

STANDARDIT KESKUS- VALMISTUKSESSA

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU OPINNÄYTETYÖ Tiivistelmä

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Pasi Partanen	
Työn nimi Standardit keskusvalmistuksessa	
Päiväys 17.2.2013	Sivumäärä/Liitteet 47/4
Ohjaajat lehtori Jari Ijäs,	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Yhteistyöyritys / DI Mikko Murtola	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena oli tarkastella koneen ohjauskeskuksen suunnittelussa ja valmistamisessa tarvittavia standardeja ja määräyksiä sekä selvittää koneturvallisuuden asettamia määräyksiä, ohjauskeskusvalmistukseen liittyen. Työn tavoitteena oli myös tarkastaa keskuksia koskevat testaus määreet. Työn tarkoituksena oli käsitellä yleisimpiä huomioon otettavista standardeista ja määräyksistä.</p> <p>Opinnäytetyö pohjautuu sähkökeskuksiin liittyviin standardeihin, koneturvallisuusstandardeihin ja -määräyksiin sekä VTT:n ohjeisiin koneiden toiminnallisesta turvallisuudesta.</p> <p>Työn tuloksena saatiin testausmallit, joita käyttämällä varmistetaan sähkökeskuksen ja ohjauskeskusten määräysten mukaisesta valmistamisesta. Työssä saatiin myös ohjeita ja malleja helpottamaan toimeksiantajan keskus suunnittelua ja valmistusta.</p>	
Avainsanat Ohjauskeskus, standardit, vaatimustenmukaisuusvakuutus	

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES THESIS Abstract

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author Pasi Partanen			
Title of Thesis Standards in Switchgear Manufacturing			
Date	17 February 2013	Pages/Appendices	47/4
Supervisor Mr Jari Ijäs, Lecturer			
Client Organisation /Partners Co-operation company/ Mr Mikko Murtola M.Sc.			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to examine standards and regulations which direct the planning and manufacturing of switchboards, and to clarify matters that are related to machine safety standards. The aim of this thesis was also to check the inspection methods of switchboard testing. However, only general machine safety standards are discussed in this thesis.</p> <p>The thesis is based on standards on switchboards and regulations for machine safety. Relevant literature was studied as well as VTT's instructions on functional safety and certificates of conformity concerning switchboard manufacturers.</p> <p>The result of this thesis is a routine test report template which can be used to make sure that electric gears are manufactured by the regulations. The information and knowledge presented in the thesis will help the planning and manufacturing of switchboards.</p>			
<p>Keywords control gear, standards, certificate of conformity</p>			

ALKUSANAT

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia keskusvalmistajan näkökulmasta suunnittelussa ja valmistuksessa huomioon otettavia standardeja ja määräyksiä. Opinnäytetyö tehtiin yritykselle, joka suunnittelee ja valmistaa räätälöityjä keskusratkaisuja aina pienistä jakokeskuksista teollisuuden vaativiin ohjauskeskuksiin. Opinnäytetyön tekeminen tarjosi mahdollisuuden päästä tutustumaan koneen ohjausjärjestelmän suunnittelu ja valmistusprosessiin.

Haluan kiittää opinnäytetyön ohjaajia lehtori Jari Ijästä ja DI Mikko Murtolaa.

Kuopiossa 26.2.2013

Pasi Partanen

SISÄLTÖ

ALKUSANAT	4
1 JOHDANTO.....	7
2 STANDARDIT KESKUSVALMISTUKSESSA	8
2.1 Keskuksesta annettavat tiedot	9
2.1.1 Arvokilvet	9
2.1.2 Merkinnät	10
2.1.3 Dokumentaatio	10
2.2 Standardien asettamat mekaaniset vaatimukset	11
3 KONEIDENOHJAUS JA KONESTANDARDIT	13
4 OHJAUSJÄRJESTELMIEN TURVALLISUUSVAATIMUKSET	14
5 KONEIDEN SÄHKÖLAITTEISTOJEN VAATIMUKSET	19
5.1 Sähkön syöttö	20
5.2 Käyttöolosuhteet.....	21
5.3 Syöttöjohtimien liitännät, erotus ja katkaisulaitteet.....	22
5.4 Suojaus sähköiskulta	24
5.5 Laitteiston suojaaminen	24
5.6 Potentiaalintasaus	25
5.7 Ohjauspiirit ja toiminnot.....	26
5.8 Käyttäjäraja-alue ja koneeseen asennetut ohjauslaitteet.....	27
5.9 Ohjauslaitteisto: sijoitus, asennus ja kotelointi.....	27
5.10 Johtimet ja kaapelit	29
5.11 Johdotustavat.....	29
5.12 Sähkömoottorit ja niihin liittyvät laitteet	31
5.13 Lisälaitteet ja valaistus	32
5.14 Merkinnät ja varoitusmerkit ja viitetunnukset	33
5.15 Tekninen dokumentaatio	34
5.16 Todentaminen	35
6 TESTAUKSET	39
6.1 Tyypitestit.....	39

6.2	Kappaletestit	40
6.2.1	Keskuksen ja johdotuksen tarkastus	40
6.2.2	Jännitetesti.....	41
6.2.3	Suojausmenetelmien ja suojamaadoituspiirien sähköisen jatkuvuuden tarkastus.....	42
7	VAATIMUSTENMUKAISUUSVAKUUTUS	43
8	YHTEENVETO	46
LÄHTEET		
LIITTEET		
	LIITE 1. KAPPALETESTAUSPÖYTÄKIRJAMALLI	47
	LIITE 2. SÄHKÖLAITTEISTON KYSELYLOMAKE MALLI.....	48

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia ja kartoittaa ohjauskeskusvalmistajalle asetettuja velvoitteita koneturvallisuusstandardeissa ja määräyksissä. Työn toimeksiantaja halusi selkeyttä konestandardien asettamiin vaatimuksiin ja ohjeita, jotka pitää ottaa huomioon ennen koneen saattamista markkinoille. Opinnäytetyön tarkoituksena on toimia tiivistelmänä huomioon otettavista standardeista sekä ohjeena suunnitteluprosessissa. Työssä selvitetään myös keskusvalmistajan osuutta koneen vaatimuksenmukaisuusvakuuksissa.

Jotta kone voidaan saattaa markkinoille, on sen toiminnalle ja turvallisuudelle asetettu tiettyjä vaatimuksia. Osa näistä vaatimuksista koskee myös ohjauskeskussuunnittelua ja valmistusta. Koneille on olemassa konekohtaisia standardeja, joita sovelletaan kyseiseen konetyyppiin ohjausta suunniteltaessa ja rakennettaessa. Yleisessä koneturvallisuusstandardissa annetaan ohjeita konetyypeille, joille konekohtaista standardia ei ole olemassa. Kaikkia koneturvallisuusstandardeja ei työssä käsitellä, koska aihealue on todella laaja.

Työssä keskitytään käsittelemään vain toimeksiantajan toiveiden mukaisia standardeja ja aihealueita. Opinnäytetyön tärkeimpänä tavoitteena on, että toimeksiantaja saa ohjeita ja malleja ohjauskeskusten standardien mukaiseen valmistamiseen sekä tietoa siitä mitä teknisessä tiedostossa ja vaatimustenmukaisuusvakuudessa vaaditaan sähköjärjestelmän osalta.

2 STANDARDIT KESKUSVALMISTUKSESSA

Suomessa on pitkä perinne myös kansallisten jakokeskusstandardien ja määräysten laadinnasta ja soveltamisesta. Ensimmäiset jakokeskusten komponentteja käsittelevät standardit valmistuivat 1940-luvun lopulla ja ensimmäinen Sähkötarkastuslaitoksen jakokeskusten rakenne- ja koestusmääräyksiä koskeva julkaisu E3 vuonna 1955. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005, 3.)

Suomessa noudatetaan sähkölaitteiden turvallisuutta koskevissa vaatimuksissa EU:n direktiivejä ja niiden perusteella annettuja suomalaisia viranomaismääräyksiä. Näiden määräysten peruseräteenä on, ettei viranomaismääräyksissä anneta yksityiskohtaisia teknisiä vaatimuksia, vaan viitataan standardeihin.

Tässä luvussa käsitellään keskuksien yleisiä vaatimuksia, jotka perustuvat standardiin SFS-EN 60439-1. Tätä standardia sovelletaan käyttötarkoituksen mukaan nimettyihin pää-, nousu-, ryhmä-, mittaus-, monimittari-, pistorasia-, ohjaus- ja säätökeskuksiin. Tarvittaessa noudatetaan soveltuvia erityisvaatimuksia. Soveltamisohjeet on laadittu täydentämään EN-standardeja, mutta niillä ei ole standardin asemaa. Niitä voidaan kuitenkin käyttää laajalti hyvän suomalaisen jakokeskuksen määrittelyssä. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005, 3.)

Luvussa 4 käsitellään koneiden sähkölaitteistolle asetettuja standardeja, joissa sovelletaan standardia SFS-EN 60204-1 Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa1:yleiset vaatimukset.


2.1 Keskuksesta annettavat tiedot

Keskusvalmistajan on annettava keskuksesta seuraavat tiedot:

- arvokilvissä annetut tiedot
- piirustukset
- asennus-, käyttö-, huolto-ohjeet
- merkinnät virtapiireissä ja niidensuojalaitteissa
- merkinnät kojeissa ja johtimissa
- käyttötarkoitus- ja asennonosoitusmerkinnät suoja- ja kytkinlaitteissa.

2.1.1 Arvokilvet

Keskuksessa on oltava vähintään yksi arvokilpi. Jos kilpiä on useampi, niiden on sijaittava toistensa läheisyydessä. Arvokilpi tulisi sijoittaa siten, että se on helposti nähtävissä keskuksen asentamisen jälkeen.

Valmistaja		 <small>EN 60439</small>	
Type:	Jako 1	In:	25 A
No:	12526	Icw:	kA
Ue:	400 V	Ipk:	kA
Fn:	50 Hz	Icf:	kA
IP:	54	is:	kA
IK:	7	P:	kg
Made in Finland		Fuse:	16 A

KUVA 1. Arvokilpi

Arvokilpeen (kuva 1) on merkattava vähintään valmistajan nimi tai tavaramerkki, nimellisvirta ja jännite, kotelointiluokka, koteloinnin mekaaninen lujuus, sähköiskutasuojaus, mallin merkintä tai muu tunnistustieto, suojausluokan tunnus, virtalaji, oikosulunkestävyys ja paino, mikäli yksikkö painaa yli 30 kg. (SFS-EN 60439-1, 19.)

2.1.2 Merkinnät

Keskuksen sisäisten piirien merkintöjen, kuten ylivirtasuojien suuruuden sekä kojetunnusten, on oltava nähtävissä, kun keskus on asennettu valmistajan tarkoittamalla tavalla tarvittaessa kannet ja irrotettavat suojukset poistettuna ja ovet avattuna. Keskuksen tilaaja voi määritellä merkintöjen laajuuden ja toteutustavan. Jos tilaajalla ei ole erikoistoiveita merkinnöistä, käytetään SFS-KÄSIKIRJA 154 antamia suosituksia. (SFS-käsikirja 154 2005, 21 – 27.)

