



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Julia Närhi

Sähköasennusten käyttöönottomittausten ohjeistus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Insinööriyö

2.5.2020

Tekijä Otsikko	Julia Närhi Sähköasennusten käyttöönottomittausten ohjeistus
Sivumäärä Aika	38 sivua + 3 liitettä 2.5.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Vesa Sippola sähkön toimialapäällikkö Mikko Roikonen
<p>Opinnäytetyön aiheena on sähköasennusten käyttöönottomittausten ohjeistus. Työ suoritettiin yhteistyössä Tatec Oy:n kanssa.</p> <p>Insinöörityön tarkoituksena oli tarkastella sähköasennusten käyttöönottotarkastuksia olemassa olevien standardien ja lakien pohjalta. Käyttöönottotarkastukset perustuvat Standardin SFS 6000-6 sekä sähköturvallisuuslain 1135/2016 esittämiin vaatimuksiin.</p> <p>Sähkölaitteistoille tulee aina ennen niiden käyttöönottoa suorittaa käyttöönottotarkastus. Käyttöönottotarkastuksella varmistetaan laitteiston turvallisuus, jotta käyttäjälle ei aiheudu vaaraa sähköasennuksista. Käyttöönottotarkastukset koostuvat aistinvaraisista tarkastuksista, jännitteettömästi tehtävistä mittauksista sekä jännitteellisesti tehtävistä mittauksista.</p> <p>Työn tavoitteena oli laatia Tatec Oy:n käyttöön kirjalliset ohjeet käyttöönottomittausten tekemiseen. Ohjeiden avulla pyrittiin yhtenäiseen tapaan tehdä käyttöönottomittauksia. Ohjeilla helpotetaan aloittavan mittausten tekijän työtä sekä ne ovat myös apuna kokeneemmallekin mittaajalle. Työssä tarkasteltiin mittauksia ja siihen liittyvää dokumentointia myös tehokkuuden kannalta.</p> <p>Insinöörityö alkoi käyttöönottomittauksissa tehtävien tarkastuksien ja mittauksien läpikäymisellä, jonka jälkeen suoritettiin mittaukset kohteeseen As Oy Espoon Aries ja Sirius. Mittaustuloksia tarkasteltiin ja verrattiin standardin antamiin arvoihin. Tehtyjen mittausten pohjalta laadittiin ohjeet käyttöönottomittauksista, jotka ovat insinöörityön liitteenä. Työn tuloksena saatiin ohjeet käyttöönottomittausten tekemiseen Tatec Oy:n käyttöön. Ohjeet toimivat mittaajan apuna käyttöönottomittauksissa.</p>	
Avainsanat	käyttöönottotarkastus, mittaus, sähköasennus

Author Title	Julia Närhi Instruction for Measurements in Electrical Installations
Number of Pages Date	38 pages + 3 appendices 2 May 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Vesa Sippola, Senior Lecturer Mikko Roikonen, Electrical Industry Manager
<p>The subject of the thesis is instruction for measurements in electrical installations. The work was carried out in cooperation with Tatec Oy.</p> <p>The purpose of this thesis work was to examine the implementation measurements of electrical installations based on existing standards and laws. The aim of thesis work was to draw up written instructions for Tatec Oy to carry out the commissioning measurements, which will assist with the measurements. The guidelines were used to make measurements and related documentation from the point of view of efficiency.</p> <p>The engineering work began with the completion of inspections and measurements in commissioning measurements, followed by measurements in two new apartment buildings. The results of the measurements were examined and compared with the values given by the standard. Based on the measurements made, instructions for carrying out commissioning measurements were prepared. The result of the work is instruction for commissioning measurements.</p>	
Keywords	commissioning inspection, measurement, electrical installation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähkötöiden turvallisuus	2
3	Käyttöönottotarkastus	2
3.1	Aistinvarainen tarkastus	3
3.2	Jännitteettömät mittaukset	4
3.2.1	Suojajohtimen jatkuvuusmittaus	5
3.2.2	Eristysvastusmittaus	6
3.2.3	SELV- ja PELV-piirin eristysvastusmittaus	8
3.3	Jännitteelliset mittaukset	11
3.3.1	Syötön automaattinen poiskytkentä	11
3.3.2	Vikavirtasuojakytkimen toiminnan testaus	13
3.3.3	Kiertosuunnan testaus	13
3.4	Toiminnalliset testit	14
3.5	Käyttöönottopöytäkirja	14
4	Mittalaitteen toiminta	15
4.1	Jännitteen ja taajuuden mittaus	15
4.2	Suojajohtimen jatkuvuus mittaus	16
4.3	Eristysvastusmittaus	17
4.4	Silmukkaimpedanssin ja oikosulkuvirran mittaus	17
4.5	Vikavirtasuojakytkimen toiminnan testaus	18
4.6	Vaihejärjestyksen testaus	19
4.7	Mittaustulosten tallentaminen mittariin	20
4.8	Mittaustulosten siirtäminen tietokoneelle	22
5	As Oy Espoon Aries ja Sirius	23
5.1	Kerrostalokohteissa käytetyt mittalaitteet	24
5.2	Kerrostalokohteiden käyttöönottomittaukset	25

5.2.1	Aistinvarainen tarkastus	27
5.2.2	Suojajohtimen jatkuvuusmittaus	28
5.2.3	Eristysvastusmittaus	29
5.2.4	Syötön automaattinen poiskytkentä	32
5.2.5	Vikavirtasuojakytkimien toiminnan testaus	34
5.3	Kohteen käyttöönottomittausten dokumentointi	35
6	Pohdinta	37

Lähteet

Liitteet

Liite 1. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja pohja

Liite 2. Fluke-1654B kalibrointitodistus

Liite 3. Käyttöönottomittausten ohjeistus

Lyhenteet ja käsitteet

PELV-piiri	<i>Protective extra low voltage</i> . Pienoisjännitejärjestelmä, jonka jännitteelle alltiit osat ovat maadoitettu.
Pienoisjännite	Tasajännite 120 VDC, vaihtojännite 50 VAC.
SELV-piiri	<i>Safety extra low voltage</i> Pienoisjännitejärjestelmä, jonka jännitteelle alltiita osia ei ole maadoitettu.
SFS 6000	Sähköasennuksia koskeva standardi, joka antaa vaatimukset pienjännitesähköasennuksiin.
Suojajohdin	Maadoituksessa käytetty johdin, jonka tehtävä on vikatilanteessa johtaa virta maahan.
TN-C-järjestelmä	Sähkön jakelujärjestelmä, jonka koko järjestelmä koostuu yhdistetystä nolla- ja suojamaadoitusjohtimesta.
TN-S-järjestelmä	Sähkön jakelujärjestelmä, jonka koko järjestelmä koostuu erillisestä nolla- ja suojamaadoitusjohtimesta.

1 Johdanto

Sähköasennuksille tulee aina tehdä käyttöönottotarkastus ennen niiden käyttöönottoa. Käyttöönottotarkastus on oman työn tarkastamista, jossa varmistetaan turvallisuusvaatimusten täyttyminen. Standardin SFS 6000 mukaan tulee tehdä käyttöönottomittaukset, jotta sähköturvallisuuslain 1135/2016 vaatimukset sähköasennuksista tulee täytettyä. Insinööriyössä perehdytään käyttöönottotarkastuksiin ja -mittauksiin olemassa olevien standardien ja lakien pohjalta.

Insinööriyö tehtiin Tatec Oy:lle, joka on talotekniikkaurakointiin keskittyvä yritys. Tatec tarjoaa kokonais- ja osaurakointia sekä uudis- että perusparannuskohteissa. Toiminta sijoittuu Uudenmaan alueelle. Asiakaskuntaan kuuluu ammattirakennuttajat, julkiset hankkijat ja rakennusliikkeet. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Vantaan Tikkurilassa ja toimitusjohtajana toimii Marko Kaartinen. Yrityksen toimialaan kuuluu lämpö-, vesijohto-, ilmastointi- ja sähköasennukset.

Työssä tehdään käyttöönottomittaukset kahteen Espoossa sijaitsevaan uudisasuinkerrostaloon, jossa keskitytään vahvavirta sähköasennusten mittauksiin. Mittaustulokset kirjataan mittauspöytäkirjaan ja niitä verrataan standardin vaatimiin arvoihin.

Mittausten pohjalta laaditaan ohjeet käyttöönottomittausten tekemiseen Tatec Oy:n käyttöön, joita mittauksia tekevä henkilö voi hyödyntää tehdessään käyttöönottomittauksia. Ohjeiden lisäksi pyritään kiinnittämään huomiota sellaisiin asioihin, joita hyödyntämällä pystytään mahdollisesti saamaan tehokkuutta mitausten tekemiseen.

Insinööriyössä käydään läpi oleellimmat asiat käyttöönottotarkastuksen tekemiseen sekä tarkastellaan tarkastuksen tarkoitusta turvallisuuden kannalta. Työssä keskitytään pääasiallisesti vahvavirta-asennusten käyttöönottomittauksiin ja ohjeet laaditaan työssä olevien uudisasuinrakennus kohteiden mitausten perusteella.

2 Sähkötöiden turvallisuus

Sähkötyöt edellyttävät sähköturvallisuuslain 1135/2016 antamia määräyksiä, jotta voidaan varmistaa sähkölaitteen ja -laitteiston turvallisen käytön sekä estää mahdolliset vahingot. Sähköturvallisuuslaki esittää perusvaatimukset sähkölaitteiden ja -laitteistojen suunnitteluun, valmistukseen, rakentamiseen ja korjaukseen.

Sähköturvallisuuslain kohdan 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 sähkölaitte tai -laitteisto ei täytä 1 momentissa säädettyjä edellytyksiä, sitä ei saa saattaa markkinoille, luovuttaa toiselle eikä ottaa käyttöön. [1.]

Sähköturvallisuuslain noudattamista valvoo sähköturvallisuusviranomainen, jonka toiminnasta vastaa Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Sähköturvallisuusvaatimusten mukaisesti sähköasennukset on tarkastettava aina käyttöönottotarkastuksella sekä tietyn kokoiset laitteistot tulee tarkastaa varmennustarkastuksella ja määräaikaistarkastuksella. Tarkastukset tulee suorittaa standardin SFS 6000 mukaan, jotta turvallisuuslain antamat määräykset täyttyvät.

3 Käyttöönottotarkastus

Sähköasennuksille on tehtävä ennen niiden käyttöönottoa määräysten mukainen käyttöönottotarkastus, jolla todennetaan sähkölaitteiston vaarattomuus niin kuin se on sähköturvallisuuslaissa esitetty. Käyttöönottotarkastus tulee tehdä kaikille uusille asennuksille, jonka lisäksi korjaus- ja muutostöitä koskevat samat velvoitteet. Sähkölaitteiston rakentajalla on vastuu siitä, että käyttöönottotarkastukset tullaan tekemään

sähkölaitteistolle. Haltijan tulee ottaa vastuu tarkastuksista, jos sähkölaitteiston rakentaja ei pysty suorittamaan mittauksia. [2, s. 6–7.] Käyttöönottotarkastusten tekijä täytyy olla sähköalan ammattilainen, jolla on riittävä tieto ja taito kyseisistä tarkastuksista sekä niihin liittyvistä määräyksistä. Ennen käyttöönottotarkastusten alkamista on syytä suunnitella kuka tai ketkä toimivat tarkastajana. Suunnittelulla voidaan helpottaa työvaiheiden aikana tulevien tarkastusten tekoa, että ne tulevat suoritettua oikealla tavalla ja ne osataan suorittaa järkevästi oikealla aikataululla. [3, s. 9.]

Käyttöönottotarkastuksesta tehdään tarkastuspöytäkirja sähkölaitteiston haltijalle, joka toimii dokumenttina tehdystä tarkastuksesta. Vähäisiksi katsotuista töistä ei vaadita tarkastuspöytäkirjaa, mutta tarvittaessa tulee niistäkin antaa tarkastusten tulokset haltijalle. [2, s.7.] Tarkastuksen tekijä varmentaa tarkastuspöytäkirjan allekirjoituksellaan. Käyttöönottotarkastuksiin kuuluvat aistinvaraiset tarkistukset, jännitteettömät mittaukset, jännitteelliset mittaukset sekä toiminnalliset testit.

3.1 Aistinvarainen tarkastus

Aistinvaraista tarkastusta tulee tehdä koko rakennusvaiheen ajan. Se on oman työn jatkuvaa tarkastusta, jonka tarkoituksena on varmistaa, että asennukset suoritetaan oikein ja voimassa olevien standardien ja vaatimusten mukaisesti. Rakennustöiden aikana havaitut virheet on korjattava viimeistään ennen niiden käyttöönottoa. [4, s. 343–344.] Pii-loon jäävien asennusten tarkastaminen on suoritettava välittömästi sitä asennettaessa, sillä asennusvaiheen jälkeen on tarkastuksia vaikea suorittaa. Tällaisia ovat kaikki maan ja rakennusten sisään ja alle jäävät asennukset. On tärkeää, että näistä asennuksista on myös tehty kirjalliset dokumentit.

Standardissa SFS 6000-6 lueteltuja aistinvaraiseen tarkastukseen liittyviä tarkistuksia:

- a) Sähköiskulta suojaukseen käytetty menetelmä
- b) Palosuojuksien käyttö ja muut palon leviämisen estämiseksi ja lämpövaikutuksilta suojaamiseksi tehdyt toimenpiteet
- c) Johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitteenaleneman kannalta

- d) Suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu
- e) Sopivien ylijännitesuojien valinta, sijoitus ja asennus, jos nämä on vaadittu
- f) Erotus- ja kytkentälaitteiden valinta, oikea sijoitus ja asennus
- g) Sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan
- h) Nolla- ja suojajohtimien tunnuukset
- i) Piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo
- j) Virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus
- k) Johtimien ja kaapelien päätteiden ja liitosten sopivuus
- l) Maadoituskytkentöjen ja suojajohtimien, mukaan luettuna pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimien olemassaolo ja sopivuus
- m) Sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila
- n) Sähkömagneettisilta häiriöiltä suojaavat toimet
- o) Jännitteelle alltiiden osien kytkentä maadoitusjärjestelmään
- p) Johtojärjestelmien valinta ja asentaminen
- q) Yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin ja äärijohtimien kytkentä lampunpitiimissä kantaosaan. [2, s. 8.]

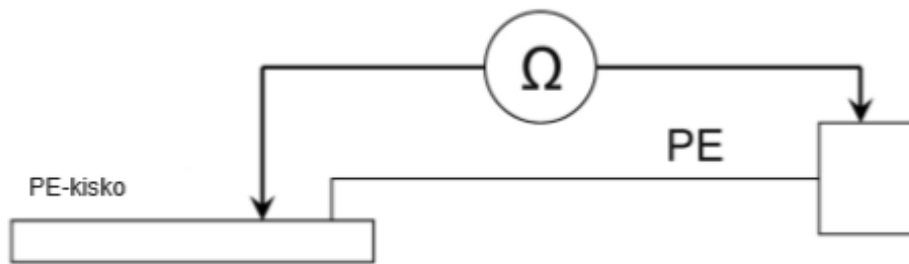
3.2 Jännitteettömät mittaukset

Käyttöönottotarkastuksiin kuuluu jännitteettömiä mittauksia, joiden avulla varmistetaan asennusten kunto ennen jännitteen kytkemistä ensimmäistä kertaa. Jännitteettömänä tehtäviin mittauksiin kuuluvat eristysresistanssin mittaus, suojajohtimen jatkuvuusmittaus sekä harvemmin mitattavat SELV-, PELV- ja suojaerotettujen piirien erotusmittaukset. Standardissa esitetyn järjestyksen mukaan suojajohtimen jatkuvuusmittaus tulisi tehdä ennen eristysresistanssin mittauksia. Pienimmissä kohteissa suositellaan myös,

että eristysresistanssin mittaus tehdään ensimmäisenä. [3, s. 23.] Eristysvastusmittauksessa huomataan, jos suojajohdin (PE) on yhdessä nollajohtimen (N) tai jonkin vaihejohtimen kanssa.

