

Joni Ruuskanen

SÄHKÖASENNUSTEN KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET
KÄYTÄNNÖSSÄ KERROSTALOKOhteissa

Sähkövoima- ja Automaatiotekniikan koulutusohjelma
2019

SÄHKÖASENNUSTEN KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET KÄYTÄNNÖSSÄ KERROSTALOKOhteissa

Ruuskanen, Joni
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkövoima- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Helmikuu 2019
Ohjaaja: Ylinen, Marko
Sivumäärä: 34
Liitteitä: 2

Asiasanat: sähkö, käyttöönottomittaus, tarkastus, järjestelmä

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää käyttöönottotarkastusten tekemistä yleisellä tasolla Caverion Suomi Oy:n Asunnot yksikössä. Opinnäytetyössä perehdyttiin myös tarkemmin käyttöönottotarkastuksiin teorialtasolla ja sivuttiin sähköturvallisuuslakia. Päättävänä oli kuitenkin laatia sähköasentajille mahdollisimman yksinkertaiset ohjeet käyttöönottomittausten tekemisestä sekä syventyä mittausten tekemiseen käytännössä.

Opinnäytetyön käytännön osuuteen kuului kolme osaa. Aluksi selvitettiin käyttöönottomittauksiin kuluva aika sekä mahdollisia riskitekijöitä. Seuraavaksi työssä vertailtiin mahdollisia eroja käyttöönottomittausten tekemisessä itse ja alihankkijan tehdessä. Lopuksi laadittiin ohjeet käyttöönottomittausten tekemisestä sähköasentajan käyttöön.

Käytännön osuus laadittiin tekemällä käyttöönottomittaukset kahdessa kerrostalokohteessa. Toisen kohteen mittaukset suoritettiin alihankintana, ja toinen kohde mitattiin käyttäen omaa asentajaa. Oman asentajan tekemien mittausten perusteella laadittiin myös käytännön ohje.

COMMISSIONINGS INSPECTION OF ELECTRICAL INSTALLATIONS IN APARTMENT HOUSES IN PRACTICE

Ruuskanen, Joni

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical and Automation Engineering

February 2019

Supervisor: Ylinen, Marko

Number of pages: 34

Appendices: 2

Keywords: electrical, commissioning test, inspection, system

The purpose of this thesis was to improve the commissioning inspections in general at Caverion Suomi Oy's apartments unit. The thesis explored more accurately to commissioning inspections at the theory level and passed electrical safety regulations. The main goal at the thesis was to create simple instructions on how to perform commissioning measurements and dive into them.

The practical part of the thesis included three parts. At first was clarified the time spent to commissioning measurements and were investigated possible risks that there may be. Next there were compared possible differences on performing from the commissioning measurements between own electricians and subcontractor. At last instruction on performing from commissioning measurements, were made for the use of electricians.

The practical part was made by making commissioning measurements in two separate apartment buildings. Measurements at the second construction were made by subcontractor and another one was made by using own electrician. Practical instructions were based on the commissioning measurements made by own electrician.

SISÄLLYS

1	MÄÄRITELMIÄ.....	1
2	JOHDANTO.....	2
2.1	Caverion Suomi Oy.....	2
3	SÄHKÖTURVALLISUUSLAKI	4
3.1	Yleiset säännökset.....	4
3.2	Sähkölaitteistoa koskevat vaatimukset	4
3.2.1	Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus	5
3.2.2	Sähkölaitteistoluokitus.....	5
3.2.3	Sähkölaitteiston varmennustarkastus.....	6
3.2.4	Sähkölaitteiston määräaikaistarkastus	6
3.3	Sähkö- ja käyttöitä koskevat vaatimukset.....	7
3.3.1	Sähkötöiden tekemisen edellytykset.....	7
3.3.2	Sähkötöiden johtaja	8
3.3.3	Käytön johtaja.	8
3.3.4	Sähköalan ammattihenkilö	9
3.3.5	Sähköturvallisuuden vaatimukset.....	9
4	KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET.....	10
4.1	Aistinvaraiset tarkastukset	10
4.2	Mittaukset ja toiminnalliset kokeet.....	11
4.2.1	Suojajohtimen jatkuvuuden mittaus	12
4.2.2	Eristysresistanssin mittaus.....	13
4.2.3	SELV- ja PELV-piirien ja sähköisesti erotettujen piirien eristysresistanssi	15
4.2.4	Syötön automaattisen poiskytkennän testaus	17
4.2.5	Vikavirtasuojan toiminnan testaus	20
4.2.6	Napaisuus testi ja kiertosuunnan tarkistus.....	20
4.2.7	Toiminnalliset kokeet	20
4.3	Käyttöönottotarkastusten dokumentointi	21
5	MITTAUKSISSA KÄYTETTÄVÄT MITTALAITTEET.....	23
5.1	Yleismittari ja pihtimittari.....	23
5.2	Jännitteenkoetin ja pistorasia testeri	24
5.3	Asennustesteri	26
5.3.1	Jatkuvuuden mittaus	27
5.3.2	Eristysresistanssin mittaus.....	27

5.3.3 Silmukkaimpedanssi mittaus	28
5.3.4 Vikavirtasuojan toiminta	28
6 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET URAKKATYÖN YHTEYDESSÄ	29
6.1 Käyttöönottomittausten aikatauluttaminen kerrostalorakentamisessa	29
6.2 Mahdolliset riskitekijät käyttöönottomittauksia tehtäessä	30
6.3 Käyttöönottomittaukset alihankintana vai omilla asentajilla	30
7 YHTEENVETO	33
LÄHTEET	34
LIITTEET	

1 MÄÄRITELMIÄ

TN-S-järjestelmä	5-johdin järjestelmä, jossa on erilliset PE- ja N-johtimet
TN-C-järjestelmä	4-johdin järjestelmä, jossa maa- ja nollajohdin on yhdistetty PEN-johtimeksi
SELV-järjestelmä	Pienoisjännitejärjestelmä, jonka jännitteelle alttiit osat voivat olla maadoitettuja
PELV-järjestelmä	Pienoisjännitejärjestelmä, jota ei ole maadoitettu
Suojajohdin	Johdin, jota käytetään suojauksena TN-S-järjestelmässä
SFS 6000	Standardi pienjännitesähköasennuksista
Vikavirtasuoja	Suojalaite, joka lisäsuojauksena parantaa turvallisuutta tilanteissa, joissa kosketaan suoraan jännitteistä osaa
Resistanssi	Sähkölaitteen kyky vastustaa sähkövirtaa
Asennustesteri	Mittalaite, jota käytetään sähköasennusten käyttöönottomittauksissa

2 JOHDANTO

Rakennusten sähkölaitteille ja -laitteistoille on tehtävä käyttöönottotarkastukset ennen asennusten käyttöönottoa. Näin varmistetaan, että asennukset ovat sähköturvallisuuslain edellyttämässä kunnossa, sekä täyttävät standardin SFS 6000 määräykset. Käyttöönottotarkastus pitää sisällään aistinvaraisia tarkastuksia, mittauksia sekä toiminnallisia kokeita. Tarkastusten täyttäessä vaadittavat standardit, voidaan sähkölaitteisto tulkita turvalliseksi käyttää. Tarkastuksista saadut tulokset dokumentoidaan käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan, joka luovutetaan laitteiston haltijalle.

Opinnäytetyössä perehdytään sähkölaitteistojen käyttöönottotarkastuksiin sekä sivutaan sähköturvallisuuslakia. Työssä keskitytään lähinnä käyttöönottotarkastuksiin, mutta myös käydään lyhyesti läpi varmennus- ja määräaikaistarkastuksia.

Opinnäytetyö tehdään yhteistyössä Caverion Suomi Oy:n Asunnot yksikön kanssa. Työn lopullisena tavoitteena on laatia mahdollisimman yksinkertaiset ohjeet käyttöönottomittausten tekemisestä helpottamaan asentajien työtä. Ohje lisätään opinnäytetyöhön liitteenä. Lisäksi opinnäytetyössä käydään läpi mittausten aikataulutusta urakan aikana, mahdollisia riskitekijöitä ja sitä, onko kannattavampaa tehdä mittaukset itse vai tilata työ alihankintana.

Käyttöönottotarkastuksia sähköurakan yhteydessä tarkastellaan käytännön tilanteessa kahdessa eri kohteessa. Kohteiden mittaukset aloitetaan lähestulkoon samaan aikaan. Toiseen kohteeseen mittaukset tilataan alihankintana, ja toinen mitataan omilla asentajilla tuntitöinä. Näin saadaan mahdollisimman tarkat tulokset siitä, kumpi on mahdollisesti kannattavampaa, sekä saadaan reaaliaikainen käsitys mittausten aikataulutuksesta.

2.1 Caverion Suomi Oy

”Caverion suunnittelee, toteuttaa, huoltaa ja ylläpitää käyttäjäystävällisiä ja energia-
tehokkaita teknisiä ratkaisuja kiinteistöille, teollisuudelle ja infrastruktuurille Pohjois-, Keski- ja Itä-Euroopassa.” (Caverionin www-sivut 2019.)

Caverionin visiona on olla asiakkaiden, työntekijöiden ja alan kumppaneiden ”Ykkösvalinta digitalisoituvassa ympäristössä”. Caverionin palveluita käytetään esimerkiksi asunnoissa, julkisissa rakennuksissa, infrastruktuurissa, toimistoissa ja liikekiinteistöissä sekä teollisuuslaitoksissa. Caverionin tavoitteena on varmistaa liiketoiminnan häiriöttömyys ja turvallisuus, terveelliset elämäntavat ja viihtyisät olosuhteet sekä kiinteistön optimaalinen toiminta ja kustannushallinta. 11 eri toimintamaassa Caverionilla on suurin piirtein 15 000 työntekijää. (Caverionin www-sivut 2019.)

3 SÄHKÖTURVALLISUUSLAKI

Sähköturvallisuuslain avulla varmistetaan että sähkölaitteet ja -laitteistot ovat turvallisia käyttää ennen ja jälkeen niiden valmistumisen. Laissa säädetään eri henkilöiden pätevyysvaatimuksista sähkö- ja käyttötoissa sekä eri sähkölaitteille ja -laitteistoille tehtävistä tarkastuksista sähkölaitteistoluokitusten mukaan. Viimeisin sähköturvallisuuslaki on hyväksytty eduskunnassa joulukuussa 2016.

