



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Miika Nissilä

# Sähköasennusten käyttöönotto ja sähkötyöturvallisuus työmaalla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

25.5.2020

Tekijä Otsikko  Sivumäärä Aika	Miika Nissilä Sähköasennusten käyttöönotto ja sähkötyöturvallisuus työ- maalla  41 sivua + 2 liitettä 25.5.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Vesa Sippola projektinjohtaja, Arttu Salminen
<p>Tässä insinööriyössä tiivistetään lyhyesti suomalaisen sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 oleelliset asiat, jotta ymmärretään turvalliset sähkötöiden työskentelymenetelmät ja niiden merkitys. Lisäksi tarkasteltiin sähköasennusten käyttöönottotarkastusta teoriassa ja käytännössä sekä missä laajuudessa tarkastus on milloinkin tehtävä ja dokumentoitava. Työn tarkoituksena on luoda ohje käyttöönottotarkastuksen suorittamiseen. Työn aihe saatiin JRA-Sähkö Oy:ltä.</p> <p>Materiaalina käyttöönottotarkastuksien teosta ja dokumentoinnista käytettiin ST-käsikirjaa 33 sekä kirjoja D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista ja SFS-käsikirja 600-1-1. Näistä myös koottiin ohje asentajille käyttöönottotarkastuksen mittauksia varten. Lopuksi mentiin itse suorittamaan käyttöönottotarkastus valmistuneeseen linjasaaneerattuun kerrostalohuoneistoon.</p> <p>Työn lopputuloksena syntyi tietopaketti turvallisesta työskentelystä ja ohje siitä, mitä mittauksia tulee tehdä sähköasennuksille, kuinka ne tehdään, mitkä ovat hyväksytyjä mitaustuloksia sekä kuinka ne dokumentoidaan.</p>	
Avainsanat	sähkötyöturvallisuus, käyttöönottotarkastus, oikosulkuvirta, eristysresistanssi

Author Title	Miika Nissilä Commissioning Inspection of Electrical Installations and Electrical Work Safety in Construction Site
Number of Pages Date	41 pages + 2 appendices 25 May 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation engineering
Professional Major	Electrical power engineering
Instructors	Vesa Sippola, Senior lecturer Arttu Salminen, project manager
<p>This thesis summarises the most relevant subjects of the Finnish standard SFS 6002 so that the value of safe working methods with electrical works is understood. In addition, this work covers commissioning inspection in theory and practice, as well as the required scale these should be done in and how to document the results. The purpose of this thesis work is to create guide for commissioning inspection. The topic for this thesis work was given by JRA-Sähkö Oy.</p> <p>Books ST-käsikirja 33, D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista and standard book SFS 600-1-1 were used as sources on how to conduct and document a commissioning inspection. These books were also used for making instructions on commissioning inspection for electricians. As a part of this thesis work a commissioning inspection was done in a renovated apartment.</p> <p>The result of this work is a conclusion of useful information on safe ways of working. The thesis contains instructions on needed measurements and how they should be done for electrical installations. The work explains which are approved measurements and how they are documented properly.</p>	
Keywords	electricalwork safety, commissioning inspection, short circuit current, insulate resistance

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähkötyöturvallisuus	2
2.1	Sähkötyöturvallisuusstandardi	2
2.2	Turvallinen toiminta	3
2.3	Työskentelykäytännöt	5
3	Käyttöönottotarkastus	8
3.1	Aistinvarainen tarkastus	8
3.2	Jännitteettömänä tehtävät mittaukset	9
3.2.1	Suojajohtimien jatkuvuusmittaus	9
3.2.2	Eristysresistanssin mittaus	11
3.3	Jännitteisenä tehtävät mittaukset	17
3.3.1	Syötön automaattinen poiskytkentä	17
3.3.2	Napaisuus	20
3.3.3	Kiertosuunnan tarkistus	20
3.3.4	Toimintatestit	20
3.3.5	Jännitteenalenema	21
4	Ohje asentajille	22
4.1	Suojajohtimen jatkuvuuden mittaaminen	23
4.2	Eristysresistanssin mittaaminen	23
4.3	Syötön automaattinen poiskytkentä (oikosulkuvirran mittaus)	24
4.4	Vikavirtasuojan toiminnan testaus	26
4.5	Kiertosuunnan tarkistus	27
5	Käyttöönottotarkastusten dokumentointi	29
6	Esimerkkikohteen mittaukset	31
6.1	Kohteen esittely	31
6.2	Mittaustulokset	37

7	Yhteenveto	39
	Lähteet	40
	Liitteet	
	Liite 1. Mittauspöytäkirja	
	Liite 2. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja	

## Lyhenteet

CE-merkintä	Merkintä, joka vakuuttaa, että tuote on EU:n asetusten ja direktiivien mukaan valmistettu.
LVIS	Lämmitys-, vesijohto-, ilmastointi- ja sähkötekniikka.
Nollajohdin	Järjestelmän nollapisteeseen sähköisesti yhdistetty johdin, joka voi olla mukana sähköenergian siirrossa.
PE-johdin	Johdin, joka suojaa esim. sähköiskuilta
PELV	Pienoisjännitejärjestelmä, jossa on maadoitettu jännitteelle alttiit osat.
PEN-johdin	Johdin, joka toimii suojamaadoitus- ja nollajohtimena.
SELV	Maasta erotettu pienoisjännitejärjestelmä.
TN-C-järjestelmä	Järjestelmä, jossa PEN-johdin toimii sekä suojaja että nollajohtimena koko järjestelmässä.
TN-S järjestelmä	Järjestelmä, jossa on erikseen maadoitettu suojamaadoitusjohdin ja nollajohdin.
Äärijohdin	Johdin, joka on normaalitilanteessa jännitteinen ja kykenee osallistumaan sähköenergian siirtoon, mutta ei ole nolla- tai keskipistejohdin

## 1 Johdanto

Tässä insinöörityössä perehdytään sähköalan töiden turvallisuuteen ja vaaroihin sekä siihen, kuka niitä saa ylipäättään tehdä. Millä tavoin varmistetaan asennusten turvallisuus ja kuinka ne dokumentoidaan.

Työssä nojataan suomalaiseen sähkötyöturvallisuusstandardiin SFS 6002, josta on koottu keskeisimmät asiat turvalliseen työskentelyyn. Lisäksi perehdytään käyttöönotto-tarkastukseen ja sen sisältämiin mittauksiin. Opinnäytetyön aihe saatiin JRA-Sähkö Oy:lta ja työn lopuksi luodaan sähköasentajille käyttöönottotarkastusta varten tehtäviin mittauksiin ohje.

JRA-Sähkö Oy vuonna 1998 perustettu yritys, joka on erikoistunut linjasaneerauksiin, tietoliikennejärjestelmiin sekä teollisuuden-, liiketilojen ja kunnallisten tilojen sähköasennuksiin. Yritys toimii Etelä-Suomessa ja työllistää vakituisesti noin 35 henkilöä. Yritys on vuodesta 2018 ollut osa QMG Partners palveluverkoston. QMG Partners Oy kuuluu Quattro Mikenti Groupiin, joka on Suomen suurimpia talotekniikkaurakoitsijoita. [1.]

## 2 Sähkötyöturvallisuus

### 2.1 Sähkötyöturvallisuusstandardi

Suomessa kaikissa töissä tulee noudattaa työturvallisuuslakia ja sen perusteella annettuja säädöksiä. Näiden lisäksi sähköalan töille on luotu sähköturvallisuuslainsäädöksiä. Sähköturvallisuuslakeja valvoo turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). [2, s. 18.]

Henkilöiden vastuista ja työturvallisuudesta on annettu vaatimuksia esim. alla olevissa säädöksissä:

- työturvallisuuslaki (738/2002)
- työsopimuslaki (55/2001)
- valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009)
- valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta. (403/2008) [2, s. 18.]

Erityisesti sähköalan töiden turvallisuutta koskevia vaatimuksia on laadittu seuraavissa säädöksissä:

- sähköturvallisuuslaki (1135/2016)
- valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä (1435/2016). [2, s. 18.]

Lainsäädäntöjen turvallisuusvaatimuksia on helppo toteuttaa, kun noudattaa voimassa olevaa sähkötyöturvallisuusstandardia SFS 6002. Standardi koskee sähkölaitteistojen käyttö- ja ohjaustoimintaa sekä työntekoa sähkölaitteistoissa ja niiden lähellä (ei pelkästään sähkötyö). Kyseiset sähkölaitteistot toimivat kaikilla jännitealueilla pienoisjännitteestä suurjännitteisiin. Sähkölaitteistoiksi katsotaan esim. voimalaitokset, suurjännite siirtolinjat, muuntamot, pien- ja suurjännitejakeluverkot sekä erilaiset kulutuslaitteet. [2, s. 19.]



## 2.2 Turvallinen toiminta

Ennen sähkötöiden aloittamista on arvioitava mahdolliset riskit ja niiden perusteella määritellään käyttötoimenpiteet sekä kuka työt voi tehdä ja miten. Sähkölaitteistossa tai sen läheisyydessä työskentelevien on kaikkien oltava riittävän opastettuja kyseiseen työhön. Vastuu opastuksesta kuuluu työnantajalle, mutta työnantaja voi asettaa toisen henkilön edustajanaan hoitamaan opastuksen. Sähköalan töissä vastuu kuulu myös sähkötöiden johtajalle ja käytön johtajalle. [2, s. 24.]

Opastusta ei anneta pelkästään maallikoille vaan myös alan ammattilaisille, jos heidän koulutus ja työkokemus eivät ole kyseiseen tehtävään sopivaa. Opastuksen antaa se sähköalan ammattihenkilö, joka parhaiten tuntee kyseessä olevan sähkölaitteiston tai sähkötyön. [2, s. 24.]

### Sähkötyöturvallisuuskoulutus

Jokaiselle sähköalan töitä tekeväälle henkilölle on annettava sähkötyöturvallisuuskoulutus. Tämä koskee asentajien lisäksi myös työnjohtoa sekä käyttö- ja asiantuntijatehtävissä toimivia henkilöitä. Koulutuksen tietojen ymmärtäminen testataan kokeella tai muulla tavalla ja siitä saa todistuksen tai muun vastaavan dokumentin todisteeksi onnistuneesta suorituksesta. Sähkötyöturvallisuuskoulutus on voimassa viisi vuotta, kunnes se on suoritettava uudestaan. [2, s. 26.]

### Ensiapukoulutus

Työturvallisuuslaissa on määrätty, että tarpeeksi monella sähkötöitä tekevällä tai sähkölaitteiston lähellä töitä tekevällä henkilöllä pitää olla voimassa oleva ensiapukoulutus suoritettu. Työpaikalla on oltava lisäksi riittävä määrä ensiapuvälineitä. [2, s. 26.]

Jokaiselle ammattitaitoa vaativiin sähkötöihin osallistuvalla henkilölle pitää antaa ensiapukoulutus (myös esim. työnjohto ja käytönjohto), joka ainakin käsittää palovammoihin, ruhjeisiin ja viiltohaavoihin annettavan ensiavun. Myös painanta- ja puhalluselvitystä tulee opettaa käytännössä.. [2, s. 27.]

Ensiapuvalmiuksia on ylläpidettävä jatkuvasti, ja siksi elvytystoimenpiteitä tulisi harjoitella enintään kolmen vuoden välein. Tauluja, jotka opastavat ensiapua pitää laittaa sähkölaittekorjaamoihin ja -laboratorioihin. Lisäksi niitä on hyvä laittaa kojeistotiloihin ja sähköalan henkilökunnan oleskelutiloihin. [2, s. 27.]

## Työalue

Työalue pitää aina määritellä ja merkitä selkeästi. Kaikille sähkölaitteistoissa ja niiden läheisyydessä työskenteleville on oltava riittävästi tilaa sekä kulkureitit ja valaistus.

Sähkötiloihin ja tiloihin, joissa kytkin- tai ohjauslaitteita käytetään sekä niiden kulku- ja poistumisreiteille ei saa sijoittaa kulkua estäviä tavaroita tai palavia materiaaleja. [2, s. 28.]

## Työkalut, varusteet ja laitteet

Kaikkien työkalujen ja käytettävien varusteiden sekä laitteiden tulee täyttää standardien vaatimukset. Standardeja on eurooppalaisia (EN), kansallisia (SFS) sekä kansainvälisiä (IEC).

Tällaisia työkaluja, varusteita ovat esim.

- eristävät suojakengät ja hanskat
- päänsuojaimet
- suojalasit ja hengityssuojat
- asiaan kuuluvat työvaatteet
- eristetyt/eristävät työkalut
- lukot ja varoituskilvet
- jännitteenkoettimet. [2, s. 28.]

Työkalujen on oltava ominaisuuksiltaan sopivia tehtävään työhön. Lisäksi niitä tulee käyttää asianmukaisesti ja säilyttää sekä huoltaa valmistajan ohjeiden mukaan. [2, s. 29.]

Pienjännitetyövälineitä koskee SFS-EN 60900 -standardi. Tämän standardin mukaisissa jännitetyövälineissä on merkinä kaksoiskolmiosymboli ja jännite tai jänniteluokka. Jännitetyökaluista on pidettävä erityisen hyvää huolta, eikä niitä suositella siksi käytettävän muuhun kuin varsinaisiin jännitetöihin. [2, s. 32.]

### Henkilösuojaimet

Kaikki suojavälineet (henkilösuojaimet ja suojavaatteet) tulee olla tyyppitarkastettuja. Suojaimista tulee löytyä CE-merkinnät ja muut merkinnät esim. vastaavasta käyttöjännitteestä. [2, s. 30.]

Jännitetöissä ja jännitteisten osien läheisyydessä tehtävissä töissä on oltava valokaaren uhan vuoksi tulelta ja kuumuudelta suojaava suojavaate. Suojavaatetuksen lisäksi suositellaan, että ihoa vasten olevat vaatteet eivät ole helposti sulavia synteettisiä materiaaleja. [2, s. 31.]

### Piirustukset, asiakirjat ja kilvet

Jotta työskentely olisi turvallista, tulee sähkölaitteistoista löytyä päivitettyt dokumentit ja piirustukset. Muutoksia tehtäessä on siis erittäin tärkeää, että ne merkitään myös piirustuksiin. [2, s. 33.]