3.2.1 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus

Suojajohtimen jatkuvuusmittauksella selvitetään suojajohtimien yhteyden eheyttä. Testin tarkoituksena on tarkistaa, että suojajohtimien piirit ovat jatkuvia koko matkaltaan sekä liitokset ovat kunnossa. Suojajohtimen jatkuvuusmittaus tulee tehdä jokaisesta laitteesta erikseen, jotta jokainen suojajohdinyhteys tulee mitattua. Mittaus suoritetaan jännitteettömästi. [4, s.350.] Kuvassa 1 on havainnollistettu suojajohtimen jatkuvuusmittausta. Jatkuvuusmittauksessa mitataan laitteen ja pääpotentialitasauksen välisen suojajohtimen resistanssin arvoa.



Kuva 1. Jatkuvuusmittaus. [5, Liite 2.]

TN-S-järjestelmässä täytyy ennen mittausta tarkistaa, että nolla- ja suojamaadoitusjohtimen on erotettu toisistaan. Johtimet on erotettava toisistaan, jotta voidaan olla varmoja, että mitataan suojajohdinta. Ilman erotusta ei pystytä mittauksillakaan todentamaan, ettei kyseiset johtimet ole asennuksen aikana vaihtanut paikkaa. [5, s. 19.]

Jatkuvuusmittauksessa mittaustuloksille ei ole standardissa määrätty vaadittavaa arvoa. Johtimille löytyy poikkipinnan mukaan arvioidut resistanssi arvot, joihin tuloksia tulee verrata. Jos mittaustuloksilla on huomattava ero arvioituihin arvoihin, on selvítettävä mistä

ero johtuu. Mittaustulokset vaihtelevat yleensä 0-2 Ω välillä riippuen johdinpinta-alasta sekä kaapelin pituudesta. [4, s. 350.] Taulukossa 1 on esitetty suojajohtimen jatkuvuusmittauksen tuloksia.

Taulukko 1. Kupari- ja alumiinijohdinten resistanssiarvoja johdinpoikkipinta-alaa kohden [1, s.21].

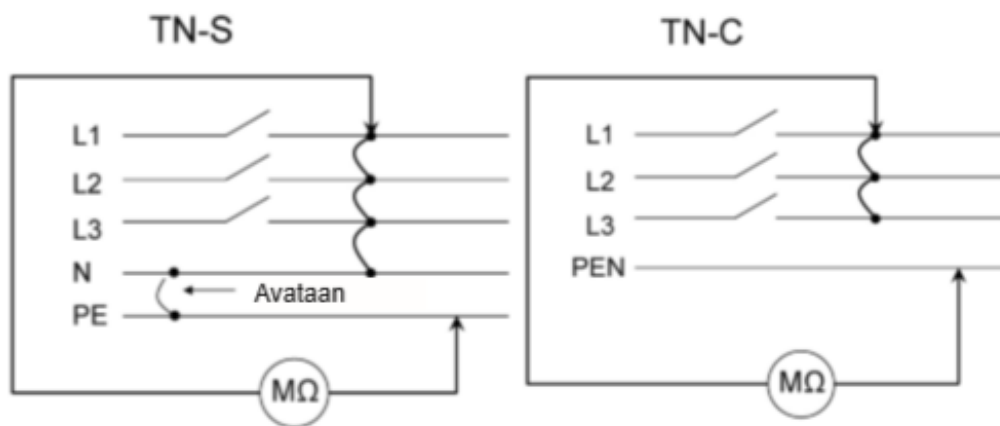
Johdinpoikkipinta-ala mm ²	Kuparijohdin		Alumiinijohdin	
	Resistanssi metriä kohti Ω	Resistanssi 100 metriä kohti / Ω	Resistanssi metriä kohti Ω	Resistanssi 100 metriä kohti / Ω
1,5	0,0115	1,15	–	–
2,5	0,0069	0,69	–	–
4	0,0043	0,43	–	–
6	0,0029	0,29	–	–
10	0,0017	0,17	–	–
16	0,0011	0,11	0,0018	0,18
21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

Käyttöönottopöytäkirjaan tulee merkitä mittauksista keskuskohtaiset tulokset, jossa käy ilmi suojajohtimen yhteyden eheys. Jokaista yksittäistä pistettä ei ole tarvetta merkitä, ellei niitä ole vaadittu erikseen. [4, s. 351.]

3.2.2 Eristysvastusmittaus

Eristysvastusmittauksen tarkoituksena on varmistaa, että jännitteiset osat (vaihe ja nolla) ovat tarpeeksi eristettyjä maasta [4, s. 352]. Eristysvastusmittauksen aikana voidaan myös löytää mahdolliset sähköasennuksissa tapahtuneet virheet sekä tarkastella kaapelien eristeiden kuntoa. On mahdollista, että kaapelien eristys on heikentynyt valmistusvaiheessa tai sähköasennusten aikana.

TN-S-järjestelmässä selvitetään äärijohtimien L1, L2, L3 ja N sekä suojajohtimen PE välinen resistanssi. Erillisessä nolla- ja suojamaadoitusjohdinjärjestelmässä täytyy ennen mittausta tarkistaa, että nolla- ja suojamaadoitusjohdin on erotettu toisistaan. TN-C-järjestelmässä selvitetään äärijohtimien L1, L2, L3 ja PEN välinen resistanssi. Tehtäessä eristysvastusmittausta yhdistetyssä nolla- ja suojamaadoitusjohdinjärjestelmässä on mahdollista, että laitteiden komponentteihin muodostuu haitallisia potentiaalieroja. Vahinkojen välttämiseksi voidaan herkimmät laitteet poistaa mittauksen ajaksi tai tehdä pienemmällä testijännitteellä eristysvastusmittaus. [4, s. 353.] Kuvassa 2 on esitetty eristysresistanssin mittausta TN-S- ja TN-C-järjestelmässä.



Kuva 2. Mittaus TN-S ja TN-C järjestelmässä. [5, Liite 2.]

Eristysvastusmittaus suoritetaan syöttämällä koejännitettä jännitteettömään piiriin. Mittauksessa koejännitteenä syötetään tasajännitettä. Herkemmillä laitteilla sekä PELV- ja SELV-virtapiirien mittausta suoritetaan pienemmällä testijännitteellä, 250 V. Taulukossa 2 on esitetty vaaditut koejännitteet ja eristysresistanssi arvot tehtäessä eristysvastusmittauksia.

Taulukko 2. Vaaditut koejännitteet ja eristysresistanssi arvot [5, Liite 2.]

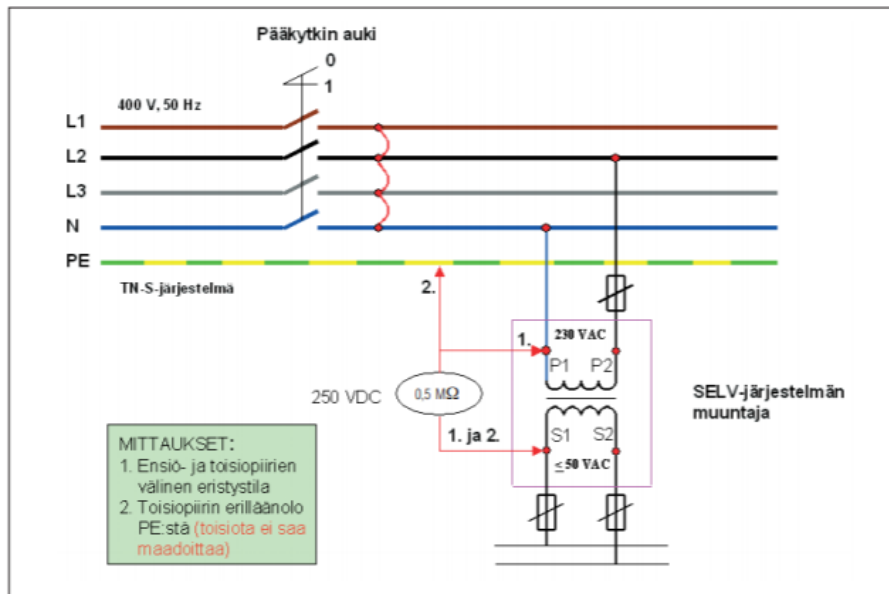
Nimellisjännite	Koejännite V	Eristysresistanssi M Ω
SELV ja PELV	250	$\geq 0,5$
Enintään 500 V	500	$\geq 1,0$
Enintään 500 V erikoistapauksessa	250	$\geq 1,0$
Yli 500 V	1000	$\geq 1,0$

Eristysvastusmittausta tehtäessä tulokset ovat usein suurempia verrattuna taulukon 2 antamiin arvoihin. Taulukon arvot ovat pienimpiä sallittuja arvoja mittauksissa. Mittaustulosten olleessa huomattavasti poikkeavia taulukon antamiin arvoihin tai jos ne eivät saavuta pienintä sallittua arvoa, on selvítettävä, mistä tulosten suuret erot johtuvat. [2, s. 10.]

3.2.3 SELV- ja PELV-piirin eristysvastusmittaus

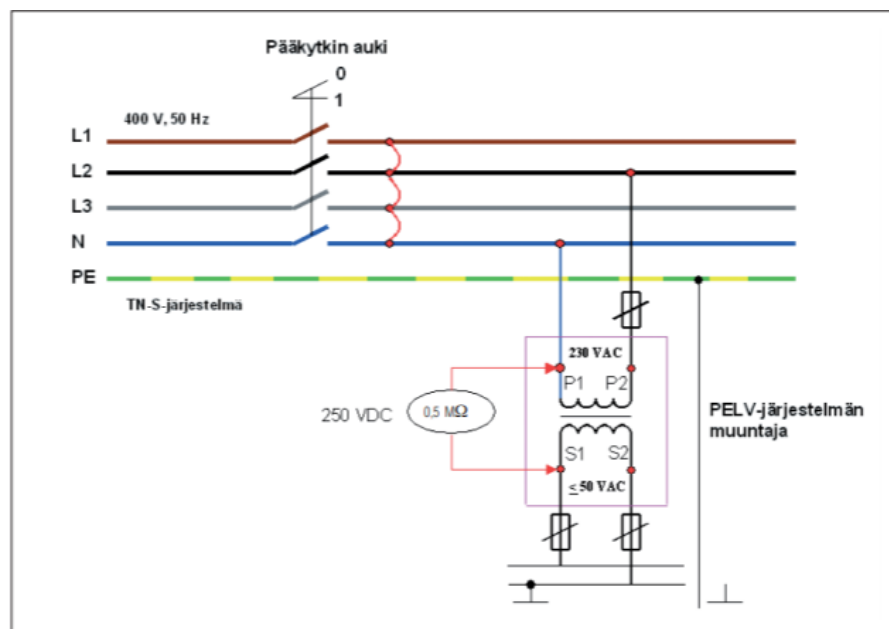
Eristysvastusmittaus tulee suorittaa yhtä lailla myös SELV- ja PELV-piireistä. Nämä piirit ovat pienoisjännitejärjestelmiä, jotka toimivat maksimissaan 120 V:n tasajännitteellä ja 50 V:n vaihtojännitteellä. Molemmissa järjestelmissä mittauksessa halutaan muuntajan ensiö- ja toisiopuolen välinen eristysvastusarvo ja tämän lisäksi SELV-järjestelmässä mitataan eristysvastus muuntajan toisiopuolen ja suojamaadoituksen (PE) väliltä. Taulukossa 2 on esitetty koejännitteen ja eristysresistanssin vaadittavat arvot tehtäessä eristysvastusmittausta SELV- ja PELV-piireissä.

SELV-järjestelmän käyttöönottomittauksessa varmistetaan, että ensiö- ja toisiopuoli pysyvät erillään toisistaan sekä toisiopuolen erillään pysyminen suojamaadoituksesta [3, s. 26]. Kuvassa 3 on esitetty SELV-piirin eristysresistanssin mittaus.



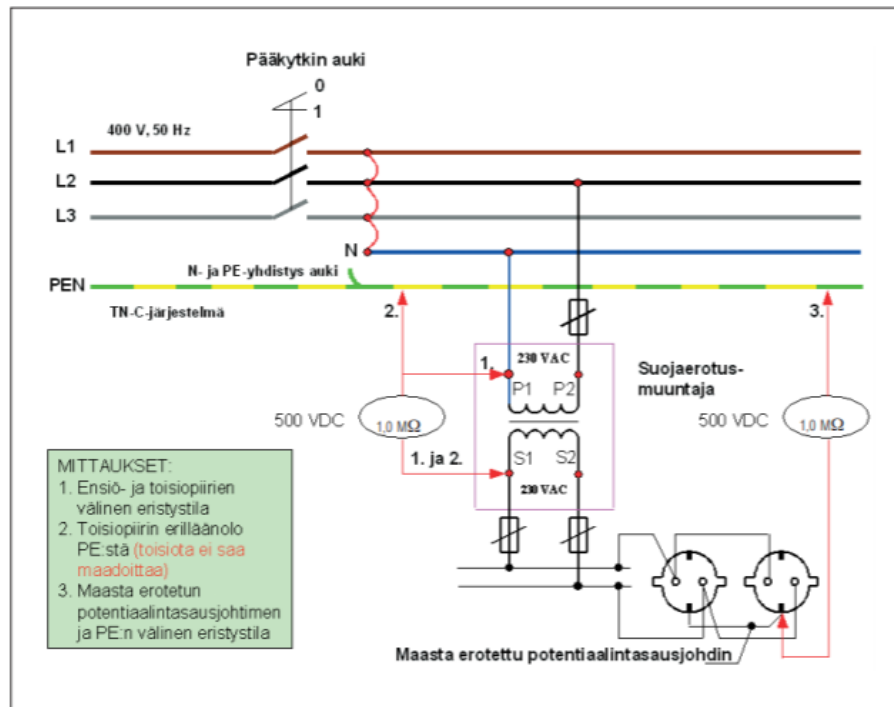
Kuva 3. SELV-järjestelmä [3, s. 26].

PELV-järjestelmässä on mahdollista yhdistää kosketeltavissa olevat jännitteelle alttiit osat ja toisiopuolen toinen napa suojamaadoitukseen. Tällöin ei mitata muuntajan toisiopuolen ja suojamaadoituksen resistanssin arvoa, kuten SELV-järjestelmässä. [3, s27.] Kuvassa 4 on esitetty PELV-piirin eristysresistanssin mittausta.



Kuva 4. PELV-järjestelmä [3, s. 27].

Sähköisesti erotetussa virtapiirissä eristysresistanssin mittauksessa selvitetään ensiö- ja toisiopiirin välistä eristystilaa, toisiopiirin erilläänolo suojavaadoituksesta (PE) ja näiden lisäksi maasta erotetun potentiaalintasausjohtimen ja suojavaadoituksen välistä eristystilaa. Kuvassa 5 on esitetty sähköisesti erotetun piirin eristysresistanssin mittaus.