3.1 Yleiset säännökset

Sähköturvallisuuslain tarkoituksena on varmistaa, että sähkölaitteet ja -laitteistot ovat turvallisia ja estää sähkön käytöstä johtuvien mahdollisten häiriöiden haitalliset vaikutukset, sekä turvata näiden mahdollisten häiriöiden kohteeksi joutuneen henkilön oikeudet. Lain avulla myös varmistetaan, että sähkölaitteet ovat vaatimustenmukaisia. Laissa säädetään sähkölaitteille ja -laitteistoille asetettavista vaatimuksista, sähkölaitteiden ja laitteistojen vaatimuksenmukaisuuden osoittamisesta ja vaatimuksen mukaisuuden valvonnasta, sähköalan töistä ja niiden valvonnasta sekä sähkölaitteen ja laitteistojen haltijan vahingonkorvausvelvollisuudesta.

(Sähköturvallisuuslaki 1 : § 1.)

Sähköturvallisuuslain mukaan sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava sekä huollettava ja käytettävä etteivät:

- 1) ne aiheuta vaaraa hengelle, terveydelle tai omaisuudelle,
- 2) ne aiheuta vaaraa sähköisesti tai sähkömagneettisesti,
- 3) ne toiminnaltaan häiriinny helposti.

Jos sähkölaite tai -laitteisto ei ole määräysten mukainen, sitä ei saa tuoda markkinoille, eikä luovuttaa toiselle henkilölle tai itselleen. (Sähköturvallisuuslaki 1 : § 6.)

3.2 Sähkölaitteistoa koskevat vaatimukset

Sähkölaitteisto on suunniteltava, rakennettava ja korjattava niin, että se on teknisesti turvallinen käyttää. Laitteiston on myös täytettävä olennaiset turvallisuusvaatimuk-

set. Turvallisuusvaatimukset koskevat suojausta sähköiskulta, tulipalolta ja kuumuudelta, suojausta muilta haittavaikutuksilta, erityislaitteistojen sekä erityisolosuhteiden vaatimuksia, eri laitteistojen keskinäistä yhteensopivuutta, sekä muita olennaisia rakennevaatimuksia. Vaatimukset koskevat myös tarpeelliseksi katsottavia merkintöjä sekä asiakirjoja. Laitteiston rakenteessa tulee huomioida Suomessa vallitsevat olosuhteet ja noudatettavat asennustavat. (Sähköturvallisuuslaki 3 : § 31.)

Sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön vain, jos se täyttää sähköturvallisuuslaissa sille asetetut vaatimukset. Ennen kuin sähkölaitteisto otetaan käyttöön, on laitteiston rakentajan varmistettava, että laitteisto on suunniteltu ja rakennettu vaatimusten mukaan. (Sähköturvallisuuslaki 3 : § 41.)

3.2.1 Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus

Sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön sähköturvallisuuslain mukaan vasta, kun käyttöönottotarkastuksen tekemisen jälkeen on todettu, ettei laitteistosta aiheudu vaaraa tai häiriötä. Tarkastus tulee tehdä myös sähkölaitteiston muutos ja laajennustöille. Rakentaja huolehtii laitteiston käyttöönottotarkastuksen tekemisestä. Mikäli laitteiston rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai ei kykene tekemään käyttöönottotarkastuksia, on sähkölaitteiston haltijan huolehdittava niistä.

(Sähköturvallisuuslaki 3 : § 43.)

3.2.2 Sähkölaitteistoluokitus

Sähkölaitteistot jaetaan eri luokkiin niiden varmennus- ja määräaikaistarkastusten sekä kunnossapito-ohjelmaa koskevien vaatimusten perusteella seuraavasti:

1a) sähkölaitteisto asuinrakennuksessa, jossa on yli kaksi huonetta asuintarkoitukseen,

1b) sähkölaitteisto muussa kuin asuinrakennuksessa, jonka suojalaitteen ylivirtasuojan nimellisvirta on 35 ampeeria ja ei kuulu laitteistoluokkiin 2 tai 3,

2c) sähkölaitteisto, johon kuuluu yli 1000 voltin nimellisjännitteisiä osia, pois lukien laitteistot, johon kuuluu vain enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1000 voltin sähkölaitteita tai vastaavia laitteistoja,

2d) sähkölaitteisto, jonka liittymisteho on yli 1600 kilovoltttiampeeria,

3c) verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava sähköverkko.

(Sähköturvallisuuslaki 3 : § 44.)

3.2.3 Sähkölaitteiston varmennustarkastus

Sähkölaitteistolle on tehtävä varmennustarkastus jos kyseessä on luokan 1, 2, tai 3 sähkölaitteisto. Varmennustarkastus täytyy tehdä myös sähkölaitteiston merkittäväälle muutos ja laajennustyölle. Sähkölaitteiston rakentajan vastuulla on huolehtia, että varmennus tarkastus tulee tehdyksi. (Sähköturvallisuuslaki 3 : § 45.)

Varmennustarkastus on tehtävä ennen kuin sähkölaitteisto otetaan käyttöön, tai tietyn ajan kuluessa käyttöönoton jälkeen. Varmennustarkastuksessa on varmistettava riittävän laaja-alaisesti pistokokein tai muulla soveltuvalla tavalla, että sähkölaitteisto täyttää turvallisuudelle ja sähkömagneettiselle yhteensopivuudelle säädetyt vaatimukset, ja että sähkölaitteistolle on tehty käyttöönototarkastus, joka täyttää standardin SFS 6000 vaatimukset. Varmennustarkastuksen tekijän tulee laatia sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastustodistus ja kiinnitettävä esimerkiksi pääkeskukseen tarkastustarra. Laitteiston haltijan tulee säilyttää tarkastustodistus vähintään kymmenen vuoden ajan. (Sähköturvallisuuslaki 3 : § 46.)

3.2.4 Sähkölaitteiston määräaikaistarkastus

Luokan 1 ja 2 sähkölaitteistolle, asuinrakennuksia lukuun ottamatta, tulee tehdä määräaikaistarkastus 10 vuoden välein. Mikäli asuinrakennukseen kuuluu liiketiloja tai muita vastaavia tiloja jotka ovat jotain muuta käyttöä varten joiden suojalaitteen ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35A, täytyy sähkölaitteistoille jotka sijaitsevat näissä tiloissa tehdä määräaikaistarkastus 10 vuoden välein. Luokan 3 laitteistolle tarkastus on tehtävä viiden vuoden välein. Sähkölaitteiston haltija huolehtii määräaikaistarkastuksesta. (Sähköturvallisuuslaki 3 : § 49.)

Määräaikaistarkastuksessa varmistetaan riittävässä laajuudessa pistokokein tai muulla soveltuvalla tavalla, että:

- 1) laitteisto on turvallinen käyttää, kunnossapito on riittävä turvallisuu den ylläpitämiseksi ja laitteistolle on tehty mahdolliseen kunnossapito-ohjelmaan kuuluvat toimenpiteet,
 - 2) sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat tarvikkeet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä,
 - 3) sähkölaitteiston laajennus ja muutostöistä on oikeanlaiset tarkastuspöytäkirjat.
- (Sähköturvallisuuslaki 3 : § 50.)

3.3 Sähkö- ja käyttötoimia koskevat vaatimukset

Sähkötyöstä puhuttaessa tarkoitetaan laitteen korjaus- ja huoltotoimia sekä laitteiston rakennus-, korjaus- ja huoltotoimia. Sähkölaitteen eikä -laitteiston purkutöitä, ei lueta sähkötyöksi laitteen tai laitteiston ollessa jännitteettömässä tilassa. Käyttötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteiston käyttötoimenpiteitä ja sähkölaitteistoon kohdistuvia tarkastustoimenpiteitä. (Sähköturvallisuuslaki 4 : § 53.)

3.3.1 Sähkötöiden tekemisen edellytykset

Toiminnanharjoittaja on lupa tehdä sähkötyötä mikäli:

- 1) töitä johtamaan on nimetty henkilö jolla on riittävä kelpoisuus,
 - 2) itsenäisesti töitä tekevällä ja valvovalla henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito,
 - 3) toiminnanharjoittajalla on töiden suorittamiseen tarvittavat työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset,
 - 4) toiminnasta on tehty ilmoitus sähköturvallisuusviranomaiselle ennen kuin sähkötoimia koskeva toiminta aloitetaan. Sähköturvallisuusviranomaiselle tehtävästä ilmoituksesta tulee käydä ilmi, että sähkötöiden johtajalla on suostumus tehtävään.
- (Sähköturvallisuuslaki 4 : § 55.)

3.3.2 Sähkötöiden johtaja

Ennen toiminnan aloittamista, on toiminnanharjoittajan nimettävä sähkötöiden johtaja ja sähkötöitä varten. (Sätköturvallisuuslaki 4 : § 57.)

Sähkötöidenjohtajan tulee olla toiminnanharjoittaja tai toiminnanharjoittajan palveluksessa. Sähkötöiden johtajalle on annettava riittävät mahdollisuudet johtaa ja valvoa sähkötöitä. Toiminnanharjoittajan on annettava sähkötöiden johtajalle todellinen mahdollisuus huolehtia tehtävistään. Sähkötöiden johtajan on tunnettava sähkötyöturvallisuutta koskevat vaatimukset ja itse ylläpidettävä ammattitaitoaan säännöllisesti. (Sätköturvallisuuslaki 4 : § 58.)

Sähkötöiden johtaja vastaa siitä, että:

- 1) sähkötöissä noudatetaan sätköturvallisuuslakia,
- 2) sätkölaitteet ja -laitteistot ovat sätköturvallisuuslain ennen kunnossa ennen käyttöönottoa tai toiselle luovuttamista,
- 3) sähkötöitä tekevät henkilöt ovat riittävän ammattitaitoisia ja tehtäviinsä opastettuja. (Sätköturvallisuuslaki 4 : § 59.)

3.3.3 Käytön johtaja

Sätkölaitteiston haltijan on nimettävä käyttöitä varten käytön johtaja kaikille 2-luokan sätkölaitteistoille. Käytön johtaja on nimettävä kolmen kuukauden kuluessa sätkölaitteiston käyttöönotosta. (Sätköturvallisuuslaki 4 : § 60.)

