



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# SÄHKÖASENNUSTEN KÄYTTÖÖNOTTOMITTAUKSET

TEKIJÄ: Ilkka Karjalainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Ilkka Karjalainen	
Työn nimi Sähköasennusten Käyttöönottomittaukset	
Päiväys 3.5.2013	Sivumäärä/Liitteet 29/1
Ohjaaja(t) Lehtori Heikki Laininen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Paikallis-Sähkö Oy	
Tiivistelmä <p>Sähkölaitteistoille on ennen niiden käyttöönottoa tehtävä käyttöönottotarkastus, jolla tarkistetaan, ettei niistä aiheudu vaaraa käyttäjille. Käyttöönottotarkastus koostuu aistinvaraisesta tarkastuksesta ja mittauksilla tehdyistä testeistä. Aistinvaraista tarkastusta tehdään koko asennustyön ajan, kun taas mittaukset ajoittuvat pääosin rakentamisen loppuvaiheeseen. Tämän työn tarkoituksena oli koota ohje sähköasennusten käyttöönottomittausten tekemistä varten.</p> <p>Ohjeessa käydään vaiheittain läpi käyttöönottotarkastusten tekeminen siinä järjestyksessä, kuin ne standardissa SFS 6000-6 on esitetty. Pääasiallisia tiedonlähteitä työssä olivat SFS-käsikirja 600-1 ja ST-käsikirja 33 Rakennusten sähköasennusten tarkastukset sekä käyttöönottomittauksia määrittelevät lait ja asetukset. Työ koostuu neljästä pääosiosta, jotka olivat käyttöönottomittauksia koskeva lainsäädäntö, käyttöönottotarkastuksiin kuuluvien tarkastusten tekeminen, asennustesterin käyttöohjeet sekä esimerkkikohteessa tehdyt mittaukset. Työssä tehdyissä mittauksissa käytettiin Amprobe Telaris 0100-Plus -asennustesteriä, jolla saatiin tehtyä kaikki standardien vaatimat mittaukset. Mittaustulokset tallennettiin mittarin muistiin, josta ne sitten siirrettiin tietokoneelle.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi tiivistetyt ohjeet sähköasennusten käyttöönottotarkastusten tekemiseen ja tulosten tulkintaan. Ohjeen avulla käyttöönottotarkastusten tekijä voi työmaalle lähtiessään kerrata mittausten tekemiseen ja asennustesterin käyttöön liittyvät toimenpiteet.</p>	
Avainsanat käyttöönottotarkastus, sähköasennukset, mittaukset	
julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Ilkka Karjalainen			
Title of Thesis Commissioning Inspections of Electrical Installations			
Date	May 3, 2013	Pages/Appendices	29/1
Supervisor(s) Mr Heikki Laininen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Paikallis-Sähkö Oy			
<p>Abstract</p> <p>Before the electrical installations are taken in use a commissioning inspection must be made to check that the installations do not cause any danger to their users. The commissioning inspection includes visible observations and measurements. Visible observations are made during the entire building process whereas the measurements are mainly made at the end of the building process. The purpose of this final project was to make inspection instructions for electrical installations.</p> <p>How to make commissioning installations is represented step-by-step in these instructions which are written in the same order as represented in standard SFS 6000-6. The main sources of information in this thesis were the <i>SFS-käsikirja 600-1</i>, <i>ST-käsikirja 33 Rakennusten sähköasennusten tarkastukset</i> and legislation related to the commissioning inspections. The final project consists of four main parts which were the legislation related to the commissioning inspections, making the inspections, operating instructions for the installation tester and the measurements made in the building site. The measurements were made with Amprobe Telaris 0100-Plus installation tester which had functions to make all the required measurements. The results were saved in the memory of the installation tester and later transferred to computer.</p> <p>The final result of this thesis was instructions on commissioning inspections and interpreting the results of the measurements. With the help of these instructions an employee can rehearse the methods of making commissioning inspections and using installation tester before beginning the inspections.</p>			
Keywords commissioning inspection, electrical installations, measurements			
public			

# SISÄLTÖ

1	LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT .....	6
2	JOHDANTO .....	7
3	SÄHKÖTURVALLISUUS SUOMESSA .....	8
4	KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET .....	10
4.1	Aistinvarainen tarkastus.....	10
4.2	Mittaukset ja toiminnalliset kokeet.....	10
4.2.1	Suojajohtimen jatkuvuus.....	11
4.2.2	Eristysresistanssin mittaus.....	13
4.2.3	SELV- ja PELV-piirien ja sähköisesti erotettujen piirien eristysresistanssimittaus .....	14
4.2.4	Syötön automaattisen poiskytkennän testaus.....	16
4.2.5	Vikavirtasuojan toiminnan testaus.....	17
4.2.6	Napaisuuden tarkistaminen .....	17
4.2.7	Kiertosuunnan tarkistaminen .....	18
4.2.8	Toimintatellit.....	18
4.2.9	Käyttöönottotarkastusten dokumentointi.....	18
5	ASENNUSTESTERIN TOIMINNOT JA KÄYTTÖ .....	19
5.1	Jännite- ja taajuusmittaus.....	19
5.2	Suojajohtimen jatkuvuuden mittaus.....	19
5.3	Eristysresistanssin mittaus .....	20
5.4	Silmukkaimpedanssin ja oikosulkuvirran mittaus .....	21
5.5	Vikavirtasuojakytkimen testaus.....	21
5.6	Kiertosuunnan tarkastus .....	22
6	MITTAUKSET ESIMERKKIKOHTEESSA .....	23
6.1	Kohteen esittely .....	23
6.2	Mittauksissa käytetyt laitteet.....	23
6.3	Mittaukset .....	24
6.3.1	Suojajohtimien jatkuvuudet.....	24
6.3.2	Eristysresistanssien mittaukset.....	25
6.3.3	Oikosulkuvirtojen mittaukset ja toiminnalliset kokeet .....	27
6.3.4	Vikavirtasuojakytkimien toiminnan testaus.....	27

7 YHTEENVETO .....	28
--------------------	----

LÄHTEET

LIITTEET

Liite 1 Käyttönottomittausten dokumentointipohja

## 1 LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

<b>Tarkastus</b>	Kaikki menettelyt, joilla arvioidaan tarkastuskohteen standardisarjan SFS 6000 vaatimusten mukaisuutta.
<b>Aistinvarainen tarkastus</b>	Sähköasennuksen tutkiminen käyttäen kaikkia aisteja, joiden avulla todetaan asennuksen olevan tehty vaatimusten mukaisesti.
<b>Testaus</b>	Sähköasennuksessa tehtävät mittaukset, joiden avulla sähköasennuksen turvallisuus osoitetaan.
<b>Raportointi</b>	Tarkastusten ja testausten tulosten kirjaaminen.
<b>PELV-järjestelmä</b>	Pienoisjännitejärjestelmä, jonka jännitteelle alttiit osat voi olla maadoitettu.
<b>SELV-järjestelmä</b>	Maasta erotettu pienoisjännitejärjestelmä.
<b>Sähköinen erotus</b>	Suojausmenetelmä, jossa vaarallisesti jännitteinen piiri on eristetty muista piireistä ja osista, maasta ja koskettamiselta.
<b>Suojajohdin (PE-johdin)</b>	Johdin, jota käytetään suojauksen takia, esimerkiksi sähköiskulta suojaamiseen.

## 2 JOHDANTO

Rakennusten sähköasennuksille ja sähkölaitteille on ennen niiden käyttöönottoa tehtävä käyttöönottotarkastus. Käyttöönottotarkastukseen sisältyy aistinvaraisia tarkastuksia ja mittauksia sekä toiminnallisia kokeita. Opinnäytetyössä perehdytään rakennusten sähköasennusten tarkastuksiin ja mittauksiin. Työssä keskitytään pelkästään käyttöönottotarkastuksiin eikä siinä käsitellä varmennus- tai määräaikaistarkastuksia.