Kuva 5. Sähköisesti erotettu piiri [3, s. 28].

SELV- ja PELV- piirien sekä sähköisesti erotetun piirin eristysvastusmittauksen hyväksytyt mittaustulosten arvot ovat taulukon 2 mukaiset. Testijännitteen ollessa 250 V on hyväksytty resistanssin arvo oltava vähintään 0,5 MΩ tai suurempi. Sähköisesti erotetussa piirissä testijännitteenä käytetään yleensä 500 V. Silloin hyväksytty resistanssin arvo on oltava vähintään 1 MΩ tai suurempi.

3.3 Jännitteelliset mittaukset

Jännitteettömien mittausten jälkeen siirytään jännitteellisiin mittauksiin. Jännitteellisiin mittauksiin kuuluvat syötön automaattisen poiskytkennän mittausta, oikosulkuimpedanssi, kiertosuunnan mittausta, vikavirtasuojan testaus sekä toiminnalliset testit.

3.3.1 Syötön automaattinen poiskytkentä

Syötön automaattisen poiskytkennän mittauksessa varmistetaan vikasuojauksen toimivuutta. Vikasuojaukseen koskevat vaatimukset täyttyvät, kun

- a) vian aiheuttama vaarallinen kosketusjännite kytkeytyy automaattisesti pois vaatimusten edellyttämässä ajassa tai
- b) vian aiheuttama kosketusjännite rajoitetaan vaarattomaan arvoon. [5, s. 356.]

Mittauksessa tarkastellaan suojalaitteen laukaisuaikaa ja sen tarkoituksena on varmistaa, että vikatilanteessa syötön automaattinen poiskytkentä toimii vaatimusten mukaisesti. Syötön automaattinen poiskytkentä voidaan varmistaa mittaamalla silmukkaimpedanssin vikapiiristä, jonka avulla määritetään oikosulkuvirran suuruus vikatilanteessa. [3, s.30.] Mittauksessa vikapiirin silmukkaimpedanssin tulee saada arvon, joka saa poiskytkennän tapahtumaan standardin vaatimassa ajassa [3, s. 32]. Impedanssia ei tarvitse mitata, jos vikavirtasuojaa on käytetty suojalaitteena. Vikavirtasuojat tulee kuitenkin tarkistaa myös erikseen. Taulukossa 3 ja 4 on esitetty vaatimukset mitatuista arvoista johdonsuojakatkaisijoiden ja sulakkeiden 0,4 ja 5 sekunnin toiminta-ajoilla.

Taulukko 3. Pienimmät johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot [3, s. 33].

Pienimmät johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot

Nimellisvirta	B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	K ja 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 kahva- ja tulppasulakkeiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot [3, s. 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

Viiden sekunnin laukaisuaika on tarkoitettu jakokeskuksiin syöttäville johdoille ja yli 35 A:n ryhmäjohdoille. Muissa tapauksissa vaaditaan maksimissaan 0,4 sekunnin laukaisuaikaa. [3, 32.]

3.3.2 Vikavirtasuojakytkimen toiminnan testaus

Vikavirtasuojakytkimiä käytetään suojaamaan laitteiden käyttäjiä sähköiskuilta sekä estämään mahdollisilta tulipaloilta. Vikavirtasuojakytkin mittaa sähköjohtimeen menevän ja johtimelta palaavan sähkövirran erotusta. Jos meno- ja paluuvirroilla on eroa yli sallitun arvon, katkaisee vikavirtasuojakytkin virran.

Vikavirtasuojan testaus tulee tehdä jokaiselle vikavirtasuojakytkimelle. Testi sisältää vikavirtasuojan testauspainikkeen toiminnan tarkistuksen, joka saadaan testattua vikavirtasuojassa olevasta testipainikkeesta. Testaukseen kuuluu myös tämän lisäksi laukaisuvirran ja laukaisuajan mittaus, joilla varmistetaan vikavirtasuojan toiminta nimellisvirrallaan. [3, s. 34.]

3.3.3 Kiertosuunnan testaus

Laitteiston oikea kiertosuunta on tarkistettava monivaiheisissa piireissä [2, s.13]. Kiertosuunnan mittauksella tarkistetaan, että kolmivaiheisten asennusten vaihejohtimet ovat asennettu oikeaan järjestykseen. Pahimmillaan väärä kiertosuunta voi hajottaa laitteen. Jännitteenkoettimella saadaan yksinkertaisimmin suoritettua mittaus. Koettimella mitataan jännitettä vaiheen L1 ja L2 väliltä, jolloin nähdään laitteen kiertosuunta koettimen näytöltä. Mittaus on suoritettava keskuksessa ja kentällä olevista monivaiheisista asennuksista.

3.4 Toiminnalliset testit

Toiminnallisten testien tarkoitus on tarkistaa, että laitteet ovat asennettu ja säädetty oikein vaatimusten mukaisesti. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi erilaiset kytkin-, ohjaus- ja käyttö- ja lukituslaitteet.

3.5 Käyttöönottopöytäkirja

Käyttöönottomittauksista on tehtävä käyttöönottopöytäkirja. Käyttöönottopöytäkirjan allekirjoittaa testien ja mittauksien tekijä, joka allekirjoituksellaan varmentaa pöytäkirjan oikeellisuuden. Valmis käyttöönottopöytäkirja toimitetaan sähkölaitteiston haltijalle. [4, s.358–359.] Haltijalla on velvollisuus säilyttää tarkastuspöytäkirjaa vähintään kymmenen vuotta. Käyttöönottopöytäkirjaa ei kuitenkaan vaadita vähäisiksi luokiteltavissa sähkötyöissä.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa ei edellytetä

- sellaisista sähköalan töistä, joista voi aiheutua vain vähäistä vaaraa tai häiriötä (maallikolle sallittu työ)
- enintään 50 V AC:n tai 120 V DC:n sähkölaitteistojen asennuksista
- yksittäisen komponentin vaihdoista ja lisäyksistä
- yksittäisten kojeiden syöttöön liittyvistä muutos- ja täydennysasennuksista enintään 1000 V:n jännitteellä
- nimellijännitteeltään enintään 1000 voltin kytkinlaitoksiin kohdistuvista muutos- ja täydennystöistä, joissa kytkinlaitoksen nimellisarvoja ei muuteta
- tilapäislaitteistoista, jotka on koottu standardien mukaisista työmaakeskuksista. [4, s. 360.]

Käyttöönottopöytäkirja tulee sisältää seuraavat tiedot:

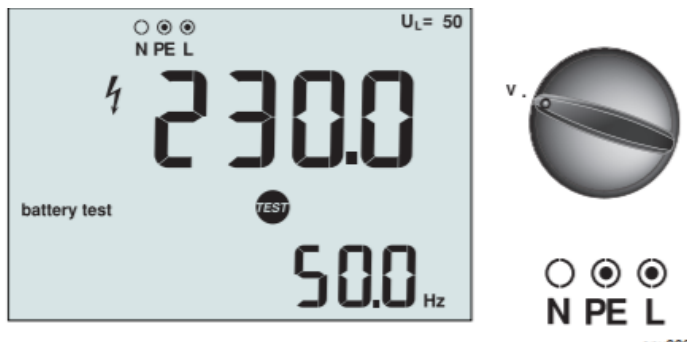
- tarkastetun laitteiston yksilöintitiedot
- laitteiston rakentajan (urakoitsijan ja sähkötöiden johtajan) yhteystiedot
- selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta
- maininta sovelletuista standardeista
- mahdollisten poikkeamien osalta maininta sähköturvallisuuslain 34 §:n mukaisen selvityksen olemassaolosta
- yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä ja tulokset tarkistuksista sekä testeistä. [3, s. 37–38.]

4 Mittalaitteen toiminta

Käyttöönottomittauksessa käytettävät mittarit tulee olla niihin tarkoitettuja mittareita, jotka täyttävät standardin antamat vaatimukset. Käytettävillä mittareilla täytyy pystyä suorittamaan käyttöönottomittaukset niin kuin ne on standardissa esitetty. Käyttöönotossa käytettävät mittarit tulee täyttää standardin EN 61577 vaatimukset. Insinöörityössä tarkastellaan Fluke 1654B-mittarin toimintaa, josta seuraavaksi ohjeistus mittarin käyttöön eri mittauksissa.

4.1 Jännitteen ja taajuuden mittaus

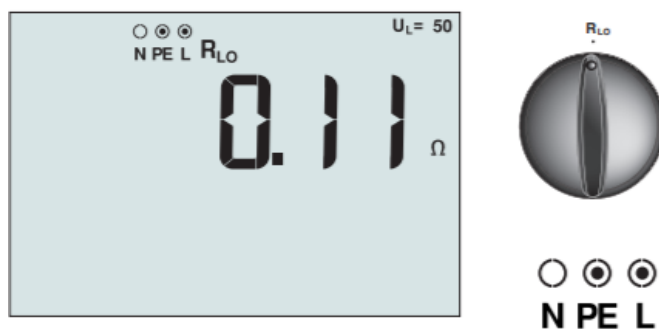
Jännitettä ja taajuutta mitattaessa käännetään kierokytkin V-asentoon. Ylempi lukema on vaihtovirtajännite ja alemmassa lukemassa taajuus. [6, s 20.] Kuvassa 7 on esitetty kiertokytkimen asento jännitettä ja taajuutta mitattaessa.



Kuva 7. Kiertokytkimen asento jännitettä ja taajuutta mitattaessa [6, s. 20].

4.2 Suojajohtimen jatkuvuus mittaus

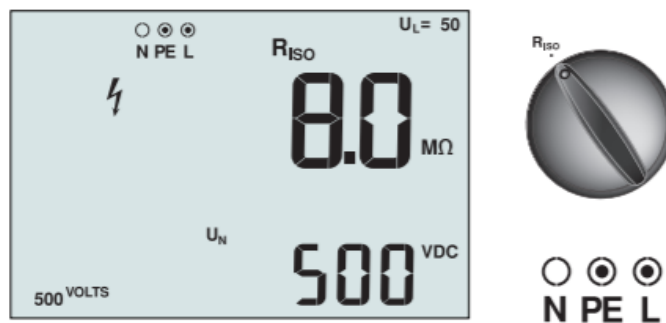
Suojajohtimen jatkuvuutta mitattaessa käännetään kiertokytkin RLO-asentoon. Ennen mittauksen tekemistä täytyy mittajohtimien resistanssi poistaa mittaustuloksista. Tämä onnistuu oikosulkemalla testijohtimien päät yhteen ja pitämällä Z-painiketta pohjassa, kunnes näytölle ilmestyy ZERO teksti. Nollauksen jälkeen mittarissa on muistissa mittajohtimien resistanssi arvo, jonka mittari vähentää automaattisesti mittaustuloksista. Jatkuvuusmittaus saadaan suoritettua painamalla mittarista TEST-nappia ja pitämällä sitä pohjassa niin pitkään, että näytölle tuleva lukema tasaantuu ja mittari piippaa. Mittari havaitsee, jos piirissä kulkee virtaa. Tällöin mittari ei suostu aloittamaan mittausta. [6, s22.] Kuvassa 8 on esitetty kiertokytkimen asento jatkuvuutta mitattaessa.



Kuva 8. Kiertokytkimen asento jatkuvuutta mitattaessa [6, s. 22].

4.3 Eristysvastusmittaus

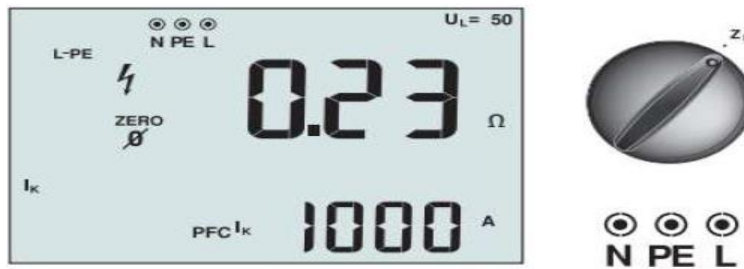
Eristysvastusmittausta mitattaessa käännetään kiertokytkin RISO-asentoon. Testijännitteeksi täytyy vaihtaa 500 V, joka onnistuu painamalla mittarista F4 painiketta. Herkemmät laitteet sekä SELV- ja PELV-piirit on mitattava pienemmällä testijännitteellä. Painetaan TEST painiketta pohjassa, kunnes lukema tasaantuu ja testeri piippaa. Mittari havaitsee, jos piirissä kulkee virtaa. Tällöin mittari ei suostu aloittamaan mittausta. Ylempi lukema mittarin näytöllä on eristysvastus ja alempi testijännite. [6, s 21.] Kuvassa 9 on esitetty kiertokytkimen asento mitattaessa eristysvastusmittausta.



Kuva 9. Kiertokytkimen asento mitattaessa eristysvastusmittausta [6, s. 21].

4.4 Silmukkaimpedanssin ja oikosulkuvirran mittaus







Syötön automaattisessa poiskytkennässä mitataan silmukkaimpedanssi, jotta saadaan selvitettyä mahdollinen vikavirta L-PE-johtimien väliltä. Silmukkaimpedanssia mitattaessa käännetään kiertokytkin ZI-asentoon. F1-painiketta painamalla valitaan L-PE, joka ilmestyy näytön vasempaan yläkulmaan. L-PE tarkoittaa vikatapauksessa syntyvän silmukan impedanssia, vaihejohtimesta suojamaadoitukseen. Painetaan TEST-painiketta ja odotetaan, kunnes tulokset tulevat näytölle. Näytöllä ylempi lukema on silmukkaimpedanssi. Mahdollinen vikavirta saadaan myös näkyviin painamalla F3-painiketta, jonka jälkeen valitaan vikavirta Ik. Näytön alempi lukema on vikavirta Ik, joka esiintyy kiloampereina tai ampeereina. [6, s. 25.] Kuvassa 10 on esitetty kiertokytkimen asento syötön automaattisen poiskytkennän mittauksessa.



Kuva 10. Kiertokytkimen asento syötön automaattisen poiskytkennän mittauksessa.

4.5 Vikavirtasuojakytkimen toiminnan testaus

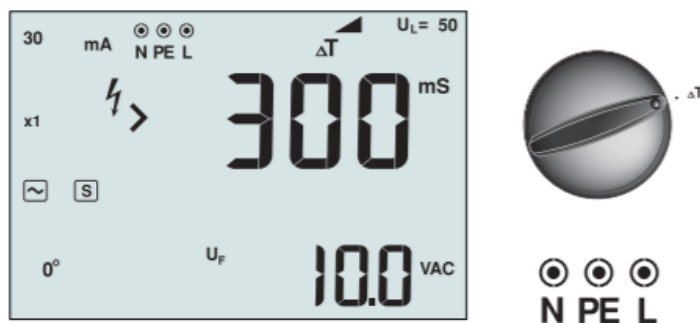
Vikavirtasuojan testauksessa testataan vikavirran laukaisuaika ja laukaisuvirta. Laukaisuaikaa testattaessa käännetään kiertokytkin ΔT -asentoon. Vikavirtasuojan nimellislaukaisuvirta täytyy valita painamalla F1-painiketta. Vikavirtasuojia testataan eri testivirroilla, jotta varmistutaan, että suojat toimivat oikeilla virran arvoilla. F2-painikkeella pysytään muuttamaan testikerrointa. Kertoimet ovat x0,5; x1 tai x5 nimellisarvoon verrattuna. Mittarista tulee valita vikavirtasuojan tyyppi, joka saadaan muutettua painamalla F3-painiketta. Kuvassa 10 on esitetty eri vikavirtasuojainten tyypit. [6, s.29].

