

Sähköasennusten käyttöönottomittaukset

Työohje ja tarkastuslista koestajalle

Mikko Rokkonen

Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka
Insinööri (AMK)

KEMI 2014

ALKUSANAT

Haluaisin kiittää työtäni ohjannutta DI Jaakko Ettoa asiantuntevista neuvoista ja Jouko Alanivaa Lapin Ammattikorkeakoulun Kemin yksikössä mahdollisuudesta valokuvata oppilaitoksen teknisiä tiloja opinnäytetyötäni varten.

Kemissä 20.5.2014

Mikko Rokkonen

TIIVISTELMÄ

LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikka

Koulutusohjelma:	Sähkötekniikka koulutusohjelma
Opinnäytetyön tekijä:	Mikko Rokkonen
Opinnäytetyön nimi:	Sähköasennusten käyttöönottomittaukset. Työohje ja tarkastuslista koestajalle.
Sivuja (joista liitesivuja):	104 (17)
Päiväys:	18.5.2014
Opinnäytetyön ohjaaja:	DI Jaakko Etto
<p>Tämän opinnäytetyön aihe on sähkölaitteiston käyttöönottotarkastukset. Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia koestajan työtä helpottava esimerkein havainnollistettu ohjeistus, jonka avulla käyttöönottotarkistus voidaan suorittaa kattavasti.</p> <p>Opinnäytetyössä käsiteltiin sähkölaitteiston rakentamista, käyttöä ja huoltoa ohjaavia keskeisiä lakeja, asetuksia ja määräyksiä sekä standardin SFS 6000-6-61 vaatimia käyttöönottotarkastuksia ennen sähkölaitteiston käyttöönottoa. Standardin 6000-6-61 mukaiset käyttöönottotarkastukset sisältävät yksityiskohtaiset määräykset aistinvaraisista tarkastuksista, mittauksista ja toiminnallisista kokeista sekä vaatimukset tarkastuksen dokumentoinnista käyttöönottopöytäkirjaan. Sähkölaitteiston rakentaja vakuuttaa käyttöönottopöytäkirjassa, että sähkölaitteisto on tehty kaikkien määräysten mukaisesti ja on turvallinen.</p> <p>Työssä käytetty aineisto koostui valokuvista ja kirjallisista lähteistä. Tärkeimpiä lähteitä olivat D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, ST-käsikirja 33 Rakennusten sähköasennusten tarkastukset 2012, SFS-käsikirja 600-1 pienjännitesähköasennukset ja SFS-käsikirja 600-2 säädökset, sähkötyöturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit. Lisäksi aineistona käytettiin laitevalmistajien tuotekuvastoja ja asennusohjeita.</p> <p>Käytännön mittaukset osiossa käsiteltiin kaikki standardissa vaaditut aistinvaraiset tarkastukset, mittaukset, toiminnalliset kokeet ja mittauksissa tarvittavat käytännön työssä hyväksi osoittautuneet apulaitteet. Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet toteutuivat, kun työn tuloksena syntyi esimerkein ja valokuvin havainnollistettu opas koestajalle.</p>	
<p>Asiasanat: Sähköturvallisuus, sähkö tarkastus, sähkötekniikka, käyttöönotto, laitteistot, standardit, dokumentointi</p>	

ABSTRACT

LAPIN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Electrical Engineering
Author:	Mikko Rokkonen
Thesis title:	Testing Installations of Electronical Equipment; Working Instructions and Checklist for the Testing
Pages (of which appendixes):	104 (17)
Date:	18 May 2014
Thesis instructor:	Jaakko Etto MSc. (El.Eng.)
<p>The purpose of this thesis was to study the installation testing performed after the commissioning of electrical equipment and to prepare a practical guideline for testers. The resulting guideline covers multiple aspects related to the installation testing of electrical equipment as well as to give examples to help the installation tester.</p> <p>In this thesis, the key legislation and regulations related to the commissioning of electrical equipment have been dealt with first, its use and maintenance, as well as the SFS 6000-6-61 standard which covers the installation testing of electrical equipment before the equipment is taken into use. The standard 6000-6-61 contains detailed instructions on the tests carried out on sensory basis, the measurements to be taken, and the functionality testing, as well as requirements for documenting the results of the performed tests into the commissioning records. The person in charge of commissioning the electrical equipment solemnly swears in the commissioning records that the electrical equipment is built according to regulation and is safe to use and maintain.</p> <p>For the theory part of this thesis, data consisted of photographs and written sources. The most important sources were the Finnish manuals: D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, ST-käsikirja 33 Rakennusten sähköasennusten tarkastukset 2012, SFS-käsikirja 600-1 pienjännitesähköasennukset and SFS-käsikirja 600-2 säädökset, sähkötyöturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit. In addition, the source material covered electrical equipment supplier product catalogues as well as installation and commissioning instructions.</p> <p>In the section handling the measurements based on the Standard 6000-6-61, were all the measurements gone through: Sensory measurements, other measurements, functional tests and supplementary devices used in performing the measurements which has shown their usefulness on the field.</p> <p>The thesis reached its goal. As a result of the thesis, a Tester's Handbook saw the light of day and it also contains practical examples and photographs.</p>	
<p>Key words: safety of electrical installations, inspection of electrical installation system, electrical engineering, introduction, installations, standards, verifications</p>	

SISÄLLYS

ALKUSANAT.....	2
TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO.....	9
2 KOESTUSTA JA KÄYTTÖÖNOTTOA OHJAAVAT MÄÄRÄYKSET	10
2.1 Lainsäädäntö ja tarkastukset.....	10
2.1.1 Sähköturvallisuuslaki.....	10
2.1.2 Sähkölaitteiston käyttöönotto ja käyttö.....	12
2.2 KTM:n päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä.....	13
2.2.1 Käyttöönottotarkastus	14
2.2.2 Varmennustarkastus.....	14
2.2.3 Huolto ja kunnossapito	15
2.2.4 Määräaikaistarkastukset.....	16
3 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET	17
3.1 Standardin SFS 6000-6-61 mukaan tehtävät käyttöönottotarkastukset.....	18
3.1.1 Aistinvarainen tarkastus.....	18
3.1.2 Mittaukset ja toiminnalliset kokeet.....	19
3.1.3 Jännitteettömänä tehtävät mittaukset.....	19
3.1.4 Suojajohtimen jatkuvuus.....	20
3.1.5 Eristysresistanssin mittaus	22
3.1.6 SELV- ja PELV- piirien eristysresistanssimittaus.	24
3.1.7 Eristysresistanssimittaus suojaerotuksessa ja sähköisessä erotuksessa	25
3.1.8 Syötön automaattisen poiskytkennän testaus	26
3.1.9 Vikavirtasuojan toiminnan testaus.....	28
3.1.10 Napaisuuden tarkistaminen	29
3.1.11 Kiertosuunnan tarkistaminen.....	29
3.1.12 Toimintatestit.....	29
4 KÄYTÄNNÖN MITTAUKSET	30

4.1	Mittaussuunnitelma.....	30
4.2	Työn aikainen dokumentointi.....	31
4.3	Mittalaitteet	32
4.4	Aistinvarainen tarkastus.....	35
4.4.1	Sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät	36
4.4.2	Palosuojauksien käyttö ja toimenpiteet lämpövaikutuksilta suojaamiseksi sekä palon leviämisen estämiseksi tehdyt toimenpiteet.....	36
4.4.3	Johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitteen aleneman kannalta 37	
4.4.4	Suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu.....	38
4.4.5	Erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus	38
4.4.6	Sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan	38
4.4.7	Nolla- ja suojajohtimien oikeat tunnuksset	39
4.4.8	Yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin	39
4.4.9	Piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo	40
4.4.10	Virtapiirien, varokkeiden, kytkimien ja liittimien tunnistettavuus.....	41
4.4.11	Johtimien liitosten sopivuus	43
4.4.12	Suojajohtimien, mukaan luettuna suojaavien potentiaalintasausjohtimien ja lisäpotentiaalintasausjohtimien, olemassa olo ja sopivuus.....	43
4.4.13	Sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila	44
4.4.14	Erikoistilat	45
4.4.15	Napaisuustesti.....	46
4.5	Mittausten valmistelu.....	46
4.6	Suojajohtimien, PEN- ja potentiaalintasausjohtimien jatkuvuuden testaus.....	48
4.6.1	Potentiaalintasauksessa huomioitavaa	48
4.6.2	Suojajohtimen jatkuvuuden mittauksissa huomioitavaa.....	55
4.7	Eristysresistanssin mittaus	59
4.8	Käyttöönotto.....	65
4.9	Oikosulkuvirran mittaus.....	68
4.10	Kiertosuunta.....	70
4.11	Vikavirtasuojien koestus	71
4.12	Palovaroittimet.....	72

4.13	Sähkölämmityskaapeleiden mittaukset	73
4.14	Moottorilähdöt	75
4.15	EMC-suojaus	78
4.16	Toimintatestit	82
4.17	Käyttöönottotarkastuspöytäkirja	83
5	POHDINTA.....	85
	LÄHDELUETTELO.....	86

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

IV-kone	Ilmanvaihtokone
JK	Jakokeskus
KNX	Kansainvälinen kiinteistöautomaatiostandardi
KTMp	Kauppaja teollisuusministeriön päätös
LV	Lämpö ja vesi
L1	Vaihejohdin
L2	Vaihejohdin
L3	Vaihejohdin
MK	Mittauskeskus
N	Nollajohdin
PE	Suojamaajohdin
PELV	Separated of safety extra-low voltage, pienoisjännite piiri, alle 50 V DC ja alle 120 V AC, maasta erotettu
PEN	Yhdistetty suojamaa ja nolla
PK	Pääkeskus
RK	Ryhmäkeskus
SELV	Protected extra-low voltage, pienoisjännite piiri, alle 50 V DC ja alle 120 V AC, maapotentiaaliin kytketty jännite
TUKES	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
VTT	Valtion teknillinen tutkimuskeskus

1 JOHDANTO

Rakennusten talotekniikan sähköasennusten ja sähkölaitteiden asennusta, käyttöä sekä huoltoa säädellään lakien, asetusten ja erilaisten viranomaispäätösten avulla. Sähköasennusten turvallisuustaso halutaan säädösten avulla varmistaa sellaiseksi, ettei sähkölaitteiden ja -laitteistojen käytöstä aiheudu vaaraa eikä häiriötä käyttäjälle tai toisille laitteistoille.

Keskeisin tapa varmistaa sähkölaitteiston määräystenmukaisuus on käyttöönottotarkastus. Käyttöönottotarkastukseen sisältyy useita sähköasennuksen aikaisia ja asennusten jälkeisiä tarkastuksia, joista osa tehdään aistinvaraisesti, ja osa toteutetaan erilaisten mittausten avulla. Saadut tulokset dokumentoidaan käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on esittää tiivistetysti kaikki käyttöönottotarkistuksessa ja -mittauksissa huomioitavat sähköalan turvallisuutta säätelevät keskeiset määräykset sekä kuvata käyttöönottotarkastukseen sisältyvät aistinvaraiset tarkastukset ja käyttöönottotarkistuksessa vaadittavat mittaukset. Olen työssäni keskittynyt käyttöönottotarkastukseen, koska se edeltää aina mahdollisia varmennus- ja määräaikaistarkastuksia. Nämä muut tarkastukset mainitsen opinnäytetyöni teoriaosassa vain lyhyesti.

Opinnäytetyössä hyödynnetään pitkän työkokemuksen tuomaa tietoa kiinteistöjen ja teollisuuden koestuksesta ja käyttöönotosta. Opinnäytetyön tavoitteena on havainnollistaa aistinvaraisia tarkistuksia, käyttöönottomittauksia ja käyttöönottoa erilaisten kaavioiden ja valokuvien avulla. Tuon esille kokemusperäistä tietoa työjärjestyksessä ja käyttöönottomittauksissa mahdollisesti esiintyvistä ongelmista sekä käytännöllisiä tapoja ratkaista työssä esiintyviä ongelmia. Keskeinen lähdeosa opinnäytetyössäni on ST-käsikirja 33 Rakennusten sähköasennusten tarkastukset vuodelta 2012.

2 KOESTUSTA JA KÄYTTÖÖNOTTOA OHJAAVAT MÄÄRÄYKSET

2.1 Lainsäädäntö ja tarkastukset

Sähköasennusten käyttöönottotarkistuksessa ja -mittauksissa tulee huomioida sähköalan turvallisuutta säätelevä keskeinen lainsäädäntö, asetukset ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätökset (KTMp), joka on esitetty taulukossa 1. Määräykset vaikuttavat käyttöönottotarkistusten ja mittausten toteuttamiseen.

Taulukko 1. Tarkastuksia ohjaava lainsäädäntö, asetukset ja päätökset

Laki/asetus/päätös	Nro
Sähköturvallisuuslaki	410/1996
Sähköturvallisuusasetus	498/1996
Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta	1466/2007
KTMp päätös sähkölaitteidenturvallisuudesta	1694/1993
KTMp päätös sähköalan töistä	516/1996
KTMp päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä	517/1996
KTMp päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta	1193/1996
Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreitien merkitsemisestä ja valaisemisesta	805/2005
Pienjänniteasennukset, sähköturvallisuus ja erityisasennukset	SFS 6000

2.1.1 Sähköturvallisuuslaki

Sähköturvallisuuslain (410/1996) ensimmäisen luvun ensimmäinen pykälä säätelee lain soveltamisen kohteiksi sähkölaitteen ja laitteiston käytön pitämisen turvallisena, sähköön käytöstä aiheutuvien sähkömagneettisten häiriöiden haitallisten vaikutusten estämisen, sähkölaitteen tai laitteiston sähkövirran tai magneettikentän välityksellä aiheuttamasta vahingosta kärsineen aseman turvaamisen, sähkölaitteille ja -laitteistoille asetettavat vaatimukset, sähkölaitteiden ja -laitteistojen vaatimustenmukaisuuden osoittamisen,

vaatimustenmukaisuuden valvonnan, sähköalan työt ja niiden valvonnan sekä sähkölaitteen ja -laitteiston haltijan vahingonkorvausvelvollisuuden (Sähköturvallisuuslaki 1: § 1.)

Sähköturvallisuuslain (410/1996) toisessa luvussa, joka määrää sähköturvallisuuden tasosta, todetaan, että sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, ettei niistä aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa. Sähkölaitteista tai -laitteistoista ei tule sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheutua kohtuutonta häiriötä, eikä niiden toiminta saa helposti häiriintyä sähköisesti tai sähkömagneettisesti. Jos sähkölaite tai -laitteisto ei täytä näitä vaatimuksia, sitä ei saa saattaa markkinoille, eikä ottaa käyttöön. (Sähköturvallisuuslaki 2: § 5.)

Sähköturvallisuuslain (410/1996) kolmannessa luvussa määritellään, millä edellytyksillä sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteistojen rakennus-, korjaus-, huolto- ja käyttötöitä saa tehdä. Tehtaessa näitä sähköalan töitä tulee kaikkien seuraavien edellytysten täytyä:

1. Töitä johtamaan nimetään luonnollinen henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus (*töiden johtaja*).
2. Itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla luonnollisella henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito.
3. Käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset tilat ja työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset ja määräykset.

(Sähköturvallisuuslaki 3: § 8.)

Ministeriön määrittelemissä kertaluonteisissa töissä tai töissä, joista voi aiheutua vain vähäinen 5 §:ssä tarkoitettu vaara tai häiriö ei vaadita töiden johtajaa. Lisäksi ministeriö voi määrätä, milloin töiden johtajaa ei vaadita käyttö- ja huoltotöissä. (Sähköturvallisuuslaki 3: § 8.)

2.1.2 Sähkölaitteiston käyttöönotto ja käyttö

Sähköturvallisuuslain (410/1996) mukaan sähkölaitteisto katsotaan otetuksi käyttöön ajankohtana, jolloin laitteistoon kytketään jännite sen käyttöä varten. Sähkölaitteiston käyttöönottona ei kuitenkaan pidetä sellaisia valvottuja käyttötilanteita, jotka ovat tarpeen laitteiston koekäytössä tai käyttöönottotarkastuksessa. Sähkölaitteisto katsotaan otetuksi varsinaiseen käyttötarkoitukseensa ajankohtana, jolloin tila, johon sähkölaitteisto on rakennettu, otetaan suunniteltuun käyttötarkoitukseensa tai toiminta, jota varten sähkölaitteisto on suunniteltu, alkaa. (Sähköturvallisuuslaki 5: § 16.)

Sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön vasta, kun käyttöönottotarkastuksessa on selvitetty, että siitä ei aiheudu 5 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. Ministeriö voi sähköturvallisuuden varmistamiseksi määrätä, että sähkölaitteistolle on lisäksi suoritettava varmennustarkastus ennen laitteiston ottamista varsinaiseen käyttötarkoitukseensa tai ministeriön määräämissä tapauksissa tämän ajankohdan jälkeen. Varmennustarkastus voidaan ministeriön määräämissä tapauksissa korvata sähkölaitteiston rakentaneen tai rakentamisesta vastanneen sähköurakoitsijan varmennuksella. Oikeudesta suorittaa tällaisia varmennuksia säädetään 22 §:ssä. Mitä momentissa 1 säädetään sähkölaitteiston käyttöönotosta, sovelletaan myös laitteistoon, johon on tehty oleellisia muutoksia. (Sähköturvallisuuslaki 5: § 17.)

Sähköturvallisuuslain (410/1996) 5 luvun 19 momentti määrää kenen tehtävänä käyttöönottotarkastus, varmennustarkastus ja ilmoittaminen ovat. Sähkölaitteiston rakentajan tulee huolehtia sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksesta, varmennustarkastuksesta ja ilmoituksen tekemisestä sähköturvallisuusviranomaiselle tai jakeluverkonhaltijalle. Jos rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai on estynyt huolehtimaan niistä, tulee sähkölaitteiston haltijan huolehtia tarkastuksista ja ilmoituksen tekemisestä. Varmennustarkastusta koskevan ilmoituksen tekee tarkastuksen tekijä. Jos tämä laiminlyö velvollisuutensa tai on estynyt huolehtimasta siitä, tulee sähkölaitteiston haltijan huolehtia ilmoituksen tekemisestä. (Sähköturvallisuuslaki 5: § 19.)

Sähköturvallisuuslain (410/1996) mukaan ministeriö voi määrätä tietynlaisten sähkölaitteistojen määräaikaistarkastuksesta. Vastuu niistä huolehtimisesta kuuluu sähkölaitteiston haltijalle (luku 5, § 20). Ministeriö voi määrätä, että tietynlaiset sähkölaitteistot on huollettava määrävälein, sekä säännöllistä huoltoa vaativien laitteistojen hoitoa varten on ennalta laadittava huolto- ja kunnossapito-ohjelmat.

(Sähköturvallisuuslaki 5: § 21.)

Sähköturvallisuusviranomaisen myöntää hakemuksesta sähköurakoitsijalle oikeuden suorittaa sähköturvallisuuslain § 17:n 3 momentissa tarkoitettuja varmuksia sekä peruuttaa sen. Sähköturvallisuusviranomaisen on valvottava 1 momentissa tarkoitettujen sähköurakoitsijoiden toimintaa, sekä määräajoin varmistettava, että säädetyt vaatimukset täyttyvät. Varmennusoikeuden edellytykset on lueteltu erikseen sähköturvallisuuslain pykälässä 22 a. (Sähköturvallisuuslaki 5: § 22 ja 22 a.)

2.2 KTM:n päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä (KTMp) sähkölaitteiden käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996, joka koskee sähkölaitteiston tarkastusta, huoltoa ja kunnossapitoa luokitellaan sähkölaitteistot seuraavalla tavalla:

1a sähkölaitteisto asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa

1b muuta kuin asuinrakennuksen sähkölaitteistoa, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3

1d sähkölaitteisto räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa vaarallisen kemikaalin valmistus, käsittely tai varastointi vaatii ilmoitusta

2b lääkintätilojen sähkölaitteisto sellaisessa sairaalassa, terveyskeskuksessa tai yksityisellä lääkäriasemalla, jossa ei tehdä yleisanestesiaa tai laajapuudutusta edellyttäviä kirurgisia toimenpiteitä

2c sähkölaitteisto, johon kuuluu yli 1 000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään

1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja

2d sähkölaitteisto, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovoltiampeeria

3a sähkölaitteisto räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa vaarallisen kemikaalin valmistus, käsittely tai varastointi taikka räjähteen valmistus vaatii lupaa

3b lääkintätilojen sähkölaitteisto sellaisessa sairaalassa tai terveyskeskuksessa taikka sellaisella yksityisellä lääkäriasemalla, jossa tehdään yleisanestesiaa tai laajapuudutusta edellyttäviä kirurgisia toimenpiteitä 3c verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muuta vastaavaa sähköverkkoa.

(Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 517/1996 1: § 2.)

2.2.1 Käyttöönottotarkastus

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden käyttöönotosta ja käytöstä (KTMp 517/1996) luvussa 2 määrätään käyttöönottotarkastuksesta. Sähkölaitteistolle on tehtävä käyttöönottotarkastus, jossa selvitetään, ettei laitteistosta aiheudu sähköturvallisuuslain (410/1996) 5 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä.

Tarkastuksesta tulee laatia tarkastuspöytäkirja laitteiston haltijan käyttöön. Siitä tulee käydä ilmi kohteen yksilöintitiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta, yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä sekä tarkastusten ja testausten tulokset. Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 517/1996 2: § 3 ja 4.)

2.2.2 Varmennustarkastus

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen (517/1996) mukaan luokan 1-3 sähkölaitteistolle on laitteiston sähköturvallisuuden varmistamiseksi tehtävä varmennustarkastus. Varmennustarkastusta ei tarvita, jos muutostyön kohteella on enintään 1000 V:n nimellisjännite ja työalueen ylivirtasuojan nimellis- tai asetteluvirta on enintään 35 A, jos käyttö- ja huoltotöiden johtajaa ei vaadita, ja muutoin 250 A, tai

muutostyö kohdistuu kytkinlaitokseen, jonka nimellisarvoja ei muuteta. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 517/1996 2: § 5.)

Varmennustarkastuksessa on pistokokein tai muulla soveltuvalla tavalla varmistettava, että sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuudelle asetetun tason ja sähkölaitteistolle on tehty asianmukainen käyttöönottotarkastus. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 517/1996 2: § 6.)

Varmennustarkastus on tehtävä kolmen kuukauden sisällä kohteen varsinaisesta käyttöönotosta, lukuun ottamatta vaativia erikoistiloja, eli luokan kolme sähkölaitteistoille, joille varmennustarkastus on tehtävä ennen laitteiston käyttöönottoa (KTMp 517/1996 luku 2, § 7). Varmennustarkastuksesta tai sitä korvaavasta sähköurakoitsijan varmennuksesta on laadittava tarkastustodistus laitteiston haltijan käyttöön. Siitä tulee käydä ilmi kohteen yksilöintitiedot, tarkastusmenetelmä ja selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta. Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava todistus. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 517/1996 luku 2: § 9.)

2.2.3 Huolto ja kunnossapito

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen (517/1996) mukaan sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava laitteiston kunnan ja turvallisuuden tarkkailusta. Havaitut viat on poistettava riittävän nopeasti.

Luokkien 2 ja 3 laitteistolle, esimerkiksi joissakin lääkintätiloissa tai tiloissa, joissa on räjähdysvaara, on laadittava ennalta sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Muiden sähkölaitteistojen osalta ohjelma voidaan korvata laitteiden ja laitteistojen käyttö- ja huolto-ohjeilla. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 517/1996 3: § 10 ja 11.)

2.2.4 Määräaikaistarkastukset

Määräaikaistarkastukset vaaditaan tehtäväksi 5-15 vuoden välein sähkölaitteiston luokituksen perusteella. Luokitus on esitetty taulukossa 2. Tarkastuksen suorittajan on laadittava tarkastuspöytäkirja, jonka hän luovuttaa laitteiston haltijalle. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 517/1996 3: § 12.)

Taulukko 2. Määräaikaistarkastukset. (KTMP 517/1996 3: § 12)

Laitteistoluokka	Tarkastuksen kohde tai tila	Tarkastuksen tekijä	Määräaikaistarkastusväli
Luokka 3	a) Kemikaalilupaa edellyttävät räjähdysvaaralliset tilat (esim. kemianteollisuudessa) b) lääkintätilat leikkaussaleja sisältävissä sairaaloissa ja lääkäriasemilla c) verkkoyhtiöiden jakelu-, siirto- yms. verkot (esim. sähkö/energialaitokset)	Valtuutettu laitos (a – c) Valtuutettu tarkastaja (b – c)	5 vuotta
Luokka 2	Muut lääkintätilat sairaaloissa ja lääkäriasemilla, suurjänniteliittyjät (esim. muuntamon omistavat) sekä yli 1600 kVA:n pienjänniteliittyjät (esim. suurteholiittymät)	Valtuutettu laitos Valtuutettu tarkastaja	10 vuotta
Luokka 1	Julkiset rakennukset, liike-, teollisuus- ja maatalousrakennukset ja ulkoalueet (pääsulakkeet yli 35 A) ja ilmoituksenvaraiset räjähdysvaaralliset tilat (esim. bensiiniasemat) sekä asuinrakennuksissa olevat muut kuin asumista palvelevat tilat mm. liiketilat, joiden pääsulakkeet yli 35 A.	Valtuutettu laitos Valtuutettu tarkastaja	15 vuotta

3 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET

Sähköasennuksesta tehtävän käyttöönottotarkastuksen tavoitteena on varmistaa työn määräystenmukaisuus ja poistaa inhimillisistä erehdyksistä johtuvat virheet. Käyttöönottotarkastus edeltää aina uuden asennuksen, olemassa olevan asennuksen lisäyksen tai muun muutoksen luovuttamista varsinaiseen käyttöön. Kun tehdään sähkötoiksi luokiteltavaa työtä, käyttöönottotarkastus on muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta pakollinen. Jos käyttöönottotarkastuksessa havaitaan vaaraa aiheuttavia puutteita, ne on poistettava ennen asennusten lopullista käyttöön luovuttamista. Vastuu käyttöönottotarkastuksen tekemisestä on sähkölaitteiston rakentajalla, yleensä sähköurakoitsijalla. Käyttöönottotarkastuksella voidaan osoittaa tilaajalle urakoitsijan halu toteuttaa kohteen sähköasennukset määräysten mukaisesti ja laadullisesti korkeatasoisena. (Saastamoinen & Saarelainen, 2012, 9.)

Käyttöönottotarkastuksen tekijän tulee olla riittävän ammattitaitoinen. Hänen tulee olla sähköalan ammattilainen, joka tarvittavassa laajuudessa tuntee kyseisen työhön liittyvät määräykset ja ohjeet. Käytännössä tulisi tarkastavat henkilö tai henkilöt nimetä kohteeseen jo ennen työn aloittamista. Muussa tapauksessa ei voida varmistua siitä, että jo työn alkuvaiheessa tarvittavat aistinvaraiset tarkastukset yleensä suoritetaan, ja että tarkastuksen suorittajan pätevyys kyseisiin tarkastuksiin on riittävä. Yleisesti alkuvaiheen käyttöönottotarkastukset tekee se työryhmän jäsen, jonka palkkaluokka on vähintään S4. Palkkaluokka S4 edellyttää koestuksen, käyttöönoton ja dokumentoinnin hallitsemisen työssä.