Jos pääkytkin ei katkaise muualta tulevaa jännitettä, esim. ohjausjännite, tai pääkytkin ei katkaise keskuksesta eteenpäin jatkuvaa jännitettä, on pääkytkimen läheisyyteen kiinnitettävä tästä varoittava teksti. Esimerkiksi ”Huom! Pääkytkin ei katkaise ohjausjännitettä”. (SFS-käsikirja 154 2005, 21 – 27.)

2.1.3 Dokumentaatio

Keskuksen mukana toimitetaan yleensä ainakin asennusohjeet, piirikaaviot, kokoonpanopiirustus, tiedot keskuksen ominaisuuksista sekä tarvittaessa käyttö- ja huolto-ohjeet. Ohjeet toimitetaan yleensä kohdemaan kielellä. On suositeltavaa, että keskuksen mukana toimitetaan kopio kappaletestauspöytäkirjasta. Keskuksen CE- merkintään liittyvä vaatimuksenmukaisuusvakuutus voidaan toimittaa keskuksen mukana tai se toimitetaan pyydettäessä. (SFS-käsikirja 154 2005, 27.)

Dokumentoinnissa on annettava keskuksen ominaisuuksista tiedot, ellei niitä ole merkitty keskuksen tyyppikilpeen. Standardissa SFS-EN 61082-1 annetaan ohjeita sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatimisesta.

(SFS-käsikirja 154 2005, 27.)

2.2 Standardien asettamat mekaaniset vaatimukset

Keskuksen on kestettävä normaalikäytössä riittävästi iskuja kestävä. Koteloinnin mekaaninen lujuus iskunkestävyyden osalta ilmoitetaan IK-koodilla. IK-koodin luokittelu annetaan standardissa SFS- EN 62262. Standardissa annetaan määritelmät suojausasteille sekä kuvataan testit, jotka suorittamalla todetaan, että kotelointi täyttää tämän standardin vaatimukset. Sisäkäyttöön tarkoitetun keskuksen tulisi kestää IK07:n (iskuenergia 2.0J) edellyttämät iskut. Tällaisia ovat esimerkiksi teollisuuden tuotantotilat, joihin yleisöllä on vapaa pääsy. Ulos asennettavien keskusten tulisi kestää IK08 luokan iskut. Keskuksen sisäisille suojuille riittävänä voidaan pitää IK04 luokkaa. (SFS-käsikirja 154 2005, 29.)

Alustan ja kojeiden kiinnityksen pitää olla luotettava ja kestettävä rasitukset, jotka niihin kohdistuvat. Myös samaan kiskoon asennettujen kojeiden aiheuttama värinä on otettava huomioon kiinnitystä suunniteltaessa. Tarvittaessa käytetään värinävaimentimia. (SFS-käsikirja 154 2005, 29.)



KUVA 2. Metallikoteloon tehty valvonta-alakeskus. (Valokuva Pasi Partanen)

Keskuksen aputarvikkeiden (läpivientitiivisteet, holkkitiivisteet yms.) on oltava riittävän lujat keskuksen iskunkestoisuuden ja koteloituokan varmistamiseksi.

Ovien ja kansien on oltava riittävän tukevia ja yhteensopivia keskuksen rungon kanssa. Ovien on avauduttava vähintään 120°. Jos ovi on helposti poistettavissa paikoiltaan, avautumiskulmaksi riittää 90°. (SFS-käsikirja 154 2005, 29.)

3 KONEIDENOHJAUS JA KONESTANDARDIT

Koneturvallisuusstandardit laaditaan ja määritellään eurooppalaisten standardisoimisjärjestöjen CEN:n ja CENELEC:n teknisissä komiteoissa. Laadittuja standardeja on jo useita satoja. Kansainvälinen standardoimisjärjestö ISO on mukana usean standardin valmistelussa. Suomessa vahvistetaan valmistuvat eurooppalaiset standardit kansallisina SFS-EN tai SFS-EN ISO standardeina.

Olellaiset turvallisuusvaatimukset saavutetaan, kun koneen suunnittelussa ja rakentamisessa käytetään yhdenmukaistettuja eurooppalaisia standardeja. Koneen valmistajalle standardien soveltaminen on kuitenkin vapaaehtoista. Valmistaja voi valita keinot, joilla olellaiset turvallisuusvaatimukset toteutetaan. Valmistajan vastuulla on kuitenkin varmistaa, että olellaiset turvallisuusvaatimukset toteutetaan. Jos yhdenmukaistetut standardit puuttuvat, voidaan koneen valmistuksessa käyttää apuna kaikkia sellaisia kansallisia tai muita standardeja tai ohjeita, joista on apua turvallisuusvaatimusten täyttämässä. (Koneturvallisuus, 20.)

4 OHJAUSJÄRJESTELMIEN TURVALLISUUSVAATIMUKSET

Turvallisuusvaatimuksissa tehtyjen virheiden on havaittu oleva syynä suurimpaan osaan koneiden kanssa tapahtuneista tapaturmista. Turvallisuusvaatimusten määrittelyssä tehdään useasti ratkaisuja ja valintoja joilla on vaikutusta koko koneen elinkaaren turvallisuuteen.

VTT on kehittänyt internetpohjaisen koneenvalmistajien turvallisuussuunnittelu toimintamallin. Tätä prosessityökalua apuna käyttäen voidaan arvioida koneiden ohjausjärjestelmien turvallisuusriskit sekä määrittellä turvallisuusvaatimukset jo koneen ja sen ohjausjärjestelmän suunnitteluvaiheessa. Suunnittelijan työtä helpottavalla KOTOTU (Koneiden ohjausjärjestelmien toiminnallinen turvallisuus) laskentatyökalulla komponenttien luotettavuuden lähtötiedoista voi laskea ohjaustoiminnoille saavutetun suoritustason. Tämä saavutettu turvallisuustaso (suoritustalo=PL) voidaan myös arvioida standardin SFS-EN ISO 13849-1 mukaan. (VTT:n TIEDOTTEITA 2485, 3.)

Euroopan parlamentin ja Neuvoston direktiivin 2006/42/EY myötä laadittiin valtioneuvoston asetus koneasetus 400/2008. Koneen valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on varmistettava, että kone täyttää VNA 400/2008 liitteessä I esitetyt sitä koskevat olennaiset terveys ja turvallisuusvaatimukset. Koneen valmistajan on varmistettava, että koneelle tehdään riskin arviointi, jotta koneeseen sovellettavat terveys ja turvallisuusvaatimukset voidaan määrittää. Kone on sen jälkeen suunniteltava ja rakennettava ottaen huomioon riskin arvioinnin tulokset. (VTT:n TIEDOTTEITA 2485, 14.)

Uusi koneasetus Vna 400/2008 asettaa ohjausjärjestelmille seuraavat vaatimukset:

- määriteltävä koneen raja-arvot, joihin sisältyvät tarkoitettu käyttö sekä kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö.
- tunnistettava koneen mahdollisesti aiheuttamat vaarat ja niihin liittyvät vaaratilanteet.
- arvioitava riskin suuruus ottaen huomioon mahdollisen vamman tai terveyshaitan vakavuus ja todennäköisyys.
- arvioitava riskin merkitys sen määrittämiseksi, onko riskiä tämän direktiivin tavoitteen mukaisesti pienennettävä.
- poistettava vaarat tai pienennettävä näihin vaaroihin liittyviä riskejä soveltamalla suojaustoimenpiteitä.

Ohjausjärjestelmät on suunniteltava ja rakennettava sellaisiksi, että ne estävät vaaratilanteiden syntymisen.

Ennen kaikkea ne on suunniteltava ja rakennettava sellaisiksi, että:

- ne kestävät tarkoitetun käyttörasitukset ja ulkoiset vaikutukset.
- ohjausjärjestelmän laitteisto- tai ohjelmistovika ei aiheuta vaaratilanteita.
- virheet ohjausjärjestelmän logiikassa eivät aiheuta vaaratilanteita.
- kohtuudella ennakoitavissa oleva inhimillinen erehdys käytön aikana ei aiheuta vaaratilanteita.

Eryistä huomiota on kiinnitettävä seuraaviin seikkoihin:

- kone ei saa käynnistyä odottamattomasti.
- koneen ominaisarvot eivät saa muuttua hallitsemattomasti, jos tällainen muutos saattaa aiheuttaa vaaratilanteita.
- koneen pysähtymistä ei saa estää, jos pysäytyskäsky on jo annettu.
- mikään koneen liikkuvaosa tai koneen kiinni pitämä kappale ei saa pudota tai sinkoutua.
- mikään liikkuvan osan automaattinen tai käsikäyttöinen pysäyttäminen ei saa estyä.
- turvalaitteiden on pysyttävä täysin toimintakykyisinä tai annettava pysäytyskäsky.
- turvallisuuteen liittyviä ohjausjärjestelmän osia on käytettävä yhtenäisellä tavalla koneiden tai osittain valmiiden koneiden muodostamaan koko kokoonpanoon.

