

Eetu Vaarala

Käyttönottotarkastusten dokumentoinnin kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Insinööriytyö

27.2.2017

Tekijä Otsikko	Eetu Vaarala Käyttöönottotarkastusten dokumentoinnin kehittäminen
Sivumäärä Aika	35 sivua + 1 liite 27.2.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Lehtori Vesa Sippola Työpäällikkö Mika Törmänen
<p>Opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä Rakennuskartio Oy:n kanssa. Yrityksessä on tähän asti tehty käyttöönottotarkastukset perinteisellä tavalla eli kirjattu mittaukselliset mittauspöytäkirjoihin käsin.</p> <p>Työn tavoitteena oli perehtyä käyttöönottotarkastuksen dokumentoinnin kehittämiseen ja tehdä yritykselle käyttöönottotarkastusohje uudelle käyttöönottotesterille, jolla käyttöönottotarkastukset pystytään mittaamaan suoraan laitteen muistiin, ja siirtämään siitä tietokoneelle.</p> <p>Työssä käydään aluksi läpi käyttöönottotarkastusten perustietoa, sen jälkeen perehdytään itse mittauksiin, ja kerrotaan, kuinka mittaukset suoritettiin esimerkkikohteessa uudella asennustesterillä. Työtä varten perehdyttiin määräyksiin, lakeihin, standardeihin, asetuksiin sekä aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen.</p> <p>Työn tuloksena todetaan, että hyvällä dokumentoinnilla käyttöönottotarkastuksesta tulee nopeampaa, edullisempaa ja tulosten tarkastelusta tulee selkeämpää kuin ennen.</p>	
Avainsanat	käyttöönottotarkastus, dokumentointi, käyttöönottomittaus

Author Title Number of Pages Date	Eetu Vaarala The Development of the Commissioning Inspections of Documentation 35 pages + 1 appendix 27 February 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Vesa Sippola, Senior Lecturer Mika Törmänen, Construction manager
<p>This Bachelor's thesis was conducted in collaboration with Rakennuskartio Oy. So far the company has done commissioning inspections of documentation manually. In practice the measurement results have been written in the measurement minutes by hand.</p> <p>The purpose of the study was to develop the commissioning inspections of documentation and to make an indication of commissioning inspection for the new commissioning meter. With the new commissioning meter, it is possible to measure commissioning inspection directly to the device memory and transfer it to computer.</p> <p>This study first focuses on basics of the commissioning inspections then focuses on the measurements themselves, and describes how measurements were performed in an example building of a new installation tester. For the study, regulations, laws, standards, as well as related literature were researched.</p> <p>As the result of this study it can be said that with good documentation, the commissioning inspections will be faster, cheaper and the results will be clearer than before.</p>	
Keywords	commissioning inspection, documentation, commissioning measurement

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tietoja yrityksestä ja kohteesta	2
3	Sähkö- ja sähkötyöturvallisuus	4
3.1	Mittausten aikainen sähkötyöturvallisuus	4
3.2	Sähkötapaturmien syyt ja seuraukset	5
4	Uusi sähköturvallisuuslaki	6
5	Lakisäätteiset tarkastukset	7
5.1	Tarkastusten lähtökohdat	7
5.2	Aistinvaraiset tarkastukset	8
5.3	Testaukset ja toimintatestit	10
5.3.1	Testaukset	10
5.3.2	Toimintatestit	11
5.4	Suojajohtimen jatkuvuusmittaus	12
5.5	Sähkölaitteiston eristysresistanssimittaus	17
5.6	Syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan testaus	19
5.7	Vikavirtasuojan toiminnan testaus	22
5.8	Kiertosuunnan tarkistus	23
6	Metrelin asennustesteri MI 3102 BT	24
6.1	Automittaukset	26
6.2	Oma ohje mittausten suorittamiseksi	27
7	Käyttöönottotarkastusten dokumentointi	28
7.1	Metrelin Eurolink PRO -ohjelma	30
7.2	Tulosten tarkastelua	31
8	Pohdinta	32
	Lähteet	34
	Liitteet	
	Liite 1. Kerrostaloasuntojen käyttöönottotarkastus -ohje	

Lyhenteet

CE-merkintä Conformité Européenne. Valmistajan ilmoitus siitä, että tuote täyttää sitä koskevat Euroopan unionin vaatimukset.

EMC Electromagnetic compatibility. Sähkömagneettinen yhteensopivuus.

Oyj Julkinen osakeyhtiö.

PELV-piiri Protective Extra Low Voltage. Pienoisjännitejärjestelmä, jonka piiri tai jännitteelle alttiit osat voivat olla maadoitettu.

PEN-johdin Yhteinen nolla- ja suojajohdin, jota käytetään TN-C-järjestelmässä.

SELV-piiri Safety Extra Low Voltage. Pienoisjännitejärjestelmä, jonka piiriä tai jännitteelle alttiita osia ei ole maadoitettu.

STEK ry Sähköturvallisuuden Edistämiskeskus.

TN-C-järjestelmä

Järjestelmä, jossa nolla- ja suojamaadoitusjohdin on yhdistetty yhdeksi PEN-johtimeksi.

TN-S-järjestelmä

Erillinen nolla- ja suojamaadoitusjohdin koko järjestelmässä.

Tukes Turvallisuus- ja kemikaalivirasto.

TVK Tapaturmavakuutuskeskus.

VARO Vaurio- ja onnettomuusrekisteri.

Ω Ohmi. Resistanssin yksikkö.

1 Johdanto

Opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä Rakennuskartio Oy:n kanssa, joka on rakennus- ja kiinteistöalan konsernin Lehto Group Oyj :n tytäryhtiö. Yrityksessä on tähän asti tehty käyttöönottotarkastukset perinteisellä tavalla eli kirjattu mittaustulokset mittauspöytäkirjoihin käsin.

Työn tavoitteena on perehtyä käyttöönottotarkastuksen dokumentoinnin kehittämiseen ja tehdä yritykselle käyttöönottotarkastusohje uudelle käyttöönottotesterille, jolla käyttöönottotarkastukset pystytään mittaamaan suoraan laitteen muistiin ja siirtämään siitä tietokoneelle. Hyvällä käyttöönottotarkastusten dokumentoinnilla saadaan hyvä kuva yrityksestä ja paperit pysyvät tallessa koneella esimerkiksi huoltokirjaa varten.

Asennustesteristä mittaustulosten siirto tietokoneelle tapahtuu USB-johdon tai Bluetooth-yhteyden avulla. Bluetooth-yhteyden avulla mittaustuloksia voidaan tarkastella, myös tabletilla tai älypuhelimella.

Työssä käydään aluksi läpi käyttöönottotarkastusten perustietoa, sen jälkeen perehdytään itse mittauksiin, ja kerrotaan, kuinka mittaukset suoritettiin esimerkkikohteessa, jonka pohjalta työ laaditaan. Asennustesteri MI 3102 BT:n ominaisuudet käydään yksityiskohtaisesti läpi ja kerrotaan, miten käyttöönottomittaukset suoritetaan kyseisellä asennustesterillä.

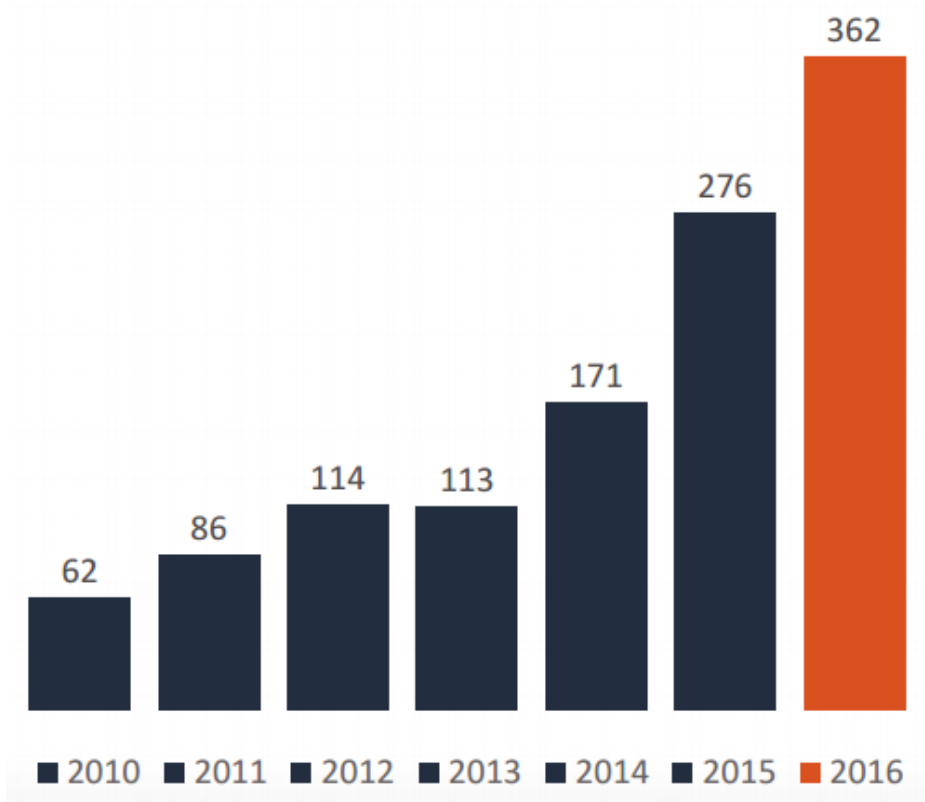
Opinnäytetyö ei käsittele tele- tai tietoteknisten järjestelmien käyttöönottotarkastuksia tai niiden dokumentointia, koska ne eivät kuulu esimerkkikohteessa Rakennuskartio Oy:lle, vaan ne suorittivat aliurakoitsija.

2 Tietoja yrityksestä ja kohteesta

Teen opinnäytetyöni yhteistyössä Rakennuskartio Oy:n kanssa. Rakennuskartio Oy kuuluu Lehto-konserniin ja on sen vanhin tytäryhtiö, joka on aloittanut toimintansa 1976. Lehto-konserni on rakennus- ja kiinteistöalan konserni, jonka henkilöstön määrä on noin 750. Lehto-konsernin emoyhtiö on Lehto Group Oyj, joka muutti nimensä Päätoimijasta Lehto Groupiksi vuoden 2016 alussa. Tytäryhtiöitä Rakennuskartio Oy:n lisäksi ovat Rakennusliike Lehto Oy, OptimiKodit Oy, Rakennusliike Koivukoski Oy, Remonttipartio Oy, Takuuelementti Oy, Lehto Bygg Ab sekä Insinööritoimisto Mäkeläinen Oy.

Lehto Groupin toimintatapana on tehdä mahdollisimman paljon itse. Yrityksellä on neljä palvelualueita, jotka ovat toimitila-, hyvinvointitila-, asunto- sekä korjausrakentaminen. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Kempeleessä, ja tytäryhtiöiden toimipaikat ympäri Suomea. Kuvasta 1 näemme, että vuoden 2016 liikevaihto oli 362 miljoonaa euroa. Asuntorakentamisen osuus tästä oli 136 miljoonaa euroa. [1.]

Konsernin liikevaihdon kehitys 2010 – 2016 (M€)



Kuva 1. Konsernin liikevaihdon kehitys vuosina 2010–2016. Liikevaihdon kehitys miljoonissa euroissa (M€). [1].

Yhtiö on uudistanut rakentamisen mallia minimoimalla työmaalla tapahtuvan rakentamisen tehtaisiin. Yhtiöllä on neljä omaa tehdasta, joista viimeisin valmistui kesällä 2016 Oulaisiin. Tehtailla rakennettavat komponentit ovat kylpyhuone- ja keittiömoduuleja, jotka sisältävät myös talotekniikan.