-  – Standardi vikavirtasuojain vaihtovirralla, normaali asetus. (kaikki mallit)
-  – Tasavirralla herkkä vikavirtasuojain (vain mallit 1652 ja 1653)
-   – Viivästynyt vaste vikavirtasuojaimelta vaihtovirralla (kaikki mallit)
-   – Viivästynyt vaste vikavirtasuojaimelta tasavirralla (vain mallit 1652 ja 1653)

Kuva 10. Vikavirtasuojainten tyypit [6, s.60].

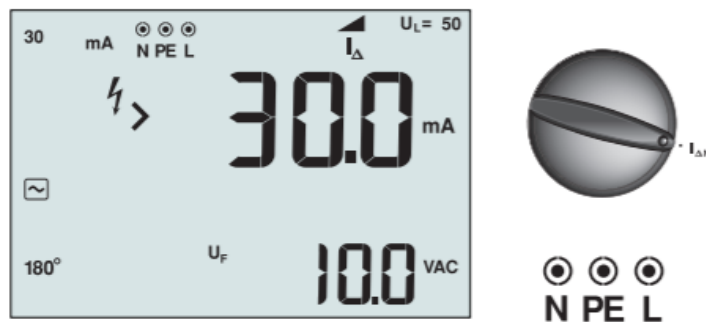
Painamalla F4-painiketta saadaan valittua testivirran vaihe, joka on 0 tai 180. Mittaus olisi hyvä suorittaa molemmilla vaiheilla. Aloitetaan testi painamalla TEST-nappulaa ja odotetaan, että mittari on suorittanut mittauksen. Ylempi lukema mittarin näytöllä on laukaisuaika ja alempi lukema on vikajännite nollan (N) ja suojamaadoituksen (PE) välillä.

[6, s30–31.] Kuvassa 11 on esitetty kiertokytkimen asento vikavirtasuojan laukaisuajan mittauksessa.



Kuva 11. Kiertokytkimen asento vikavirtasuojainten laukaisuajan mittauksessa [6, s. 29]

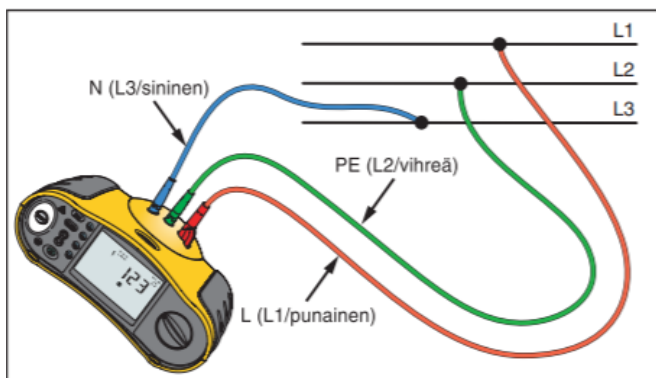
Laukaisuvirran mittaamisessa käännetään kiertokytkin I_ΔN-asentoon. Laukaisuvirran mittausta suoritetaan samalla tavalla kuin laukaisuajan mittausta, joten toistetaan samat mittaussvaiheet kuin laukaisuajan mitattaessa. Ylempi lukema mittarin näytöllä on laukaisuvirta ja alempi lukema on vikajännite. [6, s.33.] Kuvassa 12 on esitetty kiertokytkimen asento vikavirtasuojan laukaisuvirran mittauksessa.



Kuva 12. Kiertokytkimen asento vikavirtasuojainten laukaisuvirran mittauksessa [6, s. 29]

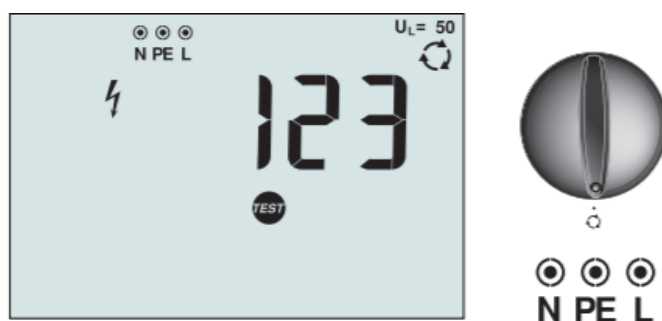
4.6 Vaihejärjestyksen testaus

Vaihejärjestys on mahdollista testata myös fluken1654B-testerillä. Kuvassa 13 on esitetty testin mittauskytkennät. Punainen mittausjohdin on L1, vihreä L2 ja sininen L3.



Kuva 13. Vaihejärjestys testauksen kytkennät [6, s. 36].

Vaihejärjestystä testattaessa kierretään kiertokytkin ympyränuoli asentoon. Kuvassa 14 on oikean vaihejärjestyksen näkymä näytöllä. Silloin näytöllä lukee 123. Jos asennukset on tehty väärin, tulee näytölle 321, jolloin vaihejärjestys on käänteinen. Mittarin havaitessa riittämättömän jännitteen tulee näytölle kolme katkoviivaa. [6, s.36.]



Kuva 14. Kiertokytkimen asento vaihejärjestä testattaessa [6, s. 36].

4.7 Mittaustulosten tallentaminen mittariin

Fluke 1654 asennustesteriin on mahdollista tallentaa enintään 500 mittausta. Mittauksille on tehtävä omat kentät, johon mittaustulokset tallennetaan. Alkuun määritetään tietosarjanumero (a), joka määrittää mittauspaikan. Mittauspaikka voi olla esimerkiksi mitattavan huoneiston tai sähkökeskuksen mukaan. Tietosarjanumeron jälkeen määritetään tietojen alisarjanumero (b), joka voi olla esimerkiksi mitattavan ryhmän ryhmänumero. Kuvassa 15 on mittauspaikkakenttä a ja b ja sen kuvaus.

Kenttä	Kuvaus
┌ a ─┐	Käytä tietosarjan kenttää (a) osoittamaan paikkaa, kuten huonetta tai sähkökojetaulun numeroa.
┌ b ─┐	Käytä tietojen alisarjan kenttää (b) piirinumeroille.

Kuva 15. Mittauspaikkakenttä a ja b ja niiden kuvaus [6, s. 37].

Näiden lisäksi asennustesteri käyttää tietojen tunnusnumeroa (c), joka osoittaa kuinka mones mittaus on kyseessä. Mittauksien edetessä numero kasvaa automaattisesti. [6, s. 37.] Kuvassa 16 on mittauspaikkakenttä c ja sen kuvaus.

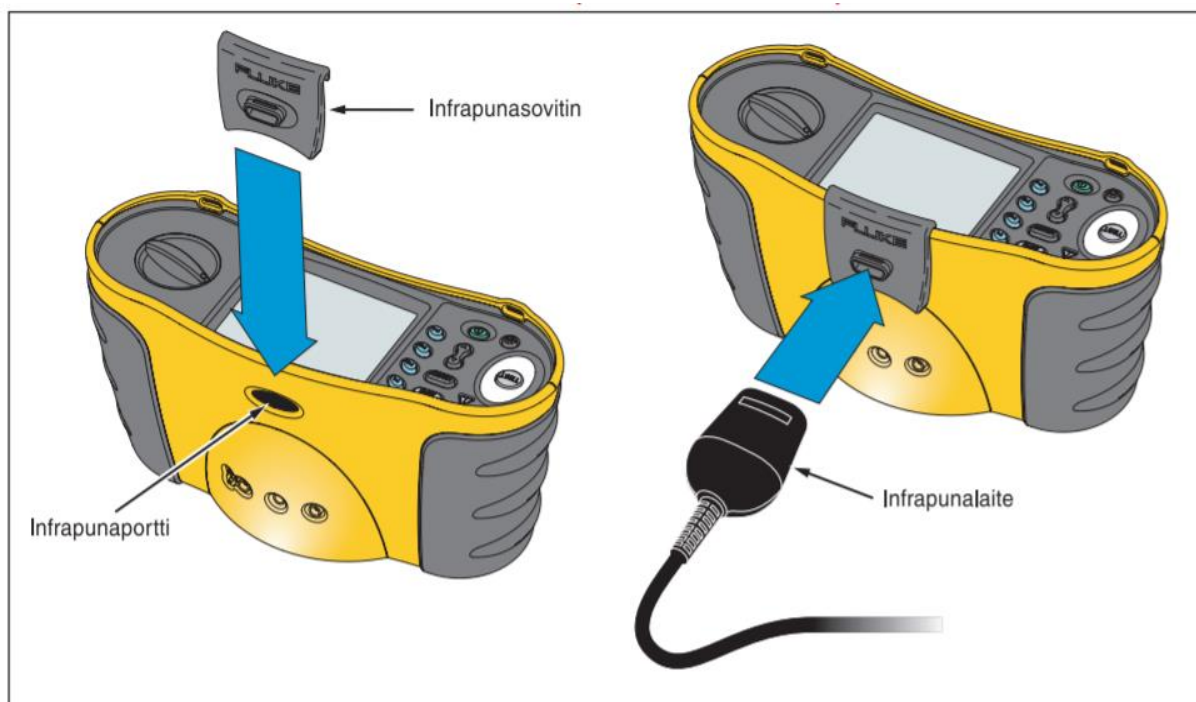
Kenttä	Kuvaus
┌ c ─┐	Tietojen tunnusnumeron kenttä (c) on mittauksen numero. Mittauksen numero kasvaa automaattisesti. Mittauksen numero voidaan myös asettaa aiemmin käytettyyn arvoon, joka korvaa nykyisen mittausarvon.

Kuva 16. Mittauspaikkakenttä c ja sen kuvaus [6, s. 37].

Mittaustulosten tallentaminen aloitetaan painamalla MEMORY-painiketta. Testerin näytössä lukee Memory, kun tallentamistila on käynnissä. Painamalla F1 (Select) valitaan tietosarja kenttä (a) ja nuolinäppäimillä saadaan valittua mitattavan kohteen tunnus. Alisarjanumero (b) valitaan painamalla uudestaan F1 (Select) ja nuolinäppäimillä valitaan haluttu numero. Tulokset tallennetaan valittuun mittauspaikkaan painamalla F2 (Store). Testerin tallennettua tulokset, poistuu testerin muistitilasta ja palaa testitilaan. Muistin ollessa täynnä tulee näytölle teksti FULL tai mikäli samaa tunnusta on jo käytetty, tulee näytölle teksti STO?. Tällöin täytyy valita F1 painikkeella toinen tunnus mitattavalle alueelle sekä palata Memory-painikkeella takaisin testitilaan. [6, s. 38–39.]

4.8 Mittaustulosten siirtäminen tietokoneelle

Ennen mittaustulosten siirtämistä tietokoneelle täytyy irrottaa kaikki mittajohtimet testeristä, sillä tulosten siirto ei onnistu, jos mittajohtimet ovat kiinni testerissä. Testeriin täytyy laittaa kuvan 16 mukaan infrapunasovitin infrapunaporttiin, jotta saadaan infrapunalaiteella yhdistettyä mittalaite tietokoneeseen. [6, s. 41.]



Kuva 16. Fluke testerin yhdistäminen tietokoneeseen. [6, s. 40.]

Mittaustulosten siirtämiseen tietokoneelle tarvitaan Fluke View Forms-ohjelma. Aloite- taan valitsemalla tyhjä lomakemalli. Lomakemallin saa valittua uusi tyhjä lomake -valin- taikkunasta ja painamalla OK. Testerin täytyy olla päällä mittaustuloksia siirrettäessä. Fluke View Forms Meter-valikosta haetaan mittarin tiedot, jotka ladataan aiemmin valit- tuun lomakkeeseen. Mittatiedot saadaan suoraan kopioitua valittuun lomakkeeseen. [6, s. 41.]

5 As Oy Espoon Aries ja Sirius

Insinöörityössä tehtiin käyttöönottomittaukset kohteisiin As Oy Espoon Aries ja Sirius. Kohteena ovat kaksi erillistä uudisasuinrakennusta, jotka ovat rakenteeltaan samanlaisia. Kuvassa 17 on Aries ulkopuolelta.



Kuva 17. As Oy Espoon Aries ulkopuolelta.

Rakennukset koostuvat yksiportaisista 4-kerroksisista kerrostaloista. Kerrostaloissa on 20 asuinhuonestoa, jotka ovat yksiöitä, kaksioita ja kolmioita. Asunnot ovat varustettu LTO-koneilla. Yleisissä tiloissa ovat UV-varasto, LV-varasto, talon varasto, IRT-varasto, saunaosasto, LJH, SPK, porrashuoneet ja vesikatto. Kuvassa 18 on Sirius ulkopuolelta.



Kuva 18. As Oy Espoon Sirius ulkopuolelta.

Mittausvaiheessa rakennustyöt olivat loppusuoralla. Asuinhuoneistot ja niihin liittyvät sähköistykset olivat valmiina, joten teimme käyttöönottomittaukset asuntojen osalta. Minun osuuteni mittauksissa keskittyi vahvavirta-asennusten käyttöönottomittauksiin ja samanaikaisesti työparini suoritti antenni- ja ATK-mittauksia.

5.1 Kerrostalokohteissa käytetyt mittalaitteet

Käyttöönottomittauksissa käytettiin Fluke 1654B-asennustesteriä. Kyseisellä asennustesterillä pystytään testaamaan jännite ja taajuus, eristysvastus, jatkuvuus, silmukka/linjavastus, vikavirtasuojainten laukaisuaika ja -virta, mattovastus sekä vaihejärjestys. Fluke 1654B-testerillä saatiin suoritettua kaikki kohteen mittaukset. Kuvassa 19 on käytetty käyttöönottomittauksissa käytetty asennustesteri.



Kuva 19. Mittauksissa käytetty asennustesteri Fluke 1654B.

Ennen käyttöönottomittausten suorittamista vein asennustesterin kalibroitavaksi, sillä testerin kalibrointi oli ajankohtaista. Kalibrointi suoritettiin Hollannissa, josta saatiin kalibrointitodistuksen. Liitteessä 2 on esitetty Fluke 1654B-asennustesterin kalibrointitodistus.

Fluke-asennustesterin lisäksi mittauksessa käytettiin erilaisia mittajohtimia ja -päitä, jotta jokainen mittaus saatiin suoritettua niihin tarkoitetuilla välineillä. Mittauksissa oli käytössä myös jännitteen koetin, jolla saatiin mitattua piirin jännitettä.

5.2 Kerrostalokohteiden käyttöönottomittaukset

Käyttöönottomittauksissa keskityttiin mittaamaan asuntojen vahvavirta-asennuksia. Tarkoituksena oli suorittaa Ariksen ja Siriuksen jokaisen asunnon osalta käyttöönottomittaukset. Minun tehtäviini kuului jokaisen asunnon suojajohtimen jatkuvuusmittaus, eristysresistanssimittaus, syötön automaattinen poiskytkentä sekä vikavirtasuojien toiminnan testaus.

Ennen käyttöönottomittauksia työparini oli suorittanut alustavat mittaukset ja tarkastukset kohteeseen. Alustavissa mittauksissa tarkistettiin asennusten oikeellisuus.