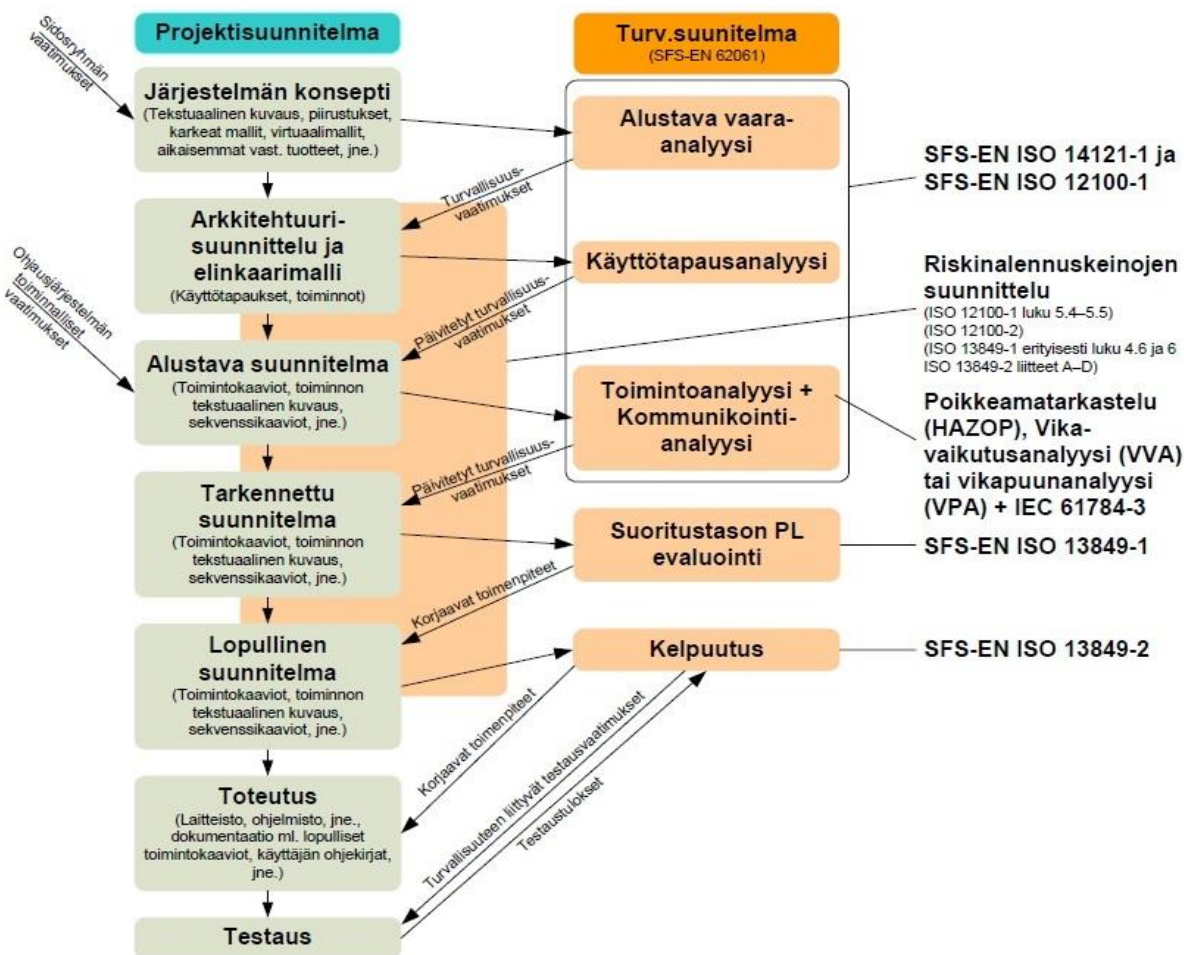
Langattomassa ohjauksessa on aikaansaatava automaattinen pysäytys, jos oikeita ohjaussignaaleja ei saada tai jos yhteys menetetään.(400/2008, 1.2.)

Asetus vaatii myös että koneessa on oltava liitännämahdollisuus vianetsintälaitteita varten. Automaattisten koneiden usein vaihdettavat komponentit on voitava irrottaa ja vaihtaa turvallisesti.

Koneessa on myös oltava erotuslaitteet, jolla se voidaan erottaa kaikista energialähteistä. Erotuslaitteiden on oltava lukittavia, jos energialähteeseen uudelleen kytkeminen voi aiheuttaa vaaran henkilölle. Erotuslaitteiden on oltava lukittavia, jos käyttäjä ei pysty tarkistamaan, onko energiansyöttö on edelleen katkaistuna.

Uusi koneasetus VNa 400/2008 vaatii, että riskin arviointi on aina tehtävä. Riskin arviointia on hyvä tehdä koko tuotekehitysprosessin ajan sitä mukaa, kun tieto järjestelmästä kasvaa. Riskin arvioinnista syntyy korjausehdotuksia. Korjausehdotukset analysoidaan. Tehdyn analyysin perusteella muodostuu uusia turvallisuusvaatimuksia. Korjausehdotukset eivät siis sellaisenaan ole turvallisuusvaatimuksia, vaan niiden toteutustapa vs. jäännösriski arvioidaan eli tehdään riskin evaluointi, kuten standardissa SFS-EN ISO 12100 esitetään. (VTT TIEDOTTEITA 2485, 16.)

VTT on suunnitellut KOTOTU- projektissa kuvan 3 kaltaisen referenssimallin tuotekehitysprosessista ja siihen liittyvästä turvallisuusprosessista. Referenssimalli noudattaa riskin arvioinnin standardia SFS-EN ISO 14121 - 1:2007, riskin pienentämisen periaatteiden standardia SFS-EN ISO 12100 - 2:2003, ohjausjärjestelmien turvallisuusstandardia SFS-EN ISO 13849 - 1:2007 ja ohjausjärjestelmien kelpuutusstandardia SFS-EN ISO 13849 - 2:2004.



Kuva 3. KOTOTU-projektin turvallisuusprosessi referenssimalli. (VTT TIEDOTTEITA 2485, 31)

Kuvan 3 referenssimallissa on kolme riskianalysiskierrosta: alustava vaara-analyysi, käyttötapausanalyysi sekä toimintoanalyysi. Riskianalysissä edetään aina yleiseltä tasolta signaali- ja komponenttitasolle. Alustavan vaara-analyysin aikana voidaan jo päättää tärkeimmistä turvallisuusratkaisuista, kuten suoja-alueiden käytöstä. Käyttötapausanalyysin aikana etsitään työn eri vaiheisiin liittyviä ihmisen toiminnallisista virheistä aiheutuvia vaaroja. (VTT TIEDOTTEITA 2485, 31.)

Toimintoanalyysissä, joka voidaan tehdä vika- ja vaikutusanalyysinä, poikkeamatarkasteluna tai vikapuuanalyysinä, tarkastellaan yksityiskohtaisesti ohjausjärjestelmän vikamuotojen aiheuttamia vaaroja. Toimintoanalyysivaiheen analyysiin kuuluu myös kommunikointijärjestelmän turvallisuuden analysointi. Nämä kolme analyysivaihetta riittävät tyypillisessä koneenohjausjärjestelmässä kattavaan riskianalyysiin, ja ne täydentävät tietoa suunnitelmiin sopivin portain. (VTT TIEDOTTEITA 2485, 31.)

Turvallisuussuunnitteluun on olemassa useita kaupallisia PL- ja SIL-tasojen laskentatyökaluja, esim. SISTEMA, PAScal ja RiskCat. Työkaluja voidaan käyttää turvallisuustasojen lasketaan sekä standardien soveltamisen apuvälineenä.

5 KONEIDEN SÄHKÖLAITTEISTOJEN VAATIMUKSET

Tässä luvussa käsitellään standardin SFS-EN 60204-1 koneiden sähkölaitteistolle määrittelemiä vaatimuksia ja suosituksia. Standardin 60204-1 tarkoituksena on edistää henkilöiden ja omaisuuden turvallisuutta, ohjauksen ja sen aiheuttaman toiminnan yhdenmukaisuutta sekä huollon helppoutta.

Standardin 60204-1 soveltamiseen voi kuulua sellaisten komponenttien ja osien valinta, jotka integroidaan koneen sähkölaitteisiin komponenttien ja osien valmistajien ohjeiden ja teknisten tietojen mukaisesti.

Standardia sovelletaan kaikkiin koneiden sähkö-, elektroniikka- ja ohjelmoitavien elektroniikkalaitteiden ja järjestelmien sovelluksiin (lukuun ottamatta käytön aikana kannettavia koneita). Standardia sovelletaan sähkölaitteistoihin, joiden nimellisjännite on korkeintaan 1000 V AC tai 1500 V DC ja joiden nimellistaajuus on korkeintaan 200 Hz. (SFS-EN 60204-1, 20.)

Auttaakseen suunnittelijoita ja valmistajia täyttämään standardin asettamat velvollisuudet laitteen toimittajan saattaa olla tarpeen hankkia tietoa koneen aiotusta käytöstä. Tätä voidaan helpottaa laatimalla toiminnanharjoittajan ja toimittajan välinen sopimus perusvaatimuksista ja toiminnanharjoittajan lisävaatimuksista. Sopimuksella varmistetaan sähkölaitteen asianmukainen suunnittelu, sovellus ja käyttö koneessa koneen osana. Liitteenä 2 on standardin SFS-EN 60204-1 mallin mukainen mallikyselylomake, jota voidaan käyttää tähän tarkoitukseen.

5.1 Sähkön syöttö

Asiakas voi halutessaan määritellä koneen sähkön syötön määreet. Valmistaja voi myös määritellä sähkön syötön, jos kyseessä on erityinen tehonlähde, esimerkiksi koneessa oleva generaattori.

Taulukoissa 1, 2 ja 3 on standardin SFS-EN 60204-1 määrittelemät ac ja dc syöttöjen määreet.

TAULUKKO 1. Vaihtosähkön a.c. syötöt

Jännite	Jännitteen pysyvä tila 0,9...1,1 osa nimellisjännitteestä
Taajuus	0,99...1,01 nimellistaajuudesta jatkuvasti 0,98...1,02 nimellistaajuudesta lyhyen ajan
Yliaalto	Toisesta viidenteen harmonisten yliaaltojen summana saatu suhteellinen yliaaltosisältö ei ylitä 10 %:a vaiheiden välisestä jännitteen tehollisarvosta (rms). 2 % lisäys vaiheiden välisestä jännitteen tehollisarvosta 6 - 30 harmonisten yliaaltojen summasta sallitaan.
Jännite-epäsymmetrisyys	Kolmivaihesyötön jännitteen vastakomponentin ja nollakomponentin arvo ei saa ylittää 2 %:a myötäkomponentin arvosta.
Jännitekatkos	Syötön jakson millä tahansa hetkellä esiintyvä jännitekatkos tai nollijännite ei saa ylittää 3 ms kestoaikaa. Peräkkäisten katkosten välisen ajan on oltava yli 1 s.
Jännitekuopat	Jännitekuopat eivät saa olla suurempia kuin 20 % syöttöjännitteen huippuarvosta yhtä jaksoa pitemmän ajan. Peräkkäisten jännitekuoppien välisen ajan on oltava yli 1 s.

TAULUKKO 2. Tasasähkön syötöt, paristo ja akkusyötöt

Jännite	0,85...1,15 osa nimellisestä 0,7...1,2 nimellisestä kun kyseessä on akkukäyttöinen ajoneuvo.
Jännitekatkos	ei ylitä 5 ms.

TAULUKKO 3. Tasasähkön syötöt, muuntajalaitesyötöt

Jännite	0,9...1,1 osa nimellisestä.
Jännitekatkos	ei ylitä 20 ms. Peräkkäisten katkosten välisen ajan on oltava vähintään 1s.
Vaihtosähkökomponentti (huipusta huippuun)	Ei ylitä 0,15 osaa nimellisjännitteestä.

Erikoisvirransyötön (esimerkiksi generaattori) ollessa kyseessä jännitteen vaihtelu voi ylittää nämä arvot, edellyttäen kuitenkin että laitteisto toimii oikein (SFS-EN 60204-1, 42).

5.2 Käyttöolosuhteet

Sähkölaitteiston on kyettävä toimimaan oikein tarkoitetulla ympäristölämpötila-alueella. Vähimmäisvaatimus on, että kaikki sähkölaitteet toimivat oikein lämpötila-alueella + 5 °C...+40 °C. Erittäin kuumissa ja kylmissä ympäristön lämpötiloissa suositellaan lisätoimenpiteitä, esimerkiksi laitekohtaisia lämmityksiä tai jäähdytyksiä. (SFS-EN 60204-1, 48.)