Sähkölaitteistoissa tarvitaan varoituskilpiä varoittamaan vaaroista, jotka liittyvät laitteiston rakentamiseen, käyttöön tai tekeillä olevaan muuhun työhön. Sähkölaitteiston rakenteesta varoittavia kilpiä käytetään standardisarjan SFS 6000 ja standardien SFS 6001 ja SFS-EN 50191 sekä ilmoitustoja koskevien määräysten mukaisesti. [2, s. 33.]

## 2.3 Työskentelykäytännöt

Sähkötyöt voidaan jakaa kolmeen eri työskentelymenetelmään:

- jännitteettömänä tehtävät työt
- jännitetyöskentely
- työskentely lähellä jännitteisiä osia. [2, s. 63.]

Sähkötyöt pyritään aina tekemään jännitteettömänä, mutta jos erottamisesta jännitteettömäksi koituu suurta haittaa, voidaan työ tehdä jännitteisenäkin.

#### Työskentely jännitteettömänä

Ennen töiden aloittamista jännitteettömänä täytyy huolehtia kolmesta tärkeästä toimenpiteestä:

- kohteen täydellinen erottaminen
- estää jännitteen kytkeminen
- todeta laitteisto jännitteettömäksi

Lisäksi joissain tapauksissa toinen seuraavista tai molemmat:

- työmaadoitus
- suojata lähettyvillä olevat jännitteiset osat. [2, s. 64.]

#### Jännitetyö

Jännitetyöllä tarkoitetaan työtä, jonka tekijä tarkoituksella on kosketuksessa jännitteisen osan kanssa tai yltää jollakin kehonsa osalla tai työkalulla jännitetyöalueelle. Jännitetyöalueen koko riippuu jännitteisen osan nimellisjännitteestä. Esim. 110 kV:n jännitteellä jännitetyöalue on paljaasta jännitteisestä osasta 1,0 m. [2, s. 82.]

Jännitetöissä käytetään edellä kohdassa *työkalut, varusteet ja laitteet* lueteltujen suojaimien ja työkalujen lisäksi:

- eristäviä mattoja, telineitä ja työtasoja

- eristäviä ja joustavia suojamateriaaleja
- käyttö- ja ohjaussauvoja
- työmaadoitusvälineitä. [2, s. 87.]

Vain sähköalan ammattilainen, jolta löytyy erikoiskoulutus jännitetyötä varten saa tehdä jännitetyötä. Koulutusten väli saa olla korkeintaan viisi vuotta. Jännitetöitä saa tehdä yksin, jos riskit arvioidaan riittävän pieniksi. [2, s. 84.]

Jos jännitetyötä tehdään ryhmässä, siihen on kuuluttava vähintään kaksi henkilöä, jotka ovat saaneet jännitetyökoulutuksen, joista yksi nimetään työnaikaiseksi sähköturvallisuuden valvojaksi. [2, s. 86.]

#### Työskentely jännitteisten osien läheisyydessä

Jännitteisten osien läheisyydessä työskentelyllä tarkoitetaan työtä, joka tehdään jännitealueen ulkopuolella [2, s. 90]. Alueen ulkoreuna riippuu paljaan jännitteisen osan jännitetasosta. Esim. 1000 V:n jännitteellä lähialue ylettyy 0,5 metriin [2, s. 94].

Henkilöille, jotka työskentelevät lähialueella tulee antaa opastus sähkön vaarallisuudesta, toimenpiteistä sähkötöiden tapaturmien varalle, sähkötilaan pääsystä sekä laitteiden käyttämisestä koskevista kielloista. Lisäksi sähkötiloissa liikkuminen ja työskentely vaativat opastuksen. [2, s. 100.]

Lähialueen töitä voivat olla sähkötöiden lisäksi esim.

- telineiden rakentaminen
- työskentely rakennuskoneilla
- erilaisilla nostureilla työskentely
- maankaivuutyöt
- maalaus-, saneeraus- tai siivoustyöt sähkölaitteistossa tai sen läheisyydessä. [2, s. 92.]

### 3 Käyttöönottotarkastus

Sähkölaitteiston on oltava turvallinen ja määräysten mukainen ennen kuin se voidaan ottaa käyttöön. Sen vuoksi on tehtävä aistinvaraisia tarkastuksia, mittauksia ja toiminnallisia kokeita. Käyttöönottotarkastuksen tekee laitteiston rakentaja. Suuremmissa projekteissa on syytä laatia tarkastussuunnitelma. Tarkastuksen laajuus riippuu asennusten laajuudesta. [3, s. 342.]

Tarkastuksien tekijän täytyy olla kyseiseen tehtävään tarpeeksi ammattitaitoinen. Lisäksi tulee olla riittävä osaaminen tarkastettavista laitteista ja käytössään tarvittavat piirustukset, kaaviot ja dokumentit. Saadut tulokset ja havainnot kirjataan käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan ja luovutetaan laitteiston haltijalle.

Käyttöönottotarkastus koskee myös korjaus-, laajennus- ja muutostöitä. Näiden asennusten dokumentoinnissa pitää rajata mille osalle laitteistoa tarkastus on suoritettu. Korjaus-, muutos- ja laajennustöille on säädetty omia vaatimuksia standardissa SFS 6000. [3, s. 343.]

Suojajohtimen jatkuvuus, eristysresistanssi, silmukkaimpedanssi, oikosulkuvirta ja kiertosuunta sekä vikavirtasuojien toiminta voidaan kaikki tarkastaa mittauksilla. Joitain edellä mainituista voidaan mittauksen sijaan laskea. [3, s. 349.]

#### 3.1 Aistinvarainen tarkastus

Aistinvaraisilla tarkastuksilla tarkoitetaan näkö-, kuulo- ja hajuaistilla havaittavia asioita ja ilmiöitä. Oman työn aistinvarainen tarkastus kestää koko asennusten ajan ja mahdollisia puutteita tai virheitä korjataan jatkuvasti ja viimeistään kun työt valmistuvat.

Asennuksissa käytettävät laitteet ja tarvikkeet tulee olla turvallisuusvaatimusten mukaisia ja se on helpoin todeta etsimällä tuotteesta CE-merkintä. Sähkölaitteet todetaan ehjiksi ja katsotaan, että nimellisarvot sopivat asennuksien vaatimuksiin. [3, s. 344.]

Paloturvallisuudesta huolehditaan noudattamalla annettuja suojaetäisyyksiä ja käyttämällä asiaankuuluvia asennustapoja. Kaapelien reitit ja asennustavat sekä johtimien poikkipinta-alat pitää olla suunnitelmien mukaiset. [3, s. 345.]

Ulkoiset tekijät kuten pöly, kosteus, lämpötila ja mekaaniset vauriot luovat omia vaatimuksiaan laitteen rakenteelle. Valitut sähkölaitteet tulee sopia ominaisuuksiltaan tiloihin, joihin ne tullaan asentamaan. [3, s. 346.]

Sähkölaitteita varten on oltava vaadittavat erotus- ja kytkentälaitteet. Yksivaiheiset kytkinlaitteet tulee liittää äärijohtimeen. Asennuksissa käytetään johtimien tunnusvärejä oikein. Keltavihreää suojamaadoitusjohdinta ei saa koskaan käyttää muuhun kuin maadoittamiseen. [3, s. 347 - 349.]

Johtimien liitoksissa tulee käyttää kyseessä olevalle johdintyypille- ja koolle sopivia liittimiä. Kaikki liitokset täytyy jäädä esim. korjausta tai mittaamista varten käsiksi päästävään paikkaan myöhemminkin. [3, s. 348.]

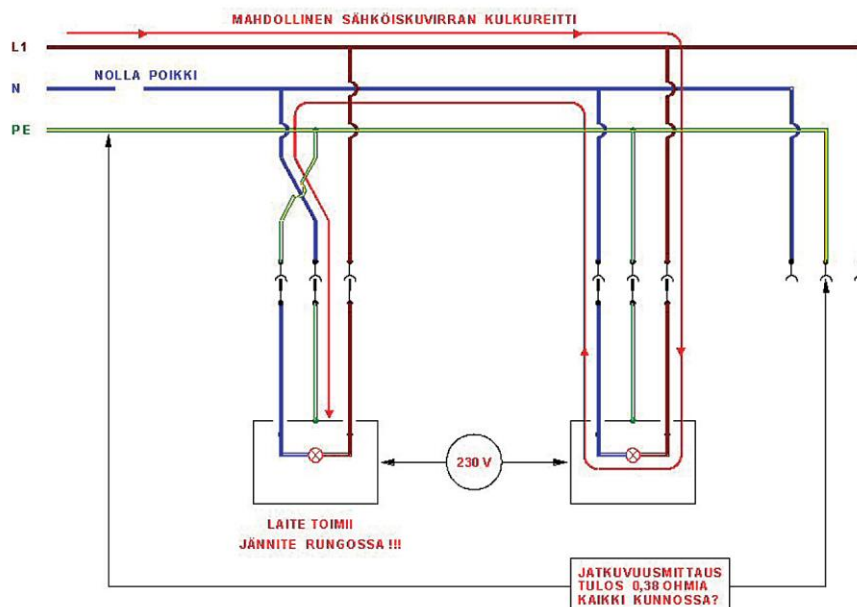
### 3.2 Jännitteettömänä tehtävät mittaukset

Ennen kuin voidaan turvallisesti kytkeä jännite sähkölaitteistoon, on varmistettava, että laitteisto on kunnossa. Sen takia jotkut mittaukset tulee tehdä ennen jännitteen kytkemistä. Tähän lukeutuu suojajohtimien jatkuvuudet, eristysresistanssi, suojaerotettujen-, PELV- ja SELV-piirien mittaukset, lattioiden sekä seinien resistanssimittaukset ja maadoituselektrodin resistanssimittaukset. [4, s. 18.]

#### 3.2.1 Suojajohtimien jatkuvuusmittaus

Maadoitusjohtimet, PEN-johtimet, suojamaadoitusjohtimet ja potentiaalintasausjohtimet lasketaan suojajohtimiksi. Niiden jatkuvuus on tarkistettava kaikista laitteista eli esim. ketjutetuissa pistorasiaryhmissä on varmistettava jatkuvuus erikseen niistä jokaisesta. TNS-järjestelmässä nolla- ja suojamaadoitusjohtimen yhdistyslenkki tulee ottaa irti, jotta voidaan havaita, jos ne menevät ristiin jossain kohdassa (kuva 1).

Suojajohtimet ovat yleensä kuparia, jonka vuoksi mittaustulokset ovat yleensä 0–2  $\Omega$  ellei johdin ole poikkeuksellisen pitkä. Mittalaite täytyy muistaa kalibroida tai poistaa mittaustuloksesta mittalaitteesta aiheutunut resistanssi. [4, s. 19.]

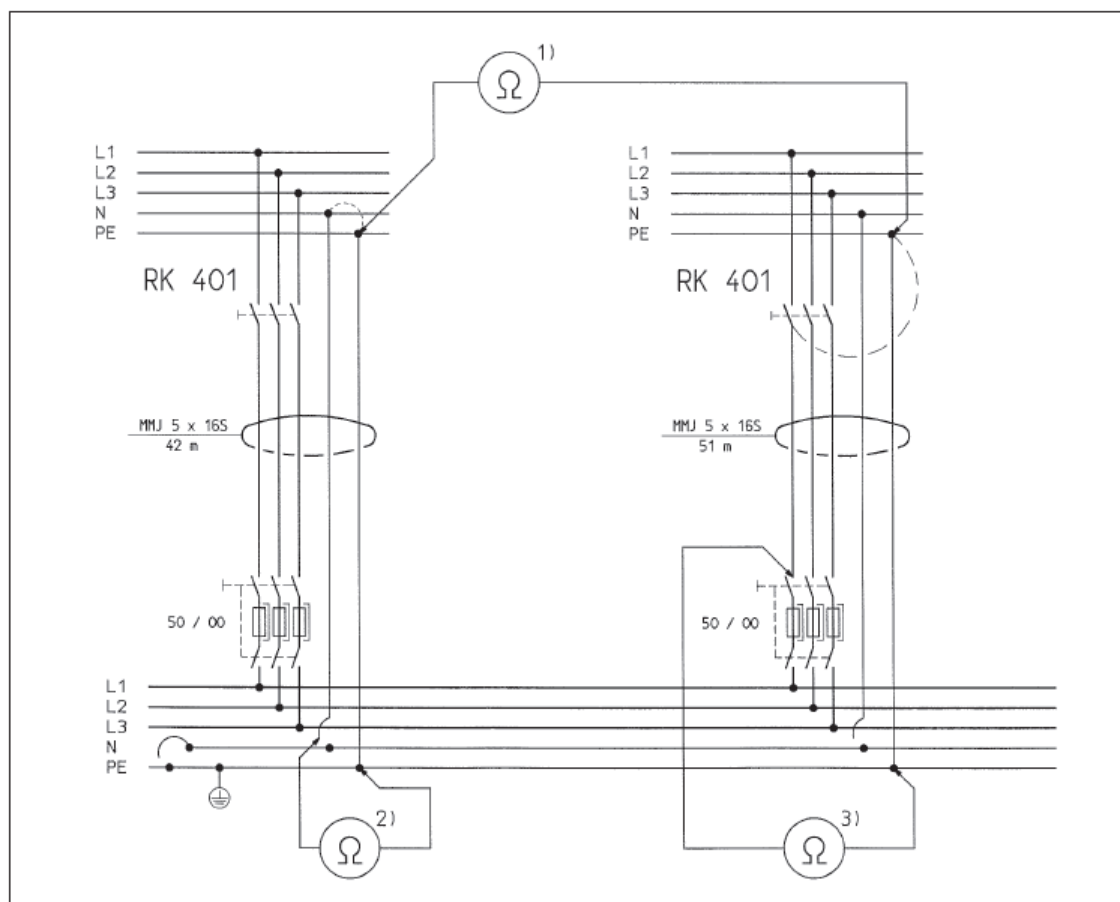


Kuva 1. Suojajohtimen virheellinen kytkentä [4, s. 19].