Käytön johtaja vastaa siitä, että:

- 1) sätkölaitteiston käytössä ja huollossa noudatetaan sätköturvallisuuslakia,
- 2) sätkölaitteisto on sätköturvallisuuslain mukaisessa kunnossa käytön aikana
- 3) käyttöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi tehtäviinsä opastettuja. (Sätköturvallisuuslaki 4 : § 62.)

3.3.4 Sähköalan ammattihenkilö

Tarpeeksi ammattitaitoiseksi valvomaan ja itsenäisesti suoriutumaan alan sähkö- ja käyttötöitä luetaan, mikäli henkilö on tarpeeksi hyvin perehdytetty kyseisiin töihin, ja:

- 1) suorittanut soveltuvan tekniikan alan korkeakoulututkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden kokemuksen sähkötöistä,
- 2) suorittanut soveltuvan sähköalan insinöörin tai teknikon tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden kokemuksen sähkötöistä,
- 3) suorittanut soveltuvan ammattitutkinnon, erikoisammattitutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen ja hankkinut kuuden kuukauden kokemuksen sähkötöistä,
- 4) suorittanut soveltuvan ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen ja hankkinut vuoden kokemuksen sähkötöistä,
- 5) hankkinut kuuden vuoden työkokemuksen sähkötöistä ja riittävät alan perustiedot, (Sähtöturvallisuuslaki 4 : § 73.)

3.3.5 Sähkötyöturvallisuuden vaatimukset

Sähkö- ja käyttötyössä sekä sähkölaitteiston läheisyydessä tehtävässä työssä, joka voi aiheuttaa sähköiskun tai valokaaren vaaran tulee noudattaa työturvallisuuslakia. Työssä tulee myös noudattaa sähtöturvallisuuslain olennaisia turvallisuusvaatimuksia. (Sähtöturvallisuuslaki 4 : § 82.)

4 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET

Ennen kuin sähkölaitteisto otetaan käyttöön, on tarkastettava, että laitteisto on määräysten mukainen ja sitä kautta turvallinen käyttää. Tämän varmistamiseksi on tehtävä sekä aistinvaraisia tarkastuksia sekä mittauksia ja toiminnallisia kokeita. Tarkastuksen tekee sähkölaitteiston rakentaja. (Tiainen 2017, 342.) Käyttöönottotarkastus täytyy tehdä myös sähkölaitteiston muutos- ja laajennus töille. (SFS 6000-6, 440.)

Sähkölaitteistolle tehtävässä käyttöönottotarkastuksessa on riittävässä laajuudessa selvitettävä, ettei sähkölaitteistosta aiheudu sähköturvallisuuslaissa tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. Sähköturvallisuuteen liittyvät tarkastukset on esitetty tarkasti standardissa SFS 6000-6. (Tiainen 2017, 343.)

Käyttöönottotarkastuksia suorittavan henkilön on oltava riittävän ammattitaitoinen sähköalan ammattihenkilö. (Tiainen 2017, 343.) Lisäksi tarkastuksen suorittajalla tulee olla riittävät tiedot tarkastettavasta kohteesta. Tarkastuksessa käytettävien mittalaitteiden tulee olla turvallisia ja tarkoitukseen sopivia sekä tarkastuksen tekijän tulee osata käyttää niitä asianmukaisella tavalla. Mittauksia tehtäessä tulee olla määriteltä sähköturvallisuudesta vastaava henkilö, jolla on riittävästi ammattitaitoa huolehtia mittausten aikaisesta sähkötyöturvallisuudesta. (Tiainen 2017, 342.)

Tarkastuksesta on tehtävä pöytäkirja, joka luovutetaan laitteiston haltijalle. Ennen työn luovuttamista on tarkastuksissa havaitut puutteet korjattava ja tarkastettava. (Tiainen 2017, 343.)

4.1 Aistinvaraiset tarkastukset

Aistinvarainen tarkastus tehdään yleensä sähkölaitteistolle ennen testauksia koko asennuksen ollessa jännitteettömänä. Aistinvaraisesti tarkastetaan, että kiinteän asennuksen osana olevat sähkölaitteet ovat asianmukaisten laite standardien mukaisia. Sähkölaitteistojen pitää myös olla standardisarjan SFS 6000 vaatimusten sekä valmistajan ohjeiden mukaisesti valittuja ja asennettuja, eivätkä laitteistot ole vaaraa aiheuttavalla tavalla näkyvästi vaurioituneita. (SFS 6000-6, 441.)

Aistinvaraiseen tarkastukseen tulee sisällyttää vähintään seuraavien kohtien tarkastaminen, mikäli ne katsotaan aiheellisiksi:

- 1) menetelmät suojaukseen sähköiskun varalta
- 2) toimenpiteet lämpövaikutuksilta sekä palonleviämiseltä suojaamiseksi, sekä oikeanlaisten palosuojauksien käyttö
- 3) johtimien oikea valinta kuormitettavuuden mukaan
- 4) suoja- ja valvontalaitteiden oikea valinta, asettelu selektiivisyys ja yhteensopivuus
- 5) sopivien ylijännitesuojien valinta, sijoitus ja asennus, silloin kun ne on vaadittu
- 6) erotus ja kytkinlaitteiden oikea sijoitus, asennus ja valinta
- 7) sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten vaikutusten mukaan
- 8) nolla- ja suojajohtimien sopivat tunnuksot
- 9) piirustusten, varoituskilpien ja vastaavien tietojen paikkansapitävyys
- 10) virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien sekä vastaavien tunnistettavuus
- 11) kaapelien ja johtimien päätteiden ja liitosten sopivuus
- 12) maadoituskytkentöjen, suojajohtimien ja niiden liitosten oikeanlaisuus
- 13) sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila
- 14) sähkömagneettisilta häiriöiltä suojaavat toimenpiteet
- 15) jännitteelle alttiiden osien kytkennät maadoitusjärjestelmään
- 16) johtojärjestelmien valinta ja asentaminen
- 17) yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin ja äärijohtimen kytkentä lampunpitimen kantaosaan. (SFS 6000-6, 441.)

4.2 Mittaukset ja toiminnalliset kokeet

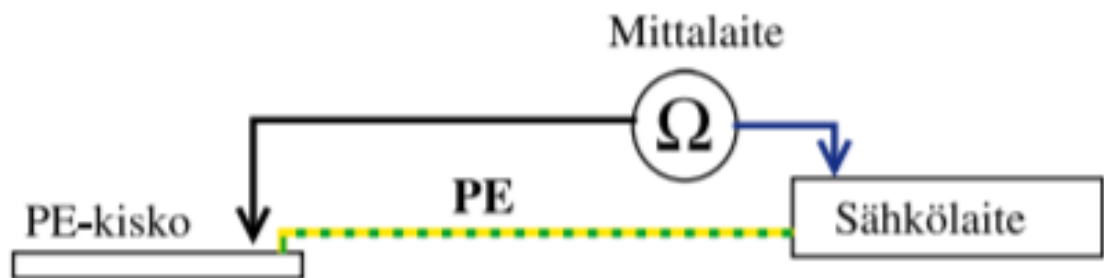
Mittausten avulla varmistetaan viimeisenä, että sähkölaitteisto on turvallinen käyttää, eikä aiheuta vaaratilanteita normaaleissa käyttöolosuhteissa. Mittaus tulosten ollessa kunnossa varmistetaan siltä, että suojausjärjestelmät toimivat oikein ja ettei mahdollisten virhekytkentöjen takia jännitettä ole osissa, joissa se voi aiheuttaa vaaroja, kuten suojamaadoitettujen pistorasioiden maadoitusliuskoissa. (Tiainen 2017, 349.)

Sähkölaitteistolle tehtävät mittaustoimenpiteet perustuvat standardin SFS 6000 vaatimuksiin. Testaukset tulee tehdä vasta sitten, kun asennukset ovat osaltaan täysin valmiita, eivätkä asennuksen myöhemmät vaiheet vaikuta mittaustulokseen.

(Tiainen 2017, 349.)

4.2.1 Suojajohtimen jatkuvuuden mittaus

Suojajohtimen jatkuvuuden mittaamisella selvitetään, että kaikki suojajohtimen ovat koko matkalta jatkuvia ja niiden liitokset on tehty huolellisesti. Mittaus tehdään laitteen ollessa jännitteettömässä tilassa mittaamalla laitteen jännitteelle alttiin osan (pistorasian suojakoskettimen tai potentiaalintasaukseen liitetyn osan) sekä kyseisiä osia lähinnä sijaitsevan pääpotentiaalintasaukseen kytketyn pisteen välinen suojajohtimen resistanssin arvo. Mittaus täytyy tehdä jokaiselle suojajohtimelle ja laitteelle laitekohtaisesti. (Tiainen 2017, 350.)



KUVIO 1. Suojajohtimen jatkuvuuden mittaus (Tiainen 2017, 351.)

Hyväksytylle mittaustulokselle ei ole tarkkaa raja-arvoa, sillä jokaista saatua arvoa verrataan mitattavan johtimen poikkipinnan ja pituuden perusteella arvioitavissa olevaan arvoon. Suojajohtimen jatkuvuuden mittauksen tekeminen on esitetty kuviossa 1. (Tiainen 2017, 350.) Jatkuvuusmittauksissa resistanssiarvot ovat arvoltaan todella pieniä. Useimmiten mittaustulos on $0-2\Omega$, riippuen johtimien pituuksista. Kupari- ja alumiinijohtimien resistanssiarvoja eri poikkipinnoilla luetaan taulukosta 1.

(Kauppila ja Saarelainen 2018, 19.)

TAULUKKO 1. Kupari- ja alumiinijohtimien resistanssiarvoja eri poikkipinnoilla (Kauppila ja Saarelainen 2018, 21.)

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

Mittaus kannattaa tehdä siten, että aloitetaan laitteiston pääpotentialintauskiskosta jonka jälkeen siirrytään säteittäin keskuskohtaiseen mittaukseen. Mittausta tehtäessä tulee varmistua siitä, että mitattava johdin on suojajohdin. Jatkuvuusmittauksia tehtäessä suojajohtimia ei tarvitse irrottaa piiristä. (Tiainen 2017, 350.)

Mittauksissa tulee kiinnittää huomiota kunnan liitoksiin ja oikeanlaisiin mittapäihin, sillä huono kontakti suojajohtimeen voi aiheuttaa ylimenovastusta, joka vaikuttaa mittaustulokseen merkittävästi. (Kauppila ja Saarelainen 2018, 20.)

