

Tero Vuorela

TEOLLISUUSNOSTURIN KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSEN
SÄHKÖISET MITTAUKSET

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2014

TEOLLISUUSNOSTURIN KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSEN SÄHKÖISET MITTAUKSET

Vuorela, Tero

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Toukokuu 2014

Ohjaaja: Tuomela, Jorma

Sivumäärä: 40

Liitteitä: 9

Asiasanat: Siltanosturi, Käyttöönotto, Sähkö

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää teollisuusnosturin sähkölaitteille käyttöönottotarkastuksessa suoritettavien toimenpiteiden vaatimuksia ja laajuutta. Työssä perehdyttiin nykyiseen tilanteeseen ohjeistuksen ja suoritettavien tarkastusten osalta.

Opinnäytetyöhön liittyen osallistuin henkilökunnalle järjestettävään käyttöönottotarkastuksiin perehdyttävään koulutukseen ja sen sisältöön.

Osana opinnäytetyötä suoritettiin siltanosturille sähköistyksen käyttöönottotarkastus, joka sisälsi kokoonpanossa suoritettavat testaukset ja asennuksessa suoritettavan käyttöönottotarkastuksen. Tulosten perusteella arvioitiin nykyistä toimintamallia sekä ohjeistuksen ja pöytäkirjojen mahdollisesti vaatimia muutoksia.

THE ELECTRICAL MEASUREMENTS OF COMMISSIONING INSPECTION FOR INDUSTRIAL CRANE

Vuorela, Tero

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electricity Engineering

April 2014

Supervisor: Tuomela, Jorma

Number of pages: 40

Appendices: 9

Keywords: Overhead crane, Commissioning inspection, electricity

The purpose of this thesis was to clarify measurements that are intended to do in a commissioning inspection for electrical equipment of industrial cranes. The current situation of guidelines and performed inspections were familiarized.

As a part of thesis I attended the training arranged for employees to familiarize measurements for commissioning inspection.

As a part of thesis the commissioning inspection for electrical equipment of overhead crane was performed. Inspection included measurements made in assembly and installation. The current approach and possible changes for guidelines and inspection reports were estimated on the basis of the results.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	VAATIMUKSET KÄYTTÖÖNOTTARKASTUKSEN	8
2.1	Lakisääteiset vaatimukset käyttöönottotarkastukselle	8
2.1.1	Sähköturvallisuuslaki	9
2.1.2	Työturvallisuuslaki.....	10
2.2	Käyttöönottotarkastuksia ohjaavat standardit	11
2.3	Käytettävän standardin rajapinta.....	11
2.4	Vaatimukset nosturin käyttöönottotarkastuksen suorittajalle	13
2.4.1	Vaatimukset nostolaitteen tarkastajalle	13
2.4.2	Vaatimukset sähkölaitteiston tarkastajalle	13
3	SFS 6000 - RAJAPINTA	14
3.1	Aistinvaraiset tarkastukset	14
3.1.1	Suojaus sähköiskulta	15
3.1.2	Palo- ja lämpösuojaus.....	16
3.1.3	Johtimien kuormitettavuus ja jännitteenalenema	16
3.1.4	Suoja- ja valvontalaitteet	16
3.1.5	Erotus- ja kytkentälaitteet	17
3.1.6	Ulkoiset vaikutukset sähkölaitteille ja suojausmenetelmille	17
3.1.7	Nolla- ja suojajohtimien tunnistus	17
3.1.8	Yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä	17
3.1.9	Piirustukset, kilvet ja merkintä	17
3.1.10	Sähkölaitteiston komponenttien tunnistettavuus	18
3.1.11	Johtimissa käytetyt liitokset	18
3.1.12	Suojajohdinpiirien soveltuvuus	18
3.1.13	Sähkölaitteiston käytettävyys	18
3.1.14	EMC- vaatimukset sähkölaitteistolle	19
3.2	Testaus.....	19
3.2.1	Suojajohtimen jatkuvuus	20
3.2.2	Eristysresistanssi	21
3.2.3	SELV- ja PELV- piirit, sekä sähköisesti erotetut piirit	22
3.2.4	Lattia- ja seinäpintojen resistanssi	23
3.2.5	Syötön automaattinen poiskytkentä	23
3.2.6	Lisäsuojauksen toteutus.....	24
3.2.7	Napaisuuden varmentaminen.....	24
3.2.8	Syötön kiertosuunta.....	24
3.2.9	Toiminnalliset testit.....	24

3.2.10	Jännitteenalenema	25
3.3	Dokumentointi	25
4	RAJAPINTA - SFS-EN 60204-32	27
4.1	Sähkölaitteiston ja teknisen dokumentoinnin vastaavuus	28
4.1.1	Vaatimukset dokumenteille	28
4.1.2	Asennusdokumentit.....	29
4.1.3	Sähkölaitteiston kaaviot	29
4.1.4	Käyttö- ja huolto-ohjeet.....	29
4.1.5	Nostokoneen osaluettelot.....	30
4.2	Syötön automaattinen poiskytkentä	30
4.2.1	Koe 1. Suojajohdinpiirin jatkuvuus	30
4.2.2	Koe 2. Vikavirtapiirin impedanssi ja ylivirtasuojan soveltuvuus	31
4.2.3	TN- järjestelmän testausmenetelmien soveltaminen.....	32
4.3	Eristysresistanssimittaus	32
4.4	Jännitekoe	33
4.5	Suojaus jäännösjänniteiltä	33
4.6	Toimintakokeet	33
4.7	Uusintakokeet	34
5	KOULUTUS MITTAUSTEN SUORITTAJALLE	34
6	VALMISTUKSESSA SÄHKÖLAITTEILLE SUORITETTAVAT VARMENNUKSET	35
7	ASENNUKSESSA SUORITETTAVAT TOIMENPITEET	35
8	YHTEENVETO KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSESTA	36
9	YHTEENVETO	38
	LÄHTEET	39
	LIITTEET	

SYMBOLIT JA LYHENTEET

a.c.	Alternating current, vaihtovirta
d.c.	Direct current, tasavirta
SFS	Suomen standardoimisliitto
EN	Norme européennes, eurooppalainen standardi
IEC	International Electrotechnical Commission. Kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio
ST	Sähkötieto Ry:n julkaisema kortisto
EMC	Electromagnetic compatibility, sähkömagneettinen yhteensopivuus
PEN- johdin	Yhdistetty suoja- ja nollajohdin
TN-S	Sähköjärjestelmä jossa erillinen suoja- ja nollajohdin
TN-C	Sähköjärjestelmä jossa yhteinen suoja- ja nollajohdin
TN-C-S	TN-S ja TN-C -järjestelmien yhdistelmä
TT-järjestelmä	Sähköjärjestelmän yksi piste on maadoitettu ja laitteistojen jännitteille alttiit osat on maadoitettu erillisen maadoituselektrodin avulla

IT-järjestelmä	Sähköjärjestelmää ei ole suoraan kytketty maahan, mutta jännitteelle alttiit osat on kytketty maadoituselektrodiin
SELV	Safety Extra Low Voltage. Maasta erotettu pienoisjännitepiiri, jonka nimellisjännite on alle 50 V a.c. tai 120 V d.c.
PELV	Protective Extra Low Voltage. Tarvittaessa toisiopuolelta maadoitettu pienoisjännitepiiri, jonka nimellisjännite on alle 50 V a.c. tai 120 V d.c.
FELV	Functional Extra Low Voltage. Toiminnallinen pienoisjännite, jonka nimellisjännite on alle 50 V a.c. tai 120 V d.c. ja jonka suojaustaso ei täytä SELV- tai PELV- piirin vaatimuksia.
KIERTOSUUNTA	Tässä yhteydessä syöttävän järjestelmän vaihejärjestys
ESD	Electrostatic discharge. Sähköstaatinen purkaus

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni tarkoituksena on perehtyä teollisuusnosturin käyttöönottotarkastuksen yhteydessä suoritettaviin sähkölaitteiden varmennuksiin. Työ kohdennetaan asennuksessa suoritettaviin varmennuksiin ja dokumentointiin. Tarkasteltavan laitteen osalta rajauksena voidaan pitää normaalia teollisuusympäristöä, jännitteenä korkeintaan 1000 V a.c. tai 1500 V d.c.. Jännitteen rajausta perustuu standardiin SFS-EN 60204-32 Koneiturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa 32: vaatimukset nostokoneille.

Osana opinnäytetyötä perehdyn Konecranes Finlandin järjestämään koulutukseen, ohjeistukseen ja vallitsevaan käytäntöön sähkölaitteistoille suoritettavien varmennusten suhteen. Käytännön mittauksiin perehdyn suorittamalla vaaditut varmennustoimenpiteet kokoonpanon ja asennuksen yhteydessä.

Opinnäytetyötä tullaan käyttämään ohjeistuksen, dokumentoinnin ja koulutuksen päivittämiseen tarvittavilta osin.

2 VAATIMUKSET KÄYTTÖÖNOTTARKASTUKSEN SUORITTAMISEEN

Käyttöönottotarkastuksen tarkoitus on varmistaa laitteen häiriötön ja turvallinen toiminta, sekä paljastaa mahdolliset piilevät viat. Käyttöönottotarkastuksen suorittamista ohjaavat lait, asetukset ja standardit.