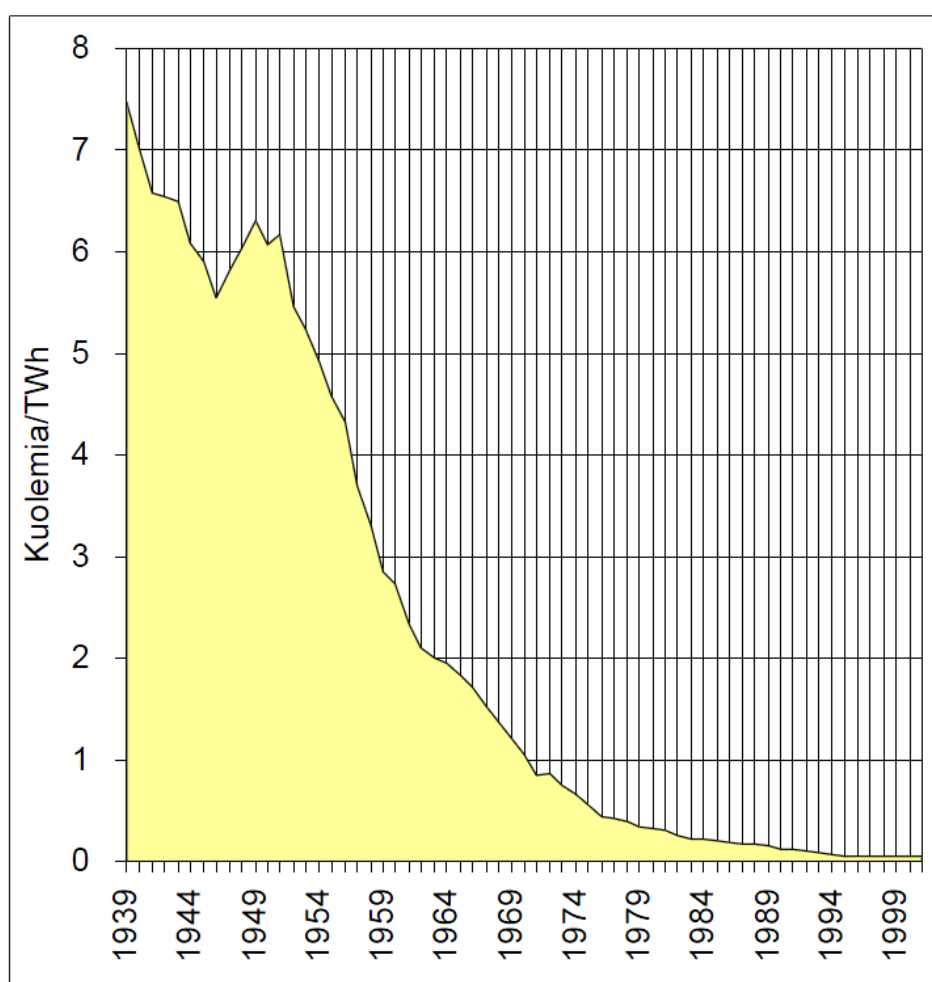
Tavoitteena on tehdä Paikallis-Sähkö Oy:lle ohje, johon on koottu kaikki olennainen tieto, jota käyttöönottomittauksia ja tarkastuksia tekevä henkilö tarvitsee tehtävässään. Sen avulla tarkastuksen tekijä voi mittauskohteeseen lähtiessään palauttaa mieleensä mittauksiin liittyvät toimenpiteet ja mittarin käytön kyseisissä mittauksissa.

Ohjeen lisäksi työhön sisältyy Excel-pohja ryhmien testitulosten yksityiskohtaista dokumentointia varten. Dokumentointipohjaan voidaan merkitä kaikki olennainen tieto ja mittaustulokset mitattavasta kohteesta. Mallina pohjalle käytetään SFS-Käsikirja 600-1:n liitteessä 6H esiteltyä tarkastusten raportointimallia.

Tarkastusohjeen valmistuttua käydään tekemässä käyttöönottomittauksia Vuokattiin rakennettavassa liikekeskuksessa. Esimerkkikohteen mittaaminen käsitellään kukin mittaus kerrallaan ja arvioidaan mittaustuloksia sekä tehdään niihin perustuvia päätelmiä.

## 3 SÄHKÖTURVALLISUUS SUOMESSA

Käytettäessä sähköturvallisuuden mittarina sähkötapaturmien määrää sähköturvallisuus on Suomessa hyvällä tasolla ja vakavat tapaturmat ovat harvinaisia. Sähköiskujen aiheuttamiin vammoihin on Suomessa kuollut viime vuosina keskimäärin vain noin kolme ihmistä vuodessa. Pitkäjänteisen turvallisuustyön ansiosta kuolemaan johtaneiden sähkötapaturmien määrä suhteessa sähkön käytön määrään on laskenut viimeisten kuudenkymmenen vuoden aikana murto-osaan 1950-luvun tasosta. Samanaikaisesti sähkönkulutus on kuitenkin kasvanut rajusti ja kotitalouksien ja yritysten käyttämien sähkölaitteiden määrä moninkertaistunut. Yksi merkittävä tekijä sähköturvallisuuden kehittymisessä on ollut sähköturvallisuuslaki, jossa esitetään perusvaatimukset sähkölaitteiden ja laitteistojen suunnittelulle, rakentamiselle, valmistukselle ja korjaukselle. (Tukes 2002.)



KUVIO 1. Sähkötapaturmien määrä suhteessa sähkön käytön määrään (Arrevaara ja Stenvall 2002, 97.)

Sähköturvallisuuslain (410/96) sähköturvallisuuden tasoa käsittelevän luvun 5 §:ssä todetaan, että sähkölaitteet on suunniteltava, rakennettava, korjattava, huollettava ja niitä on käytettävä niin, että

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa
- 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä
- 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. (Sähköturvallisuuslaki 410/96, 5 §.)



Sähköturvallisuuslain 16 §:n 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 käyttöönotto-tarkastuksessa. Sähkölaitteisto katsotaan otetuksi varsinaiseen käyttötarkoitukseensa ajankohtana, jolloin tila, johon sähkölaitteisto on rakennettu, otetaan suunniteltuun käyttötarkoitukseensa tai alkaa toiminta, jota varten sähkölaitteisto on suunniteltu. (Sähköturvallisuuslaki 410/96, 16 §.) Sähkö-laitteisto saadaan ottaa käyttöön vasta, kun käyttöönotto-tarkastuksessa on selvitetty, että siitä ei aiheudu 5 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. (Sähköturvallisuuslaki 410/96, 17 §.)

Sähkölaitteiston rakentajan tulee huolehtia sähkölaitteiston käyttöönotto-tarkastuksesta, varmennus-tarkastuksesta ja ilmoituksen tekemisestä sähköturvallisuusviranomaiselle tai jakeluverkonhaltijalle. Jos rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai on estynyt huolehtimaan niistä, tulee sähkölaitteiston hal-tijan huolehtia tarkastuksista ja ilmoituksen tekemisestä. (Sähköturvallisuuslaki 410/96, 19 §.)

## 4 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET

Ennen kuin sähkölaitteisto voidaan ottaa käyttöön, on sille tehtävä käyttöönottotarkastus. Tähän sisältyy aistinvarainen tarkastus sekä mittauksia ja toiminnallisia kokeita. Tarkastuksessa varmistetaan, että laitteisto on määräysten mukainen ja siten turvallinen. Vaatimukset käyttöönottotarkastuksille on esitetty Standardissa SFS 6000-6-61.

### 4.1 Aistinvarainen tarkastus

Aistinvarainen tarkastus tehdään ennen mittauksia yleensä jännitteettömässä laitteistossa. Käytännössä aistinvaraista tarkastusta tehdään koko asennustyön ajan ja havaitut puutteet korjataan työn edistyessä ja viimeistään ennen laitteiston käyttöönottoa. Esimerkiksi piiloon jäävät asennukset tarkastetaan ennen niiden peittämistä. (Tiainen 2012, 331.)

SFS 6000-6:n mukaan aistinvaraiseen tarkastukseen pitää sisältyä vähintään seuraavien kohtien tarkastaminen:

- a) sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät
- b) palosuojauksien käyttö ja toimenpiteet lämpövaikutuksilta suojaamiseksi sekä palon leviämisen estämiseksi tehdyt toimenpiteet
- c) johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitteenaleneman kannalta
- d) suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu
- e) erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus
- f) sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan
- g) nolla- ja suojajohtimien oikeat tunnuksot
- h) yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin
- i) piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo
- j) virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus
- k) johtimien liitosten sopivuus
- l) suojajohtimien, mukaan luettuna suojaavien potentiaalintasausjohtimien ja lisäpotentiaalintasausjohtimien olemassa olo ja sopivuus
- m) sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila. (SFS 6000-6.)

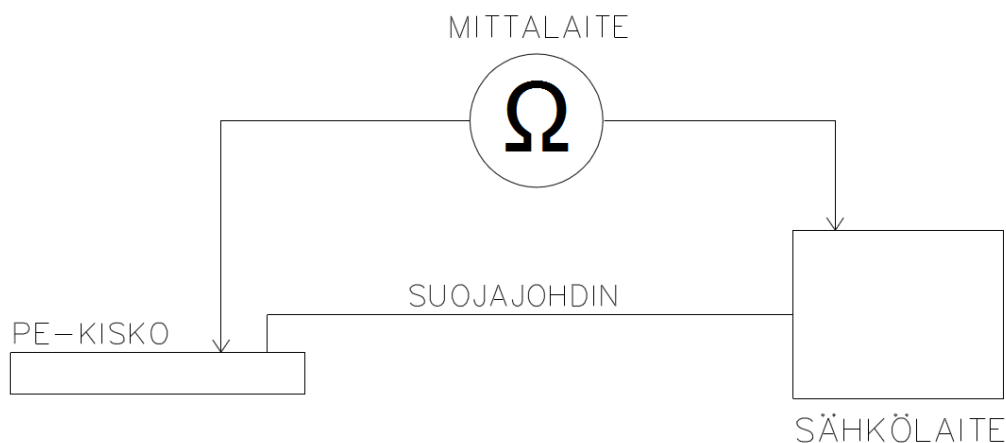
Lisäksi tarkastukseen pitää sisältyä kaikki erikoistilojen ja -asennusten erityisvaatimukset.

