LAPIN AMK
Lapland University of Applied Sciences

SÄHKÖASENNUSTEN KÄYTTÖÖNOTTOMITTAUSTEN OHJEISTUS

Mikkola Jouni

Opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

2022

LAPIN AMK
Lapland University of Applied Sciences

Opinnäytetyön tiivistelmä

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK

Tekijä	Jouni Mikkola	Vuosi	(2022)
Ohjaaja	Ins. (YAMK), Kari Kenttä		
Toimeksiantaja	Oulun Sähkö Optima Oy, Jarmo Merkkiniemi		
Työn nimi	Sähköasennusten käyttöönottomittausten ohjeistus		
Sivu- ja liitesivumäärä	60 + 4		

Opinnäytetyön aiheena oli sähköasennusten käyttöönottomittaus ohjeistus. Työ suoritettiin yhteistyössä Sähkö Optima Oy:n kanssa. Työn tavoitteena oli laatia ohjeistus käyttöönottotarkastuksien tekemiseen Sähkö Optima Oy:n asentajille. Ohjeistus tulee asentajille työmaakäyttöön, helpottamaan mittauksen tekemistä ja tulosten tulkintaan.

Insinöörityön tarkoituksena oli tarkastella sähköasennusten käyttöönottomittauksia olemassa olevien standardien ja lakien pohjalta. Käyttöönottotarkastukset perustuvat standardin SFS 6000-6-61 sekä sähköturvallisuuslain 1434/2016 esittämiin vaatimuksiin.

Sähkölaitteistoille tulee tehdä ennen käyttöönottoa aina käyttöönottotarkastus. Käyttöönottotarkastuksilla varmistetaan laitteiston turvallisuus, jotta käyttäjälle ei aiheudu vaaraa sähköasennuksista. Käyttöönottotarkastukseen kuuluu aistinvaraiset tarkastukset, jännitteettömät mittaukset ja jännitteelliset mittaukset.

Tulokseksi saatiin ohjeistus, joka helpottaa mittauksen tekemistä ja tuloksien tulkitsemista. Ohjeistuksessa kuvataan mittaus vaihe vaiheelta.

Avainsanat käyttöönottotarkastus, mittaus, sähköasennus

LAPIN AMK
Lapland University of Applied Sciences

Abstract of Thesis

Electrical and Automation Engineering
Bachelor of Engineering

Author Jouni Mikkola Year (2022)
Supervisor Kari Kenttä, MEng
Commissioned by Oulun Sähkö Optima Oy, Jarmo Merkkiniemi
Subject of thesis Guidelines for Commissioning Measurement of Electrical Installations
Number of pages 60 + 4

The topic of the thesis was the commissioning measurement guidelines for electrical installations. The work was carried out in cooperation with Sähkö Optima Oy. The aim of the work was to draw up instructions for conducting commissioning inspections for Sähkö Optima Oy's installers. The instructions will be for installers to use on site, to facilitate the measurement and to interpret the results.

The purpose of the engineering work was to examine the commissioning measurements of electrical installations on the basis of existing standards and laws. Commissioning inspections are based on the requirements of standard SFS 6000-6-61 and the Electrical Safety Act 1434/2016.

Before commissioning, the electrical equipment must always be inspected for commissioning. Commissioning inspections ensure the safety of the equipment so that the user is not endangered by electrical installations. The commissioning inspection includes sensory inspections, voltage-free measurements and voltage measurements.

The result was instructions that make it easier to take the measurement and interpret the results. The instructions describe the measurement step by step.

Key words commissioning inspection, measurement, electrical installation

SISÄLLYS

1 JOHDANTO 7

2 SÄHKÖ OPTIMA OY 8

3 LAINSÄÄDÄNTÖ 9

4 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET 12

4.1 Aistinvarainen tarkastus 12
4.2 Jännitteettömät mittaukset 13
4.2.1 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus 13
4.2.2 Eristysresistanssin mittaus 15
4.3 Jännitteelliset mittaukset 16
4.3.1 Syötön automaattinen poiskytkentä 16
4.3.2 Vikavirtasuojan toiminnan testaus 17
4.4 Napaisuus 18
4.5 Kiertosuunnan tarkistus 18
4.6 Toimintatestit 18
4.7 Käyttöönottopöytäkirja 19

5 VAATIMUS KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSEN SUORITTAMISESTA 20

5.1 Yksittäisen komponentin vaihto 20
5.2 Yksittäisen komponentin tai laitteen lisäys 20
5.3 Lattialämmitys 21
5.4 Sähköauton latausasema 22
5.4.1 A 1532 Mittari 23
5.4.2 Ohjeistus A 1532 mittarin käytöstä 24
5.4.3 PP State -kytkimen asennot 25
5.4.4 CP State -kytkimen asennot 25
5.4.5 Suositeltuja työvaiheita 26

6 FLUKE 1653B ASENNUSTESTERIN OHJEISTUS 27

7 MITTAUKSEN SUORITTAMINEN 30

7.1 Alkuvalmistelut 30
7.2 Jännitteen ja taajuuden mittaus 30
7.3 Suojajohtimen jatkuvuuden mittaus 31
7.4 Eristysresistanssimittaus 33

7.5 Silmukkaimpedanssin ja Oikosulkuvirran mittaus 34
7.6 Vikavirtasuojan toiminnan testaus 38
7.6.1 Vikavirtasuojan laukaisuajan mittaaminen 38
7.6.2 Vikavirtasuojan laukaisuvirran mittaaminen 39
7.7 Napaisuus 41
7.8 Kiertosuunnan tarkistus 42
7.9 Toiminta ja käyttötestit 43
7.10 Sähköinen mittauspöytäkirja 44
7.10.1 Yhteystiedot ja tarkastuksen tyyppi 44
7.10.2 Aistinvarainen tarkastus 44
7.10.3 Mittaustulokset oikosulku ja eristysresistanssit 45
7.10.4 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus 46
7.10.5 Vikavirtasuojien toiminnan tarkastus 47
7.10.6 Kiertosuunnan tarkastus 47
7.10.7 Toiminta ja käyttötestit 48
7.10.8 EMC-Suojaus 48
7.10.9 Palovaroittimet 49
7.10.10 Huolto- ja kunnossapito-ohjelma 50
7.10.11 Standardit 51
7.10.12 Tarkastuksen tekijä ja käytetyt mittalaitteet 51
7.10.13 Luovutusmerkintä 52
7.10.14 Tilaajan ja / tai hänen edustajan kuittaus 52
7.10.15 Lomakkeen liittäminen laskuun 53
8 MITTAUSTULOKSIEN TULKINTAA JA RATKAISUT 54
8.1 Oikosulkuvirran riittämättömyys 54
8.2 Eristysresistanssin mittaus 56
8.3 Suojajohtimen jatkuvuus 57
8.4 Vikavirtasuojan testaus 57
9 POHDINTA 58
LÄHTEET 59
LIITTEET 60

ALKUSANAT

Kiitos kaikille, jotka olitte tukena ja edesautoitte työn valmistumisessa, työnohjaajaa opettaja Kari Kenttää, sekä työntilaajana toiminutta Jarmo Merkkiniemeä työn mahdollistamisesta. Kiitos myös perheelleni, kun annoitte opiskelurauhan.

Oulussa 29.3.2022

Jouni Mikkola

1 JOHDANTO

Sähköasennuksille täytyy tehdä aina käyttöönottotarkastus ennen niiden käyttöönottoa. Käyttöönottotarkastus on oman työn tarkastamista, siinä varmistetaan turvallisuusvaatimusten täyttyminen ja tarkastuksilla varmistetaan laitteiston turvallisuus, jotta käyttäjälle ei aiheudu vaaraa sähköasennuksista.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään käyttöönottotarkastuksen mittauksien tekemiseen lakien ja standardien pohjalta. Sähköturvallisuuslain 1135/2016 mukaan tulee kaikki asennukset tarkastaa ennen käyttöönottoa, jotta ne täyttävät standardin SFS 6000 mukaiset vaatimukset.

Tavoitteena on luoda teorian pohjalta käyttöönottomittauksien tekemiseen ohjeistus Sähkö Optima Oy:n asentajien käyttöön, jotta mittauksia tekevä sähköalan ammattilainen voi hyödyntää ohjeistusta mittauksen suorittamisessa.

2 SÄHKÖ OPTIMA OY

Sähkö Optima Oy on Oulun ja sen ympäristökuntien alueella toimiva sähköalan yritys. Sähkö Optima tarjoaa kattavat sähköalan palvelut avaimet käteen -periaatteella, suunnittelusta lopputarkastuksiin sekä yksityis- että yritysasiakkaille. Kuva 1 on esitetty Sähkö Optiman työautot. (Sähkö Optima 2022.)



Kuva 1. Sähkö Optiman työautot (Sähkö Optima 2022).

Sähkö Optima Oy on perustettu vuonna 2013. Työntekijöitä on 7 ja toimitusjohtajana toimii Jarmo Merkkiniemi. Sähkö Optiman palveluihin kuuluvat omakotitalojen sähköistykset, teollisuushallien sähköistykset, sähkösuunnittelu, sähkösaneeraukset, ilmastointikoneiden korjaukset ja ilmalämpöpumppujen asennukset (Kuva 2). (Sähkö Optima 2022.)



Kuva 2. Ilmalämpöpumpun asennus (Sähkö Optima 2022.)

3 LAINSÄÄDÄNTÖ

Rakennusten sähköasennuksia säätelevät monet eritasoiset määräykset ja ohjeet. Rakennusten sähköasennuksia koskevien määräysten ensisijainen syy on sähköturvallisuus.

Sähköturvallisuuslaista (1135/2016) tulee sähköturvallisuutta koskevat olennaiset vaatimukset. Valtioneuvoston asetuksessa on säädetty sähkölaitteiston turvallisuudesta (1143/2016) ja muita lakia täydentäviä keskeisiä asetuksia sähkötyöstä ja käyttötyöstä (1435/2016) sekä sähkölaitteiden ja laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta (1436/2016). Sähkölaitteiden turvallisuudesta on säädetty valtioneuvoston asetuksissa (1437/2016). Keskeisin sähköasennusten turvallisuutta koskeva säädös on valtioneuvoston asetus sähkölaitteistosta (1434/2016), joka sisältää sähkölaitteistojen olennaiset turvallisuusvaatimukset ja siinä myös kerrotaan miten, vaatimukset voidaan toteuttaa. (Tiainen 2017, 8.)

Sähkötyöturvallisuusstandardi SFS 6002 määrittelee, että tarkastuksia saavat tehdä ammattihenkilöt, joilla on kokemusta vastaavien asennuksien tarkastamisesta (Ylinen 2018, 8.) Myös standardissa SFS 6000 määritellään, että suorittajan pitää olla sähköalan ammattihenkilö ja pätevä tekemään mittauksia.

’Sähköalan ammattihenkilön katsotaan olevan riittävän ammattitaitoinen valvomaan ja tekemään itsenäisesti koulustaan ja työkokemustaan vastaavaa sähkö- ja käyttötyötä. Sähköalan ammattihenkilö, joka on opastettu sähköalan sähkötöihin ja lisäksi jokin seuraavista koulutus- ja työkokemusvaatimuksista täyttyy:

1) Suorittanut soveltuvan tekniikan alan korkeakoulututkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötöistä.

2) Suorittanut soveltuvan sähköalan insinöörin tai teknikon tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemusta sähkötöistä.

3) Suorittanut soveltuvan ammattitutkinnon, erikoisammattitutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötöistä.

4) Suorittanut soveltuvan ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan aiemmin koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut vuoden työkokemuksen sähkötöistä.

5) Hankkinut kuuden vuoden työkokemuksen sähkötöistä ja riittävän alan perustiedot.

Edellä mainitun työkokemuksen tulee olla riittävän laaja-alaista ja sähkötöihin perehdyttävää. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 73§.)'

'Sähköturvallisuuslain 6 § mukaan sähkölaitteita ja -laitteistoja koskevat seuraavat vaatimukset:

Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä käyttötarkoituksensa mukaisesti 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.

Jos sähkölaite tai -laitteisto ei täytä 1 momentissa säädettyjä edellytyksiä, sitä ei saa saattaa markkinoille, luovuttaa toiselle eikä ottaa käyttöön). (Sähkötyöturvallisuuslaki 1135/2016, 6 §.)'

'Sähköturvallisuuslain 43 § mukaan sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus vaatimukset:

Sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön vasta, kun käyttöönottotarkastuksessa on riittävässä laajuudessa selvitetty, että siitä ei aiheudu 6 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. Käyttöönottotarkastus on tehtävä myös sähkölaitteiston muutos- ja

laajennustöille. Sähkölaitteiston rakentajan tulee huolehtia sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksesta. Jos rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai on estynyt huolehtimaan niistä, tulee sähkölaitteiston haltijan huolehtia tarkastuksesta.

Sähkölaitteiston rakentajan tulee laatia käyttöönottotarkastuksesta sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja vähäisiksi katsottavia töitä lukuun ottamatta. Näissäkin tapauksissa on sähkölaitteiston testausten tulokset kuitenkin tarvittaessa annettava laitteiston haltijalle.

Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin käyttöönottotarkastuspöytäkirjan sisällöstä sekä niistä vähäiseksi katsottavista töistä, joista pöytäkirjaa ei tarvitse tehdä. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 43§.)’

4 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET

Käyttöönottotarkastus suoritetaan SFS 6000-6-61 mukaisessa järjestyksessä. Käyttöönottotarkastuksesta tehdään mittauspöytäkirja ja mittauspöytäkirja toimii dokumenttina tehdystä mittauksista. Käyttöönottotarkastus täytyy tehdä kaikille uusille asennuksille ja samat velvoitteet koskevat myös korjaus- ja muutostöitä. (Kauppila 2018, 9.)

4.1 Aistinvarainen tarkastus

Käyttöönottotarkastuksen laajin osa-alue on aistinvaraiset tarkastukset, joita tulee tehdä koko asennuksen ajan. Jatkuvalla tarkkailulla varmistetaan laadukkaat ja turvalliset asennukset, jotka pohjautuvat voimassa oleviin standardeihin. Rakennusaikana havaitut virheet on korjattava viimeistään ennen niiden käyttöönottoa. Piiloon jäävät asennukset on tarkastettava välittömästi sitä asennettaessa, tällaisia asennuksia ovat maan ja rakennuksen sisään ja alle jäävät asennukset. Näistäkin asennuksista on tehtävä kirjallinen dokumentti. (Kauppila 2018, 17-21.)

Aistinvaraiseen tarkastukseen liittyvät tarkastukset standardin SFS 6000-6 mukaisesti:

- Sähköiskulta suojaukseen käytetty menetelmä
- Palosuojauksien käyttö ja muut palon leviämisen estämiseksi ja lämpövaikutuksilta suojaamiseksi tehdyt toimenpiteet
- Johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitealeneman kannalta
- Suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu
- Sopivien ylijännitesuojien valinta, sijoitus ja asennus, jos nämä on vaadittu
- Erotus- ja kytkentälaitteiden valinta, oikea sijoitus ja asennus
- Sähkölaiteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan
- Nolla- ja suojajohtimien tunnukset
- Piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo

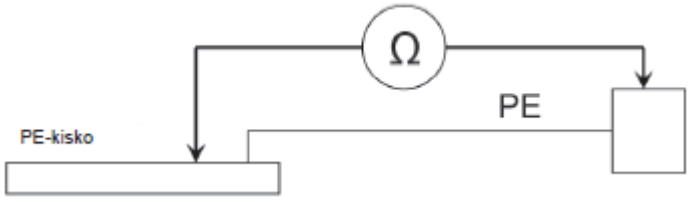
- Virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus
- Johtimien ja kaapelien päätteiden ja liitosten sopivuus
- Maadoituskytkentöjen ja suojajohtimien, mukaan luettuna pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimien olemassaolo ja sopivuus
- Sähkölaitteiston käytön ja huollon vaatima tila
- Sähkömagneettisilta häiriöiltä suojaavat toimet
- Jännitteelle alttiiden osien kytkentä maadoitusjärjestelmään
- Johtojärjestelmien valinta ja asentaminen
- Yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin ja äärijohtimen kytkentä lampunpitimessä kantaosaan. (Kauppila 2018, 11-14.)

4.2 Jännitteettömät mittaukset

Jännitteettömänä tehtäviä mittauksia ovat suojajohtimenjatkuvuus ja eristysresistanssin mittaus, joilla varmistetaan asennusten kunto ennen jännitteiden kytkemistä ensimmäistä kertaa. Standardissa on esitetty, että suojajohtimen jatkuvuusmittaus tehdään ennen eristysresistanssimittausta. Pienissä kohteissa suositellaan tekemään eristysresistanssin mittaus ensimmäiseksi. (Kauppila 2018, 23.) Eristysresistanssimittauksessa huomataan, jos suojajohdin on yhteydessä nollajohtimen tai vaihejohtimen kanssa.