4.2.2 Eristysresistanssin mittaus

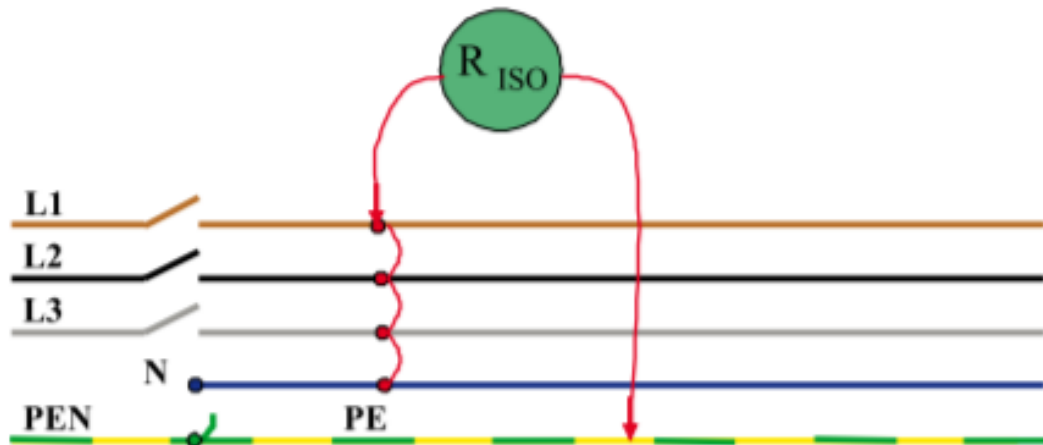
Eristysresistanssimittauksella varmistutaan siitä, että laitteiston jännitteiset osat ovat riittävän eristettyjä maasta. Mittaus tehdään jännitteettömässä tilassa ennen kun laitteisto otetaan käyttöön. (Tiainen 2017, 352.)

Mittaus voidaan tehdä siten, että mittaus kattaa laitteen yhdestä kohdasta mitattuna koko laitteiston. Tällöin mittaus tehdään pääkeskuksessa. Yleensä mittaus tehdään kuitenkin mittaamalla erikseen tietyt kokonaisuudet. Mitattaessa eristysresistanssia on kaikkien alueen käyttökytkimien ja johdonsuojakatkaisijoiden oltava I-asennossa, sekä ryhmäjohtojen ja sulakkeiden paikallaan. Näin mittaus kattaa koko laitteiston tai laitteiston osan kokonaisuudessaan. Eristysresistanssin mittaus TN-S-järjestelmässä on esitetty kuviossa 2, ja mittaus TN-C-järjestelmässä kuviossa 3.

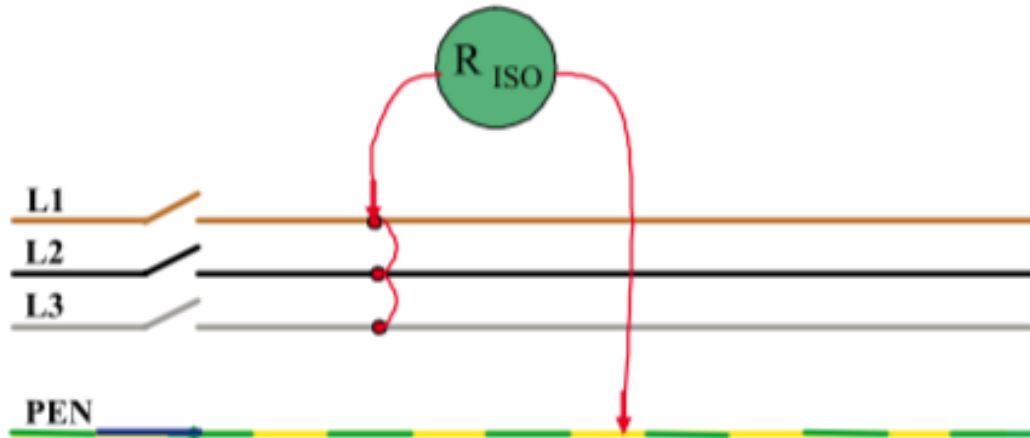
(Tiainen 2017, 352.)

Mittausjännitteenä käytetään 500V jännitettä, ja mittaustuloksen on oltava vähintään 1Mohmi. Eristysresistanssin pienimmät sallitut raja-arvot on esitetty taulukossa 2. Mitatun eristysresistanssi arvon ollessa hyväksyttyä pienempi, tulee virtapiirit jakaa pienempiin ryhmiin, jotka mitataan erikseen. Mittausta tehtäessä on varottava vaurioittamasta mitattavissa piireissä olevia elektronisia laitteita. Jotta laitteet eivät vioittuisi, on ne irrotettava mittauksen ajaksi tai kytkettävä vaihe- ja nollajohtimet yhteen haitallisen potentiaalieron välttämiseksi mittauksen aikana. Vaihtoehtoisesti voidaan mittauksessa käyttää 250V nimellisjännitettä yleisesti vaaditun 500V sijaan.

(Tiainen 2017, 353.)



KUVIO 2. Eristysresistanssin mittaus TN-S-järjestelmässä (Tiainen 2017, 352.)



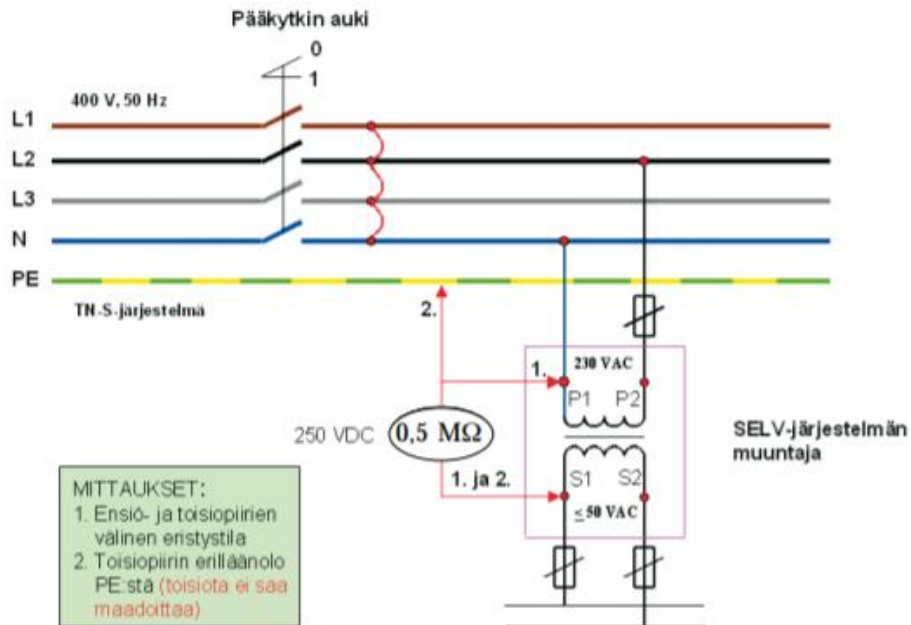
KUVIO 3. Eristysresistanssin mittaus TN-C-järjestelmässä (Tiainen 2017, 353.)

TAULUKKO 2. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot (Kauppila ja Saarelainen 2018, 25.)

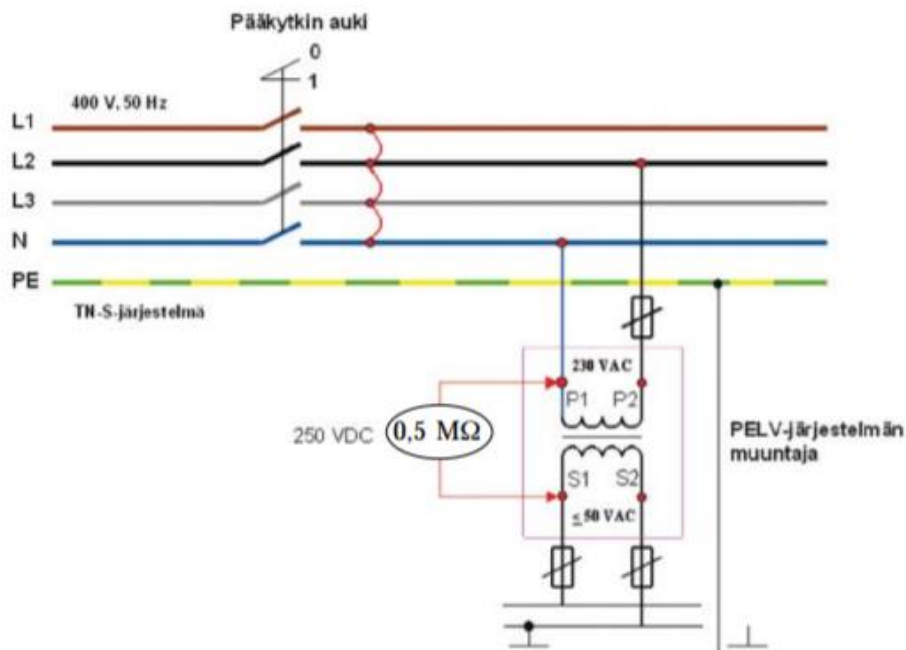
Virtapiirin nimellijännite V	Koejännite (tasajännite) V	Eristysresistanssi MΩ
SELV ja PELV	250	≥ 0,5
Enintään 500 V, FELV mukaan luettuna	500	≥ 1,0
Yli 500 V	1000	≥ 1,0

4.2.3 SELV- ja PELV-piirien ja sähköisesti erotettujen piirien eristysresistanssi

Kun asennus sisältää SELV- ja PELV-piirejä, on eristysresistanssi mitattava näiden piirien, ja suurempi jännitteisten piirien väliltä. SELV-piireistä täytyy myös mitata eristysresistanssi SELV-piirin ja maan välillä. Siitä syystä, että SELV-piiriä ei saa maadoittaa, täytyy sen ja maan välinen eristysresistanssi mitata. Kun SELV- tai PELV-piirin johtimet ovat kosketuksissa muun virtapiirin johtimien kanssa, tulee eristysresistanssi mitata myös SELV- tai PELV-piirin ja muun virtapiirin jännitteisten osien väliltä. Kuviossa 4 on esitetty SELV-piirien eristysresistanssin mittaus ja, kuvoissa 5 PELV-piirien. (Tiainen 2017, 354.)