### 4.2 Mittaukset ja toiminnalliset kokeet

Aistinvaraisten tarkastusten lisäksi on tehtävä mittauksia ja toiminnallisia kokeita. Mittauksilla varmistetaan muun muassa se, että suojausjärjestelmät ovat toimivia ja että jännitettä ei virhekytkentöjen takia ole sellaisissa osissa, joissa sitä ei saa olla. (Tiainen 2012, 337.)

#### 4.2.1 Suojajohtimen jatkuvuus

Mittauksen tarkoituksena on selvittää, että vikasuojauksen edellyttämät suojajohdinpiirit ovat koko matkaltaan jatkuvia eli niiden liitokset on tehty kunnolla. Testauksessa selvitetään mittaamalla jännitteelle alttiin osan (esim. pistorasian suojakosketin) ja sitä lähinnä olevan pääpotentialintasaukseen liitetyn pisteen välinen suojajohtimen resistanssi. Mittaus tehdään laitekohtaisesti kaikille laitteille. (Tiainen 2012, 339.)



KUVIO 2. Suojajohtimen jatkuvuuden mittaaminen

Tehtäessä mittauksia TN-S-järjestelmässä on nolla- ja suojajohtimen välinen yhdistys avattava, koska muutoin ei voida havaita nolla- ja suojajohtimen vaihtumista keskenään. Tyypillisesti mittaustulokset vaihtelevat 0 - 2  $\Omega$  johdon pituuden mukaan. Arvo voi ylittää 2  $\Omega$  ainoastaan poikkeuksellisen suurilla johtopituuksilla. Kunnossa olevan johdon resistanssin arvioinnissa voidaan käyttää apuna taulukon 1 resistanssiarvoja. (Saastamoinen ja Saarelainen 2012, 18.)

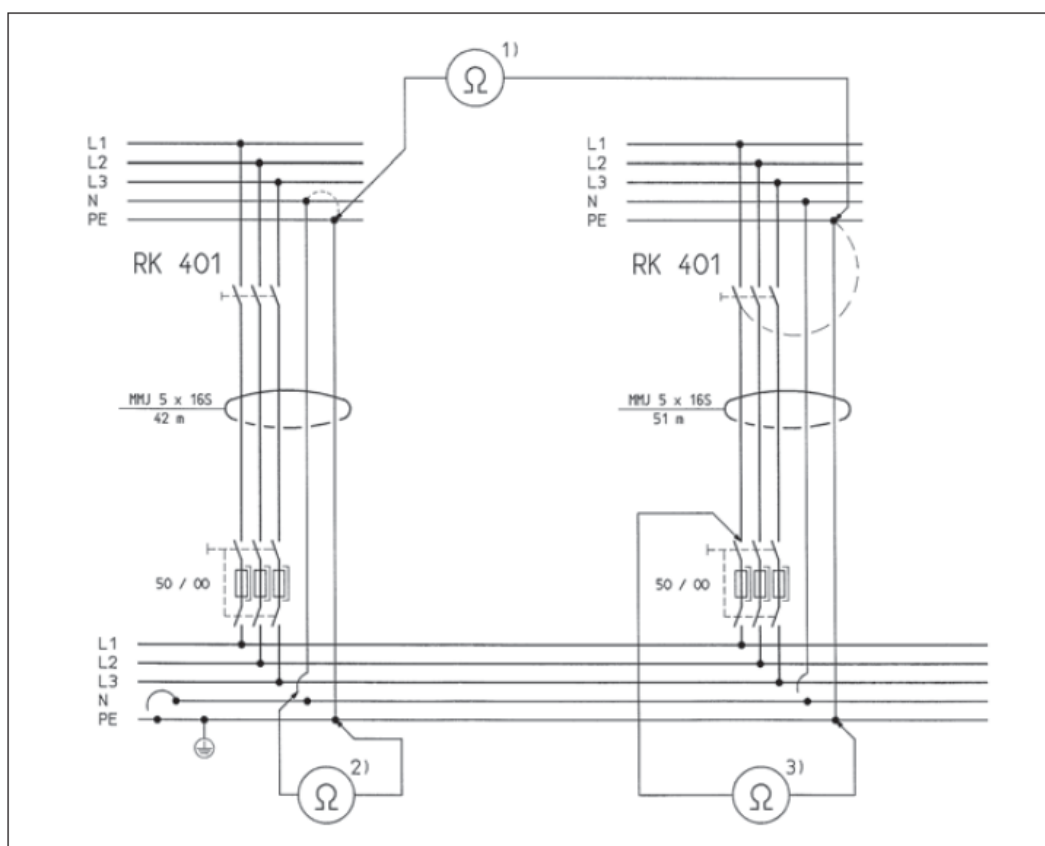
Mittalaitestandardin mukaan mittauksessa käytettävä jännite on kuormittamattomana oltava 4 - 24 V tasa- tai vaihtojännitettä ja minimimittausvirta on 200 mA (Tiainen 2012, 339).

Mittaus kannattaa useimmiten tehdä siten, että aloitetaan testaus laitteiston pääpotentialintasaukiskostosta ja siirrytään säteittäin keskuskohtaiseen testaukseen. Pitkiä johtimia mitattaessa voidaan käyttää mitta-apujohtimena toista lähellä olevaa suoja- tai vaihejohdinta (kuva 3). (Tiainen 2012, 338.)

Syynä liian suureen resistanssiarvoon voi olla huono liitos (esim. jousiliittimillä varustetussa pistorasiassa johdinta ei ole työnnetty riittävän pitkälle tai liitos PE-kiskoon jäänyt kiristämättä) tai kytkentävirhe (esim. nolla ja suojajohdin kytketty ristiin).

TAULUKKO 1. Kupari ja alumiinijohdimien resistanssiarvoja (Saastamoinen ja Saarelainen 2012, 19.)

Johdin- poikki- pinta-ala mm <sup>2</sup>	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



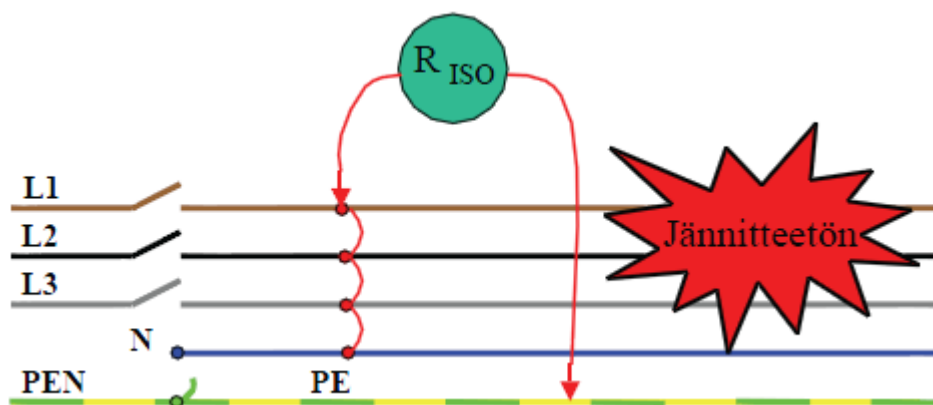
KUVIO 3. Apujohdimen käyttö jatkuvuusmittauksessa (Saastamoinen ja Saarelainen 2012, 22.)

#### 4.2.2 Eristysresistanssin mittaus

Eristysresistanssimittauksella varmistetaan, että jännitteiset osat ovat riittävästi eristettyjä maasta. Mittauksella tutkitaan onko tapahtunut kytkentävirheitä tai onko kaapeli vaurioitunut rakennustöiden edetessä (esim. naula lyöty kaapeliin tai lattialämmityskaapeli vaurioitunut asennettaessa). Mittausjännitteenä käytetään tavallisesti 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. Jos tällaisten laitteiden erottaminen on kohtuuttoman vaikeaa voidaan koejännite pienentää 250 V:n tasajännitteeseen, mutta eristysresistanssin on silti oltava vähintään 1 M $\Omega$ . (Tiainen 2012, 339.)

Mittaus on mahdollista tehdä siten, että yksi mittaus kattaa koko asennuksen. Tällöin mittaus tehdään yleensä pääkeskuksessa. Yleensä on kuitenkin järkevämpää mitata tietyt kokonaisuudet erikseen, useimmiten yksi keskus kerrallaan. Mittausta tehdessä on keskuksen pääkytkin, ryhmäjohtojen johdonsuojakatkaisijat ja vikavirtasuojakytkimet oltava I-asennossa sekä ryhmäjohtojen sulakkeet paikoillaan. Tämän lisäksi nolla ja PE-johtimet eriytetään toisistaan keskuksessa riippuen joko irrottamalla nolla- ja PE-kiskon yhdistävä johtolenkki tai irrottamalla keskusta syöttävän johdon nollajohdin. Mikäli keskuksessa on 4-napainen pääkytkin ei johtoja tarvitse irrottaa vaan riittää kun pääkytkin on auki-asennossa.

TN-S-järjestelmässä mittaus tehdään äärijohtimien (L1,L2,L3,N) ja PE-johtimen väliltä kuvan 4 mukaisesti ja TN-C-järjestelmässä vaihejohtimien ja PEN-johtimen väliltä. Mikäli keskuksessa on kontaktori- tai relelähtöjä mitataan niiden jälkeinen virtapiiri erikseen.



KUVA 1. Eristysresistanssin mittaus TN-S-järjestelmässä (Saastamoinen ja Saarelainen 2012, 25.)