2.1 Lakisääteiset vaatimukset käyttöönottotarkastukselle

Lait ja asetukset ohjaavat sähkölaitteiden, -laitteistojen ja erilaisten koneiden käyttöönottoa. Ne asettavat koneiden ja laitteistojen toimittajille ja valmistajille vaatimuksia varmistaa tuotteiden vaatimustenmukaisuus.

2.1.1 Sähköturvallisuuslaki

Sähköturvallisuuslaki määrittelee osaltaan toimittajan vastuuta sähkölaitteiden ja sähkölaitteistojen turvallisuuteen. Laki velvoittaa suorittamaan käyttöönotto tarkastuksen ennen varsinaista käyttöönottoa.

Sähköturvallisuuslaki määrää sähkölaitteet ja sähkölaitteistot rakennettavaksi siten, etteivät ne aiheuta varaa, sähköisiä häiriöitä tai ettei niiden sähköinen toiminta häiriinny helposti (Sähköturvallisuuslaki 410/1996, 5 §).

Sähkölaitteita myyvän ja toimittavan on osoitettava, että tuote ja sen valmistus täyttää 5 §:n vaatimukset (Sähköturvallisuuslaki 410/1996, 13§).

Laki vaatii myös käyttöönotto tarkastuksen suoritettavaksi ennen laitteen käyttöönottoa. Tarkastuksessa varmistetaan, että laite täyttää 5 §:ssä asetetut vaatimukset. (Sähköturvallisuuslaki 410/1996, 17§.)

Jos lain 13 §:n vaatimuksia ei täytetä, on toimija tuomittava sähköturvallisuutta koskevien säännösten rikkomisesta sakkoon, jollei ankarampaa rangaistusta vaadita muualla laissa (Sähköturvallisuuslaki 410/1996, 54§).

Koska opinnäytetyön aiheena on nostokoneen käyttöönotto tarkastus, ei sähköturvallisuuslaki kosketa suoraan itse nostolaitetta.

Sähköturvallisuusasetus 498/1996 määrittelee seuraavasti:

”15 §

Sähköturvallisuuslakia sekä sen nojalla annettuja säännöksiä ja määräyksiä ei sovelleta sähköllä toimivien koneiden markkinoille saattamiseen eikä käyttöön ottamiseen siltä osin kuin niistä määrätään koneiden turvallisuudesta annetussa valtioneuvoston päätöksessä (1314/94).” (SFS – KÄSIKIRJA 600-3, 20).

Vnp 1314/94 on kumottu. Ajantasainen versio on Vna 400/2008. (Valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta K314/1994.)

Sähköturvallisuuslakia sovelletaan nostokonetta syöttäviin järjestelmiin. Rajapintana voidaan pitää nosturin syötönerotuskytkintä.

Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta ohjeistaa koneen valmistajaa tai myyjää huolehtimaan siitä, että kone täyttää sille asetetut terveyst- ja turvallisuusvaatimukset ennen markkinoille saattamista tai käyttöönottoa. (Vna koneiden turvallisuudesta 400/2008, 5§.)

2.1.2 Työturvallisuuslaki

Työturvallisuuslaki määrittelee käyttöönottotarkastuksen koskevan työvälinettä tai muita laitteita, joiden asennus- tai käyttöolosuhteet vaikuttavat turvallisuuteen. Laki velvoittaa suorittamaan käyttöönottotarkastuksen ennen käyttöä, jotta voidaan varmistua oikeasta asennuksesta ja laitteen turvallisesta toiminnasta. Myös laitteen siirtäminen uuteen paikkaan tai turvallisuuteen vaikuttava muutostyö vaatii käyttöönottotarkastuksen suorittamista. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 41§.)

Käyttöönottotarkastuksen suorittajan tulee huolehtia tarkastuksen asianmukaisesta suorituksesta ja siitä, että tarkastuksessa havaitut turvallisuuteen vaikuttavat viat ja puutteet korjataan. Tarvittaessa tarkastaja antaa tarvittavat ohjeet vikojen korjaamiseen tai niiden poistamiseen. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 59§.)

2.2 Käyttöönottotarkastuksia ohjaavat standardit

Standardi SFS 6000-6 määrittelee vaatimukset rakennusten sähköasennuksille tehtävästä käyttöönottotarkastuksesta ja vaadittavista kunnossapitotarkastuksista (SFS 6000-6, 351).

Koska kyseessä on nostokone, sovelletaan konekohtaista standardia SFS-EN 60204-32. SFS 6000 on kohdennettu ensisijaisesti palovaaran ja sähköiskun vaaran ehkäisyyn rakennuksissa. Konekohtainen standardi ottaa näiden seikkojen lisäksi huomioon myös mm. seuraavia sähköisiä vaaratekijöitä:

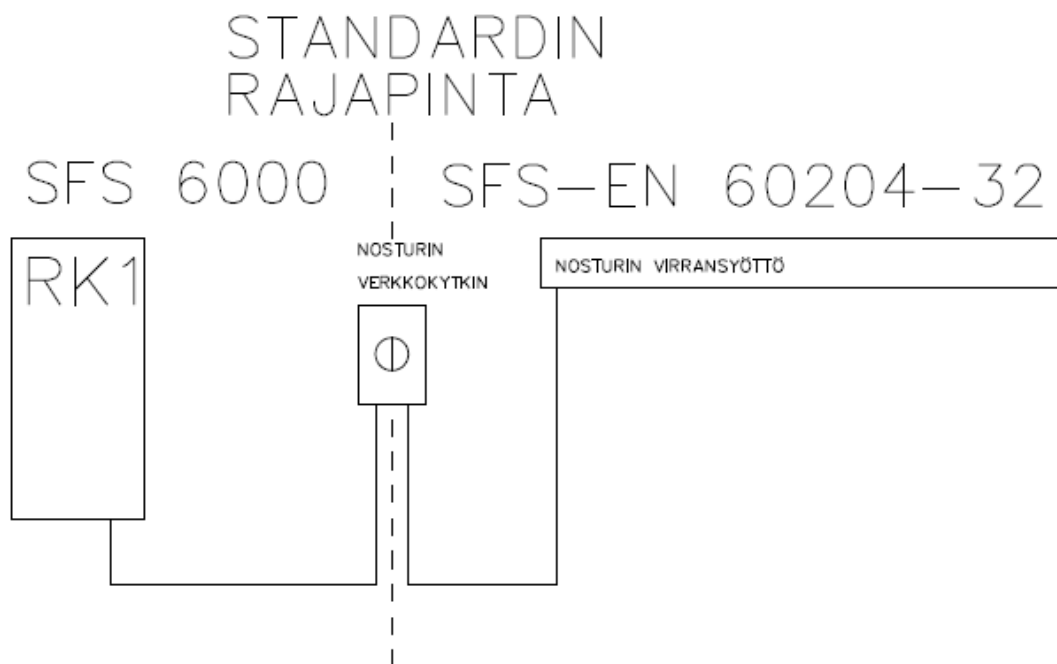
- ulkopuolisissa syötöissä, tai laitteen ohjausvirtapiireissä tapahtuvat häiriöt ja viat, jotka aiheuttavat koneen virheellisen toiminnan
- sähköiset häiriöt, esimerkiksi varastoituneen energian purkautuminen, sähkömagneettiset häiriöt ja sähköstaattiset häiriöt
- turvatoimintojen vikaantumiseen johtavat häiriöt

(ST 51.26, 3).

2.3 Käytettävän standardin rajapinta

Teollisuusnosturi määritellään koneeksi, mutta koska se liittyy rakennuksen sähköasennuksiin, on tarpeen määrittää em. standardien rajapinta. Rajapinta tulee määrittää, jotta käyttöönottotarkastusta suoritettaessa tiedetään noudatettava standardi. Yleensä myös tätä rajapintaa pidetään asennuksen urakkarajana.

Rajana standardien SFS 6000 ja SFS-EN 60204-32 välillä voidaan pitää nosturin verkkokytkintä siten, että SFS 6000 päättyy syöttävän kaapelin ja verkkokytkimen liittimiin. Vastaavasti SFS-EN 60204-32 sisältää verkkokytkimen ja lähtevän kaapeloinnin. Verkkokytkin kuuluu nosturin määräaikaistarkastuksen piiriin.



Kuva 1. Standardien rajapinta

Normaalisti nosturin vaatima ryhmäjohto asennetaan tilaajan toimesta. Mikäli tämä kuitenkin kuuluu osana nostolaitteen toimitukseen, tulee toimittajan tarvittaessa suorittaa nosturin ryhmäjohtoon vaatimat käyttöönottotarkastukset SFS 6000-6:n mukaisesti. (ST 51.26, 3.)

Mikäli toimittaja suorittaa käyttöönottotarkastuksen nosturin ryhmäjohdolle, voidaan tarkastuksen tähän osaan käyttää pöytäkirjapohjana esimerkiksi sähköinfon julkaisemaa ST 51.21.06 Ryhmäjohtotason käyttöönottopöytäkirjalomaketta. Em. tapauksessa tarkastuksesta laaditaan kaksi käyttöönottopöytäkirjaa. Toinen on SFS 6000:n mukainen koskien ryhmäkeskuksen ja nosturin verkkokytkimen välistä asennusta ja toinen, Nosturisähköistyksen käyttöönottopöytäkirja, on SFS-EN 60204-32:n mukainen koskien sähkölaitteistoa verkkokytkimeltä nosturiin.