Käyttöönottotarkastukseen sisältyy aistinvarainen tarkastus sekä mittauksia ja toiminnallisia kokeita sekä käyttöönottotarkastusten dokumentointi. Standardin SFS 6000-6 osan 61 mukaan tehdyllä käyttöönottotarkastuksella täytetään kauppa- ja teollisuusministeriön sähkölaitteistojen turvallisuudesta antaman päätöksen (KTMP 1193/1999) mukaiset turvallisuusvaatimukset. Lisäksi tulevat erikoistilojen standardit määrittämät lisätarkastukset, SFS 6000-7-710, lääkintätilat sekä SFS 60079-17

räjähdysvaaralliset tilat. Tarkastuksessa varmistetaan, että laitteisto on määräysten mukainen ja siten turvallinen. (Saastamoinen & Saarelainen, 2012, 17.)

3.1 Standardin SFS 6000-6-61 mukaan tehtävät käyttöönottotarkastukset

3.1.1 Aistinvarainen tarkastus

Aistinvarainen tarkastus tehdään ennen mittauksia yleensä jännitteettömässä laitteistossa. Käytännössä aistinvaraiset tarkastukset ajoittuvat koko asennustyön ajalle. Se on laajin käyttöönottotarkastuksiin kuuluva osa-alue, johon sisältyvät niin dokumentaatioon, kuin mekaaniseen ja vettä vastaan tehtyyn suojaukseen sekä kosketus- ja palosuojaukseen ja merkintöihin liittyvät työt. Aistinvaraiset tarkastukset ovat myös tukena tehtäville käyttöönottomittauksille. On tärkeää, että aistinvaraisten tarkistuksien yhteydessä havaitut puutteet korjataan työn edistyessä tai viimeistään ennen laitteiston käyttöönottoa. Esimerkiksi rakenteiden sisään jäävät asennukset ja kaapelireitit on tarkastettava ennen niiden peittämistä. (Saastamoinen & Saarelainen, 2012, 11.)

Aistinvaraiseen tarkastukseen pitää sisältyä vähintään seuraavien kohtien tarkastaminen:

- a) sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät (SFS 6000-4-41)
- b) palosuojauksien käyttö ja toimenpiteet lämpövaikutuksilta suojaamiseksi (SFS 6000-4-42), sekä palon leviämisen estämiseksi tehdyt toimenpiteet (SFS 6000-5-52 luku 527)
- c) johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitteen aleneman kannalta (SFS 6000-4-43 ja SFS 6000-5-52 luvut 523 ja 525)
- d) suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu (SFS 6000-5-53)
- e) erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus (SFS 6000-5-53 luku 537)
- f) sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan (SFS 6000-4-42 kohta 422, SFS 6000-5-51 kohta 512.2 ja SFS 6000-5-52 kohta 522)
- g) nolla- ja suojajohtimien oikeat tunnuksat (SFS 6000-5-51 kohta 514.3)
- h) yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin (SFS 6000-5-53 luku 537)

- i) piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo (SFS 6000-5-51 kohta 514.5)
 - j) virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus (SFS 6000-5-51 luku 514)
 - k) johtimien liitosten sopivuus (SFS 6000-5-52 luku 526)
 - l) suojajohtimien, mukaan luettuna suojaavien potentiaalintasausjohtimien ja lisäpotentiaalintasausjohtimien olemassa olo ja sopivuus (SFS 6000-5-54)
 - m) sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila (SFS 6000-5-51 luku 513 ja 514 ja SFS 6000-7-729)
- lisäksi:
- n) erikoistilat (Saastamoinen & Saarelainen, 2012, 13)
 - o) napaisuudesta (Saastamoinen & Saarelainen, 2012, 13)
 - p) EMC-vaatimusten toteutuminen (Tiainen 2012, 337)

3.1.2 Mittaukset ja toiminnalliset kokeet

Käyttöönottotarkastukseen liittyy aistinvaraisten tarkastusten lisäksi erilaisia mittauksia ja toiminnallisia kokeita. Mittauksilla täydennetään aistinvaraisia tarkastuksia ja varmistetaan muun muassa se, että suojausjärjestelmät ovat toimivia, eikä jännitettä virhekytkentöjen takia ole sellaisissa osissa, joissa sitä ei saa olla. Jotta asennuksen myöhemmät vaiheet eivät vaikuta testaustuloksiin, on asennuksien oltava testattavalta osaltaan täysin valmiita ennen testauksen suorittamista. Osa mittauksista voidaan korvata laskennallisesti osoitettujen arvojen perusteella. On silti järkevää tehdä joitakin pistokoeluontoisia tarkastusmittauksia varmistamaan, että laskennassa käytetyt lähtöarvot ja muut tiedot ovat olleet oikeita. (Saastamoinen & Saarelainen, 2012, 17; Tiainen 2012, 337.)

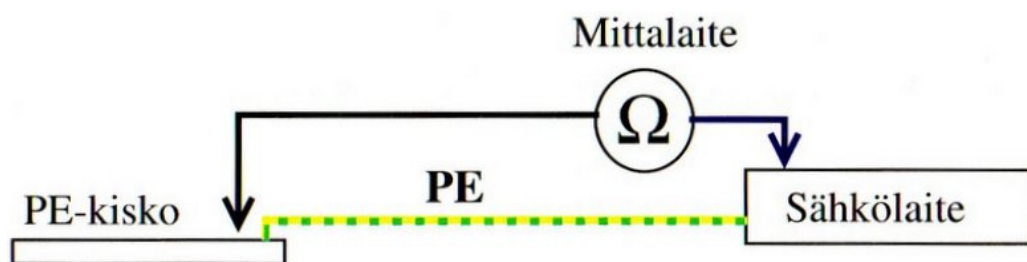
3.1.3 Jännitteettömänä tehtävät mittaukset

Jännitteettömään sähkölaitteistoon kohdistuvia mittauksia ovat suojajohtimien jatkuvuusmittaukset, asennusten eristysresistanssin mittaukset, SELV-, PELV-piirien tai

suojaerotettujen piirien erotusmittaukset sekä lattia- ja seinäpintojen resistanssimittaukset ja maadoituselektrodin resistanssimittaukset. Mittaukset on tehtävä kattavasti, eli niitä ei voida kohdistaa pistokoeluonteisesti vain osaan asennuksia. (Saastamoinen & Saarelainen, 2012, 18.)

3.1.4 Suojajohtimen jatkuvuus

Suojajohtimiksi luokitellaan maadoitusjohtimet, suojamaadoitusjohtimet, PEN- johtimet ja potentiaalintasausjohtimet. Mittauksella selvitetään, että vikasuojauksen edellyttämät suojajohdinpiirit ovat koko matkaltaan jatkuvia, eli että niiden liitokset on tehty huolellisesti. Testauksessa selvitetään mittaamalla jännitteelle alttiin osan (esim. pistorasian suojakosketin) ja sitä lähinnä olevan pääpotentiaalintasaukseen liitetyn pisteen välinen suojajohtimen resistanssi. Mittaus tehdään laitekohtaisesti kaikille laitteille, kuvio 1. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 18; Tiainen 2012, 338.)



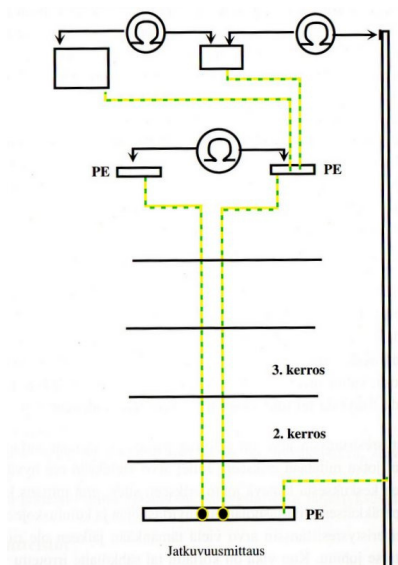
Kuvio 1. Suojajohtimen jatkuvuuden mittaaminen (Tiainen 2012, 338)

Tehtäessä jatkuvuusmittauksia ei suojajohtimia yleensä tarvitse irrottaa kytkennästä. Sen sijaan tehtäessä mittauksia TN-S-järjestelmässä on nolla- ja suojajohtimen välinen yhdistys avattava, koska muutoin ei voida havaita nolla- ja suojajohtimen vaihtumista keskenään. Mittausjännitteenä käytetään kuormittamatonta 4 - 24 V tasa- tai vaihtojännitettä ja minimimittausvirran on oltava 200 mA. Tyypillisesti mittaustulokset vaihtelevat 0 - 2 Ω johdon pituuden mukaan. Arvo voi ylittää 2 Ω ainoastaan poikkeuksellisen suurilla johtopituuksilla. Asianmukaisesti asennetun johdon resistanssin arvioinnissa voidaan käyttää apuna taulukon 3 resistanssiarvoja. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 18; Tiainen 2012, 339.)

Taulukko 3. Kupari ja alumiinijohtimien resistanssiarvoja (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 19)

Johdin- poikki- pinta-ala mm ²	Kuparijohdin		Alumiinijohdin	
	Resistanssi metriä kohti Ω	Resistanssi 100 metriä kohti / Ω	Resistanssi metriä kohti Ω	Resistanssi 100 metriä kohti / Ω
1,5	0,0115	1,15	–	–
2,5	0,0069	0,69	–	–
4	0,0043	0,43	–	–
6	0,0029	0,29	–	–
10	0,0017	0,17	–	–
16	0,0011	0,11	0,0018	0,18
21	0,0008	0,08	–	–
25	0,0007	0,07	0,0011	0,11
35	0,0005	0,05	0,0008	0,08
41	0,0004	0,04	–	–
50	0,00035	0,035	0,0006	0,06
57	0,0003	0,03	–	–
70	0,00025	0,025	0,0004	0,04
95	–	–	0,0003	0,03
120	–	–	0,00024	0,024
150	–	–	0,00019	0,019
185	–	–	0,00015	0,015

Mittaus kannattaa tehdä siten, että aloitetaan testaus laitteiston pääpotentialintaus kiskostosta ja siirrytään säteittäin keskuskohtaiseen testaukseen. Pitkiä johtimia mitattaessa voidaan käyttää, jos johdinpituus tiedetään, mitta-apujohtimena toista lähellä olevaa suojajohdinta, tai vierekkäistä vaihejohdinta, mikäli johdinpituutta ei voida tarkistaa (kuvio 2).



Kuvio 2. Apujohtimen käyttö jatkuvuusmittauksessa (Tiainen 2012, 339)

Syynä liian suureen resistanssiarvoon johdon pituuteen nähden voi olla huono liitos, esimerkiksi jousiliittimillä varustetussa pistorasiassa ei johdinta ole työnnetty riittävän pitkälle tai liitos PE-kiskoon on jäänyt kiristämättä. Syynä suureen resistanssiarvoon voi olla myös kytkentävirhe, esimerkiksi nolla ja suojajohdin on kytketty ristiin. (Tiainen 2012, 338.)

3.1.5 Eristysresistanssin mittaaminen

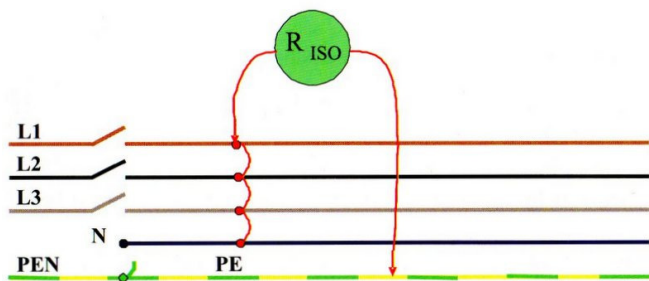
Eristysresistanssimittauksella varmistetaan, että jännitteiset osat ovat riittävästi eristettyjä maasta. Mittaus tehdään eristysresistanssimittarilla, ennen laitteiston käyttöönottoa, jännitteettömässä asennuksessa. Mittauksella varmistetaan asennuksen eristelujuus. Mittauksen avulla havaitaan, ettei asennuksessa ole kytkentävirheitä ja etteivät asennukset tai laitteet ole vaurioituneet rakennustöiden edetessä, esimerkiksi kaapelin eristeiden vioittuminen vetovaiheessa. Mittausjännitteenä käytetään 500 V jännitettä. Mikäli mitattavat piirit sisältävät elektronisia laitteita, ylijännitesuojia, tai muita sellaisia laitteita, jotka todennäköisesti vaikuttavat testiin, tai voivat rikkoutua testissä, on ne erotettava ennen eristysresistanssin mittausta tai vaihejohtimet ja nollajohdin voidaan kytkeä mittauksen ajaksi yhteen. Jos tällaisten laitteiden erottaminen on kohtuuttoman vaikeaa, tai mitataan TN-C-järjestelmää, voidaan

koejännite pienentää 250 V:n tasajännitteeseen, mutta eristysresistanssin on silti oltava vähintään 1 M Ω . (Tiainen 2012, 340.)

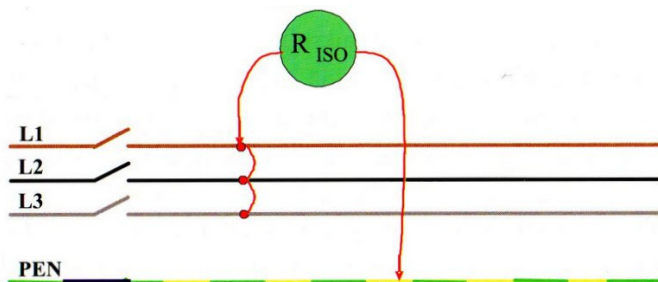
Periaatteessa mittaus on mahdollista tehdä siten, että yksi mittaus kattaa koko asennuksen. Tällöin mittaus tehdään yleensä pääkeskuksessa. Käytännössä mittaukset jaotetaan tiettyihin osakokonaisuuksiin, esimerkiksi mittaus suoritetaan keskuskohtaisesti. Mitattaessa on keskuksen ryhmäjohtojen johdonsuojakatkaisijoiden ja vikavirtasuojakytkimien oltava I-asennossa, sekä ryhmäjohtojen sulakkeet paikoillaan ja kaikki asennusten kytkimet I-asennossa, esimerkiksi valaisinkytkimet.

TN-S-järjestelmässä nollan ja PE-johtimen yhdistys on erotettava toisistaan, joko irrottamalla nolla- ja PE-kiskon yhdistävä yhdyskisko, tai irrottamalla keskusta syöttävän johdon nollajohdin. Mikäli keskuksessa on 4-napainen pääkytkin, jolloin nolla johdin menee kytkimen kautta, riittää, kun pääkytkin on 0-asennossa. Mikäli keskuksessa on kontaktori- tai relelähtöjä, mitataan niiden jälkeinen virtapiiri erikseen.

TN-S-järjestelmässä mittaus tehdään äärijohtimien (L1, L2, L3, N) ja PE-johtimen väliltä kuvion 3 mukaisesti ja TN-C-järjestelmässä vaihejohtimien ja PEN-johtimen väliltä kuvion 4 mukaisesti.



Kuvio 3. Eristysresistanssin mittaus TN-S-järjestelmässä (Tiainen 2012, 340)



Kuvio 4. Eristysresistanssin mittaus TN-C-järjestelmässä (Tiainen 2012, 340)

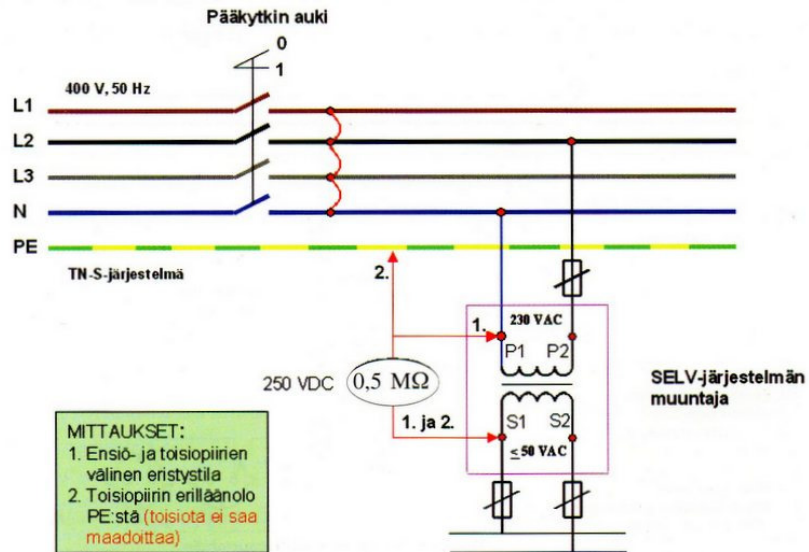
Taulukossa 4 on esitetty pienimmät sallitut eristysresistanssiarvot mittaukselle. Jos mittaustulos on sallittua pienempi, jaetaan mitattava alue pienempiin kokonaisuuksiin ja aletaan mitata ryhmä kerrallaan, kunnes vikapaikka löydetään.

Taulukko 4. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot (SFS 6000-6-61)

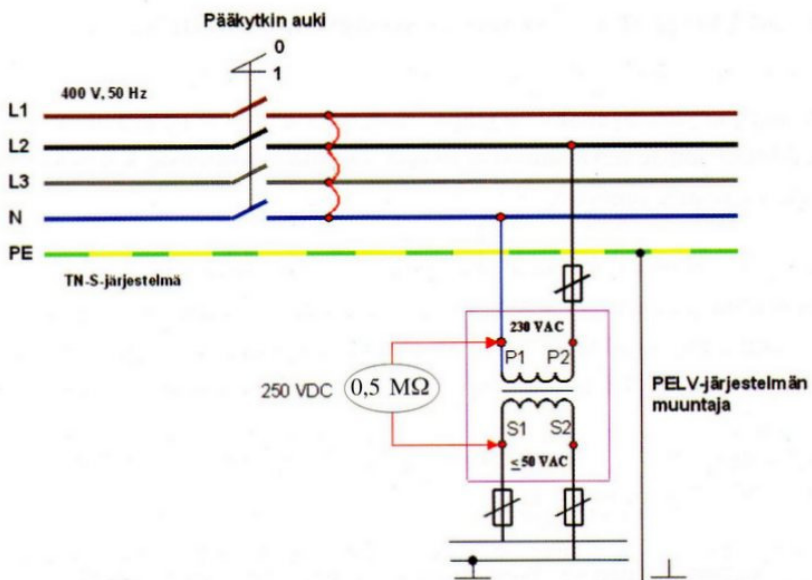
Virtapiirin nimellijännite V	Koejännite (tasajännite) V	Eristysresistanssi M Ω
SELV ja PELV	250	$\geq 0,5$
Enintään 500 V, edellä olevaa kohtaa lukuun ottamatta	500	$\geq 1,0$
Yli 500 V	1 000	$\geq 1,0$

3.1.6 SELV- ja PELV- piirien eristysresistanssimittaus.

SELV- ja PELV- järjestelmät ovat pienoisjännitejärjestelmiä, joiden jännite voi olla korkeintaan 50 V vaihtojännitteellä tai 120 V tasajännitteellä. Pienoisjännitettä käytetään esimerkiksi valaistuksen painonappiohjauksessa ja ovikelloissa. Mikäli asennukseen kuuluu SELV- ja PELV- piirejä, on näiden piirien ja suurempijännitteisten piirien välinen eristysresistanssi mitattava. Lisäksi SELV- piireistä on mitattava eristysresistanssi SELV- piirin ja maan väliltä. Kuvioissa 5 ja 6 on esitetty mittauskytkenät SELV- ja PELV- piireille. Mittausjännitteenä käytetään 250 V:n jännitettä ja eristysresistanssin on oltava vähintään 0,5 M Ω . (Tiainen 2012, 342.)



Kuvio 5. SELV- järjestelmän eristysresistanssin mittaus (Tiainen 2012, 343)

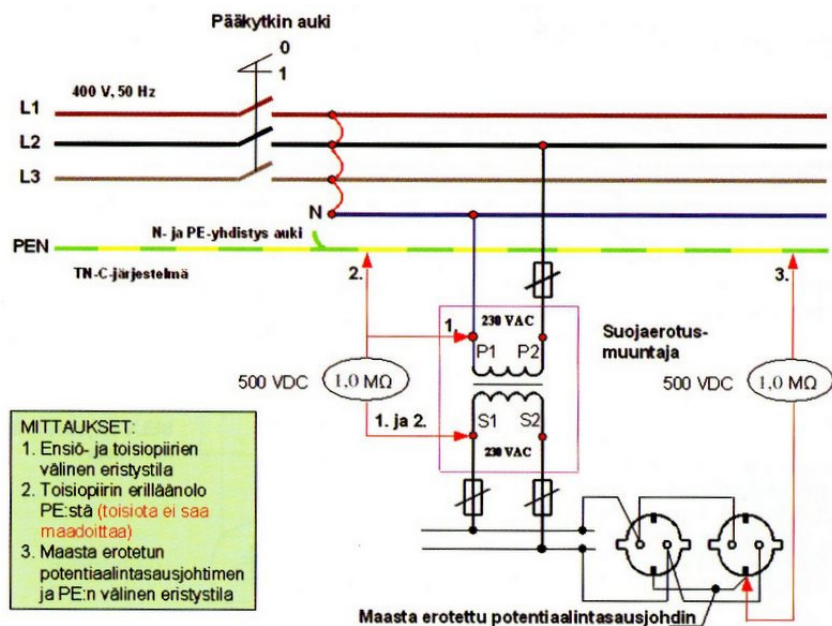


Kuvio 6. PELV- järjestelmän eristysresistanssin mittaus (Tiainen 2012, 343)

3.1.7 Eristysresistanssimittaus suojaerotuksessa ja sähköisessä erotuksessa

Suojaerotuksessa suojauksena käytetään virtapiirien galvaanista erotusta toisistaan. Jännite ensiö- ja toisiopuolilla on sama, yleensä 230 V AC (vaihtojännite). Sähköisessä erotuksessa erona suojaerotukseen on se, että muuntajan rakenteessa voidaan käyttää

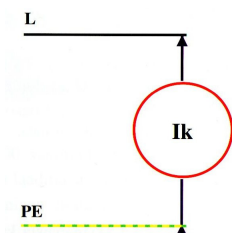
yksinkertaista eristystä ensiö- ja toisiopuolen välillä, mutta suojaerotuksessa muuntajan tulee olla joko kaksoiseristetty tai lisäeristetty. Mittausjännitteenä käytetään 500 V:n jännitettä ja minimieristysresistanssin on oltava vähintään 1,0 M Ω . (Tiainen 2012,344.)



Kuvio 7. Sähköisesti erotetun järjestelmän eristysresistanssin mittaus (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 27)

3.1.8 Syötön automaattisen poiskytkennän testaus

Vikasuojauksen toimivuuden varmistaminen edellyttää syötön automaattisen poiskytkennän tarkastamista. Syötön automaattinen poiskytkentä testataan mittaamalla pienin oikosulkuvirta vaiheen ja suojajohtimen välisessä viassa, kuvio 8. Mittaus tehdään jännitteisenä, millä varmistetaan syötön automaattisen poiskytkennän toimivuus vikatilanteessa. Mittaus tehdään aina kunkin keskuksen epäedullisemmiksi arvioituista pisteistä, esimerkiksi mittaamalla oikosulkuvirta sekä keskuksen syötöstä että keskuksen ryhmäjohtoilla kauimmaisesta pisteestä. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 30.)



Kuvio 8. Silmukkaimpedanssin mittausta (Tiainen 2012, 345)

Vertaamalla mittaustuloksia taulukoiden 5 ja 6 arvoihin todetaan syötön automaattisen poiskytkennän toimivuus. Taulukoissa on esitetty vaadittu mitattu arvot 0,4 sekunnin ja 5 sekunnin toiminta-ajoilla. 5 sekunnin laukaisuaikaa käytetään jakokeskusten syöttöjohdoilla ja yli 32 A:n ryhmäjohtoissa. Muulloin laukaisuaika tulee olla maksimissaan 0,4 sekuntia. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 32.)

Mikäli vikasuojaus on toteutettu vikavirtasuojalla, täytyy vikavirtasuojan toiminta tarkastaa ja mitata mitoitustoimintavirta sekä poiskytkentäaika testilaitetta käyttäen. Uusilla asennustestereillä voidaan mitata vikavirtasuojattujen piirien silmukkaimpedanssi laukaisematta vikavirtasuojaa. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 30; Tiainen 2012, 345.)

Taulukko 5. Pienimmät johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 33)

Nimellis- virta	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 G- 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 6. Pienimmät gG-sulakkeiden toimintavirrat (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 33)

Nimellisvirta A	gG-sulake 0,4 s A	Vaadittu mitattu arvo A	gG-sulake 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo 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

3.1.9 Vikavirtasuojan toiminnan testaus

Jokainen vikavirtasuojaja on tarkistettava. Poiskytkentäaika suositellaan mitattavaksi kaikissa tapauksissa, mutta se on tehtävä aina, kun käytetään aiemmin käytössä olleita vikavirtasuojajia, muutos- tai laajennustöissä sekä silloin, kun vikavirtasuojajaa käytetään vikasuojajukseen ja lisäsuojajukseen. Vikavirtasuojajan toiminta tarkistetaan testaamalla se ensimmäiseksi testipainikkeella. Tämän jälkeen mitataan vikavirtasuojajan toimintavirta sekä laukaisuaika käyttäen sopivaa mittalaitetta, yleisesti asennustesteriä, joka täyttää standardin EN 61557-6 asettamat vaatimukset. Vikavirtasuojajan toimintavirran tulee olla 1/2 - 1- kertainen verrattuna nimellistoimintavirtaan. Pistorasiaryhmissä käytetään yleensä vikavirtasuojajia, joiden nimellisvirta on 30 mA ja toiminta-aika saa olla enintään 400 ms. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 34.)

3.1.10 Napaisuuden tarkistaminen

Yksinapaisten kytkinlaitteiden asentaminen nollajohtimeen on kielletty. Tästä syystä on varmistettava, että kaikki yksinapaiset kytkinlaitteet on kytketty vaihejohtimiin. Käytännössä tämän asian varmistaminen on tehtävä kytkinlaitetta asennettaessa työn suorittajan tai häntä valvovan henkilön toimesta, koska tarkastusta ei voi tehdä jälkikäteen purkamatta asennuksia. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 34.)

3.1.11 Kiertosuunnan tarkistaminen

Kiertosuunta varmistetaan aina keskuksilla ja monivaiheisissa ryhmissä, esimerkiksi 3-vaihepistorasioissa. Monivaiheisissa piireissä on tarkistettava että kiertosuunta säilyy. Myös keskuksista, joista ei lähde yhtään monivaiheista ryhmäjohtoa, on kiertosuunta tarkistettava. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 34.)