Taulukossa 2 on esitetty pienimmät sallitut resistanssiarvot mittaukselle. Jos mittaustulos on sallittua pienempi jaetaan mitattava alue pienempiin kokonaisuuksiin ja aletaan mittaamaan ryhmä kerrallaan kunnes vikapaikka löydetään.

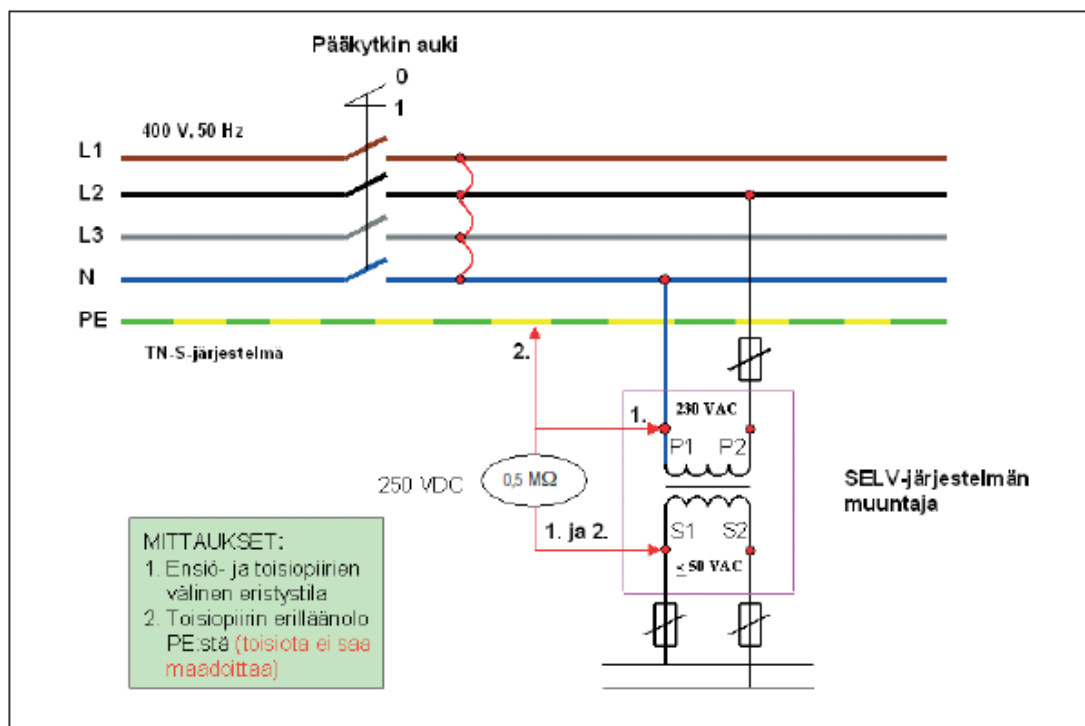
TAULUKKO 2. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot (SFS 6000-6-61)

Virtapiirin nimellisjännite V	Koejännite (tasajännite) V	Eristysresistanssi M $\Omega$
SELV ja PELV	250	$\geq 0,5$
Enintään 500 V, FELV mukaan luettuna	500	$\geq 1,0$
Yli 500 V	1000	$\geq 1,0$

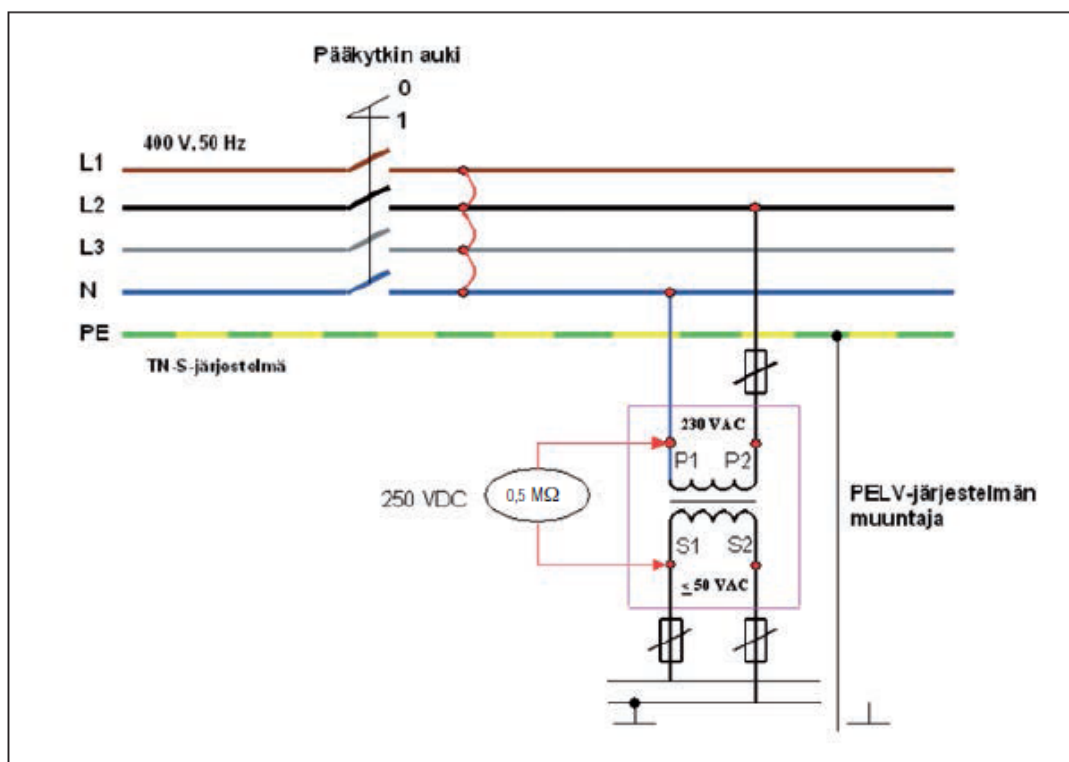
## 4.2.3 SELV- ja PELV-piirien ja sähköisesti erotettujen piirien eristysresistanssimittaus

SELV- ja PELV-järjestelmät ovat pienoisjännitejärjestelmiä, joiden jännite voi olla korkeintaan 50 V vaihtojännitteellä tai 120 V tasajännitteellä. Pienoisjännitettä käytetään mm. valaistuksen painonap-piohjauksessa 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. Kuvissa 4 ja 5 on esitetty mittauskytkennät SELV- ja PELV-piireille. Mittausjännitteenä käytetään 250 V:n jännitettä ja eristysresistanssin on oltava vähintään 0,5 M $\Omega$ . (Tiainen 2012, 342.)

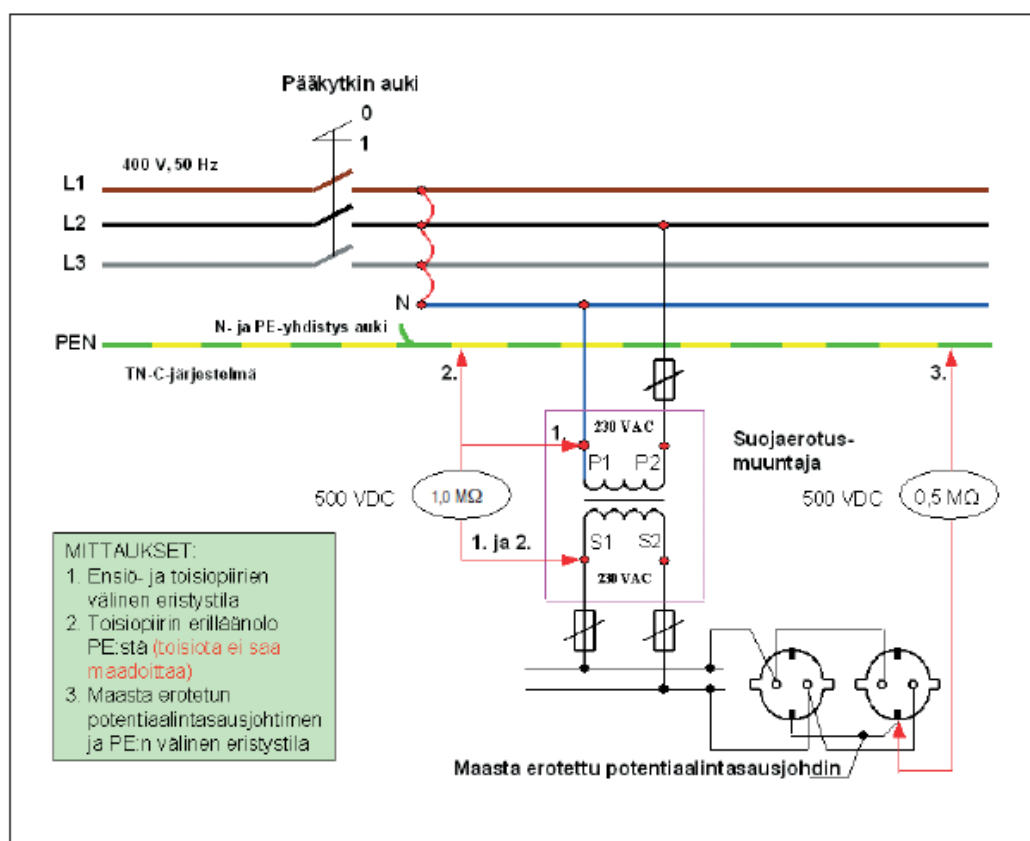


KUVA 2. SELV-järjestelmän eristysresistanssin mittaus (Saastamoinen ja Saarelainen 2012, 26.)