5.3 Syöttöjohtimien liitännät, erotus ja katkaisulaitteet

On suositeltavaa, että kone kytketään vain yhteen syöttöön, mikäli se on käytännössä mahdollista. Ellei konetta kytketä verkkoon pistokytkimellä, on suositeltavaa, että syöttöjohtimet kytketään suoraan syötön erotuslaitteeseen.

Laitteiston sisällä nolla ja suojajohtinta ei saa yhdistää toisiinsa eikä yhteistä PEN- liitintä saa käyttää, paitsi kuin jos koneen syöttö kytketään TN-C järjestelmään. Kaikkien syöttöliittimien on oltava selvästi standardin IEC 60455 mukaisesti tunnistettavissa.

Jokaisen syötön vaihejohtimen liittimien läheisyydessä on oltava liitin koneen kytkemiseen ulkoiseen suojamaadoitusjärjestelmään tai suojajohtimeen syötön jakelujärjestelmästä riippuen.

Ulkoisen kuparisen suojajohtimen poikkipinta-alan määrittämiseksi käytetään seuraavaa taulukkoa.

Taulukko 4. Poikkipinta- alat ulkoiselle kuparijohtimelle.

Laitteistoa syöttävien kuparisten vaihejohtimien poikkipinta $S \text{ mm}^2$	Ulkoisen kuparisen suojajohtimen pienin poikkipinta $S \text{ mm}^2$
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Ulkoisen maadoitusjärjestelmän ja ulkoisen suojajohtimen liitin on merkittävä selvästi kirjaimilla PE jokaisessa syöttöpisteessä. (SFS-EN 60204-1, 48.)

Syötönerotuskytkin

Syötönerotuskytkimen on oltava koneen jokaisessa syötössä sekä koneeseen sijoitetulla teholähteellä toteutetussa syötössä. Syötönerotuskytkimellä on voitava tarvittaessa erottaa koneen sähkölaitteisto syöttöverkosta esimerkiksi koneessa tai sen sähkölaitteistossa tehtävien huoltotöitä varten. Käytettäessä useampaa huoltokytkintä, on käytettävä lukituskytkentöjä joilla varmistetaan oikea toiminta ja estetään vaaratilanteen syntyminen. (SFS-EN 60204-1, 50.)

Syötön erotuskytkimen on oltava standardin IEC 60947-3 käyttöluokan AC-23B tai DC-23B mukainen tai katkaisija, joka soveltuu erottamiseen standardin IEC 60947-2 mukaisesti. Taipuisassa syöttökaapelissa riittää erotuskytkimeksi pistokytkin. (SFS-EN 60204-1, 50.)

Syötönerotuskytkimen ohjauslaitteelle on oltava esteetön pääsy. Suositeltava asennuskorkeus huoltotasosta on 0,6...1,9 m. Standardin suosittelema suurin korkeus on 1,7 m. (SFS-EN 60204-1, 54.)

Erotuskytkimen ei tarvitse erottaa seuraavia virtapiirejä:

- huollon ja korjauksen aikana tarvittavia valaistuspiirejä
- ainoastaan korjaus- ja huoltotyökaluille ja -laitteille tarkoitettuja pistorasioita
- alijännitesuojaukseen käytettyjä virtapiirejä, joita käytetään pelkästään syötössä tapahtuvan vian aiheuttamaan automaattiseen laukaisuun
- piirejä jotka syöttävät laitetta, joiden olisi normaalisti jäätävä jännitteiseksi oikean toiminnan aikaan saamiseksi
- lukituspiirejä.

Suosittelavaa olisi kuitenkin asentaa oma erotuskytkin. Jos näitä ei eroteta syötön erotuskytkimellä, on syötön erotuskytkimen läheisyyteen asennettava pysyvä varoituskilpi. Kunnossapito-ohjeissa on myös oltava vastaavat huomautukset. (SFS-EN 60204-1, 54.)

5.4 Suojaus sähköiskulta

Sähkölaitteisto on suojattava niin, että estetään suorasta tai epäsuorasta kosketuksesta henkilölle aiheutuva sähköiskunvaara. Jännitteiset osat on sijoitettava kotelon sisälle. Kotelon on annettava vähintään IP2X:n tai IPXXB:n mukainen suojaus standardin IEC 60529 mukaan. Helposti luokse päästävässä olevien kotelon yläpintojen on oltava suojausluokaltaan vähintään IP4X tai IPXXD tasoa. Kotelon avaus saa olla mahdollista ainoastaan silloin kun jännitteiset osat on tehty jännitteettömäksi. Poikkeuksena kotelo voidaan avata myös toimittajan määräämällä avaimella tai työkalulla. (SFS-EN 60204-1, 56.)

5.5 Laitteiston suojaaminen

Ylivirtasuojauksista on käytettävä koneen piireissä, joissa mahdollisesti syntyy suurempia virtoja kuin komponentin mitoitusvirta tai johtimen kuormitettavuus on. Sulake tai ylivirtasuojin on valittava mahdollisimman alhaiseksi mutta kuitenkin vastaamaan odotettavissa olevia ylivirtoja. Suojalaitteita valittaessa kannattaa ottaa huomioon ohjauspiirien kytkinlaitteiden suojaus ylivirtojen aiheuttamilta vaurioilta. (SFS-EN 60204-1, 68.)

Johtimille ylivirtasuojia mitoittaessa, ylivirtasuojien nimellisvirta tai asettelu määritetään johtimien kuormitettavuuden perusteella. Standardissa SFS-EN60204-1 kohdassa 12.4, D.2 ja luvussa D.3 määritellään suurimmat sallitut katkaisuaajat t mukaisesti. Mitoituksessa pitää ottaa huomioon koordinaatio suojattavan piirin muiden laitteiden kanssa. (SFS-EN 60204-1, 68.)

Mitoitusteholtaan yli 0,5 kW:n moottoreille täytyy asentaa ylilämpenemissuojaus, poikkeuksena esim. palopumput, joissa moottorin toiminnan automaattinen sammuminen ei ole sallittua. Moottoreille ylilämpenemissuojaus voidaan toteuttaa joko ylikuormitussuojauksella, lämpötilasuojauksella tai virtaa rajoittavalla suojauksella. Moottori ei saa käynnistyä itseksensä suojan toimimisen jälkeen, jos siitä voi aiheutua vaaratilanne tai vaurio koneelle tai käynnissä olevalle työlle. (SFS-EN 60204-1, 70.)

5.6 Potentiaalintasaus

Potentiaalintasaus on perusehto kosketusjännitesuojaukselle. Kosketusjännitesuojauksen tarkoitus on suojata henkilöitä sähköiskulta vikatilanteessa. Toiminnallisella maadoituksella on tarkoitus minimoida koneen toimintaan vaikuttavat eristysvikojen seuraamukset sekä herkkiin sähkölaitteistoihin kohdistuvien sähköisten häiriöiden seuraukset.

Suojaavan potentiaalintasauksen piirit käsittävät:

- PE- liittimen
- koneen laitteiden suojajohtimet käsittäen piirin mahdollisesti kuuluvat liukukoskettimet
- sähkölaitteiston jännitteelle alttiit johtavat osat ja rakenneosat
- muut johtavat osat, jotka muodostavat koneen rakenteen.

Potentiaalintasauksen kaikki osat on suunniteltava kestäämään piirissä esiintyvän maasulkuvirran aiheuttamat suurimmat mekaaniset ja lämpörasitukset. (SFS-EN 60204-1, 78.)

Suojajohtimina suositellaan käytettäväksi aina kuparijohtimia. Johdinmateriaalin ollessa muuta kuin kuparia, poikkipinta - ala ei saa olla alle 16mm^2 pienempi ja johtimen on oltava johtokyvyltään vähintään sallitun kuparijohtimen suuruinen. Suojajohtimen mitoituksessa on noudatettava standardin IEC 60364-5 kohta 5.4.3 tai standardin IEC 60439-1 kohdan 7.4.3.1.7 määräyksiä soveltuvin osin. Poikkipintavaatimus täytyy yleensä, jos kyseisen suojajohtimen poikkipinnan ja kyseisen laitteiston osan vaihejohtimen suhde on taulukon 4 mukainen. (SFS-EN 60204-1, 82.)

5.7 Ohjauspiirit ja toiminnot

Ohjauspiirejä syötettäessä vaihtovirralla on käytettävä ohjausmuuntajia. Ohjausmuuntajat on oltava erilliskäämityksillä. Useita ohjausmuuntajia käytettäessä, suositellaan ne kytkettäväksi siten että niiden toisiojännitteet ovat saman vaiheiset. Tasasuunnatut ohjauspiirit, jotka ovat kytketty suojajohdinpiiriin, on syötettävä toisesta ohjauspiirin muuntajasta tai vaihtojännitteisen ohjauspiirimuuntajan erillisestä käämistä. (SFS-EN 60204-1, 66.)

Toiminnan käynnistymiseen on varmistettava että kaikki turvatoiminnot ja suojaukset ovat paikoillaan ja toiminnassa. Liikkuvissa koneissa joissa ei voida käyttää turvatoimintoja ja suojauksia, on näillä toiminnoilla oltava pakkokäyttöiset hallintalaitteet sekä tarvittaessa lisäksi sallintalaitteet. (SFS-EN 60204-1, 84.)

Pysäytys on toteutettava riskin arvioinnin ja koneen toiminnallisten vaatimusten mukaisesti. Pysäytystoiminnon on ohitettava vastaavat käynnistystoiminnot. Useampaa kuin yhtä ohjauspaikkaa käytettäessä, on jokaisen ohjauspaikan pysäytyskäskyn oltava toiminnassa, jos koneen riskiarviointi sitä edellyttää. (SFS-EN 60204-1, 84.)

Hätäpysäyttimen antama käsky on jäätävä voimaan siihen asti kunnes se kuitataan. Käsikäyttöinen kuittaus saa olla mahdollista vain siltä paikalta, jolta hätäpysäyttimen pysäytyskäsky alun perin annettiin. Käskyn kuittaus ei saa uudelleen käynnistää konetta, vaan ainoastaan sallia koneen mahdollisen uudelleen käynnistymisen. Koneen uudelleen käynnistymiseen vaaditaan kaikkien hätäpysäytyskäskyjen kuittautuminen.

Hätäpysäytyslaitteiston suunnittelu periaatteet ja toiminnalliset periaatteet on annettu standardissa ISO 13850.(SFS-EN 60204-1, 88.)

5.8 Käyttäjäraja- ja koneeseen asennetut ohjauslaitteet

Standardin SFS-EN 60204-1 sivulla 102 määritellään vaatimukset kokonaan tai osittain ohjauskotelon ulkopuolelle asennetuille laitteille. Laitteiden valintaan, asennukseen, tunnistamiseen ja merkintään suositellaan sovellettavaksi standardia IEC61310. Laitetta suunniteltaessa on pyrittävä minimoimaan tahattoman toiminnan mahdollisuus. Erityistä huomiota on kiinnitettävä riskianalyyssissä saatuihin vaaraa aiheuttavien ohjauksien valintaan. (SFS-EN 60204-1, 102.)