Työn esimerkkikohteena on uudisrakennus, jonka rakentaminen käynnistyi keväällä 2016. Kohteen nimi on As. Oy Vantaan Kolmikko, joka sijaitsee nimensä mukaisesti Vantaalla. As. Oy Vantaan Kolmikko valmistuu huhtikuussa 2017. Sinne valmistuu kolme kerrostaloa, joissa jokaisessa on kolmekymmentäkuusi asuntoa. Käyttöönottomittaukset päästiin asuntojen osalta kohteeseen aloittamaan, jo joulukuussa 2016. Kuva 2 keskeneräiseltä työmaalta.



Kuva 2. Kuva esimerkkikohteesta keskeneräiseltä työmaalta.

3 Sähkö- ja sähkötyöturvallisuus

Käyttöönottotarkastuksilla on merkittävä osa sähköturvallisuuden kannalta. Oikein suoritulla käyttöönottotarkastuksella voidaan todeta laitteisto turvalliseksi. Sähköturvallisuuden varmistamiseksi sähköurakoitsijan on tehtävä sähkölaitteistolle käyttöönottotarkastus, ennen kuin se otetaan käyttöön. Sähköurakoitsijan on myös laadittava käyttöönottotarkastuspöytäkirja, joka luovutetaan tilaajalle. Lisäksi sähköurakoitsijan on teetettävä varmennustarkastus silloin, kun säädöksen sen vaativat, niitä suorittavat valtuutetut tarkastuslaitokset ja valtuutetut tarkastajat.

Yrityksen sähkötöiden johtaja vastaa laitteistojen vaatimustenmukaisuudesta, joka varmistetaan käyttöönottotarkastuksella. Käyttöönottotarkastuksen tekeminen, dokumentointi ja mahdollinen varmennustarkastus ovat näin ollen myös yrityksen sähkötöiden johtajan vastuulla. Tässä opinnäytetyössä ei varmennustarkastusta käydä tarkemmin läpi, koska sen suoritti valtuutettu tarkastaja.

3.1 Mittausten aikainen sähkötyöturvallisuus

Käyttöönottotarkastuksissa tehtävät mittaukset ovat sähkötyöturvallisuusstandardi SFS 6002:n mukaan toimenpide, jonka saa suorittaa vain sähköalan ammattihenkilö. Mittauksia tehdessä tulee noudattaa sähkötyöturvallisuusstandardin antamia ohjeita.

Ennen kuin mittauksia aloitetaan, tulee määrittää sähkötyöturvallisuudesta vastaava henkilö. Jos mittaukset suoritetaan yksin, sähkötyöturvallisuudesta vastaavaa henkilöä ei tarvitse erikseen määrittää, vaan hän vastaa itse mittausten aikaisesta sähkötyöturvallisuudesta. Mittauksia suorittavalla henkilöllä tulee olla voimassa olevat sähkötyöturvallisuus- ja työturvallisuuskortit.

Mittausten aikaisen sähkötyöturvallisuudesta vastaavan henkilön on varmistuttava seuraavista perusasioista:

- Jännitteettömäksi tehdyn laitteiston jännitteettömyyden toteaminen ja sen kytke-
misen esto mittauskohteeseen mittausten ajaksi.
- Asianmukaiset mittarit, joiden kunto on tarkistettu, ja mittari todettu turvalliseksi

- Sähköiskun vaaran minimointi, kun joudutaan työskentelemään jännitteisten osien lähellä
- Hallitaan mittalaitteiden käyttö. Tiedetään mistä ja mitä mitataan, ettei aiheuteta vaaraa itselle tai muille esimerkiksi mittalaitteella syöttämällä mitattavaan piiriin jännitettä
- Työryhmässä työskennellessä tarpeen mukaan opastetaan ja ohjeistetaan mittalaitteiden käytössä ja itse mittauksissa.

3.2 Sähkötapaturmien syyt ja seuraukset

Sähkötapaturmista pitää yllä tilastoa Tukes, jonka sivuilta selviää, että sähkötapaturmat johtuvat usein viallisista sähkölaitteesta tai sähkölaitteiden huolimattomasta käsittelystä tai välinpitämättömyydestä. Sähkötapaturmiksi luokitellaan onnettomuudet, joissa henkilö on saanut sähköiskun tai siitä on aiheutunut muita vammoja. Kaikkia sähkötapaturmia eteenkin vapaa-ajalla tapahtuneita, ei Tukesille ilmoiteta. Taulukko 1 on kuitenkin suuntaa antava.

Taulukko 1. Sähkötapaturmissa kuolleet ja muut sähkötapaturmat. [2].

	2011	2012	2013	2014	2015
Kuolleet	2	1	3	3	3
Muut sähkötapaturmat					
– <u>VARO-rekisteri</u>	88	101	95	82	115
– TVK:n rekisteri, sähköisku	578	571	582	612*	*

*Tapaturmavakuutuskeskuksen (TVK) tieto alustava tai ei vielä saatavilla.

Tukesin VARO-rekisteriin kirjattiin vuonna 2015 tapahtuneeksi 115 sähkötapaturmaa. Maallikoille ja tehtävään opastetuille henkilöille tapahtuu huomattavasti enemmän sähkötapaturmia kuin sähköalan ammattilaisille. Suomessa sähkötapaturmia tapahtuu kansainvälisesti vertailtuna kuitenkin varsin vähän.

Käyttöönottotarkastukset ovat tärkeää suorittaa huolellisesti myös sähköpalojen kannalta. Sähköpalot voivat johtua esimerkiksi sähkölaitteiden tai -laitteistojen vioista, niiden

vääristä asennuksista tai huolimattomasta käytöstä tai kunnossapidon puutteellisuu-
desta. Tukesin rekisterin mukaan vuonna 2015 sähköpaloja tapahtui 497 kappaletta,
joista sähköpalokuolemia oli 16 kappaletta. [2.]

4 Uusi sähköturvallisuuslaki

Uudessa sähköturvallisuuslaissa (1135/2016), joka kumosi vanhan sähköturvallisuuslain
(14.6.1996/410) ja tuli voimaan 01.01.2017, sanotaan käyttöönottotarkastuksesta seu-
raavasti:

”Sähkölaitteiston käyttöönottoajankohta

Sähkölaitteisto katsotaan otetuksi käyttöön ajankohtana, jolloin laitteistoon kytketään
jännite sen käyttöä varten. Sähkölaitteiston käyttöönottona ei kuitenkaan pidetä sellaisia
valvottuja käyttötilanteita, jotka ovat tarpeen laitteiston koekäytössä tai käyttöönottotar-
kastuksessa. Sähkölaitteisto katsotaan otetuksi varsinaiseen käyttötarkoitukseensa
ajankohtana, jolloin tila, johon sähkölaitteisto on rakennettu, otetaan suunniteltuun käyt-
tötarkoitukseensa tai toiminta, jota varten sähkölaitteisto on suunniteltu, alkaa.” [3, 42 §.]

”Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus

Sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön vasta, kun käyttöönottotarkastuksessa on riittä-
vässä laajuudessa selvitetty, että siitä ei aiheudu 6 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä.
Käyttöönottotarkastus on tehtävä myös sähkölaitteiston muutos- ja laajennustöille. Säh-
kölaitteiston rakentajan tulee huolehtia sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksesta. Jos
rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai on estynyt huolehtimaan niistä, tulee sähkölait-
teiston haltijan huolehtia tarkastuksesta. Sähkölaitteiston rakentajan tulee laatia käyt-
töönottotarkastuksesta 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 vähäisiksi
katsottavista töistä, joista pöytäkirjaa ei tarvitse tehdä.” [3, 43 §.]

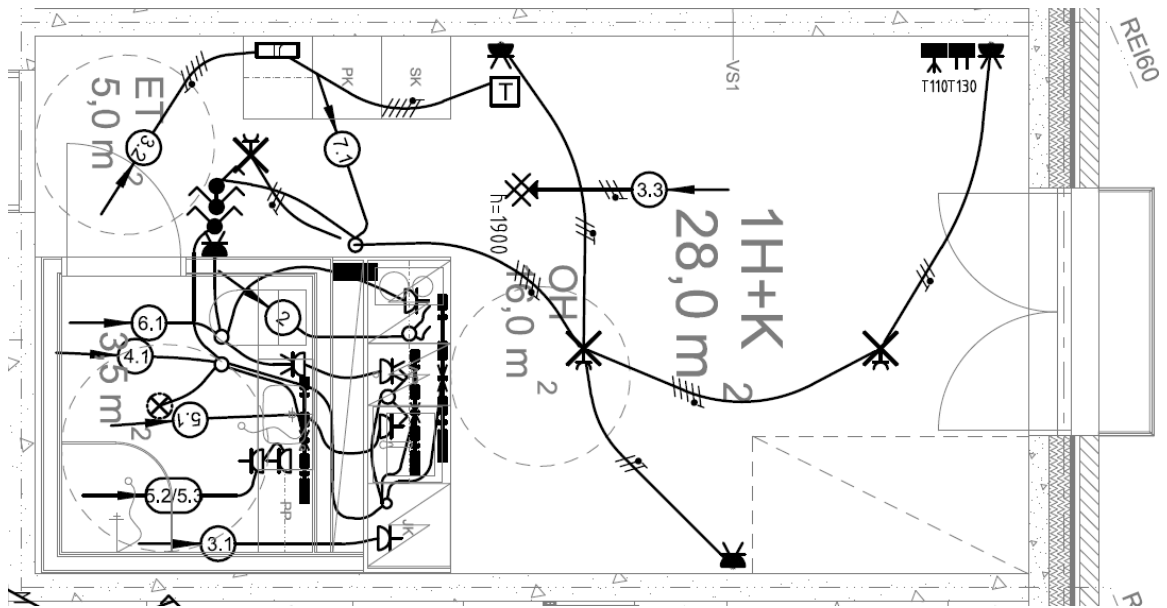
5 Lakisääteiset tarkastukset

5.1 Tarkastusten lähtökohdat

Opinnäytetyössä käydään määräysten edellyttämät tarkastukset siltä osin läpi, mitkä se kattaa esimerkkikohteessa. Esimerkiksi SELV- tai PELV-piirien erotusmittauksia, lattia- ja seinäpintojen resistanssimittauksia tai jännitelujuuden mittauksia en käy läpi, koska kyseisiä järjestelmiä ei esimerkkikohteeseen asennettu.

Sähköurakoitsijan velvollisuuksiin kuuluu käyttöönottotarkastuksen tekeminen sähkölaitteistolle, ennen kuin laitteisto otetaan käyttöön. Tarkastuksessa varmistetaan aistinvaraisesti, mittaamalla ja testaamalla, että sähkölaitteisto täyttää sille asetetut vaatimukset. Käyttöönottotarkastuksesta tehdään tilaajalle luovutettava pöytäkirja, jonka rakennusvalvonta haluaa nähdä, ennen kuin se hyväksyy kohteen luovutettavaksi tilaajalle.

Perusasioihin kuuluu myös, että käyttöönottotarkastuksia tehdessä tarkastusten suorittajalla on riittävät tiedot tarkastettavasta laitteistosta. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että käytössä ovat sähköpiirustukset, kaaviot ja taulukot, joista pystytään selvittämään esimerkiksi johdotuksen tyyppi ja sen poikkipinta, kytkennät, johtoreitit, maadoitus ja potentiaalintasausjohtimien sijainnit ja poikkipinnat, keskusten sijainnit, mahdollisten moottorien tiedot, suoja- ja kytkinlaitteiden ominaisuudet sekä sijainnit. [4, s.330]. Kuva 3 ta-sopiirustuksesta, josta selviää kohteen sähköpisteiden sijainnit ja johdotuksen reitti ja tyyppi.