3.1.12 Toimintatestit

Erilaisille asennetuille laitteille, kuten kytkin-, ohjaus-, käyttö-, ja lukituslaitteille on tehtävä toimintatestit sen toteamiseksi, että ne asennettu ja säädetty oikein niille asetettujen vaatimusten mukaan. Myös toiminnalliset kokonaisuudet tarkastetaan. Myös suojalaitteille on tehtävä tarpeen mukaan toiminnalliset kokeet, sen toteamiseksi, että ne on asennettu ja säädetty vaatimusten mukaisesti. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 35.)

4 KÄYTÄNNÖN MITTAUKSET

4.1 Mittaussuunnitelma

Mittaussuunnitelmaa ei tavallisesti käytetä pienissä kohteissa, joissa asentaja työskentelee yksin tai työparin kanssa, ja toimii samalla koestajana ja käyttöönottajana. Esimerkkinä pienestä kohteesta voi olla omakoti- tai rivitalo. Koska pienissä kohteissa asentajat eivät ole aina työmaalla paikalla, mutta rakennustyöt kuitenkin etenevät, on hyvä sopia pelisäännöistä jo työn alussa. Yleisin tapa on sopia työmaavastaavan tai rakennuttajan kanssa asentajille hyvissä ajoin annettavasta ilmoituksesta, ennen kuin siirrytään työvaiheesta toiseen.

Mittaussuunnitelma on erittäin tarpeellista tehdä suuremmissa kohteissa, tai kohteissa, joissa on useita urakoitsijoita, tai sähkötyöt on jaettu useammille toimijoille. Esimerkkinä tällaisesta kohteesta voi olla julkinen rakennus, kuten koulu tai virasto. On hyvin yleistä, että erikoisjärjestelmät, kuten rakennusautomaation ja kulunvalvonnan, tekee eri toimija kuin itse pääurakoitsija. Koska järjestelmän eri osien on toimiessaan nivouduttava yhteen, kaikkia toimijoita voidaan tarvita paikalla yhtä aikaa sekä asennusvaiheessa että järjestelmien toimivuuden testaamisessa käyttöönotossa. Käytäntö on osoittanut, että on erittäin tärkeää, että kaikki työmaalla toimivat urakoitsijat osallistuvat mittaussuunnitelman laatimiseen. Näin toimien taataan erilaisten töiden sujuvuus, kun kaikki tietävät ketkä työmaalla toimivat, mitä tekevät, ja millä aikataululla toimitaan.

Teollisuudessa mittaussuunnitelman tekeminen ennen työn aloittamista on välttämätöntä. Teollisuudessa on hyvin yleistä, että koestus ja käyttöönotto on jaettu useammalle toimijalle, esimerkiksi prosessisähköistäjä ei koesta kaikkia asentamiaaan laitteita ja kaapeleita, vaan laitetoimittaja tai automaatiotoimittaja tekee osan käyttöönottomittauksista. Mittaussuunnitelman avulla varmistetaan, etteivät eri toimijat mittaa samoja asioita useaan kertaan, tai jotakin laitteistoa tai asennusta jää kokonaan koestamatta. Yleisesti teollisuudessa käyttöönottomittauksista tehdään kirjallinen

suunnitelma, jossa määritetään kunkin toimijan vastuualue, ja annetaan tarkka kuvaus suoritettavista mittauksista ja aikataulusta.

Mahdollisimman tarkka aikataulu, eli milloin mitataan, mitä mitataan ja kenen vastuualueeseen mikäkin mittaus kuuluu, on tärkeä osa hyvää mittaussuunnitelmaa. Aikataulutuksen tarkoituksena on varmistaa, että jokainen mittaus tai aistinvarainen tarkastus voidaan suorittaa oikeaan aikaan silloin kun se on käytännöllisintä. Suurissa kohteissa, joissa työ etenee osissa, esimerkiksi, kun tehdään kerros tai siipi kerrallaan, on hyvä käytäntö aikatauluttaa mittaussuunnitelmaan, milloin pääkeskus on otettava käyttöön, ja millä aikataululla käyttöön otetaan ryhmäkeskuksia. Näin toimien työ on helpompi rytmittää muiden toimijoiden kanssa ja taata, että kaikki aistinvaraiset tarkastukset sekä käyttöönottomittaukset tulevat tehtyä. Esimerkiksi alas lasketun katon yläpuolella olevat potentiaalintasauksen mittaukset kaapelihiyllyistä ja ilmastointikanavista on huomattavasti helpompaa mitata ennen kuin katot on asennettu paikalleen, tai ennen kun rakennusaikaiset telineet on purettu.

4.2 Työn aikainen dokumentointi

Työnaikainen dokumentointi on hyvä aloittaa tekemällä ”Koestajan mappi”. Se on kansio, johon kerätään kaikki käyttöönottomittauksista saatava tieto. Työmailla on käytäntönä ottaa useampi kuvasarja sähkösuunnitelmasta kaikkine dokumentteineen, josta yksi kansioidaan ainoastaan koestajan käyttöön.

Kansioon pitää sisällyttää kaikki sähkösuunnitelmaan kuuluvat dokumentit sekä kaikkien asennettujen laitteiden asennus- ja käyttöohjeet. Lisäksi kansiossa on hyvä olla sähkösuunnitelmaan kuulumattomat rakennuksen pohjakuvat, joista selviävät suunnitellut paloalueiden rajat, sekä kaapelireiteille tehdyt läpiviennit ja tilaluokitukset. On myös erittäin tärkeää, että ”Koestajan mappiin” päivitetään viimeiset muutokset sähkösuunnitelmassa. Näin toimien mittausten dokumentointi on yhdessä kansiossa työmaalla, jolloin töiden organisointi ja mahdollisesti useamman koestajan toiminta helpottuu. Lisäksi virhemahdollisuus mittauksissa pienenee.

Jos kohteeseen tehdään varmuustarkastus joko määräysten mukaan tai rakennuttajan tilauksesta, on ”Koestajan mappi” osoittautunut erittäin hyödylliseksi, koska kaikki dokumentit sekä työn aikaisten mittausten tulokset ovat samassa kansiossa. ”Koestajan mappia” käyttäen on erittäin helppoa tehdä mittausten toisinto, ja siten tarkastaa aiempien mittausten oikeellisuus.

Koestuksen luoteeseen kuuluu yleisesti, että työ tehdään pieninä kokonaisuuksina. Esimerkiksi koestus ja käyttöönotto vain yhden ryhmäkeskuksen osalta edellyttävät mittausten dokumentoinnilta erityistä tarkkaavaisuutta. Yleinen tapa mittausten dokumentoinnissa on niin sanottu ”yliviivausmenetelmä”. Koestetut piirit yliviivataan ja mittaustulos merkitään piirustuksiin mittauspisteen kohdalle. Näin menetellen toinen koestaja voi jatkaa koestamista ilman epäselvyyksiä jo tehdyistä töistä. Myös asennustesteriä voi käyttää apuna dokumentoinnissa. Yleisesti asennustesterien ominaisuuksiin kuuluu mittausten tallentaminen testerin muistiin ja mahdollisuus tulostamiseen sekä tallennettujen tietojen siirtäminen toiselle laitteelle, esimerkiksi tietokoneelle.

4.3 Mittalaitteet

Sähköturvallisuuslain (410/1996) 12 §:n mukaan sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteistojen rakennus-, korjaus- ja huoltotöitä harjoittavan on valvontaa varten tehtävä ilmoitus Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle (Tukes). Ilmoitus tehdään ennen sähkötöiden aloittamista. Sen voi tehdä lomakkeella SL1 tai tarpeelliset tiedot sisältävällä vapaamuotoisella ilmoituksella. Toiminnanharjoittajalla, joka tekee ilmoituksen sähkölaitteistojen tai sähkölaitteiden sähkötöistä, on oltava toiminnan kannalta tarpeelliset työvälineet ja riittävästi mittalaitteita, kuten:

- Yleismittari
- Eristysresistanssin mittauslaite
- Pihtiampeerimittari
- Vaihejärjestyksen ilmaisim
- Suojajohdinpiirien kunnan toteamiseen soveltuvat mittalaitteet

- Oikosulkuvirran määrittämiseen soveltuvat mittalaitteet (vain ryhmäjohtoalueen tai laajemmissa töissä)
- Jännitteenkoetin. (Tukes, ohje S7-2012)

Toiminnanharjoittajalla on lisäksi oltava käytettävissä toiminnan kannalta muut tarpeelliset mittalaitteet. (Tukes, ohje S7-2012.)

Koestukseen ja käyttöönottoon yleisesti riittävät mittalaitteet ovat:

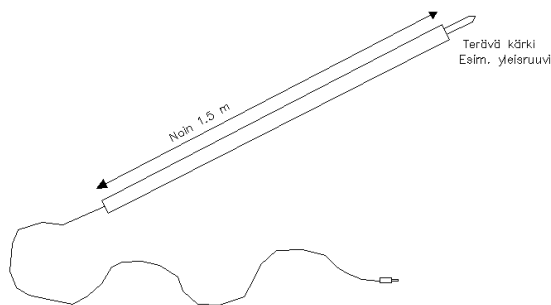
- SFS – 6000 mukainen asennustesteri
- Yleismittari
- Jännitteenkoetin
- Pistorasiakoestin

Mittalaitteiden lisäksi tarvitaan erilaisia apujohtimia, mittapäitä ja ”hauenleukoja”. Asennustesterin mukana tulleiden mittajohtimien lisäksi tarvitaan jatkuvuusmittauksiin mitta-apujohdin, jonka pituus esimerkiksi Fluken asennustestereillä, käytettäessä 2,5 mm² Cu -johdinta, voi olla noin 200 metriä, koska asennustesteri voi vähentää mitta-apujohtimen resistanssia mittajohtimen kalibroinnissa 2Ω asti.

Erittäin käytännölliseksi osoittautunut apuväline on tavallinen käsipeili. Peilistä on hyötyä ahtaissa paikoissa, kuten keskuksien kiskoston sekä ilmanvaihtokoneen moottoreiden arvokilpien tarkastuksessa.

PE:n jatkuvuusmittausten apuvälineeksi kannattaa valmistaa kuvion 9 mukainen laite. Sauvana voi käyttää johtamatonta materiaalia olevaa sopivaa putkea. Itse olen käyttänyt sähköasennusputkea JM 20 ja kärkenä noin 6 cm pitkää yleisruuvia. Johtimena voi käyttää noin 2 metrin mittaista mittajohdinta, joka on tinattu kiinni yleisruuviin. Tinaamisella varmistetaan apuvälineen mahdollisimman hyvä kontakti ja kestävyys käytössä. Yleisruuvi tulisi kiinnittää putkeen mahdollisimman hyvin, koska yleisruuvin terävä kärki mahdollistaa esimerkiksi maalatun metallirunkoisen valaisimen jatkuvuusmittauksen, painamalla teräväkärki maalipinnan läpi metalliin, jos jatkuvuusmittausta ei voida muuten suorittaa purkamatta valaisinta.

Apuväline helpottaa ja nopeuttaa mittauksia. Normaaleissa huonekorkeuksissa, sekä asuinrakennuksissa että julkisissa tiloissa, voidaan valaisimien ja johtoteiden jatkuvuusmittaukset tehdä ilman tikkaita apuvälinettä käyttämällä. Samalla lailla pistorasioiden tarkastaminen voidaan tehdä ilman kyykistelyä.



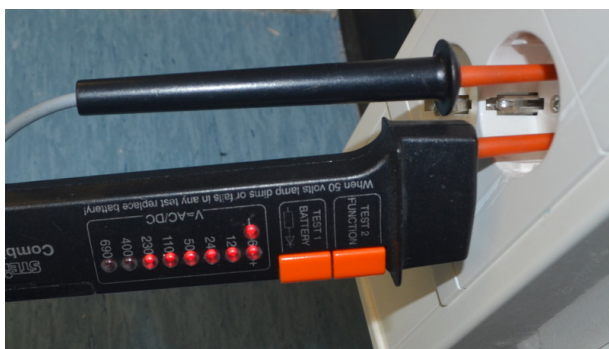
Kuvio 9. Apuväline suojohtimen jatkuvuusmittauksiin.

Pistorasiakoestim on edelleen hyvin käyttökelpoinen apu koestuksessa ja erityisesti pistorasiaryhmien käyttöönotossa. Vanhalla pistorasiakoestimella (kuva 1) voi nopeasti tarkastaa vikavirtasuojien toiminnan ennen varsinaisia mittauksia käyttöönoton yhteydessä. Uusista pistorasiakoestimista on 30 mA vikavirran testipainike poistettu käytöstä. Pistorasiakoestimella on helppo varmistaa myös se, että kaikkien pistorasioiden lapsisuoja toimivat. Jos asentaja on kiristänyt pistorasian keskiölevyn liian kireälle, voi myös lapsisuoja lukittua, eikä pistoketta saa pistorasiaan. Käyttöönotossa tulee tarkistaa, että kaikki pistorasiat ovat jännitteisiä ja oikein kytkettyjä.



Kuva 1. Pistorasiakoestim

Jännitteenkoestimen on välttämätön koestajalle. Koestettaessa tai käyttöönotettaessa uutta tai saneerattua asennusta ei voi koskaan olla varmuutta asennusten jännitteettömyydestä, koska virheitä ja erehdyksiä voi sähkötöissä tapahtua. Jännitteenkoestimen pitää olla helppokäyttöinen ja selvästi luettava. Jännitteisessä asennuksessa testeri ilmaisee jännitteisyyden merkkiäänellä ja merkkivalolla (kuva 2). Jännitteettömyyden tarkastamisesta tulisi tulla automaattinen toimenpide aina, kun työskennellään mahdollisesti jännitteisten paljaiden osien läheisyydessä, esimerkiksi sähkökeskuksella. Jännitteenkoestimen pitää testata päivittäin aina ennen käyttöä. On hyvä tapa aloittaa jännitteenkoestimen toiminnan varmistaminen aina ennen työn aloittamista, esimerkiksi pistorasiasta, jonka tiedetään olevan jännitteinen.



Kuva 2. Jännitteen koestimen ääni- ja valoindikoinnilla

4.4 Aistinvarainen tarkastus

Käytännössä aistinvaraiset tarkastukset alkavat jo ennen asennusten aloittamista ja jatkuvat koko työn edistymisen ajan. Työ aloitetaan tutustumalla sähkötyöselitykseen, jossa on määritellään hyvinkin tarkasti asennustarvikkeet, asennustavat, mahdolliset erikoistilat, erikoistiloja koskevat määräykset ja niissä käytettävät asennustarvikkeet. Sähkötyöselityksessä määritellään myös kenen vastuualueeseen mikäkin työ kuuluu sekä mahdolliset aputyöt, ja tarvikkeiden toimitusvastuut.

On myös tärkeää huomioida sähkösuunnitelmasta keskuksien ja pohjakuvien suunnitelmien yhtäpitävyys. Erityistä huomiota suunnitelmien yhtäpitävyyteen on kohdistettava kiinteistö sähköistyksessä, jossa käytetään harvoin ns. kaapeleiden vetolistoja. Ilman kaapeleiden vetolistoja asentajat tarkistavat käytettävät kaapelit ja poikkipinta-alat keskuskuviin tai pohjakuviin merkittyjen poikkipinta- ja tyyppi merkintöjen perusteella. Jos keskuskuvat ja pohjakuvat eivät ole yhtäpitäviä, ongelmat tulevat esille vasta sitten, kun keskusten ja asennustarvikkeiden kytkentä aloitetaan. Silloin kaapeleiden uusinta on yleensä hyvin vaikeaa ja aikaa vievää.

4.4.1 Sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät

Sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät ovat: suojaus eristämällä, suojaus koteloimalla ja suojaus esteillä tai sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle. Käytettäessä oikeita asennustarvikkeita ja asennustapoja työssä varmistetaan perussuojaus. Asennusten edetessä tarkistetaan, että asennukset on tehty asennusohjeiden mukaisesti ja asianmukaisilla tarvikkeilla. Lisäksi tarkastetaan, että liitokset ja liittimet ovat asennettu niin, ettei niissä ole paljaita jännitteistä johtimia tai osia, ja että tarvikkeet on koottu ohjeiden mukaan. Keskuksissa on kiinnitettävä huomio asennusten siisteyteen, esimerkiksi siihen, että riviliittimiin asennetut johdot on kuorittu oikean mittaisiksi, ja että keskuksen liittimien ja kytkimien sormisuojat sekä muut suojat ja kannet on asennettu ennen keskuksen käyttöönottoa.

4.4.2 Palosuojausten käyttö ja toimenpiteet lämpövaikutuksilta suojaamiseksi sekä palon leviämisen estämiseksi tehdyt toimenpiteet

Palo-osastojen välisten läpivientien sekä palokatkojen määräysten ja suunnitelman mukaisen työn toteutuksen suorittaa suuremmissa kohteissa yleensä aliorakoitsija. Työn toteuttaja antaa palosuluille todistuksen vaatimustenmukaisuudesta ja tyyppihyväksynnästä. Palokatkot merkitään niiden viereen asennettavalla merkintätarralla tai kilvellä, joka sisältää VTT-merkin sertifikaatin hyväksyntänumerolla, käytetyn järjestelmän, paloluokan, asentajan sekä asennuksen ajankohdan (kuva 3). Lämpövaikutuksilta suojaamiseen käytettävät menetelmät ovat

yleisesti valmistajan antamien asennusetäisyyksien, tarvittavien asennustilojen sekä mahdollisesti vaadittujen ympäristön materiaalien ja asennustarvikkeiden noudattaminen. Tiedot löytyvät asennusohjeista. Esimerkiksi sähkökiukaan asennusohjeissa on annettu ohjeet vaadituista asennusetäisyyksistä seinistä ja lauteista, sekä käytetyiltä asennustarvikeilta vaadittava lämmönkestävyys ja asennuskorkeudet.



Kuva 3. Esimerkki palosulusta ja tyyppihyväksyntä tarrasta

4.4.3 Johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitteen aleneman kannalta

Varmistetaan, että asennukset on tehty suunnitelman mukaisesti, ja että johdintyyppit sekä poikkipinta-alat vastaavat suunnitelmaa, sekä se, että keskuksilla sulakekoot ovat suunnitelman mukaiset, eivätkä käytetyt asennustavat aiheuta tarpeetonta lämpenemää asennetuissa kaapeleissa. Jouduttaessa poikkeamaan suunnitelmasta on muutokset dokumentoitava suunnitelmaan jo asennusvaiheessa, jolloin voidaan arvioida, vaikuttavatko muutokset kuormitettavuuteen sekä jännitteen alenemaan. Tällaisia muutoksia voivat olla esimerkiksi kaapelin pituuden muutokset. Jännitteen alenemasta ei ole vaatimuksia, mutta yleisesti se saisi olla enintään 3 % valaisinryhmille ja 5 % muille laitteille keskukselta.

4.4.4 Suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu

Varmistetaan että keskuksat sisältävät suunnitelman mukaiset valvonta- ja suojalaitteet, että esimerkiksi moottorilähtöjen lämpöreleet ovat oikean kokoiset, ja että niiden asetteluarvo on moottorin virta-arvon mukainen, sekä johdonsuoja-automaatit ovat suunnitelman mukaisia niin tyyppin, kuin koon osalta. Jos työn aikana joudutaan poikkeamaan sähkösuunnitelmasta, esimerkiksi moottorin koon muutoksen vuoksi, on varmistettava, että sekä oikosulku- että ylivirtasuojaus toteutuvat. Muutokset on kirjattava sähkösuunnitelmaan.

4.4.5 Erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus

Tarkistetaan, että asennetuilla sähkölaitteilla on erotus- ja käyttökytkimet, esimerkiksi että keskuksissa on pääkytkimet, ja että ne ovat merkitty. Koneilla tai moottoreilla on oltava erotuskytkimet, ns. turvakytkimet ja ne sijaitsevat koneen tai moottorin välittömässä läheisyydessä. Taajuusmuuttajakäyttöillä voi olla erotuskytkimen tilalla vahinkokäynnistyksen estokytkin, joka ei erota piiriä sähköisesti, vaan sammuttaa taajuusmuuttajan ja estää sen päällekytkytymisen. Tämä tapa on yleistymässä esimerkiksi ilmastointikoneissa, joissa toimintojen alasajon pitää tapahtua määrättyssä järjestyksessä laitteiston rikkoutumisen estämiseksi. Keskukseseen on merkittävä, mistä keskus voidaan tehdä jännitteettömäksi, jos kysymyksessä on ryhmäkeskus, joka ei sisällä pääkytkintä. Tällaisessa tapauksessa jännitteettömäksi tekemiseen pitää olla erotuskytkin, pelkkä sulakelähtö ei ole riittävä erotusmahdollisuus.

4.4.6 Sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan

Sähkölaitteiden valintaan vaikuttavia haitallisia ulkoisia tekijöitä ovat esimerkiksi kosteus, pölyisyys, lämpötila, alttius mekaanisille vaurioille ja häiriösuojaus. Aistinvaraisessa tarkistuksessa varmistetaan, että asennustarvikkeiden koteloitiluokka ja asennuskorkeudet vastaavat asennusolosuhteita, ja että tarvittavat mekaaniset suojat (kuva 4), esimerkiksi kaapeleille, ovat asennettu asianmukaisesti, ja että käytetyt

kaapelit ovat käyttökohteeseen oikeaa tyyppiä. Maakaapeleiden asennuksessa tulee huomioida myös kaapelityypin sopivuus esimerkiksi MCMK – tyyppisen kaapelin käyttö, sekä asennussyvyys sekä varoitusnauhan asennus kaapeliojaan. Maahan asennettujen kaapeleiden kulkureitit on tarvittaessa piirrettävä sähköpiirustuksiin.



Kuva 4. Esimerkki kaapeleiden mekaanisesta suojaamisesta.

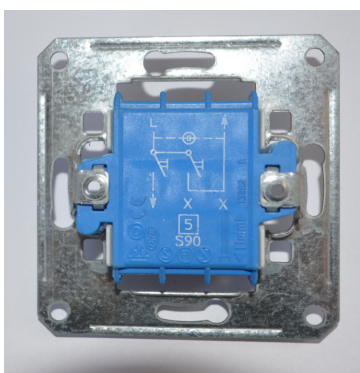
4.4.7 Nolla- ja suojajohtimien oikeat tunnukset

Tarkistetaan, että on käytetty standardin mukaisia johdinvärejä: L1 on ruskea, L2 on musta, L3 on valkoinen, N on sininen, suojajohdin on keltavihreä, PEN -johdin on keltavihreä sinisellä merkillä. Kytkentätiloissa on oltava tarvittavat merkinnät, esimerkiksi riviliitinnumerot, vaihejärjestys sekä N- ja PE-, tai PEN-liittimien merkinnät, ja että näitä on noudatettu kytkettäessä.

4.4.8 Yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin

Valokytkimien asennuksissa ruskea johdin on aina *tuleva vaihe*, ja se on kytkettävä L- tai P-kirjaimella merkittyyn liittimeen kytkimessä (kuva 5). Kytkennän tarkistus

koestusvaiheessa on työlästä, koska asennukset tulisi purkaa tarkistusta varten. Jotta asennusten purkamiselta vältytään, on varmistettava, että asentajat ovat riittävän päteviä työhön ja että heitä on ohjeistettu asianmukaisesti. Värijärjestelmä on muutettu 2000-luvun alussa. Aiemman värijärjestelmän mukaan tuleva vaihe oli musta, ja kytkimeltä lähtevä johdin oli ruskea. Jos valaisinohjauksia kytketään vanhalla värijärjestelmällä uusissa asennuskohteissa, on mahdollista, että asentaja saa sähköiskun huolto- ja korjaustöissä luottaessaan siihen, että musta johto on jännitteetön kytkimen ollessa kiinni.



Kuva 5. Esimerkki kytkimen kytkentäkaavasta ja kytkimen tyypistä.

4.4.9 Piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo

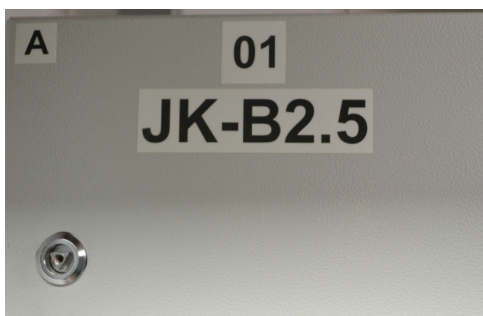
Lopulliset piirustukset saadaan yleensä sitten kun koestus ja käyttöönotto on tehty, ja ns. punakynäversiot, joihin asentajat ovat merkinneet muutokset, on lähetetty suunnittelutoimistolle uudelleen piirrettäväksi. Suunnittelutoimisto tekee loppukuvat, minkä jälkeen piirustukset ja käyttöohjeet kansioidaan ja toimitetaan paikoilleen. Yleisesti käytetty tapa on jättää työkuvat keskuksille niille varatuille piirustustaskuille tai kansioihin, kunnes lopulliset kuvat ovat saatavilla. Työn edetessä tarkistetaan varoituskilpien ja opasteiden tarve ja asennus (kuva 6).



Kuva 6. Esimerkki turvakytkimen opastetarrasta.

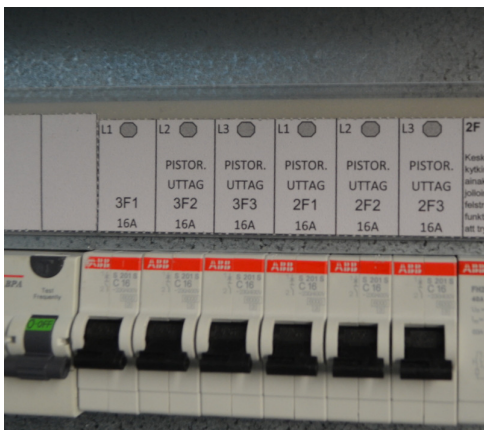
4.4.10 Virtapiirien, varokkeiden, kytkimien ja liittimien tunnistettavuus

Ennen käyttöönottoa varmistetaan, että keskuksien, sulakkeiden ja kytkimien merkinnät ovat paikoillaan (kuva 7).



Kuva 7. Esimerkki keskuksen merkinnästä.

Sulakkeet merkintään keskuksella pelkällä tunnuksella, jos sähköpiirustukset ovat keskuksen yhteydessä. Asuntojen ryhmäkeskuksilla ja omakotitaloissa sulakkeet merkitään keskuksella selväkielisellä tekstillä (kuva 8), esimerkiksi: olohuone valaistus, olohuone pistorasia. Tulppasulakkeellisissa keskuksissa merkitään lisäksi sulakkeen koko tekstin yhteyteen. Kun käytetään selväkielistä tekstiä sulakkeilla, niin pistorasioihin, kytkimiin tai muihin kojeisiin ei vaadita mitään merkintöjä.



Kuva 8. Esimerkki sulakkeiden merkinnästä.

Varmistetaan myös, että varoituskilvet ja käyttöohjeet tai opasteet sekä varoitukset ovat tehty suunnitelman mukaisesti. Esimerkki varoituskilvestä: keskuksessa vieras ohjausjännite (kuva 9). Keskuksilla on oltava riviliittimien ja liittimien merkinnät, ja vähintään ryhmämerkintä keskuksilta lähteviltä ryhmäjohtoilta, jos sähkötyöselityksessä ei ole määritetty kaapeleiden merkintää.



