



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KIINTEISTÖN LUOVUTUSVAIHE

TEKIJÄ: Sami Sainio

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Sami Sainio			
Työn nimi Kiinteistön luovutusvaihe			
Päiväys	1.5.2018	Sivumäärä/Liitteet	42/13
Ohjaajat 1. Ohjaaja lehtori Heikki Laininen 2. Ohjaaja yliopettaja Juhani Rouvali			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Nuotek Oy, projekti-insinööri Juha Hytönen			
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli suorittaa kiinteistön luovutusvaiheeseen liittyvät toimenpiteet. Opinnäytetyö tehtiin Nuotek Oy:n kanssa yhteistyössä kevään 2018 aikana. Opinnäytetyön lähtökohtana oli kohdetyömaa, jossa sähköurakointi oli suoritettu siten, että mittaukset kyettiin aloittamaan. Tavoitteena oli suorittaa kohteeseen käyttöönottomittaukset ja yrityksen käytännön mukainen itselle luovutus, jotta kiinteistön käyttöönottoa varten pakolliset käyttöönottotarkastuspöytäkirjat voidaan luoda. Lisäksi tarkoitus oli oppia muut kiinteistön luovutukseen liittyvät toimenpiteet.</p> <p>Työssä tutustuttiin kiinteistön käyttöönottotarkastusten vaatimuksiin ja standardeihin. Työssä perehdyttiin mm. sähköturvallisuuslakiin 1135, standardiin SFS 6000-6, käsikirjaan D1-2017 sekä ST-käsikirjaan 33, jotka olivat isona osana työn teoriaosaa. Työn teoriaosassa käsitellään keskeisimmät sähköturvallisuuslain pykälät sekä keskeiset kiinteistön tarkastukset. Lisäksi työssä perehdyttiin yrityksen käytäntöihin kiinteistön luovutusvaiheessa, kuten itselle luovutukseen, loppudokumentointiin ja kolmannen osapuolen suorittamaan varmennustarkastukseen.</p> <p>Opinnäytetyössä tuotettiin yrityksen käyttöön kiinteistön käyttöönottotarkastusten mittaustulokset, itselle luovutuksen pöytäkirjapohja sekä Metrel 3100SE-mittarille luotu mittauspöytäkirjan pohja. Itselle luovutuksen pöytäkirja laadittiin sellaiseen muotoon, että sitä voidaan käyttää myös muihin yrityksen urakkakohteisiin. Lisäksi työ lisäsi ymmärrystä muista kiinteistön luovutusvaiheen toimenpiteistä.</p>			
Avainsanat Nuotek Oy, Kiinteistön luovutus, Käyttöönottomittaukset, Itselle luovutus			
Julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author Sami Sainio			
Title of Thesis Property Handover Phase			
Date	01 May 2018	Pages/Appendices	42/13
Supervisor(s) Mr. Heikki Laininen, Senior Lecturer; Mr. Juhani Rouvali, Principal lecturer			
Client Organisation /Partners Nuotek Oy, Mr. Juha Hytönen Project Engineer			
Abstract			
<p>The subject of the Bachelor's thesis was to carry out the measures related to the property handover phase. The thesis was made jointly with Nuotek Oy during spring 2018. The starting point of the thesis was the target site where the electrical contracting was carried out so that the measurements could begin. The goal of the thesis was to carry out the inspections of electrical installations and handover inspection according company's standard so that mandatory minutes of the commissioning protocols can be created to the property. Another purpose was to learn other measures related to the property handover phase.</p> <p>First, the requirements and standards for the commissioning of the property were familiarized with. The Electrical Safety Act 1135, Standard SFS 6000-6, Handbook D1-2017, and ST Handbook 33 formed a major part of the theoretical part of the thesis. The theoretical part of the thesis dealt with key sections of the Electricity Safety Act and key property inspections. Second, the company's practices of the handover phase were studied including the handover inspections, the final documentation and the certification of the third party.</p> <p>As a result of this thesis, the measurement results of the commissioning inspections of the property, a template of the minutes of the handover phase inspections and of the measurements made for the Metrel 3100SE meter were drawn up for the company. The minutes template was done in such form that it can be used for other contracts. In addition, the making of the thesis produced a comprehensive understanding of other measures in the property handover phase.</p>			
Keywords Nuotek Oy, property handover, commissioning measurements, handover inspection			
Public			

ESIPUHE

Haluaisin kiittää Nuotek Oy:n organisaatiota mahdollisuudesta tehdä mielenkiintoinen opinnäytetyö heille, ohjaajaani Juha Hytöstä ammattitaitoisesta ohjauksesta ja sähköasentaja Ville Rautiaista tuesta työmaalla. Lisäksi haluan kiittää lehtori Heikki Lainista työni ohjaamisesta ja koko Savonia AMK:n sähköosaston henkilöstöä opiskeluajan ammattitaitoisesta opetuksesta ja tuesta.

Opinnäytetyön tekeminen syvensi ymmärrystäni kiinteistössä luovutusvaiheessa tapahtuvista toimenpiteistä ja antoi mahdollisuuden kehittää omaa ammattitaitoani.

Kuopiossa 1.5.2018



Sami Sainio

SISÄLTÖ

1	LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT	7
2	JOHDANTO	8
3	LAIT, STANDARDIT JA MÄÄRÄYKSET	9
3.1	Sähköturvallisuuslaki 1135/2016	9
3.1.1	Sähkölaitteiston yleiset vaatimukset	9
3.1.2	Sähkölaitteiston turvallisuusvaatimukset	9
3.1.3	Sähkölaitteistoluokat	10
3.1.4	Sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset.....	11
3.2	Valtioneuvoston asetus 1434/2016.....	11
3.3	SFS 6000 osa 6. Pienjänniteasennuksien tarkastukset	11
3.4	SFS 6000 osa 4. Pienjännitesähköasennuksien suojausmenetelmät	12
3.5	SFS 6002 2012	12
3.5.1	Jännitetyö.....	12
3.5.2	Jännitetyön määritelmä	12
3.5.3	Jännitteetön työ	12
3.6	Tukes ohje 16/2017 Sähkölaitteistot ja tarkastukset	13
4	KIINTEISTÖN SÄHKÖLAITTEISTON TARKASTUKSET YLEISESTI	14
4.1	Sähkölaitteiston tarkastukset	14
4.1.1	Aistinvarainen tarkastus.....	14
4.1.2	Käyttöönottotarkastus	15
4.1.3	Varmennustarkastus.....	16
4.1.4	Kunnossapitotarkastus.....	17
4.1.5	Määräaikaistarkastus	17
4.2	Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastukset teoriassa	18
4.2.1	Suojajohtimen jatkuvuus	18
4.2.2	Eristysvastusmittaus	19
4.2.3	Syötön automaattinen poiskytkentä.....	21
4.2.4	Vikavirtasuojien testaus	22
4.2.5	Kiertosuunnan testaus	24
4.2.6	Toiminnalliset testaukset	24
4.2.7	Napaisuuden tarkastus	24

5	KÄYTTÖÖNOTTOMITTAUKSET KOHTEESSA.....	25
5.1	Kohde	25
5.2	Mittalaitteet.....	26
5.2.1	Kategoriat.....	27
5.2.2	Mittalaitteiden kalibrointi.....	27
5.2.3	Mittauspöytäkirjan pohja	27
5.3	Mittausten suunnittelu.....	29
5.4	Jännitteettömät mittaukset	30
5.4.1	Eristysvastusmittaus.....	30
5.4.2	Suojajohdon jatkuvuus	33
5.5	Jännitteiset mittaukset	34
5.5.1	Jännitemittaus	34
5.5.2	Syötön automaattinen poiskytkentä.....	35
5.5.3	Vikavirtasuojien testaus.....	36
5.5.4	Toiminnalliset testaukset	36
5.5.5	Kiertosuunnan ja napaisuuden testaus	36
6	KIINTEISTÖN SÄHKÖISTYS.....	37
7	ITSELLE LUOVUTUS.....	38
8	LOPPUDOKUMENTOINTI	39
9	VARMENNUSTARKASTUS	40
10	YHTEENVETO.....	41
11	LÄHTEET	42
	LIITE 1: ITSELLE LUOVUTUSPÖYTÄKIRJA	43
	LIITE 2: MITTAUSPÖYTÄKIRJA.....	46
	LIITE 3: KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA	49
	LIITE 4: SÄHKÖLAITTEISTOJEN OLENNAISET TURVALLISUUSVAATIMUKSET	53

1 LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

Tarkastus	Kaikki menettelyt, jolla arvioidaan tarkastuskohteen standardisarjan SFS 6000 vaatimusten mukaisuutta. (SFS 6000-6:2017, 2017).
Aistinvarainen tarkastus	Sähköasennuksen tutkiminen käyttäen kaikkia aisteja, joiden avulla todetaan asennuksen olevan tehty vaatimusten mukaisesti. (SFS 6000-6:2017, 2017).
Testaus	Sähköasennuksessa tehtävät mittaukset, joiden avulla sähköasennuksen turvallisuus osoitetaan. (SFS 6000-6:2017, 2017).
Kunnossapito	Yhdistelmä kaikista teknisistä ja hallinnollisista toimenpiteistä, mukaan luettuna valvontatoimet, joiden tarkoituksena on pitää kohde sellaisessa kunnossa tai palauttaa kohde sellaiseen kuntoon, jossa se täyttää turvallisuusvaatimukset ja pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon. (SFS 6000-6:2017, 2017).
Suojajohdin	Suojajohtimella tarkoitetaan johdinta, jolla kytketään esimerkiksi sähkölaitteen jännitteelle alttiit osat maadoitukseen. Suojajohtimia ovat mm. maadoitusjohdin, suojamaadoitusjohdin, PEN- johdin ja potentiaalintasausjohdin. Suojajohtimen erottaa eristeessä käytetystä kelta-vihreästä väristä.
Kalibrointi	Kalibroinnilla tarkoitetaan mittalaitteen antaman suureen säätämistä ennalta määrättyä suuretta vastaavaksi mahdollisimman tarkasti.
Sähkölaitteisto	Sähkölaitteisto on laitteisto, joka koostuu sähkölaitteista, johdoista, sähkökeskuksista ja asennustarvikkeiden muodostamasta kokonaisuudesta.
TN-S järjestelmä	Sähköjakelujärjestelmä, jossa koko järjestelmässä on kolme vaihejohdinta, nollajohdin ja suojamaadoitusjohdin.
TN-C järjestelmä	Sähköjakelujärjestelmä, jossa koko järjestelmässä on kolme vaihejohdinta sekä yhdistetty nollajohdin ja suojamaadoitusjohdin.

2 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on perehtyä kiinteistön luovutusvaiheen toimenpiteisiin ja siihen kuuluviin työmenetelmiin. Työn aloitusvaiheessa kiinteistön sähköurakointi on suoritettu siten, että käyttöönottotarkastuksien jännitteettömien mittauksien suorittaminen voidaan aloittaa. Kiinteistön sähkölaitteisto tulee todeta määräysten ja standardien mukaiseksi käyttöönottomittauksilla ennen kuin kiinteistö voidaan luovuttaa asiakkaille. Käyttöönottomittausten jälkeen sähkölaitteistolle suoritetaan Nuotek Oy:n käytännön mukainen itselle luovutus, jolla pyritään ehkäisemään asiakkaiden tekemiä vikakorjauksia täten laskemalla luovutuksen jälkeisiä korjauskuluja. Kiinteistölle tulee lopuksi suorittaa varmennustarkastus, jossa varmennetaan käyttöönottotarkastuksen vaatimusten mukaisuus.

Kiinteistölle suoritettava käyttöönottotarkastus muodostuu aistinvaraisesta tarkastuksesta, jota täydennetään mittauksilla. Mittaukset perustuvat standardin SFS 6000 kohdan 61.2 vaatimuksiin sekä mittauksissa käytettävien mittalaitteiden tulee täyttää standardin EN 61557 vaatimukset. (Tiainen, 2017). Työssä suoritetaan käyttöönottotarkastusten mittaukset uudella Metrelin MI3000SE mittarilla, johon myös luodaan mittauspöytäkirjanpohja mittaustuloksien tulostamisen helpottamiseksi. Työssä suoritetuista mittaustuloksista tehdään Excel taulukko yrityksen käyttöön.

Kiinteistön luovutusvaiheeseen kuuluu yrityksen käytännön mukaisesti tarkastaa kohde siten, että luovutuksen jälkeen mahdollisia asiakkaan havaitsemia korjauksia tulisi mahdollisimman vähän, joten yritykselle luodaan käyttöön pöytäkirjapohja, jota voidaan käyttää kaikissa Nuotek Oy:n sähköurakoissa. Lisäksi työssä käsitellään asennusvaiheessa tapahtuvien muutoksien vaikutuksia lopullisiin sähködokumentteihin ja osallistutaan lainmukaiseen kolmannen osapuolen suorittamaan varmennustarkastukseen.

Opinnäytetyö tehdään yhteistyössä Nuotek Oy:n Kuopion kanssa. Työn tilaajana on Juha Hytönen. Nuotek tekee sähkö ja LVI urakointeja pääasiassa asuin-, liike- ja palvelutiloihin. Kuopiossa Nuotek on urakoinut mm. Asunto Oy Kuopion Ukkokoti, joka on valkeisenlammen lähetyvillä sijaitseva suojelekohte. Ukkokoti on Kuopiossa kohteena ainutlaatuinen.

3 LAIT, STANDARDIT JA MÄÄRÄYKSET

Tässä luvussa käydään kiinteistön luovutuksen olennaiset lait, standardit ja määräykset. Sähkölaitteiston tarkastuksissa tulee noudattaa yleisesti määrättyjä sääntöjä, jotta kaikki sähkölaitteistot tulee tarkastetuksi ennalta määrättyin vaatimuksin.

3.1 Sähköturvallisuuslaki 1135/2016

Uusin voimassa oleva sähköturvallisuuslaki säädettiin joulukuun 16. päivänä 2016. Lain tarkoituksena on varmistaa sähkölaitteiston turvallisuus käyttäjille sekä laitteiston vaatimustenmukaisuus. (Laki sähköturvallisuudesta, luku 1, 1§, 2016). Edelliseen lakiin verrattuna uusi laki velvoittaa kiinteistön omistajan tai haltijan huolehtimaan sähkölaitteiston kunnossapidon. Uusi laki myös selkeyttää sähkölaitteistojen luokitusten määrittelyä ja määräaikaistarkastusten tarkastusvälejä on yksinkertaistettu. (Rakennuslehti, 2017).

3.1.1 Sähkölaitteiston yleiset vaatimukset

Sähköturvallisuuslain 1 luvun 6 §:ssä käsitellään sähkölaitteita ja sähkölaitteistoja koskevat yleiset vaatimukset:

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

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;
- 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä;
- 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.

Jos sähkölaite tai -laitteisto ei täytä 1 momentissa säädettyjä edellytyksiä, sitä ei saa saattaa markkinoille, luovuttaa toiselle eikä ottaa käyttöön.” (Laki sähköturvallisuudesta, luku 1, 6§, 2016).

