

Mikko Jauhonen STMI20SPA

SÄHKÖASENNUKSEN KÄYTTÖÖNOT- TOTARKASTUS

Opinnäytetyö

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2022



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Mikko Jauhonen
Työn nimi	Sähköasennuksen käyttöönottotarkastus
Toimeksiantaja	-
Vuosi	2022
Sivut	28 sivua
Työn ohjaaja(t)	Jorma Pekkanen

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön aiheena on sähköasennuksen käyttöönottotarkastukset. Sähköasennuksen käyttöönottotarkastuksella tarkoitetaan sähköurakoitsijan tekemää tarkastusta ennen sähköasennuksen käyttöönottoa. Käyttöönottotarkastuksen tarkoituksena on taata sähköasennuksen määräysten mukaisuus ja turvallinen käyttö. Työn tarkoituksena on esitellä sähköasennuksen käyttöönottotarkastuksen eri vaiheet, tarkastuksessa tarvittavat tiedot sekä käytännön toimintatavat tarkastuksen eri vaiheissa.

Työssä tutkittiin sähköasennuksen käyttöönottotarkastuksen suorittamisen näkökulmasta alan kirjallisuutta, valtioneuvoston asetuksia, sähköturvallisuuslakia sekä SFS-käsikirjaa. Työssä keskitytään koostamaan tästä kirjallisuudesta vaatimukset tarkastuksen suorittamiselle sekä ohje näiden vaatimusten suorittamiseen käytännössä.

Työn tuloksena saatiin tiivistetty ohje sähköasennuksen käyttöönottotarkastuksesta. Työssä esitellään, mitä käyttöönottotarkastuksella tarkoitetaan, ja kerrotaan kaikki tarkastukseen liittyvät vaiheet sähköasennuksen rakentamisen aloittamisesta työn luovuttamiseen loppukäyttäjälle.

Asiasanat: käyttöönottotarkastus, mittaukset, aistinvaraiset tarkastukset, dokumentointi

Degree	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Mikko Jauhonen
Thesis title	Initial inspection of the electrical installation
Commissioned by	-
Time	2022
Pages	28 pages
Supervisor	Jorma Pekkanen

ABSTRACT

The subject of this thesis is the initial inspections of electrical installation. The initial inspection of an electrical installation refers to an inspection carried out by an electrical contractor before the commissioning of the electrical installation. The purpose of the initial inspection is to ensure that the electrical installation complies with the regulations and is safe to use. The purpose of this work is to present the different stages of initial inspection of the electrical installation, the information required for the inspection and the practical operating methods at different stages of the inspection.

From the point of view of performing the initial inspection of electrical installation, literature in the field, government decrees, the Electrical Safety Act and the electrical safety standard SFS were examined. The work focuses on compiling from this literature the requirements for performing the inspection and instructions for performing these requirements in practice.

As a result of the work, a condensed instruction on the initial inspection of electrical installation was obtained. The work presents what is meant by the initial inspection and describes all the steps related to the inspection from the start of the construction of the electrical installation to the handover of the work to the end user.

Keywords: initial inspection, measurements, organoleptic inspections, documentation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS.....	6
2.1	Käyttöönottotarkastuksen lähtökohdat.....	6
2.2	Vastuu asennuksista.....	7
2.3	Tarkastuksen laajuus.....	7
2.4	Standardista poikkeaminen	8
2.5	Käyttöönottotarkastuspöytäkirja.....	8
3	KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSEN SUORITTAMINEN.....	8
3.1	Aistinvarainen tarkastus.....	9
3.2	Mittalaitteella tehtävät tarkastukset.....	10
3.2.1	Eristysresistanssin mittaus.....	10
3.2.2	Suojajohtimen jatkuvuusmittaus	15
3.2.3	Syötön automaattisen poiskytkennän toteutuminen.....	18
3.2.4	Vikavirtasuojakytkimien toiminnan testaus.....	20
3.2.5	Kiertosuunnan tarkastus	20
3.3	Muut tarkastuksen toimenpiteet.....	21
3.3.1	Toiminnalliset kokeet	21
3.3.2	Jännitelujuus.....	21
3.3.3	Jännitteenalenema	21
4	KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSEN DOKUMENTOINTI	22
5	ESIMERKKIKOHTTEEN KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS.....	23
5.1	Aistinvarainen tarkastus.....	23
5.2	Eristysresistanssin mittaus	24
5.3	Suojajohtimen jatkuvuuden toteaminen	25
5.4	Syötön automaattinen poiskytkentä	25
5.5	Vikavirtasuojakytkimien toiminnan testaus	26
5.6	Kiertosuunnan tarkastus	26