4.2.1 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus

Maadoitus-, suojamaadoitus, PEN- sekä potentiaalitasausjohtimet ovat suojajohtimia. Suojajohtimien jatkuvuus pitää mitata jokaisesta laitteesta laitekohtaisesti. Mittauksella varmennetaan, että suojajohtimien piirit ovat jatkuvia koko matkaltaan sekä liitokset ovat kunnossa. Mittaus suoritetaan jännitteettömästi. (Tiainen 2017, 350.) Suojajohtimen jatkuvuusmittauksessa mitataan laitteen ja pääpotentiaalitasauksen välisen suojajohtimen resistanssiarvoa. Kuva 3 on havainnollistettu suojajohtimen jatkuvuusmittausta.



Kuva 3. Suojajohtimen jatkuvuusmittaus (ST 51.12.05, Liite2).

TN-S- järjestelmässä täytyy nolla- ja suojamaadoitusjohdin erottaa toisistaan, jotta voidaan olla varmoja, että mitataan suojajohdinta. Ilman erotusta ei pystytä mittauksella todentamaan, etteivät kyseiset johtimet ole vaihtaneet paikkaa. (Kauppila 2018, 19.)

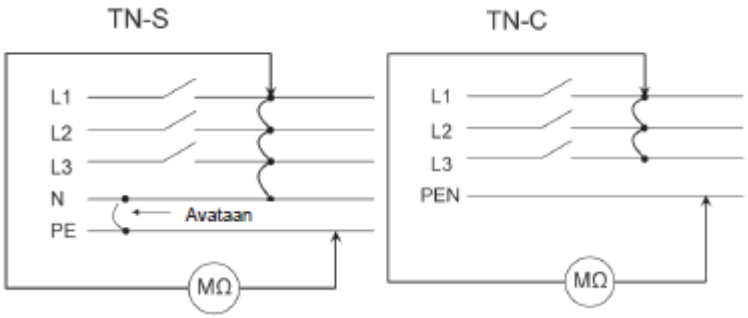
Suojajohtimen jatkuvuusmittaustulosta tulee verrata taulukossa oleviin arvoihin ja jos mittaustuloksissa on huomattavat erot (Taulukko 1) oleviin arvoihin, on selvitettävä, mistä ero johtuu.

Taulukko 1. Kupari- ja alumiinijohtimien johdinpoikkipinta-alaa kohden (Kauppila 2018, 21).

Johdin-poikki-pinta-ala mm²	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

4.2.2 Eristysresistanssin mittaus

Eristysresistanssimittaus on tehtävä jokaisen jännitteisen johtimen ja maan välillä. TN-S-järjestelmässä myös nollajohdin katsotaan jännitteiseksi johtimeksi. Eristysresistanssimittauksella voidaan löytää mahdollisia sähköasennuksissa tapahtuneita virheitä sekä tarkastella kaapelien kuntoa. On mahdollista, että kaapelin eristys on heikentynyt asennusten tai valmistusvaiheen aikana. Mittauksen aikana äärijohtimet ja nollajohtimet saa kytkeä yhteen, tällöin voidaan selvitä jopa yhdellä ainoalla mittauksella. (Kauppila 2018, 23.) Kuva 4 on esitetty eristysresistanssinmittaus.



Kuva 4. Eristysresistanssimittaus TN-S ja TN-C järjestelmässä (ST 51.12.05, Liite2).

Eristysresistanssimittaus suoritetaan syöttämällä tasajännitettä jännitteettömään piiriin. Yleinen syötettävä jännite on 500 Vdc ja jos on herkästi särkyviä laitteita, mittaus suoritetaan pienemmällä testijännitteellä 250 Vdc. Taulukko 2 on esitetty pienimmät sallitut arvot.

Taulukko 2. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot (Kauppila 2018, 25).

Virtapiirin nimellisjännite V	**Koejännite (tasajännite) V**	**Eristysresistanssi MΩ**
SELV ja PELV	250	≥ 0,5
Enintään 500 V, edellä olevaa kohtaa lukuun ottamatta	500	≥ 1,0
Yli 500 V	1 000	≥ 1,0

Jos koko laitteiston mittauksessa ei saavuteta taulukon mukaista eristysresistanssin arvoa, tulee mittauksia tehdä pienempi ryhmä kerrallaan, niin että taulukon antama minimiarvo saavutetaan. Ellei saavuteta pienintä sallittua arvoa, on selvitettävä, mistä tulosten erot johtuvat. Vika on poistettava ennen kuin laitteisto otetaan käyttöön. (Kauppila 2018, 25.)

4.3 Jännitteelliset mittaukset

Jännitteellisiä mittauksia ovat syötön automaattinen poiskytkentä, vikavirtasuojan toiminnan testaus, napaisuus, kiertosuunnan tarkistus ja toimintatestit.

4.3.1 Syötön automaattinen poiskytkentä

Syötön automaattisen poiskytkennän mittauksella varmistetaan vikasuojan toimivuus. Mittauksessa tarkastellaan suojalaitteen laukaisuaikaa ja sen tarkoituksena on varmistaa, että vikatilanteessa syötön automaattinen poiskytkentä toimii vaatimusten mukaisesti.

Syötön automaattinen poiskytkentä varmistetaan mittaamalla silmukkaimpedanssi vikapiiristä, minkä avulla määritellään oikosulkuvirran suuruus vikatilanteessa (Kauppila 2018, 30). Mittauksessa vikapiirin silmukkaimpedanssin tulee saada arvo, joka saa poiskytkennän tapahtumaan standardin vaatimassa ajassa (Kauppila 2018, 32). Saatuja mittaustuloksia verrataan Taulukko 3 tai Taulukko 4 vaadittuihin mitattuihin arvoihin.

Vikasuojausta koskevat ehdot täyttyvät, kun vian aiheuttama vaarallinen kosketusjännite kytkeytyy automaattisesti pois vaatimusten edellyttämässä ajassa tai vian aiheuttama kosketusjännite rajoitetaan vaarattomaan arvoon (Tiainen 2017, 356). Viiden sekunnin laukaisu aika on tarkoitettu jakokeskuksiin syöttäville johdoille ja yli 35 A:n ryhmäjohdoille. Muissa tapauksissa vaaditaan maksimissaan 0,4 sekunnin laukaisuaika (Kauppila 2018, 32).

Taulukko 3. Pienimmät johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot (Kauppila 2018, 33).

Nimellis-virta 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	K ja G-tyypit 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	D-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo 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 tulppasulakkeiden ja kahvasulakkeiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot (Kauppila 2018, 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

4.3.2 Vikavirtasuojan toiminnan testaus

Vikavirtasuojia käytetään suojamaan laitteiden käyttäjiä sähköiskuilta sekä mahdollisilta tulipaloilta. Vikavirtasuoja mittaa sähköjohtimen menevän ja palaavan

sähkövirran erotusta ja jos meno- ja paluuvirroissa on eroa, katkaisee vikavirtasuojakytkin virran.

Vikavirtasuoja testaus täytyy tehdä jokaiselle vikavirtasuojakytkimelle. Testi sisältää vikavirtasuojan testipainikkeen toiminnan tarkastuksen lisäksi laukaisuvirran ja laukaisuajan mittauksen, joilla varmistetaan vikavirtasuojan toiminta nimellisvirrallaan. (Kauppila 2018, 34.)

4.4 Napaisuus

Yksinapaisten kytkinlaitteiden asentaminen nollajohtimeen on kielletty. Tämän asian varmistaminen on standardissa määritelty käyttöönottotarkastukseen liittyväksi toimenpiteeksi. Käytännössä tämän asian varmistaminen on tehtävä kytkinlaitetta asentaessa.

Näin ollen tarkastuksen suorittaminen jää näissäkin tapauksissa kytkinlaitetta asentavan tai häntä valvovan henkilön tehtäväksi. Valvovan henkilön tehtäväksi se jää, kun asennuksen tekee muu kuin sähköalan ammattilainen, esimerkiksi työharjoittelija. (Kauppila 2018, 34.)

4.5 Kiertosuunnan tarkistus

Kiertosuunta on tarkistettava jokaisesta monivaiheisista piireistä, jotta kiertosuunta säilyy. Näin myös keskuksista, joista ei lähde yhtään monivaiheista ryhmäjohtoa, tästä huolimatta on kiertosuunta tarkistettava. Keskuksista mittaus on helpointa suorittaa jännitteenkoettimella, 3-vaiheisen pistorasian mittaukseen suositellaan valmiita pistotulpan sisään rakennettuja testilaitteita. (Kauppila 2018, 34-35.)

4.6 Toimintatestit

Toiminnallisten testien tarkoituksena on tarkistaa ja testata, että laitteet on asennettu ja säädetty oikein vaatimuksien mukaisesti. Jokainen kytkin-, ohjaus-, käyttö ja lukituskytkimet on testattava. Toimintakokeissa testataan myös kiertosuunnat jokaiselta 3-vaiheiselta keskukselta kuin myös 3-vaiheisilta pistorasioilta. (Ylinen 2018, 52.)

4.7 Käyttöönottopöytäkirja

Käyttöönottomittauksista on tehtävä käyttöönottopöytäkirja, jonka allekirjoittaa mittauksen tekijä. Valmis käyttöönottopöytäkirja toimitetaan sähkölaitteiston haltijalle. Kaikki mittaustulokset on tarvittaessa annettava laitteiston haltijalle.

Käyttöönottomittauspöytäkirjan pitää sisältää seuraavat tiedot:

- Tarkastetun laitteiston yksilöintitiedot
- Laitteiston rakentajan yhteistiedot
- Selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta.
- Maininta sovelletuista standardeista
- Mahdollisten poikkeamien osalta maininta sähköturvallisuuslain 34§ mukaisen selvityksen olemassaolosta
- Yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä ja tulokset tarkastuksista sekä testauksista. (Kauppila 2018, 37-38.)

5 VAATIMUS KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSEN SUORITTAMISESTA

Käyttöönottotarkastus tulee tehdä aina kun uusi asennus otetaan käyttöön. Säädökset ovat tältä osin tiukat ja käyttöönottotarkastukselta ei voi välttyä. Standardin SFS 6000-6-61 mukaisella tarkastuksella täytetään valtioneuvoston asetuksen (1437/2016) mukaiset olennaiset turvallisuusvaatimukset. (Ylinen 2018, 8.)

Kun asennuksia otetaan käyttöön rakennusaikana, koskee myös väliaikaisia käyttöönottoja, käyttöön otettaville asennuksille pitää tehdä käyttöönottotarkastus (Ylinen 2018, 8).

Vaatimuksena tarkastuksen suorittamiseen on se, että henkilön oltava riittävä ammattitaitoinen. Henkilön tulee olla sähköalan ammattilainen, joka tuntee tarvittavassa laajuudessa määräykset ja ohjeet. (Kauppila 2018, 9.)

5.1 Yksittäisen komponentin vaihto

Joissakin tapauksissa voidaan jättää käyttöönottomittaus tekemättä, kun pystytään toteamaan oikosulkuvirta laskemalla tai vanhoista mittaustuloksista. Näitä tapauksia ovat esimerkiksi yksittäisen pistorasian, kiinteän valaisimen, kontaktorin tai sähkömoottorin vaihto.

Näissäkin tapauksissa on todettava suojajohtimen jatkuvuus ja tehtävä aistinvaraiset tarkastukset. Jos epäilee asennuksien turvallisuutta, on tehtävä standardin mukaiset testaukset. (Ylinen 2018, 9.)

5.2 Yksittäisen komponentin tai laitteen lisäys

Kun asennetaan yksittäinen komponentti tai laitteisto, on niille tehtävä käyttöönottotarkastus standardin SFS 6000 mukaisesti. On tapauksia missä, riittää suojajohtimen jatkuvuus mittaus ja aistinvaraiset tarkastukset, esimerkiksi jos pintaasennuksena asennetaan valaisin tai pistorasia ja asennettavan johdon pituus on muutamia metrejä.

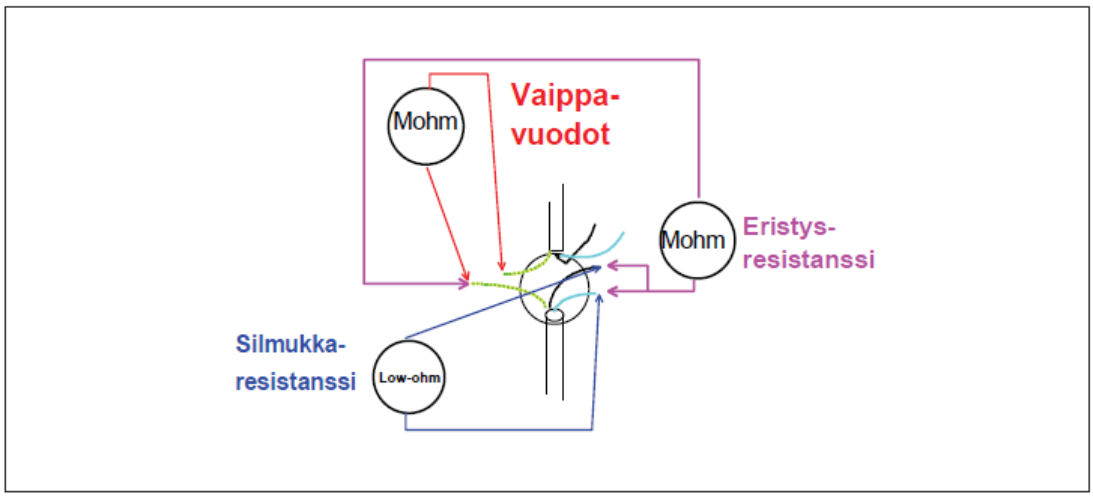
Näissäkin tapauksissa on varmistettava oikosulkuvirran riittävyys, aikaisemmin tehtyjen laskelmien tai mittauksien perusteella. Jos sitä ei pystytä varmistamaan laskelmista tai mittauksista, täytyy mittaukset tehdä. (Ylinen 2018, 10.)

5.3 Lattialämmitys

Lämmityskaapeleille ja -kelmuille mittaukset tehdään myös asennusvaiheessa. Vaadittuja mittauksia ovat silmukkaresistanssinmittaus sekä eristysresistanssimittaukset asennuksen jälkeen ennen peittämistä ja asennuksen jälkeen mahdollisimman nopeasti peittämisen jälkeen.

Silmukkaresistanssi mitataan vaihe- ja nollajohtimen väliltä ja mittauksesta saadun vastusarvon tulisi vastata kaapelin arvokilpeen merkittyä arvoa. Eristysresistanssinmittaus mitataan vaihe- ja suojajohtimen sekä nolla- ja suojajohtimen väliltä. Kuva 5 on esitetty lämmityskaapelin mittauksen suorittaminen.

Mittauspöytäkirjaan ST 55.18.01 (Liite 2) merkitään kaikki saadut tulokset ja lisäksi mittauspöytäkirjaan on merkittävä kaapelin tai kelmun arvokilpeen merkityt jännite-, resistanssi- ja tehoarvot. Tulokset täytyy merkitä myös lämmityskaapelin tai -kelmun mukana tulleeseen takuutodistukseen takuun säilymiseksi. (Kauppila 2018, 29.)



Kuva 5. Lämmityskaapeleiden mittaus (Kauppila 2018, 29).

5.4 Sähköauton latausasema

Sähköturvallisuuslain edellyttämä käyttöönottotarkastus tulee tehdä kiinteille asennuksille. Latausaseman syöttökaapelille pitää tehdä käyttöönottotarkastukseen kuuluvat tehtävät, sekä latausaseman toimintatarkastus tulee toteuttaa laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti.

Mikäli latausasemassa sijaitsee tulppasulakkeita, johdonsuojia on näiden osalta tehtävä myös tarvittavat tarkastukset sekä jos laitteessa on vikavirtasuoja, on vikavirtasuoja tarkastettava ja mitattava. (Korhonen, Linja-aho, Mäkinen & Orrberg 2019, 78.)

Seuraavassa Kuva 6 on Metrel A 1532 adapteri latausaseman mittauksien suorittamiseen.



Kuva 6. Metrel A 1532 adapteri.

5.4.1 A 1532 Mittari

Seuraavassa on Metrel mittarin adapterin A 1532 selitykset (Kuva 7).



Kuva 7. A 1532 Mittari (Metrel 2022, 7).

Mittarin selitteet:

1. Banaaniliittimet 3-vaiheiselle kytkennälle asennustesterin kanssa, Banaani liittimet vain ja ainoastaan testikäyttöä varten.

2. Jänniteindikaattori

3. Simulointi-resistanssin valinta (virta-arvo). Valintakytkin sähköautonlatauskaapelin simuloimiseen ja virran hallintaan.