Keskuskohtaisista mittaustuloksista suositellaan kirjattavan vähintään suurin havaittu arvo. Jotta voidaan jälkikäteen yhdistää mittaustuloksen kohdat oikeisiin mittauspaikkoihin, on hyvä tehdä pöytäkirjan merkinnät huolellisesti. [4, s. 20.] Jos näin on tehty, voidaan helposti jälkeenpäin mitata uudestaan tietty piste, jos satutaan vaikka huomamaan, että tulos ei ole hyväksyttävä.

Pitkillä kaapeliveto matkoilla on järkevää käyttää mitta-apujohtimena esim. johdon yhtä vaihejohdinta. Täytyy toki muistaa vähentää se pöytäkirjaan merkattavasta arvosta. Toinen vaihtoehto on mitata jostain lähempänä olevasta jo mitatusta referenssipisteestä (kuva 2). [4, s. 21.]





Kuva 2. Vaihtoehtoisia tapoja tehdä pitkien johtojen suojaajohtimen jatkuvuusmittaus [4, s. 22].

### 3.2.2 Eristysresistanssin mittaus

Eristysresistanssimittaus voidaan tehdä myös ensimmäisenä mittauksena. Jos näin tehdään, on ensin varmistettava, että nolla- ja PE-johtimet on eriytetty toisistaan. Eristysresistanssi täytyy mitata jokaisen jännitteisen johtimen (myös nollajohtimen) ja maan välistä. Mittaukset voidaan suorittaa jopa vain yhdellä mittauksella, jos äärijohtimet ja nollajohdin kytketään väliaikaisesti yhteen. Kaikkien sulakkeiden, johdonsuojakatkaisijoiden, vikavirtasuojakytkimien ja muiden ohjaus- ja kytkinlaitteiden täytyy olla kiinni-asennossa.

Elektroniset laitteet ja ylijännitesuojat yms. kannattaa kytkeä irti, jottei ne vaikuta testiin tai rikkoutu. Koejännite voidaan pudottaa 500 V:sta 250 V:iin, jos sellaisia laitteita ei

voida kohtuudella kytkeä irti. Mittaustulos tässäkin tapauksessa tulee silti olla vähintään 1 M $\Omega$ , ja menetelmä on kirjattava mittauspöytäkirjaan.

Tariffinohjauslaitteiden ja sähköenergian mittauksen nollajohdin voi olla kytkettynä yhteen syötön PEN-johtimen kanssa. Tällöin nollajohdin on otettava irti, jottei mittaukset vaurioita kyseisiä laitteita. Myös mittaustulokset alittavat vaaditut mittausarvot helposti, jos kytkentä luo yhteyden maan potentiaaliin. [4, s. 23.]

Ennen ensimmäistä eristysresistanssimittausta suositeltavaa on tehdä yksi mittaus mittaussuojat oikosuljettuina. Tämä estää tulosten vääristymisen esim. mittaamalla katkenneella mittaussuojalla. [4, s. 23.]

Releet täytyy mittauksessa sulkea esim. painamalla koskettimet yhteen ruuvimeisselillä. Joitakin releitä ei kuitenkaan voi mekaanisesti sulkea vaan mittaukset täytyy tehdä releen molemmilta puolilta. Releiden jälkeisissä mittauksissa täytyy muistaa, että äärijohdinten ja nollajohdinten yhdistäminen keskuksessa ei enää vaikuta releeltä eteenpäin. [4, s. 24.]

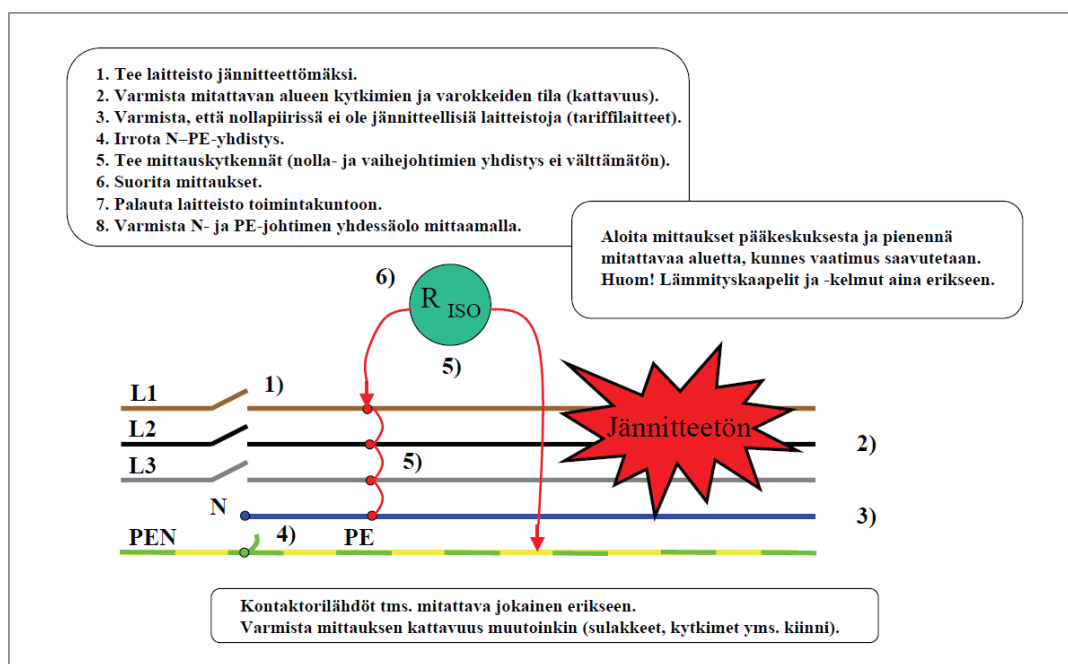
TN-C-järjestelmässä PEN-johtimen ja vaiheiden väliltä eristysresistanssimittaus on vaikea tehdä, koska mitattavan asennuksen kuormat liittyvät osaksi mittausspiiriä. Tästä syystä mitattavan piirin kaikki kuormat on kytkettävä irti, etteivät ne rikkoutu tai sotke mittauksia. Mittaus voidaan yrittää tehdä aluksi alennetulla jännitteellä, jolloin tulos jää toki helposti riittämättömäksi. [4, s. 25.]

Pienimmät eristysresistanssin sallitut arvot ovat taulukon 1 mukaisia.

Taulukko 1. Pienimmät arvot eristysresistanssille [4, s. 25].

Virtapiirin nimellisjännite V	Koejännite (tasajännite) V	Eristysresistanssi M $\Omega$
SELV ja PELV	250	$\geq 0,5$
Enintään 500 V, edellä olevaa kohtaa lukuun ottamatta	500	$\geq 1,0$
Yli 500 V	1 000	$\geq 1,0$

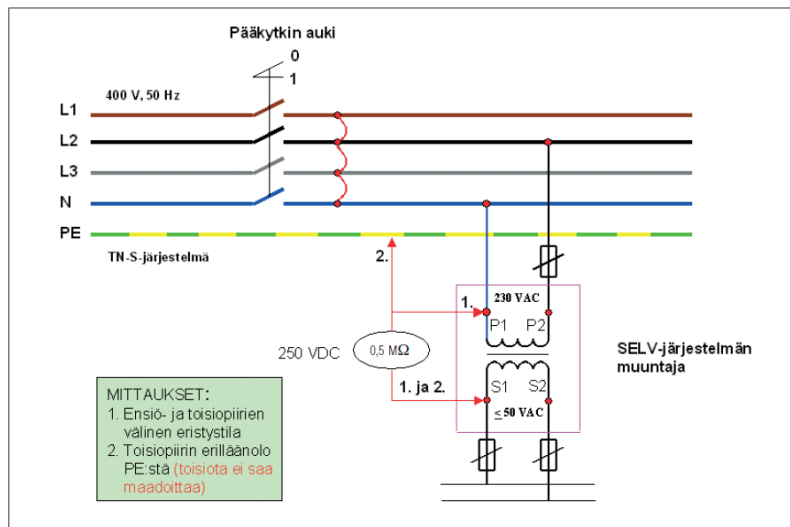
Koko laitteisto voidaan mitata kerrallaan (kuva 3), mutta jos ei päästä vaadittuun arvoon pienennetään mittauksen laajuutta aina yhteen ryhmäjohtoon asti. Jos vielä ei päästä tavoitteeseen, siitä ei mennä enää yksityiskohtaisempaan mittaukseen vaan eristysresistanssin heikentävä kohta tulee paikantaa ja korjata. Vika on korjattava viimeistään ennen kohteen tai laitteiston luovutusta varsinaiseen käyttöön, mutta jos se aiheuttaa vaaran, ennen jännitteiden kytkemistä. [4, s. 25.]



Kuva 3. Asennuksen eristysresistanssin mittaaminen [4, s. 26].

### SELV-järjestelmä

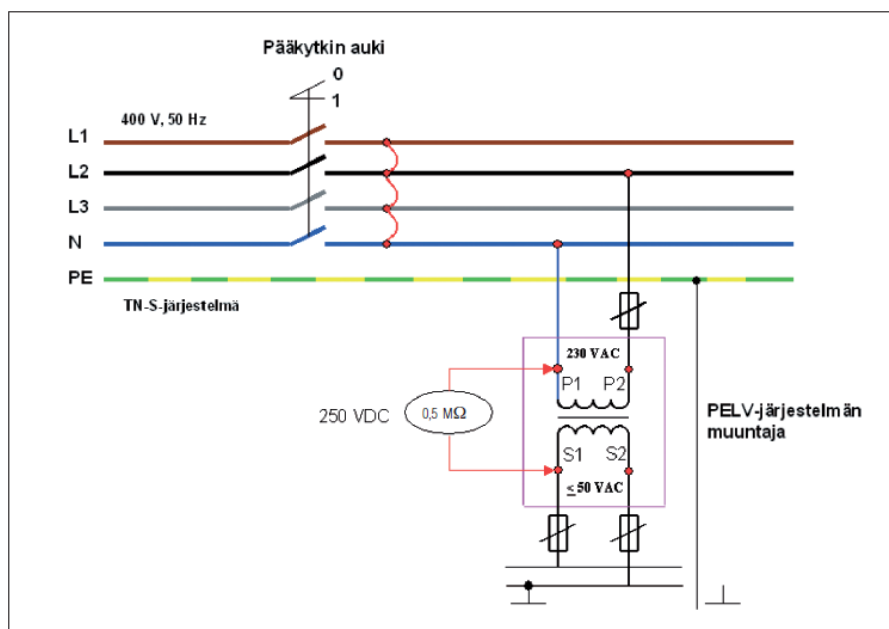
SELV-järjestelmässä käytetään 50 voltin vaihtojännitettä tai 120 voltin tasajännitettä suojauksena. Muuntajan tulee täyttää suojaerotusmuuntajilta vaadittavat ominaisuudet tuottaessa pienoisjännite tavallisesta sähköverkosta. Käyttöönottomittauksessa täytyy varmistaa, että ensiö- ja toisiopuoli pysyvät erillään suojamaadoituksesta (kuva 4). [4, s. 26.]



Kuva 4. SELV-järjestelmä [4, s. 26].

### PELV-järjestelmä

PELV-järjestelmässä on sama suojaustapa kuin SELV-järjestelmässä eli 50 V AC tai 120 V DC. PELV-järjestelmässä voidaan yhdistää suojamaadoitukseen jännitteelle alttiit osat tai toinen toisiopuolen navoista. Eli tarkistetaan, onko ensiö- ja toisiopuoli erillään toisistaan (kuva 5). [4, s. 27.]



Kuva 5. PELV-järjestelmä [4, s. 27].

## Suojaerotus

Suojaerotuksessa käytetään suojauksena virtapiirien toisistaan erottamista galvaanisesti. Jännite on sama ensiö- ja toisiopuolella, useimmiten 230 V AC. Mittaamalla tulee tarkistaa, että ensiö- ja toisiopuoli ovat erillään toisistaan sekä suojamaadoitettujen piirien erillään olo toisiopuolen kanssa. 500 voltin jännitteellä tehtävissä mittauksissa eristysresistanssiksi täytyy saada vähintään 1 MΩ. [4, s. 27.]

## Sähköinen erotus

Kun suojausmenetelmänä on sähköinen erotus, tulee käyttöönottotarkastus mittauksessa varmistua jännitteisten osien erotus maasta ja muiden virtapiirien jännitteisistä osista. Resistanssien tulee olla taulukon 1 mukaisia. Erona suojaerotukseen, muuntajan ei tarvitse olla kaksois- tai lisäeristetty. [4, s. 27.]

Jos tapahtuu oikosulku eri vaihejohtimien ja jännitteelle alttiin osan tai potentiaalintasausjohtimen välillä, on ainakin toinen viallinen piiri katkaistava sallituissa TN-järjestelmän syötön automaattisen poiskytkennän mukaisessa ajassa. [4, s. 28.]

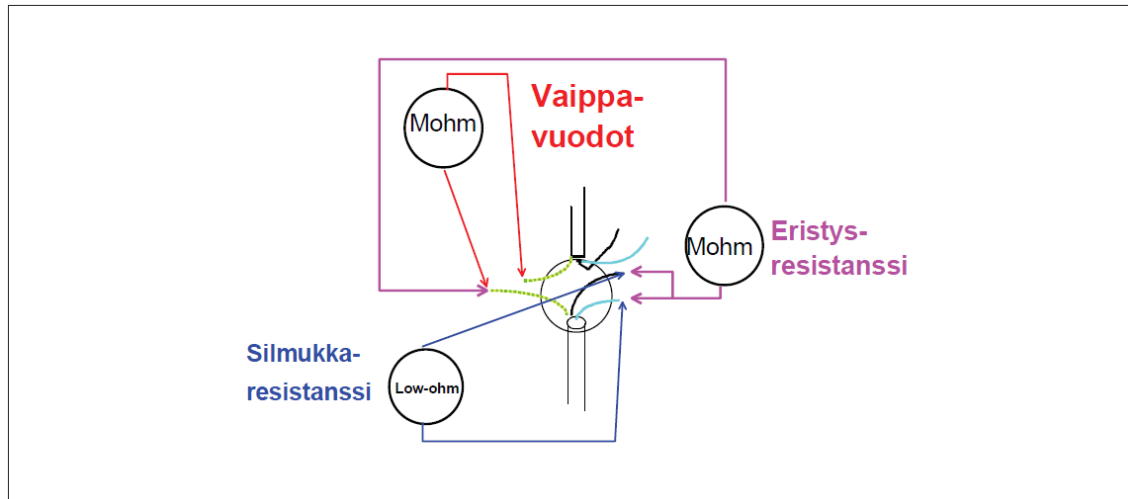
## Lattia- ja seinäpintojen resistanssi tai impedanssi

Melko harvoin tarvitsee lattia- ja seinäpintojen resistanssia tai impedanssia mitata. Joissain korjaamo- tai laboratoriotiloissa kuitenkin joudutaan joskus näin tekemään. Mittaus tehdään kolmesta eri paikasta, joista yksi on n. 1 metrin päästä jotain muuta kosketeltavissa olevaa johtavaa osaa. Kaksi muuta mittausta tehdään jostain kauempaa. Mittaukset tehdään standardin mukaisilla mittausmenetelmillä. [4, s. 28.]