Kuva 9. Pääkytkin varoitus merkinnällä.

Yleisesti vaaditut merkinnät kaapeleille ovat vähintään keskukselta lähtevään ryhmäjohtoon tuleva kaiverrettu kaapelikilpi tai merkintätaskuun kirjoitettu kaapelitunnus, joka sisältää keskuksen ja ryhmän tiedot (kuva 10).



Kuva 10. Kaapelitunnukset keskuksella.

4.4.11 Johtimien liitosten sopivuus

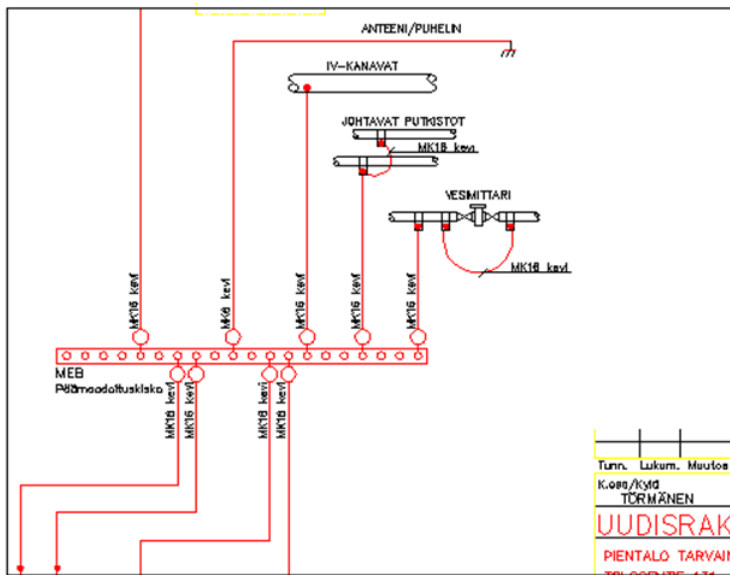
Johtimien liitosten sopivuutta tarkistettaessa huomioidaan seuraavat asiat. Tarkistetaan, että rivi- ja muiden liittimien, esimerkiksi pääkytkimen liittimien, koko on oikea kytketylle johdolle. Jos liitin on liian iso, ei johdin kiristettäessä saa kunnon kontaktia, tai se ei kiristy ollenkaan liittimeen. Tarkistetaan myös, ettei asentaja ole katkaissut monisäikeisen johdon säikeitä saadakseen sen mahtumaan kyseiselle johdolle liian pieneen liittimeen. Tällaisia asennuksia saattaa löytyä joskus moottorilähdöistä ja pienten keskusten pääkytkimestä.

Tarkastuksessa on myös huomioitava, että rasia-asennuksissa käytetyt liittimet soveltuvat kyseiselle johdolle, esimerkiksi että monisäikeisen johdon liittämässä jäykkään johtimeen on käytetty asian mukaista muunnosliitintä. Lisäksi tarkistetaan, soveltuvatko liittimet myös kytketyn johtimen materiaalille, sekä onko liitokset tehty valmistajan ohjeiden mukaan, esimerkkinä Cu- liittimeen liitetyn alumiinikaapelin tarvitsemat vaihtoliittimet, tai asennusrasvan käyttö asennuksessa.

4.4.12 Suojajohtimien, mukaan luettuna suojaavien potentiaalintasausjohtimien ja lisäpotentiaalintasausjohtimien, olemassa olo ja sopivuus

Yleensä sähkösuunnitelmassa maadoitus- ja potentiaalintasauksesta ei ole kuin periaatekuva, joka määrittää kaapelin poikkipinnan ja tyypin sekä maadoitus – tai

potentiaalintasauksen kohteen (kuvio 10) ja sähkötyöselityksessä määritellään käytettävät tarvikkeet. Tällaisissa tapauksissa asentaja määrittää maadoitus – ja potentiaalintasausten asennuspisteet, sekä mahdollisesti tarvittavat lisäpotentiaalintasauspisteet sekä maadoitus- ja lisäpotentiaalintasauskiskot, jotka on myös merkittävä sähkökuviin.



Kuvio 10. Osa potentiaalintasaus kaaviokuva

4.4.13 Sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila

Sähkölaitteiden sekä johdotusten ja liitosten luokse on päästävä helposti myös myöhempää tarkastusta tai muuta toimenpidettä varten. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 13.) Tarkastettaessa on varmistettava, että esimerkiksi jakorasiat eivät jää rakenteiden sisään tai muiden asennettavien laitteiden tai kalusteiden taakse, esimerkiksi kiinteiden keittiökaluksien taakse.

Tarkastuksissa on huolehdittava siitä, että alaslasketun katon osalla katon sisälle jäävät sähkölaitteet, johtotiet ja jakorasiat ovat sähkösuunnitelman osoittamilla paikoilla, ja että niille on tehty huoltoluukut, tai että katto on niiltä osin mahdollista avata. Kiinteästi

asennettujen sähkölaitteiden asennuksessa on kiinnitettävä huomiota siihen, että laitteille on esteetön pääsy sekä huollon ja korjauksen vaatima tila.

4.4.14 Erikoistilat

Erikoistiloja ovat esimerkiksi väestösuojat, lääkintätilat ja ATEX-tilat (räjähdysvaara). Lääkintätilat jaetaan neljään ryhmään ja ATEX-tilat kahteen ryhmään ja kolmeen luokkaan. Väestösuojille on asetettu vaatimukset sisäministeriön asetuksella. Erikoistilojen määräykset ja käytettävät määräykset sekä standardit, joita on noudatettava kohteessa, löytyvät aina kohteen sähkötyöselityksestä. Kohteen sähkötyöselityksessä on myös määritetty käytettävät asennustarvikkeet tarvikkekohtaisesti (kuvio 11). Jos näistä on poikettava esimerkiksi tarvikkeiden saatavuuden vuoksi, on aina otettava yhteyttä suunnittelijaan ja saatava poikkeukseen hyväksyntä suunnittelijalta.

ATEX-tiloissa on muistettava, että kaikista kohteessa käytetyistä ATEX-asennustarvikkeista on käytötönottopöytäkirjassa liitteenä valmistajan ATEX-sertifikaatti varmennustarkastusta varten. Sertifikaattien puuttuminen keskeyttää varmennustarkastuksen, ja sitä jatketaan vasta sitten, kun asennustarvikkeiden ATEX-sertifikaatit ovat mittauspöytäkirjan liitteenä (Liite 1).



Kuvio 11. ATEX-merkintä kalusteissa (Malux Finland Oy tuotekuvasto 22.3.2014)

4.4.15 Napaisuustesti

Jo asennusvaiheessa on varmistettava, että kaikki yksinapaiset kytkimet on asennettu vaihejohtimiin, esimerkiksi ohjauspiirit valaistuksessa ja moottorilähdöissä.

4.5 Mittausten valmistelu

Mittausten valmistelussa tulee ottaa huomioon mahdolliset kohteen erityisvaatimukset. Esimerkiksi sähkötyöselostuksessa voi olla määritetty ryhmäkeskusten lähtöjen suojamaanjatkuvuuden enimmäisarvoksi 1Ω toimistotilojen ja koululuokkien pistorasiaryhmissä. Sähkötyöselityksestä tarkistetaan mittalaitteille asetetut vaatimukset. Lisäksi ennen mittausten aloittamista tarkistetaan mittalaitteiden kalibroinnin voimassaolo. Käytettävät mittalaitteet luetteloidaan esimerkiksi ST-kortiston kortille ST 51.21.02 ja liitetään käyttöönottomittauspöytäkirjaan (Liite 2).

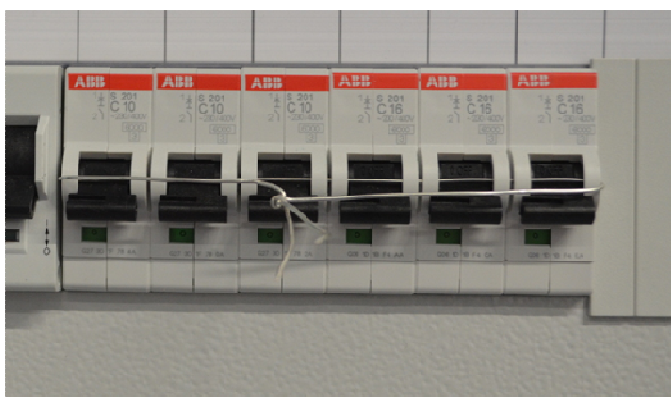
Aloitettaessa käyttöönottomittauksia tulisi varmistua siitä, että mittaukset voidaan suorittaa järkevissä kokonaisuudessa, esimerkiksi yhden ryhmäkeskuksen osalla. Ennen käyttöönottomittauksien aloittamisesta koestajan tulee selvittää, onko työ edennyt tarpeeksi pitkälle, jotta mittauksia voidaan suorittaa. Keskuksien osittaista käyttöönottoa tulisi välttää, sillä vaikka keskuksesta otettaisiinkin käyttöön vain yksi ryhmä, on käyttöön otettavalle ryhmälle ja keskukselle tehtävä käyttöönottomittaukset. Silloin on varmistettava, ettei muita ryhmiä voida ottaa käyttöön.

Osittaista käyttöönottoa ei aina voida välttää. Silloin on varmistettava, ettei se aiheuta vaaraa ympäristölle eikä työntekijöille. Jännitteisyys on osoitettava yksiselitteisesti, esimerkiksi keskuksen kanteen liimattavalla huomiotarralla varustettuna päivämäärällä sekä allekirjoituksella tai työryhmän kanssa yhteisesti sovitulla puumerkillä (kuva 11).



Kuva 11. Esimerkki jännitteisyyden merkitsemisestä.

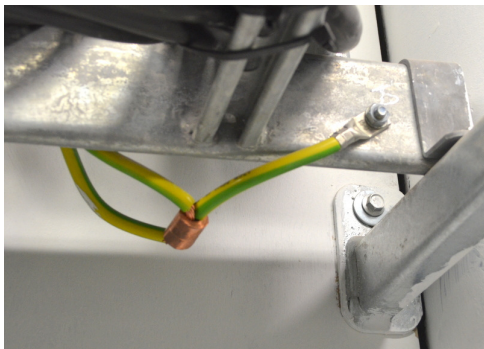
Keskeneräisten ryhmien käyttöönotto on estettävä joko lukitsemalla tila, tai lukitsemalla johdonsuojakatkaisija valmistajan omalla lukituslaitteella. Johdonsuojakatkaisijat voidaan myös lukita tiukkaan surrattulla langalla (kuva 12). On myös varmistettava kosketus-suojauksen toteutuminen, eli että keskuksen kansien on oltava kiinni ja mahdolliset läpiviennit ovat suljetut.



Kuva 12. Esimerkki sulakkeiden lukitsemisesta.

Mittausten aloittamisesta on ilmoitettava työryhmälle tai työmaan kärke miehelle. Ilmoituksesta on käytävä selville mitä, missä ja koska mitataan, jotta työmaalla ei syntyisi riskitilanteita. Esimerkki tällaisesta tilanteesta on, kun asentaja on kytkemässä keskusta, jonka syötön eristysresistanssia mitataan samaan aikaan. Tuolloin asentaja saa sähköiskun mittausjännitteestä. Asentajalle voi sattua vakavampi työtapaturma sähköiskuun reagoidessaan, itse sähköisku ei ole hengenvaarallinen.

käytettävä asianmukaisia asennustarvikkeita esimerkiksi puristettavaa C-liitintä (kuva 14).



Kuva 14. Esimerkki C-liittimen käytöstä potentiaalintasauksessa.

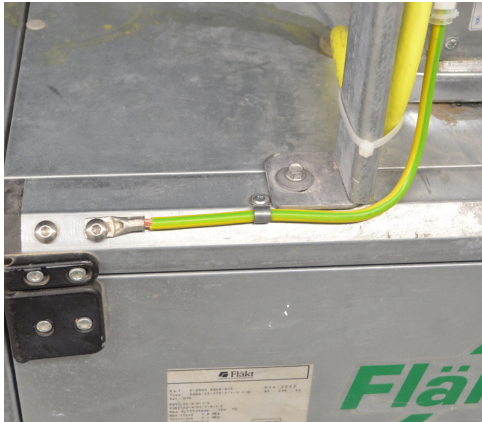
Erlaisia materiaaleja yhdistettäessä on käytettävä materiaaleille soveltuvaa maadoitusliitintä. Yleinen tapa on nostaa lattian betoniraudoituksesta yksi tanko lattiavalun yläpuolelle esimerkiksi pääkeskuksella, jolloin liitos voidaan tehdä valun jälkeen ja se on jälkepäin tarkistettavissa.

Potentiaalintasausten käyttöönottomittaus LV- ja IV-putkistoissa tehdään kuten jatkuvuusmittaus, eli mitataan kattavasti kaikki LV-putkistot, IV-kanavat sekä IV-koneet. LV-putkistojen potentiaalintasauksessa on huomioitava, ettei ketjutuksessa potentiaalintasaussjohdinta saa katkaista. Johtimen on mentävä liittimien läpi katkeamatta, vain liittimen liitoskohta kuoritaan. Näin varmistetaan, että jos putkistoa joudutaan purkamaan, potentiaalintasauss säilyy putkiston muissa osissa (kuva 15).



Kuva 15. Esimerkki LV-putkiston potentiaalintasauksesta, huomioi johdon katkeamattomuus ketjutuksessa.

Erityistä huomiota on kiinnitettävä sellaisilla IV-koneilla, jotka ovat suuremmissa kohteissa koottu moduuleista ja niiden välissä on tiiviste. Jos potentiaalin tasausta ei ole tehty moduulien välillä, on hyvin todennäköistä, ettei potentiaalin taseus ole kattava (kuva 16).



KUVA 16. Esimerkki IV-koneen potentiaalin tasauksesta

IV-kanavissa olevat tärinänvaimentimet tai äänenvaimentimet voivat katkaista galvaanisen yhteyden tai huonontaa sitä merkittävästi. On hyvä tarkistaa potentiaalin tasauksen jatkuvuus laitteiden jälkeen suorittamalla jatkuvuusmittaus IV-putkiston kaukaisimmasta pisteestä (kuva 17).



Kuva 17. Esimerkki IV-kanavan potentiaalin tasauksesta.

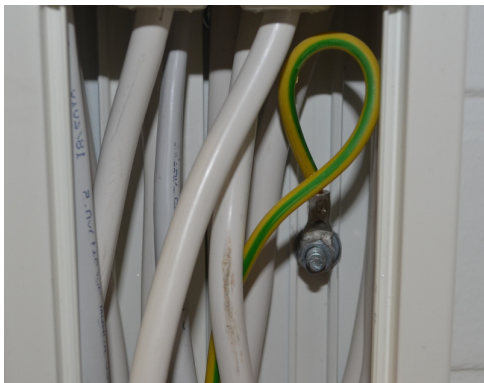
Kaapeliteiden eli kaapelihyllyjen (kuva 18), valaistusripustuskojen (kuva 19) sekä johtokourujen (kuva 20) potentiaalintasaus on myös tarkistettava. Erityistä huomiota on kiinnitettävä johtoteissä liitosten, risteämien sekä läpivientien yli tehtävään lisäpotentiaalintasaukseen. Tämä suurimalta osin silmämääräinen tarkastaminen tehdään ennen rakenteiden peittämistä. Tarkastuksessa on huomioitava, että johtoteiden liitoksissa ja risteämissä on tehty potentiaalintasaus joko lisäämällä johdinlenkki puristeliittimillä liitoskohdan yli potentiaalintasauksessa käytetyllä johdin poikkipinta-alalla, tai käyttämällä tehdasvalmisteisia liitososia. Läpivienneissä, joissa johtotie katkaistaan, on aina käytettävä puristusliittimillä tehtyä johdinlenkkiä katkaisukohdan yli. Johtoteiden potentiaalintasaus on pyrittävä tekemään keskusalueittain, joten mittauskin tehdään yleensä keskusalueittain.



Kuva 18. Esimerkki kaapelihyllyn potentiaalintasauksesta.

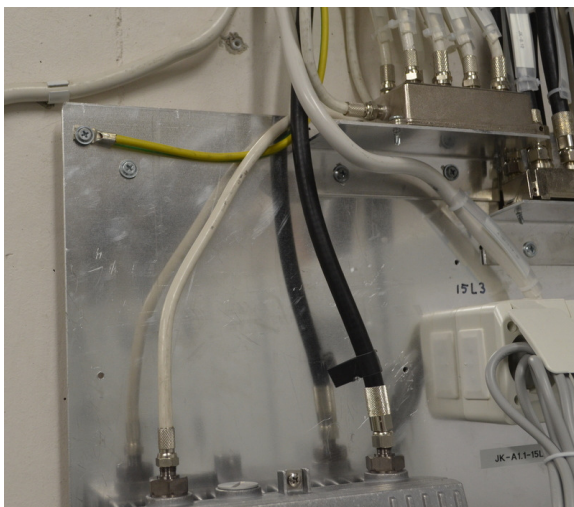


Kuva 19. Esimerkki valaistusripustuskojon potentiaalintasauksesta.



Kuva 20. Esimerkki johtokanavan potentiaalin tasauksesta.

Myös antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmille on tehtävä potentiaalin tasaus (kuva 21). Antennijärjestelmässä se tarkoittaa kaikkien muiden toimilaitteiden, paitsi antennipisteiden kojeiden, potentiaalin tasausta. Jos rakennuksessa on oma antenni, joka sijaitsee esimerkiksi katolla, on myös se potentiaaliin tasattava omalla johtimella potentiaalintasauskiskoon.



Kuva 21. Esimerkki antennijärjestelmän potentiaalintasauksesta.

Yleiskaapelointijärjestelmän potentiaalintasaus toteutetaan yleensä maadoittamalla ristikytkentäpaneeli päämaadoituskiskoon (kuva 22). Tasaus voidaan myös toteuttaa asentamalla oma maadoituskisko tai maadoitusliitin, joka yhdistetään potentiaalintasausjohtimella päämaadoituskiskoon.



Kuva 22. Esimerkki yleiskaapeloinnin potentiaalintasauksesta.

Paloilmoitinjärjestelmän potentiaalintasaus toteutetaan yleensä viemällä suojajohdin paloilmoitinlaitteen maadoitusliittimeen suoraan päämaadoituskiskolta.

Lisäksi on huomioitava rakennuksen katolla mahdollisesti olevat koristeet, esimerkiksi tuuliviiri, joka on ukkossuojauksen vuoksi potentiaalintasattava sekä mitattava potentiaalintasausten toteutuminen. Jos mittaus on mahdotonta toteuttaa, on silloin silmämääräisesti tarkastettava potentiaalintasausjohtimen liitos.

Jos järjestelmä sisältää useampia maadoituskiskoja tai liittimiä, käytetään päämaadoituskiskosta nimitystä MEB 0 tai EB 0. Muut kiskot tai liittimet nimitään MEB-, tai EB – merkinnällä ja järjestysnumerolla (kuva 23).



Kuva 23. Esimerkki lisämaadoituskiskosta.

Järjestelmä voi olla tähtimäinen, ketjutettu, tai näiden molempien yhdistelmiä. Tällaisen järjestelmän jatkuvuuden mittaukset olisi hyvä aloittaa riittävän ajoissa, koska silloin voidaan käyttää hyväksi kaapeleiden läpivientejä mitta-apujohtimen kulkutienä, esimerkiksi kerrosten välisiä läpivientejä. On kuitenkin tärkeää muistaa, että koestuksessa ei koeteta johtimia, vaan asennuksia, joten mittaukset on tehtävä valmiisiin asennuksiin irrottamatta johtimia.

Ketjutetussa asennuksessa mittaukset voidaan jaottaa, esimerkiksi mittaamalla päämaadoituskiskon ja ensimmäisen kerroksen maadoituskiskon välinen jatkuvuusmittaus. Saatua tulos merkitään maadoituskaavioon. Asennusten edessä mitataan aina kerrosten välit ja mittaustulos merkitään maadoituskaavioon. Näin toimien voidaan lopullinen jatkuvuuden arvo laskea esimerkiksi viimeisessä mittauspisteessä mittaustuloksista. Tähtimäisessä rakenteessa jatkuvuus voidaan mitata maadoituskiskojen välillä. Tuolloin silmämääräisessä tarkastuksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota johdinmerkintöihin ja niiden yhtäpitävyyteen suunnitelman kanssa. Tulokset on merkittävä maadoituskaavioon, jotta maadoituskiskojen johtavuuden arvo voidaan tarvittaessa laskea kiskokohtaisesti kaapelin pituuksien avulla.

Seuraavassa esimerkissä on kuvattu erästä käytännön kokemusta maadoitusmittauksessa. Tehtäessä käyttöönottomittauksia maadoitusjärjestelmään mittaustulokset olivat järjestelmästä johtuen mittalaitteen tarkkuusalueen alarajalla, joka oli asennustesterillä jatkuvuusmittauksessa 0.1Ω . Kaikkien alakiskojen mittaustulos oli sama. Järjestelmä oli asennettu valmiiksi eli kaikki maadoitukset ja potentiaalitasaukset oli tehty. Tarkistettaessa silmämääräisesti kaapelimerkintöjen oikeellisuutta huomattiin, että järjestelmän päämaadoituskiskolta puuttui kaksi alakiskojen maadoitusjohdinta. Lähemmässä tarkastelussa todettiin, että asentaja oli johtimien jatkoja tehdessään erehtynyt. Hän oli liittänyt vain kaksi alakiskoja yhteen, vaikka hänen olisi pitänyt lisätä kaksi johdinta pääkiskolta, ja liittää ne alakiskoille meneviin, vetovaiheessa lyhyeksi jääneisiin johtimiin.

Koko mittauksen ajan on hyvä kiinnittää huomiota mittaustuloksia ja verrata saatua tulosta edellisiin mittauksiin koska mittaustuloksen huomattava muutos tarkoittaa yleensä joko asennusvirhettä tai löysää liitosta jossain mitattavassa piirissä.

4.6.2 Suojajohtimen jatkuvuuden mittauksissa huomioitavaa

Suojajohtimen jatkuvuuden mittaukset suoritetaan joko valmiiseen asennukseen tai valmiiseen kokonaisuuteen, esimerkiksi yhden jakokeskuksen alue.

Ennen mittausten aloitusta on varmistettava että kaikki tarvittavat dokumentit ovat käytössä. Työssä tarvitaan vähintään pohjakuva sähköasennuksista ja keskuskuvat. Tässä vaiheessa tarkistetaan silmämääräisesti asennukset ja merkinnät mitattavalta alueella (kuva 24). On myös tarkistettava, onko sähkötyöselityksessä annettu kohteelle erityinen ohjearvo suojamaan jatkuvuudelle.



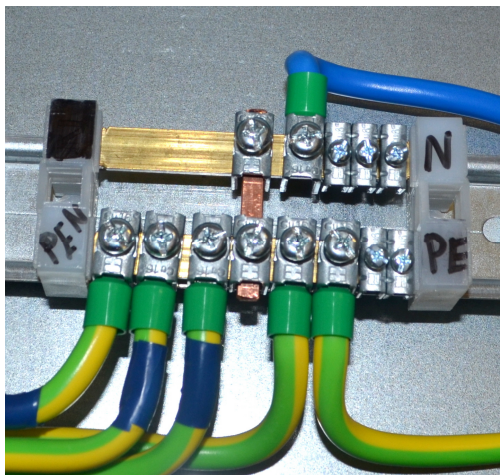
Kuva 24. Esimerkki pistorasian merkinnästä.

Jos asennukset tai merkinnät ovat puutteellisia, ei mittausta kannata aloittaa ennen kun asennukset ja merkinnät ovat valmiit.

Aloitettaessa työ ja avatessa keskuksen kansia on aina varmistettava keskuksen jännitteettömyys vaikka keskuksen pitäisi olla jännitteetön. Tämä toimenpide pitää tehdä aina kun koestetaan uutta tai saneerattua kohdetta, koska inhimillisiä virheitä

sattuu merkinnöissä tai asennuksessa. Lisäksi tehdään ilmoitus työryhmälle tai kärkimiehelle, missä mitataan ja milloin mittaukset alkavat.

Suojamaan jatkuvuusmittauksissa joudutaan nolla- ja suojajohtimen välinen yhdistys avaamaan (kuva 25) tai irrottamaan keskuksen syötön nollajohdin, mikä tehdään keskuksella tai keskuksen syötön lähtöpäässä.

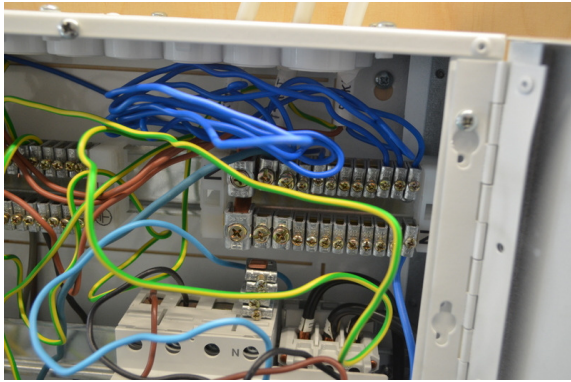


Kuva 25. Nollan ja suojamaan välinen yhdistys keskuksella.

Ennen varsinaista mittausten aloittamista on hyvä varmistaa mittauksessa käytettävän mitta-apujohtimen pituus, jotta se riittää koko johtavuusmittauksen suorittamiseen. On myös mahdollista käyttää esimerkiksi jotain pistorasiaryhmän suojamaajohdinta apujohtimena, jos käytetty mitta-apujohdin ei ole riittävän pitkä. Esimerkiksi ulkopistorasiaryhmien suojamaan jatkuvuusmittauksessa voidaan toimia näin. Silloin mittajohdin liitetään hauenleualla käytetyn ryhmän pistorasian maadoitusliittimeen ja mittauskytkenä kalibroidaan keskuksen maadoitusliittimeen tai keskuksen runkoon. Mitta-apujohtimena käytetyn ryhmän jatkuvuusmittauksia ei suoriteta tätä pistettä apuna käyttäen. Lisäksi on huomioitava, että käytetty mitta-apujohdin ei saa olla kelalla tai vyyhdellä mitattaessa.

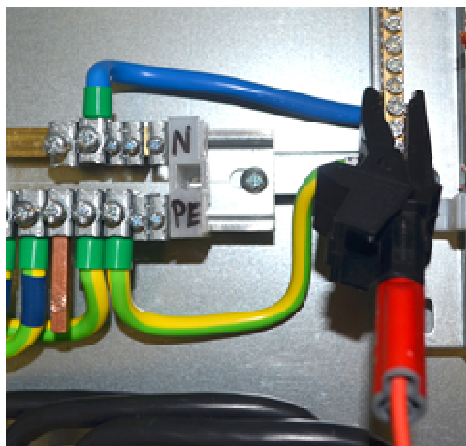
Kun on todettu jännitteettömyys ja se, että asennukset ja merkinnät ovat tehty suunnitelman mukaisesti, avataan keskuksen kaikki kytkenätilat ja tehdään silmämääräinen tarkistus keskukselle. Silmämääräisessä tarkastuksessa huomioidaan

keskuksen asennusten siisteys (kuva 26), merkinnät sekä suunnitelman ja asennusten yhtäpitävyys, esimerkiksi johtimien poikkipinta-alat. Koestajan on tehtävä aina pistokoeluontoinen kokeilu liitoksien kireydestä. Asentajien, jotka käyttävät kytkennässä momenttiruuvinväännintä, pitää olla erittäin tarkkana momentin säädöstä. Vaarana on, että kaikki tehdyt liitokset ovat löysiä väärästä momentinsäädöstä johtuen.