5.9 Ohjauslaitteisto: sijoitus, asennus ja kotelointi

Ohjauslaitteistot on sijoitettava ja asennettava helposti luokse päästävasti. Ohjauslaitteiston kunnossapito pitää pystyä suorittamaan helposti. Jos ohjauslaitteiston säätö, ylläpito tai laitteen irrottaminen edellyttää erikoistyökälyä, tämä on toimitettava koneen mukana. Säännöllistä kunnossapitoa ja säätöä vaativille laitteille suositellaan sijoitettavaksi 0,4...2,0 m huoltotason yläpuolelle. Liittimien asennuskorkeudeksi suositellaan vähintään 0,2 m huoltotason yläpuolelle. Kaapelien kytkentä liittimiin on oltava ja helppoa. (SFS-EN 60204-1, 114.)



KUVA 4. Käyttöpaneeli keskuksen kannessa. (Pasi Partanen)

Kotelon oviin ja normaalisti irrotettaviin kansiin ei saa asentaa muita kuin käyttö-, näyttö-, mittaus- tai jäähdytyslaitteita. Kuvassa 4 on kotelon oveen asennettu käyttöpaneeli.

Kun ohjauslaitteissa käytetään pistokytinliitäntää, on liitäntäosien välisen yhteyden oltava selvä tyyppin tai viitetunnuksen tai niiden yhdistelmän avulla. Tavanomaisen käytön aikana käsiteltävät pistokytinliitännät eivät saa olla keskenään vaihdettavissa, jos vaihto voi johtaa virhetoimintoon. (SFS-EN 60204-1, 116.)

Kotelot on rakennettava materiaalista, joka kestää siihen normaalikäytössä todennäköisesti kohdistuvat mekaaniset, sähköiset ja lämpörasitukset. Koteloiden ikkunoiden on kestävä mekaaniset ja kemialliset rasitukset. Ikkunat voivat olla esimerkiksi karkaistua lasia tai vähintään 3 mm paksua pölykarbonaattilevyä. (SFS-EN 60204-1, 118.)

5.10 Johtimet ja kaapelit

Johtimia ja kaapeleita valittaessa on otettava huomioon käyttöolosuhteet (esim. jännite, virta, suojaus epäsuoralta koskettamiselta, kaapeleitten ryhmittely) sekä ulkoiset olosuhteet (esim. ympäristön lämpötila, esiintyvä vesi, korrosoivat aineet, mekaaninen rasitus). Johtimina suositellaan käytettäväksi kuparijohtimia. Alumiinijohtimia käytettäessä vähimmäispoikkipinta on 16 mm². Riittävän mekaanisen lujuuden takaamiseksi johtimille annetaan standardissa SFS-EN 60204-1 sivulla 122 taulukossa 5 minimi poikkipinnat. (SFS-EN 60204-1, 122.)

Kaapelien ja johtimien eristyksen on oltava sopiva seuraaville testausjännitteille:

- Kun käyttöjännite on suurempi kuin 50 Vac tai 120 Vdc testausjännite on vähintään 2000Vac ja testauksen kesto 5 min. tai
- PELV- piirien testausjännite on vähintään 500 Vac ja testauksen kesto 5 min.

Eristyksen on oltava riittävän paksu ja luja, jotta se kestää normaalin käytön ja asennuksen. Eristystä valittaessa on otettava huomioon asennusputkeen vedon asettamat vaatimukset. (SFS-EN 60204-1, 122.)

Johtimien kuormitettavuuteen vaikuttavat eristysaine, kaapelin johtimien lukumäärä, eristysmenetelmä ryhmittelyssä ja ympäristön lämpötila. Standardissa SFS-EN 60204-1 sivulla 124 taulukossa 6 on esitetty tyypillinen esimerkki koteloiden ja laitteiston osien välille asennettujen PVC-eristeisten johtimien kuormitettavuudesta jatkuvassa käytössä kun, ympäröivän ilman lämpötila on +40 °C. (SFS-EN 60204-1 124.)

Jännitteen alenema syöttöpisteestä kuormaan saa normaalissa käyttötilanteessa olla enintään 5 % nimellisjännitteestä. Tämän vaatimuksen täyttämiseksi saattaa olla tarpeen käyttää suurempia poikkipintoja kuin taulukossa 6 on esitetty. (SFS-EN 60204-1 124.)

5.11 Johdotustavat

Kaikkien liittimien pitää olla johtimille ja johdinlajille sopivia. Kaikkien liitäntöjen kiinnipysyminen on varmistettava, erityisesti suojajohdinpiirit. Juottamalla tehdyt liitokset ovat sallittuja vain juottamiseen tarkoitetuissa liittimissä. Yhteen liittimeen saa kytkeä useamman johtimen, jos liitin on tähän tarkoitukseen suunniteltu. Yhteen liittimeen saa kytkeä vain yhden suojajohtimen. (SFS-EN 60204-1, 134.)

Johdinpäätteiden käyttö on pakollista kerratassa johtimessa, jos liittimellä tai laitteen liitännällä ei ole säikeet kokoavaa ominaisuutta. Säikeiden juottaminen ei ole sallittua tässäkään tapauksessa.

Johtimet on voitava tunnistaa jokaisessa liitoksessa teknillisten asiakirjojen mukaisesti. Tunnistamismenetelmästä voidaan sopia keskuksen toimittajan ja toiminnanharjoittajan välillä käyttämällä liitteenä 2 olevaa sähkölaitteiston kyselylomakemallia.

Suojajohtimen tunnistamisen on oltava helppoa. Tunnistaminen voidaan tehdä muodon, sijainnin, merkinnän tai värin perusteella. Kun tunnistaminen perustuu yksinomaan väriin, on suojajohtimien oltava koko pituudeltaan kelta-vihreä. Tätä väriyhdistelmää ei saa käyttää muilla johtimilla. Nollajohtimen merkkaukseen käytetään pelkästään sinistä väriä. (SFS-EN 60204-1, 134.)

5.12 Sähkömoottorit ja niihin liittyvät laitteet

Moottoreiden suositellaan täytettävän standardisarjan IEC 60034 asettamat vaatimukset. Moottorien ja niihin liittyvien laitteiden suojausvaatimukset annetaan standardissa SFS-EN 60204-1 kohdassa 7.2 ylivirtasuojaukselle, kohdassa 7.3 ylivirtakuormitukselle ja kohdassa 7.6 ylinopeussuojaukselle.

Koska useat ohjauslaitteet eivät katkaise pysähtyneen moottorin syöttöä, on varmistettava, että standardin SFS-EN 60204-1 kohtien 5.3, 5.4, 5.5, 7.5, 7.6 ja 9.4 asettamat vaatimukset täyttyvät. Valittaessa moottorin ohjauslaitteiden sijoituspaikkaa on täytettävä standardin kohdan 11 mukaiset vaatimukset. (SFS-EN 60204-1, 144)

Standardia IEC 60034-5 suositellaan sovellettavaksi moottorin koteloitualueen valinnassa. Kaikkien moottoreiden koteloitualueen on täytettävä vähintään IP23 luokitus (ks. IEC 60529). Koneeseen asennettavat moottorit on suojattava riittävän lujalla mekaanisella suojalla. Moottorien mittojen suositellaan olevan standardisarjan IEC 60072 mukaisia. (SFS-EN 60204-1, 146.)

Moottorin valinnassa on otettava huomioon fyysiset ympäristöolosuhteet ja ennakoitu käyttö. Huomioon on otettava seuraavat seikat:

- moottorin tyyppi
- käyttöjakson tyyppi (IEC 60034-1)
- käytetäänkö moottoria tietyllä nopeudella vai muutetaanko nopeutta (ja siitä seuraava muuttuva vaikutus jäähtymykseen)
- tärinä
- moottorin ohjauksen tyyppi
- moottoria syöttävän jännitteen tai virran yliaaltojen vaikutus lämpenemiseen
- käynnistystapa ja käynnistysvirran mahdollinen vaikutus syötön muihin käyttäjiin ottaen huomioon virtaa jakavan sähkölaitoksen mahdolliset asettamat vaatimukset
- ajasta ja nopeudesta riippuva kuorman aiheuttama vastamomentin muuttuminen
- kuorman suuren hitausmomentin vaikutus
- vakiomomentti- ja vakiotehokäytön vaikutus
- muuttajan ja moottorin välissä mahdollisesti tarvittavat kuristimet.

Kun mekaanisten jarrujen toimilaitteiden ylikuorma- ja ylivirtasuojat toimivat, on vastaavilta toimilaitteilta poistettava teho samanaikaisesti. (SFS-EN 60204-1, 148.)

5.13 Lisälaitteet ja valaistus

Koneeseen tai sen laitteeseen asennettaessa lisälaitteita, esimerkiksi käsityökaluille tarkoitettuja pistorasioita sovelletaan seuraavia ehtoja.

- pistorasioiden olisi oltava standardin IEC 60309-1 mukaisia. Jos mahdollista pistorasioiden virta- ja jännitearvot olisi merkattava selvästi
- suojajohdinpiiriin jatkuvuus on varmistettava, ellei käytetä PELV-jännitettä
- kaikki pistorasiaan kytketyt maadoittamattomat johtimet on suojattava ylivirralla ja vaadittaessa ylikuormalta standardin kohtien 7.2 ja 7.3 mukaisesti erillisenä muiden piirien suojauksesta
- jos pistorasian syöttö ei katkea koneen tai koneen osan syötönerotuskytkimestä, on sovellettava standardin SFS-EN 60204-1 kohdan 5.3.5 vaatimuksia.

Koneen ja laitteiden paikallisvalaistuksen potentiaalintasaus on toteutettava standardin SFS-EN 60204-1 kohdan 8.2.2 mukaisesti. PÄÄLLE - POIS kytkintä ei saa asentaa lampunpitimeen eikä taipuisaan liitäntäjohtoon. Paikallisvalaistuksen syötön johdinten välinen nimellisjännite ei saa olla suurempi kuin 250V. Suositeltava valaistuksen syötön johdinten välinen jännite on enintään 50V. Tarkemmat määreet koneen paikallisvalaistukselle on annettu standardissa SFS-EN 60204-1 luvussa 15 Lisälaitteet ja valaistus. (SFS-EN 60204-1, 148.)

5.14 Merkinnät ja varoitusmerkit ja viitetunnukset

Varoitusmerkkien, nimikilpien, merkintöjen ja tunnuskilpien on kestettävä riittävästi fyysiset ympäristön aiheuttamat rasitukset. Laitteisto, esimerkiksi ohjauskeskus on merkittävä selvästi ja kestävästi sellaisella tavalla, että merkinnät on selvästi luettavissa, kun laitteisto on asennettuna paikoillaan. Kunkin syötön viereiseen koteloon on kiinnitettävä nimikilpi, jossa on seuraavat tiedot:

- toimittajan nimi tai tavaramerkki
- tarvittaessa sertifiointimerkki
- sarjanumero, mikäli se on käytettävissä
- mitoitusjännite, vaiheiden lukumäärä, taajuus ja jokaisen syötön täyden kuormituksen virta
- laitteiston nimellinen oikosulkuvirta
- päädokumentin numero

Nimikilvessä esitetty täyden kuormituksen virran on oltava vähintään kaikkien käynnissä olevien moottorien ja muiden samanaikaisesti toiminnassa olevien laitteiden normaalissa käytössä esiintyvä virta. Yhtä moottorin ohjainta käytettäessä tiedot voidaan merkata myös koneen nimikilpeen. (SFS-EN 60204-1, 152.)