Koska teollisuusnosturin asennuksessa voi toimittajan tehtäviin kuulua myös nosturin syöttöön liittyvät asennukset, on syytä selventää kummankin standardin asettamia vaatimuksia käyttöönottotarkastuksen sisältöön.

2.4 Vaatimukset nosturin käyttöönottotarkastuksen suorittajalle

VNa 403/2008 määrittää teollisuusnostureiden tarkastajille vaatimuksia ammattitaidon osoittamisesta. Tarkastajille on luotu sertifiointijärjestelmä, jota ylläpitää Inspectan henkilösertifiointi. Sertifiointi takaa, että tarkastuksen suorittaja on alansa asiantuntija. Tämä ei kuitenkaan sulje pois sähköalan asettamia vaatimuksia henkilön ammattitaidosta ja osaamisesta.

2.4.1 Vaatimukset nostolaitteen tarkastajalle

Nosturin käyttöönottotarkastuksen suorittajan tulee olla asiantuntijayhteisö, tai sertifiointielimen hyväksymä riippumaton asiantuntija. Tarkastuksen suorittajan tulee olla perehtynyt laitteen rakenteeseen, käyttöön ja tarkastusvaatimuksiin. Lisäksi hänen tulee itsenäisesti pystyä havainnoimaan mahdolliset viat ja puutteet, sekä arvioimaan em. puutteiden aiheuttamat vaikutukset laitteen toimintaan ja työturvallisuuteen. Tarvittaessa tarkastuksen suorittajan tulee käyttää asiantuntija-apua esimerkiksi arvioitaessa nosturin sähkölaitteiston kuntoa tai mahdollisia sähköstä aiheutuvia vaaroja. (Vna työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008, 37 §.)

2.4.2 Vaatimukset sähkölaitteiston tarkastajalle

SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus määrittelee, että sähkölaitteille suoritettavia tarkastuksia saa suorittaa soveltuvan koulutuksen ja riittävän kokemuksen omaavat ammattihenkilöt (SFS – KÄSIKIRJA 600-3, 60).

Testauksia ja mittauksia saa ammattihenkilön lisäksi tehdä maallikko ja opastettu henkilö tietyin varauksin. Opastettu henkilö saa suorittaa samat testaukset kuin maallikko. Opastettu henkilö voi suorittaa myös muita testauksia ammattihenkilön valvonnassa. Maallikko voi suorittaa testauksia ammattihenkilön valvonnassa ja ohjauksessa. Mikäli testauksen yhteydessä suoritetaan mittauksia, voi nämä tehdä ammattihenkilö, opastettu henkilö tai maallikko ammattihenkilön välittömässä ohjauksessa ja valvonnassa. Mikäli testauksen tekotapa on ennalta suunniteltu, esimerkiksi laitteen

valmistukseen liittyvät testaukset, voi tähän työhön opastettu henkilö suorittaa testauksia. (SFS-KÄSIKIRJA 600-3, 59.)

3 SFS 6000 - RAJAPINTA

SFS 6000 kohdentuu kiinteistöjen sähköasennuksiin. Koska nosturia syöttävät järjestelmät kuuluvat kiinteistön asennuksiin, tulee SFS 6000:n vaatimukset käyttöönotto-tarkastuksiin huomioida näiltä osin.

Käyttöönotto tarkastus jaetaan kahteen osa-alueeseen: aistinvaraisiin tarkastuksiin ja testauksiin. Aistinvarainen tarkastus on laaja, ja sitä tulee suorittaa koko asennuksen ajan. Näin esimerkiksi piiloon jäävät kaapeloinnit ja liitokset on tarkastettu asentamisen yhteydessä. Testaukset suoritetaan pääsääntöisesti asennuksen loppuvaiheessa. Testauksiin kuuluu mittauksia sekä jännitteettömänä, että jännitteellisenä.

Mikäli asennus on laaja, tulisi käyttöönotto tarkastuksia suorittava henkilö nimetä asennustöiden alkaessa. Tällöin voidaan varmistua siitä, että esimerkiksi piiloon jäävät kaapeloinnit tulevat tarkastetuiksi asennuksen edetessä. Tarkastusta suorittava henkilö voi sopia rakennusaikaisten tarkastusten aikataulusta, jolloin ajankäyttö työmaalla tehostuu.

Ennen tarkastusten aloittamista tulee selvittää sähkölaitteiston haltijan kanssa, millä laajuudella käyttöönotto tarkastuksen tulokset raportoidaan.

3.1 Aistinvaraiset tarkastukset

Aistinvaraisesti on tarkastettava, että kiinteään sähköasennukseen kuuluvat laitteet ovat turvallisuusvaatimusten mukaisia, ne ovat standardin ja valmistajan ohjeen mukaisesti valittu ja asennettu, eikä niissä ole havaittavissa vaurioita.

Seuraavat kohdat tulee sisältyä tarkastukseen silloin, kun ne ovat aiheellisia:

- Suojaus sähköiskulta (kohta 3.1.1)

- Palo- ja lämpösuojaus (kohta 3.1.2)
 - Johtimien kuormitettavuus ja jännitteenalenema (kohta 3.1.3)
 - Suoja- ja valvontalaitteet asettelu (kohta 3.1.4)
 - Erotus- ja kytkentälaitteet (kohta 3.1.5)
 - Ulkoiset vaikutukset sähkölaitteille ja suojausmenetelmille (kohta 3.1.6)
 - Nolla- ja suojajohtimien tunnistus (kohta 3.1.7)
 - Yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä (kohta 3.1.8)
 - Piirustukset, kilvet ja merkintä (kohta 3.1.9)
 - Sähkölaitteiston komponenttien tunnistettavuus (kohta 3.1.10)
 - Johtimissa käytetyt liitokset (kohta 3.1.11)
 - Suojajohdinpiirien soveltuvuus (kohta 3.1.12)
 - Sähkölaitteiston käytettävyys (kohta 3.1.13)
- (SFS-KÄSIKIRJA 600-1, 354.)

Myös EMC- suojauksen toteutuminen tarkastetaan aistinvaraisesti. (kohta 3.1.14)

3.1.1 Suojaus sähköiskulta

Perussuojauksen tehtävä on estää jännitteisten osien koskettaminen. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi koteloinnilla, tai sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle. Tarkastuksessa varmistetaan aistinvaraisesti perussuojauksen vaatimustenmukaisuus. Tarkastetaan kotelointiluokat ja ympäristön asettamat vaatimukset, sekä kotelointien ja suojausten kiinnitykset ja eheys.

Vikasuojauksella estetään vikatilanteessa sähkölaitteen runkoon mahdollisesti syntyvää vaarallista jännitettä. Suojamaadoitus on osa vikasuojausjärjestelmää. Suojavaan potentiaalintasaukseen tulee kytkeä rakennuksessa olevat johtavat osat, kuten esimerkiksi teräsrakenteet, metalliputket ja betoniraudoitus. Myös nosturin rata liitetään rakennuksen potentiaalintasaukseen. Vikasuojaukseen kuuluu myös syötön automaattinen poiskytkentä. Automaattiselle poiskytkennälle on annettu aika-arvot, joiden puitteissa syötön poiskytkennän tulee tapahtua. Lisäsuojauksessa tarvittavien komponenttien olemassaolo varmistetaan ja kytkennät tarkastetaan aistinvaraisesti.

Esimerkkinä lisäsuojauksesta voidaan pitää vikavirtasuojan käyttöä alle 20 A:n pisto-
rasiassa. (SFS 6000-4-41, 89-115.)

3.1.2 Palo- ja lämpösuojaus

Tarkastetaan, että sähköasennus tai -laite ei aiheuta palovaaraa ympäristölleen. Tarkastetaan, että sähkölaitteen aiheuttama lämpö ei aiheuta vahinkoa ihmisille tai eläimille. Tarkastetaan lämpöä aiheuttavien sähkölaitteiden sijoitus. Mikäli sähkölaitteen normaali toiminta aiheuttaa kipinöintiä, tulee sähkölaite koteloida tai asentaa riittävän etäälle rakenteista, joita kipinöinti tai valokaari voi vahingoittaa. Tarkastetaan sähkölaitteiden sopivuus ympäristön vaatimusten mukaiseksi, ja että johtojärjestelmä täyttää asetetut vaatimukset. (SFS 6000-42, 117-126.)

Tarkastetaan johtojärjestelmän läpivientien paloeristys ja vesieristys (SFS 6000-5-52, 227-228).

3.1.3 Johtimien kuormitettavuus ja jännitteenalenema

Varmistetaan ylivirtasuojauksen ja oikosulkusuojauksen olemassaolo ja oikea kytkentä. Varmistetaan suojalaitteiden oikea valinta. Mikäli johtimien mitoituksessa on tapahtunut muutoksia asennuksen yhteydessä, tarkastetaan näistä aiheutuvat muutokset valittuihin suojalaitteisiin nähden. (SFS 6000-4-43, 127-147.)

Varmistetaan kaapelien ja johtimien sopivuus ympäristön käyttöolosuhteisiin ja tarkistetaan johtimien poikkipinta-alat. (SFS 6000-5-52, 220-225.)

3.1.4 Suoja- ja valvontalaitteet

Tarkastetaan asennuksessa käytettyjen komponenttien, vika- ja ylijännitesuojien sekä kosketussuojauksen soveltuvuus ja asennus (SFS 6000-5-53, 267-298).