Kuva 3. Leikkauskuva esimerkkikohteen tasopiirustuksesta. [11].

5.2 Aistinvaraiset tarkastukset

Aistinvarainen tarkastus tehdään yleensä ennen käyttöönottomittauksia jännitteettömässä laitteistossa. Käytännössä aistinvarainen tarkastus ulottuu koko rakentamisen ajalle ja havaitut viat ja puutteellisuudet korjataan työn edetessä, niin että kaikki on korjattuna ennen laitteiston käyttöönottoa.

Kohteesta riippumatta on aistinvaraisia tarkastuksia suoritettava koko työsuorituksen ajan. Standardi määrittelee, että tarkastuksen tekijän tulee olla ammattitaitoinen sähköalan ammattilainen, joka tuntee tarpeeksi laajasti kyseiseen työhön liittyvät määräykset ja ohjeet. Tarkastuksen tekijän tulee myös pystyä selvittämään lopullisten asennusten määräystenmukaisuus ja turvallisuus. Tarkastusten tekeminen vaatii perusteellista osaamista, eikä ole ihme, että tarkastusten suorittajille asetetaan suuret vaatimukset.

Käytännössä aistinvaraisten tarkastusten suorittaja on nimettävä kohteeseen jo ennen sähkötyöiden aloittamista, muuten ei voida varmistua siitä, että aistinvaraisia tarkastuksia suoritetaan alusta asti.

Aistinvarainen tarkastus on käyttöönottotarkastuksista laajin. Se kohdistuu pääasiassa silmin havaittaviin asioihin muun muassa sähköasennusten vaatimusten mukaisuuteen,

merkintöihin, dokumentointiin, vettä vastaan tehtyyn suojaukseen, kosteus- ja palosuojaukseen, mutta myös moniin muihin asioihin, joita ei käyttöönottomittarilla havaita.

Kun aistinvaraiset tarkistukset suoritetaan huolellisesti vältytään loppuvaiheen yllätyksiltä ja korjauskustannuksetkin jäävät pienemmiksi. Tarkastuksissa havaitut viat ja puutteet tulee kirjata ylös ja korjata mahdollisimman pian, jotta ne eivät unohdu. Määräysten vastaisista asennuksista, korjausvastuu jatkuu yli takuuajan.

Esimerkkikohteessa aistinvaraiset tarkistukset suoritti kohteen sähköasentaja.

Aistinvaraisiin tarkastuksiin lukeutuvat mm.

- käytettyjen tarvikkeiden vaatimuksenmukaisuus
- suojaus sähköiskulta
- palosuojaus
- johtimen valinta kuormitettavuuden yms. kannalta
- ulkoisten tekijöiden vaikutus
- suoja- ja valvontalaitteiden valinta
- erotus- ja kytkentälaitteiden valinta
- nolla- ja suojajohtimien tunnuksot
- piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien olemassaolo
- virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, yms. tunnistettavuus
- johtimien liitosten sopivuus
- suojajohtimien, olemassaolo ja sopivuus
- sähkölaitteiston käytön ja huollon vaatima tila
- EMC-vaatimusten toteutuminen [4, s.332–337].

Aistinvaraisia tarkastuksia ei tässä opinnäytetyössä tämän tarkemmin käydä läpi, koska ne eivät kuulu olennaisesti opinnäytetyöni aihealueeseen.

5.3 Testaukset ja toimintatestit

5.3.1 Testaukset

Testauksista eniten ovat esillä käyttöönottotarkastuksen mittaukset ei pidä kuitenkaan unohtaa mm. sähkölaitteiston toiminnan testauksia, jotka kuuluvat standardin mukaan tehtäviin testauksiin. Kaikki testaukset niin kuin aistinvaraiset testauksetkin kuuluvat koko sähkölaitteiston rakentamisen ajalle, eivätkä pelkästään rakentamisen loppuvaiheeseen.

Ajoissa havaittujen puutteiden huomaaminen usein nopeuttaa ja helpottaa niiden korjausta, ja muutoksista tulleet kustannukset pysyvät alhaisempina. Kun virheitäkin tapahtuu, on niistä kertominen oikealle henkilölle tärkeää, jotta tulevaisuudessa pystyttäisiin välttymään samoilta virheiltä.

Tekijäorganisaatio vastaa kokonaisuudessaan tekemänsä työnsä laadusta ja varmistavat laadun tarkastuksilla ennen kuin asennukset luovutetaan asiakkaalle. Kun tarkastukset hoidetaan huolellisesti koko asennustyön ajan, saadaan vietyä kohde mallikkaasti sekä turvallisesti loppuun asti.

Kuvassa 4 esimerkkikohteessa olleesta vaarallisesta inhimillisestä virheestä, joka paljastui eristysresistanssimittauksia tehdessä. Pahimmassa tapauksessa kyseisestä virheestä olisi voinut seurata tulipalo.



Kuva 4. Alakaton päältä otettu kuva, joka paljastui eristysresistanssimittauksia tehdessä.

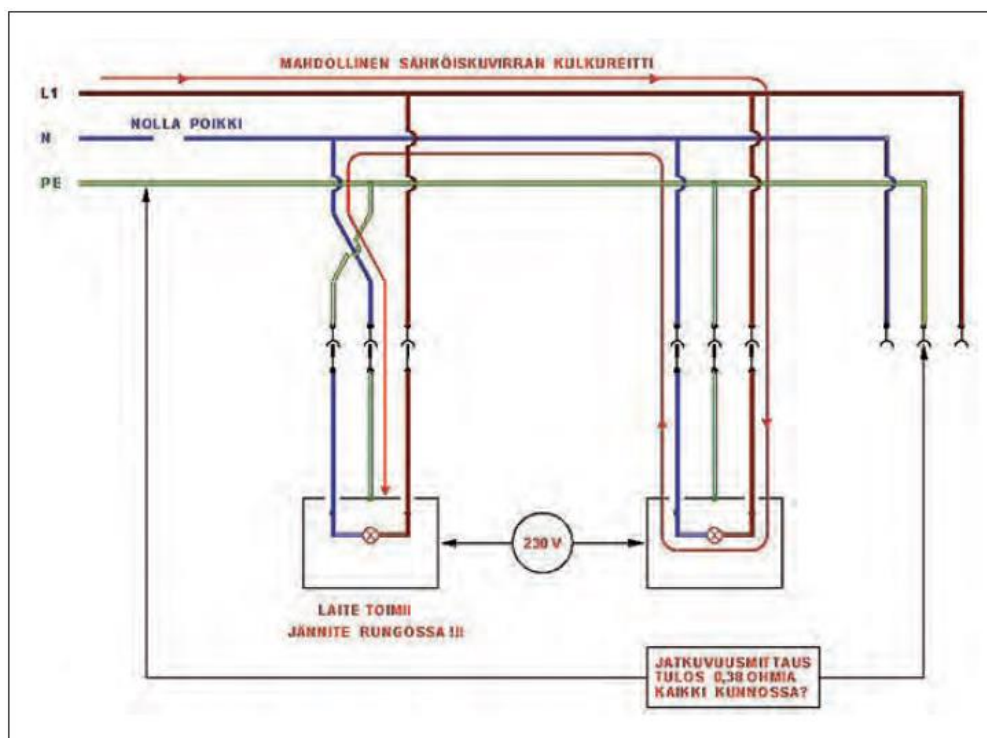
5.3.2 Toimintatestit

Esimerkiksi kytkin-, käyttö-, ohjaus- ja lukituslaitteille on tehtävä toimintatestejä, jotta tiedetään, että ne toimivat oikein ja vaatimusten mukaisesti. Ne on tehtävä siten, että toimintaketju kokonaisuudessaan tulee tarkastetuksi. Tässä vaiheessa tulee asennusten olla valmiita. Isommassa kohteessa tulee toimintatesteille varata tarpeeksi aikaa. Toimintatestit on järkevä suorittaa huolellisesti, ettei heti kohteen valmistuttua jouduta tehdä takuukorjauksia kohteeseen, koska vikojen korjaus luovutuksen jälkeen on huomattavasti kalliimpaa. Esimerkkikohteessa kyseiset testaukset suoritti sähköasentaja.

Kohteen sähköasentaja tarkasti omat asennuksensa niin yleisistä tiloista kuin asunnois-takin käymällä jokaisen pistorasian, valaisinpistorasian, valaisimen yms. laitteen perus-toimintatestit läpi, ennen kuin käyttöönottomittaukset aloitettiin. Tämä nopeutti käyttöö-nottomittauksia siten, ettei vikoja tarvinnut korjata kesken käyttöönottomittausten.

5.4 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus

Suojajohtimen jatkuvuusmittaus kuuluu jännitteettömänä suoritettaviin mittausiin. Suoja-johtimiksi luokitellaan maadoitusjohtimet, suojamaadoitusjohtimet, PEN-johtimet ja po-tentiaalintasausjohtimet. Suojajohtimen jatkuvuus varmistetaan jokaiselta sähkölait-teelta, johon se kuuluu tulla. Jatkuvuus varmistetaan esimerkiksi pistorasiaryhmän jokai-sesta pistorasiasta, eikä pelkästään pistorasiaryhmän viimeisestä pistorasiasta. Ku- vassa 5 nähdään, että jatkuvuus tulee varmistaa jokaisesta laitteesta, koska muuten ei voida todeta onko laitteen runko jännitteinen.



Kuva 5. Kuva, jossa laitteiden välillä on 230 voltin jännite. [5, s.19].

Suojajohtimen jatkuvuusmittauksen takia ei tarvitse suojajohtimia irrottaa. TN-S-järjes-telmässä on nolla- ja suojamaadoitusjohtimen yhteys katkaistava mittauksen ajaksi, jotta nolla- ja suojamaadoitusjohtimen mahdollinen vaihtuminen keskenään voidaan todeta.

Esimerkkikohteessa käytetty mittalaite arvioi suojajohtimen jatkuvuuden hyödyntämällä nollajohdinta mittauksessa. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikista pistorasioista, myös valaisinpistorasioista, voidaan suojajohtimen jatkuvuus mitata mittalaitteen omalla pistotulppalla, eikä mittausjohtimia tarvitse raahata ympäri asuntoa. Näin voidaan toimia kuitenkin vain mitattaessa suojajohtimen jatkuvuutta pistorasioista ja valaisinpistorasioista. Mittalaite huomaa myös, jos suojajohdin ja nollajohdin on vaihtanut paikkaansa. Tällöin mittalaite ei päästä suojajohtimen jatkuvuusmittausta läpi, vaan keskeyttää mittauksen ja ilmoittaa siitä punaisella merkkivalolla. Kuvassa 6 nähdään esimerkkikohteessa käytetty omatekemä mittakeppi ja suojajohtimen jatkuvuuden mittaustulos.



Kuva 6. Kuva omatekemästä mittakepistä, jolla pystyttiin mittaamaan kohteen valaisinpistorasioista suojajohdon jatkuvuudet kätevästi.

Esimerkiksi uunista suojajohtimen jatkuvuutta mitattaessa joudutaan käyttämään erillisiä mittajohtimia, joilla mitataan keskuksen maadoituskiskon ja uunin rungon välinen jatkuvuus. Tällöin tulee nolla- ja suojamaadoitusjohtimen yhteys katkaista mittauksen ajaksi.

Mittauksissa käytettiin standardien mukaisia mittalaitteita. Suojajohtimen jatkuvuus mittauksissa tämä tarkoittaa vähintään 200 mA:n mittaussvirtaa laitteelta. Yleensä mittaus tulokset vaihtelevat 0–1 Ω :n välillä. Suojajohtimen jatkuvuus mittauksen resistanssi tulee olla yleensä alle 1 Ω .