Valaisinpistorasioiden ja seinäpistorasioiden asennukset tarkistettiin shuko- testerillä. Shuko- testerillä on mahdollista tarkistaa kytkentöjen oikeellisuus. Kuvassa 20 on kohteessa käytetty shuko-testeri.



Kuva 20. Sähköasennusten tarkastukseen käytetty shuko-testeri.

Valaisinpistorasiat testattiin samalla tavalla, kuin seinäpistorasiat. Apuna käytettiin jatkokappaletta, joka helpotti valaisinpistorasioiden testausta katolta. Kuvassa 21 kohteessa käytetty jatkokappale.



Kuva 21. Jatkokappale valaisinpistorasioiden tarkastusta varten.

Kävin työparini kanssa kohteeseen tehtävät käyttöönottomittaukset yhdessä läpi, sillä en ollut aiemmin tehnyt kiinteistöjen käyttöönottomittauksia. Olin tehnyt ohjeistuksen käyttöönottomittauksien tekemisestä ennen mittauksien alkamista, joita pystyin hyödyntämään mittauksien aikana. Ohjeistuksesta pystyin tarkistamaan mittauksien eri vaiheet ja mitattujen tulosten hyväksytyt arvot, jotka nopeuttivat minua mittausten aikana.

Suoritin ensimmäisen asunnon mittaukset yhdessä työparini kanssa kokonaisuudessaan, jonka jälkeen tein loput mittaukset itsenäisesti. Työparini suoritti antenni- ja ATK-mittauksia samanaikaisesti molemmissa kohteissa.

Mittauksien aikana tehtiin tarvittavia muutoksia käyttöönottomittausten ohjeistukseen, jotta käyttöönottomittausten tekijälle saatiin laadittua mahdollisimman selkeän ja ymmärrettävän ohjeistuksen niin aloittelevalle kuin kokeneemmallekin mittausten tekijälle.

5.2.1 Aistinvarainen tarkastus

Aistinvaraiset tarkastukset oli aloitettu jo sähköasennusten alkuvaiheessa. Työparini, joka oli tehnyt asennustyöt kyseisiin kohteisiin, suoritti aistinvaraista tarkastusta molempiin kohteisiin läpi asennusvaiheiden ja sitä jatkettiin tarkastusten aikana. Piiloon jäävien asennusten osalta suoritettiin tarkastukset ennen kuin ne jäivät rakenteiden taakse

peitetyiksi. Aistinvaraisessa tarkastuksessa on hyvä ottaa piiloon jäävien asennusten osalta kuvia. Jatkossa niihin on helppo palata kuvien avulla ja todistaa omaa työtään, joka on muulla tavoin mahdotonta, kuin purkamalla rakenteita.

5.2.2 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus

Aloitin asuntojen käyttöönottomittaukset suojajohtimen jatkuvuusmittauksella. Jatkuvuusmittauksessa asennustesterin lisäksi käytettiin mittajohtoa ja -kelaa. Kuvassa 22 on esitetty jatkuvuusmittaukseen käytettyjä tarvikkeita.



Kuva 22. Suojajohtimen jatkuvuusmittauksessa käytetyt tarvikkeet.

Suojajohtimen jatkuvuusmittaus kuuluu jännitteettömästi tehtäviin mittauksiin, joten asunnon ryhmäkeskuksesta käännettiin pääkytkin OFF-asentoon. Mittajohtimet kiinnitettiin mittariin ja mittakelan toinen pää ryhmäkeskuksen PE-kiskoon. Mittaus alkoi mittajohtimien resistanssin kompensoinnilla, jotta saatiin mittajohtimien oma resistanssi arvo pois mittaustuloksesta. Kompensointi tapahtui yhdistämällä mittajohtimet yhteen ja painamalla mittarista Zero-painiketta. Mittaukset suoritettiin jokainen ryhmä erikseen. Jokaisesta ryhmästä kohden dokumentoitiin ryhmän epäedullisin piste mittauspöytäkirjaan.

Kerroksen jokaisen asunnon osalta suoritettiin suojajohtimen jatkuvuusmittaus ennen seuraavaan mittaukseen siirtymistä. Tämä nopeutti mittauksen tekoa, sillä ei tarvinnut jatkuvasti vaihtaa mittapäitä asennustesteriin. Ensimmäisien asuntojen kohdalla suoritin kaikki mittaukset alusta loppuun, ennen kuin siirryin mittaamaan seuraavaa asuntoa. Oli kuitenkin tehokkaampaa, jos teki kerros kerrallaan yhden mittauksen.

Suojajohtimen jatkuvuusmittauksissa ei esiintynyt ongelmia mittaustulosten kanssa. Mittaukset olivat 0,2–1,5 Ω :n välillä, jotka täyttävät standardin esittämät vaaditut mittauserot. Hyväksytty mittausero on 0–2 Ω :n välillä.

5.2.3 Eristysvastusmittaus

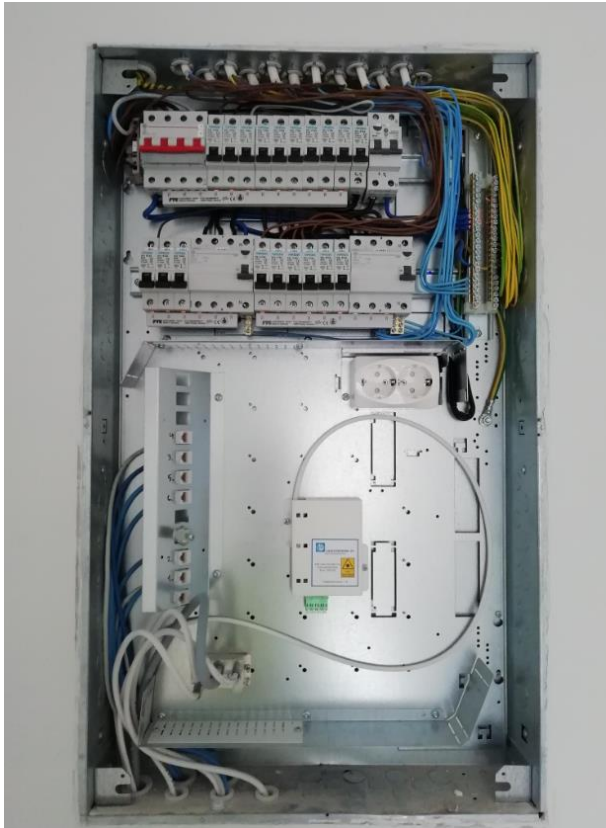
Suojajohtimen jatkuvuusmittauksen jälkeen siirryttiin eristysvastusmittaukseen. Eristysvastusmittaus tehtiin myös jännitteettömästi, joten laitteisto oli jatkuvuusmittauksen jälkeen valmiina. Asuntojen ryhmäkeskukset oli toteutettu 4-napaisella pääkytkimellä, jonka takia syöttävää nolla johtoa ei tarvinnut irrottaa kiskosta. Kuvassa 23 on eristysvastusmittauksessa käytetyt mittaus tarvikkeet.



Kuva 23. Eristysvastusmittauksessa käytetyt tarvikkeet.

Eristysvastusmittaus suoritettiin asunnon ryhmäkeskuksesta jokaisesta ryhmästä erikseen, joten äärijohtimien yhdistys tehtiin jokaiselle ryhmälle mittauksen ajaksi. Johdon suojakatkaisijat ja vikavirtasuojat pidettiin OFF-asennossa mittausten aikana, sillä mitaus suoritettiin katkaisijoiden syöttävältä puolelta, jolloin syöttävä testijännite pääsee katkaisijoiden ja suojien ohi mitattavalle alueelle. Mittauksessa ei mitattu ryhmiä, joiden takana oli herkkiä laitteita. Tällaisia laitteita olivat esimerkiksi uuni, liesi, kiuas ja lattialämmityksen termostaatti. Suurempi testijännite voi pahimmillaan rikkoa laitteiston, jolloin laitteiston rakentaja vastaa tulevista kustannuksista. Työparini oli suorittanut tarvittavat mittaukset kyseisille ryhmille.

Eristysvastusmittaus suoritettiin vaihe- ja nollajohdinyhdistyksen sekä PE-kiskon välistä. Testijännitteenä käytettiin 500 V. Kuvassa 24 on asunnon ryhmäkeskus ennen mittauskytKentöjä.



Kuva 24. Asunnon ryhmäkeskus.

Lähes jokaisen ryhmän mittausravoksi saatiin asennustesterin suurimman mahdollisen mittaustuloksen, joka Fluke 1654B-testerillä on $>500 \text{ M}\Omega$. Hyväksytty mittausravo on yli $1 \text{ M}\Omega$, joten mittaustulokset saavuttivat vaaditut mitatut arvot.

Eristysvastusmittaus on mahdollista suorittaa yhdellä mittauksella ryhmäkeskusta kohden. Tämä onnistuu yhdistämällä esimerkiksi pääkytkimen luota vaihejohtimet L1, L2, L3 ja N-johtimen yhteen. Mittaus suoritetaan tällöin yhdistettyjen äärijohtimien ja PE-kiskon väliltä, jolloin selvittää yhdellä mittauksella koko asunnon ryhmäkeskusta kohden, jos mittaustulokset saavuttavat vaaditut mittaustulokset.

Pienemmissä kohteissa on mahdollista suorittaa jokaisen asunnon eristysvastusmittaukset mittarikeskuksen luota. Tällöin mittarikeskuksesta laitetaan pääkytkin OFF-asentoon, mutta asuntojen ryhmäkeskusten pääkytkimet ja sulakkeet ON-asentoon, jotta syöttävä testijännite pääsee jokaiseen mitattavaan paikkaan. Mittauksessa selvittää yhdellä mittauksella, jos mittaustulokset pysyvät vaadituissa arvoissa. Jos mittaustulokset eivät

kuitenkaan saavuta vaadittua arvoa voidaan vika paikantaa laskemalla asuntokohtaisesti sulakkeita yksitellen alas. Kun vika on paikannettu, jatketaan kyseisen keskuksen luona mittauksia ja selvitetään missä kyseinen vika on.

Ennen käyttöönottomittauksia oli tehty alkuksi kierros, jossa saatiin selville mahdollisia asennuksissa olevia virheitä. Jos mittaustulokset eivät saavuta vaadittuja arvoja, on selvittävä mistä vika johtuu. Tavallisimpia vikoja ovat asennusvirheissä liitoksen huono asennus, rikkinäinen asennusjohto tai ristiin asennetut johtimet. Virheet täytyy korjata ja mittaukset tehtävä uudestaan siihen asti, että mittaustulokset saavuttavat vaaditut hyväksytyt mittausarvot. Vian selvittämisessä on hyvä olla asennusten rakentaja paikalla, sillä rakentaja tuntee parhaiten, miten asennukset on tehty varsinkin piiloon jäävien asennusten osalta.

Eristysvastusmittauksen jälkeen laitteisto laitettiin alkuperäiseen kuntoon. Vaiheiden ja nollan yhdistys irrotettiin. Jännitteettömien mittausten jälkeen on todella tärkeää tarkastaa, että laitteistosta on purettu kaikki mittauksiin liittyvät asennukset ja tarvittavat johtimet on liitetty takaisin paikoilleen. Jos tämän unohtaa voi tehdä paljon tuhoa kytkettäessä jännitteet päälle. Käyttöönottomittauksissa vahingoista vastaa laitteiston rakentaja.

5.2.4 Syötön automaattinen poiskytkentä

Jännitteettömien mittausten ollessa kunnossa siirryimme jännitteellisiin mittauksiin. Ensimmäinen jännitteellisesti tehty mittaus oli syötön automaattinen poiskytkentä, jossa selvitimme asuntokohtaisesti jokaisen ryhmän oikosulkuvirran. Kuvassa 25 on syötön automaattisessa poiskytkennässä käytetyt mitta tarvikkeet.



Kuva 25. Syötön automaattisessa poiskytkennässä käytetyt tarvikkeet.

Ennen mittausta kytkettiin jännite päälle ryhmäkeskuksen pääkytkimestä ja vikavirtasuojat ja johdonsuojakatkaisijat laitettiin ON-asentoon, pois lukien herkkiä laitteita sisältävät ryhmät. Mittaus suoritettiin pistotulppaliitännäisenä, joten mittaus saatiin suoritettua suoraan pistorasiaa vasten.

Mittaus suoritettiin vaiheen ja suojamaadoituksen välistä, joten ennen mittausta tarkistin, että mittarissa lukee vasemmassa yläkulmassa L-PE. Mittaus suoritettiin jokaisen ryhmän epäedullisimmasta pisteestä, joka oli kauimmainen piste keskukselta nähtynä. Näin saatiin selvitettyä kyseisen ryhmän pienin oikosulkuvirta-arvo. Mittaustulokset olivat 166-491 A:n välillä, joten tulokset pysyivät vaatimusten mukaisissa arvoissa. Ryhmät oli suojattu 10 A:n ja 16 A:n, B- ja C-tyyppin johdonsuojakatkaisijoilla, joten vaadittu mitattu oikosulkuvirran arvo 10 A:n B-tyyppin suojalla on 62,5 A ja 16 A:n suojalla 100 A sekä C-

tyypin suojalla 125 A ja 200 A. Suoritin mittauksen jokaiselle mitattavalle ryhmälle, myös vikavirtasuojan takana oleville ryhmille.

5.2.5 Vikavirtasuojakytkimien toiminnan testaus

Kohteessa asuntojen kaikki pistorasiat ja sähköasennukset olivat vikavirtasuojattuina lukuun ottamatta liedet, astianpesukoneet, ja jääkaapit/pakastimet. Vikavirtasuojakytkimet sijaitsivat ryhmäkeskuksissa. Vikavirtasuojakytkimien toiminnan testaus suoritettiin mitaamalla vikavirtasuojien laukaisuaika ja -virta. Tämän lisäksi tarkistettiin, että vikavirtasuojien testipainike toimii. Vikavirtasuojien testaus aloitettiin suojan testipainikkeen testauksella, jotta varmistetaan testipainikkeen toimivuus. Testi suoritettiin painamalla vikavirtasuojassa olevaa testipainiketta, joka laukaisi vikavirtasuojan.

Testipainikkeen toiminnan testauksen jälkeen siirryttiin vikavirtasuojan laukaisuajan ja -virran mittauksiin. Mittauksiin käytettiin samaa mittajohdinta kuin oikosulkuvirran mittauksessa. Laukaisuaika ja -virta mitattiin jokaisen vikavirtasuojan takana olevasta ryhmästä. Mittaus suoritettiin ryhmän epäedullisimmasta pisteestä liittämällä mittausjohdin pistorasiaan. Kuvassa 26 on mittarin näytöllä mitattu laukaisuajan arvo ryhmän epäedullisimmasta pisteestä.



Kuva 26. Laukaisuajan mittaustulos.

Jokaisen ryhmän osalta laukaisuajan mittausarvot olivat 23,8–45,1 ms:n välillä ja laukaisuvirran mittausarvot 18–29 mA:n välillä. Laukaisuajan vaatimukset ovat alle 300 ms ja laukaisuvirran alle 30 mA, joten vikavirtasuojat toimivat vaatimusten mukaisesti.

5.3 Kohteen käyttöönottomittauksen dokumentointi

Käyttöönottomittauksissa mittauksen tulokset kirjattiin mittauspöytäkirjaan, jotka tulevat liitteeksi käyttöönottopöytäkirjan kanssa. Jokaisesta asunnosta tehtiin oma mittauspöytäkirja, johon merkattiin mitattavan asunnon keskus, jotta tiedettiin myöhemmin mistä asunnosta pöytäkirjassa on kyse. Kuvassa 27 on Arieksen asunnon B17 mittauspöytäkirja, johon on merkitty kaikki tarvittavat mittaustulokset.