5.15 Tekninen dokumentaatio

Tämän työn liitteenä 2 olevaa sähkölaitteiston kyselylomaketta voidaan käyttää apuna teknisten dokumentaation laajuutta sovittaessa. Lomakkeessa määritellään myös dokumenttien esityskieli.

Koneen sähkölaitteiston asennuksessa, käytössä ja kunnossapidossa tarvittavat tiedot toimitetaan piirustuksilla, kaavioilla, taulukoilla ja ohjeilla. Laitteiston monimutkaisuus voi vaikuttaa toimitettavien tietojen laajuuteen. Yksinkertaisilla laitteilla sopivat tiedot voidaan sisällyttää yhteen dokumenttiin edellyttäen, että tässä dokumentissa esitellään koneen kaikki sähkölaitteet. Yhden dokumentin pohjalta on voitava tehdä tarvittavat koneen sähkökytkennät syöttävään verkkoon. (SFS-EN 60204-1, 154.)

Sähkölaitteiston mukana toimitettavien tietojen on sisällettävä:

- päädokumentin (osa tai dokumenttiluettelon)
- lisädokumentteja käsittäen:
 - o selvä, kattava kuvaus laitteistosta, asennuksesta ja varustelusta sekä liitännästä sähköön syöttöön
 - o sähköön syöttöjen vaatimukset
- tiedot fyysisestä ympäristöstä (valaistus, värinä, melutaso, ilman epäpuhtaudet)
- yleiskaaviot milloin ovat tarkoituksenmukaista
- piirikaaviot
- tiedot (milloin on tarkoituksenmukaista):
 - o laitteiston käytössä tarvittavasta ohjelmoinnista
 - o toimintajaksosta
 - o tarkastustaajuudesta
 - o toiminnallisten testien väleistä sekä menetelmistä
 - o asetuksista, kunnossapitoa ja korjauksia koskevista ohjeista erityisesti suojalaitteille ja piireille
 - o suositeltavista varaosista
 - o luettelo toimitettavista työkaluista.
- kuvaukset turvalaitteista, lukitustoiminnoista ja suojuksien lukituksista vaarojen varalta, erityisesti yhtenä kokonaisuutena toimiville koneille
- kuvaus suojateknistä toimenpiteistä ja menetelmistä milloin ensisijaiset suojaustekniset toimenpiteet ohitetaan
- menettelytapaohjeet koneen turvallisen huollon varmistamiseksi
- käsittely-, kuljetus- ja varastointiohjeet
- tiedot kuormitusvirrasta, käynnistysvirran huippuarvosta ja sallitusta jännitteen alenemasta, milloin tarkoituksenmukaista
- tiedot suojaustoimenpiteiden toteuttamisesta jälkeen esiintyvistä jäännösriskeistä, tarvittaessa erityisestä opastamisesta ja tarvittavista henkilösuojaimista.

Työmaalla asennettavien syöttökaapelien suositeltava paikka, tyyppi ja poikkipinta-ala on esitettävä dokumentaatioissa riittävän selvästi. (SFS-EN 60204-1 156.)

5.16 Todentaminen

Tarvittava todentamisen laajuus esitetään konetyyppiä koskevassa standardissa. Jos koneelle ei ole sille tarkoitettua tuotestandardia, todentaminen toteutetaan standardin SFS-EN 60204-1 antaman ohjeistuksen mukaan. Todentamisen on aina sisällettävä seuraavat asiat:

- Todennetaan, että sähkölaitteisto on teknisen dokumentaation mukainen.
- Kun kosketusjännitesuojaus toteutetaan syötön automaattisella poiskytkennällä, sille asetetut ehdot on todennettava standardin SFS-EN-60204-1 kohdan 5.3.1 mukaisesti.
- Mitataan pääpiirien johtimien ja suojajohdinsiirien välisten eristysresistanssi.
- Tehdään jännitekoetta IEC 61180-2 mukaisella mittauslaitteella
- Tarvittaessa suoritetaan koetta jäännösjännitteille
- Suoritetaan toiminnalliset testit

Testaukset suositellaan tehtäväksi edellä esitettyssä järjestyksessä. Kun koneen osaa tai siihen kuuluvaa sähkölaitteistoa muutetaan, on muunnettu osa todennettava ja testattava tarkoituksen mukaisesti uudelleen. Erityistä huomiota on kiinnitettävä uudelleen testaamisen aiheuttamiin mahdollisiin haittavaikutuksiin. Näitä voivat olla esimerkiksi eristyksen ylikuormitus, laitteiden erottaminen ja uudelleen kytkeminen.

Testaus on tehtävä asianmukaisten IEC – standardien mukaisilla mittalaitteilla. (SFS-EN-60204-1, 158.)

Syötön automaattisella poiskytkennällä toteutetun suojauksen ehdot on todennettava testaamalla. TN- järjestelmässä jokaisen suojajohdinsiirien jatkuvuus todennetaan koeteella 1 ja syötön automaattisella poiskytkennällä toteutetun suojauksen ehdot todennetaan koeteella 2.

Koe 1: Suojajohdinsiirien jatkuvuus

PE- liittimen ja kunkin suojajohdinsiirien osan asiaankuuluvan kohdan välinen resistanssi on mitattava virralla, joka on vähintään 0,2 A ja noin 10 A välillä. Virtalähde on syöttöjännitteestä erotettu, jonka jännite kuormittamattomana on 24 V AC tai DC. PELV- jännitelähteen käyttö ei ole suositeltavaa koska se saattaa vääristää tuloksia. Mitatun resistanssin on oltava hyväksyttävällä alueella suojajohdinsiirien johtimien pituudesta, poikkipinnasta ja materiaalista riippuen. (SFS-EN 60204-1, 160.)

Koe 2: Vikavirtapiirin impedanssin ja ylivirtasuojan soveltuvuuden todentaminen

Syötön liitännät ja ulkoisen suojajohtimen liitäntä koneen PE-liittimeen on todennettava tarkastamalla. Syötön automaattiselle erottamiselle standardin SFS-EN 60204-1 kohdassa 6.3.3 ja liitteessä A edellytettyjen ehtojen todentaminen on toteutettava sekä seuraavat kohdat:

1. Todentamalla vikavirtapiirin impedanssi laskennallisesti tai mittaamalla IEC61557-3 mukaisella mittalaitteella. Mittaus on tehtävä piirin nimellistaajuudella koneen ollessa verkkoon kytkettyinä.
2. Varmistamalla, että piiriin kuuluvan ylivirtasuojan asetteluarvot ja ominaisuudet ovat standardin määrittelemien vaatimusten mukaiset.

Koe 1 on tehtävä koneen jokaiselle suojajohdinsiirille. Koe 1 on tehtävä myös aina ennen koetta 2, koska mahdollinen suojajohdinsiirin katkos voi aiheuttaa vaaratilanteen mittaajalle ja muille henkilöille tai vaurion sähkölaitteistolle. (SFS-EN 60204-1, 160.)

Eristysresistanssimittaus

Pääpiirien johtimien ja suojajohdinpiirin välisen eristysresistanssin on oltava vähintään 1 M Ω mitattuna 500 V:n tasajännitteellä. Mittaus voidaan tehdä koko asennuksen yksittäisille ryhmille. Laitteistossa, joissa on esimerkiksi kiskostoja, laahauskisko- ja laahausjohtojärjestelmiä tai liukurenkaita sallitaan näille pienempiä arvoja. Eristysresistanssin on oltava kuitenkin vähintään 50k Ω .

Koneen sähkölaitteiston sisältäessä ylijännitesuojia jotka todennäköisesti toimivat mittauksen aikana, sallitaan joko niiden irrottaminen tai mittausjännitteen alentaminen ylijännitesuojan toiminta-arvoa pienemmäksi. Ei kuitenkaan syöttöjännitteen huippuarvoa pienemmäksi.(SFS-EN 60204-1, 164.)

Jännitekoee

Jännitekoee tulee tehdä standardin IEC 61180-2 mukaisella mittalaitteella. Testausjännitteen taajuuden on oltava 50 Hz tai 60 Hz. Koejännitteen on oltava ainakin kaksinkertainen laitteiston mitoitusjännitteeseen nähden. Jos kaksinkertainen mitoitusjännite jää alle 1000 V:n, on mitoitusjännitteen kuitenkin oltava vähintään 1000 V. Suurimman koejännitteen on vaikutettava pääpiirin johtimien ja suojajohdinpiirin välillä noin 1 s ajan. Vaatimukset katsotaan täytyneeksi kun läpilyöntiä ei tapahdu. (SFS-EN 60204-1, 166.)

Komponentit, jotka on mitoitettu siten, että ne eivät kestä tätä koetta, on erotettava kokeen ajaksi. Komponentit ja laitteet, joille jännitekoee on tehty tuotestandardin mukaisesti, voidaan myös kytkeä irti kokeen ajaksi.(SFS-EN 60204-1, 166.)

Suojaus jäännösjänniteiltä

Tarvittaessa on suoritettava jäännösjännitekoe standardin SFS-EN 60204-1 kohdassa 6.2.4 annetun vaatimustenmukaisuuden varmistamiseksi.

Jännitteisten osien jäännösjännite, mikäli se on syötön katkaisun jälkeen suurempi kuin 60V, on purkaututtava 60 V:iin tai sen alle 5 sekunnin kuluessa katkaisusta edellyttäen, ettei se häiritse laitteiston toimintaa. Alle 60 μ C varauksisille komponenteille tätä vaatimusta ei edellytetä. Purkautumisnopeuden aiheuttamasta häiriöstä laitteiston toimintaan on ilmoitettava, ja mainittava aika, jonka jälkeen kotelon voi avata turvallisesti. Jos pistotulpan tai vastaavan laitteen avaamisen jälkeen paljastuu kosketukselle alttiita johtimia (esim. tappeja), purkautumisaika ei saa ylittää 1 sekuntia, ellei niitä ole suojattu kosketukselta vähintään IP2X tai IPXXB mukaisesti. (SFS-EN 60204-1, 60.)

Toiminnalliset testit

Sähkölaitteiston kaikki toiminnot on testattava. Sähköturvallisuuteen kuuluvat toiminnot on testattava myös. Näihin kuuluvat esimerkiksi hätä - seis - piirit, ovien turvarajat ja ovien lukitukset.

Jos koneeseen kuuluvaa osaa ja mahdollista sähkölaitteistoa muutetaan, on muutettu osa todennettava ja testattava tältä osin uudelleen. Uudelleen testauksessa pitää kiinnittää huomiota testaamisen aiheuttamiin mahdollisiin haittavaikutuksiin esimerkiksi eristyksen ylikuormitus, tarvittavat laitteiden erottaminen ja uudelleen kytkeminen.(SFS-EN 60204-1, 166.)