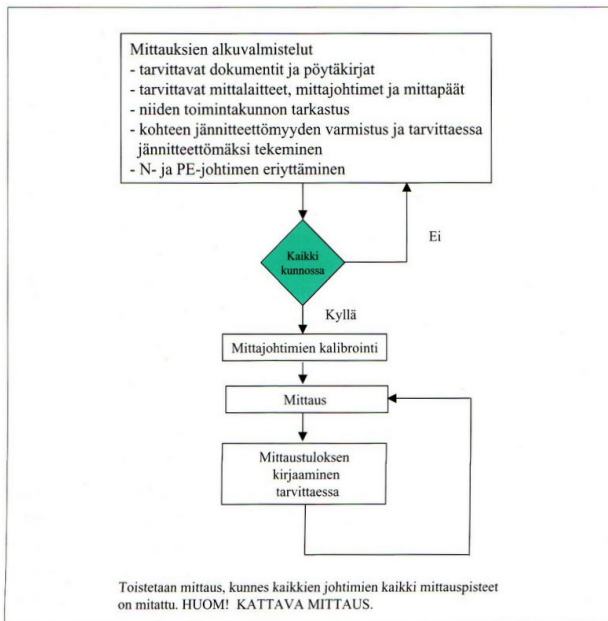
Kuva 26. Esimerkki asennuksesta, jota ei tulisi koestaa eikä ottaa käyttöön.

Liitetään mitta-apujohdin maadoituskiskoon joko itse liittimeen tai hauenleualla sopivasta liittimen kohdasta tai keskuksen runkoon ja eriytetään nolla ja suojamaa keskuksella (kuva 27), ja kalibroidaan mitta-apujohdin kuitenkin eri kohdasta mihin mitta-apujohdin on liitetty.



Kuva 27. Mittauskytkentä jatkuvuusmittauksessa.

Kun tarvittavat dokumentit ovat saatavilla ja silmämääräinen tarkastus asennuksista ja merkinnöistä on tehty ja mittauskytkentä ja mittajohdon kalibrointi on suoritettu, voidaan varsinaiset suojamaan jatkuvuusmittaukset aloittaa (kuvio 12). Jos mittausten tallentamiseen käytetään asennustesterin omaa muistia, ovat jatkuvuusmittaukset tehtävä ryhmä kerrallaan. Mittauksessa edetään keskuksen lähimmästä pisteestä kauimpaan pisteeseen, jotta mahdollinen jatkuvuusarvon poikkeava nousu huomattaisiin. Jos jatkuvuusarvo merkitään pohjakuvaan, voidaan mittaukset suorittaa halutussa järjestyksessä, koska mittaustulokset jokaisesta mittapistestä voidaan tarkastaa myöhemmin. Mittaukset voidaan toistaa ja saatuja arvoja voidaan verrata minkä tahansa mittauspisteen aiempiin mittaustuloksiin.



Kuvio 12. Lohkokaavio, suojajohtimen jatkuvuusmittaus. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 20)

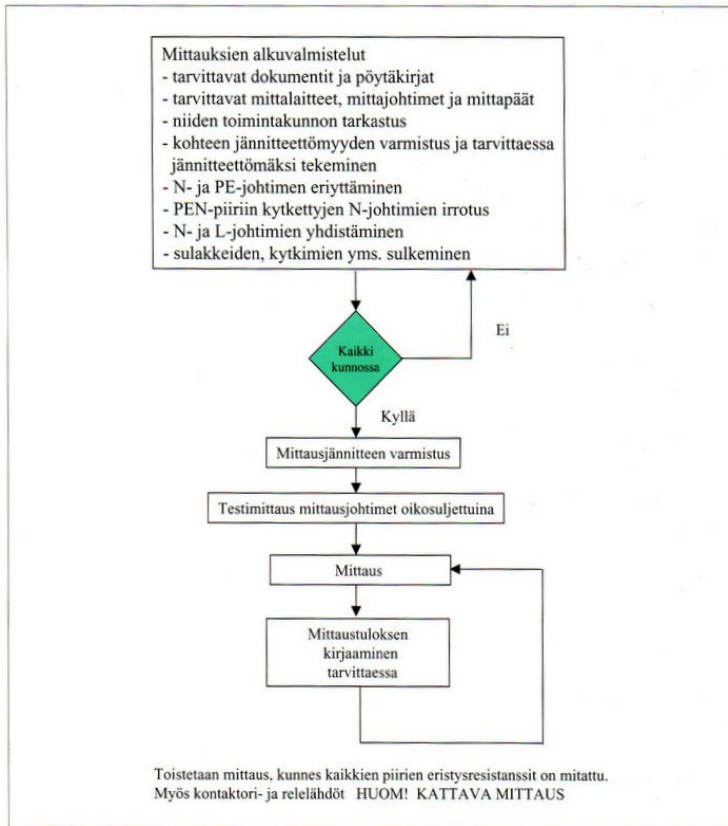
Suojamaan jatkuvuuden mittauksessa on huomioitava, jos mitattu arvo kasvaa edelliseen mitattuun pisteeseen nähden enemmän kuin johdinpituuden mukaan arvioidun pisteiden välisen suojamaan jatkuvuuden muutoksen tulisi olla. Vaikka arvo pysyy alle 2Ω , on asennus tarkastettava, koska kyseessä voi olla kytkentävirhe tai ns. löysä liitos. Esimerkiksi jousiliittimillä varustetussa pistorasiassa maadoitusjohdinta ei ole painettu tarpeeksi syvälle liittimeen tai johto on kuorittu liian lyhyesti, jolloin johdin

ei ole kunnolla liittimessä. Löysä liitos voi olla myös ruuviliittimellisessä kalusteessa, kun liitosta ei ole kiristetty tarvittavasti. Kaapeleiden vetovaiheessa tapahtuneen merkintävirheen vuoksi mitattavana oleva ryhmä onkin toiselta keskukselta, jolloin mittaustulos suojamaan jatkuvuudelle on liian suuri arvioituun johdon pituuteen nähden. Ennen mittausten jatkamista asennusvirheet pitäisi aina korjata. Mittaukset pitäisi suorittaa koko korjatun ryhmän osalta uudelleen, jos asennuksia joudutaan purkamaan korjausten vuoksi.

Kun on varmistettu, että kaikki pisteet on mitattu ja mittaukset on dokumentoitu, niin mitta-apujohdin puretaan keskukselta ja valmistaudutaan eristysresistanssin mittauksiin. Merkittäessä jatkuvuusmittauksen tulokset esimerkiksi pohjakuviin, on kyseiseen kuvaan myös merkittävä päivämäärä ja koestajan allekirjoitus. Mittaustulosten ollessa tallennettuna asennustesteriin, on ne myös tulostuksen jälkeen päivättävä ja allekirjoitettava.

4.7 Eristysresistanssin mittaus

Eristysresistanssin mittaus (kuvio 13) suoritetaan yleensä heti suojajohtimen jatkuvuuden mittausten jälkeen, koska keskus on jo valmiiksi avattu ja nolla- ja suojajohtimen välinen yhdistys on avattu tai nollajohdin on irrotettu. Jatkuvuusmittauksien yhteydessä on tarkastettu, etteivät asennukset ole keskeneräisiä ja että vaaditut merkinnät on tehty.



Kuvio 13. Lohkokaavio, eristysresistanssin mittaus. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 25)

Mittaus aloitetaan yleensä mittaamalla ensin keskuksen eristysresistanssi. Mittaus suoritetaan tarkistamalla äärijohtimien välinen eristysresistanssi ja mittaamalla äärijohtimien ja nollan ja äärijohtimien ja suojamaan välinen eristysresistanssi. Näin varmistetaan, ettei keskukseseen ole jäänyt johtavaa asennusjätettä, esimerkiksi kytkentävaiheessa kuorittuja johdinpätkiä. Kosteus ja pöly yhdessä aiheuttavat eristysresistanssin heikkenemistä, joten mittauksella voidaan varmistaa myös se, onko keskus ollut varastoitu ja suojattu työn aikana asianmukaisesti.

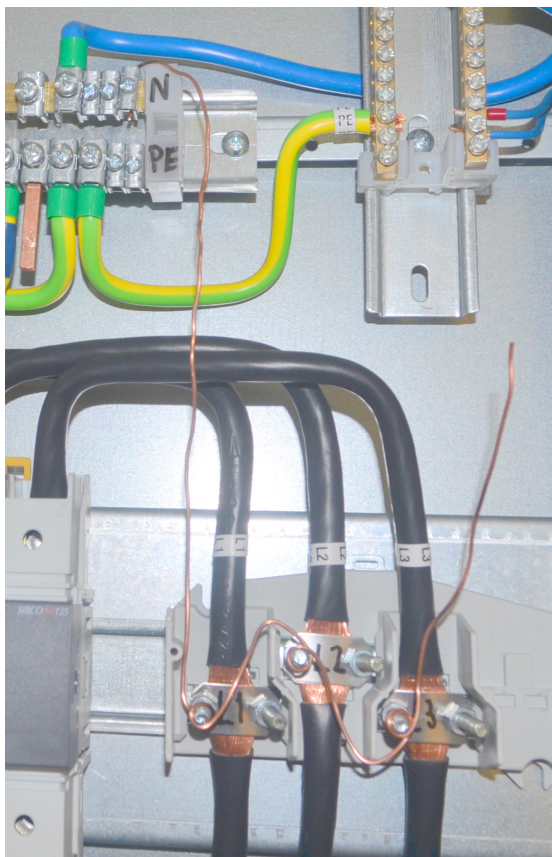
Suuremmissa kohteissa on mittaus aloitettava pääkeskukselta ja edettävä esimerkiksi mittauskeskukselle ja siitä edelleen ryhmäkeskuksiin.

Mittauskeskuksen eristysresistanssin mittaus tulisi suorittaa ennen keskuksen mittarointia. Mittaroinnin jälkeen keskus sinetöidään, jonka jälkeen mittauksia ei voi tehdä purkamatta sinettejä.

Keskuksien väliset syötöt tulisi mitata työn edistymisen tahtiin. Näin vältetään mittausten tekemiseltä jo osittain jännitteisissä keskuksissa. Yritettäessä mitata suuria kokonaisuuksia voi mittauksen järjestely olla hyvin työlästä. Myös silloin, kun mittaustulos on alle hyväksytyyn arvon, voi vian selvittäminen on vaikeaa. Mittaus tulee aina suorittaa mittaamalla johtimien väliset eristysresistanssit. Mittausta ei missään tapauksessa saa toteuttaa oikosulkemalla vaihe- ja nollajohdinta ja mittaamalla eristysresistanssia suojamaajohdinta vasten. Näin mitattaessa mahdolliset oikosulut vaiheiden sekä vaiheiden ja nollan välillä jäävät huomaamatta, mikä voi käytönotossa aiheuttaa jopa laitteiden rikkoutumisen keskuksella, esimerkiksi kahvasulakelähtö voi rikkoutua syöttöjohdon ollessa oikosulussa.

Jos pääkeskuksen PE:n ja N välistä yhdyskiskoa ei voida irrottaa, irrotetaan syötön pääkeskuksen päästä nolla johdin TN-S-järjestelmässä ja suoritetaan mittaus.

Ennen keskuksen mittausta pitää kaikki asennuksien käyttökytkimet laittaa päälle, esimerkiksi kaikki valaisinkytkimet ja lämmityspatterit sekä keskuksen ryhmäsulakkeet. Tulppasulakkeellisissa keskuksissa asennetaan sulakepohjat ja sulakkeet suunnitelman mukaan. Oikosuljetaan vaihejohtimet ja nolla heti pääkytkimen jälkeen (kuva 29) ja tehdään mittaus oikosuljettujen johtimien sekä PE-kiskon tai liittimen välillä.



Kuva 29. Esimerkki vaihejohtimien ja nollan oikosulkemisesta.

Asennuksen sisältäessä vaihtokytkinpiirejä on eristysresistanssin mittaus suoritettava kaikilla kytkentämahdollisuuksilla. Esimerkiksi valaistuksen käytäväkytkennässä vaihdetaan kytkentätilaa ja mitataan uudestaan eristysresistanssi keskuksella.

Jos saatu mittaustulos on alle $1 \text{ M}\Omega$, voidaan keskuksen ryhmät mitata erikseen. Mittaustuloksen sallittua arvoa pienempi tulos tai oikosulku merkitsee yleensä joko vioittunutta kaapelia, asennusvirhettä, huomioimatta jäänyttä keskeneräistä asennusta tai jonkun toimilaitteen alhaista eristysresistanssia. Syy sallittua arvoa pienempään mittaustulokseen on selvitetävä ja korjattava ennen työn jatkamista.

Jos kyseessä on oikosulku, työ aloitetaan laittamalla keskuksen kaikki ryhmäsulakkeet OFF-asentoon ja mittaus toistetaan. Jos oikosulku on edelleen mittauskytkennän muutoksesta huolimatta, on oikosulku nollan ja suojavaaran välillä. Mittausta jatketaan irrottamalla nollajohdin yksi kerrallaan ja toistamalla mittaus, kunnes oikosulussa oleva

ryhmä löytyy. Jos mittauskytkennän muutoksen jälkeen oikosulku ei ole, on oikosulku vaiheen ja suojamaan välillä. Tämän jälkeen siirrytään mittaamaan eristysresistanssia ryhmäkohtaisesti purkamalla vaiheiden ja nollan välinen oikosulku ja mittaamalla ryhmäkohtaisesti kunnes oikosulku löytyy. Muista vaiheen ja nollan välinen oikosulku ryhmäkohtaisessa mittauksessa.

Jos eristysresistanssinmittauksen tulos on sallittua arvoa huomattavasti pienempi, siirrytään ryhmäkohtaiseen mittaukseen. Työ voidaan toteuttaa siten, että laitetaan ryhmäsulakkeet yksi kerrallaan päälle ja toistetaan mittaus kunnes sallittua arvoa alittava ryhmä löytyy. Mittaus voidaan suorittaa myös ryhmäkohtaisesti, kunnes sallitun arvon alittava ryhmä löytyy. Mittauksessa löydetty sallittua arvoa alittavat ryhmät olisi korjattava viipymättä, jotta mittauksia voidaan jatkaa. Jos eristysresistanssin arvo mittauksessa on lähellä pienintä sallittua arvoa, mitataan eristysresistanssi ryhmäkohtaisesti ja kaikki mittaustulokset dokumentoidaan. On hyvin todennäköistä, että ryhmäkohtaisella mittauksella kaikkien ryhmien mittaustulokset ylittävät pienimmän sallitun arvon.

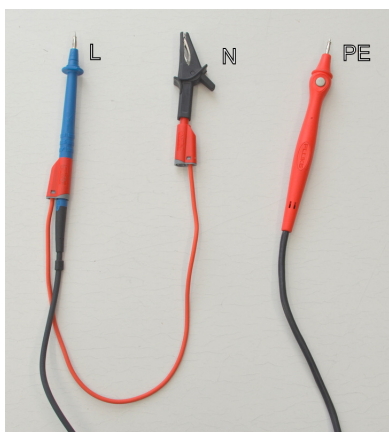
Suojamaajohdinta ei pitäisi irrottaa vikaa etsiessä, koska suojamaanjatkuvuus tulee irrotuksen jälkeen mitata aina uudestaan vähintään irroitettun ryhmän ensimmäisestä pisteestä.

Yleisiä vikoja, jotka johtavat eristysresistanssin heikkenemiseen tai oikosulkuun, ovat johdon vioittuminen vetovaiheessa, johdon lytistyminen tai puristuksiin jääminen rakenteita peitettäessä, tai johdon eristeen lävistyminen esimerkiksi viallisella kiinnikkeellä tai rakenteita peitettäessä naulalla tai ruuvilla.

Eristysresistanssin heikkenemiseen voi vaikuttaa myös johtojen tai tarvikkeiden väärä varastointi. Lisäksi eristysresistanssin heikkenemisen syynä voi olla toimilaitteen juuri hyväksytyyn arvon ylittävä eristysresistanssi, joka keskuksen mittauksessa alentaa kokonaiseristysresistanssin mittaustuloksen alle pienimmän sallitun arvon. Esimerkkinä valaistus- ja pistorasiakeskuksen eristysresistanssimittaus, joka jouduttiin toteuttamaan ryhmäkohtaisesti, jolloin kaikki saadut arvot valaistusryhmillä olivat yli hyväksytyyn

arvon. Noin viikon kuluttua yksi valaistusryhmä laukaisi johdonsuoja-automaatin. Vikaa etsittäessä löytyi yksi valaisin, jossa kuoritun kaapelin johtimet olivat valaisinliittimen lähellä jääneet puristuksiin valaisimen heijastimen ja rungon väliin. Todennäköisesti valaisimen lämmettyä eriste oli lopullisesti pettänyt, mikä oli aiheuttanut oikosulun.

Keskuksen sisältäessä kontaktorilähtöjä, esimerkiksi valaisinlähtöjä, pitää kontaktoriryhmät mitata erikseen, jos kontaktorit eivät sisällä pakko-ohjaus tai koestuskytkintä, eikä koestajalla ei ole mahdollisuutta käyttää apulaista painamaan kontaktorin ankkuria kiinni esimerkiksi ruuvimesisellä. Ankkurin kiinni kiilaaminen voi vahingoittaa kontaktorin runkoa tai ankkuria, joten sitä pitäisi välttää. Mitattaessa kontaktorilähtöjä on huomioitava mittauskytkennän muutos, jotta vaihejohtimen sekä nollajohtimen välinen oikosulku säilyy (kuva 28). KNX-järjestelmissä, joissa releyksiköt on hajautettu lähelle toimilaitteita, ei ole muuta mahdollisuutta kuin mitata ryhmät erikseen.



Kuva 28. Mittauskytkentä yksittäisen ryhmän mittaukselle, huomioi vaiheen ja nollan välinen oikosulku.

Kolmivaihemoottorilähtöjen, lämmityskaapeleiden ja kalvojen koestus on aina suoritettava erikseen. Työjärjestys käydään läpi omassa osioissaan.

Mikäli saadut mittaustulokset ovat sallittujen arvojen mukaiset tai ylittävät ne, voidaan mittauskytkennät purkaa, ja palauttaa nollan ja suojamaan välinen yhdistys tai kytkeä

syötön nollajohdin takaisin. Mittaustulokset merkitään mittausten edetessä mittauspöytäkirjaan.

Kaikki johdonsuoja-automaatit on laitettava OFF-asentoon tai tulppasulakkeet poistetaan keskukselta. Sen jälkeen asennetaan mahdolliset kosketus-, tai sormisuoja- ja asennetaan tai suljetaan keskuksen kannet.

4.8 Käyttöönotto

Jotta käytönottomittauksia voidaan jatkaa eristysresistanssin mittausten jälkeen, on sähkölaitteisto tehtävä jännitteiseksi.

Työ aloitetaan keskuksen syötön ja keskuksen jännitteiseksi tekemällä. Samalla tarkastetaan syötön sulakkeiden koko. Yleinen käytäntö on, että koestaja tai käyttöönottaja asentaa sulakkeet vain käyttöönotettavaan ryhmään ja samalla tarkastaa ryhmän lähdön asennuksen suunnitelmanmukaisuuden ja merkintöjen paikansapitävyyden. Jännitteiseksi tekemisen yhteydessä tarkastetaan mahdollisen erotuskytkimen ja keskuksen pääkytkimen toiminta eli se, että kytkimet kytkevät ja katkaisevat kaikki vaiheet. Jos keskuksen pääkytkin ei katkaise kaikkia vaiheita, voi osa keskukselta jäädä jännitteiseksi pääkytkimen ollessa pois päältä, mikä voi aiheuttaa sähkötapaturman tai laitteiden rikkoutumisen.

Tarkastetaan, että käyttöönotettavan keskuksen lähdön merkinnät on asianmukaisesti tehty, esimerkiksi ryhmäkeskuksen lähdössä pääkeskuksella on käytetyn syöttöjohtimen tyyppi, poikkipinta-ala, sulakekoko ja ryhmäkeskuksen tunnus (kuva 29).



Kuva 29. Esimerkki lähdön merkinnästä. (Tiainen 2012, 335)

Keskuksen jännitteiseksi tekemisen jälkeen kytketään keskuksen ryhmät päälle yksi kerrallaan. Samalla tarkistetaan, että kaikki asennukset toimivat sähkösuunnitelman mukaisesti.

Pistorasiaryhmiä käyttöönottaessa työtä helpottaa pistorasiakoestin, jolla kytkennän oikeellisuus ja lapsisuojaajan toiminta on nopea tarkastaa. Vanhoissa pistorasiakoestimissa on vikavirtasuojan koestusnappi, jolla voi suorittaa testin nopeasti ennen varsinaista vikavirtasuojan koestamista. Uusissa pistorasiakoestimissa vikavirtasuojan 30mA testipainike ei ole käytössä. Pistorasian kytkennässä tulisi pistorasian oikeanpuolimaisessa liittimessä olla vaihejohdin ja vasemmanpuoleisessa liittimessä nollajohdin, lisäksi suojamaajohtimen on oltava kytkettynä maadoitusliittimeen. Jos kytkentä on oikein testerin vaihe (5), suojamaa (4) sekä N (3) merkkivalot syttyvät (kuva 30 ja 31).



Kuva 30. Oikein kytketty pistorasia.



Kuva 31. Pistorasian kytkennässä nolla- ja vaihejodin vaihtaneet paikkaa.

Valaistusryhmien käytönotossa on huomioitava kytkimien ja valaisimien suunnitelmanmukainen toiminta. Kolmivaiheisissa kontaktiohjatuissa valaisinryhmissä on huomioitava valaisimien ryhmittely eri vaiheille, joten käyttöönotto suoritetaan vaihe kerrallaan ja tarkastetaan, että valaisimien ryhmittely on suunnitelman mukainen. Kattovalopisteissä, jossa ei ole kiinteää valaisinta, on toiminta koestettava käyttäen joko jännitteenkoestinta tai kuvan mukaista apulaitetta (kuva 32).



Kuva 32. Apulaite valaistusryhmien koestukseen.

Lämmitysryhmien termostaattien toiminta on tarkastettava ja tehtävä karkea termostaatin säätö, jottei esimerkiksi lattialämmityksen termostaatti ole maksimiasennossa.

Jos valaisinryhmät sisältävät sisäisellä akustolla varustettuja varavaloja, on niiden toiminta ja merkinnät tarkastettava. Valaisimien varastointi- ja asennussuojat on poistettava, jos kohteeseen on jo tehty loppusiivous ja valaistus otetaan käyttöön.

Kaikki toimilaitteet, jotka lähtevät kyseiseltä keskukselta, on myös käyttöönotettava ja koekäytettävä valmistajan käyttöohjeen mukaisesti.

Jos käyttöönotettu keskus jätetään jännitteiseksi, täytyy keskuksen olla valmiiksi asennettu tai keskuksen on oltava lukitussa tilassa, johon pääsee vain sähköalan ammattilainen. Keskustilojen pitää myös olla valmiit, esimerkiksi jos pääkeskustilaan ei ole asennettu eristävää lattiaa, ei keskustilaan saa päästää muita kuin sähköalan ammattilaisia. Muita työntekijöitä voi päästää tilaan vain sähköalan ammattilaisen valvonnassa.

4.9 Oikosulkuvirran mittaus

Oikosulkuvirran mittausta ei vaadita, jos syötön automaattisen poiskytkennän toteutuminen on osoitettu laskennallisesti. On yleisesti helpompaa mitata oikosulkuvirta kuin tarkastaa, pitävätkö kaapeleiden tosiasialliset mitat yhtä laskennassa käytettyjen mittojen kanssa. Oikosulkuvirran mittauksella varmistetaan myös asennusten virheettömyys, esimerkiksi liitosten oikea kiristys.

Oikosulkuvirran mittauksissa keskuksilla tulee noudattaa varovaisuutta, koska työskennellään paljaiden jännitteisten osien läheisyydessä.

Oikosulkuvirta mitataan keskuksella sekä keskuksen epäedullisemmaksi arvioituista pisteistä. Keskuksen oikosulkuvirran mittaus tehdään keskuksen syötöstä, keskuksen kiskostosta tai muusta helposti mitattavasta paikasta vaiheen ja suojamaan välillä jokaiselta vaiheelta.

Yleensä helpoin tapa suorittaa jännitteisen keskuksen oikosulkuvirran mittaus on avata jännitteinen keskus keskuksen syötön tai keskuksen pääkytkimen kohdalta. Jos keskuksen kannet on varustettu saranoilla, on keskuksen pääkytkimen käyttövipu lukittu pääkytkimen akseliin, jottei kantta voi avata jännitteisenä. Yleensä lukitus voidaan vapauttaa työkalulla käyttövivusta (kuva 33).



Kuva 33. Pääkytkimen lukituksen vapautus kytkin akselilta

Oikosulkuvirta mitataan jokaiselta vaiheelta. Mittaustuloksissa on kiinnitettävä huomiota saadun oikosulkuvirran arvon mahdollisiin vaiheiden väliseen poikkeamaan. Oikosulkuvirran pitäisi olla lähestulkoon sama joka vaiheella. Jos jonkin vaiheen oikosulkuvirran mitattu arvo poikkeaa huomattavasti muiden vaiheiden mittaustuloksesta, kannattaa mittaus toistaa. Jos mittaustulos ei muutu uudelleenmittauksessa, on todennäköistä, että jossain osassa virtapiiriä on huonosti kiristetty liitos. Tämä on selvitettävä ja vika korjattava ennen mittausten jatkamista. Saatua oikosulkuvirran arvoa verrataan suojaavan sulakkeen tai johdonsuojakatkaisijan pienimän sallitun toimintavirran mitattuun arvoon, millä varmistetaan toteutuuko vikasuojaus.

Keskuksen epäedullisimman pisteen mittaus suoritetaan yleensä keskuksen kauimmaisesta pistorasiaryhmästä. Työ on helppo suorittaa asennustesterillä ja sen lisävarusteena tulevalla mittajohdolla. On huomioitava, että mittajohdin kalibroidaan valmistajan ohjeiden mukaan ennen mittausten aloittamista. Uudet asennustesterit mahdollistavat oikosulkuvirran mittaamisen myös vikavirallisissa ryhmissä, jolloin testivirta ei laukaise vikavirtasuojaa (kuva 34). Saatua mittatulos talletetaan joko asennustesterin muistiin tai kirjataan mittauspöytäkirjaan keskus- ja ryhmätietoineen. Saatua oikosulkuvirran arvoa verrataan suojaavan sulakkeen tai johdonsuojakatkaisijan pienimän sallitun toimintavirran mitattuun arvoon ja varmistetaan toteutuuko vikasuojaus.