4. Simulointi-resistanssin hallinta. Valitaan adapterin status jäljitelläkseen ladattavaa ajoneuvoa.

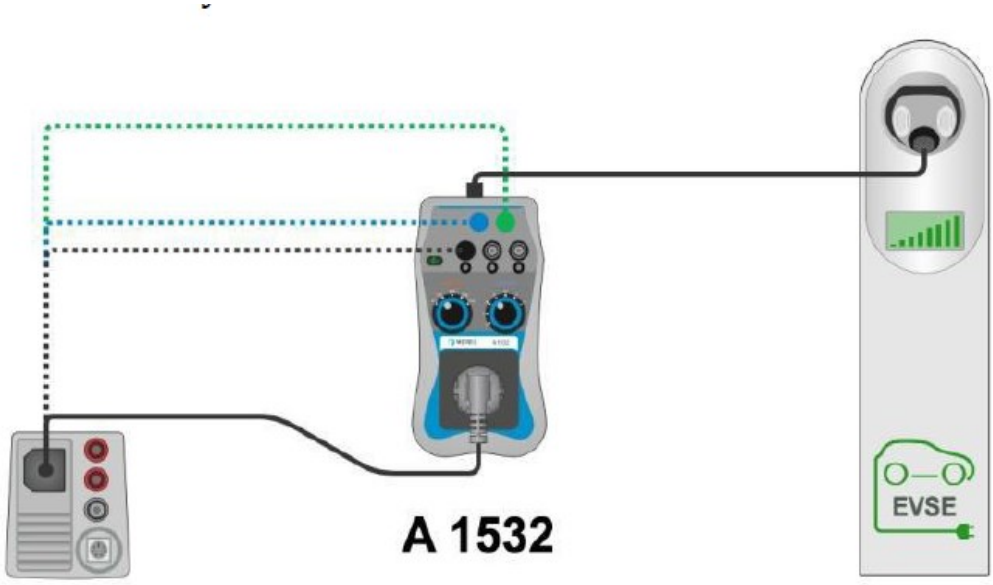
5. Pistorasiatulo. Kytkentä 1-vaiheiselle testerille, Ulostuloa saa käyttää ainoastaan testaamiseen, ei saa käyttää jännitelähteenä.

6. Tyypin 2 uros liitin. Kytkentä sähköautonlatauspistokkeeseen.

Varoitus! Pistorasian ulostulo ja banaaniliittimet ovat jännitteisiä, jos yksi tai useampi valo palaa indikaattorissa. (Metrel 2022, 7.)

5.4.2 Ohjeistus A 1532 mittarin käytöstä

Seuraavassa on ohjeistus latausaseman mittauksen suorittamisesta Metrel A 1532 adapterin avulla (Kuva 8).



Kuva 8. Metrel A 1532 käyttö (Metrel 2022, 8).

- Kytke adapterin A 1532 ulostulo Metrelin testeriin.
- Voit käyttää joko 1-vaiheista pistorasiaulostuloa tai banaaniliittimiä.
- Valitse kytkimestä 3 (PP State) kohta N.C (ei kontaktia) ja kytkimestä 4 (CP State) kohta A.
- Kytke Adapteri latauspisteeseen.
- Suorita testit, jotka tulee tehdä ilman jännitettä.

- Simuloi erinlaisia lataustilanteita käyttämällä kytkintä 3 (PP State) ja kytkintä 4 (CP State). Tarkastele toimiiko latausasema oikein kaikissa tilanteissa.
- Kun kytkin 3 on jossain muussa tilassa, kuin N.C (Ei kontaktia) ja kytkin 4 on tilassa C tai D, latausaseman ulostulo on jännitteinen. Suorita testit, jotka vaativat jännitteen.

  Huom. Ainoastaan L1 on käytössä, jos käytetään pistorasiaulostuloa. (Metrel 2022, 8.)

5.4.3 PP State -kytkimen asennot

Seuraavassa käsitellään PP State -kytkimen 3 eri asennot (Taulukko 5), valinta-kytkimellä valitaan simulointi- resistanssi eli virta-arvo.

Taulukko 5. PP State -kytkimen eri asennot. (Metrel 2022, 9).

Positio	Simulointi
N.C.	Virhetila tai plugi on irti (ei kontaktia)
13 A	Adapteri on kytketty ja sitä voidaan simuloida halutulla virta-arvolla.
20 A	
32 A	
64A	

5.4.4 CP State -kytkimen asennot

Seuraavassa käsitellään CP State -kytkimen 4 valinnat (Taulukko 6) Simulointi-resistanssin hallinta, valintakytkimellä valitaan simulointi- resistanssin valinnat.

Taulukko 6. CP State -kytkimen valinnat (Metrel 2022, 10).

Positio	Simulointi	Komentti
A	Sähköauto irtikytketty	Asema joutilaassa tilassa. Sähköauto ei ole valmiina vastaanottamaan energiaa. Latausasema ei välitä energiaa.
B	Sähköauto Kytketty	Sähköauto havaittu. Sähköauto ei ole valmis vastaanottamaan energiaa. Latausasema ei välitä energiaa.
C	Sähköauto latautuu ilman tuuletusta	Sähköauto valmis vastaanottamaan energiaa. Latausasema välittää energiaa, jos tuuletukselle ei ole tarvetta.
D	Sähköauto latautuu, tuuletin päällä	Sähköauto valmis vastaanottamaan energiaa. Latausasema välittää energiaa, vain jos tuuletus on olemassa.
E	Virhetilanne (Simuloi vikatilanteen)	Latausasema ei välitä energiaa (ei päällä). Sähköauton syöttölaitteet vapauttavat rasian ulostulon maksimissaan 30 sekunnissa.

5.4.5 Suositeltuja työvaiheita

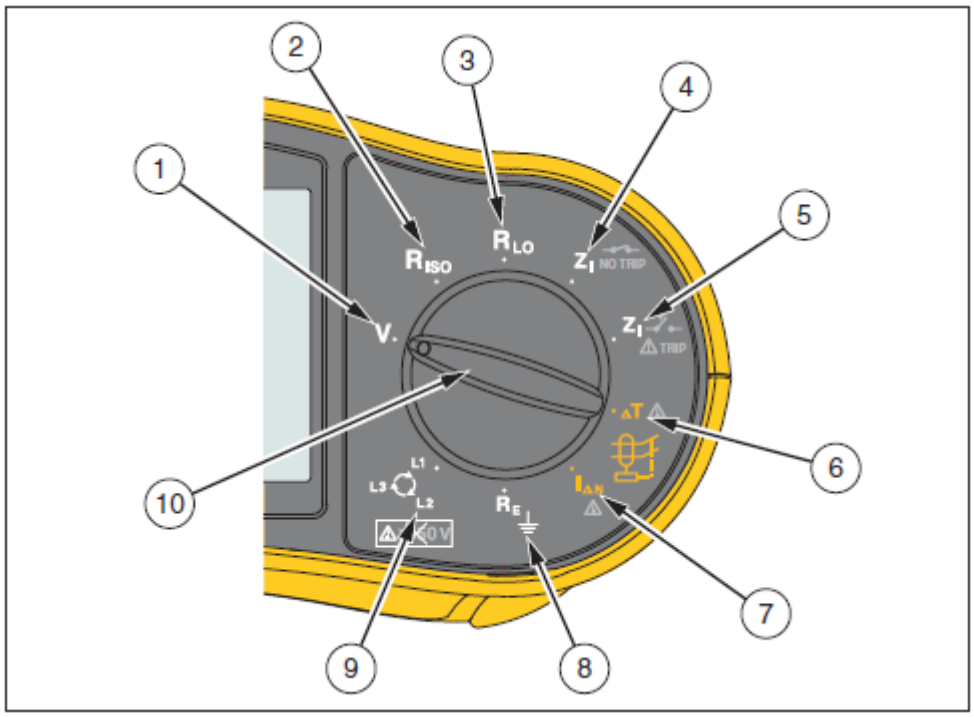
Seuraavassa suositeltuja työvaiheita, jotka kannattaa testata.

- A-B-C ei tuuletetulle lataukselle
- A-B-D kun tuuletus vaadittu latauksen yhteydessä
- E vikatilanteen simulointi. (Metrel, 10.)

6 FLUKE 1653B ASENNUSTESTERIN OHJEISTUS

Käyttöönottomittauksessa käytettävät mittarit tulee olla niihin tarkoitettuja mittareita standardin EN 61557 mukaisia. Käytettävillä mittareilla täytyy pystyä suorittamaan käyttöönottomittaukset niin kuin ne on standardissa määritelty. (Ylinen 2018, 25.) Seuraavaksi Fluke asennustesterin käytön ohjeistus (Kuva 9), (Kuva 10), (Taulukko 7), (Taulukko 8) ja (Taulukko 9).

Käytä kiertokytkintä (Kuva 9) ja (Taulukko 7) valitsemaan ne testityypit, jonka haluat suorittaa.

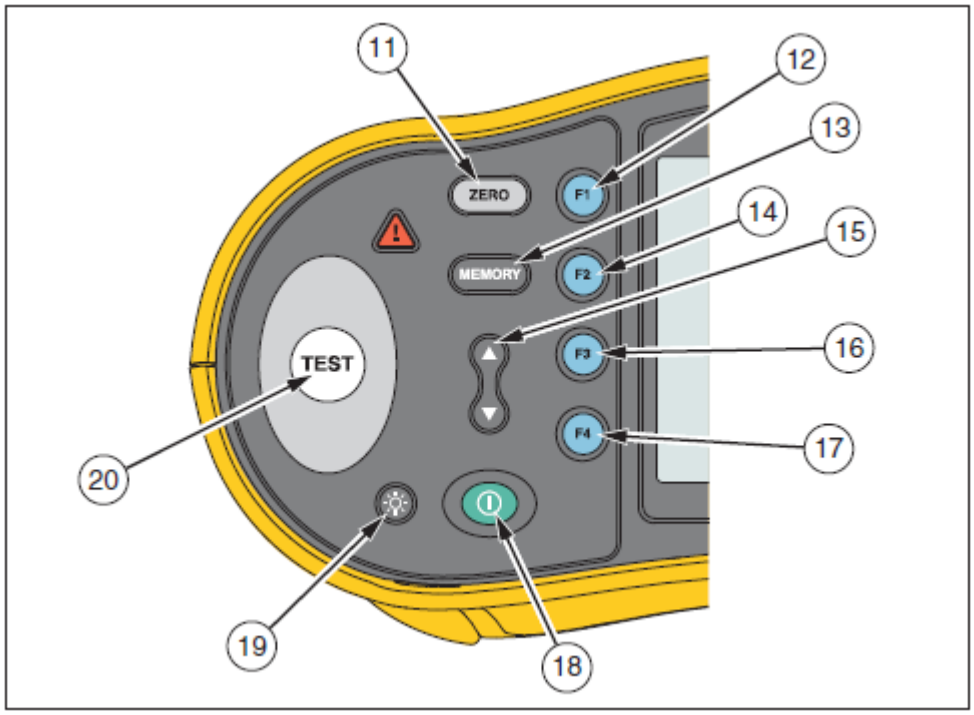


Kuva 9. Kiertokytkin (Fluke 2010a, 6).

Taulukko 7. Taulukko (Fluke 2010a, 6).

Numero	Symboli	Mittaustoiminto
①	V	Voltteja.
②	R_{ISO}	Eristysvastus.
③	R_{LO}	Johtavuus.
④	Z_L NO TRIP	Silmukkaimpedanssi – ei laukaisutilaa.
⑤	Z_L TRIP	Silmukkaimpedanssi – suurvirran laukaisutila.
⑥	ΔT ⚠	Vikavirtasuojaimen laukaisuaika.
⑦	$I_{\Delta N}$ ⚠	Vikavirtasuojaimen laukaisutaso.
⑧	R_E	Maadoitusvastus.
⑨	↻	Vaihekierto.
⑩	Ei käytössä	Kiertokytkin.

Painikkeilla (Kuva 10), (Taulukko 8) ja (Taulukko 9) voit ohjata testerin käyttöä, valita tarkasteltavat testitulokset ja selata valittuja testituloksia.



Kuva 10. Painikkeet (Fluke 2010a, 7).

Taulukko 8. Painikkeet (Fluke 2010a, 7).

Nro	Painike	Kuvaus
11	ZERO	Nollaa testijohtimen vastuspoikkeaman.
12	F1	• Valitsee silmukan syötön (L-N, L-PE). • Jännitesyötön valinta (L-N, L-PE, N-PE). • Eristystesti: L (P), L-N (P/N), L-PE (P/E) tai N-PE (N/E) laajennetussa dokumentointitilassa. • Vikavirtasuojainten virran nimellisarvo (10, 30, 100, 300, 500, 1000 mA tai VAR). • SELECT (valitse) muisti.
13	MEMORY	• Käynnistää muistitilan. • Aktivoi muistipainikkeiden valinnat (F1, F2, F3 tai F4).

Taulukko 9. Painikkeet jatkuu (Fluke 2010a, 8).

Nro	Painike	Kuvaus
14	F2	• Vikavirtasuojainten virtakerroin (x1/2, x1, x5, AUTO). • STORE (tallenna) muistiin. • Valitse silmukkaimpedanssitestin tarkkuus (Ω, mΩ) – vain suurjännitelaukaisutila • Jatkuvuustesti: Rx1/2 (R1+R2), R/2 (R2), x1 (r1), /2 (r2) or x5 (m) laajennetussa dokumentointitilassa.
15	▲▼	• Selaa muistipaikkoja. • Aseta muistipaikkojen koodit. • Selaa automaattisia testituloksia. • Säädä VAR-toiminnon virta. • Näytä tulokset kohinan esiintyessä.
16	F3	• Valitse vikavirtasuojain: Tyyppi AC (sinimuotoinen), tyyppi AC selektiivinen, tyyppi A (puoliaalto), tyyppi A selektiivinen, tyyppi B (tasainen DC) tai tyyppi B selektiivinen. • RECALL (hae) muisti. • Paristotesti. • Silmukka R_E/I_K
17	F4	• Vikavirtasuojaimen testin polaarisuus (0, 180 astetta). • Eristystestin jännite (50, 100, 250, 500 tai 1000 V). • CLEAR (tyhjennä) muisti.
18	⏻	Kytkee testerin päälle ja pois päältä. Testeri kytkeytyy pois päältä automaattisesti, jos siinä ei ole toimintaa 10 minuuttiin.
19	☼	Kytkee taustavalon päälle ja pois päältä.
20	TEST	Käynnistää valitun testin. TEST-näppäimen ympärillä on "kosketuslevy". Kosketuslevy mittaa käyttäjän ja testerin PE-päätteen välisen potentiaalin. Jos ylitetään 100 V:n kynnys, ⚠-symboli kosketuslevyn yläpuolella palaa.

7 MITTAUKSEN SUORITTAMINEN

7.1 Alkuvalmistelut

Ennen mittauksia tutustutaan kohteen sähkökuviin ja selvitetään mitä ollaan mittaamassa. Sen jälkeen suunnitellaan mittauksen eteneminen, selvitetään epäedullisimmat pisteet. Epäedullisimmat pisteet löytyvät yleensä ryhmäjohtojen ollessa pitkiä ja johdinpoikkipintojen ollessa pieniä sekä selvitellään mitkä gG-sulakkeet ja johdonsuojakatkaisijat missäkin piirissä ovat.

Ennen mittauksia on suoritettavan alkuvalmistelut, joita ovat sulakkeiden, johdonsuoja-automaattien, vikavirtasuojakytkimien sekä ohjaus- ja käyttökytkimien laittaminen kiinni-asentoon.

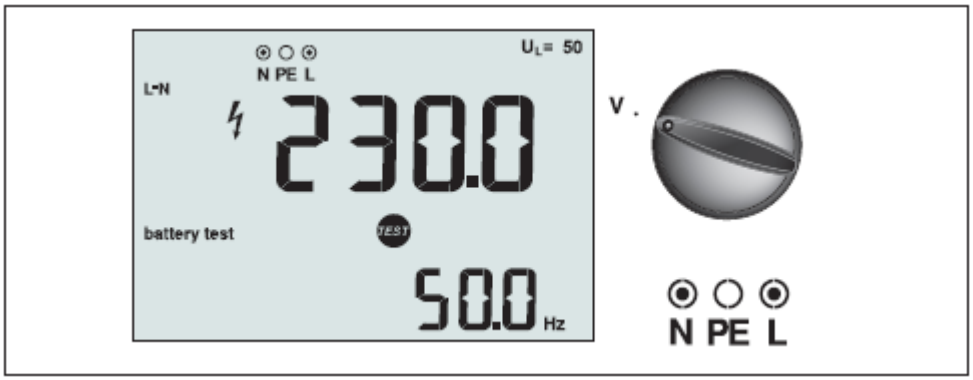
Ennen suojajohtimen jatkuvuus ja eristysresistanssin mittausta Nolla- ja PE-johtimet eriytetään toisistaan, myös sähköenergian mittauksen ja tariffiohjauslaitteen nollajohdin otetaan irti.

Jos mitattavat virtapiirit sisältävät herkästi särkyviä elektronisia laitteita tai ylijännitesuojia, jotka voivat rikkoontua mittauksessa, on ne myös otettava irti mittauksen ajaksi. (Ylinen 2018, 31-32.)

7.2 Jännitteen ja taajuuden mittaus

Seuraavassa ohjeistusta jännitteen ja taajuuden mittaukseen.