## Sähkölämmityskaapelien ja -kelmujen mittaukset

Lämmityskaapeleille ja -kelmuille on tehtävä eristysresistanssimittaus ennen peittämistä ja mahdollisimman nopeasti sen jälkeen. Voisi olla viisasta mitata kaapeli myös jo pakauksessaan, jolloin säästytään turhalta asennukselta ja se on helppo palauttaa, jos se on viallinen.

Silmukkaresistanssi mitataan vaihe- ja nollajohtimen väliltä. Eristysresistanssi suojajohtimen ja vaiheen sekä nollan väliltä. Suositeltavaa on myös mitata eristysresistanssi myös kaapelin johtavan kiinnitysalustan (esim. betoniraudoitus) ja lämmityskaapelin suojaalamikon väliltä (kuva 6). [4, s. 29.]



Kuva 6. Lämmityskaapeliin eristysresistanssin mittaaminen [4, s. 29].

Mittaustulokset kirjataan mittauspöytäkirjaan sekä lämmityskaapelin valmistajan takuutodistukseen, jotta takuu säilyy [4, s. 29].

#### Maadoituselektrodin resistanssin mittaaminen

Suomessa ei ole määritelty pienjänniteliityksissä maadoituselektrodeille mitään minimiresistanssia ja sen vuoksi sitä ei tarvitse niissä mitata. Suurjännitteillä on annettu minimiarvot, joka tulee alittaa. Taajamissa, joissa on monia muuntopiirejä ei tarvitse mitata yksittäin kaikkia maadoituselektrodeja. Helpompaa on mitata uuden elektrodin liittyminen vanhaan aiemmin rakennettuun maadoituselektrodiin. Tämä mittaaminen tehdään useimmiten pienohmimittauksella. [4, s. 30.]

### 3.3 Jännitteisenä tehtävät mittaukset

Osa mittauksista on tehtävä jännitteisinä.

#### 3.3.1 Syötön automaattinen poiskytkentä

Vian sattuessa täytyy suojalaitteen katkaista virta tietyssä ajassa. Oikosulkuvirta voidaan laskea tai mitata testerillä ja verrata vaadittuihin taulukkoarvoihin. Suojajohtimien jatkuvuudet tulee olla mitattu ennen syötön automaattisen poiskytkennän tarkistamista. Vaadittu mitattu arvo on 25 % suurempi, koska mittaustilasto on oikosulun aikaista lämpötilaa pienempi ja täten johtimen resistanssi suurempi. Lasketuissa taulukkoarvoissa on käytetty johdinlämpötilana +80 °C. Vaihtoehtoisesti tämä voidaan tarkistaa suunnitteludokumenttien suojauslaskelmista edellyttäen, että johtopituudet ja suojalaittevalinnat ovat tehty suunnitelmien mukaan. Silti on syytä tehdä pistokoemaisia mittauksia joistain asennuksista. Alla esimerkkitaulukko (taulukko 2) vaadituista oikosulkuvirroista, jos käytetään johdonsuojakatkaisijoita. [3, s. 357.]

Taulukko 2. Automaattisen poiskytkennän vaatimat oikosulkuvirrat johdonsuojakatkaisijoille [4, s. 33].

Nimellis- virta	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

Normaaleissa kiinteistöjen pienjänniteverkoissa on kahta suojalaitteen toiminta-aikaa, 0,4 s ja 5 s. Johdonsuojakatkaisijoille vaaditut oikosulkuvirrat ovat samat näille kahdelle toiminta-ajalle, mutta tulppa- ja kahvasulakkeet vaativat suuremman virran toimiakseen lyhyemmässä ajassa. 5 s:n laukaisuaikaa saa käyttää jakokeskuksia syöttävillä johdoilla

ja yli 32 A kiinteitä asennuksia syöttävillä ryhmäjohtoilla. Vasta yli 63 A:n pistorasiaryhmissä riittää 5 s:n poiskytkentäaika, tämän alittavissa vaaditaan 0,4 s. (taulukko 3). [4, s. 32.]

Taulukko 3. Gg-sulakkeiden minimi arvot ja toimintavirrat [4, s. 33].

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

Jos asennuksissa on vikavirtasuojia, täytyy niiden jokaisen toiminta myös tarkistaa. Jos vikasuojaus on toteutettu vikavirtasuojalla ei tarvita silmukkaimpedanssin tai oikosulkuvirran mittaamista virtapiiristä. Laitestandardin mukaan vikavirtasuojakytkimen toimintavirta pitää olla yli ½- ja enintään 1-kertainen nimellistoimintavirtaansa nähden. [3, s. 34.] Poikkeuksena pulssimaisella tasavirralla mitattu toimintavirta saa olla 1,4-kertainen nimellistoimintavirtaan nähden [2, s. 358].

Pistorasioissa käytetään useimmiten 30 mA vikavirtasuojia, joiden toiminta-aika on enintään 300 ms. Toiminta aika suositellaan myös mitattavan aina, mutta se on ehdoton kun:



- on käytössä vanha vikavirtasuojaja
- saneeraustöissä, joissa vanhoja vikavirtasuojia käytetään laajennus- ja muutososien sähköasennusten poiskytkentälaitteina
- lisä- ja vikasuojaukseen käytetään vikavirtasuojaa. [4, s. 34.]

Mikäli vikasuojaukseen käytetään vikavirtasuojaa, vikasuojauksen kannalta oikosulkuvirtaa ei tarvitse selvittää. Mikäli vikavirtasuojaja on tarkoitettu pelkästään lisäsuojaksi ja vikasuojaukseen käytetään ylivirtasuojaa, oikosulkuvirran riittävyys vikasuojauksen kannalta on varmistettava.

Standardilla ei ole mitään vaatimuksia tai raja-arvoja silmukkaimpedanssin (oikosulkuvirran) mittaukselle silloin kun ryhmä on suojattu vikavirtasuojalla, joten tätä mittausta ei ole tarpeen tehdä (mittaustulokset voivat vaihdella paljonkin riippuen vikavirtasuojan sisäisestä impedanssista sekä käytetystä mittaustaaajuudesta ja -virrasta).

Mikäli kuitenkin jostain syystä mitataan vikavirtasuojalla suojatun ryhmän silmukkaimpedanssi (oikosulkuvirta), niin mukaan mittaustulokseen tulee vikavirtasuojan sisäisen kytkennän impedanssi. Tämä impedanssi voi olla taajuusriippuvainen tai sitten ei. Tästä syystä mitatut oikosulkuvirrat eivät välttämättä ole riittävän suuria saavuttaakseen suojauksen vaatiman arvon.

Standardikäsikirjan kohdan 411.4.5, huomautuksessa 1 sanotaan:

Jos vikasuojaukseen käytetään vikavirtasuojaa, piiri pitää suojata myös ylivirtasuojalla SFS6000-4-43 mukaisesti. Ylivirtasuojan toiminnan tarkastamista mittaamalla käyttöönottovaiheessa ei kuitenkaan edellytetä.

Vikavirtasuojan vaikutuksen testaaminen Fluke 165x-sarjan asennustesterillä silmukkaimpedanssin (oikosulkuvirran) arvoon

- Otetaan vikavirtasuojaja pois ryhmästä ja mitataan sen jälkeen silmukkaimpedanssin (oikosulkuvirran) arvo (testerin Trip-asennolla)
- Laitetaan vikavirtasuojaja takaisin ja mitataan silmukkaimpedanssi (oikosulkuvirta) uudelleen (testerin NoTrip-asennolla)

Fluke 165xB- ja 165xC-versiossa on mahdollisuus valita silmukkaimpedanssin (oikosulkuvirran) mittaustaajuudeksi joko 128 Hz tai 0 Hz (0,3 Hz).

Vaihto 0Hz- ja 128Hz-asetusten välillä tapahtuu seuraavasti:

Kun laite on sammutettuna, paina ja pidä pohjassa ZERO -nappia kun kytket laitteeseen virrat päälle. Näytön alalaidassa näkyy uusi taajuusasetus (0Hz tai 128Hz). [5.]

### 3.3.2 Napaisuus

Nollajohtimeen ei saa kytkeä yksinapaisia kytkinlaitteita. Kytkinlaitteet tulee asentaa aina vaihejohtimeen tai -johtimiin. Tämän varmistaminen on käytännössä tehtävä aistinvaraisesti kytkinlaitteita asennettaessa. Eli tarkastaminen jää asentajan harteille tai valvovan henkilön, jos asennuksen tekee esim. työharjoittelija. [4, s. 34.]

### 3.3.3 Kiertosuunnan tarkistus

Monivaiheisissa piireissä kiertosuunnan on säilyttävä oikein. Keskuksista kiertosuunnan oikeellisuus on helpointa todeta jännitteenkoettimilla. 3-vaiheisten pistorasioiden kiertosuunta on suositeltavaa tarkistaa testilaitteella, jossa on sisäänrakennettu pistotulppa. Vaihejärjestyksestä johtuva väärään suuntaan pyörivä laite voi rikkoutua. [4, s. 34.]

### 3.3.4 Toimintatestit

Toimintatestejä täytyy tehdä kytkin-, lukitus-, ohjaus- ja käyttölaitteille. Tarkoitus on todeta, että laitteet on kytketty ja säädetty vaatimuksien mukaisesti. Suojalaitteille täytyy tarvittaessa myös tehdä toimintakokeita, jotta nähdään, onko laitteet asennettu, kytketty ja säädetty oikein. Toimintatesteillä tarkastetaan myös toiminnalliset kokonaisuudet. Kaikkien asennusten tulee olla valmiita ja ohjausten täytyy olla asennettu lopullisia reittejä ja laitteita käyttäen. [4, s. 35.]

### 3.3.5 Jännitteenalenema

Standardissa ei ole vaatimusta sallitusta jännitteenalenemasta, joten sitä ei yleensä tarvitse käyttöönottotarkastuksissa todeta [4, s. 358]. Jos on kuitenkin erikseen sovittu, että jännitteenalenema tarkastetaan, voidaan se todeta mittaamalla tai laskemalla seuraavalla kaavalla:

$$u = b(\rho_1 \frac{L}{S} + \lambda L \sin \varphi) I_B$$

$u$  on jännitteenalenema (V)

$b$  on kerroin, joka on 1,0 kolmivaihepiireille ja 2,0 yksivaiheisille piireille

$\rho_1$  on resistiivisyys johdinmateriaalille normaalissa käyttölämpötilassa

$L$  on johtimen/johtimien pituus (m)

$S$  on johtimen/johtimien poikkipinta-ala (mm<sup>2</sup>)

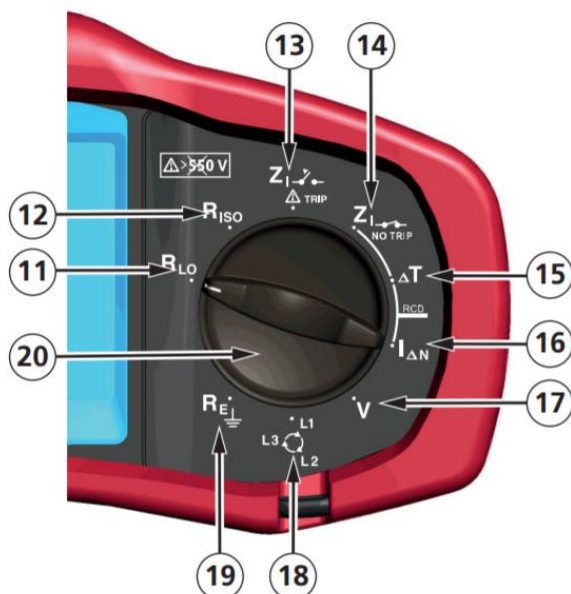
$\cos \varphi$  on tehokerroin (jos ei tiedossa, oletetaan 0,8).

$\lambda$  on johtimen reaktanssi (Ω/m)

$I_B$  on virta (A). [4, s. 36.]

## 4 Ohje asentajille

Tämä ohjeistus on laadittu Beha Amprobe Proinstall-100 testerille (kuva 7). Ensimmäisenä mitataan jännitteettömänä tehtävät mittaukset ja on hyvä aloittaa suojajohtimien jatkuvuuden mittaamisista.



Kuva 7. Asennustesteriin valintakytkimen asennot [6, s. 5].

Näille valintakytkimen asennoille on annettu selitykset seuraavassa taulukossa (taulukko 4).

Taulukko 4. Testerin valintakytkimen asentojen selitykset [6, s. 6].

11	Kontinuiteetti.
12	Eristysvastus.
13	Silmukkaimpedanssi – Hi Current Trip -tila
14	Silmukkaimpedanssi – No Trip -tila
15	Vikavirtasuojan laukaisuaika.
16	Vikavirtasuojan laukaisutaso.
17	Volttia.
18	Vaihekierto.
19	Maadoitusvastus.
20	Kiertokytkin.