5.7	Toiminnalliset kokeet	26
5.8	Dokumentointi.....	26
6	YHTEENVETO	27
	LÄHTEET.....	28

1 JOHDANTO

Sähköasennukselle on tehtävä käyttöönottotarkastus aina ennen sähköasennuksen käyttöönottoa riippumatta tehdyn asennuksen koosta. Tarkastuksesta vastaa sähkölaitteiston rakentaja. Käyttöönottotarkastuksen tarkoitus on taata loppukäyttäjälle turvallinen käyttö sekä asennusten määräysten mukaisuus. Käyttöönottotarkastuksen kuuluvat aistinvaraiset sekä mittalaitteella tehtävät tarkastukset. Tässä opinnäytetyössä perehdytään käyttöönottotarkastuksen vaatimuksiin ja käytännön tekemiseen.

Opinnäytetyössä esitetään käyttöönottotarkastuksen tekemiseen vaadittava teoriatieto sekä käytännön suoritteet. Työn loppupuolella esitellään tarkastuksen dokumentointi sekä tehty tarkastus esimerkkikohteessa.

2 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS

2.1 Käyttöönottotarkastuksen lähtökohdat

Sähköasennuksen käyttöönottotarkastuksella tarkoitetaan sähköurakoitsijan tekemää tarkastusta ennen sähköasennuksen käyttöönottoa. Siihen kuuluvat sekä aistinvaraiset että mittalaitteella tehtävät tarkastukset. Käyttöönottotarkastus on tehtävä aina ennen asennuksen luovuttamista loppukäyttäjälle, ja sen tarkoitus on taata sähköasennuksen määräysten mukaisuus ja turvallinen käyttö.

Aina kun tehdään sähkötoiksi luokiteltavaa työtä, olipa työ miten vähäinen tahansa, on käyttöönottotarkastus tehtävä. Säädökset ovat kiistattoman tiukat, eivätkä ne tunne huojennuksia. Tarkastus tehdään aina ennen uuden asennuksen tai olemassa olevan asennuksen lisäyksen tai muutostyön käyttöönottamista. Velvoite koskee myös tilapäiskäyttöä varten rakennettuja sähköverkkoja, kuten työmaasähkö. Tyypillisessä asennuskohteessa joudutaan lisäksi usein ottamaan osa lopullisista asennuksista jo rakennusaikaiseen käyttöön. Näillekin asennuksille käyttöönottotarkastus on tehtävä, vaikka käyttö onkin tässä vaiheessa vielä tilapäisluontoista. Sen sijaan tarkastusta ei tarvitse tehdä käyttötoimenpiteistä tai vähäistä vaaraa aiheuttavien sähkötoiden tekemisestä. Vähäistä vaaraa aiheuttavat sähkötyöt ovat esimerkiksi yksittäisen kytkimen tai kontaktorin vaihto. [1, s.8, 9.]

Sähköurakoitsija laatii tekemästään käyttöönottotarkastuksesta dokumentoinnin. Tämä dokumentointi tarkoittaa käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa sekä sen liitteitä. Koska sähköurakoitsija todentaa tekemänsä työn käyttöönottotarkastuksella, on tarkastuksen dokumentointi erittäin tärkeää, vaikka sitä ei kaikista tarkastuksista vaaditakaan.

Kun käyttöönottotarkastus tehdään standardin SFS 6000-6 osan 61 mukaan, sillä täytetään Valtioneuvoston asetuksen (1437/2016) mukaiset turvallisuusvaatimukset. Standardissa myös korostetaan, että tarkastuksessa saatuja tuloksia on aina verrattava niitä koskeviin vaatimuksiin, ennen kuin ne todetaan täyttävän asetetut vaatimukset. Tämän lisäksi erikoistiloille, kuten räjähdysvaaralliset- ja lääkintätilat, on oma standardinsa, jossa on lisävaatimuksia kyseisten tilojen käyttöönottotarkastuksista. [1, s. 8.]