Johtimen pituus vaikuttaa olennaisesti mittaustulokseen samoin kuin johtimen paksuus. Mitä pidempi johdinpituus sitä suurempi resistanssi ja mitä pienempi johtimen poikkipinta sitä suurempi resistanssi. Taulukosta 2 näemme, miten kupari- ja alumiinijohtimien muuttuu, kun johdinpoikkipinta-ala kasvaa.

Taulukko 2. Taulukko, jossa kupari- ja alumiinijohtimien resistanssiarvoja. [5, s.19].

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

Käyttöönottomittarista riippuen mittari on kalibroitava aina ennen suojajohtimen jatkuvuusmittausten aloittamista. Tämä tehdään siksi, ettei mittajohtimen oma resistanssi tule mukaan mittaustuloksiin, jolloin mittaustulokset vääristyisi.

Testijohdojen vastus kalibroidaan asennustesteri MI 3102 BT:llä seuraavasti:

- Valitaan mittarista alue R LOW Ω tai Jatkuvuus -toiminto.
- Liitetään testijohdot laitteeseen ja asetetaan ne oikosulkuun.
- Painetaan KAL-näppäintä mittajohdojen vastuksen kalibroimiseksi.
- Lopuksi painetaan TEST-näppäintä testijohdot oikosulussa, ja nähdään, että mittajohdinten resistanssi on nolla Ω .

Kuvassa 7 varmistetaan, että mittajohdit on kalibroitu. Tällöin mittajohdinten välillä ei ole resistanssia.



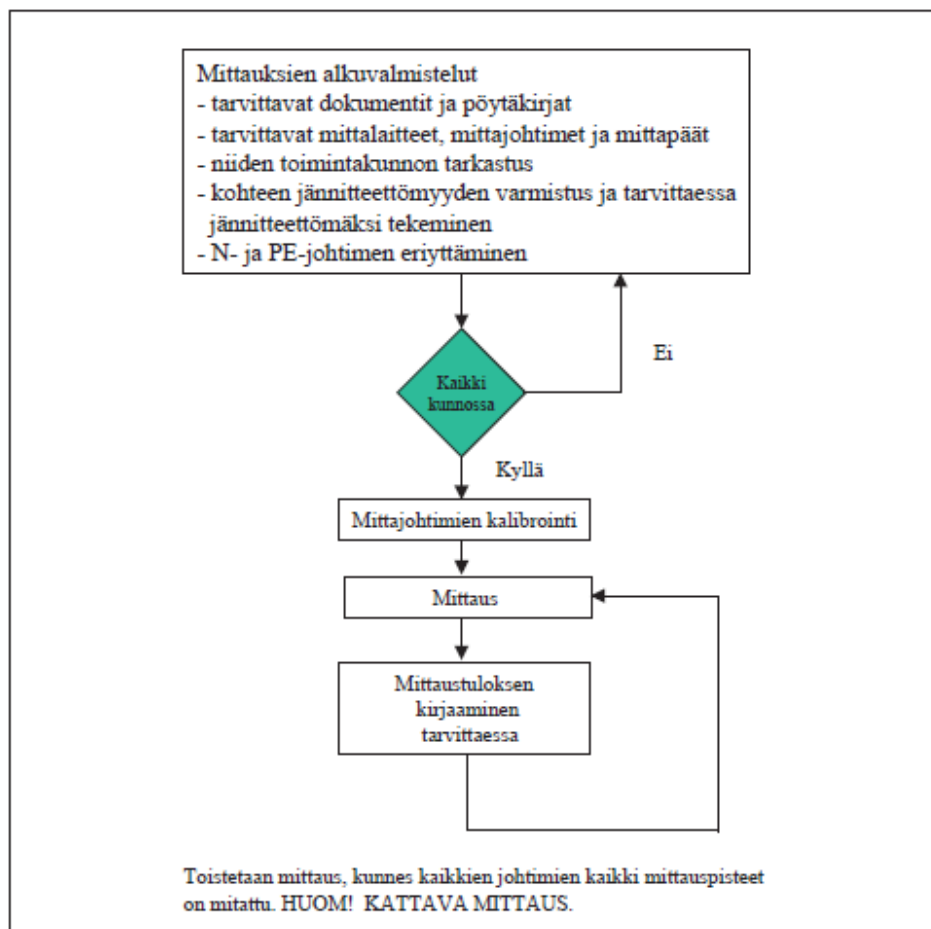
Kuva 7. Kuva, jossa varmistetaan, että mittajohdit on kalibroitu.

Suojajohdinten jatkuvuusmittauksissa on myös syytä kiinnittää erityistä huomiota liitoksiin, koska esimerkiksi löysät liitokset vaikuttavat merkittävästi mittaustuloksiin. Mitattavan keskuksen alaisuudessa olevan ryhmän huonoin resistanssiarvo tulee ottaa ylös ja sen tarkka sijainti kirjattava mittauspöytäkirjaan. Eri yrityksissä voi olla eri käytännöt, eikä ole väärin ottaa jokaista suojajohdinten jatkuvuusmittaustulosta ylös, mikäli näkee sen tarpeelliseksi.

Yksittäiset suojajohtimet, esimerkiksi potentiaalitasausjohtimet, on usein helpoin mitata käyttämällä apujohdinta. Tällöinkin tulee muistaa tehdä kalibrointimittaus, ettei mittaus-tulos vääristy.

Jos suojajohtimen kytkentä sijaitsee hankalassa paikassa esimerkiksi kytkentäkote-
lossa, on helpoin ja usein paras vaihtoehto mitata jatkuvuus laitteen rungosta. Näin väl-
tytään turhalta kytkentäkoteloiden availulta.

Kuvassa 8 nähdään vielä yhteenvedon koko suojajohtimen jatkuvuusmittausprosessista.



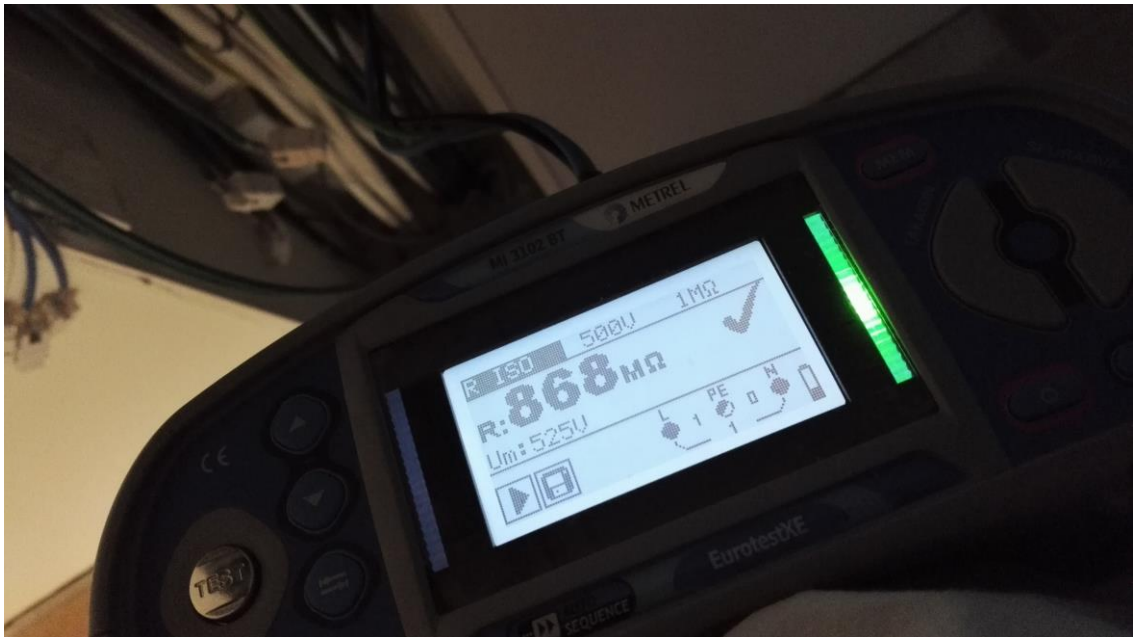
Kuva 8. Kuva suojajohtimen jatkuvuusmittausprosessista. [5, s.20].

5.5 Sähkölaitteiston eristysresistanssimittaus

Sähkölaitteiston eristysresistanssin mittaus kuuluu jännitteettömänä suoritettaviin mittauksiin. Yleensä eristysresistanssin mittaus kannattaa tehdä ennen suojajohdon jatkuvuusmittauksia, vaikka standardin mukaan se suoritetaan jatkuvuusmittausten jälkeen. Mikäli eristysresistanssimittauksissa havaitaan asennusten eristyksissä puutteita, joudutaan korjauksen jälkeen suojajohtimen jatkuvuusmittaus suorittamaan uudelleen. Tämän takia sähkölaitteiston eristysresistanssimittaus kannattaa suorittaa ensimmäisenä mittauksena.

Ennen kuin mittaukset aloitetaan, tulee varmistua, että suoja- ja nollajohdin on erotettu toisistaan ja laitteisto on jännitteettömänä. Mikäli ryhmäkeskusten pääkytkimet eivät ole nelinapaisia, joudutaan irrottamaan syöttävä nollajohdin keskukselta. Mittauksen jälkeen tulee muistaa kytkeä nollajohdin takaisin. Jos näin ei tehdä voi pahimmassa tapauksessa piiriin tulla ylijännitettä, joka aiheuttaa todennäköisesti laitteiden rikkoutumista. Ennen aloittamista tulee myös kaikki sulakkeet, johdonsuoja-automaatit, vikavirtasuojakytkimet, ohjaus- ja käyttökytkimet olla kiinni-asennossa, jotta jännite pääsee jokaiseen piiriin. Ennen varsinaisia mittauksia kannattaa mittajohtimet oikosulkea keskenään ja suorittaa yksi koemittaus, jotta varmistetaan mittarin ja mittajohtimien kunto.