Kuva 34. Esimerkki asennustesteri ja mittajohdin.

Jos vikasuojaukselle vaaditut arvot eivät toteudu, on välittömästi otettava yhteyttä sähkösuunnittelijaan. Mahdollisia ratkaisuvaihtoehtoja ovat sulakkeen pienentäminen tai johdonsuojakatkaisimen vaihto virta-arvoltaan pienempään tai toiseen tyyppiin. Yhtenä ratkaisuvaihtoehtona voi olla ryhmän kaapelin vaihtaminen suuremmalla poikkipinnalla olevaan kaapeliin. Pienimmän toimintavirran taulukot on hyvä tulostaa ja laminoida ja liittää ne asennustesterin käyttöohjeisiin tai mittauskansioon, jolloin ne ovat aina mitattaessa saatavilla.

4.10 Kiertosuunta

Kiertosuunnan tarkistaminen keskuksien osalta on helpointa tehdä keskuksien oikosulkuvirran mittauksen yhteydessä, koska keskus on jännitteinen ja avattu mittausta varten. Kiertosuunta voidaan mitata kiertosuuntamittarilla, asennustesterillä tai jännitteenkoestimella. Tavallisimmin käytetyt jännitteenkoestimet sisältävät kiertosuunnan mittauksen (kuva 35).



Kuva 35. Jännitteenkoestin kiertosuunta mittauksella.

Mitattaessa jännitettä vaiheiden L1 ja L2 välillä koestimen mittapäiden osoittaman vaihejärjestyksen mukaan ja kiertosuunnan ollessa oikein, syttyy jännitteenkoestimen merkkivalo R. Kolmivaihepistorasioiden kiertosuunnan mittaukseen löytyvät 16 A, 32 A sekä 63 A kolmivaihepistorasioille testerit, jotka osoittavat kiertosuunnan. 16- ja 32 A testerin päässä oleva yksivaiheinen pistorasia mahdollistaa vikavirtasuojan koestamisen asennustesterillä.

4.11 Vikavirtasuojien koestus

Jokaisen vikavirtasuojan toiminta on varmistettava. Toiminnan varmistaminen aloitetaan testaamalla testipainikkeen toiminta. Sen jälkeen mitataan ryhmän viimeisestä pistorasiasta asennustesterillä vikavirran laukaisuvirta, jolla varmistetaan, että laite toimii nimellisvirrallaan. Jos vikavirtasuojan laukaisuvirta on nimellisvirtaa suurempi, on vikavirtasuojia uusittava. Kyseistä ryhmää ei saa ottaa käyttöön ennen vikavirtasuojan uusimista.

Poiskytkentäaika ei tarvitse mitata muulloin, kuin asennettaessa käytettyjä vikavirtasuojia, ja saneerauskohteissa, joissa vikavirtasuojalla varustettuun ryhmään on tehty lisäyksiä tai muutoksia, sekä jos vikavirtasuojaa käytetään vikasuojaukseen ja lisäsuojaukseen. Poiskytkentäajan mittaus on suositeltavaa tehdä kaikilla vikavirtasuojilla. Mittaus on nopea ja helppo suorittaa.

Saadut mittaustulokset talletetaan asennustesterin muistiin ja tulostetaan liitteeksi mittauspöytäkirjaan tai kirjataan mittauspöytäkirjaan keskus- ja ryhmäkohtaisesti. Isoja kohteita mitattaessa parityöskentely nopeuttaa työn toteuttamista; toinen asentaja on keskuksella ja toinen mittaa kentällä. Testerin laukaistessa vikavirtasuojan odottaa keskuksella oleva työpari parisenkymmentä sekuntia, ennen kuin palauttaa lauenneen vikavirtasuojan toiminnan. Työpareilla on etukäteen tehty työsuunnitelma, jonka avulla he etenevät. Tarvittaessa työpari voi ottaa yhteyden toisiinsa puhelimella.

Kolmivaihepistorasioiden vikavirtasuojien koestukseen löytyvät 16 A ja 32 A kolmivaihepistorasioille testerit, jotka osoittavat kiertosuunnan sekä sisältävät testerin

päässä olevan yksivaiheisen pistorasian, joka mahdollistaa vikavirtasuojan koestamisen asennustesterillä yksivaihepistorasia mittajohtimella.

Yleinen vika on vikavirtasuojan laukeaminen heti kuorman kytkennän jälkeen. Vikana on todennäköisesti nollapiirin vaihtuminen vikavirtasuojalla kytkentävaiheessa, tai nollapiirin suunta vikavirtasuojalla tai viallinen vikavirtasuoja. Muita mahdollisia vikoja ovat nollaus, sekä nollan ja suojamaan oikosulku tai laite on kytketty vaiheen ja suojamaan väliin. Jos käyttöönottomittaukset on suoritettu oikein, eivät nämä viat ole mahdollisia.

4.12 Palovaroittimet

Vuonna 2010 uudistettujen rakennusmääräysten perusteella rakennuksiin tai tiloihin, joihin ei vaadita paloilmoitus laitteistoa, joka hälyttää alkavasta palosta hätäkeskukseen, on jokainen uusi asuinrakennus tai vapaa-ajan asunto, joka on kytketty sähköverkkoon, varustettava sähköverkkoon kytketyllä palovaroittimella huoneistokohtaisesti. Rakennusmääräykset määrittävät lisäksi, että jokainen asuin- ja käyttökerros on varustettava vähintään yhdellä palovaroittimella. Jos asuinhuoneiston kerroksen pinta-ala on yli 60 m², on pinta-alan jokaista alkavaa 60 m² kohden oltava vähintään yksi palovaroitin. Jokainen majoitustilan ja hoitolaitoksen majoitushuone on varustettava vähintään yhdellä palovaroittimella. Lisäksi majoitushuoneita sisältävän palo-osaston muut tilat on varustettava vähintään yhdellä palovaroittimella kerroksen pinta-alan jokaista alkavaa 60 m² kohden. (Hyytiä 2009, 2.)

Käyttöönottomittausten yhteydessä tarkastetaan, että palovaroittimet on asennettu sähkösuunnitelman mukaisesti. Palovaroittimia ei vielä oteta käyttöön ilmaisimien rakennuspölyn aiheuttaman vikaantumisriskin takia. Jos ilmaisimet asennetaan rakennusaikana tai ilmaisimen pölysuoja poistetaan, on hyvin todennäköistä, että rakennusaikainen pöly vahingoittaa ilmaisinta, mistä syystä ilmaisimien on vaihdettava tai se joudutaan pesemään ennen käyttöönottoa.

Palovaroittimien koestus ja käyttöönotto tehdään yleensä vasta sitten, kun loppusiivous on suoritettu. Koestus tehdään testaamalla palovaroittimen testipainikkeella palovaroittimen elektroniikan toiminta ja käyttäen markkinoilla olevia palovaroitin-ilmaisin testaukseen valmistettuja testikaasuja. Kaasut ovat täysin hajoavia, eivätkä vahingoita ilmaista ja sama kaasu käy sekä optisiin että ionisiin ilmaisimiin.

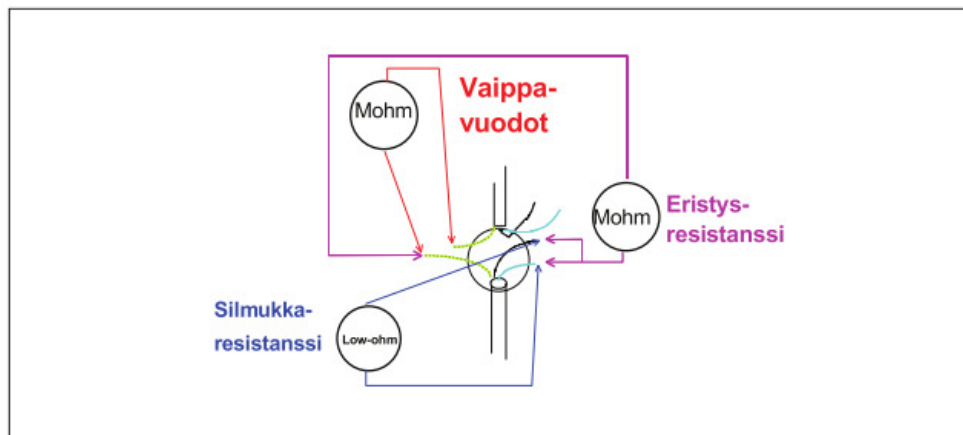
Palovaroittimet on varustettu varasyötöllä, joka toimii joko akuilla tai paristoilla, joten palovaroittimien toiminta on koestettava myös varasyötöllä. Jos palovaroitin sijaitsee korkealla, voi apuna käyttää sopivan mittaista asennusputkea, jolla testikaasu voidaan ohjata suoraan ilmaisimeen. Näin voidaan nopeuttaa testausta ja vähentää testikaasun kulutusta.

Palovaroittimien koestuksesta on tehtävä oma mittauspöytäkirja tai merkittävät tiedot sähköasennusten käyttöönottopöytäkirjaan. Palovaroittimen käyttö- ja huolto-ohjeet on myös luovutettava tilaajalle.

4.13 Sähkölämmityskaapeleiden mittaukset

Sähkölämmityskaapeleille tehdään mittaukset myös asennusaikana yleensä ennen sähkölämmityskaapelin levitystä ja levityksen jälkeen. Jos sähkölämmityskaapeli on levityksen jälkeen kunnossa, annetaan lupa peittää kaapeli. Mittaukset on myös tehtävä mahdollisimman nopeasti peittämisen jälkeen. Sähkölämmityskaapeleiden valmistaja antaa valmiselementeille takuun, jos asennus ja mittaukset on suoritettu valmistajan ohjeiden mukaan, elementin mukana tullut mittauspöytäkirja on täytetty ja asentaja on päivännyt ja allekirjoittanut sen. Yleensä mittauspöytäkirjaan merkitään elementin jännite, teho, resistanssiarvo sekä eristysresistanssin mittausarvot ennen ja jälkeen peittämisen (Liite 3). (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 29.)

Sähkölämmityskaapelista mitataan eristysresistanssi vaihe- ja suojajohtimen väliltä ja nolla- ja suojajohtimen väliltä sekä silmukaresistanssimittaus vaihe- ja nollajohtimen väliltä. Lisäksi tulisi mitata mahdollinen vaippavuoto sähkölämmityskaapelin ja johtavan kiinnitysalustan välillä (kuvio 14).



Kuvio 14. Sähkölämmityskaapeleiden mittaus. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 29)

Asennuksessa on huomioitava sähkölämmityskaapelin kiinnitys esimerkiksi betoniraidoitukseen niin, että kiinnitysväli on tarpeeksi pieni, jottei sähkölämmityskaapeli liiku valun aikana, ja että liitäntäkaapelin ja sähkölämmityskaapelin liitäntäpiste jää betoniin mahdollisimman hyvän jäähtymisen vuoksi. Sähkölämmityskaapelin asennuksesta tulee merkitä pohjakuvaan vähintään liitäntäkaapelin ja lämmityskaapelin liitäntäpiste ja elementin loppupää. Yleensä asennetuista lämmityskaapeleista otetaan valokuva, joka liitetään mittauspöytäkirjoihin.

Sähkölämmityskaapeleille tehdään myös käyttöönottomittaukset. Saattolämmitys- ja sulanapitonjärjestelmien käyttöönottomittaukset voivat olla hankala toteuttaa. Suojamaan jatkuvuusmittaus ja vikavirtasuojan laukaisuaika mitataan sähkölämmityskaapelin liitäntärasialla. Jos liitäntärasia sijaitsee esimerkiksi sulanapitonjärjestelmässä rakennuksen katolla, suojamaanjatkuvuuden mittauksessa voidaan käyttää vaihejohtinta mitta-apujohtimena tai mitata suojamaanjatkuvuus kahden liitäntärasian väliltä, mikäli syötöt tulevat samalta keskukselta. Tulokset kirjataan mittauspöytäkirjaan.

4.14 Moottorilähdöt

Kiinteistötekniikassa IV-moottoreiden suojamaan jatkuvuusmittaukset voivat olla hyvinkin haastavia rakennusten korkeuden ja moottoreiden sijainnin vuoksi. Huippumurit ja poistopuhaltimet voivat sijaita rakennuksen katolla, paikassa, jonne mittajohtimen veto on hyvin vaikeaa tai jopa mahdotonta. Suojamaanjatkuvuusmittaus voidaan suorittaa silmukkaimpedanssi-periaatteella eli käyttäen vaihejohdinta mitta-apujohtimena.

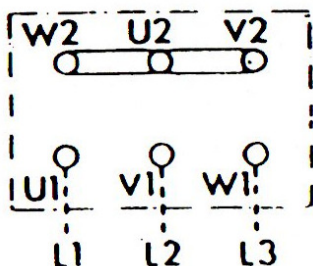
Oikosulkemalla yksi vaihejohtin moottorin runkoon, turvakytkimen ollessa ON-asennossa, mitataan lähdöstä suojamaajohtimen ja vaihejohtimen välinen resistanssi. Saatua silmukkaimpedanssi kirjataan suoraan mittauspöytäkirjaan. Suojamaan jatkuvuus voidaan laskea jakamalla mitattu silmukkaimpedanssi kahdella. Edellytys tälle laskutavalle on, että kaapelin johtimet on tehty samasta materiaalista ja että niillä on sama poikkipinta-ala.

Eri materiaalista tehdyillä tai poikkipinnaltaan erisuuruisilla johtimilla olevilla kaapeleilla oikosuljetaan moottorilla kaksi vaihejohdinta, jonka jälkeen mitataan vaihejohtimien resistanssi. Jakamalla mittaustulos kahdella saadaan mitta-apujohtimena käytetyn vaihejohtimen resistanssi, joka voidaan vähentää suoraan mitatusta silmukkaimpedanssista. Tästä saadaan suojamaan jatkuvuuden arvo. Tarkastetaan, pysyykö suojamaan jatkuvuus sallitun 2Ω rajan sisällä. Mittauksessa saatua silmukkaimpedanssia voidaan käyttää suoraan oikosulkuvirran laskemiseen.

Työ suoritetaan yleensä seuraavassa järjestyksessä:

- 1) Eristysresistanssi mitataan vaiheiden välillä ja vaiheiden ja suojamaan välillä turvakytkin OFF- asennossa, jolloin saadaan moottorin syötön kaapeli tarkastettua turvakytkimelle. Samalla mitataan mahdollinen turvakytkimen asentotieto, jolla varmistetaan että asentotiedon piiri on auki. Mitataan ohjauspiirin eristysresistanssi, jos ohjausjännitteenä käytetään 230 V:ttia.

2) Tarkastetaan asennus silmämääräisesti turvakytkimen ja moottorin osalta. Avataan turvakytkin ja moottorin liitinkotelo. Samalla tarkistetaan moottorin arvokilvestä, että kyseinen moottori on suunnitelman mukainen ja että moottorin kytkentä on käytetyn jännitteen mukainen. Myös pyörimissuunta tarkistetaan. Jos pyörimissuuntaa ei ole erikseen määritetty, on pyörimissuunta silloin myötäpäivään tuulettimen päästä katsottuna eli kytkentä on silloin kuvion mukainen (kuvio 15).



Kuvio 15. Moottorin kytkentä pyörimissuunnassa myötäpäivään. (Kauppila, Tainen & Ylinen 2009, 21)

Kytettäessä moottori pyörimään vastapäivään, vaihdetaan kytkentäjärjestystä moottorilla vaihtamalla kytkennässä vaiheiden L1:n ja L3:n paikkoja keskenään.

Jos asennukset on tehty oikein ja kytkentä on moottorin arvokilven mukainen, asennetaan turvakytkimen kansi takaisin ja kytkin käännetään ON-asentoon. Turvakytkimen ja moottorin välinen kaapeli on yleensä vain muutaman metrin mittainen, joten se tarkastetaan vain silmämääräisesti.

Moottorin ja turvakytkimen välisen kaapelin johdinten välisen eristysresistanssin mittauksessa jouduttaisiin purkamaan moottorin kytkentä, mikä on työlästä isoilla moottoreilla. Jos moottorinkytkentä on kiristetty liitinvalmistajan määräämään momenttiin ja asentaja on työn suorituksen jälkeen merkinnyt liittimeen ns. momenttiviivan tussilla tai maalikynällä, on liittimen purkamisen jälkeen vaihdettava vähintään aluslevy ja painelaatta, kiristettävä liitin takaisin momenttiin ja merkittävä liittimen momenttiin kiristäminen uudelleen momenttiviivalla työn suorituksen merkiksi.

3) Mitataan eristysvastus moottorin tai lähdön päästä vaihejohtimen ja suojamaan välillä. Yksi mittaus riittää, koska moottorin käämit on kytketty toisiinsa joko tähteen tai kolmioon. Mitataan myös se, että turvakytkimen asentotieto muuttuu eli piiri on suljettu. Näin varmistetaan, että turvakytkimen asentotieto tulee oikeaan moottorilähdön ohjauspiiriin.

4) Oikosuljetaan yksi vaihejohdin moottorin runkoon ja mitataan lähdön päästä silmukkaimpedanssi äärijohtimen ja moottorin rungon välillä. Jos moottorissa on käämilämpötilan valvonta, mitataan ensiksi yleismittarin vastusalueella moottorin lähdön päästä lämpötila-anturin ja liitäntäkaapelin resistanssi. Seuraavaksi oikosuljetaan moottorin päässä käämilämpötilan valvonnan liitosjohdot ja tarkistetaan, että vastusarvo muuttuu. Näin varmistetaan, etteivät kaapelit ole menneet ristiin veto- tai kytkentävaiheessa. Kaikki mittaustulokset kirjataan yleensä erilliseen moottoripiirien koestuspöytäkirjaan tai moottorin piirikaavioon (Liite 4).

Oikosulkemiseen on hyvä käyttää kahdesta ns. hauenleuasta ja mittajohtimesta koostuvaa apulaitetta. Pienten moottorien mittaaminen on haasteellista. Oikosulun tekeminen pikaliittimellisellä kytkentäliittimellä on vaikeaa. Tällöin oikosulkeminen onnistuu yleensä lyhyellä ML-johtimella. Mittausten jälkeen on huomioitava, että oikosulkulenkki poistetaan ja että moottorin kytkentätilan ja turvakytkimen kannet suljetaan asianmukaisesti. On tärkeää huomioida, että moottorilähtöjen käyttöönottomittaukset on tehtävä lähtökohtaisesti.

Taajuusmuuttajien lähdöissä toimitaan samoin, mutta moottorilähtöjen vaihejohtimet on irrotettava taajuusmuuttajasta. Suojamaajohdinta ei irroteta. Pienillä taajuusmuuttajilla tämä ei ole ongelma, koska sekä syöttö ja moottorilähtö on yleensä varustettu irrotettavalla liittimellä. Mittausta ei saa missään nimessä tehdä taajuusmuuttaja kytkettynä, koska eristysresistanssin mittaussännite voi vahingoittaa itse laitetta. Jos taajuusmuuttajat eivät ole keskuksessa, myös niiden syöttökaapeleille on tehtävä käyttöönottomittaukset erikseen. On huomioitava, että kytkennät on irrotettava taajuusmuuttajasta, mutta suojamaajohdinta ei saa irrottaa. Yleensä koestaja sopii jo asentajien kanssa siitä, että taajuusmuuttajia ei kytketä loppuun asti, vaan vaihejohtimet

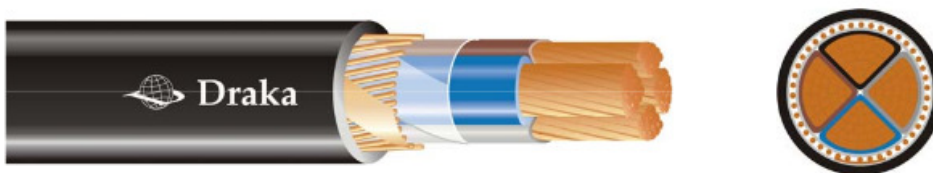
kuoritaan ja taitellaan valmiiksi, mutta ei asenneta liittimeen. Näin säästetään aikaa ja ehkäistään mahdollista liittimien vaurioitumista.

4.15 EMC-suojaus

Tänä päivänä IV-koneiston automatiikan lisääntyminen energiansäästön maksimoinniksi on lisännyt taajuusmuuttajien käyttöä IV-laitteistoissa huomattavasti. On hyvin yleistä, että kaikki tuloilma- ja poistoilmakojeet on varustettu taajuusmuuttajalla. Jopa kaikki pumput, kuten kiertovesipumput lämmitysjärjestelmässä ja lämmön talteenotossa, voivat olla varustettu taajuusmuuttajalla. EMC-suojauksen toteutumiseen on siis kiinnitettävä enemmän huomiota niin uudisrakentamisessa kuin saneerauksessa. Tähän asiaan on myös kiinnittänyt huomion Tukes, joka on osoittanut tiedotteella ”Ajankohtaista sähköurakoitsijoille 2” kiinnittämään huomiota erityisesti asennustarvikkeisiin, kuten kaapeleihin ja turvakytкимиin, että ne ovat EMC-suojattuja (Liite 5). Esimerkiksi moottorikaapeleina on aina käytettävä taajuusmuuttajakäytöillä MCCMK-kaapeleita (kuva 36) tai vastaavaa muun tyyppistä suojattua kaapelia.



Kuva 36. MCCMK. 1 kV voimakaapeli. (Prysmian Group www- sivut, hakupäivä 2.5.2014)



Kuva 37. MCMK. 1 kV voimakaapeli. (Prysmian Group www- sivut, hakupäivä 2.5.2014)

Tavallinen MCMK-kaapeli (kuva 37) ei anna tarvittavaa häiriösuojausta. Turvakytkiminä on käytettävä esimerkiksi Katkon häiriösuojattuja turvakytkimiä KUM-, KUA-, tai KUT-tyyppiä (kuva 38). Metallinen tai alumiininen turvakytkin ei välttämättä ole häiriösuojattu, vaan kytkimen pitää olla EMC-häiriösuojattua tyyppiä.



Kuva 38. EMC- Suojattu turvakytkin.

Turvakytkimen ja moottorin välisessä kytkennässä, jossa on käytettävä taipuisaa asennusjohtoa, löytyy eri valmistajilta taipuisaa EMC- suojattuja kumikaapeleita esimerkiksi tyyppi ATON EMC VSCCB (kuva 39).



Kuva 39. ATON EMC VSCCB, taipuisa suojattu kumikaapeli. (Prysmian Group www-sivut, hakupäivä 2.5.2014)

On myös huomioitava, että turvakytkin- ja moottoriasennuksissa käytetään EMC-suojattuja kaapeliholkkeja (kuva 40) ja noudatettava asennusohjeita niitä asennettaessa.

On myös tärkeää huomioida, että on käytettävä KLMA-tyyppistä merkinantokaapelia toimilaitteasennuksissa.



Kuva 40. EMC- suojattu turvakytin ja EMC- kaapeliholkit.

Yleisemmin virheet löytyvät taajuusmuuttajan kytkennässä ja kaapeliholkkien asennuksessa. Jotta EMC- suojaus toteutuisi, on asennuksissa kiinnitettävä erityistä huomiota käytettyihin tarvikkeisiin ja asennukseen. On tärkeää tarkistaa ennen töiden aloittamista kalusteluettelosta, ovatko suunnitellut tarvikkeet EMC-häiriösuojattuja ja ohjeistaa asentajat tekemään työ valmistajan ohjeiden mukaan.

Saneerattaessa vanhaa kiinteistöä tai tehtäessä IV- laitteistolle energiansäästösaneeraus pyritään yleensä säästöyistä käyttämään vanhoja asennuksia, esimerkiksi moottorikaapeleita ja IV-koneen toimilaitteiden kaapelointeja. Huonoimmassa tapauksessa moottorikaapelit ovat MMJ- tyyppisiä ja toimilaittekaapelit KLM- tyyppisiä kaapeleita (kuva 41), jossa ei ole suojavaippaa ja maadoitusjohdinta. Moottorilähdöt voivat sijaita pääkeskuksella talon alimmassa kerroksessa ja moottorit talon katolla.

<p>Merkinantokaapeli</p>	<p>Tyyppi KLM</p> <p>Käyttö</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kiinteät sisäasennukset - Merkinanto-, valvonta- ja turvajärjestelmät - Kiinteistöautomaatio <p>Rakenne</p> <ul style="list-style-type: none"> Johdin: tinattu kuparilanka Eriste: PVC- tai halogeeniton muovi Ryhmäys: eristetyt johtimet kerrattu yhteen Vaippa: harmaa LINYL-PVC tai halogeeniton muovi
--------------------------	---

Kuva 41. KLM Merkinantokaapeli. (Prysmian Group www- sivut, hakupäivä 2.5.2014)

Suojattu merkinantokaapeli

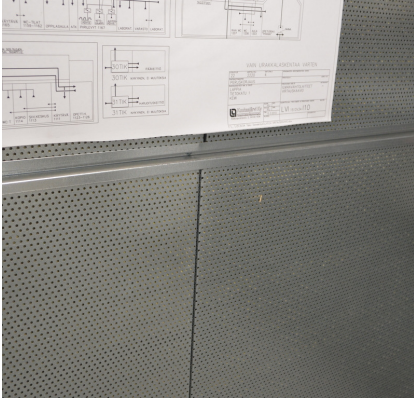


Tyyppi	KLMA
Käyttö	- Kiinteät sisäasennukset - Merkinanto-, valvonta-, turva- ja paloilmoinjärjestelmät - Kiinteistöautomaatio
Rakenne	Johdin: tinattu kuparilanka Eriste: PVC- tai halogeeniton muovi Ryhmäys: eristetyt johtimet kerrattu yhteen Suoja: muovialumiininauha, maadoitusjohdin Vaippa: harmaa L.N.Y.L.-PVC tai halogeeniton muovi

Kuva 42. KLMA Merkinantokaapeli. (Prysmian Group www- sivut, hakupäivä 2.5.2014)

Jos tällaiseen asennukseen lisätään vain taajuusmuuttajat ilman kaapeleiden vaihtoa, järjestelmä ei todennäköisesti tule toimimaan. Tällaisesta saneeruksesta minulla on omakohtaisia kokemuksia käyttöönotossa. Kohteeseen oli lisätty 4 kpl taajuusmuuttajia vaihtamatta kaapelointia. Kun koeajo alkoi, IV-koneen toimilaitteet toimivat itsenäisesti ilman ohjausta, kun taajuusmuuttajien kierrosnopeutta säädettiin. Tästä syystä jouduttiin vaihtamaan kaikki toimilaittekaapelointi suojattuun merkinantokaapeliin (kuva 42) ja moottorikaapelointi. Työ jouduttiin tekemään ylitöinä yöllä, joten pienen saneerauksen kustannukset nousivat moninkertaisiksi. Jo saneerauskohteen suunnitteluvaiheessa suunnittelijan tulisi siis kiinnittää huomiota olemassa oleviin asennuksiin, jos niitä aiotaan käyttää. Käyttöönottajien ja työnjohtajien tulisi viimeistään töitä aloitettaessa kiinnittää huomiota ja tarkastaa saneerauskohteet, joissa on tarkoituksena käyttää vanhoja asennuksia ja laitteita, jotta niiden soveltuvuus uuteen järjestelmään varmistetaan.