KUVA 3. PELV-järjestelmän eristysresistanssin mittaus (Saastamoinen ja Saarelainen 2012, 27.)

Edellä käsitellyjen pienoisjännitteisten SELV- ja PELV-järjestelmien lisäksi asennuksissa voi olla sähköisesti erotettuja piirejä, joissa jännite on enintään 500 V. Näille järjestelmille on tehtävä kuvan 7 mukaisesti mittaukset, joilla tarkistetaan sähköinen erotus muuntajan ensiö- ja toisiopuolen väliltä sekä suojaamaadoituksen ja toisiopuolen väliltä. (Saastamoinen ja Saarelainen 2012, 26.)



KUVA 4. Sähköisesti erotettujen piirien mittaus (Saastamoinen ja Saarelainen 2012, 27.)

#### 4.2.4 Syötön automaattisen poiskytkennän testaus

Syötön automaattinen poiskytkentä testataan mittaamalla pienin oikosulkuvirta vaiheen ja suojajoh-  
timen välisessä viassa. Mittaus tehdään jännitteen kytkemisen jälkeen ja sillä varmistetaan syötön  
automaattisen poiskytkennän toimivuus vikatilanteessa. Mittaus tehdään kunkin keskuksen epäedul-  
lisimmiksi arvioiduista pisteistä. Epäedullisimmat pisteet löytyvät useimmiten pisimpien johtojen pää-  
tepisteistä ryhmäjohtojen päätepisteistä. (Saastamoinen ja Saarelainen 2012, 31.)

Vertaamalla mittaustuloksia taulukoiden 3 ja 4 arvoihin todetaan syötön automaattisen poiskytken-  
nän toimivuus. Taulukoissa on esitetty vaaditut mitatut arvot 0,4 s:n ja 5 s:n toiminta-ajoilla. 5 s:n  
laukaisuaikaa käytetään jakokeskusten syöttöjohdoilla ja yli 32 A:n ryhmäjohtoissa. Muulloin lau-  
kaisuaika tulee olla maksimissaan 0,4 s. (Saastamoinen ja Saarelainen 2012, 32.)

Mikäli vikasuojaus on toteutettu vikavirtasuojalla, täytyy vikavirtasuojan toiminta tarkastaa. Tällöin ei  
vaadita oikosulkuvirran tai silmukkaimpedanssin selvittämistä. (Tiainen 2012, 345.)

TAULUKKO 3. Pienimmät johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat (Saastamoinen ja 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 4. Pienimmät gG-sulakkeiden toimintavirrat (Saastamoinen ja Saarelainen 2012, 33.)

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

#### 4.2.5 Vikavirtasuojan toiminnan testaus

Vikavirtasuojan toiminta tarkistetaan testaamalla se ensimmäiseksi testipainikkeella. Tämän jälkeen mitataan vikavirtasuojan toimintavirta sekä laukaisuaika.

Vikavirtasuojan toimintavirran tulee olla 1/2 - 1-kertainen verrattuna toimintavirtaan. Pistorasiaryhmissä käytetään yleensä vikavirtasuojia, joiden nimellisvirta on 30 mA ja toiminta-aika enintään 300 ms.

Jos vikavirtasuoja toimii liian herkästi, syy voi olla jokin seuraavista:

- Nollajohdinta ei ole kytketty vikavirtasuojan kautta.
- Virtapiirissä on käytetty nollausta.
- N- ja PE-johdin ovat yhdessä kytkentävirheen tai asennukseen jääneen eristysvian johdosta.
- Jokin laite on kytketty vaiheen ja suojajohtimen välille.
- N-johdin on kytketty yhteen jonkin toisen virtapiirin N-johtimen kanssa.
- Sähkölaitteen häiriönsuotopiiri aiheuttaa liian suuren virran suojajohtimeen tai suojakondensaattori on kytketty virheellisesti.
- Vikavirtasuoja on viallinen.

#### 4.2.6 Napaisuuden tarkistaminen

Yksinapaisten kytkinlaitteiden asentaminen nollajohtimeen on kielletty. Tästä syystä on varmistettava, että kaikki yksinapaiset kytkinlaitteet on kytketty vaihejohtimiin. Käytännössä tätä ei voida asentaa purkamatta mittauksilla varmistaa, vaan asentajan on varmistettava tämä kytkennän yhteydessä. (Saastamoinen ja Saarelainen 2012, 34.)

#### 4.2.7 Kiertosuunnan tarkistaminen

Kentän kiertosuunta varmistetaan keskuksella sekä 3-vaihepistorasioissa. Väärä vaihejärjestys voi aiheuttaa sähkölaitteiden rikkoontumisia, koska kolmivaihemootorit pyörivät tällöin väärään suuntaan. (Saastamoinen ja Saarelainen 2012, 34.)

#### 4.2.8 Toimintatestit

Erilaisille asennetuille laitteille, kuten kytkin-, käyttö-, ohjaus- ja lukituslaitteille on tehtävä toimintatestit sen toteamiseksi, että ne on asennettu ja säädetty oikein niille asetettujen vaatimusten mukaan. Suojalaitteille on myös tehtävä tarpeen mukaan toiminnalliset kokeet sen toteamiseksi, että ne on asennettu ja säädetty oikein. (Saastamoinen ja Saarelainen 2012, 34.)

#### 4.2.9 Käyttöönottotarkastusten dokumentointi

Uuden asennuksen tai olemassa olevan asennuksen laajennuksen tai muutoksen valmistuttua on laadittava käyttöönottotarkastuspöytäkirja.

Standardin SFS 6000-6 mukaan käyttöönottotarkastuspöytäkirjan pitää sisältää

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

Tarkastuspöytäkirjassa esitetään vähintään seuraavat testaustulokset:

- kaikki eristysresistanssimittausten mittaustulokset
- jatkuvuusmittauksista vaatimusten toteutuminen keskuksittain. Standardi ei vaadi yksittäisten mittaustulosten esittämistä käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa, mutta on syytä kirjata ainakin ryhmäjohtojen kauimmaisista pisteistä saadut resistanssiarvot, jotta myöhemmin voidaan tarvittaessa varmistua siitä, että suojajohtimien resistanssiarvot olivat hyväksyttävissä rajoissa.
- syötön automaattiseen poiskytkennän toteamiseksi mitatut oikosulkuvirrat ryhmäjohtojen kauimmaisista pisteistä tai mikäli ryhmiä on erittäin paljon mittaustulokset keskusalueittain epäedullisimmiksi arvioituista pisteistä.
- kaikkien vikavirtasuojien mittaustulokset
- kiertosuunta keskuskohtaisesti
- laitevalmistajan asennusohjeiden mukaiset mittaustulokset sellaisista laitteista (esim. lämmityskaapeleista), joille valmistaja edellyttää asennusohjeessaan mittauksia.

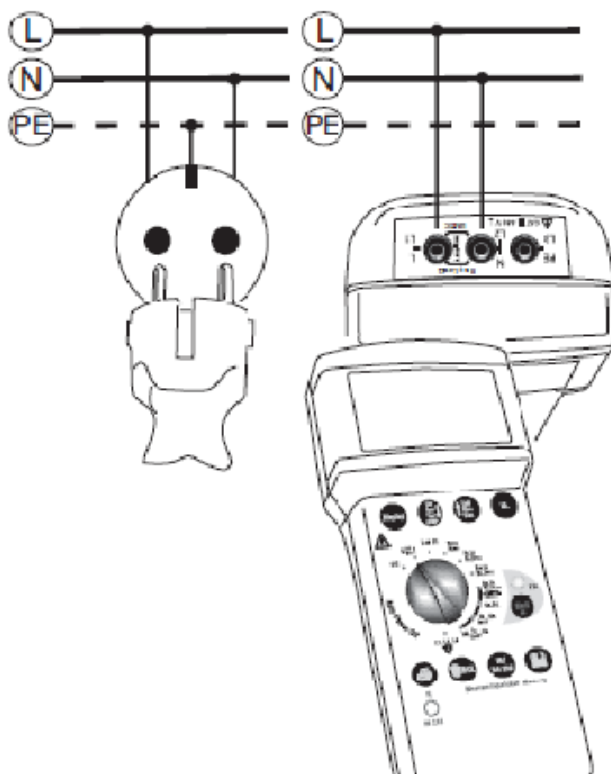
Asennuksen käyttöönottotarkastuspöytäkirjan pitäisi lisäksi sisältää tieto huolto- ja kunnossapito-ohjelman tarpeesta ja tieto seuraavan lakisääteisen määräaikaistarkastuksen suoritusajankohdasta. Lisäksi pöytäkirjasta on ilmentävä, mitä ratkaisuja on käytetty EMC-direktiivin mukaisten vaatimusten täyttymiseksi. (Saastamoinen ja Saarelainen 2012, 38.)