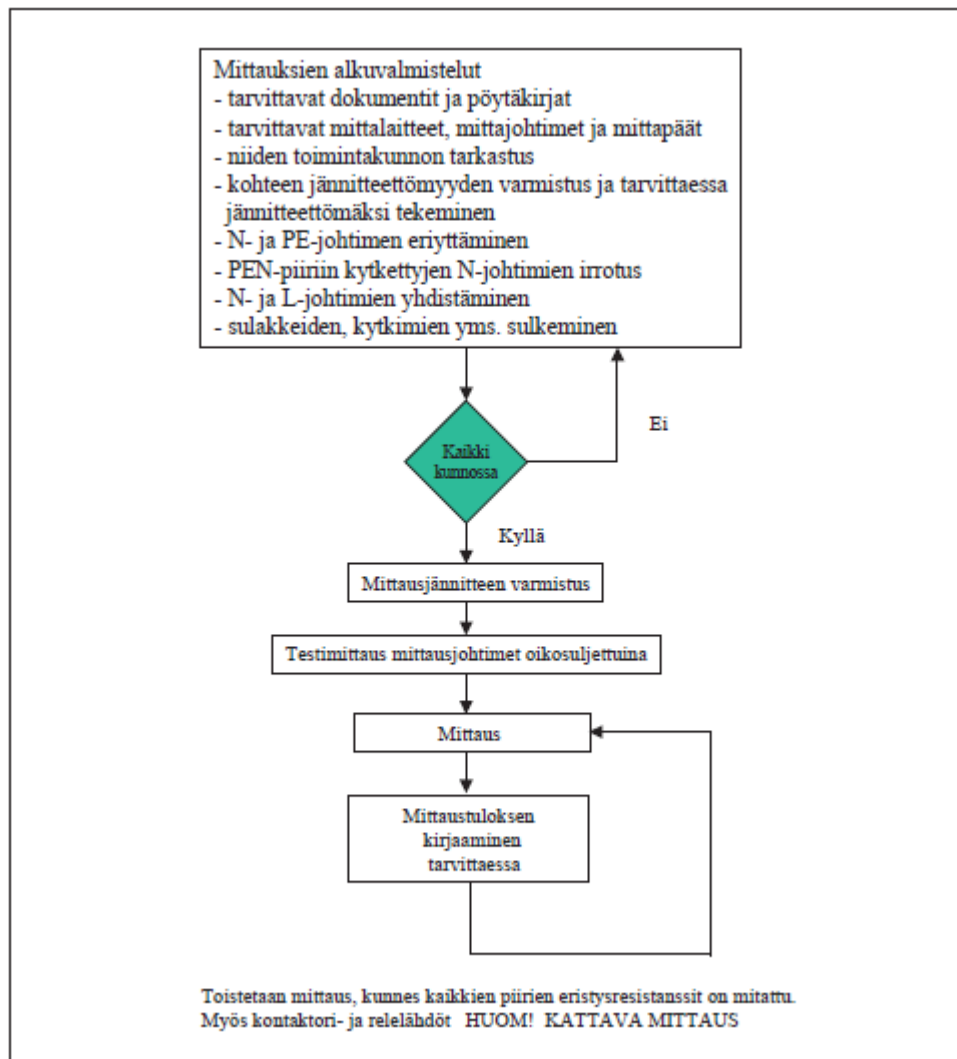
Eristysresistanssi mitataan jännitteisten johtimien ja maan väliltä. TN-S-järjestelmässä nollajohdin luetaan jännitteiseksi johtimeksi. Mikäli on mahdollisuus, että mitattavassa piirissä sijaitsee elektronisia laitteita, jotka saattavat vaurioitua mittauksista, voi vaihejohtimet ja nollajohdin olla rinnankytkettynä yhteen. Tulee kuitenkin muistaa, ettei tämäkään varmuudella suojaa elektronisia laitteita rikkoutumiselta. Pienemmässä kokonaisuudessa voi parhaimmassa tapauksessa riittää yksi eristysresistanssimittaus. Mikäli laitteisto sisältää esimerkiksi releitä tai kontaktoreita, joutuu mittauksia suorittamaan enemmän. Kuvassa 9 nähdään asunnon ryhmäkeskukselta suoritettun eristysresistanssimittauksen tulos.



Kuva 9. Kuva kohteen eristysresistanssimittauksen tuloksesta.

Esimerkkikohteessa eristysresistanssia mitattiin standardin ilmoittamalla koejännitteellä, joka on 500 V. Tällöin eristysresistanssin on oltava vähintään 1 M Ω . Mikäli mittauksissa ei saavuteta standardin mukaisia eristysresistanssiarvoja, joudutaan sen syy selvittämään, ja mahdollinen vika korjaamaan, ennen kuin kohde otetaan käyttöön.

Kuvassa 10 nähdään vielä yhteenvedon koko eristysresistanssin mittausprosessista.



Kuva 10. Kuva koko eristysresistanssin mittausprosessista. [5, s.25].

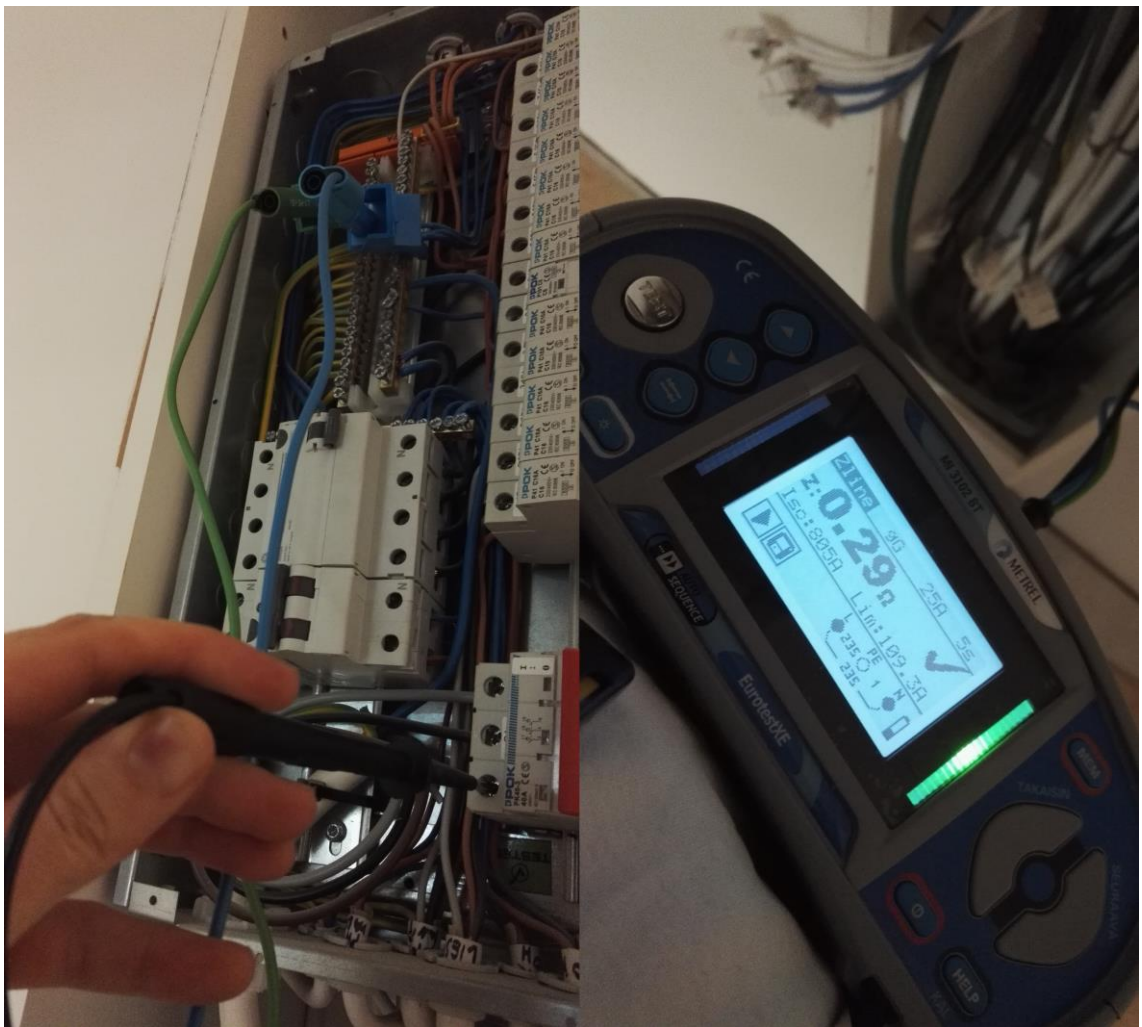
5.6 Syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan testaus

Syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan testaus suoritetaan jännitteisessä sähkölaitteistossa. Yleisin tapa kyseiseen mittaukseen on mitata vikavirtapiirin impedanssi ja oikosulkuvirta ja verrata niitä arvoja kyseisen suojalaitteen taulukkoarvoihin. Esimerkkikohteessa käytetyllä käyttöönottomittarilla nämä taulukot olivat jo valmiiksi asennettuna laitteen muistiin. Piti vain ennen mittauksia muistaa asettaa oikeat parametrit mittariin.

Standardin mukaan ei aina ole tarpeellista mitata vikavirtapiirin impedanssia, jos suojaohdot jatkuvuudet on mitattu ja käytössä on laskelmat vikapiirin impedansseista tai

suojajohtimen resistanssista. Lisävaatimuksena on se, että johtimen poikkipinta ja pituus tulee olla tarkastettavissa. Vaikka tiedot olisi saatavilla, yleensä vielä varmistetaan pääkeskukselta mittaamalla, että laskennalliset tiedot pitävät paikkansa.

Esimerkkikohteessa mitattiin syötön automaattinen poiskytkentä erikseen jokaiselta keskukselta ja jokaisen keskuksen alaisuudessa olevalta epäedullisimmalta pisteeltä. Epäedullisimmat mittauspisteet löytyivät pisimmiltä johdon pituuksilta ja ohuimmilta johdon poikkipinta-aloilta. Kun mittaukset on epäedullisimmilta pisteiltä suoritettu, voidaan päätellä, tarvitaanko lisää mittauksia. Kuvassa 11 mitataan asunnon ryhmäkeskukselta syötön automaattinen poiskytkentä.



Kuva 11. Kuva kohteen ryhmäkeskuksen linjaimpedanssi- ja oikosulkuvirtamittauksesta.

Tärkeintä mittauksessa on varmistua nopean poiskytkennän toteutumisesta. Jokaista ryhmää ei tarvitse mitata. Jossain tapauksissa joudutaan mittauksia suorittamaan jokaisen sulakekoon ja -tyypin sekä johdinpoikkipinta-alan ja -tyypin mukaan. Näin toimitaan kuitenkin harvoin, ainoastaan silloin, jos ei muuten voida varmistaa tarpeeksi nopean poiskytkennän toteutumista.

Standardi edellyttää, että syötön automaattinen poiskytkentä tapahtuu tietyssä ajassa. Tämä tapahtuu käytännössä siten, että saatua oikosulkuvirta-arvoa verrataan kyseisen suojalaitteen taulukkoarvoon, josta nähdään, että suojalaitte toimii vaaditussa ajassa. Taulukossa 3 näemme eri nimellisvirralla toimivien johdonsuojakatkaisijoiden pienimmät vaaditut oikosulkuvirran arvot eri tyyppisillä suojalaitteilla.

Taulukko 3. Johdonsuojakatkaisijoiden pienimmät vaaditut oikosulkuvirran arvot eri suojalaitteilla. [5, s.33].

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

Esimerkkikohteessa käytetty mittari antoi mittaustuloksen silmukkaimpedanssi- ja oikosulkuvirta-arvona. Lisäksi siihen oli sisäänrakennettuna suojalaitteiden taulukkoarvot, joten mittari itse vertasi saatuja oikosulkuvirta-arvoja ja kertoi, onko tulos hyväksytty. Piti vain muistaa laittaa ennen mittausta oikeat parametrit mittalaitteeseen eli kyseisen suojalaitteen tyyppi ja sen toiminta-aika. Parametreista kerrotaan lisää luvussa 6.