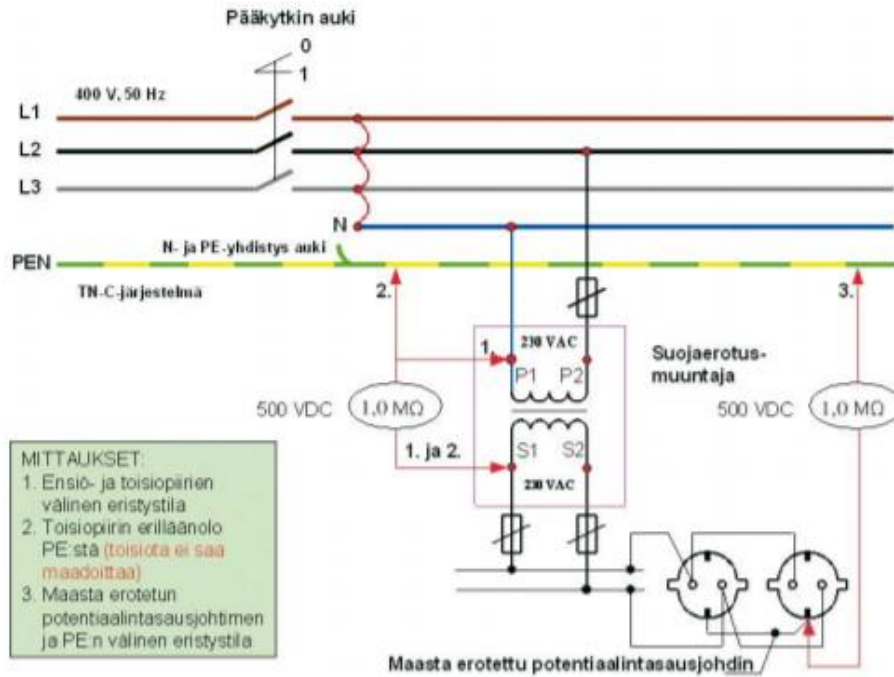


KUVIO 4. SELV-piirien eristysresistanssin mittaus (Tiainen 2017, 355.)



KUVIO 5. PELV-piirien eristysresistanssin mittaus (Tiainen 2017, 355.)

Mikäli asennukseen kuuluu sähköisesti erotettuja piirejä, on niiden eristysresistanssi mitattava muiden jännitteisten johtimien väliltä sekä erotetun piirin ja maan väliltä. Sähköisesti erotettujen piirien eristysresistanssin mittaus on esitetty kuviossa 6. (Tiainen 2017, 355.)



KUVIO 6. Sähköisesti erotettujen piirien eristysresistanssin mittaaminen (Tiainen 2017, 356.)

4.2.4 Syötön automaattisen poiskytkennän testaus

Syötön automaattinen poiskytkentä testataan useimmiten mittaamalla vikavirtapiirin impedanssi, sen perusteella määritellään mahdollisessa vikatapauksessa syntyvä oikosulkuvirta ja verrataan saatua arvoa suojalaitteiden taulukko arvoihin.

(Kauppila ja Saarelainen 2018, 30.)

Vikavirtapiirin impedanssin mittausta ei tarvitse tehdä jokaisesta ryhmäjohtosta. Vain ääritapauksissa mittausta tehdään jokaista sulakekokoa ja -tyyppiä kohden sekä johdintyyppiä ja -poikkipinta-alaa kohden, mutta nämä tilanteet ovat todella harvinaisia. Vikavirtapiirin impedanssi tulee mitata jokaisesta keskuksista ja muutamasta arviolta epäedullisimmasta pisteestä. Epäedulliset pisteet ovat yleensä pisimpien ryhmäjohtojen päissä ja poikkipinnaltaan pienissä ryhmissä. Mittaustulosten ollessa hyviä voidaan todeta, että automaattinen poiskytkentä tapahtuu kaikissa laitteissa. Niissä tapauksissa joissa mittaustulokset menevät juuri ja juuri läpi, joudutaan mahdollisesti tekemään useampia mittauksia. (Kauppila ja Saarelainen 2018, 31.)

Vikavirtapiirin impedanssin mitatun arvon on oltava sellainen, että syötön poiskytkentä tapahtuu standardin vaatimassa ajassa. Vaadittu mitattu arvo saadaan kertomalla laskennallinen arvo 5/4:lla. Tämä johtuu siitä, että vikatilanteessa syntyvä mahdollinen lämpöhaitta nostaa vikavirtapiirin resistanssiarvoa, joka taas kasvattaa todellista oikosulkuvirran suuruutta. Tällöin mittaamalla saaduksi oikosulkuvirran arvoksi vaaditaan vähintään 1,25-kertainen virta-arvo. (Kauppila ja Saarelainen 2018, 32.)

Mittalaitteet mittaavat vain vikavirtapiirin impedanssiarvoa. Hyväksi käyttäen nimellisarvoa saadaan laskettua vikatilanteessa syntyvä oikosulkuvirta. Useimmiten kuitenkin ammattikäytössä olevat asennustesterit pystyvät itse suorittamaan oikosulkuvirran arvon laskemisen, jolloin testeri ilmoittaa sekä impedanssi, että oikosulkuvirta-arvon. Vertaamalla saatua virta-arvoa suojalaitteen taulukkoarvoihin todetaan toimiiko suojalaitteen syötön poiskytkentä vaaditussa ajassa. (Kauppila ja Saarelainen 2018, 32.)

Normaalissa kiinteistön sähköverkossa on suojalaitteen toiminta-aika-arvoja kaksi, 0,4s ja 5,0s. Johdonsuojakatkaisijoilla molempien aika-arvojen vaatima oikosulkuvirta-arvo on yhtä suuri. Pienimmät johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat on esitetty taulukossa 3. Kun taas tulppa- ja kahvasulakkeilla vaadittavat oikosulkuvirran arvot ovat erisuuruisia. Taulukossa 4 on esitetty pienimmät gG-sulakkeiden toimintavirrat. Lyhyemmällä toiminta-ajalla tulee gG-sulakkeilla olla huomattavasti suurempi oikosulkuvirran arvo, kuin pidemmällä toiminta-ajalla. (Kauppila ja Saarelainen 2018, 32.)

TAULUKKO 3. Pienimmät johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat

(Kauppila ja Saarelainen 2018, 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

TAULUKKO 4. Pienimmät gG-sulakkeiden toimintavirrat

(Kauppila ja Saarelainen 2018, 33.)

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

4.2.5 Vikavirtasuojan toiminnan testaus

Jokaisen sähkölaitteiston vikavirtasuojan toiminta on tarkistettava erikseen. Tarkastus aloitetaan testaamalla toiminta ensin vikavirtasuojassa olevalla testipainikkeella. Lisäksi vikavirtasuojat tarkistetaan mittaamalla ne asiamukaisella mittalaitteella. Mittauksessa varmistetaan, että vikavirtasuoja toimii nimellisvirrallaan. Lisäksi on suositeltavaa mitata suojan poiskytkentäaika. Laitteen poiskytkentäaika on mitattava aina, kun käytetään jo aiemmin käytössä olleita vikavirtasuojia, olemassa olevien asennusten muutos- ja laajennustöissä sekä kun vikavirtasuojaa käytetään vikasuojaukseen ja lisäsuojaukseen. (Kauppila ja Saarelainen 2018, 34.)

4.2.6 Napaisuus testi ja kiertosuunnan tarkistus

Yksinapaisia kytkinlaitteita ei saa asentaa nollajohtimeen. Napaisuuden varmistuksen tekee kytkinlaitetta asentava tai valvova henkilö. Valvojan henkilön varmistettavaksi tämä jää käytännössä vain silloin, kun asennuksen tekee joku muu kuin sähköalan ammattilainen. (Kauppila ja Saarelainen 2018, 34.)

Monivaiheisissa piireissä tulee tarkistaa, että kiertosuunta säilyy oikeana. Myös sähkökeskuksista täytyy tarkistaa kiertosuunta, vaikka niistä ei lähtisikään yhtään monivaiheista ryhmäjohtoa eteenpäin. (Kauppila ja Saarelainen 2018, 34.)

4.2.7 Toiminnalliset kokeet

Sähkölaitteistolle on tehtävä toimintatestit, jotta varmistutaan siitä että, ne ovat oikein asennettu, kiinnitelty ja aseteltu oikein SFS 6000 standardin vaatimusten mukaisesti. Suojalaitteille tulee tarpeen mukaan tehdä toiminnalliset kokeet, joiden avulla varmistetaan niiden olevan asennettu ja aseteltu oikein. Silloin kun vikasuojaukseen käytetään vikavirtasuojia, on suojan sisältyvän testilaitteen toiminta varmistettava. (SFS 6000-6, 447.)

Toiminnalliset kokeet on tehtävä aina vasta kun asennukset ovat täysin valmiina sekä ohjaukset ja muut kaapelit on toteutettu lopullisia reittejä käyttäen. Kokeet tehdään

lopullisin asennuksin siitä syystä, että varmistetaan kaikkien laitteiden olevan varmasti kunnossa ja näin vältetään ylimääräisiltä korjauskuluilta.

(Kauppila ja Saarelainen 2018, 35.)

4.3 Käyttöönottotarkastusten dokumentointi

Jokaisesta uudesta tai olemassa olevasta asennuksesta on laadittava käyttöönottotarkastuspöytäkirja asennusten valmistuttua pois lukien vähäisiksi todetut sähkötyöt. Tarkastuksissa ilmenevät viat on korjattava ennen kuin sähköurakoitsija voi ilmoittaa kohteen täyttävän standardin SFS 6000 vaatimukset.

(Kauppila ja Saarelainen 2018, 37.)

Käyttöönottotarkastuksesta tulee laatia sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja, josta tulee löytyä seuraavat tiedot:

- kohteen yksilötiedot
- selvitys siitä, että sähkölaitteisto on säännösten ja määräysten mukainen
- yleiskuvaus tehdyistä tarkastusmenetelmistä
- tarkastuksen ja mittausten tulokset

(Tiainen 2017, 358.)