3.1.2 Sähkölaitteiston turvallisuusvaatimukset

Sähköturvallisuuslain 3:ssa luvussa käsitellään sähkölaitteistoa koskevia turvallisuusvaatimuksia, jonka 31 § mukaan ”sähkölaitteisto on suunniteltava, rakennettava ja korjattava hyvän turvallisuusteknisen käytännön mukaisesti ottaen huomioon sähköturvallisuuslain 6 §:n 1 momentin 1 kohdassa säädetyt vaatimukset. (Laki sähköturvallisuudesta, Luku 3, 31§, 2016)”

Sähköturvallisuuslain 3 luvun 32 § mukaan sähkölaitteiston turvallisuusmääräykset katsotaan täyttyneeksi, ”jos se suunnitellaan, rakennetaan ja korjataan soveltaen 33 §:ssä tarkoitettuja standardeja

tai julkaisuja”. Standardeista voidaan poiketa 34 § mukaan vain ”jos vastaava turvallisuustaso voidaan saavuttaa”. Poikkeukset tulee olla mahdollista todentaa myöhemmin kirjallisena.

Yleisten turvallisuusvaatimusten lisäksi sähkölaitteiston on täytettävä sähköturvallisuuslain luvussa 3 pykälässä 31 määritellyt olennaiset turvallisuusvaatimukset, joita ovat suojaus sähköiskulta, suojaus tulipaloa ja kuumuutta vastaan, suojaus muilta haittavaikutuksilta, erityislaitteistojen ja -olosuhteiden vaatimuksia sekä eri laitteistojen yhteensopivuuksia. Vaatimukset koskevat myös sähkölaitteistoon kuuluvia merkintöjä ja asiakirjoja. Suomessa mahdolliset olosuhteet ja voimassaolevat asennustavat tulee ottaa huomioon sähkölaitteiston rakenteessa.

3.1.3 Sähkölaitteistoluokat

Sähköturvallisuuslaki määrittelee sähkölaitteistoluokat siten, että ne jaetaan luokkiin varmennus- ja määräaikaistarkastusten vaatimusten sekä kunnossapito-ohjelman vaatimusten mukaan seuraavasti:

1) luokan 1 sähkölaitteisto:

a) sähkölaitteisto asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa;

b) muu kuin asuinrakennuksen sähkölaitteisto, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisteho on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3;

2) luokan 2 sähkölaitteisto:

c) sähkölaitteisto, johon kuuluu yli 1 000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja;

d) sähkölaitteisto, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhteiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovoltiampeeria.

3) luokan 3 sähkölaitteisto:

c) verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava sähköverkko.” (Laki sähköturvallisuudesta, Luku 3, 44§, 2016).

3.1.4 Sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset

Sähkölaitteiston sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat määräykset ja niiden soveltamista koskevat vaatimukset ovat käsitelty sähköturvallisuuslain 3 luvun 37 – 41 §. (Laki sähköturvallisuudesta, luku 3, 37§, 2016).

”Sähkölaitteisto on suunniteltava ja rakennettava hyvän teknisen käytännön mukaisesti siten, että se on oikein huollettuna ja korjattuna sähkömagneettisesti yhteensopiva. Sähkölaitteiston rakentajan on kirjattava sovelletut tekniset käytännöt asiakirjoihin ja luovutettava ne sähkölaitteiston haltijalle. Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin sähkölaitteiston sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevista olennaisista vaatimuksista ja kiinteiden asennusten erityisvaatimuksista.” (Laki sähköturvallisuudesta, luku 3, 39§, 2016).

3.2 Valtioneuvoston asetus 1434/2016

Valtioneuvoston asetus 1434 koskee sähköturvallisuuslain (1135/2016) 3 luvun sähkölaitteistojen tarkastuksia. Olennaiset turvallisuusmääräykset on säädetty asetuksen liitteessä 4.

Valtioneuvoston asetus sisältää sähkölaitteiston asennuksessa noudatettavia määräyksiä. Asetus määrittelee mm. milloin sähköasennuksesta tulee tehdä käyttöönottotarkastus sekä varmennustarkastuksen ajankohdan.

Jos olennaisista turvallisuusmääräyksistä on tarve poiketa sähköturvallisuuslain 85 § nojalla, tulee laatia selvitys, jossa esitetään

- ”1) olennaisten turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi valitut ratkaisut;
- 2) kuvaus siitä, miten ratkaisut täyttävät olennaiset turvallisuusvaatimukset;
- 3) tilaajan antama suostumus standardeista tai julkaisuista poikkeamiseen;
- 4) selvityksen laatijan yksilöinti ja allekirjoitus.” (Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistosta, 3§, 2016).

Selvitys tulee liittää käyttöönottotarkastuspöytäkirjan liitteeksi.

3.3 SFS 6000 osa 6. Pienjänniteasennuksien tarkastukset

Standardin SFS 6000 osassa 6 esitetään sähkölaitteiston käyttöönottotarkastusten ja kunnossapitotarkastusten vaatimukset. Standardia noudatetaan työssä suoritettavissa käyttöönottomittauksissa.

3.4 SFS 6000 osa 4. Pienjännitesähköasennuksien suojausmenetelmät

Standardi perustuu standardiin SFS-EN 61140. Standardissa käsitellään sähköasennuksien sähköiskulta suojaamiseen. Työssä käsitellään standardia vikasuojauksen osalta.

3.5 SFS 6002 2012

Standardissa SFS 6002 käsitellään sähkötyöturvallisuutta. Kohteessa tehdyissä sähköasennuksissa on noudatettu vuonna 2012 voimaan tullutta standardia. Työssä kuitenkin käytetään mittausten osalta uusinta SFS 6002 painosta.

3.5.1 Jännitetyö

Suomessa tehdyissä jännitetöissä noudatetaan standardissa SFS 6002 määriteltyjä liitteen Y mukaisia vaatimuksia. Jännitetöitä saa tehdä vain sähköalan ammattilainen, joka on koulutettu asianmukaisesti jännitetyöhön. Jännitetyössä on aina käytettävä työhön soveltuvia suojavarusteita. (Mäkinen & Rousku, 2017).

3.5.2 Jännitetyön määritelmä

Jännitetyöllä tarkoitetaan työtä, jossa kosketetaan tai ulotutaan jännitetyöalueelle tarkoituksellisesti työn tekijän toimesta. (Mäkinen & Rousku, 2017)

3.5.3 Jännitteetön työ

Jännitteetön työ tarkoittaa kaikkia sähköasennuksia, jotka suoritetaan jännite- ja lähityö alueen ulkopuolella. Jännitetyön aluetta on mahdollista pienentää lisäämällä jännitteisen osan ja alueen, jossa työtä tehdään, väliin eriste. Tällöin on mahdollista tehdä jännitetyö jännitteettömänä. (Mäkinen & Rousku, 2017).

Aiemmissa standardin painoksissa seuraavia toimenpiteitä kutsuttiin ”jännitteeseen osaan kohdistuva toimenpide”, jotka uuden painoksen myötä ovat jännitetöitä. (Mäkinen & Rousku, 2017).

Näitä toimenpiteitä ovat

- Käyttötoimenpiteet ja toiminnan tarkastus, esimerkiksi mittaus
- Työskentely jännitteettömänä
- Työskentely jännitteisten osien läheisyydessä
- Sulakkeiden ja lamppujen vaihto
- Kojeistojen tai luukkujen ovien avaaminen sekä työskentelysuojien asentaminen
- Riviliittimien (tai sen tyyppisten) ruuvien kiristäminen jännitetyöruuvitaltalla, jos liitin täyttää kotelointiluokan vaatimukset. (Mäkinen & Rousku, 2017).

Käyttöönottomittaukset suoritetaan jännitetyöalueen ulkopuolella. Vaikka osa mittauksista suoritetaan jännitteisinä, sitä ei tule sekoittaa jännitetyöksi. (Mäkinen & Rousku, 2017).

3.6 Tukes-ohje 16/2017 Sähkölaitteistot ja tarkastukset

Tukes ohje 16/2017 täydentää seuraavien säädösten osalta: Sähköturvallisuuslaki (1135/2016) ja Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista (1434/2016). Tukesin ohjeessa mm. luokitellaan tarkastuksissa havaitut puutteet vaaratilanteen riskin perusteella. (Tukes-ohje 16/2017 sähkölaitteistot ja tarkastukset, 2017).

”Sähkölaitteistossa esiintyvät puutteet voidaan luokitella niiden turvallisuusmerkitysten perusteella seuraavasti:

Kategoria 0: puute, joka aiheuttaa välitöntä vaaraa.

Kategoria 1: puute, joka aiheuttaa vakavaa vaaraa.

Kategoria 2: puute, joka aiheuttaa kohtalaista tai lievää vaaraa.

Kategoria 3: vaatimustenmukainen.” (Tukes-ohje 16/2017 sähkölaitteistot ja tarkastukset, 2017).

4 KIINTEISTÖN SÄHKÖLAITTEISTON TARKASTUKSET YLEISESTI

4.1 Sähkölaitteiston tarkastukset

4.1.1 Aistinvarainen tarkastus

Käyttöönottotarkastuksista laajin ja eniten aikaa vievä tarkastus on aistinvarainen tarkastus. Asennustyöstä ja kohteesta riippumatta aistinvaraista tarkastelua tulee suorittaa koko asennuksen ajan. Esimerkiksi asennukset, jotka jäävät loppuvaiheessa piiloon tulee tarkastaa ennen asennuksen peittämistä. (Saastamoinen & Saarelainen, 2012). Mahdolliset puutteet korjataan asennustyön edetessä tai viimeistään ennen käyttöönottoa. Aistinvaraista tarkastelua tulee suorittaa jatkuvasti laitteiston asentajan toimesta, jos ennen urakan aloittamista ei ole määritelty tarkastukset suorittavaa henkilöä. Jos tarkastuksen suorittaja on eri henkilö kuin sähkölaitteiston asentaja, tulee hänen aistinvarainen tarkastelu tehdä mahdollisuuksien mukaan mahdollisimman kattavasti.

Pienjännitesähköasennuksia koskevan SFS 6000 6:ssa osassa määritellään tarkastukseen vähintään sisältyvät kohteet, silloin kun ne ovat aiheellisia. "Suluissa viitataan SFS 6000 kohtiin.

- a) sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät (4-41)
- b) palosuojuksien käyttö ja toimenpiteet lämpövaikutuksilta suojaamiseksi (4-42) sekä palon leviämisen estämiseksi tehdyt toimenpiteet (5-52 luku 527)
- c) johtimien valinta kuormitettavuuden kannalta (4-43 ja 5-52 luku 523)
- d) suoja- ja valvontalaitteiden valinta, asettelu, selektiivisyys ja yhteensopivuus (5-53)
- e) sopivien ylijännitesuojien valinta, sijoitus ja asennus, silloin kun ne on vaadittu (5-53 luku 534)
- f) erotus- ja kytkentälaitteiden valinta, sijoitus ja asennus (5-53 luku 537)
- g) sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan (4-42 kohta 422, 5-51 kohta 512.2 ja 5-52 kohta 522, 8-804)
- h) nolla- ja suojajohtimien oikeat tunnuksat (5-51 kohta 514.3)
- i) piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo (5-51 kohta 514.5)
- j) virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus (5-51 luku 514)
- k) kaapelien ja johtimien päätteiden ja liitosten sopivuus (5-52 luku 526)

- l) maadoituskytkentöjen, suojajohtimien ja niiden liitosten sopivuus (5-54)
- m) sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila (5-51 luvut 513 ja 514 ja 7-729).
- n) sähkömagneettisilta häiriöiltä suojaavat toimenpiteet (4-44 luku 444)
- o) jännitteelle alttiiden osien kytkennät maadoitusjärjestelmään (4-41 kohta 411)
- p) johtojärjestelmien valinta ja asentaminen (5-52 luvut 521 ja 522)
- q) yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin ja äärijohtimen kytkentä lampunpitimen kantaosaan (46 ja 5-53). (SFS 6000-6:2017, 2017).

Lisäksi tarkastukseen tulee sisältyä kaikki erikoistilojen ja -asennusten erityisvaatimukset.” (SFS 6000-6:2017, 2017).

4.1.2 Käyttöönottotarkastus

Käyttöönottotarkastus tehdään aina merkittäville uusille asennuksille, lisäyksille tai muutoksille, kun ne otetaan käyttöön. Kuitenkaan käyttöönottotarkastusta ei tarvitse tehdä pienille ja vähäpätöisille asennuksille. (Saastamoinen & Saarelainen, 2012). Sähköasennus on silti tarkastettava aina joko asennuksen aikana tai sen valmistuttua ennen laitteiston käyttöönottoa. (SFS 6000-6:2017, 2017). Käyttöönottotarkastuksen saa tehdä vain riittävän ammattitaitoinen henkilö, kuka on sähköalan ammattilainen ja hän tuntee tarvittavassa laajuudessa työhönsä liittyvät ohjeet ja määräykset. (Saastamoinen & Saarelainen, 2012). Ensisijaisesti sähkölaitteiston rakentajan vastuulla on huolehtia sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksista. Toissijaisesti vastuu on sähkölaitteiston haltijalla. Sähkölaitteiston rakentajan tulee laatia ja luovuttaa käyttöönottotarkastuksesta sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja vähäisiksi katsottavia töitä lukuun ottamatta. Kuitenkin vähäisissäkin tapauksissa on sähkölaitteiston testausten tulokset tarvittaessa luovutettava laitteiston haltijalle. (Laki sähköturvallisuudesta, Luku 3, 43§, 2016).

Sähköturvallisuuslain luvun 3 pykälässä 42 todetaan, että sähkölaitteiston käyttöönotto tarkoittaa hetkeä, kun laitteistoon kytketään jännite sen varsinaista käyttöä varten. Sähkölaitteiston saa kuitenkin koekäyttää tai tarkastaa jännitteisenä ilman, että sitä pidetään käyttöönottona. Sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön vasta, kun laitteisto on tarkastettu riittävässä laajuudessa, että siitä ei aiheudu sähköturvallisuuslain 6 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. (Laki Sähköturvallisuudesta, Luku 3, 42§, 2016).

”Standardissa SFS 6000-6 määritetään, että tarkastus on suoritettava siten, että vaaraa ei aiheudu henkilöille tai kotieläimille eikä omaisuutta tai laitteita vahingoiteta piirin ollessa viallinen.” (SFS 6000-6:2017, 2017).

Tarkastuspöytäkirjaan tulee merkitä valtioneuvoston asetuksen 1434 mukaan kohteen yksilöivät tiedot, sähkölaitteiston rakentaja, sähkötöiden johtaja ja yhteystiedot sekä selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta, sovelletut standardit, mahdollisten poikkeamien osalta, sähköturvallisuuslain 3 luvun 34 §:n mukaisen selvityksen olemassaolo, yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä sekä tarkastusten ja testausten tulokset. (Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistosta, 4§, 2016). Pöytäkirja ja siihen liitettyjen dokumenttien tulee selventää myös pitkänkin aikavälin päästä, että käyttöönottaessa sähköasennus on ollut voimassaolevien lakien, asetusten ja standardien mukaisia. Myös mahdolliset standardien poikkeamiset ja niiden hyväksyttävät perustelut tulee käydä ilmi tarpeeksi selvästi. (Saastamoinen & Saarelainen, 2012). Tarkastuksen jälkeen tarkastusten suorittajan on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja. (Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistosta, 4§, 2016).

4.1.3 Varmennustarkastus

Varmennustarkastus tulee tehdä kolmannen osapuolen suorittamana sähkölaitteistoluokille 1, 2 ja 3. Lisäksi varmennustarkastus suoritetaan merkittäville muutos- ja laajennustöille sekä ilman sulakerajaa leikkaussalin ja räjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteistoille (Laki sähköturvallisuudesta, Luku 3, 45§, 2016). Varmennustarkastus tulee suorittaa luokkien 1 ja 2 sähkölaitteistoille kolmen (3) kuukauden kuluessa käyttöönotosta, kun luokan 3 sähkölaitteistoille varmennustarkastus tulee suorittaa seuraavan kalenterivuoden kuluessa. (Kiwa Inspecta Oy, 2018).