- Valitaan kiertokytkimestä V-asento (Kuva 11).



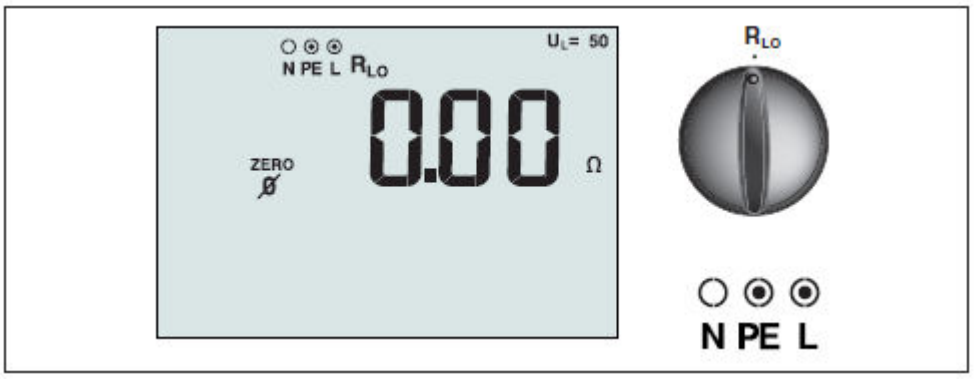
Kuva 11. Kiertokytkimen asento jännitteen ja taajuuden mittaus (Fluke 2010a, 19).

- Käytetään L-, N- ja PE-Liittimiä. Voidaan käyttää testijohtimia tai verkkojohtoa, kun mitataan vaihtovirran jännitettä.
- Tuloksena näkyy jännite ja taajuus.

7.3 Suojajohtimen jatkuvuuden mittaus

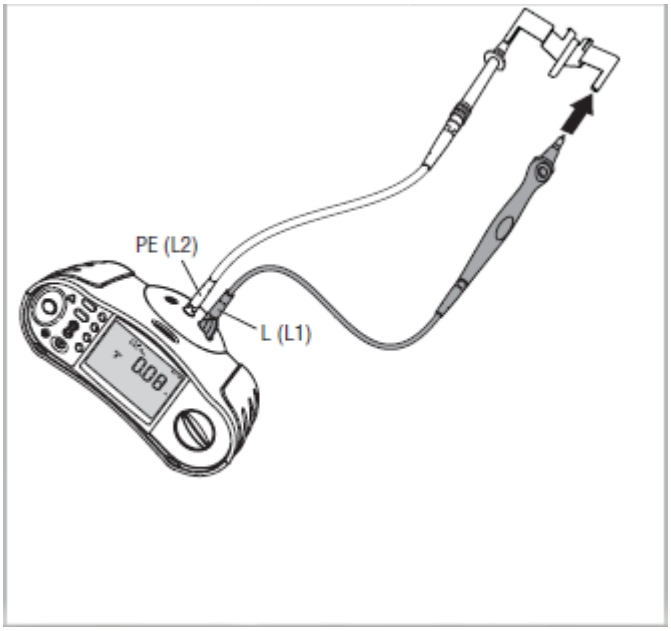
Seuraavassa ohjeistusta suojajohtimen jatkuvuuden mittaukseen.

- Valitaan kiertokytkimestä R_{LO}-asento (Kuva 12).



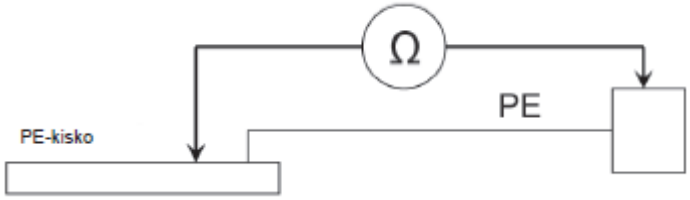
Kuva 12. Kiertokytkimen asento suojajohtimen jatkuvuusmittauksessa (Fluke 2010a, 21).

- Valitaan mittajohtimille L- ja PE-Liittimet.
- Liitetään apumittajohdin ja nollataan mittapäät yhdessä (Kuva 13). painamalla ZERO painiketta niin kauan, kunnes näyttöön tulee ZERO ilmoitus.



Kuva 13. Mittajohtimien nollaus (Fluke 2010b, 1).

- Toinen mittajohdin laitetaan PE-kiskoon (Kuva 14) ja mitataan jokainen pistorasia, metallivalaisimen runko, laitteen kuori, ilmastointiputki, kaapelihyllyt, valaisinkiskot, potentiaalitasauskiskot ja kaikki mihin suojajohdin menee.



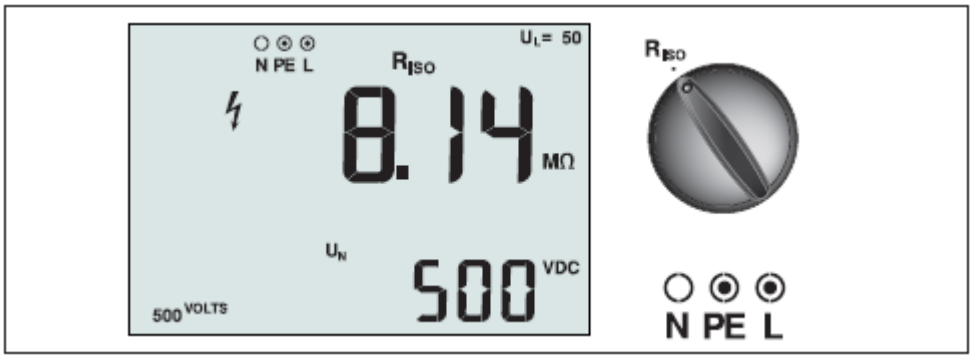
Kuva 14. Suojajohtimen mittaus (ST 51.12.05, Liite2).

- Suoritetaan mittaus painamalla TEST painiketta, kunnes lukema vakaantuu.
- Suojajohtimen mittaustulokselle ei ole mitään tarkkaa raja-arvoa, resistanssi saa yleensä olla enintään 1-2 Ω. Mikäli suojajohtimet ovat pitkiä, voi arvo olla suurempikin.
- Suojajohtimen jatkuvuusmittauksella varmistetaan että N- ja PE-johdin eivät ole vaihtaneet paikkaa ja suojajohdin on yhtenäinen.
- Sähköiseen mittauspöytäkirjaan kirjataan huonoin arvo kohtaan 1. Suojajohtimen jatkuvuus.

7.4 Eristysresistanssimittaus

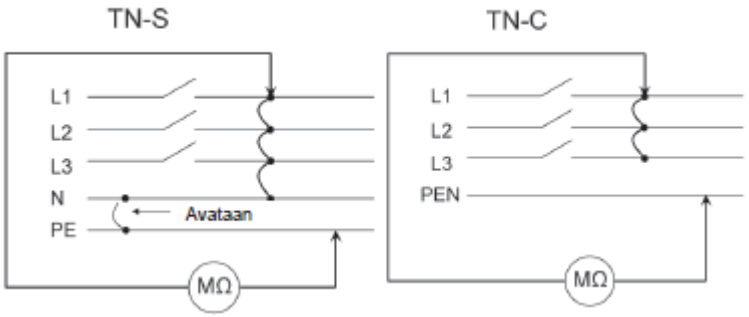
Seuraavassa ohjeistusta eristysresistanssin mittaukseen.

- Valitaan kiertokytkimestä R_{iso}-asento (Kuva 15).



Kuva 15. Kiertokytkimen asento eristysresistanssi mittauksessa (Fluke 2010a, 20).

- Valitaan mittajohtimelle L- ja PE-liittimet.
- Valitaan testijännite F4 painikkeella, yleensä tehdään 500V:lta.
- Liitetään vaiheet ja nolla yhteen ja mitataan suojamaata vasten (Kuva 16), tällä kytkennällä ei aiheuteta potentiaalieroa, joka pahimmassa tapauksessa särkee laitteita.



Kuva 16. Eristysresistanssin mittaus. (ST 51.12.05, Liite2).

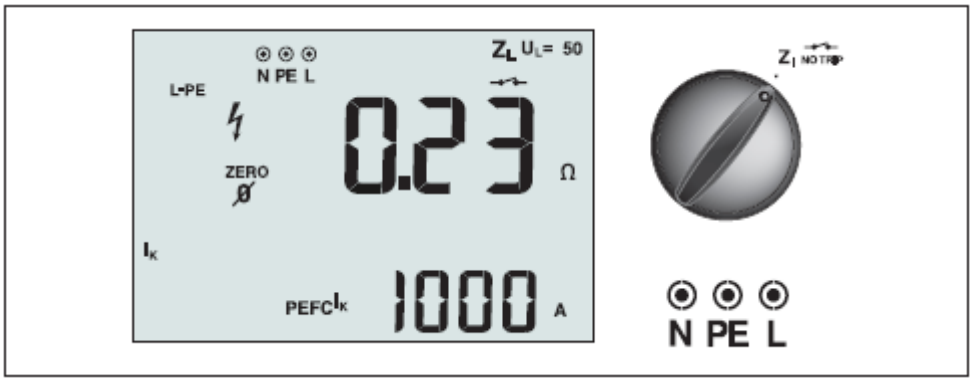
- Ennen varsinaista mittausta on suositeltavaa tehdä yksi mittaus mittapäät yhdessä, jotta nähdään mittalaitteen, mittajohtimien kunto ja asetuksien oikea valinta.
- Suoritetaan mittaus painamalla TEST painiketta.

- Kontaktorit mitataan erikseen painamalla pohjaan esim. ruuvimeisselillä.
- Hyväksyttävä mittaustulos on vähintään 1 MΩ tai yli.
- Otetaan mitatut arvo ylös ja merkataan sähköiseen mittauspöytäkirjaan kohtaan 2. mittaustulokset.
- Mittauksen lopuksi on muistettava kytkeä nollajohdin takaisin ennen jännitteisiä mittauksia. Jos unohdetaan niin voi pahimmassa tapauksessa vaiheen ja nollajohtimen välinen potentiaali kasvaa yli 250V:n, joka aiheuttaa laitteiden rikkoontumisen.
- Mittauksen lopuksi käännetään kaikki sulakkeet, johdonsuoja-automaatit, vikavirtasuojakytkimet, ohjaus- ja käyttökytkimet auki- asentoon.

7.5 Silmukkaimpedanssin ja Oikosulkuvirran mittaus

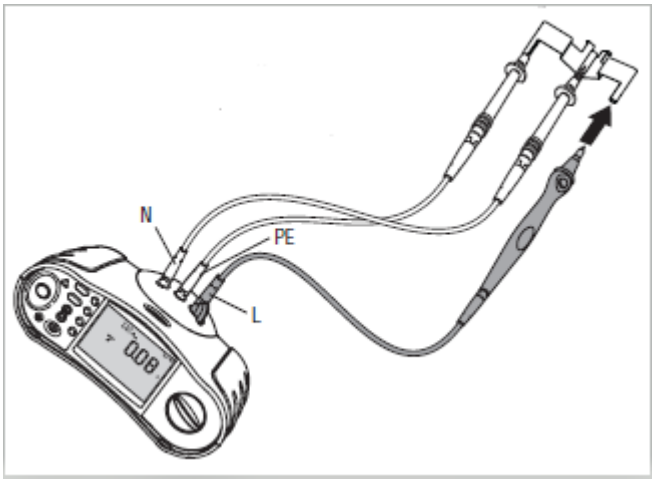
Seuraavassa ohjeistusta silmukkaimpedanssin ja oikosulkuviran mittaamiseen.

- Valitaan kiertokytkimestä $Z_{1\ No\ Trip}$-asento (Kuva 17).

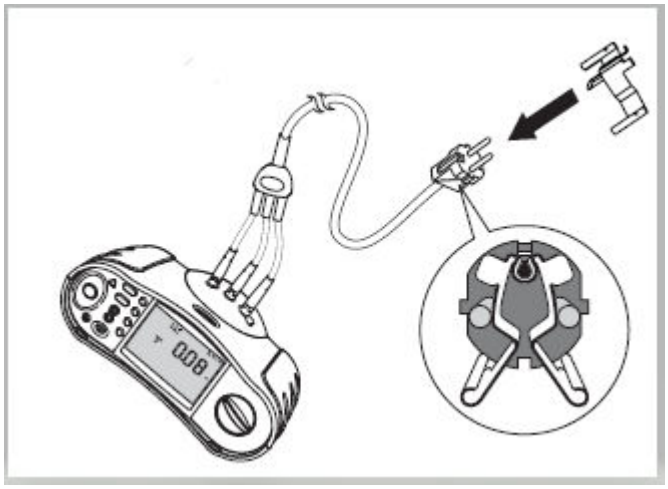


Kuva 17. Kiertokytkimen asento silmukkaimpedanssin ja oikosulkuvirranmittauksessa (Fluke 2010a, 22).

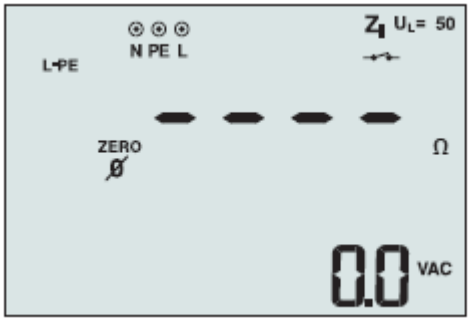
- Valitaan kolme johdinta testeriin L-, PE- ja N-liittimiin.
- Tarkista jotta mittarin vasemmassa yläkulmassa on valittuna L-PE, ellei ole niin valitaan F1 painikkeella.
- Nollataan johtimet mittapäät yhdessä (Kuva 18) tai pistokeliitäntä (Kuva 19) painamalla ZERO painiketta niin kauan, kunnes näyttöön ilmestyy ZERO-ilmoitus, (Kuva 20) onnistuneen nollauksen jälkeinen näkymä.



Kuva 18. Mittalaitteen nollaus (Fluke 2010b, 2).



Kuva 19. Mittalaitteen nollaus (Fluke 2010b, 2).



Kuva 20. Näyttö nollaamisen jälkeen (Fluke 2010a, 24).

- Suoritetaan mittaus painamalla TEST painiketta.
- Jokainen vaihe mitataan erikseen.

- Ylempi arvo kertoo silmukkaimpedanssin ja alempi kertoo oikosulkuvirran arvon.
- Otetaan mittaustulokset ylös ja verrataan vaadittuihin mitattuihin arvoihin (Taulukko 10) tai (Taulukko 11). Esim. Mitattuna saadaan C 16 A johdonsuojan takana olevasta ryhmästä tulos 280 A, sitä verrataan (Taulukko 10) olevaan C-tyyppi 16 A vaadittu mitattuun arvoon, joka on 200 A. Tässä tapauksessa mitattu tulos riittää, koska on enemmän kuin vaadittu mitattu 200 A.
- Tulokset merkataan sähköiseen mittauspöytäkirjaan kohtaan 2. Mittaustulokset.
- Mittausta ei tarvitse tehdä kattavana, peruslähtökohtana pidetään, että jokainen keskus mitataan ja eri tyypin johdonsuojakatkaisijat epäedullisimmasta pisteestä mitattuna.
- Ellei oikosulkuarvo riitä niin on tehtävä ratkaisuja ongelman korjaamiseen, joita on käsitelty kohdassa mittaustuloksien tulkintaa ja ratkaisut.

Taulukko 10. Johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot (Kauppila 2018, 33).

Nimellis-virta 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	K ja G-tyypit 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	D-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo 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 11. gG-sulakkeiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot (Kauppila 2018, 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

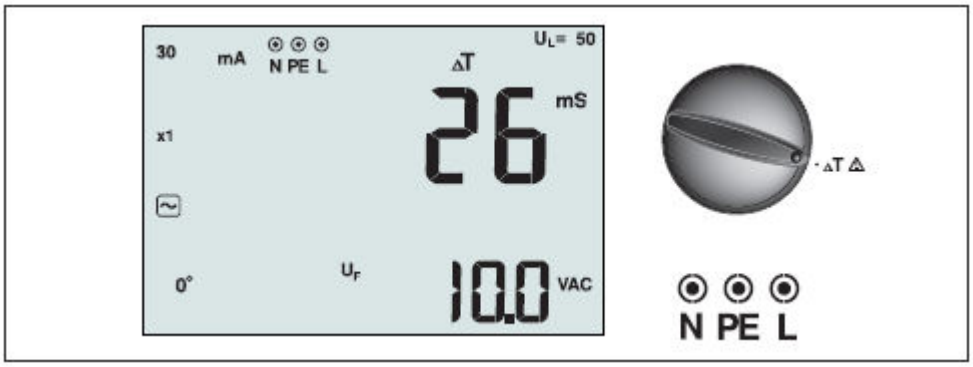
7.6 Vikavirtasuojan toiminnan testaus

Jokainen vikavirtasuoja on tarkistettava, tarkastukseen kuuluu testipainikkeen toiminnan tarkastus ja mittaamalla varmistaa laitteen toiminta nimellisvirralla ja poiskytkentäaika. Samalla varmistetaan, että on käytetty standardin SFS 6000 mukaisesti A- tai B tyyppistä vikavirtasuojaa. (Ylinen 2018, 49.)