Kiinteistötekniikassa tilat, joissa taajuusmuuttajat sijaitsevat ovat yleensä IV-konehuoneita. Niissä käytetään yleisesti rakennusmateriaalina teräspintaisia, vuorivilla- tai polyuretaaniytimisiä sandwich-elementtejä tai galvanoidulla pellillä pinnoitettuja äänieristyslevyjä (kuva 43).



Kuva 43. Esimerkki, IV- konehuoneen pinnoitus levystä.

EMC-suojaukseen IV-konehuoneessa voidaan parantaa huomattavasti varmistamalla levyjen galvaaninen yhteys ja liittämällä ne IV-konehuoneeseen potentiaalintasaus- tai maadoituskiskoon. Näistä seikoista olisi hyvä keskustella rakennuksen aloitusvaiheessa rakennuttajan ja suunnittelijoiden kanssa, jotta varmistetaan, ovatko mainitut asiat jo otettu huomioon, vai tehdäänkö tarvittavat lisäykset maadoitukseen ja galvaanisen yhteyden varmistaminen levyjen välisillä maadoituslenkeillä jo rakennusvaiheessa.

4.16 Toimintatellit

Toimintatellit eri järjestelmien kesken voivat olla aikavieviä, joten niille tulisi varata riittävästi aikaa. Todellisuus on kuitenkin se, että esimerkiksi ilmanvaihdon käyttöönotto voidaan tehdä vasta sitten, kun rakennus on loppusiiivottu. Käyttöönottoon voi olla varattu vain muutamia päiviä tai työ aloitetaan vasta rakennuksen luovutuspäivänä. Rakennusautomaation käyttö ohjaamaan eri järjestelmiä on lisääntynyt huomattavasti tavanomaisen ilmanvaihdon ja lämmönsäädön, sekä ulkovalaistuksen ja sadevesijärjestelmän sulanapidon lisäksi. Rakennusautomaatio voi ohjata ja säätää rakennuksen kaikkia sähköisiä järjestelmiä, esimerkiksi sisävalaistusta ja kulunvalvontaa. Yleensä rakennusautomaation käyttöönotossa toimisto- ja julkisessa rakentamisessa joutuvat kaikki eri järjestelmien urakoitsijat olemaan yhtä aikaa paikalla. Tavallisemmin sähköurakoija on asentanut kaikkien eri järjestelmien kaapeloinnin ja vain toimilaitteet ovat järjestelmän urakoitsijan asentamia ja kaikkia asennettuja järjestelmiä ohjaa rakennusautomaatio.

4.17 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

Käyttöönottotarkastuksen pöytäkirja siinä vaadittuine tietoineen on määritelty standardissa SFS 6000-6-61. Pöytäkirjan tulee merkitä myös sellaisia tietoja, joita ei ole esitetty aistinvaraisissa tarkastuksissa tai testauksissa. Malli käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta täyttöohjeineen on esitetty ST- kortissa ST 51.21.05 (Liite 6). Jokaisesta uudesta asennuksesta tai olemassa olevan asennuksen laajennuksesta tai muutoksesta on tehtävä käyttöönottotarkastuspöytäkirja asennusten valmistuttua.

Tarkastuspöytäkirjaa ei edellytetä, ellei haltija sitä erikseen pyydä, kohteissa, jotka on mainittu kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä 517/1996. Esimerkki tällaisesta käyttöönotosta, jossa pöytäkirjaa ei vaadita, on yksittäisen komponentin vaihto tai sellaiset sähköalan työt, joista voi aiheutua vain vähäistä vaaraa tai häiriötä (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 517/1996 2: 4§). On kuitenkin järkevää, että sähköasennusten rakentaja laatii käyttöönottopöytäkirjan näissäkin kohteissa, riittävän laajasti ja rajattuna, jotta asiakirjasta käy ilmi, mitkä asennukset kyseinen sähköurakoitsija on tehnyt.

Asennuksen tekijä voi ilmoittaa kohteen täyttävän SFS 6000:n vaatimukset vasta sitten, kun tarkastuksissa havaitut viat ja laiminlyönnit on korjattu. Urakointikohteissa mahdolliset pöytäkirjasta ilmenevät puutteet voivat johtaa urakkakohteen valmistumisaajan ylittymiseen ja siten pahimmillaan viivästyssakkoihin. On kiinnitettävä tarkasti huomiota kohteen sähkötöiden valmistumiseen kaikilta osin määräpäivään mennessä, jotta välttyy jälkiseuraamuksilta.

Käyttöönottopöytäkirjan pitää sisältää:

- tarkastetun laitteiston yksilöintitiedot
- laitteiston rakentajan (urakoitsijan ja sähkötöiden johtajan) yhteystiedot
- tulokset tarkistuksista
- toteamus siitä, täyttääkö asennus standardin ja säännösten vaatimukset

Lisäksi käyttöönottopöytäkirjasta tulee näkyä tiedot testatuista piireistä ja testaustulokset luetellussa laajuudessa:

- eristystilan mittaustulokset: kiinteät asennukset, kytkinlaitteen takaiset asennukset, lämmityskaapeli- ja -kelmuasennukset, SELV- ja PELV-järjestelmien asennukset, suojaerotetut 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
- oikosulkuvirtamittaukset keskusalueittain epäedullisimmissa pisteissä
- vikavirtasuojan toiminnan testaus kattavasti, tarvittaessa toiminta-ajat
- kiertosuunta keskuskohtaisesti
- laitevalmistajien asennusohjeiden mukaiset mittaustulokset sellaisista laitteista, joille valmistaja edellyttää asennusohjeessaan mittauksia.

Asennuksen käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa on oltava tieto huolto- ja kunnossapito-ohjelman tarpeesta sekä seuraavan lakisääteisen määräaikaistarkastuksen suoritusajankohdasta. Pöytäkirjasta on myös käytävä ilmi, miten EMC-direktiivin mukaiset vaatimukset täyttyvät ja mitä ratkaisuja käytetty. Tarkastuksen tekijät vahvistavat pöytäkirjan oikeaksi allekirjoituksellaan. Jokaisen kohteessa olevan turvallisuudesta, rakentamisesta ja tarkastamisesta vastaavan toimijan on annettava työn tilaajalle oman toiminta-alueensa kattava pöytäkirja. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 37.)

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan voi tehdä keskuskohtaisesti, jos käyttöönotettava sähkölaitteistossa on laaja, esimerkiksi toimisto tai koulurakennus ja liittää ne koko sähkölaitteiston käyttöönottopöytäkirjaan liitteenä. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja on tehtävä myös sähkölaitteiston osittaisessa käyttöönotossa, jos esimerkiksi rakennuksesta otetaan käyttöön vain yksi siipi tai kerros.

5 POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin käyttöönottotarkastusta säätelevään lainsäädäntöön, asetuksiin, määräyksiin ja pyrittiin havainnollistamaan standardin SFS 6000-6-61 mukaiset sähköasennusten aistinvaraiset tarkastukset ja mittaukset.

Opinnäytetyössä oli tavoitteena esittää käyttöönottotarkastuksen eri vaiheet valokuvin ja esimerkein edeten silmämääräisistä tarkastuksista käyttöönottomittauksiin. Opinnäytetyössä käsiteltiin tarkastukset ja mittaukset yleisesti käytössä olevan työjärjestyksen mukaisesti. Sähköasennusten käyttöönotossa tarkasteltavat kohteet on esitetty määräysten kannalta ja havainnollistettu tarkastettavat kohteet kuvien avulla. Käyttöönottomittausten osalla mittauskytkennät on esitetty valokuvina. Opinnäytetyössä on annettu käytännön esimerkkejä mahdollisista ongelmatilanteista ja ehdotettu ratkaisuja mahdollisten ongelmatilanteiden selvittämiseksi.

Valokuvat on otettu keväällä 2014 Lapin ammattikorkeakoulun Kemin toimipisteen tiloista, jotka on saneerattu 2012. Tiloista oli mahdollista saada valokuvia kaikista tässä opinnäytetyössä käytetyistä esimerkeistä. Aineistossa ei ole kuvia tyypillisistä asennusvirheistä, koska niitä ei valmiista asennuksesta saa löytyä. Mahdolliset virheet ja puutteellisuudet oli poistettu viimeistään käyttöönottotarkastuksen yhteydessä.

Käytännön kokemuksestani oli hyötyä tässä työssä käytetyn aineiston keruussa ja käsittelyssä. Olen esimerkiksi työssäni nähnyt viime vuosikymmenen aikana EMC-suojauksen kehittymisen alkuvaiheen ”kokeile ja korjaa -menetelmästä” nykyisin käytettyihin tarvikkeisiin ja asennuskäytäntöihin.

Työn tuloksena syntyi valokuvin ja esimerkein havainnollistettu työlista. Sitä voidaan hyödyntää perehdyttäessä koestajaa käyttöönottotarkastuksessa vaadittaviin standardin SFS 6000-6-61 silmämääräisiin tarkastuksiin ja mittauksiin, joten opinnäytetyölle asetetut tavoitteet toteutuivat.

LÄHDELUETTELO

- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 5.7.1996/517
- Kauppila, Juha & Tiainen, Esa & Ylinen, Timo 2009. Sähköasennukset osa 3. Espoo: Sähköinfo Oy.
- Malux Finland Oy tuoteluettelo. Hakupäivä 22.3.2014
<www.malux.fi/>
- Prysmia Group Suomi tuoteluettelo. Hakupäivä 2.5.2014
<fi.prysmiangroup.com/en/index.html>
- Saastamoinen, Arto & Saarelainen, Kimmo 2012. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. ST-käsikirja 33. Espoo: Sähkötieto ry.
- SFS-KÄSIKIRJA 600-1 SÄHKÖASENNUKSET. Osa 1: SFS 6000
Pienjännitesähköasennukset. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS 2012.
- SFS-KÄSIKIRJA 600-2 SÄHKÖASENNUKSET. Osa 2: SFS 6000 Säädökset, sähköturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS 2012.
- ST-kortisto 662.50 Hyytiä, Kalervo 2009. Palovaroitimet. ST-kortti 662.50. Espoo: Sähkötieto ry.
- Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410.
- Tiainen, Esa 2012 D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.

LIITTEET

Liite 1. ATEX- sertifikaatti

Liite 2. Mittalaitteet ST- kortti 51.21.02

Liite 3. Mittauspöytäkirja sähkölämmitys kaapeleille

Liite 4. Pöytäkirja, moottorilähdön käyttöönottotarkastus

Liite 5. Tukes. Ajankohtaista sähköurakoitsijoille 28.6.2011

Liite 6. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja täyttö ohjeineen ST- kortti 51.21.05

Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin

PTB



(1) **EC-TYPE-EXAMINATION CERTIFICATE**
(Translation)

(2) Equipment and Protective Systems Intended for Use in
Potentially Explosive Atmospheres - **Directive 94/9/EC**

(3) EC-type-examination Certificate Number:

PTB 00 ATEX 1074



(4) Equipment: Control, load, master, motor and safety switch
of type GHG 261. R

(5) Manufacturer: CEAG Sicherheitstechnik GmbH

(6) Address: Neuer Weg Nord 49, 69412 Eberbach

(7) This equipment and any acceptable variation thereto are specified in the schedule to this certificate and the documents therein referred to.

(8) The Physikalisch-Technische Bundesanstalt, notified body No. 0102 in accordance with Article 9 of the Council Directive 94/9/EC of 23 March 1994, certifies that this equipment has been found to comply with the Essential Health and Safety Requirements relating to the design and construction of equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres, given in Annex II to the Directive.

The examination and test results are recorded in the confidential report PTB Ex 00-10038.

(9) Compliance with the Essential Health and Safety Requirements has been assured by compliance with:
EN 50014:1997 **EN 50018:1994** **EN 50019:1994**

(10) If the sign "X" is placed after the certificate number, it indicates that the equipment is subject to special conditions for safe use specified in the schedule to this certificate.

(11) This EC-type-examination Certificate relates only to the design and construction of the specified equipment in accordance with Directive 94/9/EC. Further requirements of this Directive apply to the manufacture and supply of this equipment.

(12) The marking of the equipment shall include the following:

 **II 2 G EEx ed IIC T6**

Zertifizierungsstelle Explosionsschutz

Braunschweig, October 30, 2000

By order


Dr.-Ing. U. Klausmeyer
Regierungsdirektor



sheet 1/3

EC-type-examination Certificates without signature and official stamp shall not be valid. The certificates may be circulated only without alteration. Extracts or alterations are subject to approval by the Physikalisch-Technische Bundesanstalt. In case of dispute, the German text shall prevail.

(13) **SCHEDULE**

(14) **EC-TYPE-EXAMINATION CERTIFICATE PTB 00 ATEX 1074**

(15) Description of equipment

The control, load, master, motor and safety switch of type GHG 261R... consists of a plastic enclosure of the type of protection Increased Safety "e" provided with a built-in switch of the type of protection Flameproof Enclosure "d" and a terminal of the type of protection Increased Safety "e".

Connection is from the outside via Ex cable entries.

All built-in and coupled components were separately tested and certified and are covered by separate test certificates.

Technical data

with built-in switch component GHG 23.R.... (PTB 98 ATEX 1116 U)

Rated insulation voltage

- positive make-contact version... 400 V
- positive break-contact version .. 400 V

Making and breaking capacity

utilization category AC 3

rated voltage U_0 up to 400 V
rated current I_0 max. 10 A

Utilization category AC 11

rated voltage U_0 up to 230 V 400 V
rated current I_0 max. 10 A 6 A

Utilization category DC 1

rated voltage U_0 up to 60 V 110 V 230 V
rated current I_0
single-break..... max. 10 A 1 A 0.5 A
rated current I_0
double break..... max. 10 A 1.85 A 0.8 A

Utilization category DC 11

rated voltage U_0 up to 24 V 60 V 110 V 230 V
rated current I_0
single-break..... max. 6 A 0.8 A 0.5 A 0.3 A
rated current I_0
double break..... max. 6 A 0.8 A 0.5 A 0.4 A

Rated cross-section max. 1,5 mm² (finely stranded) or 2,5 mm² (single core)

Ambient temperature range: -55 °C to +52 °C

sheet 2/3

EC-type-examination Certificates without signature and official stamp shall not be valid. The certificates may be circulated only with alteration. Extracts or alterations are subject to approval by the Physikalisch-Technische Bundesanstalt. In case of dispute, the German text shall prevail.

Physikalisch-Technische Bundesanstalt



Braunschweig und Berlin

SCHEDULE TO EC-TYPE-EXAMINATION CERTIFICATE PTB 00 ATEX 1074

In accordance with the relevant provisions, rated values other than those stated above will be permissible if the making and breaking capacity is complied with; they must be specified by the manufacturer, in dependence on the mode of operation, utilization category, etc.

(16) Test report PTB Ex 00-10038

(17) Special conditions for safe use

none

(18) Essential health and safety requirements

The tests carried out and their positive results show that the control, load, master, motor and safety switch of type GHG 261R... meets the requirements of Directive 94/9/EC and of the standards stated on the cover sheet.

Zertifizierungsstelle Explosionsschutz

By order:

Dr.-Ing. U. Klausmeyer
Regierungsdirektor



Braunschweig, October 30, 2000

sheet 3/3

EC-type-examination Certificates without signature and official stamp shall not be valid. The certificates may be circulated only without alteration. Extracts or alterations are subject to approval by the Physikalisch-Technische Bundesanstalt. In case of dispute, the German text shall prevail.

Physikalisch-Technische Bundesanstalt • Bundesallee 100 • D-38116 Braunschweig

Sileka-lämmityskaapelit						
Lämmityskaapeleiden johdin- ja eristysresistanssin mittaustulokset.						
R_1 = piiriresistanssi, vaatimus R nim. +10...-5%, 20°C R_2 = eristysresistanssi, vaatimus $R_2 \geq 0,23 \text{ M } \Omega$						
Asennus- kohde	Lämpö- kaapeli- tyyppi	R nim. Ω	Ennen valua		Valun jälkeen	
			R1/ Ω	R2/M Ω	R1/ Ω	R2/M Ω
Mittalaite (R_1) (R_2)						
Mittaus suoritettu _____ / _____ 20						
Mittauksen suorittaja _____						
Asennus ja mittaus hyväksytty _____ / _____ 20 _____						

Liite 4 1(2)

PÖYTÄKIRJA EGO-392FOR
Moottorilähdön
käyttöönottotarkastus 1 (2)

4. painos

TARKASTUKSEN KOHDE

Tehdas _____ Keskus _____
Sähköpositio _____ Konepositio _____
Käytön nimitys _____
Kytkevä kone nro _____ Irrotettava kone nro _____
Jännite _____ V Teho _____ kW RPM _____ Virta _____ A nim.

TARKASTUKSEN PERUSTE Uusi Muutos Korjaus Uusinta tarkastus

SILMÄMÄÄRÄINEN TARKASTUS

+ kunnossa - huomautettavaa 0 ei kuulu tarkastukseen
- Tarkasta seuraavien kohtien suunnitelmien mukaisuus

1. Lähdön pääkojeet

() sulakkeet 3 x A () pikalaukaisun arvo A () lämpöreleen arvo A
() kontaktori () katkaisija () virtamuuntajan arvo () merkinnät

2. Kaapelit

() johtimien kytkennät () läpiviennit () merkinnät (johtimet/kaapelit)
() kaapelien asennus () lajit () poikkiopinat

3. Turvakytkin

() tyyppi () kytkentä () läpiviennit
() merkinnät () asennus () maadoitus

4. Moottori

() tyyppi () kytkentä () läpiviennit
() merkinnät () asennus () maadoitus

5. Muut kojeet

() tyyppi () kytkentä () läpiviennit
() merkinnät () asennus () maadoitus

LÄHTÖKOHTAISET MITTAUKSET

		Mittaus tulos	Laskettu arvo	Tavoite
Moottorin PE-johdon jatkuvuus, vaihejohdinta käyttäen		Ω	Ω	$\times 1,3 < 1 \Omega$
Ohjausvirtapiirin PE-johdon jatkuvuus		Ω	Ω	$\times 1,3 < 1 \Omega$
Moottorikaapelin eristysvastus	L1-L2	M Ω	Pienin laskettu arvo	Tavoite
	L1-L3	M Ω		
	L2-L3	M Ω		
	L1,L2,L3 - PE	M Ω		
			M Ω	$\times 0,7 > 1 M\Omega$
Ohjauskaapelin oikosulkuvirta	Mittaus tulos	A	Kerroin	Tavoite
			0,77	
				kts. taulukko

PÖYTÄKIRJA
Moottorilähdön
käyttöönottotarkastus

EGO-392FOR

2 (2)

4. painos

LÄHTÖKOHTAISET TOIMINTAKOKEET

	Suorittaja	Päiväys		Suorittaja	Päiväys
Moottorin pyörimissuunta					
Taajuusmuutt. parametrit					
Paikallisohjauksen toiminta					
Turvakytkin					
Hätä-seis piirit					

KÄYTETYT MITTALAITTEET

Laite	Valmistaja	Tyyppi	Laitenro
Yleistesteri			
Eristysvastusmittari			
Yleismittari			

TARKASTUKSEN TULOS

Turvallisuustaso SFS 6000 SFS 6001 SFS-EN 60204 SFS-EN 60079-14
 A1-93 A2-94 _____ Saavutettu

korjauskehoitus annettu

Päivämäärä, johon mennessä havaitut puutteet on korjattava: / 19

HUOMAUTUKSET / PUUTTEET

	Korjattu	Tarkasti

TARKASTUKSEN TEKIJÄ/TEKIJÄT

Suorittaja	Pvm.	Allekirjoitus
------------	------	---------------

Ajankohtaista sähköurakoitsijoille

28.6.2011

EMC-häiriöiden torjuminen tutummaksi

Sähkölaitteistojen EMC-ongelmat johtuvat usein siitä, että sähkölaitteiston rakentaja ei riittävästi tiedosta, että esimerkiksi taajuusmuuttaja ja verkkolaiteasennuksissa ollaan tekemisissä radiotaajuisten signaalien kanssa. Jos häiriösuojaus on huono tai puuttuu jostakin kohtaa, suuritaajuiset signaalit voivat vuotaa järjestelmästä.


Taajuusmuuttajan ja moottorin välisen asianmukaisen kaapeloinnin häiriösuojatulla kaapelilla voi pilata väärällä muovikoteloidulla turvakytinvalinnalla, josta häiriöt vuotavat ympäristöön. Vuotava asennus toimii radiolähtimenä ja voi aiheuttaa ongelmia laajalla alueella. Virheet väärine laitevalintoineen ovat usein hankalia ja kalliita korjata.

Teollisuusympäristössä työskentelevillä sähköurakoitsijoilla ja -asentajilla asia lienee muita paremmin hanskassa. EMC-häiriöt voivat nimittäin aiheuttaa paitsi radioliikennehäiriöitä myös sellaisia häiriöitä, jotka häiritsevät tai jopa pysäyttävät tietokoneohjattuja tuotantoprosesseja ja näin ollen aiheuttavat suuriakin keskeytyskustannuksia. Asiaan on jouduttu perehtymään myös toimistotilojen ja julkisten rakennusten sähköistyksissä. Taajuusmuuttajakäytöt ovat kuitenkin käyttökustannussyistä lisääntyneet myös asuinrakennuksissa, ja lisääntyvät edelleen. Näin ollen EMC-suojauksen perustiedoista on syytä olla selvillä. Aktiivisia häiriölähteitä voivat olla myös muun muassa suurvirtaiset keskuskeskukset, tasanuuntaajat, hakkurivirtalähteet, sähkömoottorit, hitsausmuuntajat ja monet muutkin komponentit.

Uudisasennuksissa suojauksen lähtökohta on laadukkaassa suunnittelussa. Häiriösuojavaatimuksia määriteltäessä on otettava huomioon rakennettavan sähkölaitteiston käyttötarkoitus ja erityisesti siihen tulevat sähkö-, automaatio-, paloilmoin- ja tietotekniset järjestelmät. Vaativissa kohteissa, joissa on sekä potentiaalisia häiriölähteitä että häiriöille herkkiä laitteita, suojaustaso on aivan eri kuin kohteissa, joissa näitä ei ole. Vaativien kohteiden häiriösuojaukseen kuuluu muun muassa TN-S-järjestelmä, laitteiden oikea valinta ja laitteiden asennusohjeiden noudattaminen, eri järjestelmien kaapelointien erilleen asentaminen (kuitenkin yhteisiä johtoreittejä käyttäen), silmukoitu potentiaalintasausverkko, häiriösuodattimet ynnä muuta. Laitteiden sijoittamisessa on pyrittävä siihen, että aktiivisia häiriölähteitä ja häiriöille herkkiä laitteita ei asenneta lähelle toisiaan. Helpommassa ympäristössä pääsee selvästi yksinkertaisemmillä ratkaisuilla, vaikkakin peruseriaatteet ovat samat.

Koska TN-S-järjestelmä on toimivan häiriösuojauksen perusedellytys, on odotettavissa, että SFS-6000- standardisarjan seuraavaan versioon tulee uusia rajoituksia ja tarkennuksia PEN-johtimen käytölle uudis- ja korjausrakentamisessa. Tämänhetkisten luonnosten mukaan uudiskohteissa ei liitymiskohdan jälkeen enää tulla sallimaan PEN-johtimen käyttöä millään johdinpoikkipinnoilla.

EMC-suojauksista käsitellään lähemmin standardissa SFS 6000-4-44 sekä juuri ilmestyneessä ST-kortissa 51.02.

		ST 51.21.05	1 (4)
Pöytäkirjan nro _____			
KÄYTTÖÖNOTTO- TARKASTUSPÖYTÄKIRJA			
Käyttöönottotarkastuksen osatarkastus <input type="checkbox"/>		Muuttotarkastus <input type="checkbox"/>	
Käyttöönottotarkastus <input type="checkbox"/>			
Muu <input type="checkbox"/>		Mää? _____	
PERUSTIEDOT			
Kohteen tiedot	Työnumero	Kohteen nimi ja yksilöinti	Osoite ja postitömpäkki
Sähkötöiden rakentaja	Rakentajan nimi	Osoite ja postitömpäkki	
	Sähkötöiden johtaja		
	Puhelinnumero	Sähköpostiosoite	
1. AISTINVARAINEN TARKASTUS			
Koko kohde <input type="checkbox"/>		Vain kyseinen keskusalue <input type="checkbox"/>	
a)	Sähkösäältä suojaus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		
b)	Palosuojaus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		
c)	Johtimien valinta	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		
d)	Suoja-, käyttö- ja valvontalaitteet	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		
e)	Ero- ja kytkentälaitteet	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		
f)	Sähkölaitteiden suojausmenetelmät	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		
g)	Nolla- ja suojojohtimien tunnuksat	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		
h)	Yksivaiheiset kytkinlaitteet	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		
i)	Dokumentit, varoituskilvet yms.	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		
j)	Tunnistettavuus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		
k)	Johtimien liitosten sopivuus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		

© Sähkönto Oy 9/12 - Sähkönto ry:n julkaisu

3 (4)

4. SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ									
		L, JA	Z, RD	Suojatila	In/A (suojalaitteet)				
Keskus									
Epeäduksin piste (0,4 s)									
Epeäduksin piste (5,0 s)									
Okosukuvirta- ja simukka-mpedanssarvot saatu mittamalla <input type="checkbox"/> Vikasuojaus on toteutettu vikavirtasuojalla <input type="checkbox"/>									
Okosukuvirta- ja simukka-mpedanssarvot saatu laskemalla <input type="checkbox"/>									
Saadut arvot ovat standardin vaatimusten mukaiset <input type="checkbox"/>									
Litteet _____									
Vikavirtasuojat									
Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvoimitattu arvo		Painke- lestaus	Tyyppi ja käyttö- tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvoimitattu arvo		Painke- lestaus
		I _{ms}	I _{in}				I _{ms}	I _{in}	
Toiminnat toteutettu standardien vaatimusten mukaisiksi <input type="checkbox"/> Käyttötarkoitus VS = vikasuojaus, LS = häätösuojaus, PS = palosuojaus									
Litteet _____									
5. KIERTOSUUNNAN TARKASTUS									
Keskus	<input type="checkbox"/>	3-vaihepistorasiat	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly asennukseen	<input type="checkbox"/>				
6. TOIMINTA- JA KÄYTTÖTESTIT									
Koneet ja laitteet	<input type="checkbox"/>	Toiminnalliset kokonaisuudet	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly asennukseen	<input type="checkbox"/>				
7. EMC-SUOJAUS									
Kohteessa on käytetty TN-S-järjestelmää <input type="checkbox"/>									
Maadoitukset ja potentiaalitasaukset on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti <input type="checkbox"/>									
Kaapeleiden välinen, sijoittelu ja asentaminen on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti <input type="checkbox"/>									
Lähevalinnossa on huomioitu asennusympäristön vaatimukset <input type="checkbox"/>									
Asennuksessa on noudatettu lähevalmistajien ohjeita <input type="checkbox"/>									
Muuta mää? _____									
Litteet _____									
Sähkölaiteisto täyttää sähköturvallisuuslain ja valtionvoston asetuksen (1466/2007) sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset <input type="checkbox"/>									
8. HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMAN TARVE									
Kohteen kunnossapito-ohjelma vaaditaan <input type="checkbox"/>									
ei vaadita <input type="checkbox"/>									
Kohteessa on huolto- ja kunnossapito-ohjelma <input type="checkbox"/>									
Kohteessa on käyttö-, huolto- ja kunnossapito-ohjeet <input type="checkbox"/>									
Kohteessa on postumetritivälilaistus <input type="checkbox"/> Kohteessa on postumetritivälilaistusta koskeva kunnossapito-ohjelma <input type="checkbox"/>									
9. SEURAAVA MÄÄRÄAJAISTARKASTUS									
Kohde vaaditaan <input type="checkbox"/> määräaikaistarkastuksen ajankohta _____									
ei vaadita <input type="checkbox"/>									
Huom! _____									
10. KOHTEEN TOTEUTUKSESSA KÄYTETYT STANDARDIT									
Toteutuksessa on käytetty standardikäsi kirjaa SFS 600/20 _____ ja									
muuta mää? _____									
Kohde on toteutettu edellä mainittujen standardien vaatimusten mukaisesti toteutetusti: <input type="checkbox"/>									

KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJAN TÄYTTÖOHJE

ST 51.21.05

Yleistä

"Pöytäkirjan aistinvaraiset tarkastukset" -osa on toimitettava työmaalle heti, kun kohde aloitetaan. Muut osat ehtivät käyttöön myöhemminkin. Sivut sidotaan toisiinsa ja järjestetään pöytäkirjanumeron avulla. Yleistietoja ei tarvitse toistaa.