6 TESTAUKSET

6.1 Tyypitestit

Tyypitesteillä varmistetaan keskusrakenteen tai järjestelmän standardien asettamien vaatimusten täyttyminen. Tarkastukset tulee tehdä keskukselle tai sen saman - tai vastaavanlaisena valmistetulle osalle. Testit on suoritettava keskusvalmistajan aloitteesta. (SFS-EN 60439-1, 51.)

Tyypitestit sisältävät seuraavat testit:

- lämpenemistesti
- jännitetesti
- oikosulunkestävyyden testaus
- suojamaadoituspiirin tehokkuuden tarkastus
- ilma- ja pintavälien tarkastus
- mekaanisen toiminnan tarkastus
- kotelointiluokan tarkastus
- EMC- testit.

Testit voidaan tehdä missä tahansa järjestyksessä. Mahdollisten keskuksen komponentteihin tehtyjen muutosten jälkeen uusintatestejä tehdään ainoastaan, jos muutokset vaikuttavat epäedullisesti aiemmin tehtyjen testien tuloksiin. (SFS-EN 60439-1, 51.)

6.2 Kappaletestit

Kappaletestien tarkoitus on löytää mahdollisia materiaali- ja valmistusvikoja. Kappaletestit tulee tehdä jokaiselle valmistetulle keskukselle tai kuljetusyksikölle. Keskukselle, joka kootaan standardikomponenteista tai – osista muualla kuin näiden komponenttien tai osien valmistajan tehtaalla, tehdään kappaletestit keskuksen valmistajan toimesta. (SFS-EN 60439-1, 51.)

Kappaletestit sisältävät keskuksen ja sen johdotuksen tarkistuksen ja tarvittaessa sähköisen toiminnan testauksen, jännitetestauksen sekä suojausmenetelmien ja suojamaadoituspiirin sähköisen jatkuvuuden tarkastuksen (SFS-EN 60439-1, 51.)

Liitteenä 1. Kappaletestauspöytäkirjamalli.

6.2.1 Keskuksen ja johdotuksen tarkastus

Kappaletesteihin kuuluu seuraavat asiat:

- mekaanisesti toimivien järjestelmien, lukitusten, lukkojen, jne. asianmukainen toiminta
- laitteiden, johtimen ja kaapeleiden oikea sijoittelu ja asennus
- kotelointiluokka sekä ilma- ja pintavälit silmämääräisesti
- liitokset, erityisesti ruuviliitokset esimerkiksi pistotestein
- arvokilvet ja merkinnät
- keskuksen vastaavuus piirikaavioita, johdotuskaavioita, kokoonpanokuvaa sekä teknisiä tietoja.

Monimutkaisessa keskuksessa voi olla tarpeen tarkistaa johdotus ja tehdä sähköinen toimintatesti. Testausmenetelmään ja testien lukumäärään vaikuttavat keskukseseen kuuluvat lukitukset ja automatiikat. (SFS-EN 60439-1 +A1 2005, 66.)

6.2.2 Jännitetesti

Kaikki keskuksen sähkölaitteet on testattava lukuun ottamatta kojeita, jotka ovat asianomaisten määräysten mukaisesti suunniteltu alhaisemmalle testijännitteelle sekä virtaa kuluttaville kojeille (esim. käämit, mittausslaitteet), joissa testijännite aiheuttaisi sähkövirran. Tällaiset kojeet on erotettava testin ajaksi.

Kosketeltavien osien välille kytkettyjen häiriönpoistokondensaattoreiden on myös kestettävä jännitetesti.

Taulukosta 1. saatava testijännite on oltava kytkettynä 1 s.

Taulukko 1. testijännite kappaletesteissä.

Nimellinen eristysjännite U_i	Jännitetestin jännite vaihtosähkö, tehollisarvo
$U_i \leq 60 \text{ V}$	1000 V
$60 < U_i \leq 300 \text{ V}$	2000 V
$300 < U_i \leq 690 \text{ V}$	2500 V
$690 < U_i \leq 800 \text{ V}$	3000 V
$800 < U_i \leq 1000 \text{ V}$	3500 V
$1000 < U_i \leq 1500 \text{ V}^*$	3500 V
*Vain tasasähkölle.	

Vaihtovirtalähteen tehon täytyy olla riittävä pitämään testijännite yllä riippumatta vuotovirroista sekä aaltomuodon pitää käytännössä olla sinimuotoinen ja taajuuden 45 Hz ja 62 Hz:n välillä. Testissä tulee kaikkien kytkinlaitteiden olla kiinni-asennossa, tai testijännite on kytkettävä piiriin kaikkiin osiin. Testijännite on kytkettävä jännitteisten osien ja keskuksen johtavien rakenneosien välille. Testi katsotaan läpäistyksi, ellei läpi - tai ylilyöntiä tapahdu. (SFS-EN 60439-1, 67.)

6.2.3 Suojausmenetelmien ja suojamaadoituspiirien sähköisen jatkuvuuden tarkastus

Tarkastuksilla todetaan kosketussuojaus, kosketusjännitesuojauksen ja suojamaadoituspiirien standardien mukaisuus. Lisäksi erityisesti ruuviliitokset on tarkistettava esim. pistokokein kosketuksen varmistamiseksi.

Jos osittain tyyppitestatulle keskukselle ei ole tehty tyyppitestauksen mukaista jännitetestausta, on keskukselle tehtävä eristysresistanssinmittaus vähintään 500 V jännitteellä. Testituloksella on riittävän hyvä, kun jännitteisien ja jännitteelle alttiiden kosketeltavissa olevien osien välinen eristysresistanssi on jokaisessa piirissä vähintään 1000 Ω/V verrattuna kyseisen piirin nimellisjännitteeseen maata vasten. Laitteet jotka eivät ole suunniteltu täydelle testijännitteelle on kytkettävä testinajaksi irti.

(SFS-EN 60439-1 +A1 2005, 67.)

7 VAATIMUSTENMUKAISUUSVAKUUTUS

Koneita koskevat tekniset vaatimukset ja vaatimustenmukaisuuden osoittamismenettelyt määritellään Euroopan talousalueella konedirektiivissä, joka uusittiin vuonna 2006. Valmistajaa vaaditaan noudattamaan uutta konedirektiiviä vastaavia kansallisia säädöksiä 29.12.2009 alkaen.

Suomessa uutta konedirektiiviä vastaa valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta (400/2008), ns. koneasetus. Työsuojeluhallinnon laatimassa Koneturvallisuus, Koneiden tekniset vaatimukset ja vaatimustenmukaisuus julkaisussa tavoitteena on auttaa koneiden valmistajia ja muita markkinoille saattajia soveltamaan uutta koneasetusta.

Kun kone on suunniteltu ja rakennettu olennaisten terveys ja turvallisuusvaatimusten mukaisesti, laadittu tekninen tiedosto, tehty vaatimustenmukaisuusvakuutus ja kiinnitetty CE - merkintä, voidaan kone saattaa markkinoille.

Konepäätös koskee Suomessa ensimmäistä kertaa markkinoille saatettavia tai Suomessa ensimmäistä kertaa käyttöön otettavia koneita. Jos kone on otettu käyttöön ennen konepäätöksen voimaantuloa jossain muussa talousalueen maassa, siitä on tullut niin sanottu käytetty kone, ei konepäätöstä tarvitse soveltaa uudelleen käyttöönotossa.

Konepäätös koskee sekä sarjavalmistettuja että yksittäin valmistettuja koneita. Suunniteltaessa ja rakentaessa esimerkiksi konelinja eri koneista tai koneenosista konelinjan toimittajalla on vastuu koko konelinjan vaatimustenmukaisuudesta. Konelinjalla ollessa useita toimittajia on eri toimittajien vastuurajat tarkennettava. Jos koneen käyttäjä itse rakentaa konelinjan eri valmistajien koneista tai koneenosista, vastaa hän kokonaisuudesta.

Koneen valmistajan on laadittava valmistamastaan koneesta tekninen tiedosto. Teknisen tiedoston avulla valmistaja voi tarvittaessa osoittaa koneen vaatimustenmukaisuuden. Sähköön liittyen teknisen tiedoston tulee sisältää yleispiirrustuksen sekä ohjauspiirikaavion, täydelliset piirrustukset sekä laskelmat ja testaustulokset. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta käyttäjät tai viranomaiset saavat tiedon niistä määräyksistä ja standardeista, joita on sovellettu koneen suunnittelussa ja valmistuksessa. (Koneturvallisuus,..)

Vaatimustenmukaisuusvakuutukseen pitää sisällyttää ainakin seuraavat asiat:

- Koneen valmistajan tai tämän Euroopan talousalueelle sijoittuneen edustajan nimi ja osoite
- Koneen kuvaus ja yksilöinti
- Koneetta koskevat direktiivit sekä suunnittelussa käytetyt standardit.
- Vastuuhenkilön yksilöinti (allekirjoitus ja nimenselvennys).
-

Jos kone on tarkastettu ilmoitetussa laitoksessa, vakuutuksessa on mainittava ilmoitetun laitoksen nimi ja osoite sekä EY-tyyppitarkastustodistuksen numero. Asiakirja on laadittava samalla kielellä kuin konetta koskevat ohjeet. Valmistaja voi myös halutessaan mainita muita kuin yhdenmukaistettuja standardeja, esimerkiksi kansainvälisiä standardeja ja ohjeita. (Siirilä, T & Kerttula, T 20.)

Kone joka on tarkoitettu liitettäväksi toisen koneeseen, laatii valmistaja valmistajan vakuutuksen (koneasetuksen liite IIB). Vakuutuksessa valmistaja ilmoittaa käyttöönottokiellosta siihen saakka kun varsinainen kone, johon toimitettu kone liittyy on koneasetuksen määräysten mukainen. Tällä vakuudella koneen valmistaja vakuuttaa, että kone on tarkoitettu toisen koneen rakenteelliseksi osaksi eikä voi toimia itsenäisesti. Tällainen kone ei välttämättä täytä konepäätöksen vaatimuksia eikä siihen saa tehdä CE - merkintää. (Koneeturvallisuus,Säädökset ja soveltaminen)

Valmistajan tekemästä riskin arvioinnista riippuu, mitä säädöksiä on tarpeen soveltaa. Koneasetuksen lisäksi konetta voivat koskea muutkin säädökset. Useimmiten sovellettavaksi voi tulla esimerkiksi jokin seuraavista säännöksistä:

- kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden turvallisuudesta (1694/1993) (pienjännitedirektiivi)
- valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta (1466/2007)(EMC-direktiivi)
- valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta (576/2003)(ATEX-direktiivi)
- painelaki(869/1999)(paineastiadirektiivi)
- kaasulaiteasetus(1434/1993)(kaasulaitedirektiivi)
- ajoneuvoja koskevat säännökset(joneuvodirektiivit)
- rakennustuotteita koskevat säännökset(rakennustuotedirektiivi)

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta on käytävä ilmi, minkä direktiivin tai direktiivien perusteella CE-merkintä on tehty. (Koneturvallisuus,.)