7.6.1 Vikavirtasuojan laukaisuajan mittaaminen

Seuraavassa ohjeistusta vikavirtasuojan laukaisuajan mittaukseen.

- Valitaan kiertokytkimestä ΔT-asento (Kuva 21).



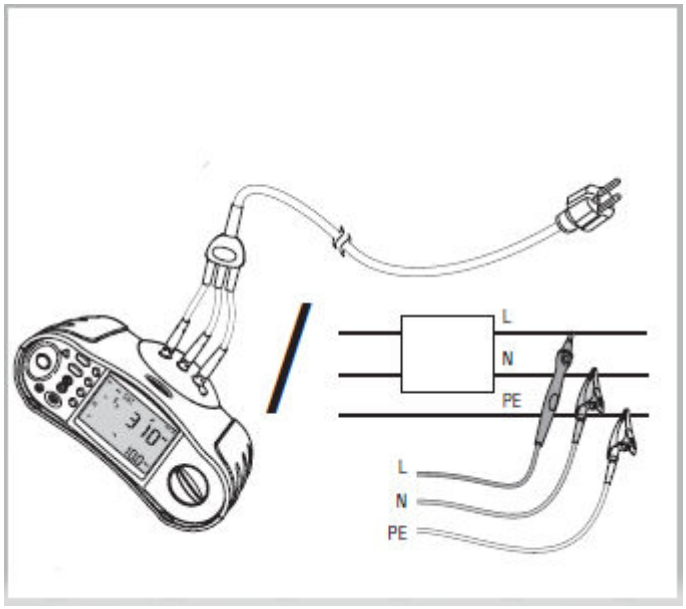
Kuva 21. Kiertokytkimen asento vikavirtasuojan laukaisuajan mittauksessa (Fluke 2010a, 28).

- Valitaan mitattavan vikavirtasuojan virran nimellisarvo F1 painike.
- Käytetään testin kerrointa 1.
- Valitaan mitattavan vikavirtasuojan tyyppi (Kuva 22) F3 painike.

– AC-virta testisyyppiseen AC:een (standardi AC-mallin vikavirtasuojain) ja tyyppi A (pulssi-DC-herkkä vikavirtasuojain)
– Puoliaaltovirta testityypin A:han (pulssi-DC-herkkä vikavirtasuojain)
S – Viivästynyt vastike testin S-tyyppiseen AC:hen (viiveellinen AC vikavirtasuojain)
S – Viivästynyt vatike S-tyypin A:han (viiveellinen pulssi-DC-herkkä vikavirtasuojain)
– Tasainen DC-virta testityypin B vikavirtasuojaimeen
S – Viivästynyt vatike S-tyypin B:han (viiveellinen tasaisen DC-virran vikavirtasuojain)

Kuva 22. Vikavirtasuojan tyyppi (Fluke 2010a, 29).

- Suoritetaan mittaus (Kuva 23) mukaisesti painamalla TEST painiketta.
- Hyväksytty mittaustulos on alle 300mS.



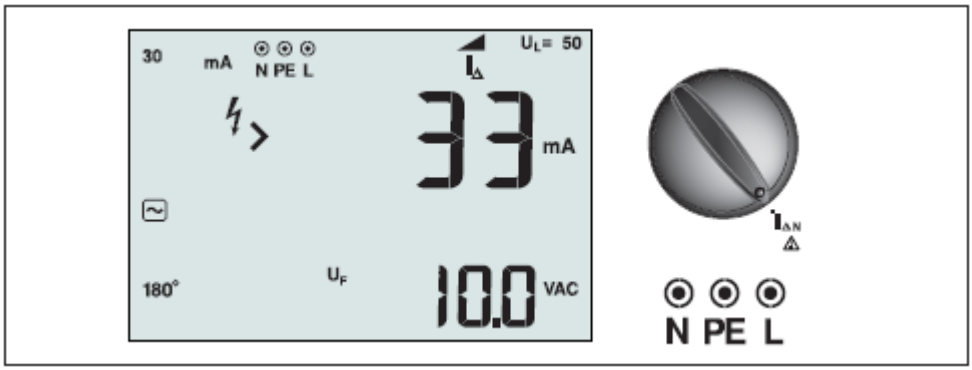
Kuva 23. Vikavirtasuojan mittaus (Fluke 2010b, 2).

- Otetaan mitatut arvo ylös ja merkitään sähköiseen mittauspöytäkirjaan vikavirtasuojan laukaisuajan arvo, laukaisuvirran arvo ja myös vikavirtasuojan käyttötarkoitus, kohtaan 4. Vikavirtasuojat.

7.6.2 Vikavirtasuojan laukaisuvirran mittaaminen

Seuraavassa ohjeistusta vikavirtasuojan laukaisuvirran mittaukseen.

- Valitaan kiertokytkimestä $I_{\Delta N}$-asento (Kuva 24).



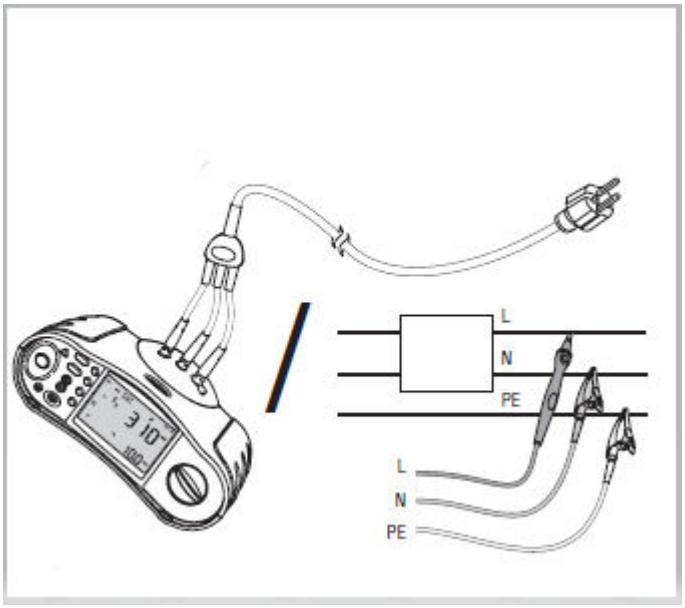
Kuva 24. Kiertokytkimen asento vikavirtasuojan laukaisuvirran mittauksessa (Fluke 2010a, 32).

- Valitaan mitattavan vikavirtasuojan virran nimellisarvo F1 painike.
- Valitaan mitattavan vikavirtasuojan tyyppi (Kuva 25) F3 painike.

~ – AC-virta testisyyppiseen AC:een (standardi AC-mallin vikavirtasuojain) ja tyyppi A (pulssi-DC-herkkä vikavirtasuojain)
~ – Puoliaaltovirta testityypin A:han (pulssi-DC-herkkä vikavirtasuojain)
~ S – Viivästynyt vastike testin S-tyyppiseen AC:hen (viiveellinen AC vikavirtasuojain)
~ S – Viivästynyt vatike S-tyypin A:han (viiveellinen pulssi-DC-herkkä vikavirtasuojain)
⎓ – Tasainen DC-virta testityypin B vikavirtasuojaimeen
⎓ S – Viivästynyt vatike S-tyypin B:han (viiveellinen tasaisen DC-virran vikavirtasuojain)

Kuva 25. Vikavirtasuojan tyyppi (Fluke 2010a, 29).

- Valitaan testivirran vaihe 0° tai 180°, vikavirtasuojat tulisi testata molemmilla vaiheasetuksilla, koska niiden vasteaika voi vaihdella vaiheen mukaan.
- Suoritetaan mittaus (Kuva 26) mukaisesti painamalla TEST painiketta.
- Hyväksytty mittaustulos on alle 30mA.



Kuva 26. Vikavirtasuojan laukaisuvirran mittaus (Fluke 2010b, 2).

- Otetaan mitatut arvo ylös ja merkitään sähköiseen mittauspöytäkirjaan vikavirtasuojan laukaisuajan arvo, laukaisuvirran arvo ja myös vikavirtasuojan käyttötarkoitus, kohtaan 4. Vikavirtasuojat.

Vikavirtasuojia käytetään sähköasennusten lisä-, vika- ja palosuojaukseen. Lisäsuojaus, joka lyhennetään LS, asennetaan lisäsuojaksi laitteiden tai laitteistojen perus- ja vikasuojausten lisäksi suojaamaan laitteiden käyttäjää saamasta sähköiskua. Vikasuojaus, joka lyhennetään VS, asennetaan ryhmään toteuttamaan syötön automaattisen poiskytkennän, tällä estetään vaarallinen sähköisku, jos henkilö koskettaa eristysvikaisen sähkölaitteen kuorta. Palosuojaus, joka lyhennetään PS, asennetaan estämään kaapeleiden ja muiden asennustarvikkeiden sekä sähkölaitteiden eristysvioista johtuvat tulipalot ja sähköiskut. (ST 53.12, 12-13.)

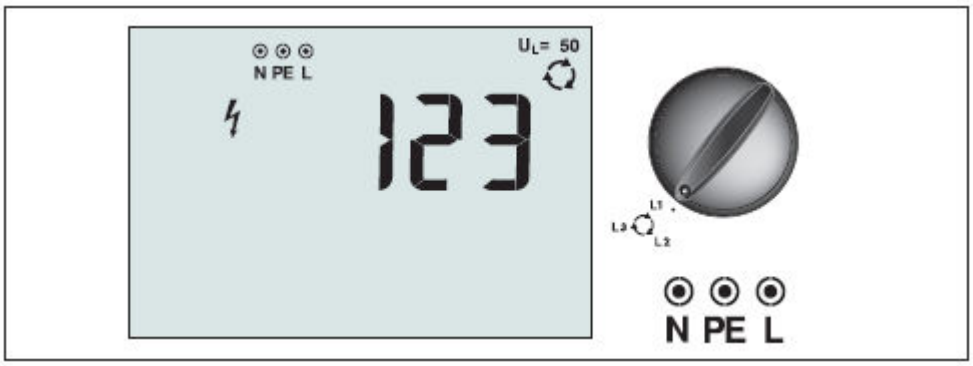
7.7 Napaisuus

Yksinapaisten kytkinlaitteiden asentaminen nollajohtimeen on kielletty. Standardissa on määriteltyä käyttöönottotarkastukseen kuuluvaksi ja käytännössä asian varmistaminen kuuluu kytkintä asentaessa. Näin ollen tarkastuksen suorittaminen jää asentajan tehtäväksi. (Ylinen 2018, 51.)

7.8 Kiertosuunnan tarkistus

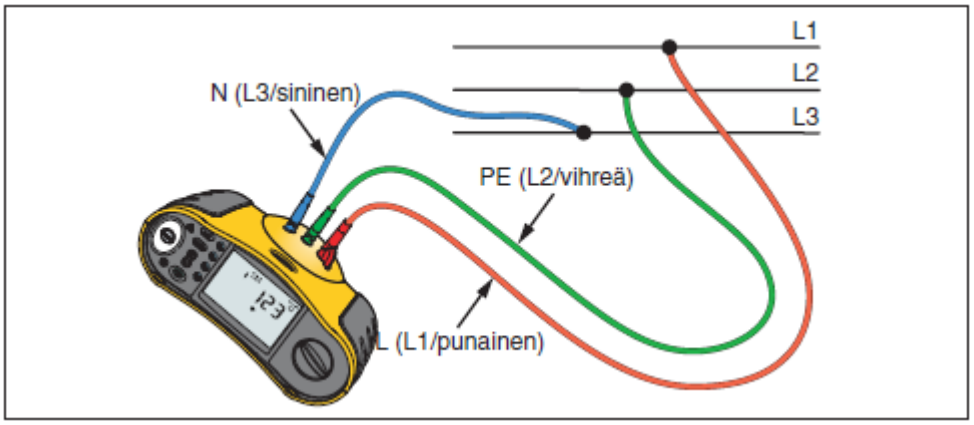
Seuraavassa ohjeistusta kiertosuunnan tarkistus mittaukseen.

- Valitaan kiertokytkimestä -asento (Kuva 27).



Kuva 27. Kiertokytkimen asento kiertosuunnan tarkistamisessa (Fluke 2010a, 36).

- Valitaan kolme johdinta testeriin L-, PE- ja N-liittimiin (Kuva 28) mukaisesti.
- 123 on oikea vaihejärjestys.
- Mitattava jokaisesta kolmivaiheisesta pistorasiasta, myös keskukset, vaikka ei lähtisi yhtään kolmivaiheista lähtöä, myös pumput ja moottorit tarkistettava.
- Kiertosuunnan tarkistuksen voi myös suorittaa jännitteenkoettimella.
- Sähköiseen mittauspöytäkirjaan laitetaan rasti sille kuuluvaan kohtaan 5. Kiertosuunnan tarkastus.



Kuva 28. Kiertosuunnan mittaus (Fluke 2010a, 36).

7.9 Toiminta ja käyttötestit

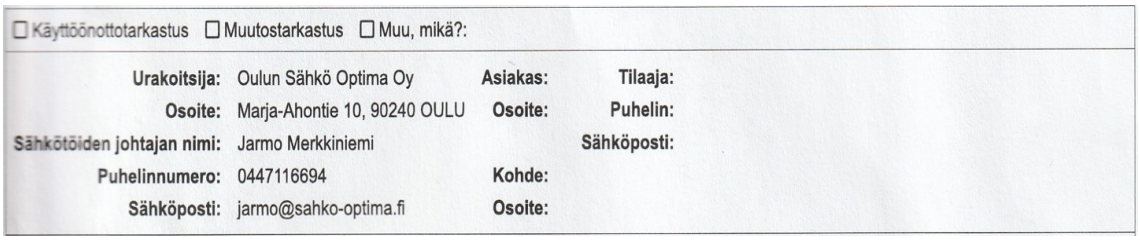
Asennetuille laitteille, kuten kytkin-, käyttö-, ohjaus- ja lukituslaitteille on tehtävä toimintatestit, jotta todetaan että ne on asennettu ja säädetty oikein niille annettujen vaatimuksien mukaisesti. Toimintakokeissa testataan myös kiertosuunnat jokaiselta 3-vaiheiselta keskukselta kuin myös 3-vaiheisilta pistorasioilta ja moottoreista. (Ylinen 2018, 52.) Testauksien jälkeen laitetaan rasti sähköiseen mittauspöytäkirjaan kohtaan 6. Toiminta- ja käyttötestit.

7.10 Sähköinen mittauspöytäkirja

Mittaustulokset merkitään Evelia appiin sähköisesti, tarkastuspöytäkirja löytyy töiden alta ja on sieltä lomakkeet lehden alta. Sieltä valitaan Laaja tarkastuspöytäkirja.

7.10.1 Yhteystiedot ja tarkastuksen tyyppi

Ensimmäiseksi kirjataan perustietoihin (Kuva 29) urakoitsijan yhteystiedot, sitten asiakkaan yhteystiedot ja tilaajan yhteystiedot. Seuraavaksi valitaan tarkastuksen tyyppi, laittamalla rasti kohtaan, onko kyseessä käyttöönottotarkastus tai muutostarkastus tai muu, esim. kunnossapitotarkastus (Ylinen 2018, 74).



☐ Käyttöönottotarkastus ☐ Muutostarkastus ☐ Muu, mikä?:

Urakoitsija:	Oulun Sähkö Optima Oy	**Asiakas:**	**Tilaaja:**
Osoite:	Marja-Ahontie 10, 90240 OULU	**Osoite:**	**Puhelin:**
Sähkötöiden johtajan nimi:	Jarmo Merkkiniemi		**Sähköposti:**
Puhelinnumero:	0447116694	**Kohde:**	
Sähköposti:	jarmo@sahko-optima.fi	**Osoite:**	

Kuva 29. Perustiedot (Evelia, Liite3 1(2)).

7.10.2 Aistinvarainen tarkastus

Jos kohde on tarkastettu ja kunnossa, riittää rasti asianomaiseen ruutuun (Kuva 30). Mikäli alakohdan kirjainmerkillä ilmoitettu asia ¨ei sisälly¨ tarkastettavaan kohteeseen, rastitetaan kyseinen kohta (Ylinen 2018, 74).

- Merkitään keskuksen nimi ja tunnus kohtaan. (esim. Ryhmäkeskus OKT asiakas).
- Rastitetaan kohta, onko kyseessä koko kohde tai vain kyseinen keskusalue.
- Rastitetaan jokainen kohta A-M, kunnossa tai ei sisälly.
- Rastitetaan maadoituselektronin rakenne kohtaan, onko perusmaadoitus tai muu, mikä.
- Havaitut puutteet kirjataan Huom-sarakkeeseen.

- Kirjataan kohtaan puutteet korjattu, pvm ja allekirjoitus.