#### 4.1 Suojajohtimen jatkuvuuden mittaaminen

TN-S-järjestelmässä täytyy irroittaa nollajohtimen ja suojajohtimen väliltä lenkki, joka ne yhdistää, koska muuten niiden vaihtumista jossain kohtaan keskenään ei voida huomata. Johtopituuksien mukaan tulokset mittauksissa ovat tyypillisesti 0-2  $\Omega$ . Kerrostaloasunnoissa johtopituudet ovat lyhyitä ja mittaustulokset usein 0,1  $\Omega$ :n luokkaa. Yli 2  $\Omega$  arvoja voi tulla vain todella pitkillä johtovedoilla. Suojajohtimen jatkuvuus mitataan seuraavalla tavalla:

1. Aseta valintakytkin  $R_{LO}$ -asentoon (kontinuiteetti).
2. Kiinnitä mittajohtimet L- ja PE-liittimiin.
3. Poista mittaustuloksesta mittajohtimien aiheuttama ylimääräinen resistanssi. Oikosulje testijohtimien päät yhteen ja pidä F3-painiketta pohjassa niin kauan, että COMP-ilmoitus eli nollaus ilmestyy näytölle. Mittari poistaa jatkossa testijohtimien aiheuttaman resistanssin mittaustuloksista. Testeri muistaa arvon, eikä nollausta tarvitse tehdä aina kun testerin käynnistää uudelleen.
4. Paina TEST-nappia pohjassa, kunnes lukema näytöllä vakaantuu. Jos testerissä on äänimerkit päällä se antaa pitkän piippauksen merkiksi alle 2  $\Omega$ :n mittaustuloksesta. Jos mitattavassa piirissä on jännite, se näkyy alemmassa näytössä. [6, s. 11.]

#### 4.2 Eristysresistanssin mittaaminen

Eristysresistanssimittauksella tarkistetaan jännitteisten osien erillään olo maadoituksesta. Mittaus tehdään yleensä 500 voltin jännitteellä. Jos mitattavassa piirissä on herkästi rikkoutuvia laitteita, ne on syytä erottaa ennen testiä. Mikäli tällaisia laitteita löytyy, eikä niitä voi kohtuullisen helposti erottaa piiristä, voi mittauksen suorittaa 250 V:n tasajännitteellä. Tässäkin tapauksessa vaaditaan vähintään 1 M $\Omega$ :n eristysresistanssi.

Mitattaessa on oltava kaikki sulakkeet paikallaan ja kytkimet sekä katkaisijat kiinni -asennossa. Myös keskuksesta riippuen tulee PE- ja nollajohtimien yhdyslenkki ottaa irti. Jos

keskus on varustettu 4-napaisella pääkytkimellä, voidaan kytkin pitää auki-asennossa eikä lenkkiä nollan ja PE:n väliltä tarvitse irroittaa.

On erityisen tärkeää, että ennen mittausta ollaan varmoja, että laitteistot ovat jännitteettömiä ja suoja- ja nollajohdin on toisistaan erillään.

Mittaus tehdään TN-S-järjestelmässä äärijohtimien (L1, L2, L3) sekä nolla-johtimen ja PE-johtimen väliltä. TN-C-järjestelmässä vastaavasti vaihejohtimien ja PEN-johtimen väliltä.

1. Aseta valintakytkin  $R_{ISO}$ -asentoon.
2. Kiinnitä mittajohtimet L- ja PE-liittimiin.
3. Valitse F4-painikkeella (yleensä 500 V) testijännite.
4. Paina TEST-nappia pohjassa, kunnes lukema näytöllä vakaantuu [6, s. 10.] Mittaus-  
tulosten tulee olla taulukon 4 mukaisia.

Taulukko 5. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot [4, s. 25].

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

#### 4.3 Syötön automaattinen poiskytkentä (oikosulkuvirran mittaus)

Syötön automaattisen poiskytkennän testaus tapahtuu mittaamalla oikosulkuvirta suoja-johtimen ja vaiheen väliltä. Mitä suurempi oikosulkuvirta, sen parempi. Oikosulkuvirta mitataan jännitteet kytkettynä ja sen tarkoitus on varmistaa, että johtoa oikosulussa suojaava sulake tai johdonsuojakatkaisija toimii tarpeeksi nopeasti. Mittaus suoritetaan

pisimmäksi arvioidusta ryhmäjohdosta ja jokaisesta eri johdonsuojatyypistä (esim. B10, C10, B16, C16 jne.).

Vikasuojaus voi olla toteutettu vikavirtasuojalla, jolloin täytyy tarkastaa sen toiminta. Tässä tapauksessa silmukkaimpedanssin tai oikosulkuvirran mittaamista ei tarvita. Oikosulkuvirta ja silmukkaimpedanssi on mitattava, jos vikavirtasuojat toimii ainosataan lisäsuojana. Jos kuitenkin halutaan mitata vikavirtasuojatun piirin oikosulkuvirta, se on mahdollista. Huom! Esikuormitus voi silti aiheuttaa joidenkin valmistajien (esim. Chint) vikavirtasuojan laukeamisen.

1. Käännä kiertokytkin kohtaan  $Z_{I \text{ NO TRIP}}$ .
2. Kytke kaikki kolme johdinta testerin L-, PE- ja N-liittimiin (punainen, vihreä ja sininen). Kalibroituja testijohtimien resistanssi vähennetään automaattisesti testin tuloksesta.
3. Valitse F1-painikkeella L-PE. Näyttöön ilmestyy  $Z_L$ .
4. Käytä pistorasioihin pistotulppaliitäntäistä mittajohtoa tai kaikkia kolmea (L-, PE- ja N-liittimet) mittajohtoa muihin mitattaviin kohteisiin. Paina lyhyesti TEST -painiketta ja odota hetki. Silmukkaimpedanssi tulee näkyviin ylempään näyttöön. Prospektiivinen oikosulkuvirta (PSC) esitetään (A tai kA) alemmassa näytössä. Testi kestää hetken. Älä katkaise virtaa testin aikana tai se keskeytyy. [6, s. 12.]

Jos mitattavassa piirissä ei ole vikavirtasuojaa, voidaan mittaus tehdä korkeavirtaisella linja/maa (L-PE) silmukkaimpedanssitestillä.

1. Aseta valintakytkin asentoon  $Z_{I \text{ TRIP}}$ .
2. Kiinnitä testerin liittimiin L, PE ja N (punainen, vihreä ja sininen) mittajohtimet.

Käytä pelkästään testerin omia testijohtimia ja huolehdi, että niiden aiheuttama resistanssi on kalibroitu pois mittaustuloksista. Kappaleen 4.1 kohdassa 3 esitetty.

3. Valitse F1-painikkeella L-PE.

4. Käytä pistorasioihin pistotulppaliitäntäistä mittajohtoa tai kaikkia kolmea (L-, PE- ja N-liittimet) mittajohtoa muihin mitattaviin kohteisiin. Paina lyhyesti TEST -painiketta ja odota hetki. Silmukka impedanssi tulee näkyviin ylempään näyttöön. Prospektiivinen oikosulkuvirta (PSC) esitetään (A tai kA) alemmassa näytössä. Testi kestää hetken. Älä katkaise virtaa testin aikana tai se keskeytyy. [6, s. 13.] Hyväksytyt arvot on esitetty taulukoissa 2 ja 3 sivuilla 17 ja 18.

#### 4.4 Vikavirtasuojan toiminnan testaus

Kokeile ensin vikavirtasuojakytkimen toiminta sen omalla testipainikkeella. Seuraavaksi mitataan testerillä sen laukaisuaika ja toimintavirta. Vikavirtasuojakytkimen toimintavirta pitää olla yli ½- ja enintään 1-kertainen nimellistoimintavirtaansa nähden.

Mittaus suoritetaan jännitteet kytkettynä. Kytke pistotulppaliitäntäinen mittajohto tai kolme mittajohdinta mittariin. Jos teet mittaukset yksin, on helpompaa käyttää automaattista tilaa laukaisuaikatestiin. [6, s. 14.]

1. Aseta valintakytkin kohtaan  $\Delta T$ .
2. Valitse F1-painikkeella oikea nimellisvirta vikavirtasuojalle (10, 30, 100, 300, 500 tai 1000 mA).
3. Paina F2-painiketta valitaksesi testijännitteelle kerroin ( $\times \frac{1}{2}$ ,  $\times 1$ ,  $\times 5$  tai Auto). Tavallisesti valitaan  $\times 1$ .
4. Valitaksesi aallonmuoto testivirrälle paina F3-painiketta:



- AC-virta tavallisille AC-vikavirtasuojille

5. Aseta F4-painikkeella testivirran vaihe  $0^\circ$  tai  $180^\circ$ . Molemmilla vaihtoehdoilla olisi hyvä suorittaa mittaus, sillä vikavirtasuojien vasteaika voi vaiheen mukaan vaihdella suuresti.
6. Paina TEST -painiketta lyhyesti ja odota testi loppuun.



- Ylemmässä näytössä näkyy laukaisuaika.
- Vikajännite ilmoitetaan alemmassa näytössä. [6, s. 15.]

#### Vikavirtasuojan laukaisuvirran mitta


1. Aseta valintakytkin kohtaan  $I_{\Delta N}$ .
2. Valitse F1-painikkeella oikea nimellisvirta vikavirtasuojalle (10, 30, 100, 300, 500 tai 1000 mA).
3. Valitaksesi aallonmuoto testivirrälle paina F2-painiketta:

 - AC-virta tavallisille AC-vikavirtasuojille

4. Aseta F4-painikkeella testivirran vaihe  $0^\circ$  tai  $180^\circ$ . Molemmilla vaihtoehtoilla olisi hyvä suorittaa mitta, sillä vikavirtasuojien vasteaika voi vaiheen mukaan vaihdella suuresti.
5. Paina TEST -painiketta lyhyesti ja odota, että ylem্পään näyttöön ilmestyy laukaisuaika. [6, s. 17.]

#### 4.5 Kiertosuunnan tarkistus

Kolmivaihejärjestelmistä testataan kiertosuunta aina, vaikkei mittauksen kohteessa olisi sikaan oikean kiertosuunnan vaativia laitteita. Mittauksen voi tehdä joillain jännitteenkoettimella esim. Fluken T110, T130 sekä T150 -jännitetestereillä tai Amprobe Proinstall-100 testerillä. Kiinnitä mittajohdin kuhunkin vaiheeseen ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ).

1. Aseta valintakytkin kohtaan .
2. Ylem্পään näyttöön ilmestyy jokin seuraavista symboleista:
  - 123, jos vaihejärjestys on oikea.

- 321, jos vaihejärjestys on käänteinen.
- (--), jos testeri havaitsee liian alhaisen jännitteen. [6, s. 19.]

## 5 Käyttöönottotarkastusten dokumentointi

Sähkölaitteiston haltijalle tulee laatia käyttöönottotarkastuksista tarkastuspöytäkirja (esimerkkinä käyttöönottotarkastuspöytäkirja, liite 2). Suomessa on esitetty käyttöönottotarkastuksen raportointia koskevat vaatimukset valtioneuvoston asetukset sähkölaitteistoista (1434/2016) 4 § ja 5 §:ssä [7, s. 447].

Tarkastuspöytäkirjasta täytyy ilmetä

- kohteen tiedot
- nimi ja yhteystiedot (sähkötöiden johtaja + laitteiston rakentaja)
- standardit, joita sovellettu
- selvitys minkä säännösten ja määräysten mukaan laitteisto on tehty
- sähköturvallisuuslain 34 § mukainen selvitys, jos määräyksistä on poikettu
- käytetyt menetelmät
- tulokset testeistä ja tarkastuksista.

Tarkastuksen suorittajan tulee allekirjoittaa, tai muulla luotettavalla tavalla varmennettava tarkastuspöytäkirja. [7, s. 448.]

Mittauksista vähintään seuraavat tiedot on esitettävä tarkastuspöytäkirjassa

- kaikki mittaustulokset eristysresistanssimittauksista
- silmukkaimpedanssista jokainen mittaustulos, useimmiten keskusalueittain epäedullisimmasta pisteestä
- mittaustulokset vikavirtasuojista
- keskuskohtaiset jatkuvuusmittaukset
- keskuskohtainen kiertosuunta.

Kohteen laajuus määrittää käyttöönottotarkastuksen ja tarkastuspöytäkirjan laajuuden. Pöytäkirjalla ei ole vaatimuksia muodon suhteen, mutta siinä on käytävä ilmi vaadittavat seikat. [3, s. 359.]

Vähäisten sähköasennusten käyttöönottotarkastusten dokumentointi

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa (sähköturvallisuuslaki 43 §) ei edellytetä

- vain pienen häiriön tai vaaran aiheuttavan sähköalantyon tekemisestä (maallikoille sallitut työt)
- nimellisjännitteeltä korkeintaan 50 V AC/120 V DC:n laitteistojen asennuksilta
- yksittäisten komponenttien lisäämisestä, vaihtamisesta tai vastaavasta työstä
- korkeintaan 1000 V:n nimellisjännitteellä yksittäiseen syöttöön liittyvän komponentin muutostyöstä
- korkeintaan 1000 V:n muutostyö kytkinlaitoksiin, jossa ei vaihdu nimellisarvot
- standardien mukaisten työmaakeskusten avulla kootuista tilapäisistä asennuksista. [7, s. 448.]