3.1.5 Erotus- ja kytkentälaitteet

Tarkastetaan, että erotus- ja kytkinlaitteet on valittu ja asennettu oikein. Tarkastetaan merkinnät ja mahdolliset käyttöohjeet. Tarkastetaan käytettävyys ja esteetön pääsy, sekä mekaanisen huollon asettamien vaatimusten täytyminen. (SFS 6000-5-53, 283-289.)

3.1.6 Ulkoiset vaikutukset sähkölaitteille ja suojausmenetelmille

Varmistetaan, että sähkölaitteistossa käytettävät materiaalit ja asennustapa täyttävät ympäristön aiheuttamat vaatimukset, sekä huomioidaan käyttötarkoituksen aiheuttamat vaatimukset. Tarkastetaan, että mahdollisen palo-osastoinnin aiheuttamat vaatimukset täyttyvät esimerkiksi uloskäytävien osalta. Huomioitavia ulkoisia vaikutuksia ovat mm. vesi, lämmönlähteet, iskut, värähtely, eläimet ja mekaaniset rasitukset. (SFS 6000-4-42, 120-124; SFS 6000-5-51, 189-190; SFS 6000-5-52, 215-220.)

3.1.7 Nolla- ja suojajohtimien tunnistus

Tarkastetaan johtimen merkintä ja vaatimustenmukainen käyttö (SFS 6000-5-51, 191-193).

3.1.8 Yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä

Varmistetaan asennusvaiheessa oikea kytkentä äärijohtimiin.

3.1.9 Piirustukset, kilvet ja merkintä

Tarkastetaan kyltit, sekä kaapelien ja johtimien merkintä. Tarkastetaan piirustusten ja dokumentaation oikeellisuus (SFS 6000-5-51, 191-193.)

3.1.10 Sähkölaitteiston komponenttien tunnistettavuus

Tarkastetaan, että dokumentointi vastaa sähkölaitteistoa. Tarkastetaan virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus, ja että sähkölaitteiston osien merkintä on vaatimusten mukainen. Tarkastetaan johtimien sekä kytkin- ja ohjauslaitteiden merkintä. (SFS 6000-5-51, 191-193.)

3.1.11 Johtimissa käytetyt liitokset

Varmistetaan, että käytettävät liittimet soveltuvat johtimiin. Varmistetaan, että vedonpoistot on rakennettu oikein. Tarkastetaan, että liitoksia suojaavat kotelot ja rasiat täyttävät kotelointivaatimukset. Varmistetaan, että ulkoiset olosuhteet eivät vaikuta liitoksiin. (SFS 6000-5-52, 226.)

3.1.12 Suojajohdinpiirien soveltuvuus

Tarkastetaan maadoituselektrodi ja sen sopivuus kyseiseen käyttöön. Tarkastetaan potentiaalintasauksessa käytettyjen komponenttien sopivuus, asennustapa ja liitokset. Tarkastetaan tarvittaessa salamaniskulta suojaamisen asettamat vaatimukset maadoitusjohtimille. Varmistetaan rakennuksen johtavien rakenteiden liitos päämaadoituskiskoon. (SFS 6000-5-54, 299-323.)

3.1.13 Sähkölaitteiston käytettävyys

Tarkastetaan, että sähkölaitteiston sijoitus ja asennus mahdollistaa käyttöön, huoltoon ja tarkastuksiin liittyvät tehtävät. Varmistetaan, että sähkölaitteiston käyttöön liittyvät kilvet ja merkinnät ovat oikein. (SFS 600-5-51, 190-193; SFS 6000-7-729, 527-437.)

3.1.14 EMC- vaatimukset sähkölaitteistolle

Tarkastuksessa varmistetaan, että maadoitukset on tehty oikein. Tarkastetaan, että laitevalmistajan ohjeita on noudatettu ja laitevalinnassa on huomioitu asennusympäristö. Käytetty järjestelmä on TN-S- järjestelmä. Kaapelointi täyttää SFS 6000 luvun 444 asettamat vaatimukset. (D1-2012, 337.)

3.2 Testaus

Toinen osa sähkölaitteistojen käyttöönottotarkastuksessa on laitteiston testaaminen. Testaukset voidaan jakaa kahteen osaan: jännitteettömänä ja jännitteellisenä tehtävät mittaukset. Mittausten suorittaminen aloitetaan jännitteettömistä mittauksista, ja näiden täyttäessä asetetut vaatimukset edetään jännitteellisenä tehtäviin mittauksiin. Laskelmilla voidaan korvata osa mittauksista, mutta on suositeltavaa suorittaa tällaisiin kohteisiin muutamia tarkistusmittauksia, joilla voidaan varmistaa laskennallisten arvojen oikeellisuus.

Mittauksissa käytettävien mittalaitteiden ja menetelmien tulee täyttää EN-61557-standardisarjan velvoittavan osan asettamat vaatimukset. Standardi antaa määritteet mittauksissa käytettävien virtojen ja jännitteiden suhteen. Mikäli käytetään muita mittalaitteita, on varmistuttava että ne eivät ole ominaisuuksiltaan ja turvatasoltaan standardin asettamia vaatimuksia huonompia. (ST -KÄSIKIRJA 33, 17.)

Mittalaitteiden määrävälein suoritettavan kalibroinnin osalta eivät standardit EN-61557, tai SFS 6000 aseta vaatimuksia. Kuitenkin ennen käyttöönottotarkastuksen aloittamista on hyvä selvittää, onko tilaajalla erityisiä syitä vaatia kalibroitujen mittalaitteiden käyttöä käyttöönottotarkastuksessa tehtäviin mittauksiin. (D1-2012, 338.)

Seuraavat tarkastukset on suoritettava, mikäli ne liittyvät tarkastettavaan urakkaan. Suositeltava järjestys mittauksiin on seuraava:

- Suojajohtimen jatkuvuus (kohta 3.2.1)
- Eristysresistanssi (kohta 3.2.2)

- SELV- ja PELV- piirit, sekä sähköisesti erotetut piirit (kohta 3.2.3)
- Lattia- ja seinäpintojen resistanssi (kohta 3.2.4)
- Syötön automaattinen poiskytkentä (kohta 3.2.5)
- Lisäsuojauksen toteutus (kohta 3.2.6)
- Napaisuuden varmentaminen (kohta 3.2.7)
- Syötön kiertosuunta (kohta 3.2.8)
- Toiminnalliset testit (kohta 3.2.9)
- Jännitteenalenema (kohta 3.2.10)

(SFS-KÄSIKIRJA 600-1, 355.)

Mikäli testauksessa havaitaan vika, on vian korjauksen jälkeen tämä ja sitä edeltäneet testaukset, joihin vika on voinut vaikuttaa, suoritettava uudelleen. Räjähdyksivaarallisissa tiloissa on käytettävä SFS-EN 60079-17 mukaisia turvatoimenpiteitä. (SFS-KÄSIKIRJA 600-1, 355.)

3.2.1 Suojajohtimen jatkuvuus

Suojajohtimiin kuuluvat kaikki asennuksessa olevat PEN- johtimet, potentiaalintasausjohtimet, maadoitusjohtimet ja suojamaadoitusjohtimet. Tarkasteltaessa suojajohtimen jatkuvuutta, tulee se mitata esimerkiksi ketjutetussa järjestelmässä jokaisesta komponentista. Mittaus tulee suorittaa jokaiselle suojajohtimelle. Mitattaessa suojajohtimen jatkuvuutta TN-S- järjestelmässä, tulee N- ja PE- piiri erottaa. Näin voidaan varmistua siitä, että mitattava johdin on suojajohdin.

Koska Suojajohtimen mittauksessa materiaalina on yleensä kupari, on saatu resistanssin arvo pieni. Normaalisti mittaustulos on alle 2Ω . Mikäli resistanssin arvo on suurempi, tulee arvioida mitattavan johtimen pituuden ja mahdollisten mitta-apujohtimien vaikutusta tulokseen. Useimmiten asennustestereissä on mahdollisuus kalibroida mittajohtimien aiheuttamat resistanssit. Mikäli tätä mahdollisuutta ei ole, tulee mittajohtimien resistanssi vähentää mittauksen tuloksesta.

Mittausten tulokset raportoidaan laitteiston haltijan määritelmän mukaisesti, kuitenkin niin, että esimerkiksi keskuksille suoritetuista mittauksista merkitään ylös suurin

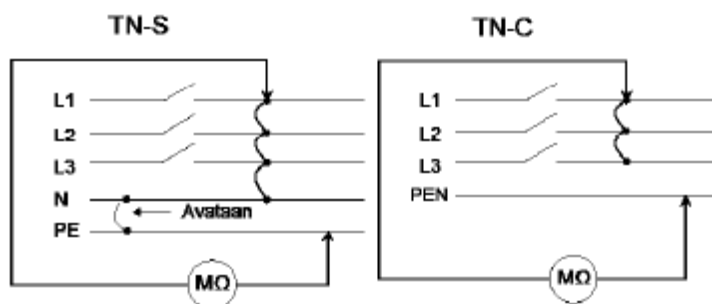
arvo. Merkintä tulee suorittaa siten, että mittaus voidaan tarvittaessa toistaa. (ST - käsikirja 33, 18.)