## 5 ASENNUSTESTERIN TOIMINNOT JA KÄYTTÖ

Amprobe Telaris 0100-Plus -asennustesterillä pystytään tekemään kaikki käyttöönottotarkastuksissa vaadittavat mittaukset. Mittalaitteella voidaan tehdä silmukavastus- ja oikosulkuvirtamittaus, verkon sisävastusmittaus, vikavirtasuojien mittaukset, suojajohtimien jatkuvuusmittaus, eristysresistanssimittaus, jännitteen ja taajuuden mittaus sekä kiertosuunnan tarkastus.

### 5.1 Jännite- ja taajuusmittaus

Jännitteen ja taajuuden mittaaminen tehdään kääntämällä kiertokytkin asentoon "VAC/DC,f". Tämän jälkeen kytketään mittajohdot mittariin. Mittauksessa voidaan käyttää joko mittajohtoa, jossa on Schuko-pistotulppa, tai yksittäisiä mittajohtimia. Mittaus tehdään kytkemällä Schuko-pistotulppa pistorasiaan tai mittausjohdot L ja N mitattavaan kohteeseen. Mittaustulokset näkyvät mittarin näytöllä, ja ne voidaan tallentaa muistiin painamalla tallennuspainiketta (levykkeen kuva). (Amprobe Telaris 0100-Plus Käyttöohje 2008, 8.)

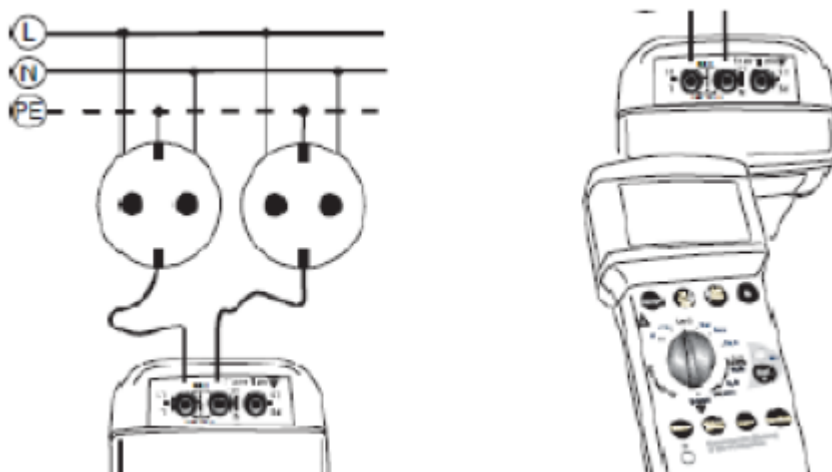


KUVA 5. Jännitteen ja taajuuden mittaaminen (Amprobe Telaris 0100-Plus Käyttöohje 2008, 8.)

### 5.2 Suojajohtimen jatkuvuuden mittaus

Suojajohtimen jatkuvuus mitataan kääntämällä kiertokytkin asentoon "LOW  $\Omega$ " ja kytkemällä mittajohtimet liittimiin L1 ja L2. Tämän jälkeen kytketään mittajohdot mittariin. Ennen mittausten aloittamista täytyy kompensoida mittajohtimien vastus. Tämä tehdään kytkemällä mittajohtimien mittapäät yhteen ja painamalla "COMP" -nappia lyhyesti. Näyttöön ilmestyy teksti "COMP" sekä arvo 0,00  $\Omega$ . (Amprobe Telaris 0100-Plus Käyttöohje 2008, 9.)

Kompensoinnin jälkeen voidaan aloittaa suojajohtimen jatkuvuuden mittaukset. Mittaus tehdään kytkemällä mittajohdot testattavaan piiriin ja painamalla "Start ON" -painiketta. Mittaustulokset ilmestyvät mittarin näytöllä, ja ne voidaan tallentaa muistiin painamalla tallennuspainiketta (levyke-keen kuva). (Amprobe Telaris 0100-Plus Käyttöohje 2008, 8.)



KUVA 6. Suojajohtimen jatkuvuuden mittaaminen (Amprobe Telaris 0100-Plus Käyttöohje 2008, 9.)

### 5.3 Eristysresistanssin mittaus

Ennen eristysresistanssin mittausta varmistetaan se, että testattavat laitteiston osat ovat jännitteetömiä ja nolla- ja suojahdin on eriytetty toisistaan.

Mittaus tehdään kytkemällä kaksi mittausjohtoa mittalaitteen tuloliittimiin "L1 ja L2", minkä jälkeen mittajohdot kytketään mittauskohteeseen. Tämän jälkeen käännetään kiertokytkin asentoon "R<sub>INS</sub>" ja valitaan painikkeilla "UINS▲" ja "UINS▼" haluttu testijännite. Vaihtoehtoina ovat 100 V, 250 V ja 500 V. Mittaus alkaa painamalla "Start ON" -painiketta. (Amprobe Telaris 0100-Plus Käyttöohje 2008, 10.)

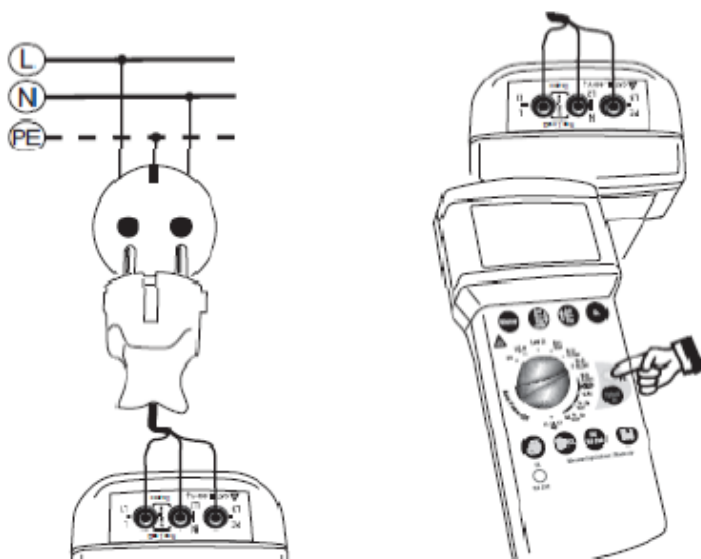


KUVA 7. Eristysresistanssin mittaus (Amprobe Telaris 0100-Plus Käyttöohje 2008, 11.)

#### 5.4 Silmukkaimpedanssin ja oikosulkuvirran mittaus

Mittarissa on kaksi oikosulkuvirranmittaustoimintoa, joista toinen soveltuu vikavirtasuojalla suojatun piirin mittaamiseen. Tämä toiminto valitaan kääntämällä kiertokytkin kohtaan " $R_L, I_{PSC}$ ", RCD-alueella. Vikavirtasuojatun piirin mittaaminen toisella " $R_L, I_{PSC}$ " -kytkimen asennolla aiheuttaa vikavirtasuojan välittömän laukeamisen ja mittaus epäonnistuu. (Amprobe Telaris 0100-Plus Käyttöohje 2008, 14-15.)

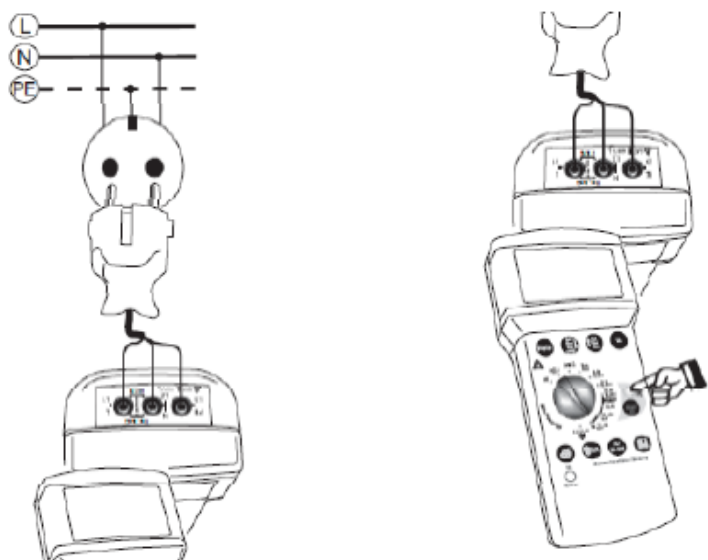
Mittaus aloitetaan liittämällä Schuko-mittausjohto mittalaitteeseen ja kytkemällä pistotulppa testattavaan pistorasiaan. Mittari ilmoittaa jos pistotulppa on pistorasiassa väärinpäin. Mittaus aloitetaan "Start ON"-painikkeella, jonka jälkeen laite näyttää mitatun silmukkaimpedanssi arvon ja laskennallisen oikosulkuvirta-arvon. (Amprobe Telaris 0100-Plus Käyttöohje 2008, 14-15.)



KUVA 8. Silmukkaimpedanssin ja oikosulkuvirran mittaus (Amprobe Telaris 0100-Plus Käyttöohje 2008, 14.)