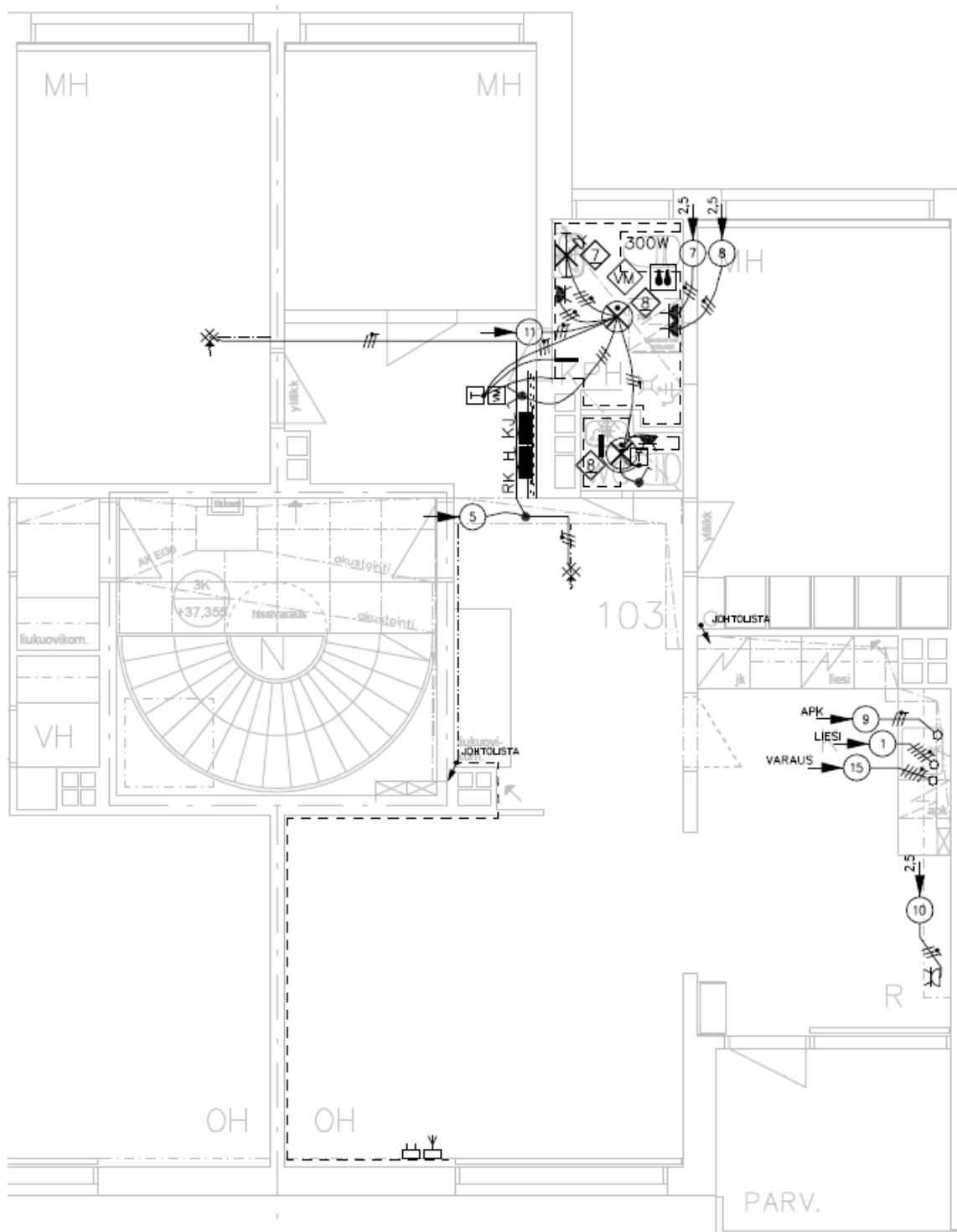
## 6 Esimerkkikohteen mittaukset

### 6.1 Kohteen esittely

Käyttöönottomittauksia käytiin tekemässä Helsingissä sijaitsevaan 1970-luvulla rakennetun kerrostalokohteen valmistuvan linjan yhteen asuntoon. Mittaukset eivät kattaneet huoneiston heikkovirtajärjestelmää. Kohteeseen tehdään LVIS-järjestelmän peruskorjaus. Pääpiirteisesti seuraavat sähkö- ja televerkkojen asennukset uusitaan urakassa:

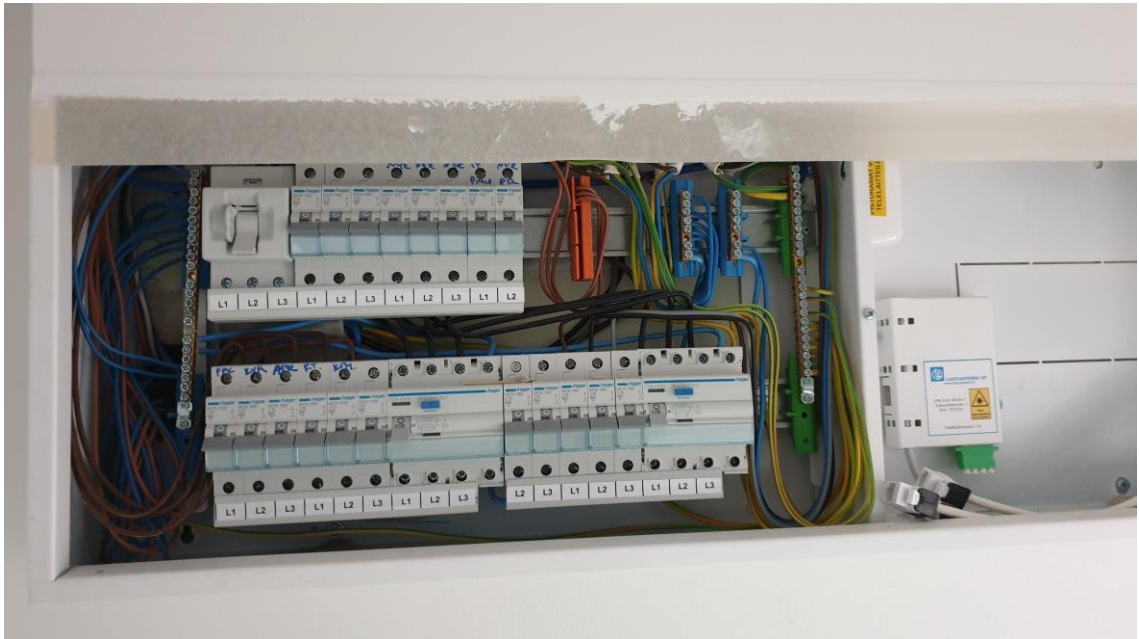
- kiinteistön liittymisjohto sekä pää- ja nousukeskukset
- kiinteistö- ja muut jakokeskukset
- monimittarikeskukset
- pää- ja nousujohdot
- yhteisten tilojen sähköasennukset pääosin
- piha-alueen sähköasennukset pääosin
- huoneistojen nousukaapelit, ryhmä- ja IT-keskukset, keittiön ja kylpyhuoneiden asennukset
- antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmä
- palovaroitinjärjestelmä.

Mitattava asunto oli kolmannessa kerroksessa oleva neljän huoneen ja keittiön asunto, johon osakas tekee keittiöremontin urakan ulkopuolella (kuva 8).



Kuva 8. Asunnon tasopiirustus.

Asuntoihin oli asennettu ryhmäkeskus, jossa on oma IT-osa (kuva 9).



Kuva 9. Asuntojen ryhmäkeskus ja IT-osa.

Käyttöönottotarkastukseen käytettiin Beha Amproben Telaris Proinstall-100 asennustesteriä (kuva 10).



Kuva 10. Asennustesteri Beha Amprobe Telaris Proinstall-100 ja mittajohdot.

### Suojajohtimien jatkuvuuden mittaaminen

Suojajohtimien jatkuvuuden mittaamiseen käytettiin apuna siihen tarkoitettua kelaä (kuva 11), jolla käytiin läpi kaikki maadoituspisteet asunnosta.



Kuva 11. Jatkuvuusmittajohtokela.

### Eristysresistanssi

Eristysresistanssi mitattiin koko ryhmäkeskuksesta yhdellä mittauksella (kuva 12). Sitä ennen keskuksen nolla- ja pe-kiskot yhdistävä lenkki poistettiin.



Kuva 12. Ryhmäkeskuksen eristysresistanssi.



## Syötön automaattinen poiskytkentä

Ensin mitattiin silmukkaimpedanssit (oikosulkuvirrat) vikavirtasuojaamattomista ryhmistä sen jälkeen vikavirtasuojatut ryhmät. Tämä siksi, että testerissä on valintakytkimellä omat asennot vikavirtasuojattuun ja vikavirtasuojaamattomaan oikosulkuvirran mittaukseen (kuva 7). Mittaukset suoritettiin pistorasioista schuko-mittausjohdolla (kuva 13).



Kuva 13. Schuko-mittausjohto testeriin.

Oikosulkuvirtamittaus suoritettiin jokaisen ryhmän epäedullisemmaksi arvioidusta pisteestä (kuva 14).



Kuva14. Testeri mittasi silmukkaimpedanssin ja laski oikosulkuvirran automaattisesti.

## Vikavirtasuojien toiminnan testaus

Vikavirtasuojat testattiin ensin testipainikkeella. Tämän jälkeen mitattiin testerillä niiden toiminta ajat ja -virrat (kuva 15), tässä testerissä se tarkoitti kahta eri mittausta vikavirtasuojalle.



Kuva 15. Vikavirtasuojan toiminta aika millisekunteinä.

Toiminta-ajan mittaamisen jälkeen käännettiin valintakytkintä, nostettiin vikavirtasuojakytkin ylös ja mitattiin toimintavirta (kuva 16).



Kuva 16. Vikavirtasuojan toimintavirran mittaus milliampeereina.

Asunnon keittiön vanhat sähköt oli purettu ja uudet päätetty jakorasioihin tai upotettuihin kojerasioihin myöhemmin tulevan keittiöremontin vuoksi (kuva 17).



Kuva 17. Keittiön kaapelit päätettynä jakorasioihin.

## 6.2 Mittaustulokset

Mittaukset saatiin kahdestaan asentajan kanssa kohtuullisen nopeasti tehtyä ja jokainen mittausta meni läpi ensimmäisellä yrityksellä. Ainoa virhe mikä täytyi korjata, oli peilikaapin asennus. Peilikaapin kytkimellä katkaistava vaihe oli kytketty pistorasialle ja suora sähkö peilikaapin valaisimelle. Nämä johtimet vaihdettiin toisin päin ja selvittiin siitäkin helpolla.

Mittaustulokset kirjattiin suoraan tabletilla Exceliin, jolla välttyttiin ylimääräiseltä vaivalta. Asunnon mittaustulokset PDF:ksi muutettuna liitteenä (liite 1).

Suojajohtimien jatkuvuusmittaukset antoivat arvoja 0,01–0,10  $\Omega$ , jotka ovat hyväksytyjä tuloksia niiden ollessa reilusti alle 2  $\Omega$ . Eristysresistanssi mitattiin kerralla koko ryhmäkeskuksesta ja testeri näytti >500 M $\Omega$ , tämäkin siis ylitti selvästi vaaditun minimiarvon ollessa >1 M $\Omega$ . Mitatut oikosulkuvirrat olivat kaikki myös riittävän suuria, kuten taulukossa 6 on esitetty.

Taulukko 6. Asunnon N103 oikosulkuvirrat.

AS.	Ryhmä	Johdonsuoja/ sulake tyyppi	Vaadittu minimi	Oikosul- kuvirta
N103			A	A/ohm
	2 VANHA RYHMÄ	C10	125	386/0,6
	3 VANHA RYHMÄ	C10	125	377/0,61
	4 VANHA RYHMÄ	C10	125	387/0,6
	5 IT PR + PALOVAROITIN	C10	125	1,3k/0,18
	7 PPK PR	C16	200	540/0,43
	8 KVR PR	C16	200	549/0,42
	10 PISTORASIA KEITTIÖ	C16	200	414/0,56
	11 VALAISTUS + PR KPH	C10	125	366/0,63
	Liittymän luona	25A gG	137,5	958/0,21

Asunnon ryhmäkeskuksen vikavirtasuojat olivat nimellisvirraltaan 30 mA. Hyväksytty arvo toimintavirralla on ½-1-kertaa nimellisvirta eli tässä tapauksessa 15-30 mA. Mitatut toimintavirrat vikavirtasuojille olivat 24 ja 27 mA. Toiminta-ajoiksi mitattiin 16,3 ja 25,2 s. Hyväksytty maksimiaika on 300 ms, joten nämäkin ehdot täyttyivät.

## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyössä esiteltiin joitain sähköturvallisuuden avainasioita ja säädöksiä, jotka tulee ottaa huomioon työskenneltäessä sähkön kanssa tai sen läheisyydessä. Työssä esiteltiin käyttöönottotarkastuksen vaatimat toimenpiteet ja siihen kuuluvat mittaukset.

JRA-Sähkö Oy:n käyttämälle asennustesterille laadittiin asentajia ajatellen erillinen ohje käyttöönottotarkastuksen mittauksiin. Ohjeessa neuvotaan testerin käyttöä, neuvotaan mitä tulee mitata ja annetaan ohjeistus hyväksytyistä tuloksista sekä niiden kirjaamisesta.

Työn lopuksi käytiin vielä tekemässä käyttöönottotarkastus valmistuvaan kerrostalohuoneistoon ja esiteltiin sen kulku ja siihen tarvittavat välineet. Mitattava kohde olisi voinut olla laajempi, mutta opinnäytetyön hetkellä ei siinä kohtaa sellaista ollut. Opinnäytetyön kirjoittaminen, tiedon kerääminen ja mittaaminen itse käytännön kohteessa auttoi ymmärtämään paremmin käyttöönottotarkastuksen kulun.