3.2.2 Eristysresistanssi

Eristysresistanssi mitataan suojajohtimen ja äärijohtimien väliltä. Myös suojajohtimen ja nollajohtimen väliltä mitataan eristysresistanssi. Palovaarallisissa tiloissa on suositeltavaa mitata eristysresistanssi myös kaikkien jännitteisten johtimien väliltä. Eristysresistanssin mittauksella todennetaan, että jännitteiset osat ovat erillään maasta. Mittausta järjestettäessä tulee huomioida, että mitattavalla alueella olevat pääkytkimet ja johdonsuojakatkaisijat ovat I-asennossa. Lisäksi varmistetaan, että ryhmäjohtojen sulakkeet ovat paikoillaan. Mikäli virtapiirissä on esimerkiksi kontaktori, tai vastaavia virtapiiriin katkaisevia laitteita, tulee näiden jälkeinen virtapiiri mitata erikseen. Mikäli kyseessä on TN-S- järjestelmä, tulee N- ja PE -piirit erottaa.

Mikäli mittauksissa ei saavuteta riittävää eristysresistanssin arvoa, tulee mitattava virtapiiri jakaa pienempiin ryhmiin ja suorittaa mittaukset uudelleen, kunnes löydetään syy matalaan eristysresistanssiin. Kun matalan eristysresistanssin syy on löydetty, vika korjataan, tai laite erotetaan virtapiiristä ja suoritetaan mittaus uudelleen. (D1-2012, 340.)

Mittauksessa on otettava huomioon piirissä mahdollisesti olevat elektroniset laitteet. Järjestelmässä olevien elektronisten laitteiden kohdalla tulee varmistaa laitteen valmistajalta vaadittavat toimet laitevahinkojen estämiseksi. Vaihtoehtoisesti laite on irrotettava mittauksen ajaksi tai käytettävä 250 V mittausjännitettä.



Kuva 2. Eristysresistanssin mittauskytkennät (ST 51.21.05).

Eristysresistanssille on annettu arvot, jotka mittauksissa tulee saavuttaa. Mittauksissa tulee käyttää taulukon 1. mukaista koejännitettä.

Taulukko 1. Eristysresistanssin minimi arvot (ST 51.21.05).

Nimellisjännite	Koejännite V	Eristysresistanssi MΩ
SELV ja PELV	250	≥0,5
Enintään 500 V	500	≥1,0
Enintään 500 V erikoistapauksissa	250	≥1,0
Yli 500 V	1000	≥1,0

3.2.3 SELV- ja PELV- piirit, sekä sähköisesti erotetut piirit

Mikäli asennukseen kuuluu SELV- ja PELV- piirejä, tulee näiden eristysresistanssi mitata suurempijännitteisten piirien suhteen. SELV- piiristä on myös mitattava eristysresistanssi maahan nähden.

Mikäli SELV- tai PELV- virtapiirien johtimet ovat kosketuksissa muiden virtapiirien johtimien kanssa, on eristysresistanssi mitattava myös näiden virtapiirien väliltä. (D1-2012, 342.)

SELV- ja PELV- järjestelmien mittauksista saatujen tulosten pitää täyttää taulukon 1. asettamat vaatimukset eristysresistanssille.

Sähköisesti erotettujen piirien eristysresistanssi mitataan näiden piirien ja muiden piirien väliltä. Myös sähköisesti erotetun piirin ja maan välinen resistanssi mitataan. Sähköisesti erotettujen virtapiirien jännitealue on 50 VAC / 120 VDC – 500V. (D1-2012, 342.)

3.2.4 Lattia- ja seinäpintojen resistanssi

Normaalisti lattia- ja seinäpintojen eristysresistanssia ei mitata. Poikkeuksen muodostavat ESD-tilat, sekä ympäristöt, joissa suojausmenetelmänä on eristävä ympäristö. Mikäli johtavaan, tai puolijohtavaan seinään asennetaan takaa avoin keskus, on tarvittaessa suoritettava seinä- ja lattiapintojen eristysresistanssin mittaaminen. (D1-2012, 344)

3.2.5 Syötön automaattinen poiskytkentä

Vikasuojauksen tehtävänä on kytkeä vaarallinen kosketusjännite pois vaatimusten mukaisessa ajassa, tai rajoittaa kosketusjännite vaarattomaan arvoon.

Vikasuojauksen toimivuus TN-järjestelmässä voidaan todentaa mittaamalla vikavirtapiirin impedanssi. Mittaus tehdään ryhmäjohdon kauimmaisessa pisteessä. Myös vikapiirin oikosulkuvirta voidaan mitata. On myös varmistuttava siitä, että oikosulkuvirta laukaisee suojalaitteen. Mittaus suoritetaan yleensä kuormittamattomissa, huoneenlämpöisissä johtimissa. Tämän johdosta tulee mitatun arvon olla 25 % vaadittua suurempi. Vaaditut oikosulkuvirratt on esitetty liitteessä 1.

Vikasuojauksen toimivuus voidaan myös todentaa tarkastamalla suojauslaskelmissa käytettyjen komponenttien ja kaapelipituuksien vastaavuus valmiissa asennuksessa. Suojauslaskelmien oikeellisuus on suositeltavaa varmistaa pistokokein suoritetuin mittauksin.

Vikasuojauksessa käytetyn vikavirtasuojan toiminta tulee tarkastaa testauslaitteella. Vikavirtasuojatusta virtapiiristä ei tarvitse selvittää silmukkaimpedanssia eikä oikosulkuvirtaa. (D1-2012, 344.)

TT-järjestelmässä mitataan jännitteelle alttiiden osien maadoituselektrodin resistanssi. Mikäli tämä ei ole mahdollista, voidaan mitata vikapiirin impedanssi TN-järjestelmässä käytettävällä tavalla. Toinen tapa todeta vaatimustenmukaisuus on tarkastaa aistinvaraisesti ylivirtasuojat sekä testaamalla vikavirtasuojat laitteen omalla testi-

painikkeella. Vikavirtasuojan voi testata myös testilaitteella hyödyntäen mitoitus toimintavirtaa. Vikavirtasuojien poiskytkentäajat tulee testata testuslaitteella. (SFS 600-1, 358.)

IT- järjestelmässä vikasuojauksen toimivuus todennetaan laskemalla tai mittaamalla ensimmäisen vian aiheuttama vikavirta ääri- tai nollajohtimessa.

Toisen vian tapahtuessa vallitsevat olosuhteet määrittelevät, suoritetaanko tarkastus TN- tai TT- järjestelmän vaatimalla tavalla. (SFS 600-1, 358).

3.2.6 Lisäsuojauksen toteutus

Vaihtosähköjärjestelmän lisäsuojaus toteutetaan enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. Vikavirtasuojaa tulee käyttää alle 20 A pistorasioissa, sekä enintään 32 A ulkona käytettävissä pistorasioissa. Vikavirtasuojaa ei tarvitse käyttää tietyille laitteelle, kuten esimerkiksi pakastimelle tai jääkaapille tarkoitetussa pistorasiassa. Suojaamattomissa pistorasioissa tulee olla merkintä vikavirtasuojauksen puuttumisesta.

3.2.7 Napaisuuden varmentaminen

Yksinapaisten kytkinlaitteiden asentaminen nollajohtimeen on kiellettyä. Kaikkien yksinapaisten laitteiden kytkentä vaihejohtimiin tulee varmistaa. Napaisuuden varmentaminen on helpointa suorittaa asennuksen aikana. (D1-2012, 346.)

3.2.8 Syötön kiertosuunta

Monivaiheisten järjestelmien kiertosuunta tulee varmistaa (D1-2012, 346).

3.2.9 Toiminnalliset testit

Testataan laitteistossa olevien kytkinten ja toimilaitteiden toiminta. Suoritetaan suojalaitteille toiminnalliset kokeet (SFS-KÄSIKIRJA 600-1, 360.)

3.2.10 Jännitteenalenema

Mikäli jännitteenalenemaa tarkastellaan, voidaan se määrittää mittaamalla piirin impedanssi, tai käyttämällä tähän laadittuja käyrästöjä (SFS-KÄSIKIRJA 600-1, 360).

3.3 Dokumentointi

Uudesta asennuksesta, vanhan asennuksen laajennuksesta tai muutoksesta on laadittava käyttöönottotarkastuspöytäkirja ennen käyttöönottoa, mikäli KTMP (517/1996) niin vaatii. Vaikka säädös ei asettaisi vaatimuksia pöytäkirjan suhteen, voi asennuksen haltija sen tarvittaessa vaatia. Pöytäkirjassa tulee määritellä tarkastettava kohde yksityiskohtaisesti ja sen tulee sisältää tulokset mittauksista ja tarkastuksista.

Havaitut viat ja puutteet tulee korjata ennen kuin asennuksen voidaan ilmoittaa täyttävän standardin asettamat vaatimukset.

Mikäli tarkastus suoritetaan vanhan asennuksen laajennukseen tai muutokseen, voidaan pöytäkirjassa esittää suosituksia muutoksista, parannuksista, tai korjauksista.

SFS 6000 määrittelee käyttöönottopöytäkirjan sisällöstä seuraavaa:

”Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan pitää sisältää

- tarkastetun laitteiston yksilöintitiedot
- laitteiston rakentajan (urakoitsijan ja sähkötoiden johtajan) yhteystiedot
- tulokset tarkastuksista
- toteamus siitä, täyttääkö asennus standardin ja säännösten vaatimukset
- tiedot testatuista piireistä ja testaustulokset

Tarkastuspöytäkirjassa tulee esittää vähintään seuraavat testaustulokset ja tässä esitetyssä laajuudessa.