Toiminta-aikoja on normaalissa pienjänniteverkossa kaksi: 0,4 s ja 5 s. Johdonsuojakatkaisijoilla niillä ei ole suurta merkitystä, koska ne ovat samat. Esimerkiksi gG-tyypin sulakkeilla näin ei kuitenkaan ole. Viiden sekunnin laukaisuaikaa saa käyttää nousujohdoissa ja yli 32 A:n ryhmä johdoilla. Muulloin käytetään 0,4 s:n toiminta-ajalla varustettua suojalaitetta. Esimerkkikohteessa suojalaitteet olivat pääasiassa C-tyyppiä. Taulukossa

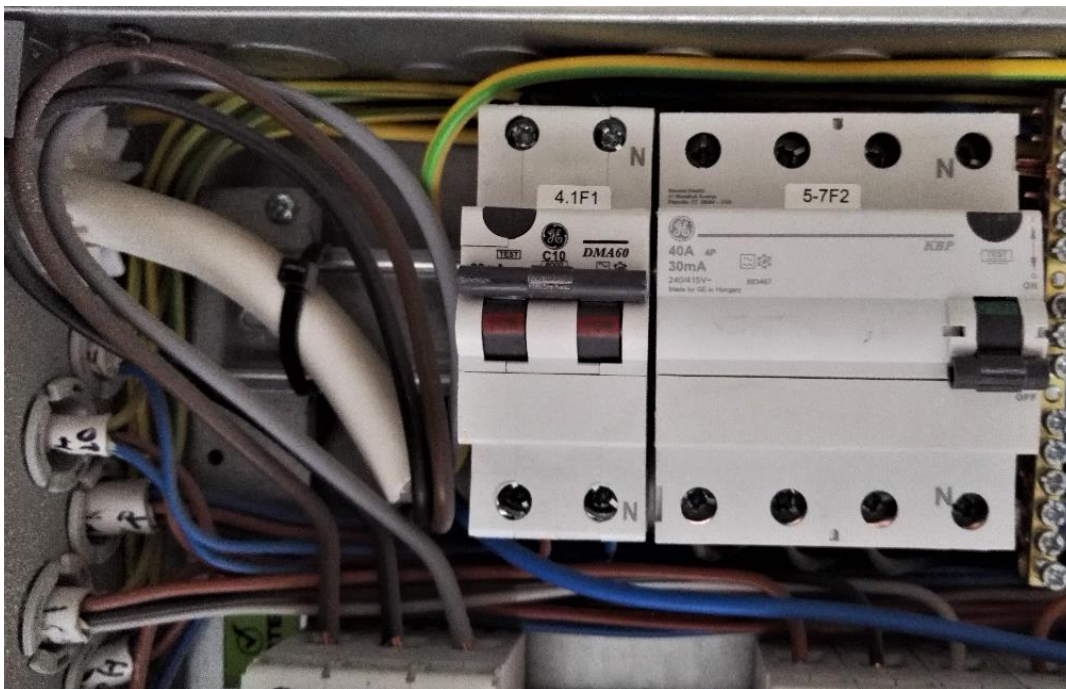
4. on eri nimellisvirralla ja laukaisuajalla toimivien gG-sulakkeiden pienimmät vaaditut oikosulkuvirrat.

Taulukko 4. gG-sulakkeiden pienimmät vaaditut oikosulkuvirrat. [5, s.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

5.7 Vikavirtasuojan toiminnan testaus

Vikavirtasuojan toiminnan testaus suoritetaan myös jännitteisenä mittauksena. Jokainen vikavirtasuojaja on testattava. Standardin mukaan on mittaamalla varmistettava, ettei vikavirtasuojan toimintavirta ylitä laitteen nimellistoimintavirtaa. Lisäksi vikavirtasuojan testipainikkeen toiminta on tarkastettava. Esimerkkikohteessa käytetyllä mittarilla vikavirtasuojan todellinen toimintavirta mitattiin nousevalla vikavirralla. Kuvassa 12 nähdään ryhmäkeskuksen vikavirta-johdonsuojayhdistelmä ja vikavirtasuojajytkin.



Kuva 12. Kuva esimerkkikohteessa olleesta vikavirtasuojakytkimestä.

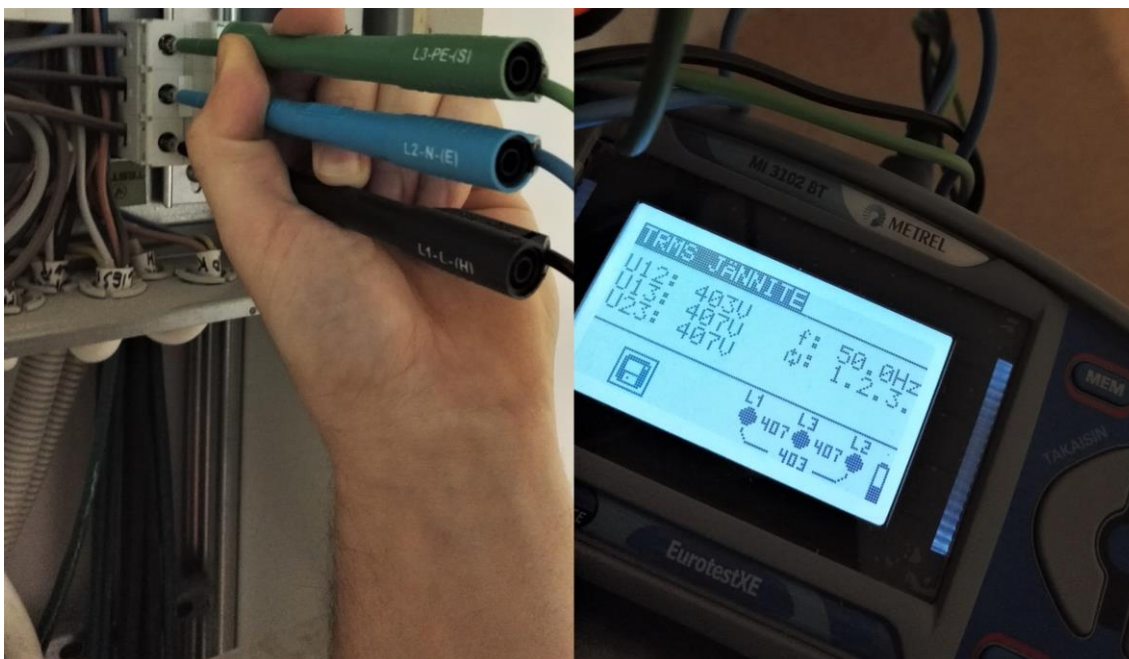
Vikavirtasuojan toiminta-aika tulee mitata aina

- kun käytetään vikavirtasuojia, jotka ovat olleet aikaisemmin käytössä
- kun kyse on muutos- ja laajennustöissä, joissa vikavirtasuojia käytetään muutos- ja laajennusosien poiskytkentälaitteina
- kun vikavirtasuojaa käytetään vikasuojaukseen ja lisäsuojaukseen. [5, s.34].

Vikavirtasuojan toiminta-aika kuitenkin suositellaan mitattavaksi kaikissa tapauksissa.

5.8 Kiertosuunnan tarkistus

Kiertosuunnan tarkistus suoritetaan jännitteisenä. Kiertosuunta tarkastetaan kaikista monivaiheisista piireistä, myös kaikista keskuksista. Kiertosuunta tarkastetaan mittaamalla. Oikea vaihejärjestys on tärkeää olla oikein koko rakennuksessa, asennuksen turvallisuuden takia. Kuvassa 13 tarkastetaan kiertosuunta asunnon ryhmäkeskukselta.



Kuva 13. Kuva kiertosuunnan mittauksesta esimerkkikohteen asunnon ryhmäkeskuksesta.

Mikäli laitteen näytölle tulee 1.2.3, se tarkoittaa, että vaihejärjestys on kunnossa. Tulosta ei tarvitse tallentaa laitteen muistiin. Se riittää, että todettu olevan kunnossa.

6 Metrelin asennustesteri MI 3102 BT

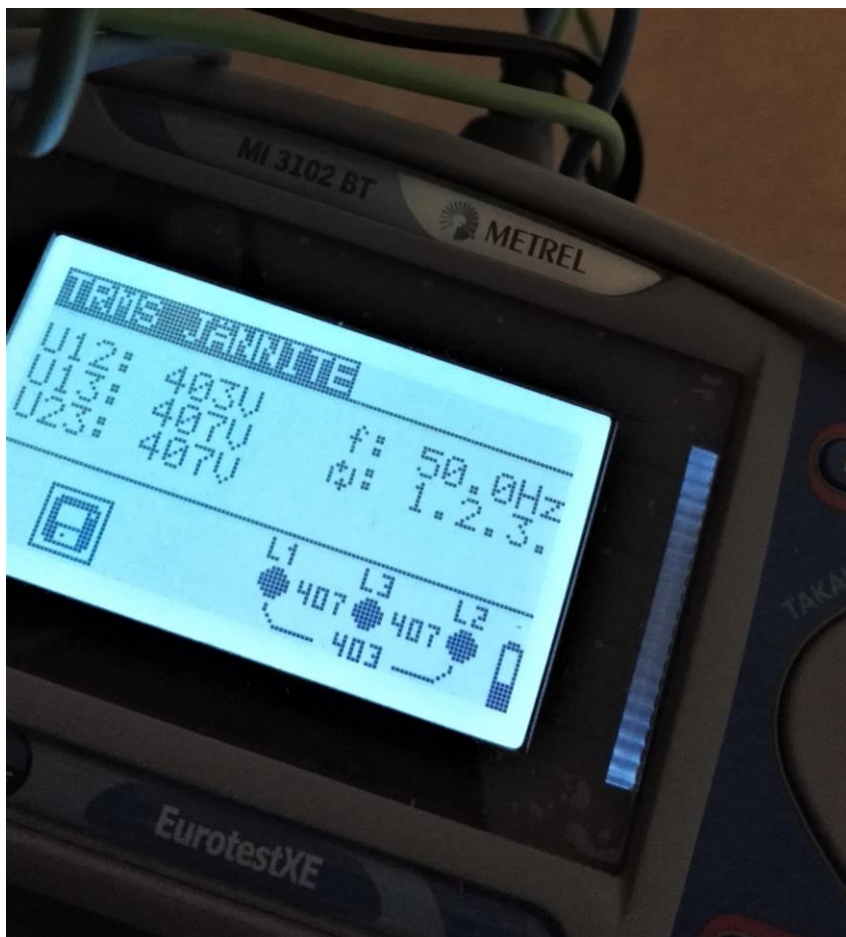
Standardi SFS 6000 edellyttää, että käyttöönottotarkastuksissa on käytettävä standardin EN 61557:n mukaisia mittalaitteita. Metrel MI 3102 BT asennustesteri on valmistettu ja testattu EN 61557-standardin mukaan.

Mittalaitteista tulee myös varmistaa, että ne täyttävät turvallisuusvaatimukset. Tämän todistaa laitteesta löytyvä CE-merkintä, jolla valmistaja ilmoittaa laitteen täyttävän pienjännite- ja EMC-direktiivin olennaiset vaatimukset. Mittarin säännöllistä kalibrointia ei standardi vaadi, mutta tilaaja voi sen halutessaan vaatia esimerkiksi laatujärjestelmän perusteella. Metrelin mittarin mukana tuli kalibrointi -todistus, joka ilmoitti, että mittalaitteen kalibrointi on voimassa seuraavan vuoden.

Ennen kuin mittauksia aloitetaan, on mittarista tarkastettava, että kunkin mittauksen parametrit on oikein asetettu. Parametrien tarkastus on erityisen tärkeää eteenkin linjaim-

pedanssia ja sen oikosulkuvirtaa mitattaessa, koska laite vertaa saatuja tuloksia sen sisään rakennettuun taulukkoon. Linjaimpedanssia ja sen oikosulkuvirtaa mitattaessa tulee, myös muistaa asettaa isc-kerroin oikein. Laite käyttää isc-kerrointa oikosulkuvirran laskemiseen. Isc-kertoimen arvo tulee asettaa paikallisten määräysten mukaan. Isc-kertoimen säätöalue on 0,20–3,00. Jos parametrit on väärin asetettu, esimerkiksi johdon-suojakatkaisijoiden pienimmät vaaditut oikosulkuvirran arvot voivat mittauksissa mennä läpi, vaikka oikeilla parametreilla ei näin tapahtuisi.

Kuvassa 14 nähdään näytön oikeassa alakulmassa olevan liitinjännitteen, joka näyttää ja ohjeistaa kunkin mittauksen linjassa olevat jännitteet testiliittimissä ja antaa tietoa käytössä olevista testijohdoista. Ennen jokaista mittausta, joka suoritetaan laitteen pistotulpalla, on tarkastettava, että pistotulppa on oikein päin.



Kuva 14. Asennustesteri näyttää testijohdojen välisen jännitteen näytön oikeassa alakulmassa.

Kun mittaus on valmis, tulokset ja parametrit ovat valmiita tallennukseen. Tulokset voi tallentaa selaamalla laitteen muistista haluamansa paikan ja painamalla MEM-näppäintä.