2.2 Vastuu asennuksista

Sähkötöiden tekeminen on luvanvaraista, ja sitä voi harjoittaa tietyin ehdoin sähköasennuksia tekevät yritykset sekä yksityishenkilöt, joilla on sähköturvallisuuslain edellyttämä sähköturvallisuustutkinto.

Sähkölaitteiston rakentaja on vastuussa tekemistään asennuksista. Sähkötöiden johtaja vastaa asennuksien oikeellisuudesta.

2.3 Tarkastuksen laajuus

Tarkastuksen laajuus riippuu työn luonteesta. Uudistuotannossa sekä korjausmuutos- ja laajennustöissä tulee käyttöönottotarkastus suorittaa standardin SFS 6000-6 kohdan 6.4 mukaisesti. Toisaalta käyttöönottotarkastus voi tapauskohtaisesti määräytyä myös alkuperäisen standardin mukaan, kun tehdään korjaus-, muutos- ja laajennustöitä.

Pienissä töissä tehdään tarkastus harkinnan mukaan tapauskohtaisesti, ja niissä voidaankin mittauksia soveltaa. Tämän kaltaisia töitä ovat esimerkiksi yksittäisen valaisimen tai pistorasian lisääminen johtopituuden ollessa muutamia metrejä. Kuvatussa tilanteessa voidaan pitää riittävänä aistinvaraista tarkastusta sekä suojajohtimen jatkuvuusmittausta. Toki näissäkin tapauksissa

on voitava varmistua mm. riittävästä oikosulkuvirrasta. Mikäli kohteesta ei löydy aikaisempia dokumentteja tai laskelmia, tulee tarvittavat mittaukset suorittaa. [1, s. 8–10.]

2.4 Standardista poikkeaminen

Vaikka standardien ohjeistuksia tulisi noudattaa, ne eivät kuitenkaan ole lakeja. Sähköturvallisuuslaki antaa pykälässä 85 mahdollisuuden tarvittaessa poiketa standardeista, mikäli vastaava turvallisuustaso voidaan muutoin saavuttaa. Poikkeamisella on oltava sähkötöidenjohtajan tai käytönjohtajan kirjallinen vahvistus. Lisäksi Valtioneuvoston asetuksella sähkötyöstä ja käyttötyöstä (1435/2016) säädetään menettelyn yksityiskohdista. Laadittavassa selvityksessä tulee esittää:

1. turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi valitut ratkaisut;
2. kuvaus siitä, miten ratkaisut täyttävät turvallisuusvaatimukset;
3. selvityksen laatijan yksilöinti ja allekirjoitus.

[4, s. 20.]

2.5 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

Jokaiselle uudelle asennukselle tai olemassa olevan asennuksen laajennukselle tai muutokselle tulee asennusten valmistuttua laatia käyttöönottotarkastuspöytäkirja. Poikkeuksen muodostavat Valtioneuvoston asetuksessa sähkölaitteistoissa (1434/2016) pykälässä 5 mainitut vähäisiksi katsottavat työt, joista pöytäkirjaa ei edellytetä, ellei työn tilaaja sitä vaadi.

Käyttöönottotarkastuksen pöytäkirjalle ei ole muotovaatimuksia, mutta sen sisällölle on asetettu hyvinkin tarkat vaatimukset.

3 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSEN SUORITTAMINEN

Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksen tekee laitteiston rakentaja. Ennen kuin sähkölaitteisto otetaan käyttöön, on varmistuttava siitä, että se on määräysten mukainen ja turvallinen. Tämän vuoksi laitteistolle on tehtävä paitsi aistinvaraisia tarkastuksia, myös mittauksia sekä toiminnallisia kokeita. [3, s. 342.]

Aistinvaraista tarkastusta tulee suorittaa koko asennustyön ajan. Mittaukset ja testaukset ajoittuvat yleensä asennustyön loppuvaiheeseen. [3, s. 342.]

3.1 Aistinvarainen tarkastus

Aistinvarainen tarkastus on laajin käyttöönottotarkastuksen osa-alue. Kaikkiin sähköasennustyön työvaiheisiin kuuluu aistinvaraisia tarkastuksia ja niitä suoritetaan koko työsuorituksen ajan. Tarkastuksen tarkoituksena on varmistua, että asennukset täyttävät standardin SFS 6000-1 vaatimukset.