”Sähkölaitteiston rakentajan tulee huolehtia sähkölaitteiston varmennustarkastuksesta. Jos rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai on estynyt huolehtimaan siitä, tulee sähkölaitteiston haltijan huolehtia tarkastuksesta.” (Laki sähköturvallisuudesta, Luku 3, 45§, 2016).

Varmennustarkastus on tehtävä ennen sähkölaitteiston ottamista varsinaiseen käyttötarkoitukseensa tai kohdan 4.1.3 kappaleessa 1 mainittujen aikojen aikana. Varmennustarkastuksessa on riittävässä laajuudessa varmistettava, että sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuudelle ja sähkömagneettiselle yhteensopivuudelle säädetyt vaatimukset ja sähkölaitteistolle on tehty asianmukainen käyttöönotto-tarkastus. Varmennustarkastus suoritetaan yleensä pistokoeluontoisesti. Varmennustarkastukseen on aina sisällytettävä kohteessa mahdolliset olevat lääkintätilat, räjähdysvaaralliset tilat ja palovaaralliset tilat.” (Laki sähköturvallisuudesta, Luku 3, 46§, 2016).

”Varmennustarkastuksen voi tehdä sähköturvallisuuslain 75 §:ssä tarkoitettu valtuutettu laitos tai valtuutettu tarkastaja. Varmennustarkastuksen tekijän on laadittava sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastustodistus ja kiinnitettävä pääkeskukseen tai vastaavaan kohtaan tarkastustarra. Laitteiston haltijan on säilytettävä tarkastustodistus vähintään kymmenen vuotta.” (Laki sähköturvallisuudesta, Luku 3, 46§, 2016).

4.1.4 Kunnossapitotarkastus

Kunnossapitotarkastuksilla tarkoitetaan tarkastuksia, joilla pyritään varmistamaan sähkölaitteiston sähköturvallisuuden kannalta turvallinen käyttö ja pitämään yllä laitteiston asianmukainen kunnossapito-ohjelma. Sähkölaitteiston haltijan tulee huolehtia, että kunnossapitotarkastus suoritetaan säännöllisin väliajoin. (SFS 6000-6:2017, 2017). Sähkölaitteiston haltijan on pidettävä sähkölaitteisto selkälaisessa kunnossa, ettei siitä aiheudu hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa. (Tukes-ohje 16/2017 sähkölaitteistot ja tarkastukset, 2017).

”Sähköturvallisuuslain (1135/2016) 47 § mukaan sähkölaitteiston haltija on vastuussa laitteiston turvallisuudesta, kunnossapidosta ja lain vaatimusten täyttymisestä. Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että laitteiston kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan ja että havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti. Sähköturvallisuuslain 48 § mukaan sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille laaditaan sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Sähkölaitteiston haltija vastaa myös siitä, että kunnossapito-ohjelmaa noudatetaan. Kunnossapito-ohjelmaa laadittaessa tulee ottaa huomioon sähkölaitteiston käyttöympäristöstä aiheutuvat tarpeet. Muiden sähkölaitteistojen osalta ohjelma voidaan korvata laitteiden ja laitteistojen käyttö- ja huolto-ohjeilla.” (SFS 6000-6:2017, 2017).

4.1.5 Määräaikaistarkastus

”Määräaikaistarkastuksen voi tehdä sähköturvallisuuslain 4 luvun 75 §:ssä tarkoitettu valtuutettu laitos tai valtuutettu tarkastaja.” (Laki sähköturvallisuudesta, Luku 3, 50§, 2016).

Määräaikaistarkastus tulee huolehtia sähkölaitteiston haltijan toimesta, mutta tilanteessa, jossa kiinteistöllä ei ole omistajan osoittamana haltijaa on vastuu omistajalla. (Tukes-ohje 16/2017 sähkölaitteistot ja tarkastukset, 2017). Määräaikaistarkastus on laissa määrätty tarkastus, jossa pyritään tarkastamaan sähkölaitteiston turvallisen käytön jatkuvuus, olennaisten huolto ja kunnossapito ohjelman mukaiset toimenpiteet, laitteiston käyttöön ja hoitoon liittyvät välineet, ohjeet, kaaviot ja piirustukset ovat niitä tarvitsevien käytössä ja paikkansapitäviä, sekä sähkölaitteistoa koskevat pöytäkirjat ovat säilytetty asianmukaisesti ja kaikista laajennus- ja muutostöistä on laadittu omat. (Laki sähköturvallisuudesta, Luku 3, 50§, 2016). Kohdekiinteistö ei tarvitse määräaikaistarkastusta, sillä tarkastusta ei tarvitse suorittaa vain asuin tarkoitukseen käytettäville kiinteistöille.

”Kiinteistöjen sähköasennuksille on suoritettava määräaikaistarkastus sähkölaitteistoluokille 1 ja 2, kun kiinteistö on paritaloa suurempi, kiinteistön ylivirtasuojana toimii yli 35 ampeerin sulake tai jos rakennuksessa on tiloja, joiden käyttö on tarkoitettu muunlaiseen kuin asumiseen. Määräaikaistarkastus tulee tehdä käytössä olevalle sähkölaitteistolle ja sähkölaitteiston haltijan tulee huolehtia, että tarkastus tehdään 10 vuoden välein. Poikkeuksena luokan 3 sähkölaitteistolle määräaikaistarkastus tulee tehdä viiden vuoden välein.” (Laki sähköturvallisuudesta, Luku 3, 49§, 2016).

4.2 Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastukset teoriassa

4.2.1 Suojajohtimen jatkuvuus

Suojajohtimiksi luokitellaan maadoitusjohtimet, suojamaadoitusjohtimet, PEN-johtimet ja potentiaalintasausjohtimet. (Saastamoinen & Saarelainen, 2012). Testauksen tavoitteena on selvittää toteutuvatko suojajohdinpiirit vikasuojauksen edellyttämällä määreillä. Toimiva vikasuojaus vaatii yhtenäisen suojajohdinpiirin. (Tiainen, 2017).

Vikatilanteessa on ensisijaisen tärkeää, että sähkölaitteiston suojalaitteet toimivat oikein ja selektiivisesti. Vikasuojauksen toimivuus tarkistetaan koko suojajohdinpiiriltä mittaamalla suojajohtimen jatkuvuus lähimmän pääpotentiaalintasaukseen liitetyn pisteen ja jännitteelle alttiin osan väliltä. Mittaus aloitetaan päämaadoituskiskosta ja mittaus suoritetaan jokaiseen maadoitus-, suojamaadoitus-, PEN- ja potentiaalintasausjohtimeen. (Hyppänen, 2009).

Jännitteettömässä sähkölaitteistossa suojajohtimen jatkuvuus selvitetään mittaamalla jännitteelle alttiin osan (mm. pistorasian suojakosketin) ja lähinnä olevan pääpotentiaalintasaukseen liitetyn pisteen välinen resistanssi. Hyväksytylle tulokselle ei ole asetettu tarkkaa arvoa, sillä mittaustulos vaihtelee johtimen pituuden ja paksuuden mukaan. Täten mitattua arvoa tulee verrata johtimen poikkipintaan ja pituuteen. Hyviin asennustapoihin kuuluu, että yleensä resistanssiarvo saa olla enintään noin 1 Ω . (Tiainen, 2017). Tyypillisesti mittaustulokset vaihtelevat 0 - 2 Ω johdon pituuden mukaan. Arvo voi olla lähellä tai jopa ylittää 2 Ω ainoastaan poikkeuksellisen suurilla johtopituuksilla. Kunnossa olevan johdon resistanssin arvioinnissa voidaan käyttää apuna taulukon 1. resistanssiarvoja. (Saastamoinen & Saarelainen, 2012).



Kuva 1. Suojajohtimen jatkuvuuden mittauskytkentä. (Tiainen, 2017).

Liian suuren mittaustuloksen yleensä aiheuttaa joko liitoksen väljyys tai kytkentävirhe. Liitoksen väljyys tarkoittaa esimerkiksi sitä, ettei johdinta ole kytketty tarpeeksi huolellisesti jousiliitännäiseen pistorasiaan tai ruuviliitos on löysällä. Kytkentävirheen syynä on yleensä suojaohjimen ja nollajohtimen ristiin kytkentä.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa ei tarvitse esittää yksittäisiä suojaohjimen jatkuvuustuloksia. Pöytäkirjaan täytyy merkitä, toteutuuko suojaohjimen jatkuvuus keskusalueittain. (Tiainen, 2017).

Taulukko 1. Kupari- ja alumiinijohtimien resistanssiarvoja. (Tiainen, 2017).

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

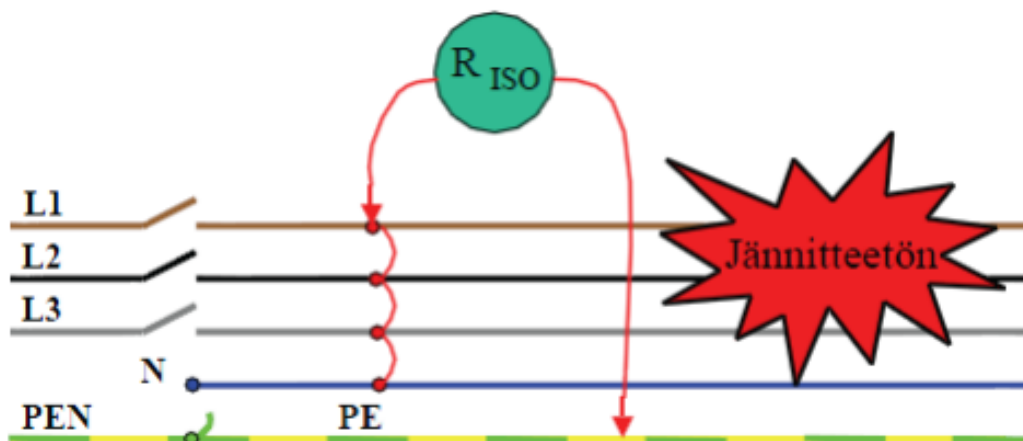
4.2.2 Eristysvastusmittaus

Eristysresistanssimittauksella varmistetaan vaiheiden ja nollan riittävä eristys maasta. Mittauksella todetaan, onko sähkölaitteistossa asennusvirheitä tai vahinkoja (esim. vaurioitunut lattialämmityskaapeli). Mittaus suoritetaan 500 V mittausjännitteellä, mutta mikäli sähköliitännäisjärjestelmä on toteutettu muulla kuin TN-S järjestelmällä, voidaan mitattavissa olevien piirien herkkiä elektronisia laitteita suojeltavaksi alentaa mittausjännite 250 V. TN-S järjestelmissä kyseessä oleville elektronisille laitteille ei muodostu haitallista potentiaalieroja. Hyväksytty mittaustulos on yli 1 MΩ. (Tiainen, 2017)

Eristysresistanssimittaus on mahdollista tehdä kahdella eri tavalla. Mittaus on mahdollista tehdä yhdellä kerralla, koko järjestelmän kattavana. Tällöin mittaus suoritetaan pääkeskuksesta. Koko järjestelmän kattava mittaus on yleensä riittävä pienissä sähköasennuksissa. (Tiainen, 2017).

Yleensä eristysresistanssi mitataan ryhmäkeskustasolla siten, että jokainen kokonaisuus mitataan erikseen. Mittaus täytyy suorittaa kattavana ja sitä varten mitattavalta alueelta mekaanisten kytkimien, ryhmäjohtojen johdonsuojakatkaisijoiden tulee olla ON-asennossa, sekä ryhmäjohtojen sulakkeiden tulee olla paikoillaan. Jos virtapiiri on erotettu kaikki napaisesti mittauspiiristä esimerkiksi kontaktorilla, tulee kyseinen piiri mitata erikseen. (Tiainen, 2017).

Mittaus suoritetaan TN-S järjestelmässä kuvan 2 mukaisesti johtimien (L1, L2, L3, N) ja PE väliltä. TN-C järjestelmässä mittaus suoritetaan vaihejohtimien ja PEN-johtimen väliltä. Mikäli keskuksessa on mittauspiirin ulkopuolelle jääviä piirejä, tulee ne mitata erikseen.



Kuva 2. Eristysresistanssin mittaus TN-S järjestelmässä. (Saastamoinen & Saarelainen, 2012).

Kuvasta 2. tulee huomata PE ja N johtimien välisen lenkin poistaminen. Mitatessa on mahdoton tietää, kumpaan johdinta mitataan, joten kyseisen lenkin irrottaminen aiheuttaa järjestelmän kellumisen ja täten voidaan olla suhteellisen varmoja, että mitattava johdin on haluttu. Mittausten jälkeen on ensisijaisen tärkeää muistaa palauttaa kytkentätilaan, jossa se oli ennen mittausten aloittamista.

Taulukko 2. Eristysresistanssin mittausjännite ja pienin sallittu mittaustulos. (SFS 6000-6:2017, 2017).

Virtapiirin nimellisjännite 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

Jos kiinteistössä on käytetty pienoisjännitteisiä ryhmiä, tulee kyseisten ryhmien eristysvastus mitata myös, mutta mittausjännite on mukautettava virtapiirin nimellisjännitteen mukaisesti taulukon 1 mukaan.

4.2.3 Syötön automaattinen poiskytkentä

Syötön automaattinen poiskytkentä tarkoittaa suojausmenetelmää, jonka perussuojauksen on täytettävä standardin SFS 6000-4-41 liitteen 41A tai soveltuvin osin 41B esitetyt vaatimukset. Vian aikana syötön tulee katketa suojalaitteen toimesta taulukoissa 3 ja 4 mainituissa toiminta-ajoissa riippuen suojalaitteesta. (SFS 6000-4-41:411, 2017 Pienjännitesähköasennusten suojausmenetelmät, 2017).

Hyväksytyjen jännitteettömien mittausten jälkeen sähkölaitteistoon kytketään jännite, jonka jälkeen varmistetaan syötön automaattisen poiskytkennän toimivuus vikatilanteessa. (Saastamoinen & Saarelainen, 2012). Syötön automaattisen poiskytkennän vikasuojauksen toimivuus varmistetaan mitaamalla oikosulkuvirta vaiheen ja suojajohtimen väliltä. D1-2017 käsikirja huomauttaa, että oikosulkusuojauksen toteutuminen selvitetään suunnitteluvaiheessa. Käyttöönottotarkastusvaiheessa tarkastetaan, että järjestelmä on suunnitelmien mukainen. (Tiainen, 2017). Mittaus aloitetaan arvioimalla jokaisen keskuksen epäedullisin piste silmämääräisesti, josta mittaus suoritetaan. (Saastamoinen & Saarelainen, 2012).

Riippuen onko suojaus toteutettu johdonsuojakatkaisimena tai tulppasulakkeena, käytetään taulukossa 2 tai 3 vaadittuja mittausarvoja 0,4 s:n ja 5 s:n laukaisuajoilla. Syötön automaattisen poiskytkennän toimivuus saadaan vertaamalla mittaustuloksia taulukoiden 2 ja 3 arvoihin. Suojauksen tulee toimia alle 5 s:ssa jakokeskusten syöttöjohdoilla ja yli 32 A:n ryhmäjohtoissa. Muulloin suojauksen tulee toimia alle 0,4 s:ssa.