## Lähteet

- 1 JRA-Sähkö Oy. 2020. Verkkoaineisto. <<https://jra-sahko.fi/>> Luettu 10.4.2020
- 2 Rousku, Henrik. Mäkinen, Pertti. 2018 uusittu 30. painos. SFS 6002 käytännössä. Espoo: STUL ry
- 3 Tiainen, Esa. 2017 uudistettu 24. painos. D1-2017. Espoo: STUL ry
- 4 Kauppila, Jenna. Saarelainen, Kimmo. 2018 uusittu 4. painos. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset ST-käsikirja 33. Espoo: Sähköinfo Oy
- 5 Sähköpostilla saatu Fluken ohje, Silmukkaimpedanssin mittausta vikavirtasuojalla suojatusta ryhmästä. 30.3.2020, Arttu Salminen.
- 6 Beha Amprobe Telaris Proinstall-100 käyttöohje. 2013. Amprobe Test Tools.
- 7 SFS-käsikirja 600-1-1. 1. painos lokakuu 2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 1-1: Yleisvaatimukset. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

As Oy Rudolfintie 21-23  
Rudolfintie 21  
00870 Helsinki

## MITTAUSPÖYTÄKIRJA

JRA-Sähkö Oy  
Eskolantie 1  
00720 Helsinki

AS.	Ryhmä numero	Suojajohtimen jatkuvuus	Eristys- vastus	Oikosul- kuvirta	VVSK
N103		Ohm	Mohm	A/ohm	ms/mA
	1.1 LIESI				
	1.2 LIESI				
	1.3 LIESI				
	2 VANHA RYHMÄ			386/0,6	
	3 VANHA RYHMÄ	0,16		377/0,61	
	4 VANHA RYHMÄ			387/0,6	
	5 IT PR + PALOVAROITIN	0,01		1,3k/0,18	
	6 VANHA RYHMÄ				
	7 PPK PR	0,02		540/0,43	
	8 KVR PR	0,03		549/0,42	
	9 APK PR				
	10 PISTORASIA KEITTIÖ	0,1		414/0,56	
	11 VALAISTUS + PR KPH	0,1		386/0,63	
	12 VARALLA				
	13 VARALLA				
	14 VARALLA				
	15.1 KEITTIÖ VARAUS				
	15.2 KEITTIÖ VARAUS				
	15.3 KEITTIÖ VARAUS				
	HUOM!!				
Asukas tekee keittiöremontin urakan jälkeen.					
PPK & KVR lukotettu. Suihkuseinä puuttuu, turvaetäisyys suihkusta ei täyty					
	Vikavirtasuojat 7-12F2				16,3/27
	Vikavirtasuojat 13-15.3F2				25,2/24
Eristysvastus koko keskus			>500		
Oikosulkuvirta liittymän luona				958/0,21	
Mittaaja:	Miika Nissilä		Päivämäärä: 1.4.2020		

**JRA**  
sähkö oy





ST 51.21.05

1 (4)

## KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA

Pöytäkirjan nro \_\_\_\_\_

Keskusten nimi ja  
tunnus \_\_\_\_\_

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

## PERUSTIEDOT

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

## 1. AISTINVARAINEN TARKASTUS

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

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



ST 51.21.05

2 (4)

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

Lisätietoja: \_\_\_\_\_

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

Todettu kaikista laitteista ja pistorasioista ☐ Suurin resistanssi \_\_\_\_\_  $\Omega$ , ryhmässä \_\_\_\_\_

Jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi ☐

Liitteet: \_\_\_\_\_

**3. ERISTYSRESISTANSSI**

Kohde	Ryhmä nro	$R_e/M\Omega$	Huom

Eristysresistanssit todettu vaatimusten mukaisiksi ☐

PE- ja N-johtimien yhdistys on palautettu mittausten jälkeen entiselleen ☐

Erikoistoimenpiteet mittausten suorittamisessa: \_\_\_\_\_

Liitteet: \_\_\_\_\_

**4. SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ**

	$I_k/A$	$Z_k/\Omega$	Suojalaite	$I_n/A$ (suojalaitteet)
Keskus				
Epäedullisin piste (0,4 s)				
Epäedullisin piste (5,0 s)				

## ST 51.21.05

3 (4)

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

ST 51.21.05

4 (4)

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

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

## KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJAN TÄYTTÖOHJE

ST 51.21.05

### YLEISTÄ

Pöytäkirjan "Aistinvarainen tarkastus" -osa on toimitettava työmaalle heti, kun kohde aloitetaan. Muut osat ehtivät käyttöön myöhemminkin. Sivut sidotaan toisiinsa ja järjestetään pöytäkirjanumeron avulla. Yleistietoja ei tarvitse toistaa.

Myös kohteeseen kuulumattomat aistinvaraisen tarkastuksen alakohtat (tarkastukset joita ko. kohteessa ei ole tehtävissä tai ei tarvitse tehdä) on merkittävä sarakkeeseen "Ei sisälly".

Keskeneräisessä työssä on varmennettava, että käyttöön ottamattomat asennukset jäävät turvalliseen kuntoon eikä niitä voida ottaa käyttöön maallikolle sallituilla toimenpiteillä.

Pöytäkirja ST 51.21.05 on tarkoitettu käytettäväksi kokonaisuuksien käyttöönottotarkastuspöytäkirjana. Pöytäkirja ST 51.21.06 on tarkoitettu lähinnä pienien korjaus-, muutos- tai laajennustöiden sekä osakokonaisuuksien käyttöönottotarkastuspöytäkirjaksi silloin, kun laajempaa versiota pidetään tarpeettoman laajana.

Pöytäkirjat täyttävät oikein käytettyinä ja täytettyinä sähköturvallisuuslain 1135/2016 sekä siihen liittyvien Valtioneuvoston asetusten (1434/2016, 1435/2016, 1436/2016, 1437/2016 ja 1439/2016) vaatimukset. Allekirjoitettu käyttöönottotarkastuspöytäkirja on luovutettava laitteiston haltijalle.

### Pöytäkirjan numero

Annetaan pöytäkirjalle yksilöllinen numero, jolloin siihen on helpompi esim. viitata.

### Keskuksen nimi ja tunnus

Kohtaan kirjoitetaan sen keskuksen nimi ja tunnus, josta lähteviä asennuksia tarkastus koskee (esim. Nousukeskus NK1).

### Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan täyttö

Merkittään, onko kyseessä käyttöönottotarkastus vai jokin muu tarkastus.

Valintaa "muu" on syytä tarkentaa kirjoittamalla tarkennus kohtaan "Mikä?", esim. "Kunnossapitotarkastus".

### PERUSTIEDOT

#### Sähkölaitteiston rakentaja

Merkittään sen yrityksen tiedot, jonka nimissä tarkastuspöytäkirjasta ilmenevät sähköasennustyöt on tehty.

Katuosoite-, postinumero- ja postitoimipaikkatiedoiksi merkitään yrityksen työtä hoitaneen kiinteän toimipisteen tiedot.

#### Sähkölaitteiston rakentajan yhteyshenkilö

Merkittään sähkölaitteiston rakentajan yhteyshenkilönä

työssä toimineen henkilön nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite.

#### Sähkötöiden johtaja

Sähkötöiden johtajan kohdalle merkitään työssä sähkötöiden johtajana toimineen henkilön nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite.

#### Kohteen tiedot

Työnumerona voidaan käyttää sähkölaiteiston rakentajan kohdekohtaista työ- tai projektinumeroa tai näiden yhdistelmää.

Kirjoitetaan kohteen käyttötarkoitus ja nimi, esim. Asuin-kerrostalo, As.Oy Sähkötele.

Kohteen nimessä ja yksilöinnissä käytetään tarvittavia lisätietoja, esim. onko kyseessä koko rakennus vai jokin sen osa. Tärkeää on, että rajausta tehdään riittävän tarkasti ja yksiselitteisesti vastuualueen rajaamiseksi. Tarvittaessa tarkempi rajausta kirjataan lisätietoihin ja/tai erilliseen liitteeseen.

Katusoite ja postitoimipaikka kirjoitetaan rakentamisaikakohdan mukaisena.

#### Tilaava yritys

Merkittään sen yrityksen nimi, jonka nimissä tilaus on tehty.

Katuosoite-, postitoimipaikka- ja puhelinnumerotiedoiksi merkitään tilaavan yrityksen toimipisteen tiedot.

#### Tilaajan yhteyshenkilö

Merkittään tilaajan yhteyshenkilönä toimineen henkilön nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite.

### 1 AISTINVARAINEN TARKASTUS

Jos kohde on tarkastettu ja kunnossa, riittää rasti asianomaiseen ruutuun. Mikäli alakohdan kirjainmerkinnällä ilmoitettu asia ei sisälly tarkastettavaan kohteeseen, rasti tetaan kyseinen kohta.

Havaitut puutteet merkitään Huom-sarakkeeseen tai erilliseen liitteeseen. Suluissa olevat viittaukset ovat standardin SFS 6000 vuoden 2017 painoksen asianomainen kohta, josta löytyy tarvittaessa lisätietoa.

a) Sähköiskulta suojaukseen käytetty menetelmä (osa 4-41)

- Perussuojauksen toimivuus varmistetaan aistinvaraisesti tutkimalla sellaisten suojuksien ja kotelointien olemassaolo, kiinnitys ja eheys yms., joiden tehtävänä on estää jännitteisen osan koskettaminen. Lisäksi tarkastetaan eri tiloista aiheutuvien kotelointiluokkavaatimusten täyttyminen. Myös käyttöön liittyvien varoituskilpien ja vastaavien olemassaolo on tarkastettava (liite 41A).



- Lisäsuojauksen olemassaolo varmistetaan kohteissa, joissa sitä tulee käyttää. Kohteista voidaan mainita mm. vikavirtasuojia pistorasia- ja lämmitysyhmissä tai palovaarallisten tilojen asennuksissa (liite 41X).
- b) Palosuojausten käyttö ja muut palon leviämisen estämiseksi ja lämpövaikutuksilta suojaamiseksi tehdyt toimenpiteet (osa 4-42 ja luku 527)
  - Tässä kohdassa kiinnitetään huomiota sähkölaitteiden läheisyydessä olevien materiaalien palamiseen, syttymiseen tai huononemiseen. Lisäksi tulee huomioida mahdollisten palovammojen riskin eliminointi sekä asennettujen laitteiden turvallisen toiminnan mahdollinen huonontuminen. Tässä kohdassa tulee tarkastaa myös johtojärjestelmien oikea valinta palon leviämisen estämiseksi samoin kuin läpiviennit yms. varsinkin eri palo-osastojen välisissä läpivienneissä.
- c) Johtimien valinta kuormitettavuuden kannalta (Osa 4-43 ja luku 523) sekä johtojärjestelmien valinta ja asentaminen (luvut 521 ja 522)
  - Todetaan ylikuormitus- ja oikosulkusuojauksien olemassaolo sekä oikea sijoittelu. Varmistetaan suojalaitteiden asettelut, selektiivisyys ja yhteensopivuus sekä kiinnitetään huomiota mahdollisiin johdintuoksien muutoksiin alkuperäiseen suunnitelmaan verrattuna erityisesti laskennallisten oikosulkuvirta-arvojen kannalta.
- d) Suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu (osa 5-53)
  - Varmistetaan suojia-, erotus-, kytkentä- ja ohjauslaitteiden oikea valinta ja asennus.
- e) Ylijännitesuojien valinta, sijoitus ja asennus
  - Varmistetaan ylijännitesuojien oikea valinta, sijoitus ja asennus, silloin kun ne on vaadittu (luku 534).
- f) Erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus (luku 537)
  - Varmistetaan sähkölaitteiden tarvitsemien käyttö- ja ohjauslaitteiden sijainti, huollon aikana mahdollisesti tarvittavat poiskytkentälaitteet ja mahdolliset hätäkytkentälaitteet sekä näiden tarvitsemat kilvet ja käyttömerkinnät.
- g) Sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan (kohdat 422, 512.2 ja 522 sekä osa 804)
  - Varmistetaan sähkölaitteiden ja asennuksen oikeellisuus tiloissa, joissa on käsiteltävistä tai varastoitavista materiaaleista johtuva palovaara. Tässä kohdassa varmistetaan myös uloskäytäviin tehtyjen sähköasennusten määräystenmukaisuus. Samoin varmistetaan, että ympäristön lämpötila, ulkoiset lämmönlähteet, veden esiintyminen, vieraat kiinteät aineet, korroosiota tai liikaantumista aiheuttavat aineet, iskut, värähtelyt, muut mekaaniset rasitukset, kasvillisuus ja homekasvustot, eläimistön esiintyminen, auringonsäteily, seismiset vaikutukset, tuuli, käsiteltävien ja varastoitavien materiaalien luonne sekä rakenteiden suunnittelu on otettu huomioon sähkötarvikkeissa ja -asennuksissa.
- h) Nolla- ja suojajohtimien tunnuksukset (kohta 514.3)
  - Selvitetään johdinvärien oikea ja standardien mukainen käyttö.
  - Muut merkinnät (N, PE yms.).
- i) Piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo (kohta 514.5)
  - Tarkastetaan, että kaikki käytön, hoidon ja huollon tarvitsemat dokumentit, varoituskilvet yms. ovat kohteessa helposti saatavilla ja käytettävissä.
- j) Virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus (luku 514)
  - Varmistetaan, että kohteessa on käyttäjän kannalta tarpeelliset merkinnät niin, että sähkölaitteiston turvallinen ja virheetön käyttö on mahdollista.
- k) Kaapeli- ja johtimien päätteiden ja liitosten sopivuus (luku 526)
  - Tarkastetaan, että liitokset on tehty oikein varustein ja menetelmin sekä toteutettu niitä mahdollisesti koskevien erityisohjeiden mukaisesti.
- l) Suojajohtimien, mukaan luettuna pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimien, olemassaolo ja sopivuus (osa 5-54)
  - Varmistetaan maadoituselektrodin olemassaolo ja määräystenmukaisuus. Varmistetaan suojajohtimien poikkipinnat ja olemassaolo myös niissä asennuksissa, joissa suojajohdinta ei ensiasennuksen yhteydessä oteta käyttöön, mutta varaudutaan kuitenkin tulevaisuudessa mahdollisesti toteutettaviin muutoksiin (esim. suojausluokan II 2,5 A:n pistorasia-asennukset).
  - Kohtaan merkitään myös kohteessa käytetty maadoituselektrodirakenne. Mikäli kohteessa on käytetty muuta kuin perustusmaadoituselektrodia, perustellaan muuntotyypisen maadoituselektrodirakenteen valinta.
- m) Sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila (luvut 513 ja 514 ja osa 7-729)
  - Varmistetaan, että sähkölaitteiden ja niiden johdotusten ja liitosten luokse pääsee helposti myös myöhempiä tarkastusta yms. toimenpidettä varten.
- n) Yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin (luku 537) ja äärijohtimen kytkentä lampunpitimen kantaosaan (osa 4-46 ja osa 5-53)
  - Jo asennusvaiheessa varmistetaan siitä, että yksinapaiset kytkimet on asennettu äärijohtimiin.
- o) Erikoistilat
  - Mikäli kohteessa on SFS 6000:n osien 7 tai 8 mukaisia erikoistiloja tai räjähdysvaarallisia tiloja, varmistetaan niitä koskevien määräysten noudattaminen siltä osin kuin ne ovat aistinvaraisesti havaittavissa.
  - Kohdetta koskevat erikoistilat luetellaan tässä kohdassa.

## 2 SUOJAJOHTIMIEN JATKUVUUS

Suoritaan kattava mittaus, jossa mitataan kaikkien PE-, PEN-, pääpotentiaalintasaus- ja lisäpotentiaalintasausjohtimien jatkuvuus. Mittaukset suoritetaan ja merkitään mittauspöytäkirjaan keskuskohtaisesti suoritetuiksi. Jos arvojen todetaan täyttävän vaatimukset, merkitään lisäksi rasti kyseiseen ruutuun. Erillisellä liitteellä kannattaa antaa

mittaustiedot silloin, jos asiakas edellyttää tällaisia tietoja. Aina kuitenkin merkitään suurin esiintynyt suojajohtimen resistanssiarvo ja sen esiintymispaikka riittävällä tarkkuudella.