6 Pohdinta

Insinööriyön tavoitteena oli laatia Tatec Oy:n käyttöön käyttöönottomittausten tekemiseen ohjeistus, jota käyttöönottomittausten tekijä pystyisi hyödyntämään mittauksia tehdessään. Ohjeistus auttaa uusia mittausten tekijöitä sekä on myös apuna kokeneemmallekin mittausten tekijälle. Ohjeiden avulla mittausten tekijä pystyy tarkistamaan, että jokainen mittaus on tehty oikeassa järjestyksessä ja vaatimusten mukaisesti.

Mittaukset suoritettiin kahteen Espoossa sijaitsevaan uudisasuinkerrostaloon. Ennen mittauksia olin laatinut jo ensimmäisen version ohjeista, joten pääsin kokeilemaan ohjeiden toimivuutta kohteiden käyttöönottomittauksissa. Mittauksissa sain täydennettyä ohjeita. Insinööriyön tuloksena syntyi käyttöönottomittauksiin selkeä ohjeistus, jota käyttöönottomittauksia tekevä henkilö pystyy hyödyntämään mittauksia tehdessään.

Insinööriyön aihe oli hyvä valinta, sillä aiempaa kokemusta mittauksista ja tarkastuksista minulla ei ollut ja tulen tarvitsemaan tähän liittyvää osaamista jatkossakin. Työtä tehdessäni ymmärsin entistä paremmin käyttöönottotarkastuksen tärkeyden turvallisuuden kannalta. Suoritin Sähköinfon järjestämän käyttöönottotarkastusten koulutuksen insinööriyöni aikana. Koulutuksessa käytiin läpi käyttöönottotarkastuksia ja mittauksia. Päästiin myös tekemään käytännön harjoituksia ja harjoiteltiin asennustesterin käyttöä. Koulutus tuki insinööriyötäni, sillä sieltä sai todella kattavan tietopaketin kyseisiin tarkastuksiin ja uutta näkökulmaa tarkastusten tekemiseen ja niiden tärkeyteen.

Ennen käyttöönottomittausten aloittamista on hyvä tutustua mitattavaan kohteeseen ja suunnitella etukäteen mittausten etenemistä. Näin saadaan varmistettua, että kaikki tarvittavat mittaukset tulee tehtyä ja saadaan tehokkuutta mittausten tekoon. Jos myöhemmin huomataan, että mittauksissa on puutteita, on työlästä suorittaa uudestaan puuttuvat mittaukset. Hyvällä suunnittelulla voidaan säästää runsaasti aikaa.

Käyttöönottotarkastukset ovat tärkeä osa sähköasennustyötä, sillä laadukkailla tarkastuksilla ja mittauksilla varmistetaan asennusten turvallisuus. Insinööriyön aikana saatiin uusia näkökulmia ja ideoita käyttöönottomittausten tekemiseen.

Lähteet

1. Sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135. Verkkoaineisto. TUKES. <<http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/20161135?toc=1>>. Luettu 25.1.2020.
2. SFS 6000-6:2017, Pienjännitesähköasennukset osa 6: tarkastukset. 2017.Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry. Vahvistettu 18.8.2017.
3. Saarelainen, Kimmo. Kauppila, Jenna. 2018, 4. uudistettu painos. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset, ST-käsikirja 33. Espoo: Sähköinfo Oy. Julkaistu 9.5.2018.
4. Tiainen Esa. 2017, 26.painos. D1-2017, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.
5. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja, ST-käsikirja 51.21.05. 2019. Sähkötieto ry. Julkaistu 4.10.2019. Luettu 30.1.2020
6. Fluke 165X Käyttöohje. 2004. Verkkoaineisto. FLUKE <http://assets.fluke.com/manuals/165x___umfin0100.pdf> Julkaistu 6/2004. Luettu 1.2.2020

Liitteet:

Liite 1. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja pohja



ST 51.21.05

1 (4)

KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA

Pöytäkirjan nro _____

Keskuksen nimi ja tunnus _____

Käyttöönottotarkastus	<input type="checkbox"/>
Muu	<input type="checkbox"/> Mikä? _____

PERUSTIEDOT

Sähkölaitteiston rakentaja	Yritys		
	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Sähkötöiden johtaja	Nimi	Puhelinnumero	
	Sähköpostiosoite		
Yhteyshenkilö	Nimi	Puhelinnumero	
	Sähköpostiosoite		
Kohteen tiedot	Työnumero	Nimi	
	Kohteen yksilöinti		
	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Tilaava yritys	Nimi		
	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Tilaajan yhteyshenkilö	Nimi	Puhelinnumero	
	Sähköpostiosoite		

1. AISTINVARAINEN TARKASTUS

a)	Sähkölaitteiston suojaus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		
b)	Palosuojaus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		
c)	Johtimet ja johtojärjestelmät	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		
d)	Suoja- ja valvontalaitteet	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		
e)	Ylijännitesuojat	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!		

© Sähköinfo Oy 10/2019 - Sähköinfo ry:n julkaisu

Dokumentti on tulostettu Metropolia Ammattikorkeakoulu Oy lisenssillä 4.1.2020. Severi on Sähköinfon sähköinen aineistopalvelu. © Sähköinfo Oy

ST 51.21.05

2 (4)

f)	Erotus- ja kytkentälaitteet Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
g)	Sähkölaitteiden suojausmenetelmät Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
h)	Nolla- ja suojajohtimien tunnukset Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
i)	Pilrusetukset, varoituskilvet jne. Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
j)	Tunnistettavuus Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
k)	Pääteet ja liittoket Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
l)	Suoja- ja potentiaalintasausjohtimet Maadoituselektrodin rakenne: Perustusmaadoitus <input type="checkbox"/> Muu, mikä? _____ Perustelut _____	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
m)	Sähkölaitteiston vaatima tila Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
n)	Yksivaiheiset kytkinlaitteet Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
o)	Erikoisliit Kohdetta koskevat erikoisliit: Lääkintätila Liite _____ Räjähdyksivaarallinen tila Liite _____ Liite _____	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>

Lisätietoja: _____

2. SUOJAJOHTIMIEN JATKUVUUS (PE-, PEN-, maadoitus-, pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimet)

Todettu kaikista laitteista ja pistorasiloista Suurin resistanssi _____ Ω , ryhmässä _____

Jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi

Liitteet: _____

3. ERISTYSRESISTANSSI

Kohde	Ryhmä nro	$R_{is}/M\Omega$	Huom

Eristysresistanssi todettu vaatimusten mukaiseksi

PE- ja N-johtimien yhdistys on palautettu mitausten jälkeen entiselleen

Erikoisliitmenpiteet mitausten suorittamisessa: _____

Liitteet: _____

4. SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ

	I_k/A	Z_k/Ω	Suojalaitte	In/A (suojalaitteet)
Keskus				
Epäedullisin piste (0,4 s)				
Epäedullisin piste (5,0 s)				

ST 51.21.05

3 (4)

Oikosulkuvirta- ja silmuikkalmpedanssiarvot saatu mittaamalla <input type="checkbox"/>	Vikasuojaus on toteutettu vikavirtasuojalla <input type="checkbox"/>			
Oikosulkuvirta- ja silmuikkalmpedanssiarvot saatu laskemalla <input type="checkbox"/>				
Saadut arvot ovat standardin vaatimusten mukaiset <input type="checkbox"/>				
Liitteet: _____				
Vikavirtasuojat				
Tyyppi ja käyttötarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike- testaus
		t/ms	I _{Δn} /mA	
				<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>
Toiminnot todettu standardien vaatimusten mukaisiksi <input type="checkbox"/>		Käyttötarkoitus: VS = vikasuojaus, LS = Iisäsuojaus, PS = palosuojaus		
Liitteet: _____				
5. KIERTO SUUNNAN TARKASTUS				
Keskus <input type="checkbox"/>	3-vaihepistorasiat <input type="checkbox"/>	Ei sisälly asennukseen <input type="checkbox"/>		
6. TOIMINTA- JA KÄYTTÖTESTIT				
Koneet ja laitteet <input type="checkbox"/>	Toiminnalliset kokonaisuudet <input type="checkbox"/>	Ei sisälly asennukseen <input type="checkbox"/>		
7. JÄNNITTEENALENEMA				
Suurin jännitteenalennema _____ %				
Saatu mittaamalla <input type="checkbox"/>	Saatu laskemalla <input type="checkbox"/>			
8. EMC-SUOJAUS				
Kohteessa on käytetty TN-S -järjestelmää <input type="checkbox"/>				
Maadoitukset ja potentiaalitasaukset on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti <input type="checkbox"/>				
Kaapeleiden välinta, sijoittelu ja asentaminen on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti <input type="checkbox"/>				
Laittevalinnoissa on huomioitu asennusympäristön vaatimukset <input type="checkbox"/>				
Asennuksissa on noudatettu laitevalmistajien ohjeita <input type="checkbox"/>				
Muuta, mitä? _____				
Liitteet: _____				
Sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuuslain 1135/2016 ja vailloneuvoston asetuksen (1436/2016) sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset <input type="checkbox"/>				
9. HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMAN TARVE				
Kohteen kunnossapito-ohjelma vaaditaan <input type="checkbox"/>				
ei vaadita <input type="checkbox"/>				
Kohteessa on huolto- ja kunnossapito-ohjelma <input type="checkbox"/>				
Kohteessa on käyttö-, huolto- ja kunnossapito-ohjeet <input type="checkbox"/>				
Kohteessa on polstumisreittivalaistus <input type="checkbox"/>	Kohteessa on polstumisreittivalaistusta koskeva kunnossapito-ohjelma <input type="checkbox"/>			
10. SEURAAVA MÄÄRÄAIKAI STARKASTUS				
Tarkastus: vaaditaan <input type="checkbox"/>	määräaikalstarkastuksen ajankohta _____			
ei vaadita <input type="checkbox"/>				
Huom! _____				
11. KOHTEEN TOTEUTUKSESSA NOUDATETUT STANDARDIT				
Toteutuksessa on noudatettu standardikäsikirjoja SFS 600-1-1 ja SFS 600-1-2 ja muuta, mitä? _____				
Kohde on todettu edellä mainittujen standardien vaatimusten mukaisesti toteutetuksi <input type="checkbox"/>				

Dokumentti on tulostettu Metropolia Ammattikorkeakoulu Oy lisenssillä 4.1.2020. Severi on Sähköinfon sähköinen aineistopalvelu. © Sähköinfo Oy

ST 51.21.05

4 (4)

12. PALOVAROITTIMET	
<input type="checkbox"/> Käyttöönottotarkastettavien asennuksien ei sisälly palovaroittimia.	
<input type="checkbox"/> Vakuutamme, että asennetut palovaroittimet täyttävät niille säädöksissä ja määräyksissä asetetut vaatimukset (pelastustoimen laitelaki, asetus palovaroittimien teknisistä ominaisuuksista, sähköturvallisuussäädökset jne.) ja että ne on asennettu ao. suunnitelman mukaisesti.	
<input type="checkbox"/> Palovaroittimen käyttö- ja huolto-ohjeet on luovutettu.	
Selvitys kuninka palovaroittimien virran ja varavirran syöttö on toteutettu:	
Lisätietoja:	
<input type="checkbox"/> Palovaroittimien osalta on laadittu erillinen asennustodistus, jossa on mainittu edellä esitetyt asiat ja joka on tämän pöytäkirjan liitteenä.	
13. ECODESIGN ASETUKSEN 2015/1188 VAATIMUSTEN TÄYTTÄMINEN SÄHKÖLLÄ TOIMIVIEN TILALÄMMITTIMIEN OSALTA	
Mikäli käyttöönnettävään uudisrakentamis-, korjausrakentamis- tai huoltokohteeseen on asennettu ihmisten käyttöön/lämpötilayhteyteen tarkoitettuja sähköllä toimivia tilalämmittimiä kuten, vastuskaapeleilla toteutettuja lattialämmityksiä, kattolämmityksiä tai vastaavia rakenteeseen integroitua lämmittimiä, sähköpattereita, säteilylämmittimiä tai massavaraajia asetuksen 2015/1188 vaatimusten täyttäminen on osoitettava erillisellä pöytäkirjalla (ST 55.05.01).	
<input type="checkbox"/> Käyttöönottotarkastettavien asennuksien ei sisälly asetuksen 2015/1188 piiriin kuuluvia sähkölämmittimiä	
<input type="checkbox"/> Käyttöönottotarkastettavien asennuksien sisältyy asetuksen 2015/1188 piiriin kuuluvia sähkölämmittimiä, joiden vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi on laadittu erillinen pöytäkirja (ST 55.05.01), joka on tämän pöytäkirjan liitteenä.	
14. TARKASTUKSEN TEKIJÄ(T)	
Päiväys	Päiväys
Allekirjoitus ja nimen selvitys	Allekirjoitus ja nimen selvitys
Mittauksessa käytetyt mittalaitteet:	
15. LUOVUTUSMERKINTÄ	
a) ilmoitus kohteen valmistumisesta tehty: Verkkoyhtiö <input type="checkbox"/> Verkkoyhtiön nimi _____	
b) Käytön opastus <input type="checkbox"/> Sovittu pidettäväksi pvm _____	
c) Käyttöönottotarkastuspöytäkirja luovutettu liitteineen <input type="checkbox"/>	
Liitteet: _____	
d) Piirustukset ja muut dokumentit luovutettu <input type="checkbox"/>	
Luettelo piirustuksista ja dokumenteista:	
Lisätietoja:	
Päiväys	Allekirjoitus ja nimen selvitys
16. TILAAJAN TAI HÄNEN EDUSTAJAN SA KUITTAUS	
Olen vastaanottanut kohdassa 15, Luovutusmerkintä, ilmoitetut suoritukset. Pöytäkirja säilytettävä ja tarvittaessa esitettävä koko sähkölaitteiston käyttöajan ajan.	
Päiväys	Allekirjoitus ja nimen selvitys

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan täyttöohje, ks. liite 1.
Mittauksissa tarvittavaa perustietoa, ks. liite 2.

Dokumentti on tulostettu Metropolia Ammattikorkeakoulu Oy lisenssillä 4.1.2020. Severi on Sähköifon sähköinen aineistopalvelu. © Sähköinfo Oy

Liite 2. Fluke-1654B kalibroitodistus



Certificate of Calibration

Data Type: FOUND-LEFT

Certificate No: 2512463

Instrument	Description	INSTALLATION TESTER W/RCD TYPE B MEM
	Manufacturer	FLUKE
	Model	FLUKE-1654B
	Serial Number	2553008
	Inventory Number	-
Customer	Name	TATEC OY
	City	VANTAA
	Site Number	4021297
Order Number	RMA Number	606237615
Environmental Conditions	Temperature within	(23 ± 3) °C
	Humidity within	(45 ± 20) %rh
Calibration Procedure	Fluke_Fluke-1654B_Cal_RS-232_5320_17025_MTE (2.9F)	
Results	The instrument meets the manufacturers published specifications at all points measured, unless stated otherwise. The results of the measurements are shown on page 4 through 6.	
Date of Calibration	18 Feb 2020	
Date of Recalibration	18 Feb 2021	Issue Date 18 Feb 2020
Place of Calibration	Son en Breugel	Electronically signed by K. Groenendijk
Tested by	K. Groenendijk	Authorized Signatory

This calibration is performed by a DEKRA certified lab for ISO 9001:2015 and following ISO/IEC 17025:2017. All measurements are traceable to national and/or international standards or have been derived by approved ratio techniques. When possible standards used for this calibration are ISO/IEC 17025:2017 accredited calibrated. This certificate may not be reproduced other than in full. Calibration certificates without signatures, either electronic or handwritten, are not valid.