- seuraavat eristystilan muutokset: kiinteät asennukset, kytkinlaitteen takaiset asennukset, SELV- ja PELV- järjestelmien asennukset, sähköisen erotuksen asennukset

- jatkuvuusmittaukset keskusalueittain, yksittäisiä mittaustuloksia ei tarvitse kirjata vaan riittää toteamus vaatimusten täyttymisestä
- syötön automaattisen poiskytkennän toteamiseen tarvittavat mittausten tulokset keskusalueittain epäedullisimmissa pisteissä.
- kaikkien vikavirtasuojien toiminnan testaustulokset sen mukaan täyttävätkö vaatimukset. Toiminta-ajat merkitään ylös silloin kun vikavirtasuojia käytetään syötön automaattiseen poiskytkentään tai käytetään aikaisemmin käytössä olleita laitteita
- kiertosuunta keskuskohtaisesti
- laitevalmistajan asennusohjeiden mukaiset mittaustulokset sellaisista laitteista (esim. lämmityskaapeleista), joille valmistaja edellyttää asennusohjeessaan mittauksia”

(SFS 6000, 360.)

”Tarkastuksen tekijä allekirjoittaa tai muuten vahvistaa oikeaksi tarkastuspöytäkirjan” (SFS 6000, 360).

Mikäli asennus vaatii huolto- ja kunnossapito-ohjelmaa, tulee tämä mainita käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa. Lisäksi seuraavan toimenpiteen ajankohta on määriteltävä.

Myös vähäisille sähkötoille tulee suorittaa käyttöönottotarkastus. Esimerkkinä voidaan pitää ryhmäjohdon asennusta. Tässäkin työssä tulee suorittaa aistinvaraisten tarkastusten lisäksi SFS 6000:n määrittelemät mittaukset ja testit. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja laaditaan haltijan tai KTMP (517/1996) vaatimusten mukaisesti.

D1-2012:n mukaan käyttöönottopöytäkirjaa ei edellytetä:

- maallikoille sallituista töistä
- enintään 50 V AC tai 120 V DC asennuksista
- yksittäisen osan lisäyksestä tai vaihdosta
- enintään 1000 V jännitteellä toimivan yksittäisen koneen muutos- ja täydennysasennuksista
- enintään 1000 V kytkinlaitoksen muutos- ja täydennysasennuksista, joissa nimellisarvot eivät muutu

- tilapäisistä asennuksista, jotka on koottu standardin mukaisista työmaakeskuksista.

(D1-2012, 348.)

4 RAJAPINTA - SFS-EN 60204-32

Nosturin käyttöönottotarkastuksessa suoritettava todentaminen ja sen laajuus määräytyy nostokoneille laadittujen tuotestandardien mukaan. Yleiset vaatimukset todentamiseen ovat seuraavat:

1. Sähkölaitteiston ja teknisen dokumentoinnin vastaavuus (kohta 4.1)
2. Syötön automaattinen poiskytkentä (kohta 4.2)
3. Eristysresistanssimittaus (kohta 4.3)
4. Jännitekoe (kohta 4.4)
5. Suojaus jäännösjännitteiltä (kohta 4.5)
6. Toimintakokeet (kohta 4.6)

Todentamisen tulee sisältää aina seuraavat kohdat mainitussa järjestyksessä: 3, 1, 2, 6, sekä vaihtoehtoisesti kohdan 3 tai 4 tai molemmat. Joissakin tapauksissa todentaminen sisältää myös kohdan 5.

Varmennustoimenpiteistä saadut tulokset tulee dokumentoida. (SFS-EN 60204-32, 186.)

Tarkastus voidaan jakaa kahteen eri osa-alueeseen, aistinvaraisiin tarkastuksiin ja testauksiin. Laajempaa osa-alueena aistinvaraista tarkastusta tulisi suorittaa koko asennuksen ajan. Tällöin esimerkiksi piiloon jäävät, koteloiden tai rakenteiden sisälle tehtävät asennukset tulevat tarkastetuiksi valmistuksen yhteydessä ennen suojakansien asentamista. Testaukset sisältävät laitteistoon kohdistuvia mittauksia ja toimintakokeita, jotka suoritetaan pääosin ennen käyttöönottoa.

4.1 Sähkölaitteiston ja teknisen dokumentoinnin vastaavuus

Tarkastetaan, että nosturin sähkölaitteisto vastaa teknistä dokumentointia. Dokumentoinnin tulee sisältää asennuksessa, kunnossapidossa ja käytössä tarvittavat tiedot. Dokumentointi on julkaistava hyväksytyllä kielellä. (SFS-EN 602043-32, 180.)

Dokumentaation tulee sisältää:

- kuvauksen laitteesta, asennuksesta ja käyttöönotosta
- tiedot sähkönsyötön liitännästä ja vaatimukset sähkön syötölle
- yleis- ja piirikaaviot
- vaatimukset käyttöympäristölle
- tiedot ja kuvaukset turvalaitteista ja näiden toiminnasta
- ohjeistus huollon ja tarkastusten suhteen sekä vaatimukset työturvallisuuden varmistamiseksi
- tiedot suojausteknisistä toimenpiteistä ja jäännösriskeistä, mikäli ensisijaisia suojaustoimenpiteitä ohitetaan
- tarvittavat tiedot laitteen käsittelyyn, kuljetuksen ja varastoinnin suhteen.

(SFS-EN 60204-32, 182.)

4.1.1 Vaatimukset dokumenteille

Mikäli muuta ei ole sovittu:

- dokumentaation tulee olla standardin IEC 61081-1 mukainen
- viitetunnuksien tulee olla standardisarjan IEC 61364 mukaiset vaadittavilta osin
- ohjeiden ja käsikirjojen tulee olla standardin IEC 62079 mukaisia
- osaluetteloiden tulee olla standardin IEC 62027 luokan B mukaisia

(SFS-EN 60204-32, 182)

Viittauksissa eri dokumentteihin tulee valita soveltuva tapa. Mikäli dokumentteja on vähän, on dokumentissa oltava ristiviite muiden sähkölaitteistoon kuuluvien doku-

menttien numeroon. Mikäli Dokumentointi on laajempi, tulee luettelointi laatia standardin IEC 62023 mukaan. (SFS-EN 60204-32, 182.)

4.1.2 Asennusdokumentit

Asennusdokumenttien tulee sisältää kaikki tiedot, joita tarvitaan nosturin asennuksessa ja käyttöönottossa. Dokumenteista tulee ilmetä asennettavien kaapelointien paikat, tyypit ja poikkipinta-alat. Lisäksi asennusdokumenteissa on esitettävä tiedot syötön ylivirtasuojalaitteiden valintaa varten. Kaapeliteiden asentamista, sijaintia ja mitoitusta varten tulee olla tarvittavat tiedot. Dokumentoinnin on tarvittaessa liitettävä ulkoinen johdotuskaavio. (SFS-EN 60204-32, 184.)

4.1.3 Sähkölaitteiston kaaviot

Virtapiirikaaviot on sisällytettävä dokumentaatioon. Virtapiirikaavioiden tulee esittää nostokoneen sähköiset piirit, sekä siihen liitettyjen sähkölaitteiden virtapiirit. Komponenttien, laitteiden ja johtimien tunnisteiden on oltava yhdenmukaisia kaikissa dokumenteissa ja nostokoneessa.

Mikäli piirrosmerkit poikkeavat standardista IEC 60617:2001, tulee näistä laatia erillinen selvitys. Piirien esitystapa tulee olla helposti ymmärrettävissä ja sen tulee tukea kunnossapitoa sekä helpottaa vikojen paikallistamista.

Tarvittaessa dokumentointiin liitetään yleiskaavio selventämään laitteen toimintaperiaatteita. (SFS-EN 60204-32, 184.)

4.1.4 Käyttö- ja huolto-ohjeet

Nostokoneen vaatimat kunnossapito-ohjeet tulee sisältyä dokumentaatioon. Huolto-ohjeiden lisäksi kunnossapito-ohjeiden tulee sisältää tiedot tarvittavista huolto- ja tarkastustöistä, aikataulut, sekä suosituksen huoltopäiväkirjasta. Mikäli huollon tai

tarkastuksen toiminnot kohdistuvat turvallisuuslaitteisiin, on säädön tai testauksen vaikutukset määriteltävä selvästi.

Käyttöohjeet ovat oleellinen osa dokumentaatiota. Ohjeiden tulee sisältää yksilölliset tiedot asennus- ja käyttötoimenpiteistä. Turvallisuuteen vaikuttavia seikkoja tulee erityisesti korostaa. Mikäli nostokoneen käyttöön liittyy ohjelmoitavia toimintoja, on näistä toimitettava yksityiskohtaiset tiedot. (SFS-EN 60204-32, 184.)

4.1.5 Nostokoneen osaluettelot

Osaluettelon tulee sisältää tiedot, joiden perusteella voidaan tilata kunnossapidossa tarvittavat materiaalit, sekä materiaalit, joita suositellaan pidettävän varastossa.

Osaluettelon tulee sisältää komponentin viitetiedot, tyyppitunnuksen, toimittajan ja vaihtoehtoiset saantipaikat, sekä tarvittaessa yleisominaisuudet. (SFS-EN 60204-32, 186.)

4.2 Syötön automaattinen poiskytkentä

Automaattisella poiskytkennällä toteutettu suojaus tulee todentaa testaamalla.