Standardin SFS 6000-1 kohdassa 6.4.2.3 on määritelty aistinvaraiseen tarkastukseen seuraavat kohdat, silloin kun ne ovat aiheellisia:

- a) sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät (SFS 6000-4-41)
- b) palosuojauksien käyttö ja toimenpiteet lämpövaikutuksilta suojaamiseksi (SFS600-4-42) sekä palon leviämisen estämiseksi tehdyt toimenpiteet (SFS 6000-5-52 luku 527)
- c) johtimien valinta kuormitettavuuden kannalta (SFS 6000-4-43 ja SFS 6000-5-52 luku 523)
- d) suoja- ja valvontalaitteiden valinta, asettelu, selektiivisyys ja yhteensopivuus (SFS 6000-5-53)
- e) sopivien ylijännitesuojien valinta, sijoitus ja asennus, silloin kun ne on vaadittu (SFS 6000-5-53 luku 534)
- f) erotus- ja kytkentälaitteiden valinta, sijoitus ja asennus (SFS 6000-5-53 luku 537)
- g) sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan (SFS 6000-4-42 kohta 422, SFS 6000-5-51 kohta 512.2 ja SFS 6000-5-52 kohta 522, SFS 6000-8-804)
- h) nolla- ja suojajohtimien oikeat tunnuksset (SFS 6000-5-51 kohta 514.3)
- i) piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien olemassaolo (SFS 6000-5-51 kohta 514.5)
- j) virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus (SFS 6000-5-52 luku 514)
- k) kaapeleiden ja johtimien päätteiden ja liitosten sopivuus (SFS 6000-5-52 luku 526)

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

Mikäli asennuskohde sisältää erikoistiloja tai -asennuksia, tulee tarkastukseen sisältyä myös näiden tilojen erityisvaatimukset. [5, s.441, 442.]

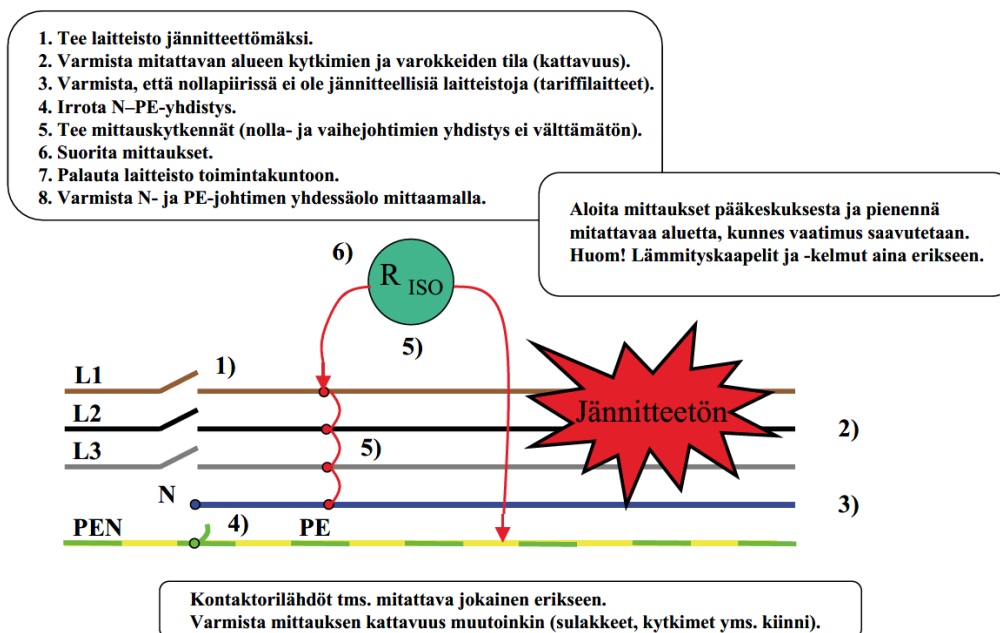
3.2 Mittalaitteella tehtävät tarkastukset