Tarkastuspöytäkirjaan on merkittävä mittauksista seuraavat mittaustulokset:

- kaikki mittaustulokset eristysresistanssimittauksista ja silmukkaimpedanssi mittauksista
- vikavirtasuojien toiminnan mittaustulokset
- jatkuvuusmittauksista vaatimusten toteutuminen sekä kiertosuunta keskuskohtaisesti

(Tiainen 2017, 359.)

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa on oltava myös tieto mahdollisista huolto- ja kunnossapito-ohjelman tarpeista sekä tieto seuraavan määräaikaistarkastuksen ajankohdasta. Lisäksi pöytäkirjasta tulee ilmetä, mitä ratkaisuja on käytetty että asennukset täyttävät EMC-direktiivin vaatimukset. (Kauppila ja Saarelainen 2018, 38.)

”Käyttöönottotarkastuksen tekijän on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja tai varmennettava se muulla luotettavalla tavalla. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta tulee löytyä myös sähkötoiden johtajan yhteystiedot.” (Tiainen 2017, 359.)

5 MITTAUKSISSA KÄYTETTÄVÄT MITTALAITTEET

Urakoitsijalla tulee olla käytettävissään sellaiset mittalaitteet, joilla vaadittavat testaukset kyetään tekemään. TUKESille tehtävässä toimintailmoituksessa urakoitsijan on ilmoitettava käyttöön tulevat mittalaitteet. Tarvittaviin mittareihin kuuluvat:

- yleismittari
- eristysresistanssimittari
- pihtiampeerimittari
- vaihejärjestyksen koetin
- suojajohdinpiirin kunnan varmistamiseen pystyvä mittari
- jännitetesteri
- oikosulkuvirran mittaamiseen pystyvä mittari

(Tiainen 2017, 360.)

5.1 Yleismittari ja pihtimittari

Yleismittarilla mitataan yleisesti sähkölaitteen jännitteen, resistanssin ja virran suuruutta. Yleismittareilla voi myös mitata lämpötilaa.

(Fluke Model 87 & 89 Series IV Käyttöopas 2018.)

Mitattaessa jännitteen tai virran suuruutta on tärkeää valita mittarista mitataanko tasa-, vai vaihtojännitettä tai tasa-, vai vaihtovirtaa. Lisäksi pitää muistaa asettaa mittapäät niille tarkoitettuihin sisääntuloliittimiin, koska jännitettä ja virtaa mitataan eritavalla. Mitattaessa resistanssia liitetään mittajohtimet samoihin sisääntuloliittimiin kuin jännitemittauksessa. Joillain yleismittareilla mittauksia tehdessä on tärkeää muistaa valita mitattavan arvon lisäksi myös se, että mitattavan arvon suuruusluokka on oikea. FLUKE 87V asennustesteri on esitetty kuvassa 1.

(Fluke Model 87 & 89 Series IV Käyttöopas 2018.)

Pihtimittareilla voidaan mitata vaihto- ja tasajännitettä, vaihtovirtaa, resistanssia ja jatkuvuutta. Mitattaessa virtaa pihtimittarilla asetetaan mitattava johdin mittarin pihtien sisään. Asetettaessa johdinta pihtien sisään täytyy muistaa asettaa se niin, että virran kulkusuunta johtimessa on sama kuin pihtimittarin pihtieissä. Virran kul-

kusuunta on merkattu nuolella mittarin pihteihin. Kun taas mitataan jännitettä, jatkuvuutta tai resistanssia mittausta suoritetaan kahdella mittapäällä, jotka liitetään pihtimittarin sisääntuloliittimiin. Kuvassa 2 Fluke 325-TRUE-RMS pihtimittari. (Fluke 323/324/325 Käyttöopas 2018.)



KUVA 1. FLUKE 87V



KUVA 2. FLUKE 325-TRUE-RMS

5.2 Jännitteenkoetin ja pistorasia testeri

Jännitteenkoetinta ei käytetä varsinaisissa käyttöönottomittauksissa. Jännitteenkoetin on kuitenkin lähes välttämätön apuväline sähkölaitteiston rakentamisen aikana sekä koestettaessa käyttöön tulevaa sähkölaitteistoa. Asennusten aikana jännitteenkoettimella tulee tarkastaa kaikki asennuksen osat, joista ei varmasti tiedetä ovatko ne jännitteellisiä vai eivät. Jännitteenkoettimessa on valoindikointi joka näyttää piirissä mahdollisesti olevan jännitteen suuruuden. Jännitteenkoettimen toimivuus on hyvä

testata aina jännitteellisestä pistorasiasta ennen sen käyttöä. Jännitteenkoetin on esitetty kuvassa 3.



KUVA 3. Jännitteenkoetin

Pistorasiatesteri on todella hyödyllinen työkalu koestettaessa sähkölaitteistoa. Testerillä pystyy kätevästi varmistamaan, että pistorasiat ovat oikein kytketty. Testeri ilmoittaa valoindikoinnin avulla onko se oikein kytketty, ja jos ei ole valot ilmaisevat mitä pistorasiassa on kytketty väärin. Pistorasian oikein kytkentää testattaessa on tärkeää asettaa testeri oikein päin pistorasiaan tai muuten se näyttää kytkentä virhettä. Pistorasiatesterillä pystytään myös testaamaan 30mA suuruisen vikavirtasuojan toimivuus. Tämä testaus ei kuitenkaan korvaa käyttöönottomittauksissa tehtävää vikavirtasuojan toiminnan testausta. Pistorasiatesteri on esitetty kuvassa 4.



KUVA 4. Pistorasiatesteri

5.3 Asennustesteri

Asennustesteri on eniten käytettävä mittalaite tehtäessä sähkölaitteiston käyttöönottomittauksia, koska sillä pystytään mittaamaan suurin osa SFS-6000 standardin vaatimista mittauksista. Yleisimmillä asennustestereillä pystytään mittaamaan eristysresistanssia, jatkuvuutta, silmukkaimpedanssia, vikavirtasuojan toimintaa ja vaihekiertoa.

Asennustesteriä käytettäessä tulee valita testeristä aina oikea testityyppi sekä oikeat mittapäät tiettyä mittausta tehdessä. Mittajohdoissa on lähes aina pieni vastus, joka voi vaikuttaa mittaustuloksen mitattaessa jatkuvuutta tai silmukkaimpedanssia.

Tästä syystä tulee mittajohdot nollata ennen mittausta. Kuvassa 5 on esitetty Metrel 3102 asennustesteri.



KUVA 5. Metrel 3102 Asennustesteri

5.3.1 Jatkuvuuden mittaus

Jatkuvuus mittauksessa käytetään kahta mittajohtoa, jotka ovat useimmiten väreiltään punainen ja vihreä (L ja PE). Mittaus tehdään käytännössä niin, että toinen mittapää on keskuksella maadoituskiskossa ja toinen mittapää joko toisessa keskuksessa tai mitattavan sähkölaitteen maadoitetussa osassa.

(Fluke 1662/1663/1664 FC Käyttöopas 2018.)

5.3.2 Eristysresistanssin mittaus

Eristysresistanssin mittauksessa käytetään samoja mittajohtoja kuin jatkuvuus mittauksessa. Asennustesteristä valitaan eristysresistanssi mittauksessa useimmiten 500V jännite, ellei mitattava piiri pidä sisällään elektronisia laitteita, jolloin valitaan 250V

jännite. Eristysresistanssi mittauksessa yhdistetään kaikki vaihejohtimet ja nollajohdin. Mittaus tehdään sen jälkeen vaihejohtimien ja PE-johtimen väliltä.

(Fluke 1662/1663/1664 FC Käyttöopas 2018.)

5.3.3 Silmukkaimpedanssi mittaus

Silmukkaimpedanssia mitattaessa tulee tietää onko mitattavassa piirissä vikavirtasuojakytkin vai ei, jotta voidaan valita testeristä oikea mittaussasento. Silmukkaimpedanssi mittauksessa käytetään joko kolmea mittajohtoa (L, PE, N) tai sitten pistotulppaa, riippuen mitattavasta sähkölaitteesta. Mitattuaan silmukkaimpedanssin, testeri laskee automaattisesti johdonsuojakatkaisijan toimintavirran.

(Fluke 1662/1663/1664 FC Käyttöopas 2018.) Joissakin testereissä on mahdollista valita jo mittausta tehdessä järjestelmässä olevan johdonsuojakatkaisijan tyyppi. Tällöin testeri ilmoittaa automaattisesti, onko mitattu arvo standardin vaatimusten suuruinen, eikä sitä tarvitse erikseen tarkastaa taulukoista.

5.3.4 Vikavirtasuojan toiminta

Testeristä täytyy valita mitattavan vikavirtasuojan nimellistoimintavirta. Mittauksessa käytetään joko kahta mittajohtoa tai sitten pistotulpallista mittajohtoa. Mitattuaan laukaisuaajan, testeri ilmoittaa vastaako se standardin vaatimaa toiminta-aikaa.

(Fluke 1662/1663/1664 FC Käyttöopas 2018.)

Vikavirtasuojan laukaisuvirtaa mitattaessa käytetään samoja mittapäitä ja asetuksia kuin vikavirran laukaisuaajan mittauksessa silloin kun mitataan saman vikavirtasuojan toimintaa. Myös tämän mittauksen jälkeen testeri kertoo, onko vikavirtasuojan laukaisuvirta standardin edellyttämällä tasolla.

(Fluke 1662/1663/1664 FC Käyttöopas 2018.)

6 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET URAKKATYÖN YHTEYDESSÄ

Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus on kohtuullisen paljon aikaa vievä ja työläs osa sähkölaitteiston rakentamista, joka on tehtävä standardien ja sähköturvallisuuslain edellyttämällä tavalla aina uudiskohteita rakennettaessa. Tämän takia käyttöönottomittaukset tulisi mitata kerralla oikein, ettei mittauksista syntyisi liian suuria kuluja projekteille. Myös aikataulun laatiminen oikein on tärkeää lisäkulojen välttämiseksi. Jotta tämä olisi mahdollista, tulisi mittauksia tekevien asentajien oltava riittävän ammattitaitoisia tekemään käyttöönottomittauksia. Tällöin myös mitausten aikatauluttaminen on helpompaa, kun pystytään varmemmin arvioimaan mittauksiin kuuluva aika, ja sitä kautta kustannukset.