TT- ja IT- järjestelmien testaaminen suoritetaan standardin IEC 60364-6 mukaisesti.

TN- järjestelmän kohdalla todentaminen suoritetaan testaamalla suojajohtimen jatkuvuus ja todentamalla syötön automaattisen poiskytkennän täyttävän asetetut ehdot. (SFS-EN 60204-32, 186.)

4.2.1 Koe 1. Suojajohdinpiirin jatkuvuus

Mitataan PE- kiskon ja kunkin suojajohdinpiirin välinen resistanssi. Mittaustuloksen tulee olla odotetulla alueella. Tuloksessa tulee huomioida mittajohtimien resistanssit ja mitattavan piirin pituus. (SFS-EN 60204-32, 188.)

4.2.2 Koe 2. Vikavirtapiirin impedanssi ja ylivirtasuojan soveltuvuus

Tarkastetaan syötön liitännät ja ulkopuolisen suojajohtimen liitännä PE- kiskoon.

Syötön automaattinen erottaminen tulee todentaa

1. Todentamalla vikavirtapiirin impedanssi laskennallisesti tai mittaamalla
2. Varmistamalla, että ylivirtasuojan arvot ja ominaisuudet ovat standardin mukaiset.

Vikavirtapiirin impedanssin mittaaminen voidaan tehdä virtapiirille jonka syötön automaattisen erottamisen virta I_A on enintään noin 1 kA (SFS-EN 60204-32, 188).

Vikavirtapiirin impedanssin mittaaminen voidaan korvata suojajohtimen jatkuvuuden mittaamisella, jos seuraavat ehdot täyttyvät:

- tarkastuksessa on käytettävissä laskelmat vikapiirin impedanssista tai suojajohtimen resistanssista
- asennuksessa käytettyjen johtimien pituus ja poikkipinta voidaan tarkastaa

(SFS-EN 60204-32, 198.)

Nostokoneille katsotaan riittävän alle 5s poiskytkentäaika. Poikkeuksena ovat virtapiirit, jotka syöttävät suoraan tai pistorasian kautta kädessä pidettävää tai siirrettävää luokan 1 laitetta. Taulukossa 2 on esitetty poiskytkentäajat. (SFS-EN 60204-32, 196.)

Taulukko 2. TN- järjestelmän suurin poiskytkentäaika (SFS-EN 60204-32, 196.)

U_o^a	Poiskytkentäaika
V	s
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
>400	0,1

^a U_o on vaihtojännitteen nimellisarvo (r.m.s.) maahan. Jännitteisiin, jotka ovat standardissa IEC 60038 ilmoitettujen toleranssien sisällä, sovelletaan sopivan nimellisen jännitteen poiskytkentäaika. Välissä oleville jännitteille sovelletaan seuraavaksi suuremman jännitteen mukaista arvoa.

4.2.3 TN- järjestelmän testausmenetelmien soveltaminen

Nostolaitteen jokaisen suojajohdinpiirin jatkuvuus on todennettava. Koe tulee tehdä ennen vikapiirin impedanssin mittaamista. Mikäli mittauksen aikana suojajohdinpiirissä on katkos, voi tämä aiheuttaa vaaraa mittaajalle, tai muille henkilöille ja vaurioittaa sähkölaitteita. (SFS-EN 60204-32, 188.)

4.3 Eristysresistanssimittaus

Pääpiirin johtimien ja suojajohdinpiirin välisen eristysresistanssin tuloksen on oltava vähintään 1 M Ω . Mittaus suoritetaan 500V tasajännitteellä.

Mitattaessa virtapiirejä, joissa on kiskostoja, laahauskisko- ja laahausjohtojärjestelmiä tai liukurenkaita, voidaan sallia arvoja jotka ylittävät 50k Ω .

Mikäli nostokoneessa on ylijännitesuojia, jotka todennäköisesti toimivat mittauksen aikana, voidaan nämä kytkeä irti tai käyttää pienempää mittausjännitettä. Mittausjän-

nite ei kuitenkaan saa olla syöttöjännitteen (vaiheen ja nollan välistä) huippu-arvoa pienempi. (SFS-EN 60204-32, 192.)

4.4 Jännitekoe

Jännitekoe tulee suorittaa standardin IEC 61180-2 vaatimukset täyttävällä mittalaitteella.

Käytettävän testausjännitteen taajuuden on oltava 50 Hz tai 60 Hz.

Koejännitteen tulee olla kaksinkertainen laitteiston mitoitusjännitteeseen nähden tai vähintään 1000 V, mikäli kaksinkertainen mitoitusjännite on alle 1000 V. Suurimman koejännitteen tulee vaikuttaa pääpiirin johtimien ja suojajohdinpiirin välillä noin 1 sekunnin ajan. Mikäli läpilyöntiä ei tapahdu, on testaus täyttänyt asetetut vaatimukset.

Komponentit, jotka eivät mitoitukseltaan kestä jännitekoetta, on erotettava kokeen ajaksi.

Komponentit ja laitteet, joille on suoritettu tuotestandardin mukainen jännitekoe, voidaan irrottaa kokeen ajaksi (SFS-EN 60204-32, 194).

4.5 Suojaus jäännösjännitteiltä

Tarvittaessa suoritetaan koe vaatimustenmukaisuuden varmistamiseksi (SFS-EN 60204-32, 194).

4.6 Toimintakokeet

Sähkölaitteiston toiminnot on testattava. Erityishuomiota kiinnitetään turvallisuuteen ja suojaamiseen liittyvissä toiminnoissa. Mikäli toimintoja ei voida testata täysin, on

testattavaa aluetta laajennettava käsittämään esimerkiksi koko piiriä. (SFS-EN 60204-32, 194.)

4.7 Uusintakokeet

Muutettaessa nostokoneen osaa tai sähkölaitteistoa, on muutettu osa testattava ja todennettava vaadittavin osin uudelleen (SFS-EN 60204-32, 194).

Testaukset suoritetaan SFS 6000:n tapaan kahdessa osassa, jännitteettömissä ja jännitteellisissä. Jännitteettömiin testauksiin kuuluu eristysresistanssin ja suojajohtimen jatkuvuuden mittaaminen. Näiden lisäksi jännitteettömässä tilassa tulee suorittaa jännitekoe. Jännitteellisenä suoritettaviin mittauksiin kuuluvat kosketusjännitesuojaukseen liittyvät todentamiset, lisäsuojaukseen liittyvät testaukset, sekä napaisuus- ja kiertosuunnan testaaminen.

5 KOULUTUS MITTAUSTEN SUORITTAJALLE

Konecranes kouluttaa henkilöstöään oman instituutin kautta. Kouluttaminen koskee koko henkilökuntaa. Koulutus tapahtuu pääsääntöisesti Hyvinkäällä olevissa koulustiloissa.

Käyttöönottotarkastusmittauksia varten on aloitettu kouluttaminen, jonka pilotti järjestettiin 25.2.2014 Hyvinkäällä. Koulutuksen tavoitteena on, että koulutettuja henkilöitä olisi jokaisessa huoltopiirissä. Koska tämä koulutus liittyy vahvasti opinnäyte-työni aiheeseen, osallistuin helmikuussa järjestettyyn koulutukseen. Koulutus keskittyy nostureille tehtäviin mittauksiin. Koulutuksessa tehdyistä havainnoista ja päätelmistä tarkemmin liitteessä 2.

6 VALMISTUKSESSA SÄHKÖLAITTEILLE SUORITETTAVAT VARMENNUKSET

Osana päättötyötä tein käyttöönottotarkastuksen teollisuusnosturille. Mittauksen kohteena oli 4000 kg:n nimelliskuormalla oleva yksipalkkinen teollisuusnosturi, joka asennettiin 23.4.2014 Laitilassa sijaitsevaan teollisuushalliin. Nosturin loppukokoonpano tapahtui alihankkijan tiloissa Urjalassa.

Kokoonpanon yhteydessä nosturille suoritettiin käyttöönottomittaukset. Nosturille suoritettiin myös toiminnalliset testit.

Kokoonpanossa suoritettavia käyttöönottomittauksia varten on ohjeistus, jonka pohjalta tein vaaditut toimenpiteet. Loppukokoonpano nosturille suoritettiin 16.4.2014 Urjalassa. Mittaukset suoritettiin kokoonpanon lomassa mahdollisuuksien mukaan, niin kuin ne normaalistikin suoritetaan työn edetessä. Mittausten suorittaminen onnistui hyvin, ja vaikutus muuhun toimintaan oli vähäinen. Mittauksia varten valmistetut mittapäät nopeuttivat työsuoritetta huomattavasti. Mittauksista, ohjeista ja tuloksista tarkemmin liitteessä 3.

7 ASENNUKSESSA SUORITETTAVAT TOIMENPITEET

Asennuspaikassa oli aiemmin ollut nosturi, joka siirrettiin tuotantotilojen muuttuessa toisaalle. Koska uuden nosturin syöttönä käytettiin vanhaa virtalinjaa, suoritettiin virtalinjalle varmennustoimenpiteitä.

Asennukseen suunnitellut sähkötyöt sisälsivät nosturin virransyötön asentamisen, rajalaitteiden säätämisen, sekä toiminnallisia testejä. Kokoonpanon yhteydessä suoritettujen tarkastusten ja testausten dokumentaatio liitettiin osaksi käyttöönottotarkastusta, jolloin esimerkiksi suojajohdon jatkuvuuteen liittyviä testauksia ei tarvinnut suorittaa nosturille.