1. Aistinvarainen tarkastus

Keskuksen nimi ja tunnus:

☐ Koko kohde	☐ Vain kyseinen keskusalue		**Ei sisälly**	**Huom!**	**Puutteet korjattu, pvm ja allekirjoitus**
A	Sähköiskulta suojaus	☐ Kunnossa	☐		
B	Palosuojaus	☐ Kunnossa	☐		
C	Johtimien valinta	☐ Kunnossa	☐		
D	Suoja-, käyttö- ja valvontalaitteet	☐ Kunnossa	☐		
E	Erotus- ja kytkentälaitteet	☐ Kunnossa	☐		
F	Sähkölaitteiden suojausmenetelmät	☐ Kunnossa	☐		
G	Nolla- ja suojajohtimien tunnukset	☐ Kunnossa	☐		
H	Yksivaihteiset kytkinlaitteet	☐ Kunnossa	☐		
I	Dokumentit, varoituskilvet yms	☐ Kunnossa	☐		
J	Tunnistettavuus	☐ Kunnossa	☐		
K	Johtimien liitosten sopivuus	☐ Kunnossa	☐		
L	Suojajohtimien olemassaolo	☐ Kunnossa	☐		
M	Sähkölaitteiston vaatima tila	☐ Kunnossa	☐		

Maadoituselektrodin rakenne ☐ Perusmaadoitus ☐ Muu, mikä?

Perustelut:

Kuva 30. Aistinvaraisen tarkastus (Evelia, Liite3 1(2)).

7.10.3 Mittaustulokset oikosulku ja eristysresistanssit

Jokainen suojalaitetyyppi merkitään erikseen ja vain huonoin tulos kirjataan ylös. Mittaukset on tehtävä keskuskohtaisesti ja merkittävä siten (Kuva 31), että merkinnöistä selviävät sekä keskuksen että epäedullisimman pisteen arvot. (Ylinen 2018, 76.) Mittaustulokset kohtaan saadaan lisättyä rivejä painamalla kohdasta ¨lisää uusi rivi¨.

- Kohtaan ¨Kohde¨ merkitään keskuksen pääkytkimeltä mitattu tulos, jokainen keskus erikseen PK, RK ja JK ja eri tyypin johdonsuojakatkaisijat epäedullisimmasta pisteestä mitattuna. (esim. ulkovalaistus C10).
- Kohtaan ¨Ryhmänro¨ merkitään ryhmäntunnus (esim. F4.3).
- Kohtaan ¨Re/MΩ¨ merkitään eristysresistanssin arvo (esim. 89.2).
- Kohtaan ¨Ik¨ merkitään oikosulkuvirta (esim. 335).
- Kohtaan ¨Sulake A¨ merkitään suojalaitteen koko esim. (C16 tai gG 25A).
- Kohtaan ¨Jännite U¨ merkitään (esim.230 V).
- Kohtaan ¨Suojajohtimen jatkuvuus¨ merkitään ryhmä kohtainen resistanssinarvo.

- Kohtaan ¨Huom¨ merkitään (Esim. Vikasuojaus on toteutettu vikavirtasuojalla).
- Jos mittaustulokset täyttävät niitä koskevat vaatimukset, voidaan merkitä rasti kohtiin ¨Eristysresistanssit on todettu vaatimuksen mukaiseksi¨, Saadut arvot ovat standardin SFS 6000:2017 mukaiset, Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssi arvot saatu joko mittaamalla tai laskemalla¨ ja jos on erikoistoimenpiteitä mittauksen suorittamisessa, niin kirjataan ylös.
- Jos käytetään vain laskennallista varmistusta, on pöytäkirjan liitteenä oltava kyseiset laskutoimitukset ja mittauksen osalta riittää suojajohtimen jatkuvuuden tarkastaminen.

2. Mittaustulokset (oikosulku ja eristysresistanssit)

Kohde	Ryhmänro	Re/MΩ	I k	Sulake A	Jännite U	Suojajohtimen jatkuvuus	Huom !

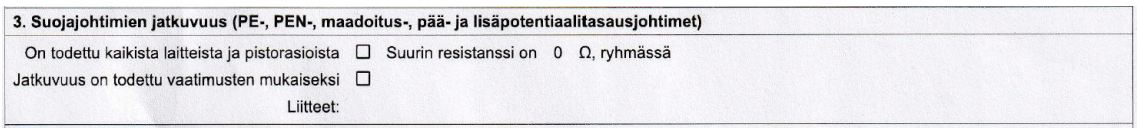
Eristysresistanssit on todettu vaatimusten mukaiseksi: ☐
Saadut arvot ovat standardin SFS 6000:2017 mukaiset: ☐
Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssiarvot on saatu: ☐ mittaamalla ☐ laskemalla
Erikoistoimenpiteet mittausten suorittamisessa / liitteet:

Kuva 31. Oikosulku ja eristysresistanssin mittaustulokset (Evelia, Liite3 1(2)).

7.10.4 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus

Suojajohtimen jatkuvuus mitataan kattavasti kaikkien PE-, PEN-, pääpotentiaalintasaus- ja lisäpotentiaalintasaus ja jokaisesta laitteesta (Ylinen 2018, 75).

- Mittauksen jälkeen laitetaan (Kuva 32) rasti kohtaan ¨On todettu kaikista laitteista ja pistorasioista¨.
- Huonoin mitattu tulos merkitään kohtaan ¨Suurin resistanssi on ¨ ja merkitään ryhmän tunnus, josta tulos löytyi. (Esim. 0,43Ω, ryhmässä 4.3).
- Mitattua tulosta verrataan johtimen poikkipinta-alaan ja asennuspituuteen.
- Jos kaikki on kunnossa ja tarkastus on näiltä osin hyväksytty, merkitään rasti kohtaan ¨Jatkuvuus on todettu vaatimuksen mukaiseksi¨.



3. Suojajohtimien jatkuvuus (PE-, PEN-, maadoitus-, pää- ja lisäpotentiaalitasausjohtimet)

On todettu kaikista laitteista ja pistorasioista ☐ Suurin resistanssi on 0 Ω, ryhmässä

Jatkuvuus on todettu vaatimusten mukaiseksi ☐

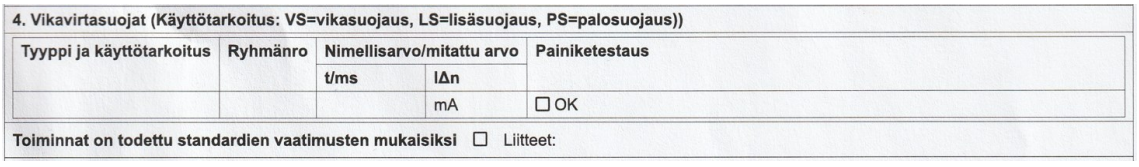
Liitteet:

Kuva 32. Suojajohtimen jatkuvuusmittaus (Evelia, Liite3 1(2)).

7.10.5 Vikavirtasuojien toiminnan tarkastus

Vikavirtasuojan tiedot ja tulokset merkitään niille kuuluville paikoille (Kuva 33). Vikavirtasuojat kohtaan saadaan lisättyä rivejä painamalla kohdasta ¨lisää uusi rivi¨. Käyttötarkoitus vaihtoehtoja on VS = vikasuojaus, LS = lisäsuojaus ja PS = palosuojaus.

- Kohtaan ¨Tyyppi ja käyttötarkoitus¨ merkitään vikavirtasuojan tiedot A- tai B- tyyppi, toimintavirta esim.30mA ja käyttötarkoitus yleisesti LS eli lisäsuojaus, mutta mikäli oikosulkuvirrat eivät täyty niin merkitään VS eli vikasuojaus ja PS eli palosuojaus, jos on asennukset esimerkiksi palovaarallisissa tiloissa.
- Kohtaan ¨Ryhmänro¨ (Esim.5).
- Kohtaan ¨Nimellisarvo¨ t/ms merkitään toiminta-aika esim. 16.9 ms
- Kohtaan ¨mitattu arvo¨ IΔn/mA merkitään toiminta-virta esim. 21 mA
- Kohtaan ¨Painiketestaus¨ merkitään rasti, jos painiketestaus toimii.
- Jos kaikki on kunnossa, merkitään rasti kohtaan ¨Toiminnat on todettu standardien mukaiseksi¨.



4. Vikavirtasuojat (Käyttötarkoitus: VS=vikasuojaus, LS=lisäsuojaus, PS=palosuojaus))

Tyyppi ja käyttötarkoitus	Ryhmänro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painiketestaus
		t/ms	IΔn	
			mA	☐ OK

Toiminnat on todettu standardien vaatimusten mukaisiksi ☐ Liitteet:

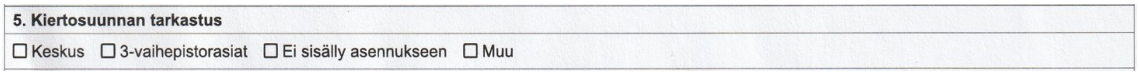
Kuva 33. Vikavirtasuojat (Evelia, Liite3 1(2)).

7.10.6 Kiertosuunnan tarkastus

Monivaiheisissa piireissä on mittauksin varmistettava kiertosuunnan säilyminen samana ja oikeana koko järjestelmässä. Pöytäkirjaan (Kuva 34) merkitään tarkastukset tehdyksi keskuskohtaisesti valmiiksi vasta sitten, kun mittaukset on

tehty niin keskuksista kuin siitä syötetyistä monivaiheisista pistorasioista. (Ylinen 2018, 76.)

- Jos kiertosuunnat ovat oikein, merkitään rasti kohtaan ¨Keskus¨ ja ¨3-vaihepistorasiat¨.
- Jos asennuksessa ei ole keskuksia tai 3-vaihepistorasioita niin merkitään rasti kohtaan ¨Ei sisälly asennukseen¨
- ¨Muu¨ kohtaan voi laittaa esim. moottorit, pumput.

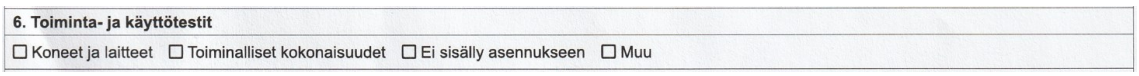


Kuva 34. Kiertosuunnan tarkastus (Evelia, Liite3 1(2)).

7.10.7 Toiminta ja käyttötestit

Tehdään 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 kokonaisuuksien testaaminen, eikä pelkkä yksittäisten laitteiden testaus riitä. (Ylinen 2018, 76.)

- Kohdan (Kuva 35) testit kuitataan tehdyiksi vasta, kun kaikki testit toiminnallisineen kokonaisuuksineen on toteutettu ja todettu laitteiden toimivan oikein.

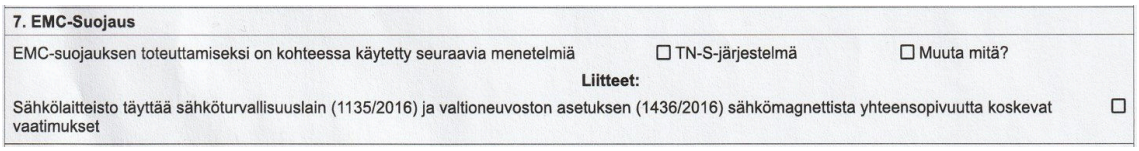


Kuva 35. Toiminta- ja käyttötestit (Evelia, Liite3 1(2)).

7.10.8 EMC-Suojaus

EMC-suojaus kohdassa (Kuva 36) kerrotaan, mitä menetelmiä on käytetty EMC-direktiivin vaatimuksen täyttämiseksi. Tarvittaessa annetaan selvitys erillisen liitteen avulla. Tyypillisiä pienkohteissakin käytettäviä lisäsuojauksia voi esiintyä varsinkin taajuusmuuntajissa. Tällöin liitteessä selvitetään, mitä erikoisvaatimuk-

sia laitevalmistaja on asennuksille asettanut esimerkiksi häiriösuojatut symmetriset kaapelit taajuusmuuntajalta moottorille, EMC-vaatimukset täyttävät läpivientiholkit, maadoituspannat. (Ylinen 2018, 76.)



7. EMC-Suojaus

EMC-suojauksen toteuttamiseksi on kohteessa käytetty seuraavia menetelmiä ☐ TN-S-järjestelmä ☐ Muuta mitä?

Liitteet:

Sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuuslain (1135/2016) ja valtioneuvoston asetuksen (1436/2016) sähkömagnettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset ☐

Kuva 36. EMC-suojaus (Evelia, Liite3 1(2)).

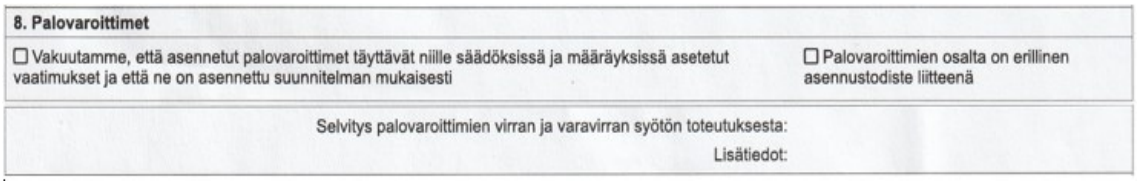
7.10.9 Palovaroittimet

Pöytäkirjan kohdassa (Kuva 37) ¨Sähkölaitteiston rakentaja¨ mainittu asennusliike vastaa siitä, että palovaroittimet asennetaan suunnitelman sekä palovaroittimen asennusohjeen mukaisesti.

Rakennuksen käyttöönottokatselmuksen yhteydessä rakennusviranomaiselle 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 palovaroittimen teknisistä ominaisuuksista, sähköturvallisuussäädökset jne.) ja että ne on asennettu suunnitelman mukaisesti.
- Asennettujen palovaroittimien virran ja varavirran syöttöjärjestelyt. (esim. palovaroittimet saa jatkuvan virran omasta syötöstä ja varasyöttö on toteutettu 9 v:n paristolla.)
- Palovaroittimien käyttöönottotarkastuksen päivämäärä ja tarkastushavainnot.
- Asennuksista vastavan henkilön allekirjoitus.
- Kun ohjeiden mukaisesti on toimittu, voidaan raksittaa kohdat.

Palovaroittimien käyttö- ja huolto-ohjeet on liitettävä rakennusten huoltokirjaan sekä luovutettava asunnon haltijalle. (Ylinen 2018, 77.)



8. Palovaroittimet	
☐ Vakuutamme, että asennetut palovaroittimet täyttävät niille säädöksissä ja määräyksissä asetetut vaatimukset ja että ne on asennettu suunnitelman mukaisesti	☐ Palovaroittimien osalta on erillinen asennustodiste liitteenä
Selvitys palovaroittimien virran ja varavirran syötön toteutuksesta: Lisätiedot:	

Kuva 37. Palovaroittimet (Evelia, Liite3 1(2)).

7.10.10 Huolto- ja kunnossapito-ohjelma

Merkitään rastilla (Kuva 38), onko kohde sellainen, että tarvitaan erillinen huolto- ja kunnossapito-ohjelma, ja onko se valmiina vai riittääkö huolto- ja kunnossapito-ohjeet, sekä ovatko ne käytettävissä.

Sähkölaitteiston huolto ja kunnossapito-ohjelma vaaditaan, mikäli kohteessa on 2 tai 3 luokan sähkölaitteisto.

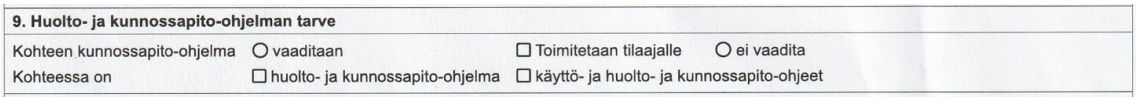
- Luokan 2 sähkölaitteisto, kuuluu yli 1000voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja.

- Luokan 2 sähkölaitteisto, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1600 kilovolttiampeeria.

- Luokan 3 sähkölaitteisto tarkoitetaan verkonhaltijan jakelu-, siirto-, ja muu vastaava sähköverkko. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 44 §).

Kunnossapito-ohjelma sisältää silmämääräiset tarkastukset, tehdään toimintatestejä, vaihdetaan rikkinäiset ja kuluneet kalusteet uusiin, kiristellään liitokset, vaihdetaan rikkoontuneet komponentit uusiin, tehdään lämpökuvaukset. Kunnossapito-ohjelmaa laadittaessa tulee ottaa huomioon sähkölaitteistojen käyttöympäristön aiheutuvat tarpeet.

Mikäli kohteessa on mm. poistumisreittivalaistus, on varmistettava, että sitä koskeva kunnossapito-ohjelma on laadittu. (Ylinen 2018, 76.)


9. Huolto- ja kunnossapito-ohjelman tarve

Kohteen kunnossapito-ohjelma ○ vaaditaan ☐ Toimitetaan tilaajalle ○ ei vaadita

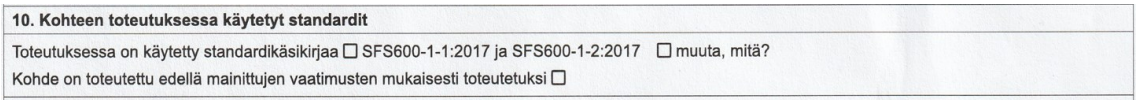
Kohteessa on ☐ huolto- ja kunnossapito-ohjelma ☐ käyttö- ja huolto- ja kunnossapito-ohjeet

Kuva 38. Huolto- ja kunnossapito-ohjelma (Evelia, Liite3 2(2)).