#### 5.5 Vikavirtasuojakytkimen testaus

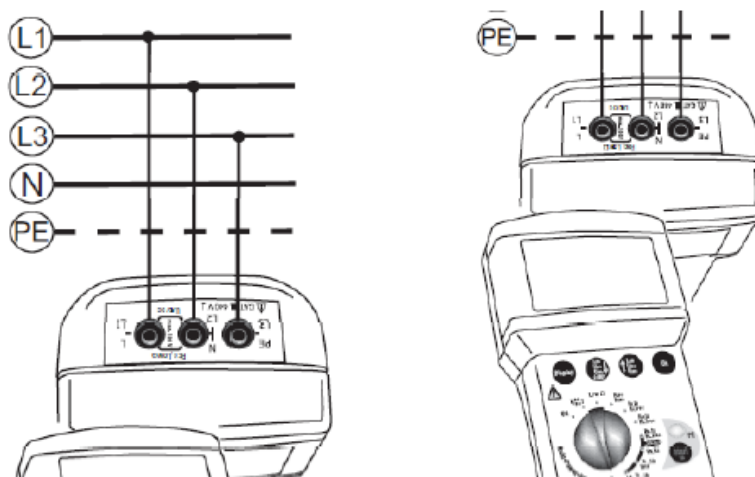
Vikavirtasuojan testaus nousevalla vikavirralla tehdään kääntämällä kiertokytkin asentoon " $I \blacktriangle T_A, U_B$ ", RCD-alueella ja kytkemällä Schuko-mittausjohto mitattavaan pistorasiaan. Painikkeilla " $I \blacktriangle N \blacktriangle$ " ja " $I \blacktriangle N \blacktriangledown$ " valitaan testattavan vikavirtasuojan nimellisvirta. Mittaus aloitetaan painamalla "Start ON"-painiketta. Vikavirtasuojan laukeamisvirta näytetään suuressa tuloskentässä. Mitattu laukaisuaika ja laukaisuvirtaa koskeva kosketusjännite saadaan näytölle painamalla "Display"-painiketta. (Amprobe Telaris 0100-Plus Käyttöohje 2008, 20.)



KUVA 9. Vikavirtasuojan testaus nousevalla vikavirralla mittaus (Amprobe Telaris 0100-Plus Käyttöohje 2008, 20.)

## 5.6 Kiertosuunnan tarkastus

Kiertosuuntaa tarkastaessa käännetään kiertokytkin asentoon "L1 L2 L3" ja kytketään mittajohdot kuvan 11 mukaisesti mittarin ja mitattavan kohteen välille. Mittari näyttää joko "1.2.3" tai "2.1.3", joista ensimmäinen tarkoittaa, että kiertosuunta on oikealle ja jälkimmäinen vasemmalle. (Amprobe Telaris 0100-Plus Käyttöohje 2008, 22.)



KUVA 10. Kiertosuunnan tarkastus (Amprobe Telaris 0100-Plus Käyttöohje 2008, 22.)

## 6 MITTAUKSET ESIMERKKIKOHTEESSA

### 6.1 Kohteen esittely

Mittauskohteena oli Vuokattiin rakennettava liikekeskus. Liikekeskukseen tulee tilat K-Supermarketille sekä muutamille pienemmille liikkeille. Mittausten aikaan rakennustyöt olivat loppuvaiheessa ja marketin sekä muiden liikehuoneistojen osalta sähköasennukset olivat siinä vaiheessa, että käyttöönottomittaukset voitiin aloittaa. Rakennuksen pinta-ala on yhteensä noin 2900 m<sup>2</sup>, josta K-Supermarketin osuus on hieman yli puolet. Rakennuksessa on kaksi kerrosta. Kaikki liiketilat sijaitsevat alimmassa kerroksessa ja yläkerrassa ovat mm. tekniset tilat ja työntekijöiden sosiaalityöt.



KUVA 11. Vuokatin liikekeskus (Valokuva Ilkka Karjalainen 2013)

### 6.2 Mittauksissa käytetyt laitteet

Mittauksissa käytettiin pääasiassa vain yhtä mittalaitetta, Amprobe Telaris 0100-Plus -asennustesteriä. Tämän lisäksi mittauksissa tarvittiin mittajohtokela suojajohtimien jatkuvuuksien mittaukseen sekä mittajohtimia ja erilaisia mittapäitä. Vianetsinnässä hyödylliseksi laitteeksi osoitettiin myös yleismittari.





KUVA 12. Amprobe -asennustesteri, 50 metrin mittajohtokela ja mittajohtimia (Valokuva Ilkka Karjalainen 2013)

### 6.3 Mittaukset

Kohteen laajuuden ja kiireisen aikataulun vuoksi osuuteni mittauksista päätettiin rajata muutamiin osioihin rakennuksesta. Mittauksissa tutkittiin suojajohtimien jatkuvuuksia, eristysresistansseja, oikosulkuvirtoja sekä vikavirtasuojien toimintaa.

#### 6.3.1 Suojajohtimien jatkuvuudet

Ensimmäisenä tehtävänä oli mitata suojajohtimen jatkuvuudet marketin valaisimista ja pistorasioista. Oman haasteensa tehtävään teki se, että mitattavat kohteet olivat noin 5 m korkeudessa, joten niihin oli vaikea päästä käsiksi. Tästä syystä mittaukset oli tehtävä saksinostimen avulla.

Ennen mittausta kompensoitiin mittajohtimien resistanssi pois mittaustuloksesta. Tämä tehtiin siten, että mittajohtimen päät yhdistettiin mittariin ja painettiin mittarin kompensointipainiketta. Mittaus toteutettiin siten, että ensiksi vedettiin toisessa kerroksessa sijaitsevalta pääpotentialintauskiskolta ML-johto apujohtimeksi keskelle mitattavaa tilaa. Tähän apujohtimeen sitten yhdistettiin varsinainen mittakela ja aloitettiin mittaukset järjestelmällisesti ryhmä kerrallaan. Mittaustuloksia tallennettiin mittarin muistiin aina ryhmäjohtimen kauimmaisesta pisteestä ja ainakin yhdestä pisteestä ketjuksessa keskukselle päin siirryttäessä. Näin voidaan tarvittaessa myöhemmin todeta resistanssiarvojen pienentyminen keskusta kohti edetessä. Tallennetuista mittaustuloksista pidettiin kirjaa siten, että merkittiin aina keskuksen tunnus, ryhmän numero ja muistipaikan numero pöytäkirjaan, jotta myöhemmin saadaan selville, mistä mikäkin tallennettu mittaustulos on saatu.



Marketin suojajohtimien mittaamisen jälkeen mitattiin vielä teknisten tilojen, sosiaalitilojen, väestönsuojien ja pienten liikehuoneistojen suojajohtimien jatkuvuudet. Näissä tiloissa mitattiin pistorasoiden ja valaistuksen lisäksi myös muiden suojamaadoitettujen laitteiden kuten puhaltimien ja ilmastointikojeiden suojajohtimien jatkuvuudet.

Mittauksissa PE-johtimien resistanssiarvot vaihtelivat 0,1 - 1,0  $\Omega$  ja pysyivät siten sallituissa rajoissa.

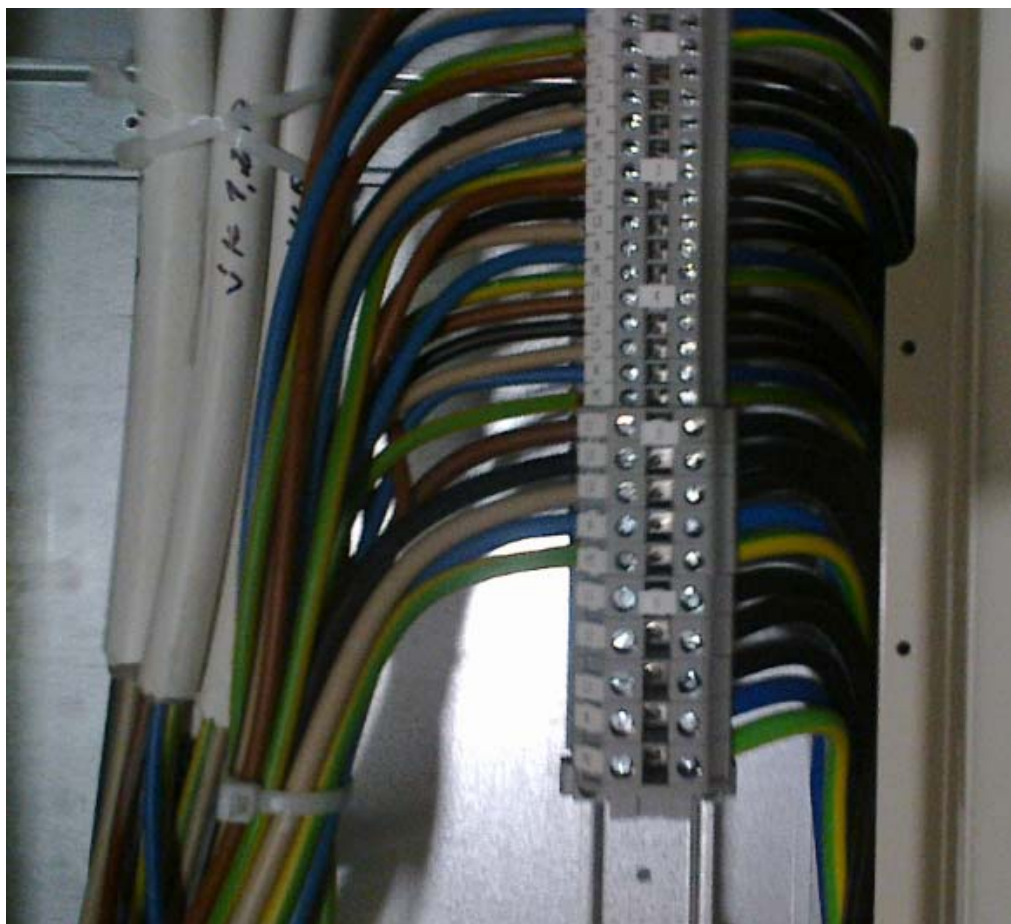


KUVA 13. Marketin valaisinripustuskiskoja (Valokuva Ilkka Karjalainen 2013)

### 6.3.2 Eristysresistanssien mittaukset

Jatkuvuuskien jälkeen siirryttiin tekemään eristysresistanssimittauksia. Tehtävänä oli mitata nousujohtot mittausskeskukselta pieniin liikehuoneistoihin. Koska huoneistojen ryhmäkeskukset olivat suhteellisen pieniä, todettiin, että on järkevää mitata samalla mittauksella nousujohton lisäksi myös ryhmäkeskuksen ryhmäjohtot. Ryhmäkeskuksia oli yhteensä viisi kappaletta.