### 3 ERISTYSRESISTANSSI

Mittaamalla varmistetaan kaikkien jännitteisten johtimien (L1, L2, L3 ja N) ja maadoitusjärjestelmään kytketyn suojajohtimen välinen eristysresistanssi. Tavanomaisissa tiloissa eristysresistanssi mitataan jännitteisten osien väliltä vain silloin, kun se erikseen sovitaan, esim. pääjohtojen osalta. Palovaarallisissa tiloissa suositellaan lisäksi mitattavaksi eristysresistanssi myös kaikkien jännitteisten johtimien väliltä. Mittaustulosten on täytettävä niitä koskevat vaatimukset, ennen kuin voidaan merkitä asennusten täyttävän standardien vaatimukset. Myös lattia- ja seinäpintojen resistanssi voidaan joutua erikoistapauksissa mittaamaan.

Mikäli mittauksen onnistumiseksi on jouduttu käyttämään erikoistoimenpiteitä, myös niistä on tehtävä merkintä mittauspöytäkirjaan. Tällaisia voivat olla esim. joidenkin laitteiden irrottaminen verkosta mittauksen ajaksi tai madalletun mittaajännitteen käyttäminen. Lämmityskaapeleista ja -kelmuista voidaan tässä kohden ilmoittaa myös muut asennusaikaisetkin tiedot, mutta ne voivat olla myös erillisinä liitteinä. Kyseiseen kohtaan kannattaa laittaa myös merkintä siitä, jos eristysresistanssin mittausta tehdään PEN-järjestelmään.

### 4 SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ

Mittaessa silmukkaimpedanssin ja oikosulkuvirran arvot on nämä mittaukset tehtävä ja merkittävä pöytäkirjaan keskuskohtaisesti siten, että merkinnöistä selviävät sekä keskuksen että epäedullisimman pisteen arvot. Joissain tapauksissa näitä epäedullisimpia pisteitä voi löytyä useampia käytetyistä johdinpoikkipinnoista ja sulakkeista riippuen. Jos käytetään vain laskennallista varmistusta, on pöytäkirjan liitteenä oltava kyseiset laskutoimitukset ja mittausten osalta riittää suojajohtimien jatkuvuuden tarkastaminen. Kohdassa ilmoitetaan myös käytetyn suojalaitteen tyyppi ja nimellisarvo. Katkaisijoissa ilmoitetaan katkaisijan asetusarvot kohdassa "In/A (suojalaitteet)".

Jos suojausmenetelmän toimivuus on varmistettu mittamalla vikavirtapiiriin impedanssi ja tarkastamalla käytettyjen suojalaitteiden ominaisuudet ja/tai tehokkuus vikavirtasuojan sijoituspaikassa tai sen jälkeen olevassa pisteessä, vikavirtasuojan jälkeisen asennuksen suojauksen toiminnan varmistamiseen riittää suojajohtimien jatkuvuuden mittaaminen.

Vikavirtasuojien toiminnan oikeellisuus varmistetaan aistinvaraisella tarkastuksella ja testaamalla. Testipainikkeen toiminta varmistetaan painamalla testinappia ja mittaamalla todetaan vikavirtasuojan toimivuus nimellisvirraltaan. Mittaustuloksina esitetään toiminta-aika vikavirtasuojakohtaisesti silloin, kun se on vaatimuksena, ja muu toiminta varmistetaan standardien mukaiseksi merkkäamalla rasti kyseiseen ruutuun. Tyyppi- ja käyttötarkoituksensa mukaan esim. A/S/PS. Merkintä tarkoittaa, että kyseessä on A-tyypin selektiivinen vikavirtasuojia, jota käytetään palosuojaukseen.

### 5 KIERTOSUUNNAN TARKASTUS

Monivaiheisissa piireissä on mittauksin varmistettava kiertosuunnan säilyminen samana ja oikeana koko järjestelmässä. Pöytäkirjaan merkitään tarkastukset tehdyiksi keskuskohtaisesti valmiiksi vasta sitten, kun mittaukset on tehty niin keskukselta kuin siitä syötetyistä monivaiheisista pistorasioistakin.

### 6 TOIMINTA- JA KÄYTTÖTESTIT

Tehdään toimintatestit kaikille kytkin-, käyttö-, ohjaus- ja lukituslaitteille ja vastaaville sen toteamiseksi, että ne on koottu, asennettu ja aseteltu oikein standardien vaatimusten mukaisesti. Tähän testiin kuuluvat myös toiminnallisten kokonaisuuksien testaaminen, eikä pelkkä yksittäisten laitteiden testaus riitä. Kohdan testit kuitataan tehdyiksi vasta, kun kaikki testit toiminnallisine kokonaisuuksineen on toteutettu ja todettu laitteiden toimivan oikein.

### 7 JÄNNITTEENALENEMA

Vaadittaessa jännitteenalenema pitää tarkastaa mittaamalla tai laskemalla (liite 52G).

### 8 EMC-SUOJAUS

Kerrotaan, mitä menetelmiä on käytetty EMC-direktiivin vaatimusten täyttämiseksi. Tarvittaessa annetaan selvitys erillisen liitteen avulla. Tyypillisiä pienkohteissakin käytettäviä lisäsuojauksia voi esiintyä varsinkin taajuusmuuttajakäytöissä. Tällöin liitteessä selvitetään, mitä erikoisvaatimuksia laitevalmistaja on asennuksille asettanut (esim. häiriösuojatut symmetriset kaapelit taajuusmuuttajalta moottorille, EMC-vaatimukset täyttävät läpivientiholkki, maadoituspannat yms.).

### 9 HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMAN TARVE

Merkitään rastilla, onko kohde sellainen, että tarvitaan erillinen huolto- ja kunnossapito-ohjelma, ja onko se valmiina vai riittävätkö huolto- ja kunnossapito-ohjeet, sekä ovatko ne käytettävissä. Mikäli kohteessa on poistumisreititilavaistus, on varmistettava, että sitä koskeva kunnossapito-ohjelma on laadittu.

### 10 SEURAAVA MÄÄRÄAIKAISTARKASTUS

Mikäli kohdetta koskee lakisääteinen määräaikaistarkastus, merkitään tähän kohtaan seuraavan määräaikaistarkastuksen suoritusajankohta. Kun asennettava kohde liittyy vanhaan jo olemassa olevaan järjestelmään, voidaan tässä kohdassa esittää suosituksia mahdollisesti tarvittavista korjauksista ja parannuksista koskien aiemmin asennettua järjestelmää.

### 11 KOHTEEN TOTEUTUKSESSA NOUDATETUT STANDARDIT

Jos käytössä on muitakin standardeja tai direktiivien määräyksiä, voidaan ne lisätä tähän kohtaan. Mikäli on tehty standardista poikkeamia, myös ne tulee esittää tässä kohdassa. Muutos- ja laajennustöistä todetaan lisäksi, etteivät tehdyt asennukset heikennä aiempien asennusten

turvallisuutta. Jos tiedetään, minkä standardien tai määräysten mukaisesti aiemmat asennukset on tehty, merkitään tiedot tähän kohtaan. Myös tässä kohdassa tulee vielä rastimerkinnällä osoittaa, että mainittuja standardeja on kohteessa noudatettu.

## 12 PALOVAROITTIMET

Pöytäkirjan kohdassa "Sähkölaitteiston rakentaja" mainittu asennusliike vastaa siitä, että palovaroittimet asennetaan ao. suunnitelman sekä palovaroittimien asennusohjeen mukaisesti.

Rakennuksen käyttöönottokatselmuksen yhteydessä rakennusvalvontaviranomaiselle tulee esittää sähköasennusten käyttöönottotarkastuspöytäkirja tai erillinen asennustodistus, jossa mainitaan palovaroittimesta seuraavat asiat:

- vakuutus, että asennetut palovaroittimet täyttävät niille säädöksissä ja määräyksissä asetetut vaatimukset (pelastustoimen laitelaki, asetus palovaroittimien teknisistä ominaisuuksista, sähköturvallisuussäädökset jne.) ja että ne on asennettu ao. suunnitelman mukaisesti
- asennettujen palovaroittimien virran ja varavirran syöttöjärjestelyt
- palovaroittimien käyttöönottotarkastuksen päivämäärä ja tarkastushavainnot
- asennuksista vastaavan henkilön allekirjoitus.

Palovaroittimien käyttö- ja huolto-ohjeet on liitettävä rakennuksen huoltokirjaan sekä luovutettava asunnon haltijalle.

Lisätietoa ST-kortista 062.50, Palovaroittimet.

## 13 ECODESIGN-ASETUKSEN 2015/1188 VAATIMUSTEN TÄYTTÄMINEN SÄHKÖLLÄ TOIMIVIEN TILALÄMMITTIMIEN OSALTA

Mikäli käyttöönotettavaan uudisrakentamis-, korjausrakentamis- tai huoltokohteeseen on asennettu ihmisten käyttöön/ lämpöviivitykseen tarkoitettuja sähköllä toimivia tilalämmittimiä, kuten vastuskaapeleilla toteutettuja lattialämmityksiä, kattolämmityksiä tai vastaavia rakenteeseen integroituja lämmittimiä, sähköpattereita, säteilylämmittimiä tai massa-varaajia, asetuksen 2015/1188 vaatimusten täyttäminen on osoitettava erillisellä pöytäkirjalla (ST 55.05.01).

Lisätietoa ST-kortista 55.05 Ekosuunnitteludirektiivin 2009/125/EU sekä asetuksen 2015/1188 noudattaminen sähkölämmityksissä rakentamis- ja huoltokohteissa.

## 14 TARKASTUKSEN TEKIJÄ(T)

Pöytäkirjan allekirjoittaa tarkastuksen tekijä, tai jos tekijöitä on useampia, kaikki tekijät.

Mittauksissa käytetyt mittalaitteet yksilöidään tarkastuskohtaisesti niin, että on myöhemmin selvitettävissä, millä mittalaitteella mikin mittaus on tehty.

## 15 LUOVUTUSMERKINTÄ

Kohteesta tehdään ilmoitus verkkoyhtiölle. Käytön opastus -kohtaan merkitään joko jo pidetyn opastuksen ollessa kyseessä rasti ruutuun tai myöhemmäksi sovitun opastuksen toteutuspäivämäärä. Luetellaan kaikki liitteinä pöytäkirjaan sisältyvä materiaali. Tällaisia liitteitä ovat esim. lämmityskelmuille ja -kaapeleille tehty asennusaikaiset tarkastukset. Myös muiden liitteiden, jotka on mainittu käyttöönottotarkastusten muissa kohdissa, tulee olla lueteloituina tässä kohdin.

Samoin piirustuksista ja dokumenteista luetellaan kaikki luovutettu materiaali. Merkitään päivämäärät, jolloin asennettua sähkölaitteistoa koskevat mittauspöytäkirjat, piirustukset ja muut dokumentit, kuten asennus-, huolto- ja käyttöohjeet, on luovutettu tilaajalle tai hänen edustajalleen. Allekirjoituksen tähän kohtaan laittaa se henkilö, joka on varmistanut asianomaisen kohdan paikkansa-pitävyyden.

## 16 TILAAJAN TAI HÄNEN EDUSTAJANSA KUITTAUS

Tähän kohtaan otetaan tilaajalta tai hänen valtuuttamaltaan edustajalta kuittaus, jolla hän varmistaa saaneensa luovutusmerkintöjen mukaiset materiaalit ja toiminnot.



## MITTAUKSISSA TARVITTAVAA PERUSTIETOA

## Kohta 2

Suojajohtimien jatkuvuusmittauksissa varmistetaan asennuksen suojajohtimien jatkuvuus. Mittalaitteen tulee täyttää Standardisarjan EN 61557 asianomaisen osan vaatimukset. Mittauskytkentä on oheisen kuvan 2a mukainen. Suurin resistanssiarvo saa olla esim. 0–2  $\Omega$ .

## Kohta 3

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

Taulukko 3a. Vaaditut koejännitteet ja eristysresistanssiarvot.

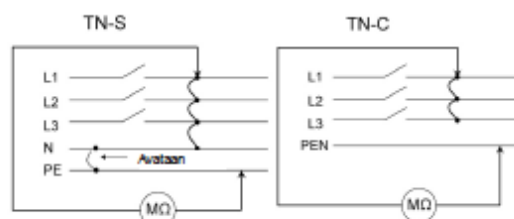
Nimellisjännite	Koejännite V	Eristysresistanssi M $\Omega$
SELV ja PELV	250	$\geq 0,5$
Enintään 500 V	500	$\geq 1,0$
Enintään 500 V erikoistapauksessa	250	$\geq 1,0$
Yli 500 V	1000	$\geq 1,0$

## Kohta 4

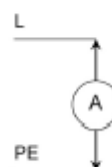
Syötön automaattinen poiskytkentä varmistetaan joko laskemalla tai mittaamalla pienin tai pienimmät esiintyvät oikosulkuvirrat (suojauksen toimivuus tulee varmistaa kaikkien suojalaitteiden osalta erikseen tarvittaessa). Selvitettyä arvoa verrataan käytetyn suojalaitteen edellyttämään virtaan. Vaaditut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



Kuva 2a. Jatkuvuusmittaus.



Kuva 3a. Mittauskytkennät.



Kuva 3b. Mittauskytkennät.

Taulukko 4a. Eri suojalaitteiden toimintarajavirrat.

Suojalaitteen nimellisvirta A	Suojalaitteiden toimintarajavirrat ja pienimmät hyväksyttävät mittaustulokset							
	gG-sulake 0,4 s A	Vaadittu mitattu arvo A	gG-sulake 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	Johdonsuojakatkaisijat			
					B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A
6	46,5	58,2	–	–	30	37,5	60	75
10	82	102,5	–	–	50	62,5	100	125
16	110	137,5	–	–	80	100	160	200
20	145	181,3	–	–	100	125	200	250
25	180	225	110	137,5	125	156,3	250	312,5
32	270	337,5	150	187,5	160	200	320	400
50	470	587,5	250	312,5	250	312,5	500	625
63	550	687,5	320	400	315	393,8	630	787,5
80	840	1050	425	531,3	400	500	800	1000
125	1450	1812,5	715	893,8	625	781,3	1250	1562,5

Vikavirtasuojan toiminta varmistetaan sekä laitteen testauspainikkeesta että koestamalla laitteen toiminta nimellistoimintavirralla.