Taulukko 3. Johdonsuojakatkaisijoiden pienimmät toimintavirrat (Saastamoinen & Saarelainen, 2012).

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. gG-sulakkeiden pienimmät toimintavirrat (Saastamoinen & Saarelainen, 2012).

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

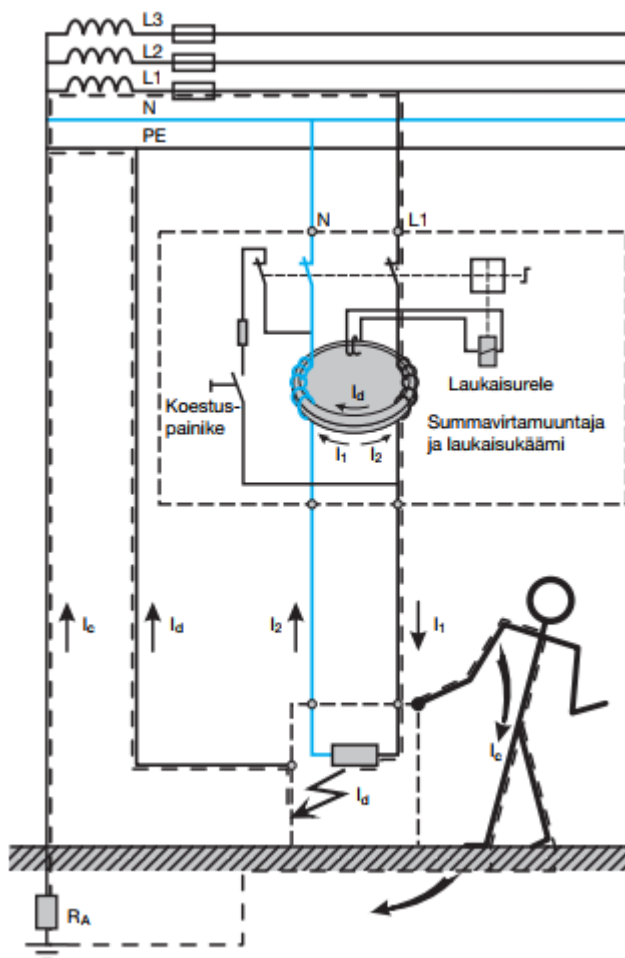
4.2.4 Vikavirtasuojien testaus

“Vikavirtasuojia rajoittaa maahan menevää vikavirtaa siten, että riski mahdollisesti vaaralliseen kosketusjännitteeseen pidetään alle 0,2 sekunnin automaattisella poiskytkennällä. Vikavirtasuojakytkin toimii (eli katkaisee virtapiirin), jos tulevien ja lähtevien virtojen summa poikkeaa nolasta. Tarpeeksi suuri virtaero indusoi laitteen sisällä olevan toisiokäämin, joka laukaisee releen. Vikavirtasuojakytkimen toiminta voidaan liittää johdonsuojakytkimeen, jolloin saadaan yhdistelmälaite. Kuvassa 3 havainnoidaan vikavirtasuojan toimintaa.” (Hager, 2018). Ennen vikavirran mittausta on varmistettava sähkölaitteiston suojajohtimen eheys sekä eristyksen riittävyys.

Standardissa SFS 6000-4-41 määritellään vikasuojauksen vaatimuksia, jossa mm. vaaditaan, että mitoitusvirrallta enintään 32 A pistorasiat ja ulkona käytettävät siirrettävät laitteet suojataan enintään 30 mA vikavirtasuojalla. (SFS 6000-4-41:411.3.3, 2017, 2017)

Vikavirtasuojan toiminta tarkistetaan tarkastamalla laite sen etupaneelista löytyvällä testipainikkeella. Vikavirtasuojan toimintavirta ja laukaisuaika tulee mitata. Mittaustulokset kirjataan mittauspöytäkirjaan.

Vikavirtasuojan mittausvirta on $\frac{1}{2}$ - 1 kertainen suojan toimintavirtaan. Yleisin käytössä oleva vikavirtasuojia on nimellisvirralltaan 30 mA ja toiminta-ajaltaan enintään 300 ms. Yleensä mittauksessa käytetään nousevaa mittausvirtaa.



Kuva 3. Esimerkki TN-S järjestelmän vikavirtasuojauksesta. (Hager, 2018).

On olemassa tilanteita, joissa vikavirtasuojakytkin ei toimi halutunlaisesti. Esimerkiksi jos vikavirtasuoja toimii liian nopeasti, voidaan todennäköisin syin epäillä seuraavia syitä:

- Nollajohdinta ei ole kytketty vikavirtasuojaan
- Virtapiirissä on käytetty nollausta, eli suojajohdin ja nollajohdin on kytketty yhteen
- Kytchentävirheen takia nolla ja suojajohdin ovat yhdessä
- Laite on kytketty virheellisesti vaiheen ja suojajohtimen välille
- Nollajohdin on kytketty toisen virtapiiriin nollajohtimeen
- Sähkölaitteen häiriösuotopiiri tai suojakondensaattorin virheellinen kytkentä
- Suojalaite on viallinen.

Kuvassa 3 on esitetty esimerkki vikavirtasuojakytkimellä suojatusta piiristä.

4.2.5 Kiertosuunnan testaus

Sähkökentän kiertosuunta tulee varmistaa ensin verkon puolelta. Tällä varmistetaan kiinteistöön saapuvan sähkönsyötön oikea vaihejärjestys. Seuraavaksi kiertosuunta varmistetaan keskustasolta ja lopuksi laite tasalta esimerkiksi kolmivaihepistorasioista. Oikea vaihejärjestys on L1, L2 ja L3. Oikealla vaihejärjestyksellä varmistetaan sähkölaitteille mahdollisuus toimia kuten ne ovat suunniteltu. Väärä vaihejärjestys voi aiheuttaa laitteistorikon, koska esimerkiksi kolmea vaihetta käyttävät moottorit pyörivät väärällä vaihejärjestyksellä väärään suuntaan. (Tiainen, 2017).

4.2.6 Toiminnalliset testaukset

Sähkölaitteistoon asennettujen laitteiden, kuten releiden, suoja-, lukitus-, ohjaus-, käyttö ja kytkinlaitteiden toiminta on testattava ennen luovutusta. Tällä testauksella varmistetaan, että laitteet ovat asennettu ja säädetty oikein sekä laitteet toteuttavat kaikki niille määrätyt määräykset ja standardit. Testaukset olisi hyvä suunnitella etukäteen, jotta sähkölaitteisto tulisi testatuksi riittävässä laajuudessa. (Tiainen, 2017).

4.2.7 Napaisuuden tarkastus

Asennuksen yhteydessä sähkölaitteiston asentajan tulee tarkistaa napaisuus. Tämä tarkoittaa sitä, että yksinapaiset kytkinlaitteet tulee kytkeä vaihejohtimiin. Kytkinlaitteita ei saa kytkeä nollajohtimeen, koska kyseinen asennustapa on vaarallinen ja sitä ei sallita. Jos kytkinlaite katkaisee nollan, tulee jännite edelleen sähkölaitteeseen ja esimerkiksi laitevian yhteydessä vika voi olla käyttäjälle vaarallinen. Napaisuuden tarkastaminen on käyttöönottovaiheessa käytännössä mahdotonta, joten tarkastusta suoritetaan koko asennuksen ajan. (Saastamoinen & Saarelainen, 2012). Kolmivaiheisissa sähkölaitteissa tai komivaiheisissa pistorasioissa vaihejärjestyksen tulee olla 1-2-3. Poikkeuksellinen vaihejärjestys aiheuttaa sähkölaitteen tuhoutumisen ja pahimmillaan jopa henkilövahinkoja.

5 KÄYTTÖÖNOTTOMITTAUKSET KOHTEESSA

Ennen sähkölaitteiston käyttöönottoa laitteisto on todettava turvalliseksi käyttää ja määräysten mukaiseksi. Sähkölaitteiston käyttöönotto edellyttää aistinvaraisten tarkastusten lisäksi mittauksia ja toiminnallisia kokeita. Mittaukset ja toiminnalliset kokeet suorittaa sähkölaitteiston rakentaja asennustyön loppuvaiheessa. (Tiainen, 2017, s. 330). Tässä luvussa käsitellään, kuinka käyttöönottomittaukset suoritettiin työtä tehdessä.

5.1 Kohde

Mittaukset suoritetaan Kuopion saaristokaupungissa Kärängän Tuike kohteessa. Kiinteistön rakennusurakasta vastaa rakennusliike Lapti Oy. Kohde sijaitsee Kuopion Sähköverkko Oy:n verkostoalueella.

Tontille on rakennettu neljä taloa, väestönsuoja/varastorakennus ja kolme kappaletta autokatoksia siten, että A-talossa 6 asuntoa maan tasalla ja toiset 6 luhtikäytävällä. B-taloon on rakennettu pinta-alaltaan ja huoneistomäärältään suurempia asuntoja 7 kappaletta huoneistoja rivissä. C-talossa huoneistoja on 5 kappaletta maantasossa ja 5 kpl luhtikäytävällä. D-talossa on C-talon tavalla huoneistoja kahdessa kerroksessa, mutta vain kolme huoneistoa per kerros. Yhteensä kohteessa 35 huoneistoa.



Kuva 4. Yleiskuva kohteesta.

5.2 Mittalaitteet

Mittaukset suoritetaan testilaitteella, joka täyttää vähintään SFS-EN 61557 mukaiset vaatimukset. Kohteessa käytettävä asennustesteri on METREL MI 3100SE. Jännitteettömyyttä ja vaihejärjestystä testataan Fluken T100 jännitteenkoettimella ja pistorasioiden napaisuus koestetaan shuco-testerillä.



Kuva 5. Fluke T100- jännitteenkoetin. (Sainio, 2018).



Kuva 6. Metrel MI 3100 SE mittalaite. (Sainio, 2018).

5.2.1 Kategoriat

Mittalaitteita on tehty erilaisiin käyttötarkoituksiin. Vaatimukset mittalaitteelle vaihtelevat mittauskohteen ja mittausjärjestyksen mukaisesti. Sitä varten on luotu mittalaitteekategoriat, joilla voidaan varmistaa mittalaitteen sopivuus mitattavaan kohteeseen. Mittalaitteekategorioita on neljä:

CAT IV	Syöttötaso, ilmajohdot ja maakaapelit
CAT III	Jakelumuuntajan jälkeiset asennukset
CAT II	Paikallistaso, kannettavat laitteet, kodinkoneet
CAT I	Signaalitaso, tietoliikenne- ja elektroniikkalaitteet

Asuinrakennusten sähköasennuksien mittauksissa on käytettävä vähintään CAT III mukaista mittalaitetta. Mittalaitteet tarkistetaan aina ennen mittausta ja tarvittaessa mittausten jälkeen. (Mäkinen & Rousku, 2017).

5.2.2 Mittalaitteiden kalibrointi

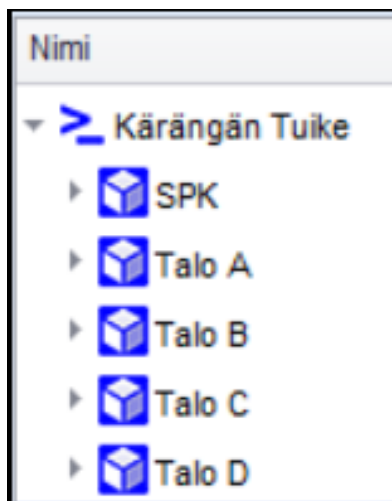
Mittalaitteet tulee kalibroida ennen mittalaitteen käyttöönottoa. Mittauksissa käytetty mittalaitteet tuli suoraan tehtaalta valmiiksi kalibroituina yrityksen käyttöön. Näin voidaan varmuudella olettaa mittalaitteiden esittämien mittaustulosten paikkansapitävyys.

Ennen suojaohjelmien jatkuvuuden mittaamista tulee mittalaitteeseen liitetyt apujohtimet kalibroida. Ilman apujohtimien kalibrointia etenkin asuntokohteissa voidaan saada tuloksiksi yli 1 Ω jatkuvuuksia, jota pidetään hyvän asennustavan mukaisesti raja-arvona hyväksytyille mittaustulokselle. Kalibrointi tapahtuu liittämällä mittalaitteen ohjeen mukaisesti apujohtimet mittalaitteeseen ja kytkemällä mittapäät yhteen ja painamalla kalibrointi painiketta. Seuraavaksi mitataan apujohtimien resistanssi ja mittaustulokseksi tulisi saada 0 Ω .

5.2.3 Mittauspöytäkirjan pohja

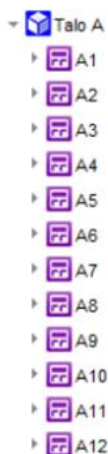
Metrel MI 3100SE on kaksisuuntainen mittalaitte, jonka muistiin voidaan tallentaa mittaustuloksia, mutta mittalaitteen muistiin voidaan tuoda valmistajan sivuilta saatavilla ohjelmalla mittauspöytäkirjan pohja. Mittausten jälkeen tuloksia tulostaessa saadaan suoraan valmis pöytäkirjan liite.

Pohjaan liitetään yrityksen logo sekä mittaaajan ja työmaan vastaavan sähkötoimen johtajan tiedot. Mittalaitteen ohjelmalla luodaan tarkat pisteet mitattavista pisteistä, joten mittaustulokset voidaan tallentaa mittalaitteen muistissa oikeaan kohtaan. Mittauspöytäkirjapohjan luonti alkaa lataamalla metrelin ohjelma (Metrel ES manager) ja aktivoimalla mittalaitteen lisenssit. Pohjan luonti alkaa antamalla pöytäkirjalle kohteen nimi ja tarkemmat tiedot kuvan 7 mukaisesti. Seuraavaksi luodaan tarvittava määrä haaroja, tässä tapauksessa pohjaan luodaan omat haarat sähköpääkeskukselle ja jokaiselle talolle. Jokaiseen haaraan voidaan liittää jopa 200 keskusta ja jokaiseen keskukseen voidaan liittää uudet 200 sulaketta, joihin voidaan tallentaa jopa 200 mittaustulosta. Tässä mittauspöytäkirjassa luotiin jokaiselle talolle oma haara ja haaran nimeksi annettiin talon nimi.



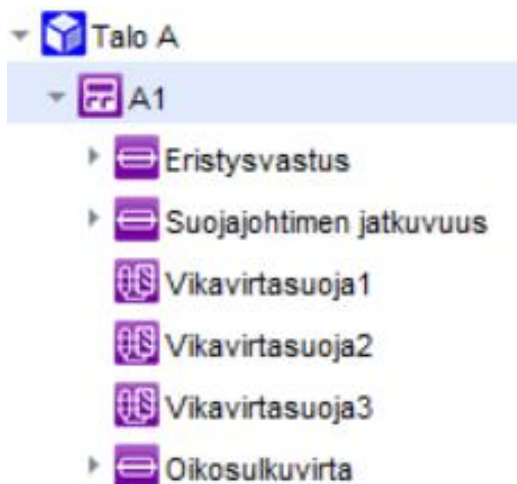
Kuva 7. Mittalaitteen pohjan nimeäminen. (Sainio, 2018).

Haaran täyttö aloitetaan luomalla pohjaan oikea määrä ryhmäkeskuksia, jotka nimetään huoneistojen tapaan kuvan 8. mukaisesti. Seuraavaksi täytetään sähkösuunnitelmien mukaan ryhmäkeskusten alle halutut mittaukset ja nimetään ne oikein kuvan 9 mukaisesti.