Käyttöönottomittaukset suoritettiin nykyisen ohjeistuksen mukaan, ja tarkastuksesta laadittiin käyttöönottopöytäkirja. Koska itse nosturille suoritettiin mittaukset ko-

koonpanon yhteydessä, jäi asennuksessa suoritettavaksi lähinnä virransyöttöön liittyvät todentamiset. Tiedot mittauksista, ohjeista ja pöytäkirjasta liitteessä 4. Mittasin myös syötön silmukkaimpedanssin nosturista. Tämä mittaus sisältää myös nostokoneen ulkopuolelle jäävän, kiinteistöön kuuluvan osuuden syötöstä. Mittauksella halusin selvittää virroittimen vaikutusta silmukkaimpedanssiin. Tulos oli odottamaani parempi, täyttäen selvästi asetetut vaatimukset.

8 YHTEENVETO KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSESTA

Käyttöönottotarkastuksessa suoritettavat toimenpiteet ovat tarkasti rajattuja ja ohjeistettuja. Tarkastuksen suorittajalta vaaditaan kuitenkin tietyntasoista perehtyneisyyttä itse tarkastukseen ja tarkasteltavaan laitteeseen. Monet sähkölaitteiden käyttöönottotarkastuksessa huomioitavat seikat ovat vastaavia nosturin käyttöönottotarkastuksessa suoritettavien toimenpiteiden kanssa. Esimerkkinä voidaan pitää vaikkapa koteloinnin eheyden tarkastamista tai toiminnallisia testauksia.

Vastaavasti poikkeuksiakin on. Esimerkiksi siltanosturin ratamaadoitus kuuluu kiinteistön sähköjärjestelmään, mutta se tarkastetaan myös nosturin käyttöönotto- ja määräaikaistarkastuksissa. Nosturin sähkölaitteisiin liittyvät todentamiset eivät huomioi ratamaadoitusta.

Tarkastuksessa suoritettavien mittausten osalta haasteellisin asia on nosturissa käytettävä elektroniikka. Mikäli nosturista mitataan esimerkiksi eristysresistanssi, on mittausjärjestys ja tehtävät erotukset suunniteltava hyvin tarkkaan.

Valmistuksen yhteydessä suoritettavat testaukset ja tarkastukset ovat avainasemassa arvioitaessa asennuksen yhteydessä suoritettavia toimenpiteitä.

Puhuttaessa käyttöönottotarkastuksen suorittamisesta, ja etenkin sen kustannuksista, korostuvat työvaiheet, joissa tarkastustoimenpiteitä voidaan suorittaa kustannustehokkaasti. Osa tarkastuksista ja testauksista pitää suorittaa nostolaitteen asennusvai-

heessa, mutta esimerkiksi nosturien kohdalla melko suuritöinen suojajohtimen jatkuvuuden mittaaminen on järkevintä suorittaa kokoonpanon yhteydessä. Mikäli komponenteille suoritetaan mittauksia osavalmistuksessa, kasvaa hallittavien dokumenttien määrä. Kokoonpanon yhteydessä tarkastustoimenpiteet voidaan suorittaa kerralla, jolloin testaustulokset merkitään yhteen pöytäkirjaan.

Käyttöönottotarkastuksen osalta tehdyistä havainnoista ja päätelmistä tarkemmin liitteessä 6.

Optimitilanteessa nosturille ei asennusvaiheessa suoriteta testauksia, vaan suoritettavat todentamiset koostuvat aistinvaraisista tarkasteluista. Vastaavasti virransyötölle tulee tehdä käyttöönottotarkastus. Tätä varten laadin ohjeen virtalinjalle suoritettavista toimenpiteistä asennuksen ja käyttöönoton osalta. Esimerkkinä käytän ohjeessa Koneductor -virtalinjan asentamista. Ohje on liitteessä 8.

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää teollisuusnosturin sähkölaitteiden käyttöönottotarkastuksessa suoritettavien mittausten laajuutta ja vaatimuksia. Osana opinnäytetyötä osallistuin käyttöönottotarkastuksia varten järjestettävään koulutukseen. Lisäksi suoritin nykyisen ohjeistuksen mukaiset tarkastamiseen liittyvät mittaukset sekä kokoonpanon, että asennuksen yhteydessä.

Nykyinen ohjeistus mittauksiin on edelleen toimiva, mutta vaatii päivitystä ainakin vikavirtasuojauksen osalta. Myös silmukkaimpedanssin ja vikavirran mittaaminen on esimerkiksi pitkissä virtalinjoissa hyvä suorittaa ja näin varmistaa vikasuojauksen toiminta.

Eryteisesti nostokoneen kohdalla korostuu mittausten suorittaminen ennen asennusta. Tähän kiinnitin huomiota tarkastelemalla mittauksiin käytettyä aikaa. Käyttöönottilanteessa suoritettavien todentamisten laajuus riippuu suoraan valmistuksen aikana suoritettujen toimenpiteiden laajuudesta. Ajankäytön osalta on tehokkaampaa suorittaa todentamiseen liittyviä toimenpiteitä valmistuksen ja kokoonpanon yhteydessä.

Osana opinnäytetyötä laadin ohjeen virtalinjalle suoritettavasta käyttöönottotarkastuksesta asennuksen yhteydessä ja lisäksi laadin ehdotuksen nosturisähköistyksen käyttöönottopöytäkirjasta.

Opinnäytetyöni aihe oli kiinnostava ja opettava. Oman oppimiseni kannalta tärkeimmäksi asiaksi muodostui tiedonhaku ja eri standardien käyttö sekä rajapintojen määrittäminen. Perehtyminen teollisuusnosturin sähkölaitteiston vaatimuksiin on kehittänyt ammatillista osaamistani.

LÄHTEET

D1-2012. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2013. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 20. P. Espoo: Sähköinfo

FLUKE 165X Electrical Installation Tester. 2004. Fluke Corporation. September 2003 Rev. 1, 06/04 (Finnish)

SFS-EN 60204-32 KONETURVALLISUUS. Koneiden sähkölaitteisto. Osa 32: vaatimukset nostokoneille. 2008. Suomen Standardoimisliitto SFS. Helsinki: SFS

SFS-KÄSIKIRJA 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjänniteasennukset. 2012. Suomen Standardoimisliitto SFS. Helsinki: SFS.

SFS-KÄSIKIRJA 600-1. Sähköasennukset. Osa 3: Sähkötyöturvallisuus. 2012. Suomen Standardoimisliitto SFS. Helsinki: SFS.

ST-KÄSIKIRJA 33. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. 2012. Sähkötieto ry. 3. p. Espoo: Sähköinfo

ST 51.21.05 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja. 2013. Sähkötieto Ry. Sähköinfo Oy

ST 51.26. Rakennuksiin asennettavien koneiden sähkölaitteistojen käyttöönottomenettelyt. 2012. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo

Sähköturvallisuuslaki 1996. L 14.6.1996/410

Työturvallisuuslaki. 2002. L 23.8.2002/738. Finlex www-sivut. Viitattu 11.3.2014. <http://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2002/20020738>.

Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta. 2008. A 12.6.2008/403.

Valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta. 1994. 21.12.1994/1314. Finlex www-sivut. Viitattu 15.3.2014. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/kumotut/1994/19941314>

LIITTEET

LIITE 1 TOIMINTAVIRRAT	julkinen
LIITE 2 KOULUTUS	ei julkinen
LIITE 3 KOKOONPANO	ei julkinen
LIITE 4 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSEN MITTAUKSET	ei julkinen
LIITE 5 ASENNUSTESTERI	ei julkinen
LIITE 6 YHTEENVETO KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSESTA	ei julkinen
LIITE 7 JOHTOPÄÄTÖKSET	ei julkinen
LIITE 8 MITTAUSOHJE VIRTALINJALLE	ei julkinen
LIITE 9 ESIMERKKI PÖYTÄKIRJASTA	ei julkinen

Taulukko 3. Johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat

Pienimmät johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot								
Nimellisvirta	B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	K- ja L- tyypit 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	D-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A	A	A	A	A
6	30	37,5	60	75	84	105	120	150
10	50	62,5	100	125	140	175	200	250
16	80	100	160	200	224	280	320	400
20	100	125	200	250	280	350	400	500
25	125	156,3	250	312,5	350	437,5	500	625
32	160	200	320	400	448	560	640	800
50	250	312,5	500	625	700	875	1000	1250
63	315	393,8	630	787,5	882	1102,5	1260	1575
80	400	500	800	1000	1120	1400	1600	2000
125	625	781,3	1250	1562,5	1750	2187,5	2500	3125

Taulukko 4. gG-sulakkeiden toimintavirrat

Pienimmät gG-sulakkeiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta	gG-sulake 0,4 s	Vaadittu mitattu arvo	gG-sulake 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	85	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35	287	359	165	206,3
40	315	393,8	190	237,5
50	470	587,5	250	312,5
63	550	687,5	320	400
80	840	1050	425	531,3
100	1000	1250	580	725
125	1450	1812,5	715	893,8
160	1600	2000	950	1187,5
200	2100	2625	1250	1562,5
250	2800	3500	1650	2062,5
315	3700	4625	2200	2750
400	4800	6000	2840	3550
500	6400	8000	3800	4750
630	8500	10625	5100	6375