7.10.11 Standardit

Jos käytössä on muitakin standardeja tai direktiivien määräyksiä, voidaan ne lisätä tähän kohtaan (Kuva 39). 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 standardin tai määräysten mukaisesti on aiemmat asennukset tehty, merkitään tiedot tähän. Sähkölaitteiston rakentaminen on voitu aloittaa 2017 standardin aikaan ja käyttöönotto tapahtuu 2023 standardin aikaan, pöytäkirjaan merkitään se standardi mikä oli rakennusluvan myöntämisen hetkellä.

- Kun on toteutuksessa käytetty standardinkäsikirjaa SFS-6000-1-1:2017 ja SFS-6000-1-2:2017 ja kohde on toteutettu edellä mainittujen vaatimusten mukaisesti, voidaan rastittaa kohdat. (Ylinen 2018, 76.)


10. Kohteen toteutuksessa käytetyt standardit

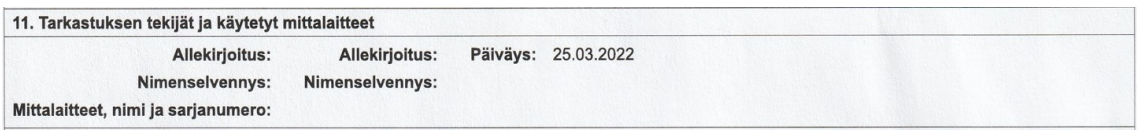
Toteutuksessa on käytetty standardikäsikirjaa ☐ SFS600-1-1:2017 ja SFS600-1-2:2017 ☐ muuta, mitä?

Kohde on toteutettu edellä mainittujen vaatimusten mukaisesti toteutetuksi ☐

Kuva 39. Standardit (Evelia, Liite3 2(2)).

7.10.12 Tarkastuksen tekijä ja käytetyt mittalaitteet

Pöytäkirjan allekirjoittaa tarkastuksen tekijä, tai jos tekijöitä on useampia, kaikki tekijät (Kuva 40). Mittauksessa käytetyt mittalaitteet yksilöidään tarkastuskohtaisesti niin, että on myöhemmin selvitettävissä, millä mittalaitteella mikäkin mittaus on tehty. (Ylinen 2018, 77.)


11. Tarkastuksen tekijät ja käytetyt mittalaitteet

Allekirjoitus: Allekirjoitus: Päiväys: 25.03.2022

Nimenselvennys: Nimenselvennys:

Mittalaitteet, nimi ja sarjanumero:

Kuva 40. Tarkastuksen tekijä(t) (Evelia, Liite3 2(2)).

7.10.13 Luovutusmerkintä

Kohteesta tehdään ilmoitus verkkoyhtiölle. Käytön opastus (Kuva 41) kohtaan merkitään joko jo pidetyn tai myöhemmin 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 käyttöönottotarkastuksen muissa kohdissa, tulee olla luetteloituna 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. (Ylinen 2018, 77.)

- Kun kaikki edellä mainitut asiat ovat kunnossa niin voidaan kohdat rastitaa.

12. LUOVUTUSMERKINTÄ			
Käytön opastus	☐ on suoritettu	☐ on sovittu pidettäväksi	
Tarkastuspöytäkirja	☐ on luovutettu	☐ on luovutettu liitteineen	
Piirrustukset ja muut dokumentit	☐ on luovutettu	Luettelo:	
Allekirjoitus:		**Nimenselvennys:**	**Päiväys:**

Kuva 41. Luovutusmerkintä (Evelia, Liite3 2(2)).

7.10.14 Tilaajan ja / tai hänen edustajan kuittaus

Tähän kohtaan (Kuva 42) otetaan tilaajalta tai hänen valtuuttamaltaan edustajalta kuittaus, jolla hän varmistaa saaneensa luovutusmerkintöjen mukaiset materiaalit ja toiminnot (Ylinen 2018, 77).

13. Tilaajan ja / tai hänen edustajan kuittaus	
Olen vastaanottanut kohdassa 12. LUOVUTUSMERKINTÄ ilmoitetut suoritukset. Pöytäkirja on säilytettävä ja tarvittaessa esitettävä koko sähkölaitteiston käyttöajan ajan	
Päiväys:	**Päiväys:**
Tilaajan allekirjoitus:	**Tilaajan edustajan allekirjoitus:**
Nimenselvennys:	**Nimenselvennys:**

Kuva 42. Tilaajan tai hänen valtuuttamaltaan edustajalta kuittaus (Evelia, Liite3 2(2)).

7.10.15 Lomakkeen liittäminen laskuun

Kun pöytäkirja on valmiiksi täytetty, tallennetaan lomake klikkaamalla ¨Tallenna lomake¨. Jos työ on täysin valmis, klikataan ¨Tulosta pdf-lomake¨, lomake tallentuu työn tiedostoihin ja se voidaan lähettää laskun liitteenä asiakkaalle.

Kaikki valmiit lomakkeet tallentuvat tiedostot välilehdelle, mikäli halutaan lähettää lomake laskun liitteenä, klikataan oikeassa kulmassa olevaa kynää ja raksi kohtaan liitä seuraavalle laskulle.

Luodut lomakkeet löytyvät lomakkeet nimen alapuolelta, mikäli halutaan muokata aikaisempaa lomaketta, klikataan kyseistä lomakkeen nimeä, pääset täyttämään lomakkeen loppuun, jos on jäänyt kesken.

8 MITTAUSTULOKSIEN TULKINTAA JA RATKAISUT

8.1 Oikosulkuvirran riittämättömyys

Oikosulkuvirran jäädessä alle vaaditun arvon on tehtävä ratkaisuja, jotta saadaan asennus turvalliseksi. Esimerkkinä jos ryhmä on C16 johdonsuojan takana ja saadaan mitattuna arvo 180 A, ei se riitä, koska C16 vaadittu mitattu arvo on 200 A. Esimerkki 16 A johdonsuojan mittaamalla saatu arvo pitää olla 1,25 kertainen toimintavirtarajaan verrattuna. (16 A x 10 =160 A x 1,25 = 200 A).

Ongelmaan on muutamia vaihtoehtoja, esimerkiksi vaihtaa C16 johdonsuoja B16 tyypin johdonsuojaan, koska B-tyypin käyrä on nopeampi ja B-tyypin vaadittu mitattuna 100 A. Vaihtoehtona on myös pienempää C16 A johdonsuojaa C10 A johdonsuojaan, jolloin vaadittu mitattu arvo on 125 A. Tämä ei ole aina järkevää, koska jos liitetään suuria käynnistysvirtoja vaativia laitteita, johdonsuoja laukeaa.

Tilannetta voi myös yrittää parantaa suurentamalla johtimien poikkipintaa tai johtimien pituuden pienentäminen ryhmittämällä asennuksia uudelleen tai valitsemalla lyhemmän asennusreitin.

Kätevin vaihtoehto on lisätä asennukseen vikavirtasuoja, jolloin vikavirtasuojan asennetaan vikasuojauksesi. Kun vikavirtasuojaa käytetään syötön automaattiseen poiskytkentään, koko johdin on suojattava eli asennettava piirin syöttöpisteeseen, vikavirtaa on oltava vähintään 5 kertaa mitoitusvirta (5 x 30 mA).

Vikavirtasuojan käyttäminen syötön automaattiseen poiskytkentään, perustuu siihen, että TN-jakelujärjestelmässä on yksivaiheinen oikosulkuvirta aina huomattavasti suurempi kuin vikavirtasuojien laitestandardin määrittelemä arvo 5 kertaa vikavirtasuojan nimellistoimintavirta (IΔn). Tällä arvolla vikavirtasuoja laukeaa 40 ms (0,04 s) kuluessa. (ST 53.12, 12.)

Tässä esimerkkinä on C16 johdonsuojan takana oleva ryhmä, josta mitattuna saatu 180 A, kun lisätään 30 mA tyypin A vikavirtasuoja, se laukeaa jo 0,04 s kuluessa 150 mA virralla, syötön automaattinen poiskytkentä toteutuu, koska vi-

kavirtasuojan vaadittu on 5 x 30 mA ja se ylittyy reilusti. Käyttöönottomittauspöytäkirjaan vikavirtasuojan kohtaan kirjataan tässä tapauksessa lyhenne VS eli Vikasuojaus.

Kun testataan vikavirtasuojaa vikasuojauksessa, vikavirtasuojien käyttöönottomittauksessa noudatetaan SFS 6000-sarjan tarkastusohjeita sekä asianmukaisen laitevalmistajan ohjeistusta. Valmistaja voi esimerkiksi edellyttää poiskytkentäaikojen mittausta, vaikka standardi ei sellaista vaatisikaan. (ST 53.12, 12.)

Vikavirtasuojalle tehdään aistinvarainen tarkastus, jossa todetaan vikavirtasuojan oikea tyyppi ja laitteen painiketestauksen toimivuus (ST 53.12, 12). Mittaukset tehdään sähköasennustesterin tuottamalla sinimuotoisella vikavirralla ja testilaitteen tulee täyttää standardin SFS-EN 61557-6 vaatimukset, joten pistorasiatesterit eivät ole tyypillisesti tätä vaatimusta täytä (ST 53.12, 13).

Laukaisuvirran arvo on mitattava ja hyväksytty arvo on 30 mA vikavirtasuojalla välillä 15-30 mA. Hyväksytyt, standardien vaatimat poiskytkentäajat 30 mA laitteelle on testilaitteen tuottamalla 30 mA vikavirralla testattuna enintään 300 ms (0,3 s). (ST 53.12, 13.)

SFS-6000-6 standardi suosittelee poiskytkentäaikojen tarkastamista. Ne on kuitenkin tarkastettava asennusten muutos- ja laajennustöissä, jos aiemmin asennettujen vikavirtasuojia käytetään tällaisten asennuksien poiskytkentään. (ST 53.12, 13.)

Täytyy myös muistaa, että jos oikosulkuvirta keskuksessa yli 6 kA on varmistettava, että keskuksessa on käytetty johdonsuoja-automaatteja, joiden oikosulkukesto riittää. Mikäli oikosulkukestoisuus ylitetään, ainoaksi vaihtoehdoksi jää joko eteen asennettava kahvasulakkeet tai johdonsuojien vaihtaminen tulppa- tai kahvasulakkeisiin. (Ylinen 2018, 64-65.)

8.2 Eristysresistanssin mittaus

Kun eristysresistanssin mittauksessa ei saavuteta vaadittua eristysresistanssin arvoa, täytyy vika selvittää. Vian etsiminen kannattaa aloittaa aina yksinkertaisimmasta ja edetä monimutkaisempaan.

Kun mittalaite näyttää 0,0 Ω, viittaa mittalukema siihen, että jossakin on suojajohdin ja vaihe- tai nollajohdin yhdessä joko suoraan tai pienimuotoisen vastuksen eli kuorman kautta. N- ja PE-johtimen vaihtuminen keskenään voi myös johtaa tällaiseen tulokseen. Tällaisessa tilanteessa kannattaa tarkistaa mittauskytkennän oikeellisuus sekä nollan ja suojamaajohtimen eriyttäminen toisistaan.

Jos mittalaite näyttää edelleen 0,0 Ω, tarkistetaan että keskuksessa on irroitettu nolla- ja suojamaan yhdistys. Seuraavaksi kannattaa tarkastaa, ettei ole keskeneräisiä asennuksia, on varsin tyypillistä, että on yhdistetty syöttävän johtimen loppupään johtimet yhteen, jotta vältytään johtimien tuleminen virhekytkennöillä jännitteiseksi. Myös ulkoalueilla olevan keskeneräisen asennuksen kaapelin pää on voinut suojaamattomana kerätä kosteutta, joka mittaustilanteessa lyö läpi.

Jos ei vika ei vieläkään selvinnyt, on järkevää mitata yleismittarilla, onko eristysresistanssin arvo vieläkin 0,0 Ω, vai saadaanko jokin muu arvo. Tämän mittauksen perusteella voidaan päätellä, etsitäänkö puhdasta oikosulkua vai jotain muuta. Vian ollessa muu kuin suora oikosulku voidaan yleismittarilla luettavan vastusarvon perusteella yrittää päätellä, mikä asennuksissa oleva kuorma, virhekytkentä voisi aiheuttaa saadun mittaustuloksen.

Kun ollaan varmoja, ettei ole asennuksissa virheitä, niin pienennetään mitattavaa aluetta, jolloin nähdään mittaustuloksessa, auttoiko se. Ellei eristysresistanssin arvo muuttunut, on kysymyksessä todellinen vika. Tällöin lähdetään järjestelmällisesti poistamaan sulakkeita, kääntämään johdonsuojakatkaisijat 0-asentoon, sekä irroittamaan näiden ryhmien nollajohtimia.

Kun eristysresistanssiarvo täyttyy, palautetaan ryhmä kerrallaan mittaukseen mukaan ja tehdään jokaisen ryhmän palauttamisen jälkeen uusi mittaus. Näin menetellen voidaan nähdä mittaustuloksista, aiheuttaako eristysresistanssin

heikkenemisen yksittäinen ryhmä vai ryhmien summautuminen. Kun lopuksi paikannettaan vika, se täytyy korjata ja tehdä mittaus. (Ylinen 2018, 60-63.)

8.3 Suojajohtimen jatkuvuus

Tyypillisiä ongelmia suojajohtimen jatkuvuusmittauksessa ovat, että mittaustulos on 0,00 Ω, mittaustulos on 1-2 Ω ja mittaustulos on yli mittarin mittausalueen, joka on >2000 Ω. Mikäli suojajohtimien jatkuvuusmittauksessa ilmenee tällaisia ongelmia, tehdään seuraavanlaisia toimintoja. Tarkistetaan kytkennät, liitoksien kiristämien, kosketuspintojen puhdistaminen, tarkistetaan johtimen pituus, johtimen poikkipinta-ala, kompensoidaan mittari ja tehdään uusi mittaus. (Ylinen 2018, 57.)

8.4 Vikavirtasuojan testaus

Jos vikavirtasuoja ei laukea testinapista, kannattaa tarkastaa seuraavat asiat: Varmistetaan että kohteessa on jännite, tutkitaan miten vikavirtasuojan testipainikkeen sisäinen kytkentä tehty, onko kytketty vaiheen ja nollan väliin vai kahden vaiheen väliin ja jos ei vieläkään toimi, tarkistetaan vikavirtasuojan tulo ja lähtöpuolen kytkentöjen oikeellisuus. (Ylinen 2018, 65.)

9 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia Sähkö Optima Oy:n käyttöön käyttöönotto-mittaukseen ohjeistus, joka helpottaa mittauksen suorittajaa. Ohjeistus auttaa niin nuorta kuin vanhempaa asentajaa tarkistamaan ohjeistuksesta, jotta mittaus on suoritettu oikeassa järjestyksessä ja vaatimusten mukaisesti.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen, työtä tehdessään ymmärtää tarkastuksien tärkeyden ja laajuuden. Käyttöönottotarkastus on tärkeä osa sähköasennustyötä ja tarkastuksilla ja mittauksilla varmistetaan asennuksien turvallisuus.

Työn tuloksena syntyi käyttöönottotarkastuksen tekemiseen ohjeistus, jossa oli ohjeistus asennustesterin käyttö, ohjeistus dokumentointiin ja mittaustuloksien tulkintaa.

Työ onnistui mielestäni hyvin ja oli erittäin opettavainen. Työ eteni aikataulussa ja valmistui suunniteltuna ajankohtana.

LÄHTEET

Evelia app 2022. Tarkastuspöytäkirja laaja, Sähköasennuksien käyttöönotto. Viitattu 21.3.2022 https://app.evelia.fi/work/388549#form/4

Fluke 2010a. 1652C/1653B/1654B Electrical Installation Tester. Käyttöohje. Viitattu 20.3.22 https://dam-assets.fluke.com/s3fs-public/1654b___umfin0000.pdf

Fluke 2010b. 1652C/1653B/1654B Quick Reference Guide. Pikaohje. Viitattu 28.3.2022 https://dam-assets.fluke.com/s3fs-public/1654b___qreng0000.pdf

Kauppila, J. 2018. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. ST-käsikirja 33. 4.uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

Korhonen, E., Linja-aho, V., Mäkinen, J. & Orrberg, M. 2019. Sähköautot ja latausjärjestelmät. ST-käsikirja 41. 1. painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

Metrel 2022. EVSE adapteri A1532. Pikaohje. Viitattu 24.3.2022 https://www.metrel.si/assets/Metrel/Navodila_instrumentov/Accessories/A_1532_EVSE_adapter/Ang/A_1532_EVSE_adapter_ANG_Ver_1.1.2_20_752_20_752_684.pdf

ST 51.21.05. 2019. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja, Liite 2. Espoo: Sähkötieto Oy.

