC 60034-6 käsittelee koneen jäähdytystä. Koneita käytettäessä syntyy lämpöenergiaa, joka tulee johtaa pois koneesta sen toiminnan varmistamiseksi. Suunnittelun kannalta jäähdytys on merkittävässä roolissa koneen toiminnan kannalta. Huomioitavaa ovat standardin mukaiset vaatimukset sekä käyttöympäristö, jos koneelle halutaan asettaa jo ennalta määrätty luokitus. Valmistuksen kannalta tarkka koneen kokoonpano ja asennus tulee ottaa huomioon, jotta vaadittu määrittäminen täyttyisi. Standardi voidaan määrittää jo suunnittelu vaiheessa valmistuspiirustuksista tai todeta valmiista koneesta rakennetta tarkastelemalla.

Standardi IEC 60034-7 käsittelee koneen lopullista asennusta. Koneen asennustapa ja suunta vaikuttavat määräytyvään standardiin. Koneen täytyy olla suunniteltu ja valmistettu niin, että haluttu standardi voidaan antaa. Suunniteltaessa tulee tietää koneen asennustapa, jos sille halutaan antaa tietty määritelmä. Määritelmä voidaan antaa asennetulle koneelle tarkastelemalla sen konstruktiota.

Kokonaisuutena käsitellyt standardeja tulee tarkastella yhtä aikaa, sillä epäsuotuisassa tilanteessa suunnitellut standardit ovat ristiriidassa toisiinsa nähden tai suunniteltua konetta ei voida valmistaa vaadittujen standardien mukaisesti. Esimerkkinä voidaan antaa kotelon suojauksen määrittäminen IP 44, jolloin kotelon tulee olla roiskeilta suojattu. Tällöin kotelo on umpinainen, ilman avoimia aukkoja. Samaan koneeseen ei tällöin voida määrittää jäähdytys standardia IC 01, sillä kyseinen standardi vaatii että kotelo on avoin. Tässä tilanteessa standardit ovat ristiriidassa toistensa kanssa.

LÄHTEET

IEC 60034-1. 2004. Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance. 11th edition. Geneve: International Electrotechnical Commission. 137 s.

IEC 60034-5. 2006. Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification. 4.1 edition. Geneve: International Electrotechnical Commission. 41 s.

IEC 60034-6. 1991. Rotating electrical machines – Part 6: Methods of cooling (IC Code). 2nd edition. Geneve: International Electrotechnical Commission. 39s.

IEC 60034-7. 2001. Rotating electrical machines – Part 5: Part 7: Classification of types of construction, mounting arrangements and terminal box position (IM Code). 2.1 edition. Geneve: International Electrotechnical Commission. 49 s.

SFS-EN 50102. 1997. Sähkölaitteen koteloinnin mekaanisen iskukestävyyden lujuusluokat (IK koodi). Helsinki. Suomen Standardoimisliitto SFS. 19 s.