Mittaus aloitettiin kääntämällä keskusten pääkytkimet, johdonsuojakatkaisijat ja vikavirtasuojakytkimet I-asentoon. Tämän jälkeen siirryttiin mittausskeskuksen luokse ja irrotettiin nousujohtojen PE-johtimet keskuksen riviliittimestä, jotta saatiin nolla ja PE erotettua toisistaan. Seuraavaksi aloitettiin mittaukset siten, että mitattiin eristysresistanssi vaihejohtimien, vaihejohtimien ja nollan sekä yhteenkytkettyjen vaihe- ja nollajohtimien ja PE:n väliltä. Mittausjännitteeksi valittiin 500 V.



KUVA 14. Mittauskeskuksen riviliittimet (Valokuva Ilkka Karjalainen 2013)

Aluksi mitatut resistanssiarvot eivät täyttäneet vaatimuksia ja vian etsinnän jälkeen havaittiin, että keskuksissa oleva alijänniterele aiheuttaa huonot mittaustulokset. Alijänniterele erotettiin mittauksesta, minkä jälkeen mittaustulokset muuttuivat erinomaisiksi. Mittalaite antoi kaikissa mittauksissa suurimman mahdollisen mittaustuloksen, 199,9 M $\Omega$ . Hyväksyttävän mittaustuloksen arvo oli tässä tapauksessa oltava vähintään 1 M $\Omega$ , joten tämä vaatimus toteutui selvästi.

Mittaustulokset kirjattiin pöytäkirjaan ja mittauksia varten irrotetut PE-johtimet kytkettiin takaisin mittauskeskuksen riviliittimiin. Lopuksi käännettiin vielä ryhmäkeskusten pääkytkimet, johdonsuojakatkaisijat ja vikavirtasuojakytkimet 0-asentoon, jottei myöhemmin jännitteitä kytkettäessä satu vaaratilanteita.

TAULUKKO 5. Eristysresistanssimittausten tulokset

KESKUS	Eristysresistanssi									
	L1-PE	L2-PE	L3-PE	N-PE	L1-N	L2-N	L3-N	L1-L2	L1-L3	L2-L3
JK 1.0-P	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9
JK 1.1-P	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9
JK 1.2-P	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9
JK 1.3-P	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9
JK 1.4-P	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9	> 199.9

### 6.3.3 Oikosulkuvirtojen mittaukset ja toiminnalliset kokeet

Ennen oikosulkuvirtamittausten aloittamista tarkistettiin silmämääräisesti, että mitattavien ryhmien kaikki pistorasiat, valaisimet ja muut sähkölaitteet on asennettu ja peitelevyt sekä suojakuvut ovat paikoillaan. Tämän jälkeen kytkettiin keskukselta jännitteet ja mitattiin oikosulkuvirtojen arvot kunkin ryhmäjohdon kauimmaisesta pisteestä. Näin saatiin selville kunkin ryhmäjohdon pienin oikosulkuvirta. Samalla tarkistettiin schukotesteriä käyttäen, että kaikkiin pistorasioihin tulee jännite. Tämän lisäksi testattiin valaistuksen ohjauksien toiminta.

Mitatut oikosulkuvirrat vaihtelivat 340 ja 697 A:n välillä. Kaikki mitatut pistorasiaryhmät oli suojattu 16 A, C -tyypin johdonsuojakatkaisijoilla. Taulukossa 3 on esitetty tälle johdonsuojakatkaisijalle pienimmäksi vaadituksi mittausravoksi 200 A, joten tämä vaatimus toteutuu kaikissa ryhmissä.

### 6.3.4 Vikavirtasuojakytkimien toiminnan testaus

Vikavirtasuojista mitattiin laukaisuvirta ja -aika. Mittauksissa käytettiin asennustesterin ramppitointoa eli mittaus tehtiin nousevalla vikavirralla. Testaus aloitettiin kokeilemalla, laukeaako vikavirtasuojakytkin sen omalla testipainikkeella. Tämän jälkeen liitettiin asennustesteri yhteen vikavirtasuojakytkimen syöttämän ryhmän pistorasiaan ja mitattiin laukaisuaika ja -virta. Mittaustulos kirjattiin muistiin ja lauennut vikavirtasuojakytkin nostettiin takaisin ON-asentoon.

Kaikkien vikavirtasuojien laukaisuvirrat olivat alle vaaditun 30 mA:n ja laukaisuaikat jäivät alle 300 ms:n, joten vikavirtasuojien todettiin toimivan vaatimusten mukaisesti.

## 7 YHTEENVETO

Tämän työn tavoitteena oli tehdä tiivistetty ohje käyttöönottomittausten ja -tarkastusten tekemiseen. Työssä käytiin läpi keskeisin käyttöönottotarkastuksiin liittyvä lainsäädäntö, standardeissa esitetyt vaatimukset ja asennustesterin käyttö. Työn loppuvaiheessa käytiin tekemässä mittauksia esimerkkikohteena olleessa liikekeskuksessa. Näin pyrittiin löytämään mahdollisia ohjeessa olevia virheitä ja puutteita.

Työn lopuksi tehdyt mittaukset esimerkkikohteessa toimivat hyvänä yhteenvetona työlle ja antoivat lisää kokemusta mittausten tekemisestä sekä lisäsivät tietämystä erilaisista talotekniikan sähköisistä järjestelmistä.

Opinnäytetyö pyrittiin tekemään rakenteeltaan mahdollisimman selkeäksi siten, että ohjeistus kunkin mittaukseen on helppo löytää. Mittausohjeissa käytettiin runsaasti havainnollistavia kuvia mittauskytkennöistä sekä laadittiin yksityiskohtainen opastus asennustesterin käyttöä varten.

Työn tuloksena syntyi tiivis tietopaketti käyttöönottotarkastusten tekemiseen, mittaustulosten tulkitaan ja dokumentointiin sekä asennustesterin käyttöön. Lisäksi tilaajalle laadittiin uusi Excel-pohjainen mittauspöytäkirjapohja ryhmäkohtaisten mittaustulosten dokumentointia varten.

## LÄHTEET

AARREVAARA, Timo ja STENVALL, Jari 2002. Sähköturvallisuuden hallintotapa Suomessa. Helsinki: TUKES.

AMPROBE TELARIS 0100-PLUS KÄYTTÖOHJE 2008.

SAASTAMOINEN, Arto ja 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.

SÄHKÖTURVALLISUUS 100 VUOTTA [verkojulkaisu]. TUKES [viitattu 25.4.2013]. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/sahkoturvallisuus100/sts100/index.html>

TIAINEN, Esa 2012. D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.

# LIITE 1 KÄYTTÖNOTTOMITTAUSTEN DOKUMENTOINTIPOHJA

Lähtötiedot											Tulokset										
Kuvas:	Mittaus:					Mittaus:					Mittaus:					Mittaus:					
Mittauslaitteisto:	V	Mittausväline:	A	Trasaus:	H	Yhteismitto:	Järjestelmän osittainen:	W	K	Z:	Q	P:	Q	P:	Q	P:	Q	P:	Q	P:	Q
Yhteismitto:	Yhteismitto:					Yhteismitto:					Yhteismitto:					Yhteismitto:					
Yhteismitto:	Yhteismitto:					Yhteismitto:					Yhteismitto:					Yhteismitto:					
Huomautukset																					
(1)	Mittauslaitteisto					Mittausväline					Trasaus					Yhteismitto					
(2)	Mittausväline					Trasaus					Yhteismitto					Yhteismitto					
(3)	Mittausväline					Trasaus					Yhteismitto					Yhteismitto					
(4)	Mittausväline					Trasaus					Yhteismitto					Yhteismitto					
(5)	Mittausväline					Trasaus					Yhteismitto					Yhteismitto					
(6)	Mittausväline					Trasaus					Yhteismitto					Yhteismitto					
(7)	Mittausväline					Trasaus					Yhteismitto					Yhteismitto					
(8)	Mittausväline					Trasaus					Yhteismitto					Yhteismitto					
(9)	Mittausväline					Trasaus					Yhteismitto					Yhteismitto					