ST 53.12. 2020. Vikavirtasuojat. Espoo: Sähkötieto Oy.

Sähkö Optima. 2022. Valokuvat. Oulu: Sähkö Optima Oy.

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016.

Tiainen, E. 2017. D1-2017, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 24.uudistettu painos. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.

Ylinen, T. 2018. Kiinteistöjen sähköasennusten käyttöönottotarkastukset. 9.uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

LIITTEET

Liite 1. ST.51.21.05 (Liite 2)

Liite 2. Mittauspöytäkirja lattialämmitys ST.55.18.01

Liite 3. Tarkastuspöytäkirja Sähkö Optima Oy

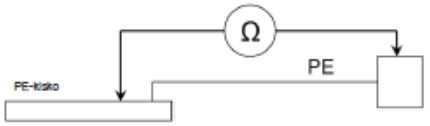
Liite 1

LIITE 2

MITTAUKSISSA TARVITTAVAA 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 esim. 0–2 Ω.



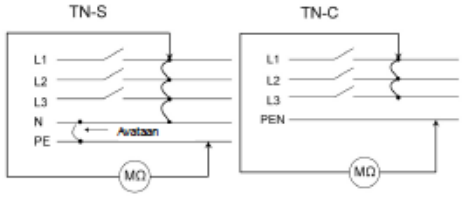
Kuva 2a. Jatkuvuusmittaus.

Kohta 3

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

Taulukko 3a. Vaaditut koejännitteet ja eristysresistanssiarvot.

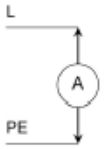
Nimellisjännite	Koejännite V	Eristysresistanssi MΩ
SELV ja PELV	250	≥ 0,5
Enintään 500 V	500	≥ 1,0
Enintään 500 V erikoistapauksessa	250	≥ 1,0
Yli 500 V	1000	≥ 1,0



Kuva 3a. Mittauskytkennät.

Kohta 4

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



Kuva 3b. Mittauskytkennät.

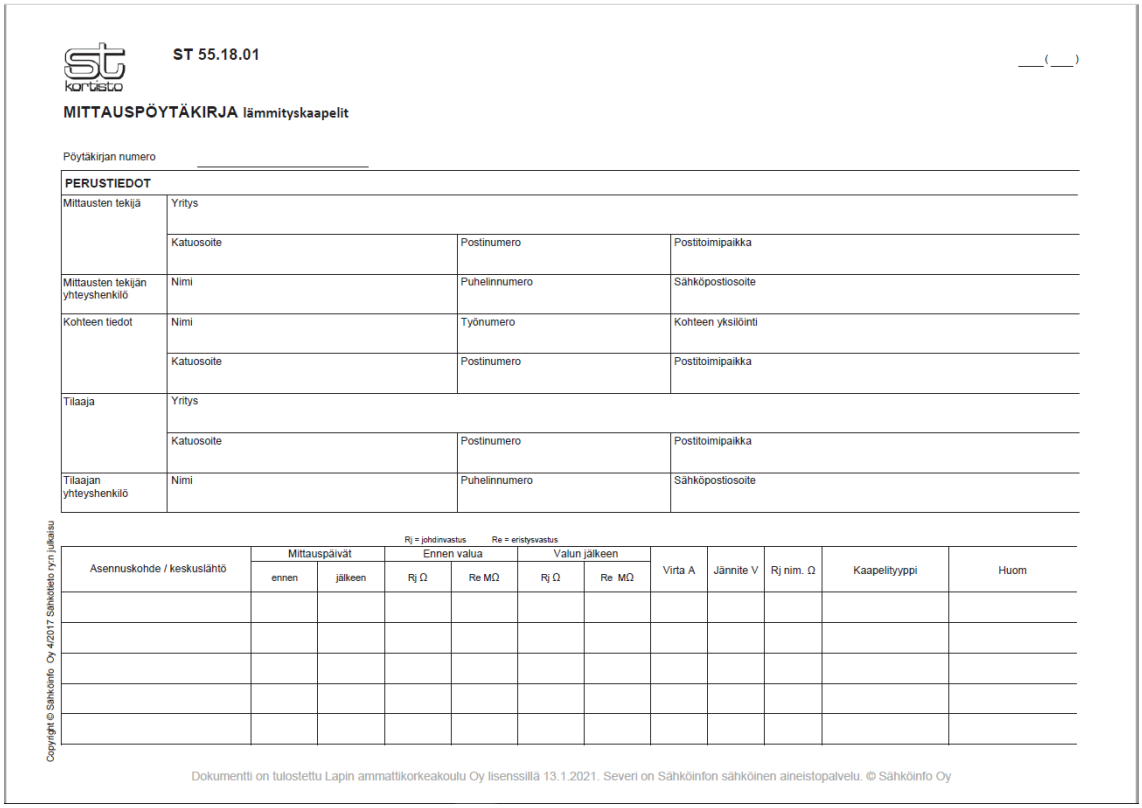
Taulukko 4a. Eri suojalaitteiden toimintarajavirrat.

Suojalaitteen nimellisvirta A	Suojalaitteiden toimintarajavirrat ja pienimmät hyväksyttävät mittaustulokset							
	gG-sulake 0,4 s A	Vaadittu mitattu arvo A	gG-sulake 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	Johdonsuojakatkaisijat			
					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 nimellistoimintavirralla.

Dokumentti on tulostettu Lapin ammattikorkeakoulu Oy lisenssillä 13.1.2021. Severi on Sähköinfon sähköinen aineistopalvelu. © Sähköinfo Oy

Liite 2 1(2)



ST 55.18.01 ___(___)

MITTAUSPÖYTÄKIRJA lämmityskaapelit

Pöytäkirjan numero _____

PERUSTIEDOT			
Mittausten tekijä	Yritys		
	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Mittausten tekijän yhteyshenkilö	Nimi	Puhelinnumero	Sähköpostiosoite
Kohteen tiedot	Nimi	Työnumero	Kohteen yksilöinti
	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Tilaaja	Yritys		
	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Tilaajan yhteyshenkilö	Nimi	Puhelinnumero	Sähköpostiosoite

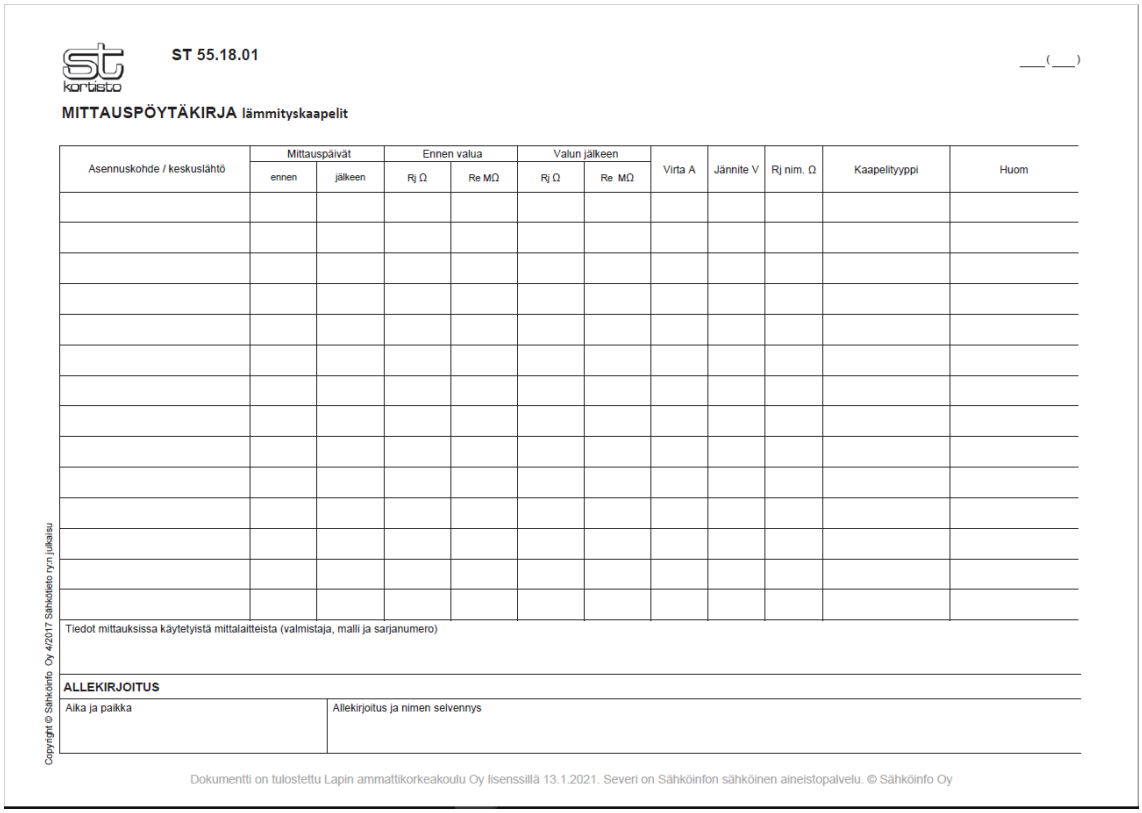
Rj = johdinvastus Re = eristysvastus

Asennuskohde / keskuslähtö	Mittauspäivät		Ennen valua		Valun jälkeen		Virta A	Jännite V	Rj nim. Ω	Kaapelityyppi	Huom
	ennen	jälkeen	Rj Ω	Re MΩ	Rj Ω	Re MΩ					

Copyright © Sähköinfo Oy 4/2017 Sähkötieto ryn julkaisu

Dokumentti on tulostettu Lapin ammattikorkeakoulu Oy lisenssillä 13.1.2021. Severi on Sähköinfon sähköinen aineistopalvelu. © Sähköinfo Oy

Liite 2 2(2)



ST 55.18.01 ___(___)

MITTAUSPÖYTÄKIRJA lämmityskaapelit

Asennuskohde / keskuslähtö	Mittauspäivät		Ennen valua		Valun jälkeen		Virta A	Jännite V	Rj nim. Ω	Kaapelityyppi	Huom
	ennen	jälkeen	Rj Ω	Re MΩ	Rj Ω	Re MΩ					

Tiedot mittauksissa käytetyistä mittalaitteista (valmistaja, malli ja sarjanumero)

ALLEKIRJOITUS

Aika ja paikka	Allekirjoitus ja nimen selvennys

Copyright © Sähköinfo Oy 4/2017 Sähkötieto ryn julkaisu

Dokumentti on tulostettu Lapin ammattikorkeakoulu Oy lisenssillä 13.1.2021. Severi on Sähköinfon sähköinen aineistopalvelu. © Sähköinfo Oy

Liite 3 1(2)

Oulun Sähkö Optima Oy

TARKASTUSPÖYTÄKIRJA

Sähköasennuksen käyttöönotto
Laaja lomake

Työnro 1032
Sivu 1 / 2
Liitteet 0

☐ Käyttöönottotarkastus ☐ Muutostarkastus ☐ Muu, mikä?:

Urakoitsija:	Oulun Sähkö Optima Oy	**Asiakas:**	**Tilaaja:**
Osoite:	Marja-Ahontie 10, 90240 OULU	**Osoite:**	**Puhelin:**
Sähkötöiden johtajan nimi:	Jarmo Merkkiniemi		**Sähköposti:**
Puhelinnumero:	0447116694	**Kohde:**	
Sähköposti:	jarmo@sahko-optima.fi	**Osoite:**	

1. Aistinvaraisen tarkastus

Keskuksen nimi ja tunnus:

☐ Koko kohde	☐ Vain kyseinen keskusalue		**Ei sisälly**	**Huom!**	**Puutteet korjattu, pvm ja allekirjoitus**
A	Sähköiskulta suojaus	☐ Kunnossa	☐		
B	Palosuojaus	☐ Kunnossa	☐		
C	Johtimien valinta	☐ Kunnossa	☐		
D	Suoja-, käyttö- ja valvontalaitteet	☐ Kunnossa	☐		
E	Erotus- ja kytkentälaitteet	☐ Kunnossa	☐		
F	Sähkölaitteiden suojausmenetelmät	☐ Kunnossa	☐		
G	Nolla- ja suojajohtimien tunnukset	☐ Kunnossa	☐		
H	Yksivaihteiset kytkinlaitteet	☐ Kunnossa	☐		
I	Dokumentit, varoituskilvet yms	☐ Kunnossa	☐		
J	Tunnistettavuus	☐ Kunnossa	☐		
K	Johtimien liitosten sopivuus	☐ Kunnossa	☐		
L	Suojajohtimien olemassaolo	☐ Kunnossa	☐		
M	Sähkölaitteiston vaatima tila	☐ Kunnossa	☐		

Maadoituselektrodin rakenne ☐ Perusmaadoitus ☐ Muu, mikä?

Perustelut:

2. Mittaustulokset (oikosulku ja eristysresistanssit)

Kohde	**Ryhmänro**	**Re/MΩ**	**I k**	**Sulake A**	**Jännite U**	**Suojajohtimen jatkuvuus**	**Huom !**

Eristysresistanssit on todettu vaatimusten mukaiseksi: ☐

Saadut arvot ovat standardin SFS 6000:2017 mukaiset: ☐

Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssiarvot on saatu: ☐ mittaamalla ☐ laskemalla

Erikoistoimenpiteet mittausten suorittamisessa / liitteet:

3. Suojajohtimien jatkuvuus (PE-, PEN-, maadoitus-, pää- ja lisäpotentiaalitasausjohtimet)

On todettu kaikista laitteista ja pistorasioista ☐ Suurin resistanssi on 0 Ω, ryhmässä

Jatkuvuus on todettu vaatimusten mukaiseksi ☐

Liitteet:

4. Vikavirtasuojat (Käyttötarkoitus: VS=vikasuojaus, LS=lisäsuojaus, PS=palosuojaus))

Tyyppi ja käyttötarkoitus	**Ryhmänro**	**Nimellisarvo/mitattu arvo**		**Painiketestaus**
		t/ms	**IΔn**	
			mA	☐ OK

Toiminnat on todettu standardien vaatimusten mukaisiksi ☐ Liitteet:

5. Kiertosuunnan tarkastus

☐ Keskus ☐ 3-vaihepistorasiat ☐ Ei sisälly asennukseen ☐ Muu

6. Toiminta- ja käyttötestit

☐ Koneet ja laitteet ☐ Toiminalliset kokonaisuudet ☐ Ei sisälly asennukseen ☐ Muu

7. EMC-Suojaus

EMC-suojauksen toteuttamiseksi on kohteessa käytetty seuraavia menetelmiä ☐ TN-S-järjestelmä ☐ Muuta mitä?

Liitteet:

Sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuuslain (1135/2016) ja valtioneuvoston asetuksen (1436/2016) sähkömagnettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset ☐

8. Palovaroittimet

☐ Vakuutamme, että asennetut palovaroittimet täyttävät niille säädöksissä ja määräyksissä asetetut vaatimukset ja että ne on asennettu suunnitelman mukaisesti

☐ Palovaroittimien osalta on erillinen asennustodiste liitteenä

Liite 3 2(2)

Selvitys palovaroittimien virran ja varavirran syötön toteutuksesta:
Lisätiedot:

9. Huolto- ja kunnossapito-ohjelman tarve

Kohteen kunnossapito-ohjelma ○ vaaditaan ☐ Toimitetaan tilaajalle ○ ei vaadita
Kohteessa on ☐ huolto- ja kunnossapito-ohjelma ☐ käyttö- ja huolto- ja kunnossapito-ohjeet

10. Kohteen toteutuksessa käytetyt standardit

Toteutuksessa on käytetty standardikäsikirjaa ☐ SFS600-1-1:2017 ja SFS600-1-2:2017 ☐ muuta, mitä?
Kohde on toteutettu edellä mainittujen vaatimusten mukaisesti toteutetuksi ☐

11. Tarkastuksen tekijät ja käytetyt mittalaitteet

Allekirjoitus: **Allekirjoitus:** **Päiväys:** 25.03.2022
Nimenselvennys: **Nimenselvennys:**
Mittalaitteet, nimi ja sarjanumero:

12. LUOVUTUSMERKINTÄ

Käytön opastus ☐ on suoritettu ☐ on sovittu pidettäväksi
Tarkastuspöytäkirja ☐ on luovutettu ☐ on luovutettu liitteineen
Piirrustukset ja muut dokumentit ☐ on luovutettu Luettelo:
Allekirjoitus: **Nimenselvennys:** **Päiväys:**

13. Tilaajan ja / tai hänen edustajan kulttaus

Olen vastaanottanut kohdassa 12. LUOVUTUSMERKINTÄ ilmoitetut suoritukset. Pöytäkirja on säilytettävä ja tarvittaessa esitettävä koko sähkölaitteiston käyttöajan ajan

Päiväys: **Päiväys:**
Tilaajan allekirjoitus: **Tilaajan edustajan allekirjoitus:**
Nimenselvennys: **Nimenselvennys:**