Certificate of Calibration

Data Type: FOUND-LEFT

Certificate No: 2512463

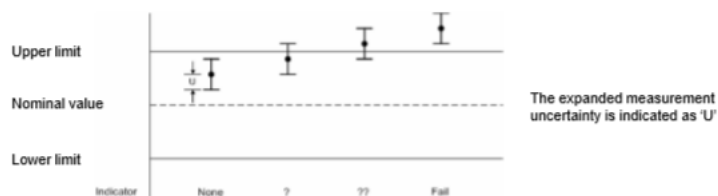
Compliance with Specification

Page 4 through 6 contains the calibrations results with two further columns indicating the instrument performance relative to the stated specifications.

The column headed '% of Tol' is the measured error as percentage of the stated limits with no allowance being made for the calibration uncertainty.

The column headed 'Remark' indicates compliance or otherwise with specification taking into account the measurement uncertainty, the possible conditions are indicated as follows:

Indicator	Explanation
Blank, No indicator	The equipment complies with the stated specification at the measured points, due allowance having been made for the uncertainty of the measurements.
?	The measurement result is within the specification limit by a margin less than the measurement uncertainty; it is therefore not possible to state compliance based on the stated level of confidence. However the results indicate that compliance is more probable than non-compliance with the specification limit.
??	The measurement result is outside the specification limit by a margin less than the measurement uncertainty; it is therefore not possible to state non-compliance based on the stated level of confidence. However the results indicate that non-compliance is more probable than compliance with the specification limit.
Fail	The equipment does not comply with the stated specification at the measured points, due allowance having been made for the uncertainty of the measurements.
*	It is not possible to determine compliance with specification.



Uncertainty of Measurement

The reported uncertainty is based on the standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k = 2$, which provides a confidence level of approximately 95%. The standard uncertainty has been determined in accordance with EA-4/02.

The uncertainty values reported in the tables of results have been obtained taking into account all contributing factors to uncertainty affecting the measurement, including those deriving from the resolution and from the short-term stability of the instrument being calibrated. In case a "N/A" is reported, no expanded uncertainty could be calculated.



Certificate of Calibration

Data Type: FOUND-LEFT

Certificate No: 2512463

Remarks

- The data type found in this certificate on the top of each page must be interpreted as:

As-Found : Data collected before the unit is adjusted and / or repaired
As-Left : Data collected after the unit has been adjusted and / or repaired
Found-Left : Data collected without any adjustment and / or repair performed

- If the unit under test is used under rough conditions we recommend to decrease the calibration interval period, the calibration interval (due date) is the responsibility of the end user;

- According to the European norm 'Operation of electrical installations' NEN-EN 50110-1 release 2013 and the Dutch norm NEN 3140 release 2015 paragraph 5.102.12 through 5.102.16, a safety test is not required. Therefore not performed.

Standards and Test Equipment Used

Model	Serial No	Inventory No	Due to	Certificate No
31690	970301	WP0656	05 Jun 2020	2135503
5320AVLC/40 EU	517580814	WP2272	04 Sep 2020	072497



Certificate of Calibration

Data Type: FOUND-LEFT

Certificate No: 2512463

Nominal value	Range	Lower limit	Measured value	Upper limit	Unit	% of Tol	Expanded Uncertainty	Remark
Battery test		Pass						
AC Voltage calibration								
150.00	V 50 Hz 500	148.5	149.8	151.5	V	13	2.5e-001 V	
250.00	V 50 Hz 500	247.7	249.6	252.3	V	17	3.4e-001 V	
350.00	V 50 Hz 500	346.9	349.4	353.1	V	19	5.3e-001 V	
450.00	V 50 Hz 500	446.1	449.2	453.9	V	21	6.3e-001 V	
Resistance Riso calibration								
50V Measurements								
1.000	MΩ 50	0.94	1.00	1.06	MΩ	0	6.5e+003 Ω	
10.000	MΩ 50	9.67	10.01	10.33	MΩ	3	5.0e+004 Ω	
100V Measurements								
1.000	MΩ 100	0.94	1.00	1.06	MΩ	0	6.5e+003 Ω	
10.000	MΩ 100	9.67	10.00	10.33	MΩ	0	5.0e+004 Ω	
250V Measurements								
10.000	MΩ 200	9.82	9.96	10.18	MΩ	22	5.0e+004 Ω	
100.000	MΩ 200	98.2	99.8	101.8	MΩ	11	5.0e+005 Ω	
500V Measurements								
10.000	MΩ 200	9.82	9.98	10.18	MΩ	11	5.0e+004 Ω	
100.000	MΩ 200	98.2	99.8	101.8	MΩ	11	5.0e+005 Ω	
1000V Measurements								
10.000	MΩ 200	9.6	10.0	10.4	MΩ	0	9.9e+004 Ω	
100.000	MΩ 200	98.2	99.9	101.8	MΩ	6	8.0e+005 Ω	
900.000	MΩ 1000	811	891	989	MΩ	10	7.2e+006 Ω	
Resistance R-to calibration								
5.000	Ω 20	4.89	5.01	5.11	Ω	10	2.1e-002 Ω	
10.000	Ω 20	9.82	10.00	10.18	Ω	0	3.1e-002 Ω	
18.000	Ω 20	17.70	17.99	18.30	Ω	3	4.6e-002 Ω	
100.000	Ω 200	98.2	100.0	101.8	Ω	0	2.3e-001 Ω	
180.000	Ω 200	177.0	180.1	183.0	Ω	3	3.9e-001 Ω	
1000.000	Ω 2000	982	997	1018	Ω	17	2.1e+000 Ω	
1800.000	Ω 2000	1770	1795	1830	Ω	17	3.6e+000 Ω	
Resistance Re calibration								
5.000	Ω 200	4.4	5.1	5.6	Ω	17	6.8e-002 Ω	
50.000	Ω 200	48.5	50.4	51.5	Ω	27	1.4e-001 Ω	
100.000	Ω 200	97.5	100.9	102.5	Ω	36	1.2e-001 Ω	
150.000	Ω 200	146.5	151.3	153.5	Ω	37	1.6e-001 Ω	
180.000	Ω 200	175.9	181.6	184.1	Ω	39	1.9e-001 Ω	
500.000	Ω 2000	472	504	528	Ω	15	7.6e-001 Ω	
1000.000	Ω 2000	955	1007	1045	Ω	16	1.2e+000 Ω	
1500.000	Ω 2000	1437	1510	1563	Ω	16	1.6e+000 Ω	
1800.000	Ω 2000	1727	1811	1873	Ω	15	1.9e+000 Ω	
Resistance Zi calibration, no trip								
L-PE calibration								
0.989	Ω 20	0.90	0.99	1.08	Ω	1	1.2e-002 Ω	
4.818	Ω 20	4.61	4.80	5.02	Ω	9	3.1e-002 Ω	
10.006	Ω 20	9.65	9.94	10.36	Ω	18	6.0e-002 Ω	
18.083	Ω 20	17.48	17.96	18.68	Ω	21	1.0e-001 Ω	
48.04	Ω 200	46.6	47.6	49.5	Ω	31	3.1e-001 Ω	
99.46	Ω 200	96.5	98.3	102.4	Ω	39	5.0e-001 Ω	
179.70	Ω 200	174.4	177.3	185.0	Ω	45	1.0e+000 Ω	
484.8	Ω 2000	456	475	513	Ω	34	2.6e+000 Ω	

Date of Calibration: 18 Feb 2020

Page 4 of 8



Certificate of Calibration

Data Type: FOUND-LEFT

Certificate No: 2512463

Nominal value		Range	Lower limit	Measured value	Upper limit	Unit	% of Tol	Expanded Uncertainty	Remark
984.5	Ω	2000	927	965	1042	Ω	34	5.0e+000 Ω	
1800.7	Ω	2000	1695	1767	1907	Ω	32	1.0e+001 Ω	
L-N calibration									
0.989	Ω	20	0.90	0.99	1.08	Ω	1	1.2e-002 Ω	
4.818	Ω	20	4.61	4.78	5.02	Ω	19	3.1e-002 Ω	
10.006	Ω	20	9.65	9.94	10.36	Ω	18	6.0e-002 Ω	
18.083	Ω	20	17.49	17.93	18.68	Ω	26	1.0e-001 Ω	
48.04	Ω	200	46.6	47.6	49.5	Ω	31	3.1e-001 Ω	
99.46	Ω	200	96.5	98.3	102.4	Ω	39	5.0e-001 Ω	
179.70	Ω	200	174.4	177.4	185.0	Ω	43	1.0e+000 Ω	
484.8	Ω	2000	456	476	513	Ω	31	2.6e+000 Ω	
984.5	Ω	2000	926	967	1043	Ω	30	5.0e+000 Ω	
1800.7	Ω	2000	1694	1773	1907	Ω	26	1.0e+001 Ω	
Resistance Zi calibration, trip									
L-PE calibration									
988.9	mΩ	10000	954	984	1024	mΩ	14	1.0e-002 Ω	
1807.2	mΩ	10000	1756	1789	1858	mΩ	36	1.8e-002 Ω	
0.989	Ω	20	0.93	0.99	1.05	Ω	2	1.2e-002 Ω	
4.818	Ω	20	4.68	4.77	4.95	Ω	36	3.1e-002 Ω	
10.006	Ω	20	9.77	9.91	10.24	Ω	40	6.0e-002 Ω	
18.083	Ω	20	17.68	17.91	18.48	Ω	43	1.0e-001 Ω	
48.04	Ω	200	47.1	47.5	49.0	Ω	57	3.1e-001 Ω	
99.46	Ω	200	97.5	98.0	101.4	Ω	75	5.0e-001 Ω	?
179.70	Ω	200	176.2	176.4	183.2	Ω	94	1.0e+000 Ω	?
484.8	Ω	2000	456	477	513	Ω	27	2.6e+000 Ω	
984.5	Ω	2000	926	967	1043	Ω	30	5.0e+000 Ω	
1800.7	Ω	2000	1694	1772	1907	Ω	27	1.0e+001 Ω	
L-N calibration									
988.9	mΩ	10000	954	976	1023	mΩ	37	1.0e-002 Ω	
1807.2	mΩ	10000	1756	1796	1858	mΩ	22	1.8e-002 Ω	
0.989	Ω	20	0.93	0.98	1.05	Ω	15	1.2e-002 Ω	
4.818	Ω	20	4.68	4.79	4.95	Ω	21	3.1e-002 Ω	
10.006	Ω	20	9.77	9.94	10.24	Ω	28	6.0e-002 Ω	
18.083	Ω	20	17.68	17.96	18.48	Ω	31	1.0e-001 Ω	
48.04	Ω	200	47.1	47.7	49.0	Ω	36	3.1e-001 Ω	
99.46	Ω	200	97.5	98.5	101.4	Ω	49	5.0e-001 Ω	
179.70	Ω	200	176.1	177.6	183.3	Ω	59	1.0e+000 Ω	
484.8	Ω	2000	456	476	513	Ω	31	2.6e+000 Ω	
984.5	Ω	2000	927	966	1042	Ω	32	5.0e+000 Ω	
1800.7	Ω	2000	1695	1766	1907	Ω	33	1.0e+001 Ω	
Circuit breaker time calibration									
30.0	ms		29	30	31	ms	8	6.3e-004 s	
50.0	ms		49	50	51	ms	13	6.3e-004 s	
150.0	ms		148	150	152	ms	16	6.4e-004 s	
300.0	ms		296	300	304	ms	13	6.6e-004 s	
RCD current calibration									
Current calibration delta-T									
AC-current									
30	mA		30.0	31.8	33.0	mA	60	6.5e-004 A	
500	mA		500.0	534.2	550.0	mA	68	5.0e-003 A	
1000	mA		1000.0	1067.0	1100.0	mA	67	1.0e-002 A	
AC pulse-current									
42	mA		42.0	44.8	46.2	mA	67	6.5e-004 A	

Date of Calibration: 18 Feb 2020

Page 5 of 6



Certificate of Calibration

Data Type: FOUND-LEFT

Certificate No: 2512463

Nominal value	Range	Lower limit	Measured value	Upper limit	Unit	% of Tol	Expanded Uncertainty	Remark
140	mA	140.0	148.7	154.0	mA	62	1.2e-003 A	
700	mA	700.0	746.8	770.0	mA	67	5.0e-003 A	
DC-current								
60	mA	60.0	62.2	66.0	mA	37	8.3e-004 A	
200	mA	200.0	207.0	220.0	mA	35	1.2e-003 A	
1000	mA	1000.0	1040.0	1100.0	mA	40	5.0e-003 A	
Current calibration I-delta-n								
AC-current								
30.4	mA	29	30	32	mA	27	6.5e-004 A	
101.3	mA	96	100	106	mA	26	1.2e-003 A	
507.8	mA	483	500	533	mA	31	5.0e-003 A	
AC pulse-current								
30.5	mA	29	30	32	mA	33	6.5e-004 A	
101.8	mA	97	100	107	mA	36	1.2e-003 A	
508.1	mA	483	500	533	mA	32	5.0e-003 A	
DC-current								
30.1	mA	29	30	32	mA	7	6.5e-004 A	
101.0	mA	96	98	106	mA	61	1.2e-003 A	
503.0	mA	478	491	528	mA	49	5.0e-003 A	
Test Voltage Riso calibration								
50.0	V	50.00	52.62	55.00	V	53	1.6e-001 V	
100.0	V	100.00	103.36	110.00	V	34	2.6e-001 V	
250.0	V	250.00	259.93	275.00	V	40	1.1e+000 V	
500.0	V	500.00	519.55	550.00	V	39	1.6e+000 V	
1000.0	V	1000.00	1038.06	1100.00	V	38	2.6e+000 V	
Touchpad Earth potential - Warning LED			Pass					

Liite 2. Käyttöönottomittausten ohjeistus

Käyttöönottomittaus ohjeet

Tatec Oy

Fluke

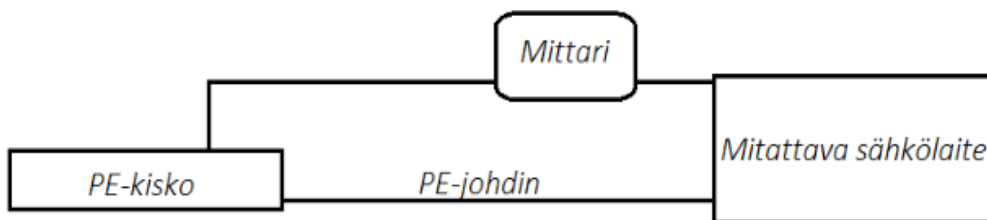
Kiertokytkin:

Numero	Merkki	Mittaustoiminto
①	V	Voltit.
②	R _{ISO}	Eristysvastus.
③	R _{LO}	Jatkuvuus.
④	Z _I	Silmukkaimpedanssi.
⑤	ΔT	Vikavirtasuojainten laukaisuaika.
⑥	I _{ΔN}	Vikavirtasuojainten laukaisutaso.
⑦	R _E	Maadoitusvastus.
⑧	↻	Vaihekierto.