Myös kohteeseen kuulumattomat aistinvaraisen tarkastuksen alakohdat (tarkastukset joita ko. kohteessa ei ole tehtävissä tai ei tarvitse tehdä) on merkittävä sarakkeeseen "Ei sisälly".

Keskeneräisessä työssä on varmennettava, että käyttöön ottamattomat asennukset jäävät turvalliseen kuntoon eikä niitä voida ottaa käyttöön maallikolle sallituilla toimenpiteillä.

Pöytäkirjaa ST 51.21.05 on saatavana sekä paperiversiona että sähköisenä, dynaamisena versiona. Dynaamisessa versiossa on ominaisuuksia, joilla esim. rivimääriä voidaan lukuvasti kasvattaa, ja toisaalta siitä poistuu automaattisesti kohtia, joita ei tarvita. Näin lopullisesta lomakkeesta saadaan luettavampi.

Pöytäkirja ST 51.21.05 on tarkoitettu käytettäväksi kokonaisuusien käyttöönottotarkastuspöytäkirjana. Pöytäkirja ST 51.21.06 on tarkoitettu lähinnä pienien korjaus-, muutos- tai laajennustöiden sekä osakokonaisuusien käyttöönottotarkastuspöytäkirjaksi silloin, kun laajempaa versiota pidetään liian massiivisena.

Pöytäkirjat täyttävät oikein käytettyinä Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen 517, 3 ja 4 §:n vaatimukset. Allekirjoitettu käyttöönottotarkastuspöytäkirja on luovutettava laitteiston haltijalle.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan täyttö

Merkitään rastilla, onko kyseessä käyttöönottotarkastuksen osatarkastus, lopullinen käyttöönottotarkastus vai kunnossapitotarkastus. Merkittäessä kohta "Käyttöönottotarkastuksen osatarkastus" rastilla ilmestyy dynaamisessa lomakkeessa alakohta "Muuttotarkastus". Jos kyseessä on muu osatarkastus kuin muuttotarkastus, kohta tältä osin jätetään täyttämättä.

Laitettaessa rasti kohtaan "Muu" ilmestyy dynaamisessa lomakkeessa rivi, jolle voidaan tämä muu syy kirjata. Muu osatarkastuksen syy kirjataan seuraavalle riville tyhjään tilaan. Tällaisia muita syitä voivat olla esim. korjaustyö, muutostyö, laajennustyö, laajemman kokonaisuuden osittainen käyttöönotto yms. Jos huomautuksille tai muille lisätiedoille varattu tila ei riitä, kannattaa käyttää erillistä liitettyä asian selvittämiseksi yksiselitteisesti (maininta liitteestä ja sen numero ko. kohtaan).

Kohteen tiedot

Työnumerona voidaan käyttää sähköilaitteiston rakentajan kohdekohtaista työ- tai projektinumeroa tai näiden yhdistelmää.

Kirjoitetaan kohteen käyttötarkoitus ja nimi, esim. Asuin-kerrostalo, As.Oy Sähkötele.

Kohteen nimessä ja yksilöinnissä käytetään tarvittavia lisätietoja, esim. onko kyseessä koko rakennus vai jokin sen osa. Tärkeää on, että rajaus tehdään riittävän tarkasti ja yksiselitteisesti vastuualueen rajaamiseksi.

Katusoitte ja postitoimipaikka kirjoitetaan rakentamisaikakohdan mukaisena.

Sähköilaitteiston rakentaja

Merkitään sen yrityksen nimi, jonka nimissä tarkastuspöytäkirjasta ilmenevät sähköasennustyöt on tehty. Sähkötöiden johtajan kohdalle merkitään työssä sähkötöiden johtajana toimineen henkilön nimi. Katuosoite-, postitoimipaikka- ja puhelinnumerotiedoiksi merkitään yrityksen työtä hoitaneen kiinteän toimipisteen tiedot.

Sähköpostiosoitteena on sähkötöiden johtajan sähköpostiosoite.

1 Aistinvarainen tarkastus

Jos kohde on tarkastettu ja kunnossa, riittää rasti asianomaiseen ruutuun. Mikäli alakohdan kirjainmerkinnällä ilmoitettu asia ei sisälly tarkastettavaan kohteeseen, rastietaan kyseinen kohta.

Havaitut puutteet merkitään Huom-sarakkeeseen tai erilliseen liitteeseen. Dynaamisessa lomakkeessa Huom-sarakkeeseen voi jatkaa kirjoittamista vapaasti niin pitkään kuin tekstiä riittää. Lomake kasvattaa rivejä automaattisesti. Sulussa olevat viittaukset ovat standardin SFS 6000 vuoden 2012 painoksen asianomainen kohta, josta selviää tarvittaessa lisätietoa.

- a) Sähköiskulta suojaukseen käytetty menetelmä (osa 4-41)
 - Perussuojauksen toimivuus varmistetaan aistinvaraisesti tutkimalla sellaisten suojuksien ja kotelointien olemassaolo, kiinnitys ja eheys yms., joiden tehtävänä on estää jännitteisen osan koskettaminen. Lisäksi tarkastetaan eri tiloista aiheutuvien kotelointiluokkavaatimusten täytyminen. Myös käyttöön liittyvien varoituskilpien ja vastaavien olemassaolo on tarkastettava (liite 41A).
 - Lisäsuojauksen olemassaolo varmistetaan kohteissa, joissa sitä tulee käyttää. Kohteista voidaan mainita mm. vikavirtasuojia pistorasia- ja lämmitysryhmissä tai palovaarallisten tilojen asennuksissa (liite 41X).
- b) Palosuojuksien käyttö ja muut palon leviämisen estämiseksi ja lämpövaikutuksilta suojaamiseksi tehdyt toimenpiteet (osa 4-42 ja luku 527)
 - Tässä kohdassa kiinnitetään huomiota sähköilaitteiden läheisyydessä olevien materiaalien palamiseen, syttymiseen tai huononemiseen. Lisäksi tulee huomioida mahdollisten palovammojen riskin eliminoiminen sekä asennettujen laitteiden turvallisen

Liite 6 6(9)

- toiminnan mahdollinen huonontuminen (liite 42A). Tässä kohdassa tulee tarkastaa myös johtojärjestelmien oikea valinta palon leviämisen estämiseksi samoin kuin läpiviennit yms. varsinkin eri palo-osastojen välisissä läpivienneissä.
- c) Johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitteenaleneneman kannalta (Osa 4-43 ja luvut 523-525)
- Todetaan ylikuormitus- ja oikosulkusuojauksien olemassaolo sekä oikea sijoittelu. Varmistetaan suoja-laitteiden asettelut, selektiivisyys ja yhteensopivuus sekä kiinnitetään huomiota mahdollisiin johdinpi-tuuksien muutoksiin alkuperäiseen suunnitelmaan verrattuna erityisesti jännitteenaleneneman ja lasken-nalisten oikosulkuvirta-arvojen kannalta.
- d) Suoja-, käyttö- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu (osa 5-53)
- Varmistetaan suoja-, erotus-, kytkentä- ja ohjauslaitteiden oikea valinta ja asennus. Tarkastellaan toteu-tetun ylijännitesuojauksen toteutusta ja toimivuutta.
- e) Erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus (luku 537)
- Varmistetaan sähkölaitteiden tarvitsemien käyttö- ja ohjauslaitteiden sijainti, huollon aikana mahdolli-sesti tarvittavat poiskytkentälaitteet ja mahdolliset hätäkytkentälaitteet sekä näiden tarvitsemat kilvet ja käyttömerkinnät.
- f) Sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan (kohdat 422, 512.2 ja 522)
- Varmistetaan sähkölaitteiden ja asennuksen oikeelli-suus tiloissa, joissa on käsiteltävistä tai varastoitavista materiaaleista johtuva palovaara. Tässä kohdassa varmistetaan myös ulokäytäviin tehtyjen sähköasen-nusten määrätystenmukaisuus. Samoin varmistetaan, että ympäristön lämpötila, ulkoiset lämmönlähteet, veden esiintyminen, vieraat kiinteät aineet, korroo-siota tai likaantumista aiheuttavat aineet, iskut, vä-rähtelyt, muut mekaaniset rasitukset, kasvillisuus ja homekasvustot, eläimistön esiintyminen, auringon-säteily, seismit ja vaikutukset, tuuli, käsiteltävien ja varastoitavien materiaalien luonne sekä rakenteiden suunnittelu on otettu huomioon sähkötarvikkeissa ja -asennuksissa.
- g) Nolla- ja suojajohtimien tunnukset (kohta 514.3)
- Selvitetään johdinvärien oikea ja standardin mu-kainen käyttö.
 - Muut merkinnät (N, PE yms.).
- h) Yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin (luku 537)
- Jo asennusvaiheessa varmistetaan siitä, että yksi-napaiset kytkimet on asennettu äärijohtimiin.
- i) Piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen ole-massaolo (kohta 514.5)
- Tarkastetaan, että kaikki käytön, hoidon ja huollon tarvitsemat dokumentit, varoituskilvet yms. ovat kohteessa helposti saatavilla ja käytettävissä.
- j) Virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tun-nistettavuus (luku 514)
- Varmistetaan, että kohteessa on käyttäjän kannalta tarpeelliset merkinnät niin, että sähkölaitteiston tur-vallinen ja virheetön käyttö on mahdollista.
- k) Johtimien liitosten sopivuus (luku 526)
- Tarkastetaan, että liitokset on tehty oikein varustein ja menetelmin sekä toteutettu niitä mahdollisesti koskevien erityisohjeiden mukaisesti.
- l) Suojajohtimien, mukaan luettuna pää- ja lisäpotentiaa-lintasausojohtimien, olemassaolo ja sopivuus (osa 5-54)
- Varmistetaan maadoituselektrodin olemassaolo ja määrätystenmukaisuus. Varmistetaan suojajohtimien poikkipinnat ja olemassaolo myös niissä asen-nuksissa, joissa suojajohdinta ei ensiasennuksen yhteydessä oteta käyttöön, mutta varaudutaan kui-tenkin tulevaisuudessa mahdollisesti toteutettaviin muutoksiin (esim. suojausluokan II 2,5 A:n pisto-rasia-asennukset).
 - Kohtaan merkitään myös kohteessa käytetty maa-doituselektrodirakenne. Mikäli kohteessa on käytetty muuta kuin perustusmaadoituselektrodia, perustel-laan muuntyyppisen maadoituselektrodirakenteen valinta.
- m) Sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaa-tima tila (luvut 513 ja 514 ja osa 7-729)
- Varmistetaan, että sähkölaitteiden ja niiden joh-dotusten ja liitosten lukse pääsee helposti myös myöhemmää tarkastusta yms. toimenpidettä varten.
- n) Erikoistilat
- Mikäli kohteessa on luvun 7 tai 8 mukaisia erikois-tiloja tai räjähdysvaarallisia tiloja, varmistetaan niitä koskevien määrätysten noudattaminen siltä osin kuin ne ovat aistinvaraisesti havaittavissa.
 - Kohdetta koskevat erikoistilat luetellaan tässä koh-din.
- Keskuksen nimi ja tunnus**
- Kohtaan kirjotetaan sen keskuksen nimi ja tunnus, josta lähteviä asennuksia tarkastus koskee (esim. Nousukeskus NK1).
- ## 2 Suojajohtimien jatkuvuus
- Suoritetaan kattava mittaus, jossa mitataan kaikkien PE-, PEN-, pääpotentiaalintasaus- ja lisäpotentiaalintasaus-johtimien jatkuvuus. Mittaukset suoritetaan ja merkitään mittauspöytäkirjaan keskuskohtaisesti suoritetuiksi. Jos arvojen todetaan täyttävän vaatimukset, merkitään lisäksi rasti kyseiseen ruutuun. Erillisellä liitteellä kannattaa antaa mittautiedot silloin, jos asiakas edellyttää tällaisia tietoja. Aina kuitenkin merkitään suurin esiintynyt suojajohtimen resistanssiarvo ja sen esiintymispaikka riittävällä tarkkuu-della.
- ## 3 Eristysresistanssi
- Mittaamalla varmistetaan kaikkien jännitteisten johtimien (L1, L2, L3 ja N) ja maadoitusjärjestelmään kytketyn suoja-johtimen välinen eristysresistanssi. Palovaarallisissa tilois-sa suositellaan lisäksi mitattavaksi eristysresistanssi myös kaikkien jännitteisten johtimien väliiltä. Mittaustulosten on täytettävä niitä koskevat vaatimukset, ennen kuin voidaan merkitä asennusten täyttävän standardien vaatimukset. Mittaustulokset tulee eritellä siten, että niistä on selkeästi todettavissa kiinteiden asennusten, kytkinlaitteiden takais-ten asennusten, lämmityskaapelien ja -kelmujen, SELV- ja PELV-piirien samoin kuin suojaerotettujen piirien mittaus-tulokset. Myös lattia- ja seinäpintojen resistanssi voidaan joutua erikoistapauksissa mittaamaan.

Mikäli mittauksen onnistumiseksi on jouduttu käyttämään erikoistoimenpiteitä, myös niistä on tehtävä merkintä mitauspöytäkirjaan. Tällaisia voivat olla esim. joidenkin laitteiden irrottaminen verkosta mittauksen ajaksi tai madalletun mittausjännitteen käyttäminen. Lämmityskaapeleista ja -kelmuista voidaan tässä kohden ilmoittaa myös muut asennusaikaisetkin tiedot, mutta ne voivat olla myös erillisinä liitteinä. Kyseiseen kohtaan kannattaa laittaa myös merkintä siitä, jos eristysresistanssin mittaus tehdään PEN-järjestelmään.

4 Syötön automaattinen poiskytkentä

Mitattaessa silmukkaimpedanssin ja oikosulkuvirran arvot on nämä mittaukset tehtävä ja merkittävä pöytäkirjaan keskuskohtaisesti siten, että merkinnöistä selviävät sekä keskuksen että epäedullisimman pisteen arvot. Joissain tapauksissa näitä epäedullisimpia pisteitä voi löytyä useampia käytetyistä johdinpoikkipinnoista ja sulakkeista riippuen. Jos käytetään vain laskennallista varmistusta, on pöytäkirjan liitteenä oltava kyseiset laskutoimitukset ja mitausten osalta riittää suojajohtimien jatkuvuuden tarkastaminen. Kohdassa ilmoitetaan myös käytetyn suojalaitteen tyyppi ja nimellisvirta. Katkaisijoissa ilmoitetaan katkaisijan asetuuarvot kohdassa "Nimellisvirta".

Jos poiskytkentälaitteena käytetään vikavirtasuojaa $I_{\Delta n} \leq 500$ mA, vikavirtapiirin impedanssia ei normaalisti tarvitse mitata.

Vikavirtasuojien toiminnan oikeellisuus varmistetaan aistinvaraisella tarkastuksella ja testaamalla. Testipainikkeen toiminta varmistetaan painamalla testinappia ja mittamalla todetaan vikavirtasuojan toimivuus nimellisvirrallaan. Mittaustuloksina esitetään toiminta-aika vikavirtasuojakohtaisesti silloin, kun se on vaatimuksena, ja muu toiminta varmistetaan standardien mukaisesti merkaamalla rasti kyseiseen ruutuun. Tyyppi- ja käyttötarkoituksikohtaan merkitään esim. A/S/PS. Merkintä tarkoittaa, että kyseessä on A-tyypin selektiivinen vikavirtasuojia, jota käytetään palosuojaukseen.

5 Kiertosuunnan tarkastus

Monivaiheisissa piireissä on mittauksin varmistettava kiertosuunnan säilyminen samana ja oikeana koko järjestelmässä. Pöytäkirjaan merkitään tarkastukset tehdyiksi keskuskohtaisesti valmiiksi vasta sitten, kun mittaukset on tehty niin keskuksesta kuin siitä syötetyistä monivaiheisista pistorasioistakin.

6 Toiminta- ja käyttötestit

Tehtään toimintatestit kaikille kytkin-, käyttö-, ohjaus- ja lukituslaitteille ja vastaaville sen toteamiseksi, että ne on koottu, asennettu ja aseteltu oikein standardien vaatimusten mukaisesti. Tähän testiin kuuluvat myös toiminnallisten kokonaisuusien testaaminen, eikä pelkkä yksittäisten laitteiden testaus riitä. Kohdan testit kuitataan tehdyiksi vasta, kun kaikki testit toiminnallisine kokonaisuuksineen on toteutettu ja todettu laitteiden toimivan oikein.

7 EMC-suojaus

Kerrotaan, mitä menetelmiä on käytetty EMC-direktiivin vaatimusten täyttämiseksi. Tarvittaessa annetaan selvitys erillisen liitteen avulla. Tyypillisiä pienkohteissakin käytettäviä lisäsuojauksia voi esiintyä varsinkin taajuusmuuttajakäytöissä. Tällöin liitteessä selvitetään, mitä eri-

koisvaatimuksia laitevalmistaja on asennuksille asettanut (esim. häiriösuojatut symmetriset kaapelit taajuusmuuttajalta moottorille, EMC-vaatimukset täyttävät läpivientihokit, maadoituspannat yms.).

8 Huolto- ja kunnossapito-ohjelman tarve

Merkittään rastilla, onko kohde sellainen, että tarvitaan erillinen huolto- ja kunnossapito-ohjelma, ja onko se valmiina vai riittävätkö huolto- ja kunnossapito-ohjeet, sekä ovatko ne käytettävissä. Mikäli kohteessa on poistumisreitit-valaistus, on varmistettava, että sitä koskeva kunnossapito-ohjelma on laadittu.

9 Seuraava määräaikaistarkastus

Mikäli kohdetta koskee lakisääteinen määräaikaistarkastus, merkitään tähän kohtaan seuraavan määräaikaistarkastuksen suoritusajankohta. Kun asennettava kohde liittyy vanhaan jo olemassa olevaan järjestelmään, voidaan tässä kohdassa esittää suosituksia mahdollisesti tarvittavista korjauksista ja parannuksista koskien aiemmin asennettua järjestelmää.

10 Kohteen toteutuksessa käytetyt standardit

Merkittään tähän kohtaan, mitä standardeja kohteen toteutuksessa on käytetty. Tässä kohden voi lukea esimerkiksi: Standardikäsikirja SFS 600/2012. Jos käytössä on muitakin standardeja tai direktiivien määräyksiä, voidaan ne lisätä tähän kohtaan. Mikäli on tehty standardista poikkeamia, myös ne tulee esittää tässä kohdassa. Muutos- ja laajennustöistä todetaan lisäksi, etteivät tehdyt asennukset heikennä aiempien asennusten turvallisuutta. Jos tiedetään, minkä standardien tai määräysten mukaisesti aiemmat asennukset on tehty, merkitään tiedot tähän kohtaan. Myös tässä kohdassa tulee vielä rastimerkinnällä osoittaa, että mainittuja standardeja on kohteessa noudatettu.

11 Palovaroittimet

Pöytäkirjan kohdassa "sähkölaitteiston rakentaja" mainittu asennusliike vastaa siitä, että palovaroittimet asennetaan ao. suunnitelman sekä palovaroittimien asennusohjeen mukaisesti.

Rakennuksen käyttöönottokatseiluksen yhteydessä rakennusvalvontaviranomaiselle tulee esittää sähköasennusten käyttöönottotarkastuspöytäkirja tai erillinen asennustodistus, jossa mainitaan palovaroittimesta seuraavat asiat:

- vakuutus, että asennetut palovaroittimet täyttävät niille säädöksissä ja määräyksissä asetetut vaatimukset (pelastustoimen laitelaki, asetus palovaroittimien teknisistä ominaisuuksista, sähköturvallisuussäädökset jne.) ja että ne on asennettu ao. suunnitelman mukaisesti
- asennettujen palovaroittimien virran ja varavirran syötöjärjestelyt
- palovaroittimien käyttöönottotarkastuksen päivämäärä ja tarkastushavainnot
- asennuksista vastaavan henkilön allekirjoitus.

Palovaroittimien käyttö- ja huolto-ohjeet on liitettävä rakennuksen huoltokirjaan sekä luovutettava asunnon haltijalle.

Lisätietoa ST-kortista 662.50, Palovaroittimet.

12 Tarkastuksen tekijän allekirjoitus

Pöytäkirjan allekirjoittaa tarkastuksen tekijä, tai jos tekijöitä on useampia, kaikki tekijät.

Mittauksissa käytetyt mittalaitteet yksilöidään tarkastuskohtaisesti niin, että on myöhemmin selvitettävissä, millä mittalaitteella mikin mittausta on tehty.

13 Luovutusmerkintä

Riippuen siitä, tuleeko kohteen valmistuminen ilmoittaa verkkoyhtiölle vai Tukesille, merkitään ilmoituksen teko ja päivämäärä oheiseen kohtaan. Käytön opastus -kohtaan merkitään joko jo pidetyn opastuksen ollessa kyseessä rasti ruutuun tai myöhemmäksi sovitun opastuksen toteutuspäivämäärä. Luetellaan kaikki liitteinä pöytäkirjaan sisältyvä materiaali. Tällaisia liitteitä ovat esim. lämmityskelmuille ja -kaapeleille tehdyt asennusaikaiset tarkastukset. Myös muiden liitteiden, jotka on mainittu käyttöönottotarkastusten muissa kohdissa, tulee olla luetteloituina tässä kohdin.

Samoin piirustuksista ja dokumenteista luetellaan kaikki luovutettu materiaali. Merkitään päivämäärät, jolloin asennettua sähkölaitteistoa koskevat mittauspöytäkirjat, piirustukset ja muut dokumentit, kuten asennus-, huolto- ja käyttöohjeet, on luovutettu tilaajalle tai hänen edustajalleen. Allekirjoituksen tähän kohtaan laittaa se henkilö, joka on varmistanut asianomaisen kohdan paikkansapitävyyden.

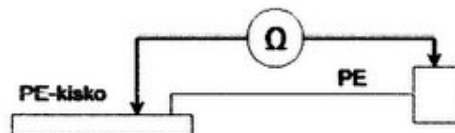
14 Tilaaajan tai hänen edustajansa kuittaus

Tähän kohtaan otetaan tilaajalta tai hänen valtuuttamaltaan edustajalta kuittaus, jolla hän varmistaa saaneensa luovutusmerkintöjen mukaiset materiaalit ja toiminnot.

MITTAUKSISSA TARVITAVAA PERUSTIETOA

Kohta 2

Suojajohtimien jatkuvuusmittauksissa varmistetaan asennuksen suojajohtimien jatkuvuus. Mittalaitteen tulee täyttää Standardisarjan EN 61557 asianomaisen osan vaatimukset. Mittauskytkentä on oheisen kuvan 2a mukainen. Suurin resistanssiarvo saa olla 0...3 Ω .



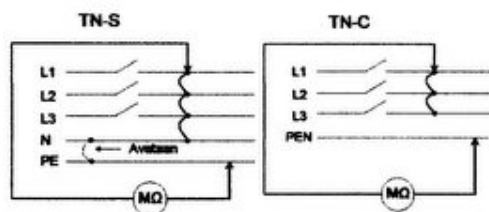
Kuva 2a. Jatkuvuusmittaus.

Kohta 3

Mittalaitteen tulee täyttää Standardisarjan EN 61557 asianomaisen osan vaatimukset. Vaaditut koejännitteet ja eristysresistanssiarvot on esitetty taulukossa 3a. Jalkelujärjestelmästä riippuvat mittauskytkennät on esitetty kuvissa 3a ja b.

Taulukko 3a. Vaaditut koejännitteet ja eristysresistanssiarvot.

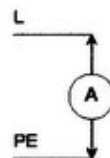
Nimellisjännite	Koejännite V	Eristysresistanssi M Ω
SELV ja PELV	250	$\geq 0,5$
Enintään 500 V	500	$\geq 1,0$
Enintään 500 V erikoistapauksessa	250	$\geq 1,0$
Yli 500 V	1000	$\geq 1,0$



Kuva 3a. Mittauskytkennät.

Kohta 4

Syötön automaattinen poiskytkentä varmistetaan joko laskemalla tai mittaamalla pienin tai pienimmät esiintyvät oikosulkuvirrat (suojausten toimivuus tulee varmistaa kaikkien suojalaitteiden osalta erikseen tarvittaessa). Selvitettyä arvoa verrataan käytetyn suojalaitteen edellyttämään virtaan. Vaaditut arvot käyvät ilmi taulukosta 4a.



Kuva 3b. Mittauskytkennät.

Taulukko 4a. Eri suojalaitteiden toimintarajavirrat.

Suojalaitteen nimellisvirta A	Suojalaitteiden toimintarajavirrat ja pienimmät hyväksyttävät mittaustulokset							
	Suojalaitteiden toimintarajavirrat ja pienimmät hyväksyttävät mittaustulokset				Johdonsuojakatkaisijat			
	gG-sulake 0,4 s A	Vaadittu mitattu arvo A	gG-sulake 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A
6	46,5	58,2	–	–	30	37,5	60	75
10	82	102,5	–	–	50	62,5	100	125
16	110	137,5	–	–	80	100	160	200
20	145	181,3	–	–	100	125	200	250
25	180	225	110	137,5	125	156,3	250	312,5
32	270	337,5	150	187,5	160	200	320	400
50	470	587,5	250	312,5	250	312,5	500	625
63	550	687,5	320	400	315	393,8	630	787,5
80	840	1050	425	531,3	400	500	800	1000
125	1450	1812,5	715	893,8	625	781,3	1250	1562,5

Vikavirtasuojan toiminta varmistetaan sekä laitteen testauspainikkeesta että koestamalla laitteen toiminta nimellistointavirralla.