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia keskusvalmistajaa koskevia standardeja ja perehtyä tarkemmin koneiden ohjauksen suunnittelussa ja valmistuksessa huomioon otettaviin määräyksiin ja standardeihin.

Koneen ohjauksen suunnittelussa ja valmistuksessa on helpointa noudattaa yhtenäistettyjä standardeja, jotta varmistutaan koneen turvallisuudesta. Haastavaa tässä kuitenkin on standardien laajuus ja niiden muutosten seuraaminen SFS:n sivuilta.

Ennen koneen saattamista markkinoille koneenvalmistaja joutuu laatimaan vaatimustenmukaisuusvakuutuksen. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa täytyy mainita myös standardit, joita on noudatettu sähkö- ja ohjausjärjestelmien suunnittelussa ja toteutuksessa. Lisäksi konevalmistajan on laadittava koneesta tekninen tiedosto. Tekniseen tiedostoon tulee liittää sähkölaitteista yleispiirros ja ohjauspiirros. Lisäksi tekniseen tiedostoon tulee liittää testaustulokset.

Sain koottua työhön tärkeimmät koneen ohjauksen suunnittelussa huomioonotettavat määräykset ja turvallisuusvaatimukset. Työn tarkoituksena on helpottaa tulevaisuudessa uusien ohjauskeskusten suunnittelua ja valmistusta tarvittavien standardien ja määräysten osalta. Työssä tein myös standardin SFS-EN 60439 pohjalta kappaletestauspöytäkirjan, jota voidaan käyttää keskuksen testauksessa. SFS-EN 60204-1 standardin suosituksen mukaan laadin myös sähkölaitteiston kyselylomakkeen, jolla voidaan helpottaa tilaajan ja valmistajan välistä sopimusta.

Aiheena työ oli haastava, koska aihealue oli laaja. Tiedon rajaaminen tähän raporttiin tuotti haasteita, mutta onnistuin siinä mielestäni melko hyvin. Uskon, että opinnäytetyöstä on apua tulevaisuudessa yritykselle valmistettavien keskusten suunnittelussa ja valmistamisessa.

LÄHTEET

SFS-KÄSIKÄSIKIRJA 154 2005 Jakokeskukset. 2. uudistettu painos. 2005 Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

Siirilä, T & Kerttula, T. 2007 Koneturvallisuuden perusteet. Espoo: Opiks - Tiimi Oy.

SFS-EN 60204-1 Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa1: Yleiset vaatimukset. 3. painos. 2006 Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

Hietikko M, Malm, T. 2009 VTT TIEDOTTEITA 2485 Koneiden ohjausjärjestelmien toiminnallinen turvallisuus. VTT 2009

[pdf][viitattu 17.02.2013] Saatavissa <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2485.pdf>

Koneturvallisuus. Koneiden tekniset vaatimukset ja vaatimustenmukaisuus. Tampere: Työsuojeluhallinto.

[pdf][viitattu 17.02.2013] Saatavissa: http://www.tyosuojelu.fi/upload/tso_16-2009.pdf

LIITE 1. Kappaletestauspöytäkirja.

			Päiväys: _____		
KAPPALETESTAUSS PÖYTÄKIRJA (SFS-EN 60439)					
Asiakas:			Kokooja:		
Keskustunnus: _____			Tarkastaja: _____		
Työnumero: _____					
1. RAKENNE			2. TOIMINTAKOKEET		
ok			ok		Huom.
1.1	Kotelointiluokka IP		2.1	Vaihejärjestys	
1.2	Ovet		2.2	Ohjauksen jännitteet	
1.3	Lukot		2.3	Paikallisohjaukset	
1.4	Kosketussuojat		2.4	Kauko-ohjaukset	
1.5	Putoamissuojat		2.5	Lukitukset	
1.6	Ilma- ja pintavälit		2.6	Häilytykset	
1.7	Kojeiden asennus		2.7	Merkinannot	
1.8	Johdinkanavat		2.8	Muut	
1.9	Johtimien asennus				
1.10	Johtimien poikkipinnat		4. Jännitestaus/mittaukset		
1.11	Johtimien merkintä		ok		Huom.
1.12	Arvokilvet		4.1	Jännitekoe	
1.13	Merkintäkilvet		4.2	Pääpiiri	V s
1.14	Kojetunnukset		4.3	Apupiiri	V s
1.15	Sinetoinnit		4.4	Eristysresistanssimittaus	
1.16	Muut		testijännite V		
			Tulos: MQ		
3. MAADOITUKSET			4. Dokumentit		
ok			ok		Huom.
3.1	Keskuksen maadoitus		5.1	Kokoonpanokuva	
3.2	Kojeiden maadoitus		5.2	Piiri- ja johdotuskaaviot	
3.3	Ovet ja kannet		5.3	Tekniset tiedot	
3.4	Maadoitus liittimet		5.4	Asennus- ja käyttöohjeet	
3.5	Muut				
Testissä havaitut puutteet ja viat:					
Testaajan allekirjoitus ja nimenselvennys					

LIITE 2. Sähkölaitteiston kyselylomake SFS-EN 60204-1 standardin mukaan.

Sähkölaitteiston kyselylomake.		SFS-EN 60204-1 suositus	
Valmistajan nimi			
Loppukäyttäjän nimi			
Tilauksen nro		Päiväys	
Koneen tyyppi		Sarjanro	
1. Erityisolosuhteet.			
1.1 Käytetäänkö konetta ulkoilmassa		Kyllä	Ei
1.2 Käytetäänkö, käsittelee tai tuottaako kone räjähdys- tai palovaarallisia aineita?		Kyllä/Ei	Jos kyllä, erittely
1.3 Käytetäänkö konetta palo tai räjähdysvaarallisessa tilassa?		Kyllä/Ei	Jos kyllä, erittely
1.4 Voiko kone aiheuttaa erityisiä vaaroja tietyjä aineita tuottaessaan tai käyttäessään?		Kyllä/Ei	Jos kyllä, erittely
1.5 Käytetäänkö konetta kaivoksessa?		Kyllä	Ei
2. Syöttö ja siihen liittyvät olosuhteet.			
2.1 Odotettavissa oleva jännitteen vaihtelu (jos enemmän kuin $\pm 10\%$)			
2.2 Odotettavissa oleva taajuusvaihtelu (jos enemmän kuin $\pm 2\%$)	Jatkuva		Lyhytaikainen
2.3 Sähkölaitteiston mahdolliset muutokset, jotka edellyttävät syötön suurentamista tulevaisuudessa			
2.4 Määrittele jännitekatkoksen pituus, jos laitteiston tulee jännitekatkoksen aikana			
3. Fyysinen ympäristö ja käyttöolosuhteet			
3.1 Sähkömagneettinen ympäristö	Kotitalous, kaupallinen, kevyt teollinen ymp.		Teollinen ympäristö
Erityisolosuhteet tai- vaatimukset			
3.2 Ympäristön lämpötilä			
3.3 Kosteus			
3.4 Paikan korkeus			
3.5 Ympäristön erityisolosuhteet (esim: syövyttävä ilmasto, pöly, märkä ympäristö)			
3.6 Säteily			
3.7 Tärinä, iskut			
3.8 Erityiset asennus- ja toimintavaatimukset			
3.9 Kuljetus ja varastointi			
4. Sähkön syöttö			
Jokaisen jännitelähteen tiedot:			
4.1 Nimellisjännite	AC		DC
	Vaiheluku		Taajuus
Koneen syöttöpisteessä mahdollinen oikosulkuvirta			
4.2 Syöttöjärjestelmän maadoituksen tyyppi	TN		TT
	IT		
4.3 Onko syötön nollajohtimeen kytkettäviä laitteita	Kyllä		Ei

4.4 Syötön erotuslaite			
Tarvitaanko nollajohtimen erotus?	Kyllä		Ei
Onko kytkentälenkki nollajohtimeen sallittu?	Kyllä		Ei
Toimitettavan erotuslaitteen tyyppi			
5. Suojaus sähköiskulta			
5.1 Millaisten henkilöiden on päästävä koteloiden sisälle normaalin toiminnan aikana?	Ammattihenkilöt		Opastetut henkilöt
5.2 Onko ovet ja kannet varustettava lukoilla, jossa on poistettavat avaimet?	Kyllä		Ei
6. Laitteiston suojaaminen			
6.1 Toimittaako tilaaja syöttöjohdon ylivirtasuojan			
Ylivirtasuojan tyyppi ja mitoitusarvot			
6.2 Suurin 3-vaihemoottori, joka voidaan käynnistää kytkemällä suoraan verkkoon			
6.3 Saako moottorin ylivirtasuojien määrää vähentää?	Kyllä		Ei
7. Käyttö			
Määrittele aikaviive, jonka kuluessa langaton ohjaus aloittaa koneen pysäyttämisen tunnistussignaalin poistuessa.			
8. Käyttäjäraja- ja koneeseen asennetut ohjauslaitteet			
Ensisijaiset erityisvärit	Käyntiin		Seis
	Muut		
9. Ohjauslaitteisto			
Kotelointiluokka tai erityisolosuhteet			
10. Johdotusmenetelmät			
Tarvitaanko johtimien tunnistamiseksi erityismenetelmiä?	Kyllä		Ei
Tyyppi			
11. Lisälaitteet ja valaistus			
11.1 Vaaditaanko tietyn tyyppisiä pistorasioita	Kyllä		Ei
Minkä tyyppisiä?			
11.2 Pitääkö kunnossapitoon tarkoitetut pistorasiat suojata lisäksi vikavirtasuojalla?	Kyllä		Ei
11.3 Koneen paikallisvalaistuksen suurin jännite			
12. Merkinnät, varoitusmerkit ja viitetunnukset			
12.1 Toiminnallinen tunnistaminen			
Vaatumukset:			
12.2 Otsikot/eritysmarkinnat	Sähkölaitteistossa?		Kieli
12.3 Sertifiointimerkintä	Kyllä		Ei

13. Tekninen dokumentaatio				
13.1 Tekninen dokumentaatio	Missä muodossa?		Kieli	
13.2 Toiminnanharjoittajan toimittamien putkikourujen, kaapelihyllyjen ja kaapelialustojen koko, sijainti ja tarkoitus				
13.3 Ilmoita sellaiset kokoa ja massaa koskevat rajoitukset, jotka voivat vaikuttaa koneen tai ohjauslaitteiston asentamiseen:				
13.4 Erityisrakenteisen koneiden ollessa kyseessä, onko toimitettava kuormitetun koneen toiminnasta tyyppikokeesta testaustodistus	Kyllä		Ei	
13.5. Muiden koneiden ollessa kyseessä, onko toimitettava kuormitetun prototyyppikoneen toiminnallisesta kuormituskokeesta testaustodistus	Kyllä		Ei	

Allekirjoitukset: _____