6.1 Käyttöönottomittausten aikatauluttaminen kerrostalorakentamisessa

Koska käyttöönottomittaukset vievät paljon aikaa, tulee mittaukset aikatauluttaa rakennusprojektin yhteydessä. Mittausten tekeminen on hyvä aloittaa mahdollisimman pian siitä, kun jokin tietty osa projektista on käyttöönottomittausten aloittamisen edellyttämässä kunnossa. Esimerkiksi, jos kohteessa on useita rappuja, kannattaa mittaukset aloittaa vasta sitten kun vähintään yksi rappu on siinä kunnossa, että se voidaan mitata kokonaisuudessaan. Mittausten aloittaminen kannattaa toki arvioida lisäksi siten, että kun on yksi rappu saatu mitattua, voidaan siirtyä suoraan mittamaan seuraavaa rappua. Näin ei kulu turhaan ylimääräistä aikaa eri alueiden mitaamisen välille, jolloin kustannukset pysyvät paremmin kurissa. Käyttöönottomittauksista syntyviä kustannuksia laskiessa tulee arvioida niihin kuuluva aika. Mittauksiin kuluva aika arvioidessa on tärkeää tietää, onko kohteessa mitään mittauksia hidastavia tekijöitä, sekä tulee olla tietoinen siitä miten nopeasti asentaja tulee mittamaan kohteen. Aikataulun arvioimiseen vaikuttaa lisäksi vielä tehdäänkö mittaukset omilla asentajilla vai alihankintana. Tehtäessä käyttöönottomittaukset alihankintana on todennäköistä, että mittaukset ovat nopeammin tehtynä, koska alihankkijat ovat perehtyneet nimenomaan käyttöönottomittauksiin ja tekevät kohteessa vain ne, eivätkä osallistu muun työn tekemiseen.

Omilla asentajilla mitattaessa kerrostalokohdetta on hyvä arvioida, kuinka kauan kuluu keskimäärin yhden asunnon mittaamiseen ja lisätä siihen jonkun verran ylimääräistä aikaa, jotta arvio kattaa myös yleisten tilojen mittaamisen sekä mahdollisista ongelmista lisääntyvän ajan.

6.2 Mahdolliset riskitekijät käyttöönottomittauksia tehtäessä

Mahdolliset riskit tehtäessä käyttöönottomittauksia korostuvat lähinnä silloin, kun mittauksia tehdään omilla asentajilla.

Eri riskitekijöitä ovat muun muassa:

- Asentajien käyttöönottomittausten tekemisen rutiinin puute,
- Mittauksiin kuluvan ajan lisääntyminen,
- Kustannusten kasvaminen,
- Mittaustulosten oikein dokumentointi,
- Käyttöönottomittauksista aiheutuva mahdollinen työvoiman lisääminen

Suurin osa mahdollisista riskitekijöistä johtuu joko riittämättömästä mittaus rutiinista jolloin aikaa kuluu mahdollisesti enemmän ja virheiden mahdollisuus kasvaa, huonoista ohjeista tai huonosta työn suunnittelusta. Riskitekijöitä pystytään vähentämään, kun käyttöönottomittauksiin varaudutaan tarpeeksi ajoissa ja hyvin. Suurimmasta osasta riskejä päästään eroon, kun varmistutaan siitä että, asentajat ovat kykeneviä tekemään käyttöönottomittauksia ja mahdollisimman hyvin ohjeistettuja. Tällöin mittaukset tulee tehtyä ja dokumentoitua kerralla oikein, eikä mittauksiin kulu ylimääräistä aikaa, jolloin kustannuksetkaan eivät kasva ratkaisevasti. Tämä myös helpottaa käyttöönottomittausten aikatauluttamista, koska mittauksiin kuluva aika on helpompaa arvioida kun tiedetään, että mittaukset sujuvat ilman ongelmia.

6.3 Käyttöönottomittaukset alihankintana vai omilla asentajilla

Käyttöönottomittausten suorittaminen alihankintana tai omilla asentajilla voi olla henkilökohtainen mielipidekysymys. Varsinkin suurissa ja haastavissa kohteissa, esimerkiksi lääkintätiloissa on suositeltavaa, että käyttöönottomittaukset tilataan ali-

hankintana. Pienemmissä tai yksinkertaisemmissa kohteissa kuten kerrostaloasunnoissa mittausten tekeminen ei kuitenkaan ole niin haastavaa eikä aikaa vievää.

Alihankintana tehtäessä käyttöönottomittaukset, mittaamisen suorittaa yleensä kaksi henkilöä, kun taas omilla asentajilla mitattaessa voidaan kerrostalokohde mitata kokonaan yhdellä asentajalla. Yhdellä omalla asentajalla mittaaminen on toki huomattavasti hitaampaa, kuin kahdella mittaajalla, jotka ovat nimenomaan perehtyneet käyttöönottomittausten tekemiseen. Tämän takia mittaukset itse tehtäessä korostuu oikean aikataulutuksen tärkeys.

Kun mittaukset tehdään alihankintana, on siinä monia hyviä puolia. Jonkun muun suorittaessa käyttöönottomittaukset, pystyvät omat asentajat keskittymään vain asennustekniseen työhön. Käyttöönottomittausten tekeminen tulee myös tehtyä nopeammin. Lisäksi riskitekijät pienenevät huomattavasti alihankkijan tehtäessä käyttöönottomittaukset. Aikataulun laatiminen käyttöönottomittauksille on myös helpompaa. Käyttöönottomittauksia tilattaessa täytyy vain ilmoittaa milloin mittausten tulee olla dokumentoituina, sekä antaa kohteesta tarpeeksi paikkaansa pitävät tiedot, kuten asuntojen, kerrosten ja rappujen määrä sekä mahdolliset muut alueet, esimerkiksi autohallin koko tai ulkoviivavarastot. Tällöin alihankinnan suorittava yritys pystyy itse arvioimaan mittauksiin kuluvaan ajan.

Itse kohteen mittaamisessa on kuitenkin monia hyviä puolia. Oman asentajan suorittaessa käyttöönottomittaukset, samalla tulee tehtyä oman työn tarkastus vielä kertaalleen, joka vaikuttaa työnlaadun lopputulokseen. Mikäli mitattaessa löytyy joitain virkoja, niitä ei alihankkija korjaa toisin kuin mittauksia mahdollisesti suorittava oma asentaja. Mittaustavoissakin voi olla pieniä eroavaisuuksia. Alihankkijan mitatessa, voi osa mittauksista tulla tehtyä pelkästä keskus päästä. Vaikka tämäkin on hyväksytty tapa, on parempi jos kaikki mittaukset mitkä vain voidaan, tehdään niin sanotussa kenttäpäässä, jolloin mittaustulos on realistisempi. Myös mittaustulosten dokumentoinnissa voi syntyä eroja. Alihankkijan kautta mittaustulokset saattavat hyvinkin olla paperille käsin kirjoitettuja, kun taas omalla asentajalla tulokset kirjataan reaaliajassa asennustesteriin ja sitä kautta tietokoneelle. Tietokoneelle tulosten kirjaaminen on siistimpi tapa sekä vähentää kirjoitusvirheiden sekä epäselvien numeroiden mahdollisuutta. Suurimmaksi näkyväksi eroksi muodostuvat kuitenkin kustannukset.

Vaikka alihankintana tehdyt mittaukset tulee suoritettua huomattavasti nopeammin, on se myös huomattavasti kalliimpaa. Alihankintana tilattuna tuntihinta asentajaa kohden on lähestulkoon kaksinkertainen. Omalla yhdellä asentajalla ei kuitenkaan mene mittaamiseen edes puolta kauempaa kuin alihankkijoilla. Tällöin alihankintana tilattujen mittausten hinta voi olla jopa yli kaksinkertainen.

Mikäli omat asentajat ovat tarpeeksi hyvin perehdytettyjä, heillä on selkeät ohjeet käyttöönottomittausten tekemisestä, ja aikataulu sekä resursointi antavat myöden, on käyttöönottomittausten tekeminen itse kannattavampaa kerrostalokohteissa, koska kustannukset ovat käyttöönottomittausten osalta sen verran pienemmät tämänlaisessa tilanteessa.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä syvemmin käyttöönottotarkastusten tekemiseen kerrostalo rakentamisen yhteydessä. Aiheena oli tehdä sähköasentajille yksinkertainen ohje käyttöönottomittausten tekemisestä, joka mahdollisesti tulee helpottamaan mittausten tekemistä tulevaisuudessa. Lisäksi työssä otettiin selvää käytännön mittauksista kerrostalo kohteissa, ja selvitettiin mahdollisia eroavaisuuksia mittausten tekemisessä Caverion Suomi Oy:n Asunnot yksikön ja alihankkijan välillä, sekä otettiin kantaa mahdollisiin riskeihin ja käyttöönottomittausten aikatauluttamiseen.

Opinnäytetyön aloittamisen ajankohta oli juuri oikea, koska kahdella eri kerrostalotyömaalla oltiin aloittamassa käyttöönottomittauksia lähes samaan aikaan, mistä syystä saatiin reaaliaikaista tietoa mittauksista syntyvistä eroista, jolloin vertailu oli helppo tehdä. Näin ollen käytännön mittauksissakin pystyttiin olemaan mukana, mitä ilman ei olisi pystynyt mittaushojeita asentajille tekemään.

LÄHTEET

Bäck, K. 2019. Sähköasentaja, Caverion Suomi Oy. Espoo. Henkilökohtainen tiedonanto. 18.1.2019

Caverionin www-sivut. 2019. Viitattu 7.2.2019. <https://www.caverion.fi>

Fluke Model 87 & 89 Series IV Käyttöopas 2018. Viitattu 26.1.2019
<https://www.fluke.com/fi-fi/tuotetuki/kayttooppaat>

Fluke 1662/1663/1664 FC Käyttöopas 2018. Viitattu 26.1.2019
<https://www.fluke.com/fi-fi/tuotetuki/kayttooppaat>

Fluke 323/324/325 Käyttöopas 2018. Viitattu 26.1.2019
<https://www.fluke.com/fi-fi/tuotetuki/kayttooppaat>

Kauppila, J. & Saarelainen, K. 2018. ST-käsikirja 33 Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. 4. uud. painos. Espoo: Sähköinfo Oy

SFS-Käsikirja 600-1-1:2017 Pienjännitesähköasennukset. Osa 1-1: SFS 6000 Yleisvaatimukset. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry

Sähköturvallisuuslaki (1135/2016)

Tiainen, E. 2017. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 24. uud. Painos. Espoo: Sähköinfo Oy

Caverion

1 (2)

Käyttöönottomittausohje sähköasentajalle

Jännitteettömänä tehtävät mittaukset

Suojajohtimen jatkuvuus

- Mittarin kalibrointi.
- Suojamaan ja nollajohtimen erotus.
- Mittaus potentiaalintasauksen ja sähkölaitteen jännitteelle alttiin osan väliltä.
- Pitkillä matkoilla apuna voidaan käyttää toisia suojajohtimia.
- Mittaustulos 0-2 Ω .