Kuva 8. Ryhmäkeskusten nimeäminen. (Sainio, 2018).

Mittausvaiheessa mitatulle arvolle etsitään mittalaitteen muistista sille nimettyyn ryhmän tai lähdön alta tyhjä muistipaikka ja painetaan tallenna. Nimeämällä lähtöjä eri tavoin voidaan lisätä useita mittauksia, vaikka samaan ryhmään helposti. Eri mittauksille annetaan oma nimi kuvan 9 mukaisesti.



Kuva 9. Mittausten nimeäminen. (Sainio, 2018).

Mittalaitteessa on mahdollista poistaa vain mittaustulokset, joten pöytäkirjan pohja voidaan pitää mittalaitteen muistissa niin kauan kuin pohja on yritykselle tarpeellisessa muodossa. Suunnitelmien mukaan kohteen mittaukset olisi tehty uudelle mittauspöytäkirjan pohjalle, mutta ohjelman päivitysten ja lisenssien ongelmien takia mittaukset toteutettiin ilman pöytäkirjan pohjaa.

5.3 Mittausten suunnittelu

Ennen mittausten aloittamista tehty huolellinen suunnittelu auttaa johdonmukaiseen työskentelyyn ja säästää aikaa, jotta asentajat voivat käyttää aikansa työmaalla tehokkaasti hyväksi. Aluksi kohteeseen tutustuttiin sähkökuvien avulla ja haastattelemalla asianosaisia, mm. urakasta vastaavaa sähköasentajaa, työnjohtoa sekä työmaan mestaria. Haastatteluista saaduilla tiedoilla suunniteltiin mittausjärjestys eli kuka suorittaa mittauksen, milloin suoritetaan ja minkä mittauksen. On myös varmistettava, että mittajaan tarvitsemat mittalaitteet ja mittalaitteiden apuvälineet ovat ennalta varattuja, joko mittajaan tai työmaan käyttöön.

Kohteessa suunnittelu aloitettiin selvittämällä ensin mittausjärjestys. Työmaalla rakennusurakkaa on toteutettu järjestyksessä B-C-D-A talo, joten mittaukset aloitettiin B- talosta ja lopetettiin A- taloon. Mittausten suunnittelu aloitettiin ajoittamalla jännitteettömien mittausten suorittaminen ennen kiinteistön sähköistystä, jotta mittauksille jää tarpeeksi aikaa.

Jännitteettömät mittaukset suunniteltiin toteutettavan siten, että jokaisesta ryhmäkeskuksesta mitataan ensin eristysresistanssin arvo huoneistosta ja nousujohtosta. Nousujohtot oli helpointa mitata ryhmäkeskuksilta kytkemällä pääkeskuksen päästä nelinapainen pääkytkin OFF-asentoon ja avaamalla N-PE lenkki. Lopuksi ennen lenkin uudelleenkiinnittämistä mitattiin myös liittymisjohdon ja sähköpääkeskuksen eristysresistanssi. Jännitteettömien mittausten suurin työ oli suojajohtimen jatkuvuuden mittaaminen, joten tätä mittausvaihdetta varten tuli varata tarpeeksi aikaa. Jännitteettömät mittaukset suoritetaan huoneisto kerrallaan.

Jännitteisten mittausten suoritus ajoitettiin tehtäväksi kiinteistön sähköistämisen jälkeen. Jännitteiset mittaukset kyetään suorittamaan, kun pääkeskus on tehty jännitteiseksi ja mittauskeskukseen on liitetty huoneistojen pääsulakkeet. Myös jännitteiset mittaukset suoritetaan huoneisto kerrallaan. Mittauksia helpottaakseni arvioin etukäteen jokaisen ryhmäkeskuksen epäedullisimman pisteen suojajohtimen jatkuvuuden perusteella. Täten oikosulkuvirtamittaus kyetään suorittamaan jokaisen ryhmäkeskuksen todellisesta epäedullisimmasta kohdasta. Samalla jokaisesta huoneistosta testataan jokainen vikavirtasuojakytkin.

Jokainen mittaustulos otetaan ylös ruutuvihkoon, että niistä voidaan myöhemmin luoda asianmukainen mittauspöytäkirja. Mittaustulokset liitetään pöytäkirjan liitteeksi.

Yleiskaapelointijärjestelmän ja antennijärjestelmän mittaukset jouduttiin alkuperäisistä suunnitelmista poiketen suorittamaan sähköurakkaa toteuttavan asentajan toimesta.

5.4 Jännitteettömät mittaukset

5.4.1 Eristysvastusmittaus

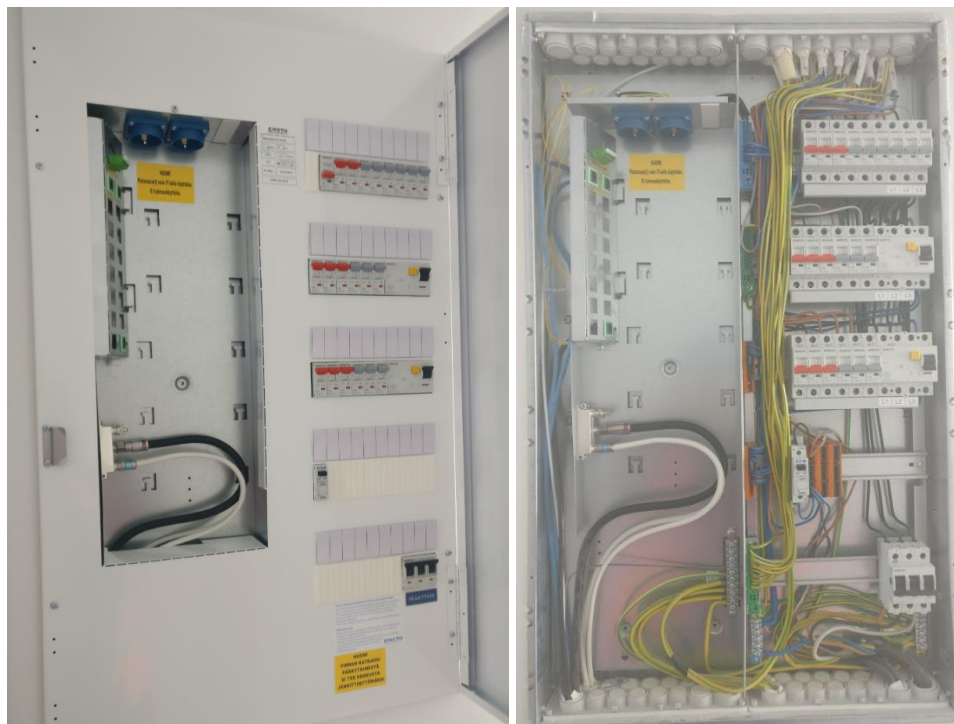
Eristysvastusmittaus suoritetaan jokaiselle keskukselle ja kiinteistön liittymiskaapelille. Mittauksella varmistetaan johtimien ja asennusten riittävä eristys ja varmistetaan seuraavaa mittausta varten, että nolla on kytketty oikein. Eristysvastusmittauksella kyetään havaitsemaan maadoituksen ja nollajohtimen väärinkytkennät ja näin varmistetaan, että seuraavassa mittauksessa mitataan suojajohdinta. Ennen mittauksiin ryhtymistä on todettava jännitteettömyys kattavasti jännitteenkoettimella, jonka toiminta on varmistettu etukäteen toimivasta pistorasiasta.

Ensimmäisenä mitataan liittymisjohdon eristys sähköpääkeskuksen puolelta. Mittaus suoritetaan kiinteistön pääkeskukselta, koska liittymisjohdon toinen pää on kytkemättömänä lähellä jakokaappia. Jakokaapin lähtöön on liitetty tilapäinen keskus työmaasähkölle. Ennen mittausta tulee varmistaa, että päämaadoituskiskon ja nollakiskon välisen kytkennän irrotus sekä pääkeskuksen pääkytkin on OFF-asennossa. Näin varmistetaan mitattavan kaapelin olevan vain liittymiskaapeli. Maadoituskiskon ja nollakiskon välinen kytkentä jätetään jännitteettömien mittausten ajaksi irti. Mittauskytkentä suoritetaan kuvan 11. mukaisella mittapäällä. Aluksi neljä magneettipäätä liitetään jokaiseen vaiheeseen ja nollaan sekä toisesta mittajohtimesta hauenleualla maadoituskiskoon. Suoritetaan mittaus ja tallennetaan mittaustulos. Seuraavaksi mitataan jokainen vaihe ja nolla erikseen maadoitusta vasten.

Liittymiskaapelin jälkeen mitataan sähköpääkeskuksen eristysvastus. Sähköpääkeskuksen eristysresistanssimittaukseen sisällytetään keskukseseen liitetyt ryhmäjohdot, kuten ilmastoinnin syöttö- ja hätäpysäytyskaapeloinnit sekä lämmönjakohuoneen valaistuksen kaapelointi pois lukien kontaktorien takana olevat lähdöt ja autolämmitystolppien syöttökaapelit. Kohteeseen on kytketty luhtikäytävien valaistus astronomisen kellon ohjattavaksi. Ennen mittauksen aloittamista tulee varmistaa, ettei yksikään

kaapelinpää ole jäänyt oikosulkuun. Kontaktorien taakse oli kytketty myös talojen ulkovalaistus. Ulkovalaistuksien ja autolämmitystolppien syöttökaapeleiden mittausta suoritettiin seuraavaksi irrottamalla johtimet sähköpääkeskuksen riviliittimiltä ja mittaamalla ne yksitellen maadoitusta vasten.

Nousujohtojen mittausta päätettiin suorittaa ryhmäkeskuksilta mittausskeskukselle päin. Näin mahdollinen vika kyetään yksilöimään välittömästi oikeaan nousukaapeliin.



Kuva 10. Ryhmäkeskus kannella ja ilman. (Sainio, 2018).

Ensimmäisenä mitattavasta keskuksista tarkastetaan jännitteettömyys kattavasti siten, että jännitteettömyys todetaan vaiheiden ja nollajohdinta sekä maadoitusta vasten, sekä vaiheiden väliltä. Ennen mittausta nousukaapelin nollajohdin on irrotettava keskuksen nollakiskosta. Jännitteettömyden toteutuksen jälkeen asetetaan mittalaite oikeaan asentoon ja mittalaitteeseen liitetään kuvan 11 mukainen mittapää. Mittalaitteen lisäosa kytketään mittajohtimeen L1 ja mittajohtimet L2 ja L3 kytketään yhteen. Kuvassa 11 esiintyvät neljä magneetein varustettua mittapäää voidaan kytkeä suoraan mitattavassa piirissä olevaan metalliin, näin vältetään ylimääräisiltä kytkennöiltä. Toiseen mittajohtimeen liitetään hauenleuka, joka liitetään maadoituskiskoon kuvan 12 mukaisesti.



Kuva 11. Eristysresistanssi mittauksen mittapää. (Sainio, 2018).



Kuva 12. Eristysresistanssimittauksen mittauskytkennän osa. (Sainio, 2018).

Eristysresistanssin mittaaminen ryhmäkeskukselta aloitettiin mittaamalla nousujohtimen eristysvastus ja sen jälkeen huoneiston eristysvastus. Mittajohtimeen L1 liitetyt magneettiset mittapääät kytkettiin ryhmäkeskuksen pääkytkimen nuosukaapelin puolelle jokaiseen vaiheeseen ja neljäs magneettipää liitettiin nollakiskosta irrotettuun nousukaapelin nollajohtimeen. Seuraavaksi mittajohtimet L2 ja L3 liitettiin hauenleukaan ja hauenleuka kytketään lähimpään maadoituskiskoon. Ennen mittausta varmistetaan, että pääkytkin on OFF-asennossa, jotta varmistetaan mitattavan piirin olevan huoneistossa. Ensiksi mitataan kaikkien vaiheiden ja nollan eristys maata vasten, jonka jälkeen mitataan jokainen erikseen siten, että muut kuin mittaava mittapää irrotetaan mitattusta piiristä. Näin saadaan mitattua nuosukaapeli kattavasti. Huoneiston eristys mitataan samoin kuin nuosukaapeli, mutta ilmanvaihtokoneen rele on pidettävä vetäenään esimerkiksi painamalla sormella releen nappia, automaattisulakkeet ovat päällä ja valaistusryhmien kytkimet ON-asennossa, jotta mittaus tulee suoritettua kattavasti.

Nousukaapelin nollajohto tulee olla irrotettu myös huoneistoa mitatessa. Mittaus toistettiin suunnitelman mukaisesti jokaiselle huoneistolle.

Mitatuissa 35 huoneistossa havaittiin eristysresistanssimittauksella yksi vika, jossa pistorasiassa oli kytketty nolla ja maadoitusjohdin samaan liittimeen virheellisesti. Vian korjaamisen jälkeen jokaisesta nousujohtimesta ja huoneistosta mitattiin hyväksyttävät arvot. Jokainen nousukaapelista ja huoneistosta mitattu tulos otetaan ylös. Mittaustulokset liitteessä 2.

Mittauksen jälkeen nousukaapelin nollajohdin jätettiin irti suojajohtimen jatkuvuuden mittausta varten.

5.4.2 Suojajohdon jatkuvuus

Kun oli todettu riittävä eristys huoneistosta, aloitettiin seuraavaksi mittaus. Suojajohtimen jatkuvuus mitataan jokaisesta suojamaadoitetusta pisteestä, kuten valaisinpistorasiasta tai pistorasiasta, mutta jatkuvuus voidaan todeta myös laitteen rungosta. Tällaisia tilanteita oli useita, joissa esimerkiksi kiinteä sähkölaite (kuten hella, kiuas, jääkaappi tai mikro) on kytketty kiinni kalusteisiin. Näissä tilanteissa jatkuvuus kyettiin toteamaan laitteen maalaamattomasta metalliosasta, kuten saranasta.

Ennen mittausten aloittamista täytyy todeta ryhmäkeskuksen jännitteettömyys ja poistaa nousukaapelin nollajohdin nollakiskosta, mutta mittaukset suunniteltiin siten, että eristysvastus mitataan ensin samasta huoneistosta, joten jännitteettömyyden toteamista tai nousukaapelin nollajohtimen irrotusta ei tarvitse tehdä uudelleen.

Mittaukset aloitettiin kytkemällä mittalaitteeseen oikeat mittapäät siten, että mittapää L1 kytketään mittauksessa käytettävään apujohtimeen ja apujohtimen toinen pää kytketään hauenleualla ryhmäkeskuksen maadoituskiskoon. Mittapää L2 kytketään teleskooppimittapähän, jolla mitataan jokaisen pisteen jatkuvuus. Mittapää L3 jätetään mittalaitteen käyttöohjeen mukaan kytkemättä. Mittapäiden kytkemisen jälkeen on kalibroitava apujohtimen tuoma lisäresistanssi pois mittaustuloksesta. Mittaukset suoritetaan täysin kattavina ja jokainen mittaustulos otetaan tässä tapauksessa talteen, jotta myöhemmin voidaan todentaa luotettavasti, että pisteiden suojajohtimen jatkuvuudet ovat hyväksytyjä. Mittauksissa käytetyt teleskooppimittapää ja apujohdinkela esitetty kuvassa 13.



Kuva 13. Suojajohtimen jatkuvuuden mittapää ja apujohdin. (Sainio, 2018).