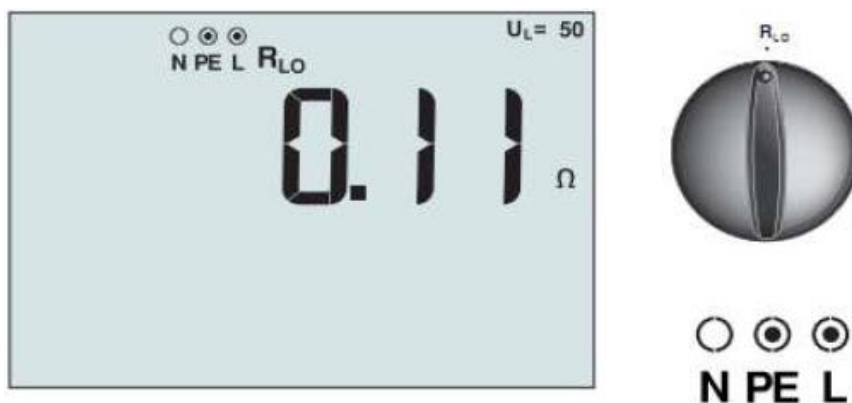
Painikkeet:

Nro	Painike	Kuvaus
①	ZERO	Nollaa testijohtimen vastuspoikkeaman.
②	F1	<ul style="list-style-type: none"> Valitsee silmukan syötön (L-N, L-PE). Vikavirtasuojainten virran nimellisarvo (10, 30, 100, 300, 500 tai 1000 mA). SELECT (valitse) muisti.
③	MEMORY	<ul style="list-style-type: none"> Käynnistää muistitilan. Aktivoi muistipainikkeiden valinnat (F1, F2, F3 tai F4).
	F2	<ul style="list-style-type: none"> Vikavirtasuojainten virtakerroin (x1/2, x1, x5, AUTO). STORE (tallenna) muistiin.
⑤	↕	<ul style="list-style-type: none"> Selaa muistipaikkoja. Aseta muistipaikkojen koodit. Selaa automaattisia testituloksia.
Nro	Painike	Kuvaus
⑥	F3	<ul style="list-style-type: none"> Vikavirtasuojaimen tyyppi (vaihtovirta, tasavirta, vaihtovirta-S tai tasavirta-S). RECALL (hae) muisti.
⑦	F4	<ul style="list-style-type: none"> Vikavirtasuojaimen testin polaarisuus (0, 180 astetta). Eristystestin jännite (50, 100, 250, 500 tai 1000 V). CLEAR (tyhjennä) muisti.
⑧	⏻	Kytkee testerin päälle ja pois päältä. Testerit kytkeytyy pois päältä automaattisesti, jos siinä ei ole toimintaa 10 minuuttia.
⑨	💡	Kytkee taustavalon päälle ja
Nro	Painike	Kuvaus
⑩	TEST	Käynnistää valitun testin. TEST-näppäimen ympärillä on "kosketuslevy". Kosketuslevy mittaa käyttäjän ja testerin PE-pääteen välisen potentiaalin. Jos ylitetään 100 V:n kynnyksen, Δ-symboli kosketuslevyn yläpuolella palaa.

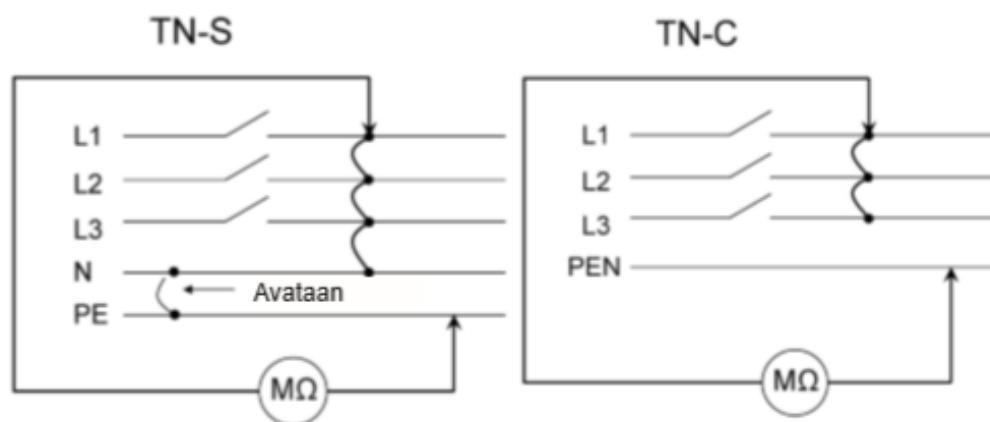
1. Suojajohtimien jatkuvuusmittaus:



- Mittaus suoritetaan aina jännitteettömänä. Pääkytkin OFF asentoon.
- Ennen mittausta täytyy kompensoida mittajohtimien resistanssi. Tämä saadaan laittamalla mittajohtimien päät yhteen ja painetaan "ZERO" painiketta.
- Suorita mittaus painamalla "TEST".
- Maadoituksen jatkuvuusmittaus on mitattava jokaisesta mahdollisesta pisteestä.
- Jokaisesta keskuksesta on kirjattava vähintään epäedullisin piste.
- Hyväksyttävä mittaustulos on 0-2 Ω .



2. Eristysvastusmittaus:



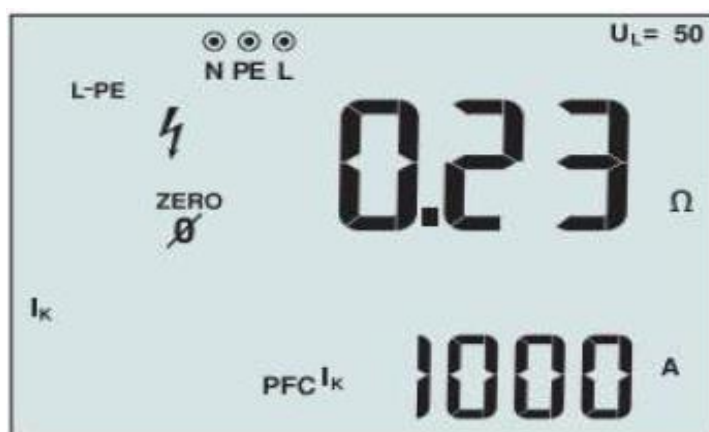
- Eristysvastusmittaus suoritetaan aina jännitteettömänä! Ensimmäiseksi pääkytkin OFF asentoon.
- HUOM! Jos sulakkeen takana on herkkiä laitteita, on ne erotettava piiristä. Näin ei hajoteta laitteita mittauksen aikana. Jos tämä ei ole mahdollista, suoritetaan mittaus 250 V jännitteellä.
- Liitä vaihejohtimet ja nolla yhteen.
- Suorita mittaus painamalla "TEST".
- Hyväksyttävä mittaustulos on vähintään 1 MΩ tai yli.



- HUOM! MITTAUKSEN PÄÄTTYTTYÄ TARKISTA, ETTÄ KAIKKI IRROITETUT JOHTIMET ON ASENNETTU TAKAISIN toimintakuntoon!

3. Syötön automaattinen poiskytkentä:

- Oikosulkuvirta täytyy mitata ryhmän kauimmaisesta pisteestä. Mittaus voidaan suorittaa pistorasiasta. Kolmivaiheisissa asennuksissa jokainen vaihe testataan erikseen.
- Tarkista, että mittarissa lukee L-PE vasemmassa yläkulmassa. Tämä saadaan muutettua painamalla "F1".
- Suorita mittaus painamalla "TEST".



- Taulukossa vaaditut mitatut arvot:

Nimellisvirta	B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400

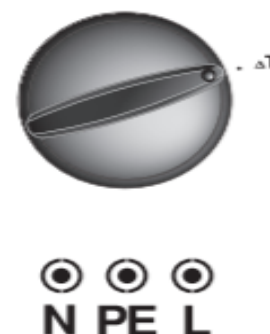
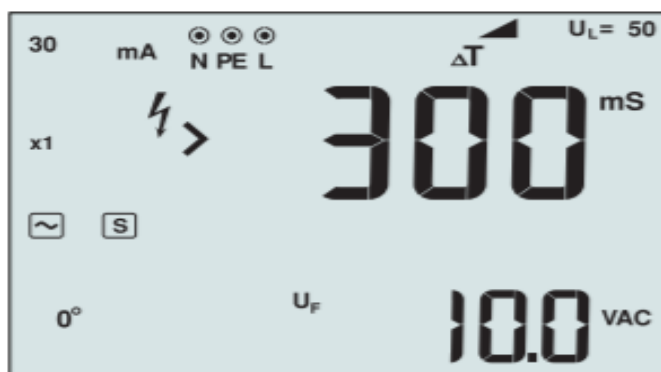
4. Vikavirtasuojien testaus:

Vikavirtasuojista testataan testinappien toiminta sekä vikavirtasuojien laukaisuaika ja laukaisuvirta. Jokainen vikavirta tulee testata ryhmän kauimmaisesta pisteestä. Kolmivaiheisissa asennuksissa riittää, että yksi vaihe mitataan.

- **Laukaisuajan mittaus:**

- Valitse vikavirtasuojan nimellisarvo painamalla "F1".
- Tarkista, että testikerroin on x1. Testikerroin voi muuttua painamalla "F2".
- Valitse vikavirtasuojan tyyppi painamalla "F3".
- Suorita mittaus painamalla "TEST".

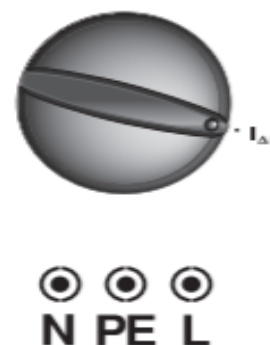
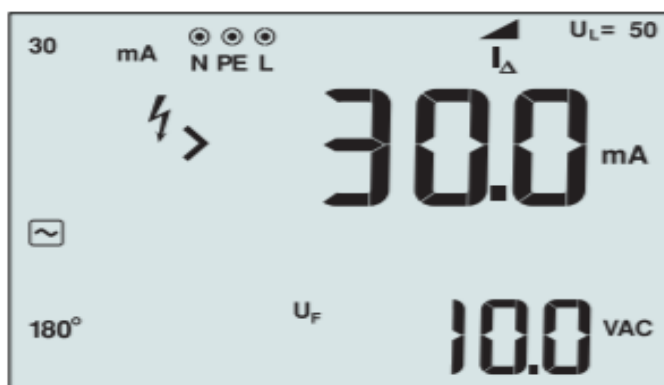
- **Hyväksyttävä mittaustulos: alle 300 ms.**



- **Laukaisuvirran mittaus:**

- Mittaus suoritetaan samalla tavalla kuin laukaisuajan mittaus, joten toista samat vaiheet.

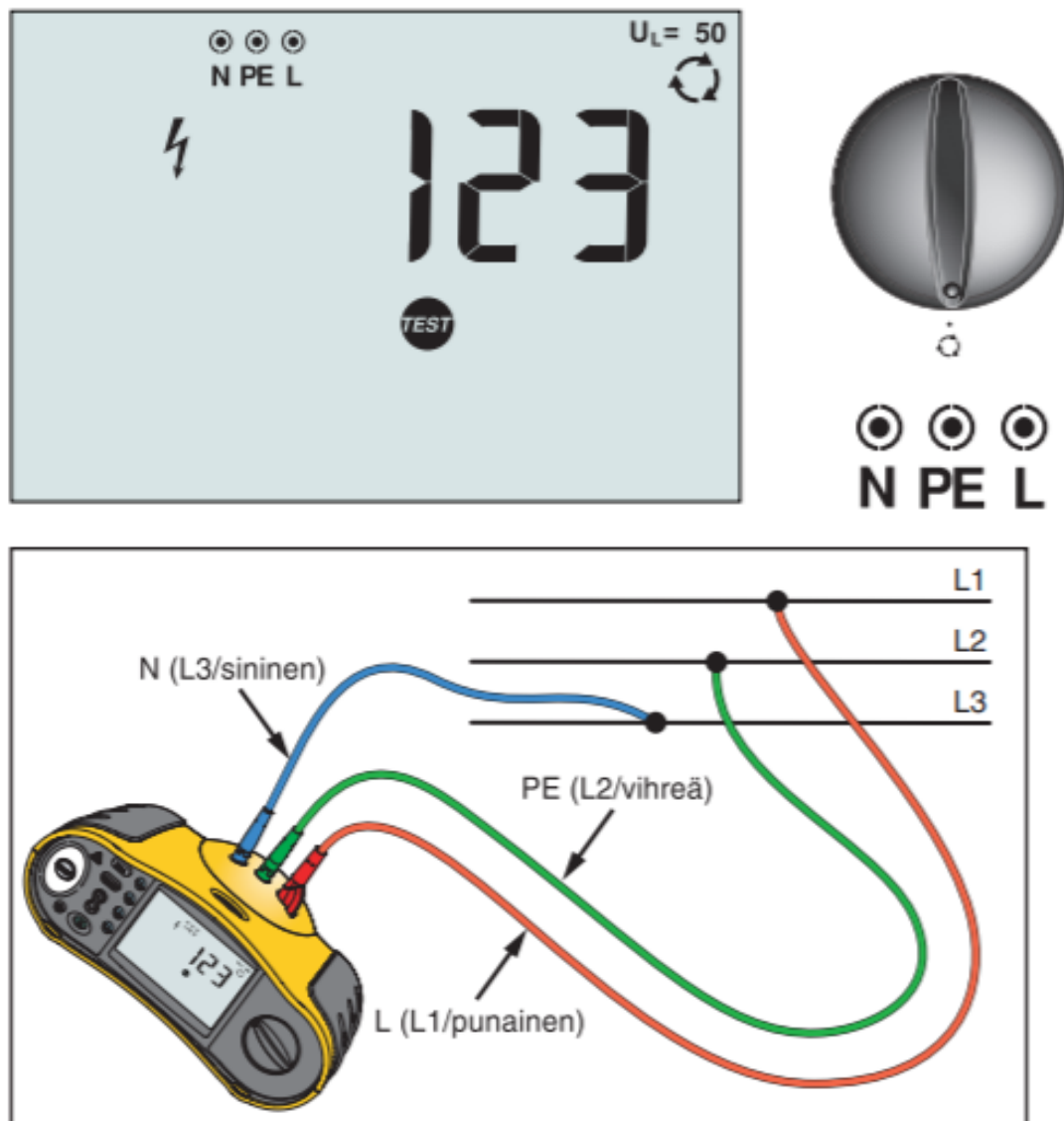
- **Hyväksyttävä mittaustulos: alle 30 mA.**



5. Kiertosuunnan tarkistus:

Kiertosuunta tulee tarkistaa kaikista kolmivaiheisista laitteista.

- Suorita mittaus painamalla "TEST".
- Näyttöön tulee joko 123 tai 321. 123 tarkoittaa oikeaa vaihejärjestystä ja 321 käänteistä vaihejärjestystä.



6. Toiminta- ja käyttötestit

- Jokaisen valaisimen, pistorasian, kytkimen yms. sähkölaitteen toiminta on tarkastettava ja säädettävä.
- Jokainen mittarikeskus täytyy tarkastaa, että palvelee oikeaa asuntoa.
- Kaikki sähköasennukset ja laitteet on tarkastettava, että ne ovat tehty määräysten mukaisesti ja ovat turvallisia.