Mittauksia suorittaessa huomasin, että kyseisen mittari ajoi asiansa muuten hyvin, mutta akun kestossa olisi ollut toivomisen varaa. Laitteen mukana tulleet akkuparistot kestivät täydellä latauksella mittauksia tehdessä noin puoli päivää, kun normaalit AA-alkaliparistot kestivät noin päivän. Kyseistä mittaria tullaan kuitenkin käyttämään tulevilla koh-teissa erityisesti mittausten dokumentoinnin parantumisen takia.

6.1 Automittaukset

Metrelin käyttöönottomittarissa on mahdollisuus automittauksiin. Automittaukset suoritetaan jännitteet päällä. Esimerkkikohteessa automittaus suoritettiin jokaisen keskuksen alaisuudessa olevalta heikoimmalta pisteeltä, toisin sanoen suurimman suojajohdonjatkuvuuden resistanssista. Automittauksia suorittaessa tulee muistaa asettaa parametrit laitteeseen. Esimerkiksi sulakkeen tyyppi, nimellisvirta, poiskytkentäaika ja suojajohdon jatkuvuuden maksimi resistanssi. Automittauksissa AUTO TN (RCD) on tarkoitettu vikavirrallisiin ja AUTO TN vikavirrattomiin ryhmiin. Mittauksen suorittamisen jälkeen mittari ilmoittaa, meneekö mittaus läpi näyttämällä joko vihreää tai punaista. Mikäli mittari näyttää vihreää, on mittaustulos hyväksyttävä. Tuloksiksi saadaan jännite, linjaimpedanssi ja sen oikosulkuvirta, silmukkaimpedanssi ja sen oikosulkuvirta ja suojajohtimen jatkuvuus, jonka jälkeen tulokset tallennetaan kyseisen ryhmäjohtoon taakse. Kuvassa 15 on asunnosta suoritettujen automittauksien tulokset.



Kuva 15. Kuva automittauksesta. Mittari ilmoittaa vihreällä valolla, mikäli mittaus on hyväksytty.

6.2 Oma ohje mittausten suorittamiseksi

Tein oman lyhyen ohjeen siitä, kuinka kerrostaloasuntojen käyttönottomittaukset saadaan suoritettua sujuvasti Metrelin asennustesterillä. Ohjeessa kerrotaan lyhyesti vaihe vaiheelta, miten kyseisellä mittarilla suoritetaan eristysresistanssin mittaus, suojaohjtimen jatkuvuus, syötön automaattisen poiskytkennän tarkastus, vikavirtasuojan toiminnan testaus, kiertosuunnan tarkastus ja automittaukset. Ohje löytyy liitteenä 1.

7 Käyttöönottotarkastusten dokumentointi

Käyttöönottotarkastuksen dokumentointia ei ole aikaisemmin koettu niin tärkeäksi, kuin se mielestäni on. Hyvällä ja asiallisella dokumentoinnilla saadaan hyvä kuva yrityksestä ja mittaustuloksia voidaan pitää luotettavina. Tarpeen mukaan voidaan käydä suorittamassa uusintamittauksia tarkasta paikasta, jos esimerkiksi todetaan vasta myöhemmin, että mittaustulos on arveluttava. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta on myös selkeästi nähtävä mahdolliset standardista poikkeamiset sekä perustelut miksi näin on toimittu.

Käyttöönottotarkastuksen dokumentoinnin säilyvyys on myös erityisen tärkeää, koska sen avulla voidaan pitkänkin aikavälin päästä todeta, että sähköasennukset ovat olleet ainakin käyttöön otettaessa niitä koskevien lakien, asetusten tai standardien mukaisia.

Silloin, kun asennukselle suoritetaan käyttöönottotarkastus, on siitä laadittava käyttöönottotarkastuspöytäkirja, joka luovutetaan työn tilaajalle. Jos työt kohdistuvat ainoastaan ryhmäjohtotasolla tehtäviin töihin ei sitä edellytetä, ellei haltija sitä erikseen pyydä. Käytännössä voidaankin sanoa, että aina kun käyttöönottotarkastus suoritetaan, on siitä järkevää tehdä käyttöönottotarkastuspöytäkirja.

Käyttöönottotarkastuksen dokumentointia ei ainakaan vielä pysty tekemään pelkästään tietokoneella, koska sähköturvallisuuslain nojalla annetun kauppaja- ja teollisuusministeriön päätöksen 517/1996 pykälän 4 mukaan tarkastuksen tekijän tai tekijöiden tulee allekirjoittaa tarkastuspöytäkirja.

Kauppaja- ja teollisuusministeriön päätöksen 517/96 pykälän 4 mukaan on käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa allekirjoituksen lisäksi mainittava

- kohteen yksilöintitiedot
- selvitys sähkölaitteiston säädösten ja määräysten mukaisuudesta
- yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä sekä tarkastusten ja testien tulokset [7].

Esimerkkikohteesta tehtyjen tarkastusten ja testien tulokset tallennettiin ensin mittarin muistiin ja siirrettiin siitä tietokoneelle. Koko kohteen kaikkia käyttöönottomittauksia ei

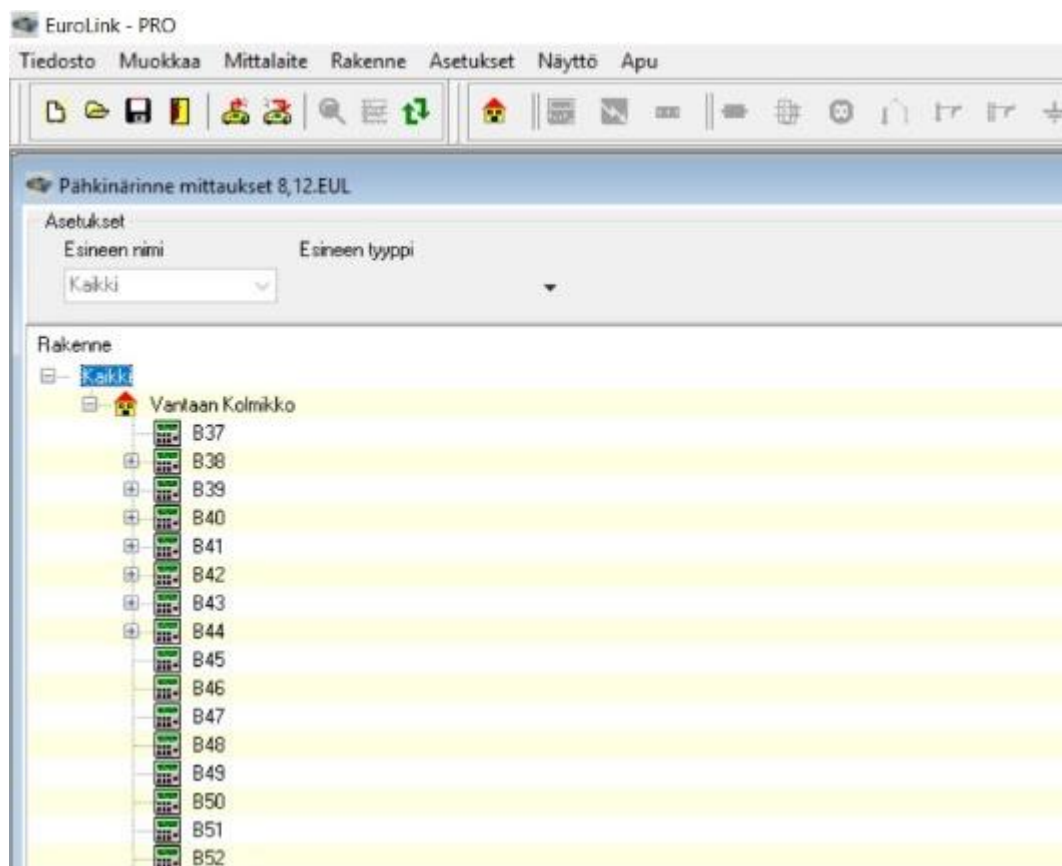
ole vielä suoritettu, mutta kohteesta tullaan käyttöönottotarkastusten valmistuttua täyttämään Sähköinfo Oy:n ST 51.21.05 mukainen käyttöönottotarkastuspöytäkirja, joka allekirjoitetaan ja skannataan tietokoneelle.

Sähköinfo Oy laatiman mallipohjan käyttöönottotarkastusten dokumentoimiseen täyttöohjeineen ST 51.21.05 mukaan käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta tulisi löytyä seuraavat tiedot:

- kohteen tiedot
- sähkölaitteiston rakentaja
- aistinvarainen tarkastus
- suojajohtimien jatkuvuus
- eristysresistanssi
- syötön automaattinen poiskytkentä
- kiertosuunnan tarkastus
- toiminta- ja käyttötestit
- EMC-suojaus
- huolto- ja kunnossapito-ohjelman tarve
- seuraava määräaikaistarkastus
- kohteen toteutuksessa käytetyt standardit
- palovaroittimet
- tarkastuksen tekijän allekirjoitus
- luovutusmerkintä
- tilaajan tai hänen edustajansa kuittaus [5, s.85–88].

7.1 Metrelin Eurolink PRO -ohjelma

Metrelin Eurolink PRO -ohjelmassa pystytään tietokoneella tarkastelemaan mittaustuloksia ja luomaan realistinen malli rakennuksen sähköjärjestelmästä. Tämä tehtiin ennen kuin mittaukset aloitettiin. Lyhykäisydessään realistisen mallin rakentaminen aloitettiin lisäämällä ja nimeämällä rakennus. Tämän jälkeen ohjelmassa lisättiin kesukset muun muassa pääkeskus, nousu-, monimittari-, jako- ja ryhmäkeskukset rakennuksen alaisuuteen. Kuvassa 16 näemme kuvakaappauksen Metrelin Eurolink PRO -ohjelmasta, johon on sijoitettu osa kohteen asuntojen ryhmäkesuksista.






Kuva 16. Kuvakaappaus Metrelin Eurolink PRO -ohjelmasta.

Kun haluttu rakennelma on ensiksi tehty tietokoneella valmiiksi se syötettiin mittalaitteelle. Ideana tässä oli tulosten tallennus. Kentällä mittauksia suoritettaessa pystyttiin tulokset tallentamaan oikean keskuksen alaisuuteen ja oikean ryhmänumeron alle. Tämä ominaisuus helpotti suuresti mittauksia. Mittaustulokset pysyivät järjestyksessä ja tulosten tarkastelusta tuli selkeää.

Mittauksen tarkka sijainti on tärkeää olla tiedossa selkeyden lisäksi. Jos esimerkiksi mittauksen jälkeen huomataan jokin mittaustulos liian suureksi, niin voidaan helposti käydä mittaamassa kyseinen ryhmä uusiksi oikeasta paikasta. Mikäli mittauksen tarkka sijainti ei ole tiedossa, voidaan joutua pahimmassa tapauksessa mittaamaan kaikki uudelleen.

7.2 Tulosten tarkastelua

Kun halutut mittaukset oli suoritettu ja tulokset tallennettu laitteen muistiin, voitiin saadut mittaustulokset syöttää USB-johdon avulla mittarilta tietokoneelle ja Metrelin Eurolink PRO -ohjelmaan. Kuvassa 17. tarkastellaan saatuja mittaustuloksia tietokoneella.

2	Vantaan Kolmikko / B53 21.12.2016 13:55:08	Hyväksytty
	R ISO R: 84.9MΩ Um: 525V Uiso: 500V Raja: 1MΩ	Hyväksytty
3	Vantaan Kolmikko / B53 21.12.2016 13:56:26	Hyväksytty
	RCD I  I: 22.5mA Uci: 0.0V t: 17.3ms Idn: 30mA type: AC  Ulim: 50V	Hyväksytty
4	Vantaan Kolmikko / B53 21.12.2016 13:56:36	Hyväksytty
	RCD t t: 34.6ms Uc: 0.0V Idn: 30mA type: AC  MUL.: x1 Ulim: 50V	Hyväksytty

Kuva 17. Kuvakaappaus Metrelin Eurolink PRO-ohjelmasta.