Ensimmäisiä mittauksia tehtäessä B-talossa havaittiin, että suojajohtimet eivät olleet kunnolla kytketty ryhmäkeskuksessa. Vika korjaantui painamalla ryhmäkeskuksessa suojajohtimet syvemmälle jousiliittimiin. Korjaustoimenpiteen jälkeen mittauksissa todettiin jokaisen mitatun suojajohtimen jatkuvuuden olevan kunnossa. Jokainen mittaustulos jäi reilusti alle 1Ω . Taulukon 1. avulla voidaan arvioida suojajohtimen pituus.

Mittausten suorittamisen jälkeen mittauskytkennät tulee palauttaa ennalleen, eli nousukaapelin nolla-johto kytkettiin takaisin nollakiskoon.

5.5 Jännitteiset mittaukset

Sähköturvallisuuslaki toteaa, että sähkölaitteistoon saa kytkeä jännitteen niiden tarkastuksia varten, ilman, että sitä lasketaan käyttöönoksi. Kun mitattavien huoneistojen ryhmäkeskukset ovat jännitteistetty hallitusti ja kaikki mahdolliset jännitteiset osat ovat joko kosketussuojattu tai ryhmät ovat lukittu mekaanisesti siten, että kyseiset ryhmät ei voi vahingossa päästä jännitteisiksi voidaan jännitteiset mittaukset aloittaa. Keskusten kannet tulee jättää irti, sillä jännitemittaus suoritetaan asennustesterillä ryhmäkeskuksen pääkytkimeltä.

5.5.1 Jännitemittaus

Kiinteistön sähköistyksessä todetaan, että vaihejärjestys on oikea ja vaiheet ovat oikein kytkettyjä. Jännitemittaus toteutetaan asennustesterillä ja jännite mitataan kattavasti kaikkien vaiheiden väliltä sekä nollaa ja maadoitusta vasten. Kohteessa todettiin vaihejärjestys oikeaksi ja pääjännitteeksi 400

V ja vaihejännitteeksi 230 V. Pyörimissuunta todennettiin pääkeskuksesta löytyvästä kolmivaihepistorasiasta ja väestönsuojaan sijoitetuista puhaltimien moottoreista. Pyörimissuunta todettiin oikeaksi.

5.5.2 Syötön automaattinen poiskytkentä

Ennen mittausta arvioitiin kohteen sähkökuvia ja suojajohtimen jatkuvuustuloksien perusteella jokaisen ryhmäkeskuksen kauimmainen pistorasia, josta oikosulkuvirran mittaus toteutetaan.

Mittaus aloitettiin kytkemällä mittalaitteeseen mittaukseen sopiva kuvassa 14. esitetty mittapää. Mittalaitteesta valitaan oikea mittausalue ja valitaan esiasetettu asetus Zrcd mittaukselle. Mitattu oikosulkuvirta tallennetaan mittauspöytäkirjaan. Kohteessa mitatut B10 ja C16 johdonsuojakatkaisijoiden oikosulkuvirrat olivat hyväksyttäviä. Pienimmät oikosulkuvirrat ovat esitetty taulukossa 3 ja 4. Kohteessa huoneistoista mitatut ryhmät olivat suojattu 10 A, B-tyypin johdonsuojakatkaisimella sekä 16 A, C-tyypin sulakkeilla. Lisäksi pääkeskuksesta ja väestösuojakeskuksesta mitattiin 16 A, C-tyypin johdonsuojakatkaisimella suojatut ryhmät. B-tyypin 10 A johdonsuojakatkaisimen vaadittu mitattu arvo tulee olla vähintään 62,5 A ja C-tyypin 16 A johdonsuojakatkaisimelle 200 A taulukon 3 mukaan.



Kuva 14. Tulppamallinen mittapää. (Sainio, 2018).

Kiinteistön vikasilmukan pienimmät oikosulkuvirta arvot mitattiin välille 195 – 321 A B-talossa, 233 – 301 A C-talossa, 227 – 270 A D-talossa ja 249 – 321 A A-talossa. Kiinteistön huonoin oikosulkuvirta arvo mitattiin huoneistosta B19. Taulukon 3 mukaan voidaan todeta, että kiinteistön oikosulkuvirta on vaatimusten mukainen. Kaikki mittaustulokset on listattu liitteessä 2.

5.5.3 Vikavirtasuojien testaus

Oikosulkuvirtamittauksen jälkeen testataan jokaisen vikavirtasuojan testipainikkeen toiminta. Oikein toimiessaan testinappi katkaisee jännitteen siihen kytketyiltä ryhmiltä. B-talon ryhmäkeskuksissa vikavirtasuojakytkimiä oli kolme kappaletta ja muualla kaksi kappaletta 30 mA ja 300 ms. Kaikkien testipainikkeet toimivat normaalisti. Seuraavaksi mitattiin jokaisen vikavirtasuojan laukaisuvirta ja -aika mittalaitteen nousevalla vikavirralla. Mittaustulos kirjattiin mittauspöytäkirjaan ja vikavirtasuojat palautettiin ON-asentoon mittauksen jälkeen.

5.5.4 Toiminnalliset testaukset

Toiminnallisissa testauksissa selvitetään sähkölaiteistoon asennettujen sähkölaitteiden toiminta. Testataan valaistusryhmien kytkimet, että ne sytyttävät valaisimet suunnitellulla tavalla sekä sähkölaitteet, kuten kiukaat, hellat, mikrot, ovikellot ja palovaroittimet toimivat suunnitellusti.

Toiminnallisissa testauksissa havaittiin yhden peilivalon lakanneen toimimasta sekä parin huoneiston ovikellot olivat mykistyneet. Pääasiassa kiinteistöön asennetut sähkölaitteet toimivat asianmukaisesti.

5.5.5 Kiertosuunnan ja napaisuuden testaus

Kohteen keskuksissa todettiin vaihejärjestyksen olevan oikea, joten kiertosuunnan tarkastaminen jäi ainoastaan kolmivaiheisten pistorasioiden vaihejärjestyksen testaamiseen. Kolmivaiheisia pistorasioita oli kohteeseen asennettu vain keskeneräisten autokatosten syöttökaapeleiden päätteeksi. Mittauksissa todettiin vaihejärjestyksen olevan oikea. Yksi kolmivaihepistorasia sijaitsee myös pääkeskuksen kannessa, jonka vaihejärjestys todettiin myös oikeaksi.

Huoneistoissa napaisuudet todettiin shucotesterillä (kuvassa 13.) jokaisesta pistorasiasta ja valaisin-pistorasiasta. Kaikista mitatuista pisteistä jännite sekä napaisuus todettiin oikeaksi.



Kuva 15. Schukotesteri. (Sainio, 2018).

6 KIINTEISTÖN SÄHKÖISTYS

Kiinteistön sähköistäminen tarkoittaa sitä, kun kiinteistön liittymiskaapeli kytketään jakokaappiin ja kiinteistö jännitteistetään hallitusti. Kun kiinteistön eri lohkot, tässä tapauksessa huoneistot, ovat todettu aistinvaraisilla tarkastuksilla ja jännitteettömillä mittauksilla turvallisiksi jännitteistää, voidaan kiinteistö ryhmäkeskus kerrallaan päästää jännitteiseksi ja edetä jännitteisiin mittauksiin.

Kiinteistön sähköistäminen oli suunniteltu 15.3, jota ennen jännitteettömät mittaukset tuli olla suoritettu ja mahdolliset viat korjattu, sillä jännitteettömillä mittauksilla todettiin, että huoneistojen sähkölaitteistoihin on turvallista kytkeä jännite. Kuitenkin ennen kuin pääkeskuksen jännitteistetään, tulee keskeneräiset pääkeskukseen kytketyt lähdöt lukita mekaanisesti siten, että niitä ei kyetä kytkemään päälle ilman lukituksen poistamista. Lukitus voidaan poistaa, kun lähtöön kytketty piiri on kosketussuojattu ja siihen on turvallista kytkeä jännite.

Sähkökatkon aikana poistetaan työmaasähköistys ja sen kaapelointi sekä kytketään kiinteistö Kuopion Sähköverkon jakokaappiin. Kohteen sähköpääkeskukseen oli aiemmin asennettu liittymiskaapeli, joka oli jätetty odottamaan jakokaapin lähelle kytkemistä. Kun liittymiskaapeli oli kytketty, kiinteistön mittauskeskukseen asennettu sähkönkulutusmittarit ja sähköpääkeskuksen kosketussuojaukset kiinnitetty, kytkettiin pääkeskukseen jännite. Seuraavaksi aloitettiin sähköistämään kiinteistöä huoneisto kerrallaan siten, että ryhmäkeskukselta todetaan ensin jännitteettömyys, jonka jälkeen mittauskeskuksella kytketään kyseiseen huoneistoon vaihe kerrallaan sulake, jolloin huoneiston jännitteisyys ja vaihejärjestys todetaan samanaikaisesti. Jokaisessa huoneistossa todettiin oikea vaihejärjestys ja jännite kattavasti, joten keskuksen kansi voitiin asentaa paikalleen. Ryhmäkeskuksen kannen asennuksen jälkeen testattiin kiukaan toiminta ja poistettiin mahdolliset pakkausmateriaalit, ettei myöhemmin toimintatestauksessa aiheudu haju tai jopa palovaaraa. Huoneistoissa kiertelevien siivoojien pyynnöstä kytkimme jännitteen keittiön välitilan pistorasioille, joten kyseiset pistorasiat testattiin schukotesterillä.

Kaikissa ryhmäkeskuksissa todettiin jännite ja vaihejärjestys oikeaksi. Kiinteistön sähköistyksen jälkeen jatkettiin jännitteisillä käyttöönottomittauksilla.

7 ITSELLE LUOVUTUS

Itselle luovutuksella pyritään vähentämään asiakkaan korjauspyyntöjen määrää ja täten ehkäistä ylimääräisiä kustannuksia. Itselle luovutuksessa käydään lävitse kaikki laitteiston asennusten visuaalinen jälki ja varmistetaan toimintatestein kytkimien, valaisimien ja kiinteiden sähkölaitteiden toiminta. Itselle luovutuksesta luodaan pöytäkirja (LIITE 1), mahdolliset puutteet kirjataan ylös ja annetaan urakasta vastaavalle asentajalle korjauskehoitus.

Itselle luovutusvaihe suoritettiin jännitteisten mittausten aikana ja niiden jälkeen, kun kaikki sähkölaitteet olivat asennettu ja niiden toiminta kyetään todentamaan. Itselle luovutus tapahtui tarkastamalla, että kaikki kosketussuojaukset ovat asennettu, kuten ryhmäkeskuksen kansi ja siinä olevat reiät on tukittu. Kiinteästi asennettujen sähkölaitteiden toiminta on testattu. Sähkölaitteiston asennusten visuaalinen puoli on kunnossa, kuten peitelevyt ja pistorasiat ovat asennettu oikealle korkeudelle ja ne ovat suorassa. Sähkökalusteet tulee myös olla asennettu siten, että ne pysyvät normaalissa käytössä paikallaan. Myös paloilmottimien toiminta tarkistettiin painamalla ilmoittimesta löytyvällä testipainikkeella. Oikein toimiessaan paloilmotin päästää lyhyen ajan sisällä äänimerkin. Jos huoneistoon on kytketty useampi paloilmotin, tuli testatun ilmoittimen jälkeen myös muiden ilmoittimien antaa äänimerkki.

Huoneistoissa havaituista puutteista tehtiin erillinen vikalista, joka lisätään itselle luovutusraportin liitteeksi. Vikalistassa on listattu korjattavat pisteet ja mahdollisimman tarkka vian kuvaus. Vikalistan avulla asentaja kykenee suorittamaan korjaustoimenpiteet. Huoneistoissa havaittiin korjattavia puutteita pienissä määrin kytkimissä ja pistorasioissa. Tarkastuksessa havaittiin kiinteistä sähkölaitteista vialliseksi peilivalo, liesi ja palovaroitin. Suurin osa korjauskehoituksista koski peitelevyn ja seinän väliin jäänyttä pientä rakoja tai sähkökalusteen heikkoa kiinnitystä. Joissain tapauksissa rako johtui seinän muodoista, mutta muutamissa kohdissa rasian pohja oli kiinnitetty huolimattomasti ja siten koko pistorasia oli huonosti kiinnitetty, joka aiheutti myös kalusteiden liikkumisen normaalissa käytössä.

Yritykselle luotiin opinnäytetyössä liitteen 1 mukainen pöytäkirja itselle luovutuksesta. Pöytäkirjaa voidaan soveltaen käyttää monipuolisesti yrityksen urakointikohteisiin.

8 LOPPUDOKUMENTOINTI

Loppudokumentoinnilla tarkoitetaan sitä, kun kiinteistön sähkösuunnitelmiin tehdään asennuksen aikana tapahtuneet muutokset. Muutoksia sähkösuunnitelmiin voi tulla yleensä kahdella eri tavalla. Sähkösuunnitelmia voidaan muokata asiakkaan toiveiden mukaisesti, kun asiakas on hyväksynyt mahdollisen lisätyöhinnan muutostyölle. Asiakkaan toivoma muutos kulkee sähkösuunnittelijan kautta urakasta vastaavan asentajan työmaapiirustuksiin. Toinen yleinen syy muutoksille on asennusolosuhteet. Esimerkiksi elementtitalossa ontelot sanelevat minne johdotukset voidaan vetää. Täten asentajan toimesta voidaan pistettä tai jakorasiaa siirtää. Muutokset korjataan jälkikäteen sähkösuunnitelmiin.

Kohteessa tapahtuneet muutokset koostuivat lähinnä sähköpisteiden siirroista tai laitteiden vaihtamisesta. Jotkin huoneistot oli myyty ennen sähköurakoinnin aloittamista, joten asiakkaat ovat tehneet muutoksia mm. valaisimiin ja kiukaisiin. Loppudokumentteja tarvitaan varmennustarkastuksessa, jotka tarkastaja tarkastaa.

9 VARMENNUSTARKASTUS

Varmennustarkastuksen voi tehdä sähköturvallisuuslaissa mainittu valtuutettu laitos tai valtuutettu tarkastaja. Tämän vuoksi sähköurakoitsijan on kutsuttava kohteeseen tarkastaja myöhemmin sovittavana ajankohtana, mutta kuitenkin kolmen kuukauden kuluttua laitteiston käyttöönotosta. Varmennustarkastus suoritetaan pistokoeluoontoisesti ja sillä pyritään selvittämään laitteiston turvallinen toiminta. Varmennustarkastustodistukseen tulee merkitä kaikki vaatimuksista poikkeamiset.

Varmennustarkastus tilataan kolmannelta osapuolelta, joka on valtuutettu tekemään tarkastus. Tilaminen tapahtuu tässä tapauksessa sähköpostitse ja samalle tarkastuskäynnille ajoitetaan toinen kohde Mikkelistä. Useamman kohteen tarkastuksen tilaaminen tulee yritykselle edullisemmaksi.

Kohteeseen varmennustarkastus suoritettiin huhtikuun 19. päivä. Tarkastuksen ulkopuolelle jätettiin jätekatoksen ja autokatoksien valaistusten syötöt sekä autolämmitystolppien syötöt. Tarkastuksessa tarkastaja tarkastaa mittauspöytäkirjan ja käyttöönototarkastuspöytäkirjan sekä pistokoeluoontoisesti tarkastaa mittaamalla tuloksien oikeellisuuden. Pistokokeet suoritettiin sähköpääkeskuksesta, väestösuojan keskuksesta ja yhdestä jokaisen talon ryhmäkeskuksesta sekä lopuksi lämmönjakohuoneesta riittävässä laajuudessa.