Eristysresistanssi

- Nolla- ja vaihejohtimien kytkentä yhteen.
- Mitataan kaikkien jännitteisten johtimien ja maan väliltä.
- Koejännite normaalisti 500VDC.
- Elektroniset laitteet kytketään irti mitattavasta piiristä → jos tämä ei ole mahdollista, muutetaan koejännite 250VDC.
- Sulakkeiden, johdonsuoja-automaattien, vikavirtasuojakytkimien, sekä ohjaus- ja käyttökytkimien laittaminen kiinni asentoon.
- Mittaus kannattaa tehdä keskukselta joka syöttää koko rapun muita sähkökeskuksia → mikäli mittaus ei mene läpi, mitattava kaikki kesukset erikseen.
- Mittaustuloksen oltava vähintään 1M Ω .

Jännitteellisenä tehtävät mittaukset

Oikosulkuvirta

- Oikean sulaketyypin ja -koon valinta testeriin (mikäli käytössä Metrel).
- Testeristä valittava oikea asento sen mukaan onko piirissä vikavirtasuojakytkin vai ei.
- Mittaus kannattaa tehdä keskuskohtaisesti vain parista epäedullisimmasta pisteestä (pisimmät ryhmäjohdot sekä pienimmät johdin poikki-pinnat).
- Mittaustulos taulukosta → johdonsuojakatkaisijoilla ei merkitystä toiminta-ajoilla, kun taas tulppa- ja kahvasulakkeilla toiminta-aika varmistettava (0,4s vai 5s).

Vikavirtasuojakytkimen toiminta

- Testipainikkeen toiminnan tarkastus. Mikäli painike ei toimi, tarkastettava ovatko kaikki vikavirtasuojan perässä olevat johdonsuojakatkaisijat nostettu ylös.
- Testeristä valittava mitattavan vikavirtasuojan nimellistoimintavirta.
- Tehtävä ramppitesti jolla testataan vikavirtasuojan todellinen toimintavirta.
- Toimintavirran oltava ½-1-kertainen nimellistoimintavirtaan nähden.
- Toiminta-ajan testaus.

Napaisuus

- Yksinapaisia kytkinlaitteita ei saa asentaa nollajohtimeen
- Tarkistetaan jo kytkinlaitetta asennettaessa.

Kiertosuunta

- Tarkistetaan monivaiheisista piireistä sekä sähkökeskuksista.



ST 51.21.05

1 (4)

Pöytäkirjan nro _____

**KÄYTTÖÖNOTTO-
TARKASTUSPÖYTÄKIRJA**

Käyttöönottotarkastuksen osatarkastus <input type="checkbox"/>			
Käyttöönottotarkastus <input type="checkbox"/>			
Muu <input type="checkbox"/>			
PERUSTIEDOT			
Kohteen tiedot	Työnumero	Kohteen nimi ja yksilöinti	Osoite ja postitoimipaikka
Sähkölaitteiston rakentaja	Rakentajan nimi	Osoite ja postitoimipaikka	
	Sähkötöiden johtaja		
	Puhelinnumero	Sähköpostiosoite	
1. AISTINVARAINEN TARKASTUS			
Koko kohde <input type="checkbox"/>		Vain kyseinen keskusalue <input type="checkbox"/>	
a)	Sähköskulta suojaus Huom! _____	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
b)	Palosuojaus Huom! _____	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
c)	Johtimien valinta Huom! _____	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
d)	Suoja-, käyttö- ja valvontalaitteet Huom! _____	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
e)	Erotus- ja kytkentälaitteet Huom! _____	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
f)	Sähkölaitteiden suojausmenetelmät Huom! _____	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
g)	Nolla- ja suojajohtimien tunnuksat Huom! _____	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
h)	Yksivaiheiset kytkinlaitteet Huom! _____	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
i)	Dokumentit, varoituskilvet yms. Huom! _____	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
j)	Tunnistettavuus Huom! _____	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
k)	Johtimien liitosten sopivuus Huom! _____	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>

1. AISTINVARAINEN TARKASTUS (jatkuu)									
l) Suojajohtimien olemassa olo		Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>				
Maadoituselektrodin rakenne:									
Perustusmaadoitus			<input type="checkbox"/>						
Muu, mikä?		_____							
Perustelut		_____							
m) Sähkölaitteiston vaatima tila		Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>				
Huom!		_____							
n) Erikoistilat		Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>				
Kohdetta koskevat erikoistilat:									
Lääkintätila		Liite	_____						
Räjähdyksivaarallinen tila		Liite	_____						
		Liite	_____						
KESKUKSEN NIMI JA TUNNUS:									
2. SUOJAJOHTIMIEN JATKUVUUS (PE-, PEN-, maadoitus-, pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimet)									
Todettu kaikista laitteista ja pistorasioista		<input type="checkbox"/>	Suurin resistanssi	_____ Ω ,	ryhmässä	_____			
Jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi		<input type="checkbox"/>							
Liitteet:		_____							
3. ERISTYSRESISTANSSI									
Kohde	Ryhmä nro	$R_g/M\Omega$	Huom	Kohde	Ryhmä nro	$R_g/M\Omega$	Huom		
Eristysresistanssit todettu vaatimusten mukaisiksi <input type="checkbox"/>									
PE- ja N-johtimien yhdistys on palautettu mittausten jälkeen entiselleen <input type="checkbox"/>									
Erikoistoimenpiteet mittausten suorittamisessa: _____									
Liitteet:		_____							
4. SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ									
		I_k/A	Z_k/Ω	Suojalaite		I_n/A (suojalaitteet)			
Keskus									
Epäedullisin piste (0,4 s)									
Epäedullisin piste (5,0 s)									
Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssiarvot saatu mittaamalla <input type="checkbox"/> Vikasuojaus on toteutettu vikavirtasuojalla <input type="checkbox"/>									
Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssiarvot saatu laskemalla <input type="checkbox"/>									
Saadut arvot ovat standardin vaatimusten mukaiset <input type="checkbox"/>									
Liitteet:		_____							
Vikavirtasuojat									
Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike-testaus	Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike-testaus
		t/ms	$I_{\Delta n}$				t/ms	$I_{\Delta n}$	
Toiminnot todettu standardien vaatimusten mukaisiksi <input type="checkbox"/> Käyttötarkoitus: VS = vikasuojaus, LS = lisäsuojaus, PS = palosuojaus									
Liitteet:		_____							
5. KIERTOSUUNNAN TARKASTUS									
Keskus	<input type="checkbox"/>	3-vaihepistorasiat	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly asennukseen	<input type="checkbox"/>				

6. TOIMINTA- JA KÄYTTÖTESTIT	
Koneet ja laitteet <input type="checkbox"/>	Toiminnalliset kokonaisuudet <input type="checkbox"/> Ei sisälly asennukseen <input type="checkbox"/>
7. EMC-SUOJAUS	
Kohteessa on käytetty TN-S -järjestelmää	<input type="checkbox"/>
Maadoitukset ja potentiaaliitasaukset on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti	<input type="checkbox"/>
Kaapeleiden valinta, sijoittelu ja asentaminen on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti	<input type="checkbox"/>
Laitevalinnoissa on huomioitu asennusympäristön vaatimukset	<input type="checkbox"/>
Asennuksissa on noudatettu laitevalmistajien ohjeita	<input type="checkbox"/>
Muuta, mitä?	
Liitteet:	
Sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuuslain ja valtioneuvoston asetuksen (1466/2007) sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset <input type="checkbox"/>	
8. HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMAN TARVE	
Kohteen kunnossapito-ohjelma vaaditaan <input type="checkbox"/>	
ei vaadita <input type="checkbox"/>	
Kohteessa on huolto- ja kunnossapito-ohjelma	<input type="checkbox"/>
Kohteessa on käyttö-, huolto- ja kunnossapito-ohjeet	<input type="checkbox"/>
Kohteessa on poistumisreitinväläistys <input type="checkbox"/>	Kohteessa on poistumisreitinväläistystä koskeva kunnossapito-ohjelma <input type="checkbox"/>
9. SEURAAVA MÄÄRÄAIKAISTARKASTUS	
Tarkastus: vaaditaan <input type="checkbox"/> määräaikaistarkastuksen ajankohta _____	
ei vaadita <input type="checkbox"/>	
Huom!	
10. KOHTEEN TOTEUTUKSESSA KÄYTETYT STANDARDIT	
Toteutuksessa on käytetty standardikäsikirjaa SFS 600/20 _____ ja	
muuta, mitä?	
Kohde on todettu edellä mainittujen standardien vaatimusten mukaisesti toteutetuksi <input type="checkbox"/>	
11. PALOVAROITTIMET	
<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 kuinka 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.	
12. TARKASTUKSEN TEKIJÄ(T)	
Päiväys	Päiväys
Allekirjoitus ja nimen selvennys	Allekirjoitus ja nimen selvennys
Mittauksissa käytetyt mittalaitteet:	

13. LUOVUTUSMERKINTÄ	
a)	Ilmoitus kohteen valmistumisesta tehty: Verkko-yhtiö <input type="checkbox"/> Verkko-yhtiön nimi _____ TUKES <input type="checkbox"/>
b)	Käytön opastus <input type="checkbox"/> Sovittu pidettäväksi pvm __. __ 20__
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 selvennys
14. TILAAJAN TAI HÄNEN EDUSTAJANSA KUITTAUS	
Olen vastaanottanut kohdassa 13, Luovutusmerkintä, ilmoitetut suoritukset. Pöytäkirja säilytettävä ja tarvittaessa esitettävä koko sähkölaitteiston käyttöajan.	
Päiväys	Allekirjoitus ja nimen selvennys

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