Ohjelmassa pystytään tarkastelemaan saatuja mittaustuloksia. Ohjelmassa pystyy tulokset myös siirtämään ja kopioimaan Excel-ohjelmaan, mikä on mielestäni todella hyvä ominaisuus. Excelissä tulokset pystyttiin järjestelemään halutulla tavalla, jonka jälkeen tiedostosta tehtiin pdf-tiedosto, jota on helppo käsitellä esimerkiksi tulostusta varten. Kuvassa 18 kuvakaappaus pdf-tiedostosta, jossa näkyy asuntojen mittaustuloksia.

As. Oy Vantaan Kolmikko			
Käyttöönottomittauspöytäkirjat			
A-TALO		B-TALO	
Vantaan Kolmikko / A 4 / R 7.1	Hyväksytty	Vantaan Kolmikko / B39 / R.7.2	Hyväksytty
21.12.2016 7:57		19.12.2016 14:57	
Jännite		Jännite	
Uln: 233V		Uln: 234V	
Ulpe: 0V		Ulpe: 1V	
Unpe: 233V		Unpe: 234V	
f: 50.0Hz		f: 50.0Hz	
Linjaimpedanssi	Hyväksytty	Linjaimpedanssi	Hyväksytty
Z: 0.50Ohm		Z: 0.73Ohm	
Isc: 459A		Isc: 315A	
Sulakkeen tyyppi: C		Sulakkeen tyyppi: C	
Sulake I: 10A		Sulake I: 10A	
Sulake T: 0.4s		Sulake T: 0.4s	

Kuva 18. Kuvakaappaus pdf-tiedostosta, jossa näkyy osa kahden asunnon mittauksista.

Vaikka laitteessa on ominaisuutena tulosten tarkastelu tabletilla tai älypuhelimella, niin tulosten tarkastelun yhteydessä huomattiin, että se ei ole niin helppoa ja käytännöllistä kuin tulosten tarkastelu tietokoneella.

8 Pohdinta

Opinnäytetyössä perehdyttiin itse käyttöönottotarkastukseen ja käyttöönottotarkastuksen dokumentoinnin kehittämiseen. Työtä tehdessä koko kohteen kaikkia käyttöönottomittauksia ei ole vielä suoritettu, eikä näin ollen työ ole vielä täysin valmis, mutta tässä vaiheessa voidaan sanoa, että käyttöönottotarkastuksen dokumentoinnin kehittämisessä onnistuttiin.

Työn tavoitteet saavutettiin hyvin ja työtä tullaan todennäköisesti käyttämään seuraavissakin kohteissa käyttöönottomittausprosessin nopeutumisen ja selkeytymisen takia, eikä vanhaan mittauspöytäkirjojen käsin täyttämiseen enää palata.

Uskon, että opinnäytetyöstä on hyötyä yritykselle. Esimerkiksi seuraavan kohteen käyttöönottomittauksia tehtäessä voidaan työtä käyttää hyödyksi, jos jokin asia tarkastuksia tehdessä mietityttää.

Työn tekeminen oli myös hyvin opettavaista, ja opin koko käyttöönottotarkastusprosessista paljon uutta asiaa, joka on varmasti hyödyksi tulevaisuudessa. Alussa haasteita riitti uuden asennustesterin ominaisuuksien ja käytön opettelemisessa, mutta se teki työstä mielenkiintoista.

Työn tuloksena todettiin, että uudella dokumentointikäytännöllä käyttöönottotarkastuksesta tulee nopeampaa, edullisempaa ja tulosten tarkastelusta tulee selkeämpää kuin ennen. Hyvällä ja asiallisella dokumentoinnilla saadaan hyvä kuva yrityksestä ja mittaus-tuloksia voidaan pitää luotettavina.

Lähteet

1. Lehto lyhyesti. 2016. Verkkodokumentti. Lehto. <https://lehto.fi/wp-content/uploads/2017/02/lehto_group_ojy_tilinpaaatos2016_tulosesitys.pdf>. Luettu 17.2.2017.
2. Toimialan onnettomuudet. 2015. Verkkodokumentti. Tukes. <http://www.tukes.fi/Tiedostot/varoasiat/kalvosarjat%202015/VAL-MIS_2015_osa_7_S%C3%A4hk%C3%B6_ja_hissit.pdf>. Luettu 3.11.2016.
3. Sähköturvallisuuslaki 1135/2016. 2017. Verkkodokumentti. Finlex. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2016/20161135?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=s%C3%A4hk%C3%B6turvallisuuslaki>>. Luettu 4.1.2017.
4. Tiainen, Esa & Metsikkö, Arja. 2014. D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo: Sähköinfo Oy.
5. Saastamoinen, Arto & Saarelainen, Kimmo. 2012. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. Espoo: Sähköinfo Oy.
6. Metrel. 2013. EurotestXE MI 3102 BT Käyttöohje.
7. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996. 1996. Verkkodokumentti. Finlex. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960517#Pidm2271872>>. Luettu 4.10.2016.
8. Tiainen, Esa & Metsikkö, Arja. 2016. Sähköturvallisuusmääräykset käytännössä 2016. Espoo: Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy.
9. Tukes selvittää sähköasennusten turvallisuutta. 2016. Verkkodokumentti. STEK ry. <https://www.stek.fi/ajankohtaista/2016/fi_FI/Tukes_selvittaa_sahkoasennusten_turvallisuutta/>. Luettu 12.11.2016.
10. Saastamoinen, Arto. 2014. Kiinteistöjen sähköasennusten käyttöönototarkastukset. Espoo: Sähköinfo Oy.
11. Elvak Oy. 2016. As. Oy Vantaan Kolmikko, Tasopiirustus sähköpisteet, B-talo, 2-kerros.
12. Vaurio- ja onnettomuusrekisteri VARO. 2017. Tukes. <<http://www.tukes.fi/fi/Rekisterit/asia-tieto-onnettomuustietoja/>>. Luettu 23.1.2017.
13. SFS-KÄSIKIRJA 600-1. Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. 2012. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

14. SFS-KÄSIKIRJA 600-2. Sähköasennukset. Osa 2: Sähkötyöturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit. 2015. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Kerrostaloasuntojen käyttöönottotarkastus -ohje

Sähkölaitteiston eristysresistanssin mittaus

- Tee laitteisto jännitteettömäksi.
- Varmista jännitteettömyys.
- Varmista, että mitattavalta alueelta kaikki kytkimet kiinni.
- Varmista, että alueelta kaikki vikavirta- ja johdonsuojakytkimet kiinni.
- Tee testimittaus mittajohtimet oikosuljettuina ja varmistetaan mittarin toimivuus.
- Kytke syöttävä nolla irti keskukselta.
- Valitse R ISO mittausalue mittarista.
- Aseteta mittarin L2 ja L3 testijohdot hauenleualla keskuksen maadoituskiskoon.
- Mittaa L1, L2, L3 ja N erikseen keskuksen maadoituskiskoa vasten käyttäen mittarin L1 testijohtoa.
- Tuloksen oltava yli 1M Ω .
- Tallenna huonoin arvo laitteen muistiin.
- Kiinnitä syöttävä nollajohdin takaisin nollakiskoon ja kytke jännitteet takaisin päälle.

Suojajohtimen jatkuvuus mittaus

- Mitataan jokaiselta sähkölaitteelta, johon se kuuluu tulla.
- Tee laitteisto jännitteettömäksi.
- Varmista jännitteettömyys.
- Valitse R LOW mittausalue mittarista.

- Suorita kalibrointimittaus ja varmista, että mittajohtimet on kalibroitu.
- Pistorasioista pystytään mittaamaan mittarin omalla pistotulpalla. Tällöin tulee muistaa tarkistaa, että mittalaitteen pistotulppa on oikein päin pistorasiassa.
- Valaisinpistorasioista pystytään mittaamaan itse tehdyllä jatkopäällä, jossa toisessa päässä valaisinpistotulppa ja toisessa päässä pistorasia.
- Muissa tapauksissa mitataan keskuksen maadoituskiskoa vasten esimerkiksi uunin rungosta.
- Mikäli maadoitusjohdin ja vaihejohdin ovat kääntyneet, niin molemmat LED-valot mittarissa syttyvät keltaisena ja mittari näyttää varoitusviestin.
- Suojajohtimen jatkuvuuden mittaustuloksen tulee olla alle 1Ω .
- Tallenna huonoin tulos laitteen muistiin kyseisen ryhmäjohton taakse.

Syötön automaattisen poiskytkennän tarkastus

- Suorita mittaus jännitteet päällä.
- Mitataan keskukselta ja jokaisen keskuksen alaisuudessa olevalta heikoimmalta pisteeltä.
- Valitse mittarin mitta-alueeksi Zline.
- Aseta parametrit esim. sulakkeen tyyppi, nimellisvirta ja poiskytkentäaika.
- Aseta mittajohdin L3 keskuksen maadoituskiskoon.
- Aseta mittajohdin L2 keskuksen nollakiskoon.
- Mittaa mittajohtimella L1 keskukselta syöttävän puolen kaikki vaiheet yksitellen läpi.
- Tarkista, että oikosulkuvirta on riittävä.
- Tallenna huonoin oikosulkuvirran arvo laitteen muistiin.

Vikavirtasuojan toiminnan testaus

- Suoritetaan jännitteet päällä.
- Valitse mittarista mittausalue RCD I ja mittaa jokaisen vikavirtasuojan toimintavirta.
- Valitse mittarista mittausalue RCD t ja mittaa jokaisen vikavirtasuojan toiminta-aika.
- Aseta vikavirrat ja vikavirta-johdonsuoja yhdistelmien kytkimet kiinni.
- Mittaa keskukselta toiminta-aika ja toimintavirta.
- Testaa vikavirtasuojien testipainikkeet.
- Tallenna vikavirtakytkimien toiminta-aika ja toimintavirta laitteen muistiin.

Kiertosuunnan tarkistus

- Mittaus suoritetaan jännitteet päällä.
- Laita mittauspääät L1, L2 ja L3 keskuksen vastaaviin.
- Käynnistä mittaus valitsemalla mittarista TRMS Jännite.
- Mittaus näyttää jännitteet eri vaiheiden välillä ja taajuuden.
- Jos näytölle tulee 1.2.3, se tarkoittaa, että vaihejärjestys on kunnossa.
- Jos näytölle tulee 3.2.1, se tarkoittaa, että vaihejärjestys on väärin.
- Ei tarvitse tallentaa laitteen muistiin. Riittää, että todettu olevan kunnossa.

Automittaukset

- Mittaus suoritetaan jännitteet päällä.
- Aseta ensiksi parametrit kuntoon esim. sulakkeen tyyppi, nimellisvirta, poiskyt-kentäaika ja suojajohdon jatkuvuuden maksimi resistanssi.
- Mittaukset suoritetaan joko AUTO TN (RCD) tai AUTO TN.

- AUTO TN (RCD) tarkoitettu vikavirrallisiin ja AUTO TN vikavirrattomiin ryhmiin.
- Tarkasta näytön oikeasta alakulmasta, että mittalaitteen pistotulppa on oikein päin.
- Suorita mittaus heikoimmasta pisteestä ja saadaan tuloksiksi.
- Jännite (U).
- Linjaimpedanssi (Z_{ln}) ja sen oikosulkuvirta (syötön automaattinen poiskytkentä).
- Silmukka impedanssi (Z_s) ja sen oikosulkuvirta.
- Suojajohtimen jatkuvuus (Rpe).
- Tallenna tulokset kyseisen ryhmäjohtodon taakse.