Tarkastuksen jälkeen tarkastaja lisää sähköpääkeskukseen tarkastustarran suoritetusta varmennustarkastuksesta. Tarrasta tulee käydä ilmi tarkastaja, tarkastuksen päivämäärä ja tarvittaessa seuraavan määräaikaistarkastuksen ajankohta.

Tarkastaja luovuttaa laatimansa tarkastustodistuksen sähkölaitteiston haltijan käyttöön, josta tulee käydä ilmi kohteen tiedot, tarkastusmenetelmät ja selvitys säännösten ja määräystenmukaisuudesta. Todistuksesta tulee käydä ilmi määräysten vastaisuudet. Sähkölaitteiston haltija on veloitettu säilyttämään todistusta vähintään 10 vuotta. (Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista, 8§, 2016)

10 YHTEENVETO JA POHDINNAT

Opinnäytetyön tavoitteena oli suorittaa kohteeseen käyttöönottomittaukset ja itselle luovutus sekä toimenpiteisiin kuuluvat dokumentoinnit ja pöytäkirjat keväällä 2018. Luoda yrityksen käyttöön pöytäkirja itselle luovutuksesta, luoda yrityksen uudelle mittarille mittauspöytäkirjan pohja sekä hankkia kattava ymmärrys muista kiinteistön luovutusvaiheen toimenpiteistä.

Käyttöönottotarkastukset suoritettiin Nuotek Oy:n Kuopiossa sijaitsevassa Kärängän Tuike nimisessä kohteessa. Kohdekiinteistö sähköistettiin ja käytiin lävitse asennusvirheiden varalta yrityksen käytäntöjen mukaisesti. Itselle luovutuksen tarkoituksena oli käydä kiinteistön sähköasennukset läpi niin, että asiakkaiden muuttaessa huoneistoihin, mahdollisten vikakorjausten määrää saadaan laskettua ja täten aiheuttaen korjauskustannusten laskua. Kohteen mittaukset ja tarkastukset lisäsivät ammattitaitoa sähköisestä talotekniikan osaamisesta.

Opinnäytetyö pyrittiin tekemään mahdollisimman selkeästi siten, että luodaan helposti hahmotettava kuva kiinteistön luovutuksen vaiheista. Työn eri vaiheita pyrittiin havainnollistamaan kuvin. Kohteen käyttöönottomittaukset suunniteltiin tehtäväksi yrityksen uudelle mittalaitteelle luodulle mittauspöytäkirjalle, mutta mittarin ohjelman päivitysten ja lisenssiongelmien vuoksi suunnitelmasta luovuttiin. Mittaukset suoritettiin perinteisesti ruutuvihkoa käyttäen.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin tuotettua yrityksen käyttöön kiinteistön käyttöönottotarkastusten mitaustulokset, itselle luovutuksen pöytäkirjapohja sekä Metrel 3100SE mittarille luotu mittauspöytäkirjan pohja ja käyttöohje mittalaitteen ohjelmalle. Itselle luovutuksen pöytäkirja laadittiin sellaiseen muotoon, että sitä voidaan käyttää myös muihin yrityksen urakkakohteisiin, kuten päiväkotit ja hoivakoti käyttöön.

Työ aloitettiin perehtymällä työssä suoritettaviin mittauksiin ja yritykselle uuteen mittariin. Alussa uudelle mittarille oli tarkoitus luoda mittauspöytäkirjan pohja, mutta päivitysten ja lisenssiongelmien vuoksi pohja luonti jäi viimeiseksi. Mittauksia kohdetyömaalla aloitettiin maaliskuun alussa ja jännitteettömät mittaukset saatiin valmiiksi aikataulussa. Mittausten alkuvaiheessa oli pieniä ongelmia uuden mittalaitteen kanssa, mutta mittausten jatkuessa ongelmista päästiin ylitse. Jännitteiset mittaukset suoritettiin ongelmitta kiinteistön sähköistyksen jälkeen.

Itselle luovutuksessa huoneistot tarkastettiin asiakkaan silmin, jotta myöhemmin mahdollisia korjauksia pyrittiin välttämään. Havaituista asennusvirheistä päätellen käsitys työvaiheen tärkeydestä kasvoi, sillä pieniä virheitä havaittiin useita. Täten työvaiheen tuoma säästö yritykselle on huomattava. Lopuksi yritykselle luotiin tarvittavat dokumenttipohjat ja pöytäkirjat työssä suoritetuista mittauksista ja tarkastuksista. Uskon yrityksen käyttöön jäävien dokumenttipohjien menevän kovaan käyttöön ja selkeyttävän prosessia.

11 LÄHTEET

Hager. (2018). *Hager vikavirtasuojakytin*. Noudettu osoitteesta www.utu.eu:

<https://www.utu.eu/sites/default/files/attachments/vikavirtasuojat-tekniset-tiedot-11fi0211.pdf>

Hyppänen, P. (2009). *Insinööriyö talotekniikan sähköasennusten tarkastukset ja mittaukset käytännössä*. Metropolia ammattikorkeakoulu.

Kiwa Inspecta Oy. (2018). *Palvelut Inspecta*. Haettu 16. 2 2018 osoitteesta Inspecta sivusto:

<https://www.inspecta.fi/Palvelut/Tarkastus-varmennus/Sahkolaitteistojen-ja-asennusten-tarkastus/>

Laki sähköturvallisuudesta (16. 12 2016). 1135. Helsinki, Suomi.

Mäkinen, P.;& Rousku, H. (2017). *SFS 6002 käytännössä*. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.

Rakennuslehti. (3. 2 2017). *Rakennuslehti.fi*. Noudettu osoitteesta [Rakennuslehti.fi](http://www.rakennuslehti.fi):

<https://www.rakennuslehti.fi/2017/02/tiedatko-miten-uusi-sahkoturvallisuuslaki-muuttaa-kaytantoja/>

Saastamoinen, A.;& Saarelainen, K. (2012). *ST-Käsikirja 33*. (J. Kauppila, Toim.) Espoo, Suomi: Sähkötieto ry.

Sainio, S. M. (2018).

SFS 6000-4-41, 2017. (18. 8 2017). Suomi: SESKO ry.

SFS 6000-6:2017. (2017).

SFS-EN 50346. (2003). SESKO ry.

Tiainen, E. (2017). *D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista*. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.

Tukes-ohje 16/2017 sähkölaitteistot ja tarkastukset. (10. 1 2017). Noudettu osoitteesta

<http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/Tukes-ohje-162017-Sahkolaitteistot-ja-tarkastukset/>

Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista. (21. 12 2016). 1434. Helsinki, Suomi.

Björn, Teemu (2013). Sähköasennusten käyttöönottomittaukset

Haettu: 23.4.2018 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/57241/Teemu_Bjorn.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hyppänen, Pertti (1.6.2009). Talotekniikan sähköasennusten tarkastukset ja mittaukset käytännössä

Haettu 24.4.2018 http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/3543/Inssityo_1.6.2009.pdf?jsessionid=7C45D09448256424652B95D92C878917?sequence=1

Karjalainen, Ilkka (3.5.2018) Sähköasennusten käyttöönottomittaukset

Haettu 25.4.2018 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/60472/Karjalainen_Ilkka.pdf?sequence=1

Metrel Mi3100SE Käyttöohje 2013

Haettu: 1.5.2018 http://www.metrel.si/fileadmin/BAZA_od_Damijan_Dolinar/Metrel/Navodila_instrumentov/Instruments/MI_3100_S_EurotestEASI/Ang/MI_3100_SE_MI_3100_s_EurotestEASI_Ang_Ver_1.1_20_752_131.pdf

Tukes, sähkölaitteistot, asennus ja käyttöönotto (2017).

Haettu: 1.5.2018 <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteistot/Asennus-ja-kayttoonotto/>

LIITE 1: ITSELLE LUOVUTUSPÖYTÄKIRJA

NUOTEK

 ITSELLELUOVUTUS
PÖYTÄKIRJA

1 (3)

1. TYÖKOHDDE	Nimi	
2. TYÖKOHTTEEN SIJAINTI	Osoite / reitti / kiinteistötunnus	
	Postinumero	Postitoimipaikka
3. TYÖ	<input type="checkbox"/> Uudisrakennus <input type="checkbox"/> Muu: <input type="checkbox"/> Saneeraus <input type="checkbox"/> Muutos / Laajennus	
	<input type="checkbox"/> Päiväkoti <input type="checkbox"/> Muu: <input type="checkbox"/> Hoitokoti <input type="checkbox"/> Asuinrakennus	
4. VASTUUHENKILÖT	Tarkastuksen suorittaja Nimi: Sähköposti:	Puhelin
	Työmaan sähkötöiden johtaja Nimi: Sähköposti:	Puhelin

3

7. ITSELLE LUOVUTUS (LISÄÄ PUUTE KOHTAAN 8.)	Suojat ja suojalaitteet:
	Kosketussuojaukset <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen
	Turvakytkimet <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu
	Lukituslaitteet <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu
	Muut: <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen
	Toimintatestit:
	Releet <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu
	Valaisimet <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu
	Kytkimet <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu

	<p>Painonapit <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu</p> <p>Ovipuhelimet ja -kellot <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu</p> <p>Autolämmityspisteet <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu</p> <p>Hämäräkytkimet <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu</p> <p>Kellokytkimet <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu</p> <p>Paloilmoittimet <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu</p> <p>Hissi <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu</p> <p>Kiinteät sähkölaitteet <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu</p> <p>Ilmastointilaitteet <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu</p> <p>Termostaatit <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu</p> <p>Visuaalinen tarkastelu:</p> <p>Asennuskalusteet <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu</p> <p>Valaisimet <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu</p> <p>Kiinteät sähkölaitteet <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu</p> <p>Pinta-asennukset <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei asennettu</p>
--	---

8. KORJATTAVAT PUUTTEET	Korjattavat puutteet:	
9. HUOMAUTUKSET	Huomautukset:	
10. TARKASTUS TEHTY	Paikka	Pvm (pp.kk.vvvv)
11.TARKASTAJAN ALLEKIRJOITUS		

LIITE 2: MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Huoneisto	Eristy/resistanssi MΩ	Asunto			Nousukaappeli			Suojajohtimen			VSK 30mA, 300ms			Laukaisusika (ms)			Oikosulkuvirta				
	L1+2+3+N-PE	L1 - PE	L2 - PE	L3 - PE	N - PE	L1+2+3+N - PE	L1 - PE	L2 - PE	L3 - PE	N - PE	jatkuvuus Ω	Plenin	Suurin	Laukaisuvirta (mA)		4-5	6-7	8	suake	ryhm.	Zloop (A)
B13	158,7	158	161	160	161	26,4	156,3	154	158,7	30,2	0,08	0,43	22,5	19,5	25,5	30,5	23,1	19,7	B10	8.1	291
B14	173,2	176	176	178	179	26,5	579	538	537	33,1	0,07	0,39	24	19,5	22,5	10,3	22,5	20,2	B10	4.3	281
B15	162	338	153	164	165	28,8	591	728	653	30,5	0,05	0,35	22,5	22,5	24	19,8	12,9	19,2	B10	4.3	253
B16	158,6	162	159	163	161	29,7	605	465	617	33,4	0,07	0,35	24	22,5	21	19,8	14,9	19,6	B10	8.1	321
B17	169,7	175	180	192	173	26,8	594	591	612	33,1	0,04	0,34	21	22,5	24	21,4	34,1	10,4	B10	4.3	257
B18	167	167	157	189,5	174	28,9	>999	>999	>999	32,3	0,06	0,45	22,5	25,5	21	19,8	13	19,5	B10	4.3	246
B19	193	187	181	193	189	28,6	>999	>999	>999	32,2	0,04	0,37	24	24	21	19,8	24,2	19,8	B10	4.3	195
C25	712	>999	729	>999	737	29,9	>999	>999	>999	31,4	0,06	0,31	22,5	22,5		19,5	34,2		B10	4.2	277
C26	736	733	761	807	804	31,2	>999	>999	>999	33	0,07	0,28	22,5	22,5		19,8	22,2		B10	4.2	301
C27	670	757	786	731	721	32,3	>999	>999	>999	33,5	0,06	0,32	22,5	22,5		21,1	12,5		B10	4.2	300
C28	756	803	804	829	801	31,2	>999	>999	>999	33,5	0,09	0,34	21	21	21	19,8	21,5		B10	4.2	267
C29	905	921	931	997	995	30,2	>999	>999	>999	33,6	0,09	0,32	21	22,5		10,8	12,5		B10	4.2	275
C20	571	523	584	600	577	32	>999	>999	>999	33,9	0,08	0,36	21	24		9,8	13,1		B10	4.2	262
C21	550	584	569	586	629	33	>999	>999	>999	34,3	0,14	0,43	24	19,5		19,9	12,8		B10	4.2	274
C22	491	510	525	519	531	31,5	>999	>999	>999	33	0,1	0,4	22,5	25,5		19,8	32,3		B10	4.2	233
C23	525	548	574	568	575	34,2	>999	>999	>999	35	0,1	0,39	21	21		9,8	13,1		B10	4.2	270
C24	572	558	639	589	33,5	30,6	>999	>999	>999	33,5	0,07	0,36	16,5	22,5		19,8	12,1		B10	4.2	253
D33	631	657	665	655	740	31,6	>999	>999	>999	33,4	0,1	0,39	24	22,5		29,8	12,6		B10	4.2	270
D34	188,5	194	158	195	192	28,2	>999	>999	>999	31,7	0,05	0,4	21	18		9,8	33,3		B10	4.2	233
D35	591	605	599	626	633	30,1	>999	>999	>999	31,8	0,11	0,4	22,5	19,5		21	23,2		B10	4.3	264
D30	469	124	476	495	482	28,3	>999	>999	>999	29,5	0,13	0,43	22,5	22,5		19,7	23		B10	4.2	252
D31	498	524	492	528	501	29,6	>999	>999	>999	31,8	0,09	0,35	21	24		9,7	22,3		B10	4.2	257
D32	496	505	495	524	538	28,8	>999	>999	>999	31,7	0,1	0,45	21	22,5		19,7	22,3		B10	4.2	227
A7	780	>999	816	826	840	29,9	>999	>999	>999	30,6	0,09	0,45	22,5	21		19,8	22,6		B10	4.2	320
A8	891	948	970	964	944	27,2	>999	>999	>999	29,6	0,08	0,32	25,5	22,5		19,7	19,5		B10	4.2	298
A9	816	849	>999	>999	842	27,6	>999	>999	>999	30,2	0,08	0,29	25,5	21		30,9	9,3		B10	4.3	321
A10	>999	>999	>999	>999	>999	45,9	>999	>999	>999	30,1	0,06	0,3	22,5	24		50,4	9,3		B10	4.3	311
A11	>999	>999	>999	>999	>999	28,3	>999	>999	>999	30,1	0,1	0,38	19,5	25,5		20,4	19		B10	4.3	293
A12	872	>999	>999	>999	>999	28,7	>999	>999	>999	31,5	0,09	0,34	19,5	22,5		19,8	21,9		B10	4.2	273
A1	608	646	>999	652	626	27,5	>999	>999	>999	30,5	0,07	0,38	24	24		9,4	13,2		B10	4.2	287
A2	589	612	695	>999	614	29,1	>999	>999	>999	32	0,09	0,42	24	22,5		3,8	21,6		B10	4.2	258
A3	554	571	640	678	581	30,3	>999	>999	>999	31,4	0,07	0,41	24	24		19,7	10,9		B10	4.3	255
A4	552	579	614	690	588	29,6	>999	>999	>999	30,8	0,07	0,43	22,5	22,5		9,8	8,8		B10	4.3	259
A5	532	371	529	>999	579	32,6	>999	>999	>999	36,5	0,07	0,89	25,5	21		9,7	30,5		B10	4.3	249
A6	665	752	877	715	734	27,2	>999	>999	>999	28,4	0,09	0,4	25,5	21		19,7	12,9		B10	4.2	314

	C16	Olkosulkuvirta				
		A	impedanssi	VSS	VSK	
A1	C16	604	Ω		Laukaisu-virta	-aika
A2	C16	547	0,38		mA	ms
A3	C16	559	0,42			18,3
A4	C16	520	0,41	Valaistus	22,5	19,6
A5	C16	504	0,44			
A6	C16	585	0,46			
A7	C16	594	0,39			
A8	C16	555	0,39			
A9	C16	551	0,41			
A10	C16	560	0,42			
A11	C16	509	0,41			
A12	C16	577	0,45			
			0,4			
B13	C16	430	0,53			
B14	C16	441	0,52			
B15	C16	401	0,57			
B16	C16	487	0,47			
B17	C16	442	0,52			
B18	C16	166	0,49			
B19	C16	370	0,62			
C20	C16	577	0,4			
C21	C16	487	0,47			
C22	C16	508	0,45			
C23	C16	491	0,47			
C24	C16	465	0,49			
C25	C16	508	0,45			
C26	C16	541	0,42			
C27	C16	532	0,43			
C28	C16	496	0,46			
C29	C16	465	0,49			
D30	C16	507	0,45			
D31	C16	470	0,49			
D32	C16	471	0,49			
D33	C16	522	0,44			
D34	C16	463	0,5			
D35	C16	462	0,5			

LIITE 3: KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA



ST 51.21.05

1 (4)

KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA

Pöytäkirjan nro _____

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

PERUSTIEDOT

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

1. AISTINVARAINEN TARKASTUS

a)	Sähköiskulta suojaus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisällä <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		
b)	Palosuojaus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisällä <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		
c)	Johtimet ja johtojärjestelmät	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisällä <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		
d)	Suoja- ja valvontalaitteet	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisällä <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		
e)	Ylijännitesuojat	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisällä <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		
f)	Erotus- ja kytkentälaitteet	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisällä <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		

© Sähköinfo Oy 11/2017 - Sähköinfo ry:n julkaisu

ST 51.21.05

2 (4)

g)	Sähkölaitteiden suojausmenetelmät	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Huom!	_____			
h)	Nolla- ja suojajohtimien tunnuks	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Huom!	_____			
i)	Piirustukset, varoituskilvet jne.	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Huom!	_____			
j)	Tunnistettavuus	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Huom!	_____			
k)	Päätteet ja liitokset	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Huom!	_____			
l)	Suoja- ja potentiaalintasausjohtimet	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)	Yksivaiheiset kytkinlaitteet	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Huom!	_____			
o)	Erikoistilat	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
	Kohdetta koskevat erikoistilat:				
	Läskintätila	Liite	_____		
	Räjähdyshaarallinen tila	Liite	_____		
		Liite	_____		

KESKUKSEN NIMI JA TUNNUS:

2. SUOJAJOHTIMIEN JATKUVUUS (PE-, PEN-, maadoitus-, pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimet)Todettu kaikista laitteista ja pistorasioista Suurin resistanssi _____ Ω , ryhmässä _____Jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi

Liitteet: _____

3. ERISTYSRESISTANSSI

Kohde	Ryhmä nro	$R_v/M\Omega$	Huom

Eristysresistanssit todettu vaatimusten mukaisiksi PE- ja N-johdinten yhdistys on palautettu mitausten jälkeen entiselleen

Erikoistoimenpiteet mitausten suorittamisessa:

Liitteet: _____

4. SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ

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

ST 51.21.05

3 (4)

Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssarvot saatu mittaamalla Vikasuojaus on toteutettu vikavirtasuojalla

Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssarvot saatu laskemalla

Saadut arvot ovat standardin vaatimusten mukaiset

Liitteet: _____

Vikavirtasuojat

Tyyppi ja käyttötarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike- testaus
		t/ms	I _n /mA	
				<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>

Toiminnot todettu standardien vaatimusten mukaisiksi Käyttötarkoitus: VS = vikasuojaus, LS = lisäsuojaus, PS = palosuojaus

Liitteet: _____

5. KIERTOSUUNNAN TARKASTUSKeskus 3-vaihepistorasiat Ei sisälly asennukseen **6. TOIMINTA- JA KÄYTTÖTESTIT**Koneet ja laitteet Toiminnalliset kokonaisuudet Ei sisälly asennukseen **7. JÄNNITTEENALENEMA**

Suurin jännitteenalennema _____ %

Saatu mittaamalla Saatu laskemalla **8. EMC-SUOJAUS**Kohteessa on käytetty TN-S -järjestelmää Maadoitukset ja potentiaalitasaukset on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti Kaapeleiden valinta, sijoittelu ja asentaminen on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti Laittevalinnoissa on huomioitu asennusympäristön vaatimukset Asennuksissa on noudatettu laitevalmistajien ohjeita

Muuta, mitä? _____

Liitteet: _____

Sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuuslain 1135/2016 ja valtioneuvoston asetuksen (1436/2016) sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset **9. HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMAN TARVE**Kohteen kunnossapito-ohjelma vaaditaan ei vaadita Kohteessa on huolto- ja kunnossapito-ohjelma Kohteessa on käyttö-, huolto- ja kunnossapito-ohjeet Kohteessa on poistumisreititvalaistus Kohteessa on poistumisreititvalaistusta koskeva kunnossapito-ohjelma **10. SEURAAVA MÄÄRÄAIKAISTARKASTUS**Tarkastus: vaaditaan määräaikaistarkastuksen ajankohta _____ei vaadita

Huom! _____

11. KOHTEEN TOTEUTUKSESSA KÄYTETYT STANDARDIT

Toteutuksessa on käytetty standardikäsikirjoja SFS 600-1-1 ja SFS 600-1-2 ja

muuta, mitä? _____

Kohde on todettu edellä mainittujen standardien vaatimusten mukaisesti toteutetuksi

ST 51.21.05

4 (4)

12. PALOVAROITTIMET

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.

Palovaroittimen käyttö- ja huolto-ohjeet on luovutettu.

Selvitys kuinka palovaroittimien virran ja varavirran syöttö on toteutettu:

Lisätietoja:

Palovaroittimien osalta on laadittu erillinen asennustodistus, jossa on mainittu edellä esitetyt asiat ja joka on tämän pöytäkirjan liitteenä.

13. TARKASTUKSEN TEKIJÄ(T)

Päiväys	Päiväys
Allekirjoitus ja nimen selvennys	Allekirjoitus ja nimen selvennys

Mittauksissa käytetyt mittalaitteet:

14. LUOVUTUSMERKINTÄ

- a) Ilmoitus kohteen valmistumisesta tehty: Verkkoyhtiö Verkkoyhtiön nimi _____
- b) Käytön opastus Sovittu pidettäväksi pvm _____
- c) Käyttöönottotarkastuspöytäkirja luovutettu liitteineen
Liitteet: _____
- d) Piirustukset ja muut dokumentit luovutettu

Luettelo piirustuksista ja dokumenteista:

Lisätietoja:

Päiväys	Allekirjoitus ja nimen selvennys
---------	----------------------------------

15. TILAAJAN TAI HÄNEN EDUSTAJANSA KUITTAUS

Olen vastaanottanut kohdassa 14, Luovutusmerkintä, ilmoitetut suoritukset.
Pöytäkirja säilytettävä ja tarvittaessa esitettävä koko sähkölaitteiston käyttöiän ajan.

Päiväys	Allekirjoitus ja nimen selvennys
---------	----------------------------------

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

LIITE 4: SÄHKÖLAITTEISTOJEN OLENNAISET TURVALLISUUSVAATIMUKSET

"1. Ihmiset ja kotieläimet on suojattava vaaroilta, joita voi syntyä kosketettaessa sähkölaitteiston jännitteisiä osia tai jouduttaessa liian lähelle näitä osia.

Suojaus on toteutettava estämällä virran kulku ihmisen tai kotieläimen kautta tai rajoittamalla virran suuruus vaarattoman pieneksi.

Suojausmenetelmänä on tavallisesti käytettävä koskettamiselta suojaavaa eristystä tai kotelointia, jollei virran suuruus ole rajoitettu vaarattoman pieneksi.

Jos eristyksen tai koteloinnin käyttö ei ole teknisesti tai taloudellisesti mahdollista taikka tarkoituksenmukaista, saa suojausmenetelmänä käyttää jännitteisten rakenteiden sijoittamista riittävän kauas kosketusetäisyyden ulkopuolelle.

Jos eristyksen tai koteloinnin käyttö ei ole mahdollista tutkimus- tai testauslaitteistoissa, saa käyttää myös tahattomalta koskettamiselta suojaavia esteitä tai muuta soveltuvaa suojausmenetelmää edellyttäen, että luotettavasti estetään sivullisten pääsy vaara-alueelle.

2. Ihmiset ja kotieläimet on suojattava vaaroilta, joita voi syntyä sähkölaitteistossa esiintyvän vian aikana kosketettaessa jännitteelle alttiita osia tai oltaessa sähkölaitteiston lähellä.

3. Sähkölaitteiston rakenteen on oltava sellainen, että ei synny korkean lämpötilan tai valokaaren aiheuttamaa sähkölaitteistoon kuulumattoman palavan aineen syttymisvaaraa.

4. Sähkölaitteistot eivät saa aiheuttaa palovammojen vaaraa ihmisille eivätkä kotieläimille.

5. Jännitteisissä johtimissa mahdollisesti kulkeva ylivirta ei saa aiheuttaa sellaisia korkeita lämpötiloja tai sähkömekaanisia rasituksia, jotka voivat vahingoittaa ihmisiä, kotieläimiä tai omaisuutta.

6. Sähkölaitteistossa esiintyvän vian yhteydessä on normaalitilanteessa jännitteettömien johtimien ja muiden johtavien osien kestettävä niiden kautta mahdollisesti kulkeva vikavirta ilman, että niiden lämpötila nousee vaarallisen korkeaksi tai että niistä aiheutuu mekaanista vaaraa.

7. Suojalaitteiden on toimittava sellaisilla virroilla, jännitteillä ja sellaisessa ajassa, jotka takaavat riittävän turvallisuuden.

8. Sähkölaitteiston sähköinen suojajärjestelmä on valittava siten, että se voidaan pitää toimintakuntoisena ja luotettavana koko sähkölaitteiston käyttöä.

9. Eri jännitteellä syötettyjen virtapiirien jännitteisten osien välinen vika tai sähkölaitteistosta muusta syystä aiheutuva ylijännite ei saa aiheuttaa vaaraa tai vahinkoa ihmisille, kotieläimille tai omaisuuksille.

10. Sähkölaitteiston jännitelujuuden ja eristystason on vastattava käyttöolosuhteissa esiintyviä jännitteitä.

11. Sähkölaitteiston rakenteen on oltava sellainen, että se kestää tarkoitetussa käytössä ja käyttöpaikassa todennäköisesti vaikuttavat ulkoiset rasitukset ja olosuhteet.

12. Sähkölaitteistot on rakennettava kyseiseen käyttöön ja olosuhteisiin tarkoitetuista sähkölaitteista ja muista laitteista sekä tarvikkeista, joiden rakenne täyttää niitä koskevat säädökset. Laitteet ja tarvikkeet on asennettava valmistajan tarkoittamalla tavalla ja siten, että niiden turvallisuus säilyy.

13. Sähköalan ammattitaitoa vailla olevien henkilöiden käyttöön tarkoitettujen laitteistojen rakenteen on oltava sellainen, että nämä henkilöt voivat käyttää laitteistoa ja tehdä heidän tehtäväkseen tarkoitetut toimenpiteet turvallisesti ilman jännitteisten osien kosketusvaaraa ja valokaarivaaraa.

14. Sähkölaitteiston rakenteen ja sijoituksen on oltava sellainen, että sen vaaroja tuntemattomat henkilöt eivät pääse helposti käsiksi jännitteisiin osiin.

15. Sähköratalaitteistoon tai muuhun erikoissähkölaitteistoon mahdollisesti liittyvät poikkeukselliset vaaratekijät on otettava huomioon laitteiston rakenteessa tai suojauksessa.

16. Lääkintätilaan, räjähdysvaaralliseen tilaan tai muuhun poikkeuksellisia vaaratekijöitä sisältävään tilaan saa sijoittaa vain sellaisen sähkölaitteiston, jonka rakenteella tai suojauksella on varmistettu laitteiston turvallisuus kyseisessä tilassa.

17. Ilmajohtojen ja muiden sähkönjakeluun liittyvien sähkölaitteistojen rakenteissa on otettava huomioon tavanomaisten sähkölaitteistojen turvallisuutta koskevien vaatimusten lisäksi seuraavat tekijät:

– sääolosuhteista ja muista tekijöistä aiheutuvat lämpörasitukset, mekaaniset rasitukset ja muut vaikutukset;

– jännitteisten rakenteiden etäisyys rakennuksista, puista ja vastaavista;

– ihmisten liikkuminen ja liikenne;

– samoissa pylväissä tai muuten lähellä toisiaan sijaitsevien ilmajohtojen keskinäinen vaikutus;

– ilmajohtojen pylväissä sijaitsevien muiden laitteistojen ja laitteiden vaikutus.

18. Sähkölaitteiston eri osien on oltava keskenään yhteensopivia. Sähkölaitteisto tai sähkölaite ei saa vaarantaa toisen sähköasennuksen tai sähkölaitteen turvallisuutta.

19. Sähkölaitteiston on oltava sellainen, että sen ja ei-sähköisten laitteistojen välillä ei synny vahingollisia vaikutuksia.

20. Sähkölaitteiston on oltava rakenteeltaan niin selväpiirteinen, että sen käytössä ja huollossa ei synny väärinkäsityksistä johtuvia vaaratilanteita.

21. Sähkölaitteisto on varustettava sen käyttöä ja hoitoa varten tarpeellisilla merkinnöillä ja varoituskilvillä.

Suojalaitteet, johdot ja johtimet on ryhmiteltävä selkeästi ja tarvittaessa merkittävä siten, että virtapiirit voidaan tunnistaa.

Sähkölaitteistosta on laadittava sen rakentamista, käyttöä ja hoitoa varten tarvittavat kaaviot ja ohjeet.

22. Sähkölaitteiston rakenteen on oltava sellainen, että kaikki ennakoitavissa olevat sähkölaitteiston tarkastus-, testaus-, huolto- tai korjaustoimenpiteet voidaan tehdä turvallisesti ja tarkoituksenmukaisesti.

23. Sähkölaitteistossa on oltava riittävästi erotuslaitteita siten, että virtapiirit tai yksittäiset laitteet voidaan erottaa verkosta huoltoa, testausta, vian etsintää tai korjauksia varten.

24. Jos vaaran esiintyessä on tarpeen katkaista sähkön syöttö välittömästi, katkaiseva laite tai sitä ohjaava laite on asennettava siten, että se on helposti havaittavissa ja tehokkaasti sekä nopeasti käytettävissä.” (Tukes-ohje 16/2017 sähkölaitteistot ja tarkastukset, 2017).