Aistinvaraisten tarkastusten lisäksi on suoritettava mittauksia ja toiminnallisia kokeita. Mittalaitteella tehtävät tarkastukset voidaan jakaa kahteen luokkaan, jännitteettömänä sekä jännitteellisenä tehtävät mittaukset. Jännitteettömänä todetaan suojajohtimen jatkuvuus sekä eristysresistanssi. Jännitteellisiä mittauksia ovat puolestaan syötön automaattisen poiskytkennän tarkastus, vika-virtasuojan toiminnan tarkastus sekä napaisuuden ja kiertosuunnan tarkastukset. Vaikka osa mittauksista voidaankin korvata laskelmilla, esim. syötön automaattinen poiskytkentä, on laskelmien varmistamiseksi syytä tehdä mittauksia ainakin pistokoeluoontoisesti. Mittalaitteen tulee täyttää standardisarjan SFS-EN 61557 mukaiset vaatimukset.

3.2.1 Eristysresistanssin mittaus

Vaikka standardissa SFS 6000-1 esitetäänkin mittalaitteella tehtävät testit mieluiten järjestyksessä ensin suojajohtimen jatkuvuuden toteaminen, jonka jälkeen suoritetaan eristysresistanssin mittaukset, suositeltavaa on tehdä eristysresistanssin mittaus ensimmäisenä. Näin vältetään mittausten työläimmän osion, eli jatkuvuusmittauksien uudelleen suorittamiselta tilanteessa, jossa eristysvastusmittauksessa todetaan N- ja PE- piirien olevan yhdessä.

Eristysvastusmittauksen tarkoitus on todeta äärijohtimien ja PE- tai PEN-johtimen erillään olo. Työn tilaajalla voi olla erityisvaatimuksia mittauksen suorittamisen suhteen, ja nämä kannattaakin selvittää ennen mittauksen aloittamista. Nousukaapeleissa resistanssi mitataan yleensä kaikkien johtimien väliltä. Kuvassa 1 on esitetty eristysresistanssimittauksen vaiheet ja mittauskytkennät TN-S-järjestelmissä. TN-S-järjestelmässä yhdistetään kaikki vaiheet sekä nol-lajohdin, ja eristysvastus mitataan 500 V tasajännitteellä tämän yhdistyksen ja suojamaadoituksen väliltä. TN-C-järjestelmässä eristysresistanssin mittaaminen on hankalampaa, koska PEN-johdinta pidetään osana maata. Kaikki mitattavan piirin kuormat on irrotettava mittauksen ajaksi.



Kuva 1. Eristysresistanssin mittaaminen TN-S järjestelmässä [2, s.26]

Pienemmissä kohteissa on mahdollista, että riittää jopa yksi mittaus. Kokemus on kuitenkin osoittanut, että jos keskuksia on useampi kuin yksi, mittaukset on parempi tehdä keskuskohtaisesti. Mittaus aloitetaan sulkemalla kaikki mittausalueen kytkimet, varokkeet, sulakkeet, johdonsuoja-automaatit sekä vikavirtasuojat. Tämän jälkeen irrotetaan nolla-PE-yhdistys ja tehdään yhdistäminen äärijohtimiin. Keskuksissa täytyy huomioida myös kontaktorit tai releet, joita ei välttämättä saa suljettua mittauksen ajaksi. Tällöin joudutaan mittauksia suo-

rittamaan useampia ja mittaamaan erikseen kontaktorin jälkeen lähtevä ryhmäjohto. Mitattavalla alueella voi olla lisäksi esimerkiksi valaistuksessa vaihtokytkentä, jolloin tarvitaan myös kaksi mittausta. Mitattavat piirit voivat sisältää myös ylijännitesuojia tai elektronisia laitteita, jotka voivat vioittua mittauksen seurauksena. Nämä laitteet täytyy luonnollisesti erottaa ennen mittauksen suorittamista. Mikäli erottaminen ei kohtuudella onnistu, voidaan mittaajännitettä laskea 250 V:n tasajännitteeseen. Mittausjännitteen muuttamisesta on tehtävä selkeä merkintä pöytäkirjaan.

Mittauksen aluksi on syytä tehdä yksi mittaus mittajohtimet suljettuna. Näin voidaan varmistua mittalaitteen ja mittajohtimien kunnosta sekä oikeista asetuksista ja valinnoista. Mittari voi antaa loistavia tuloksia eristysresistanssi mitauksessa mittajohtimen ollessa poikki tai liitettynä mittarin väärään liittimeen. [2, s. 23–24]

Taulukko 1. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot [2, s.25]

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

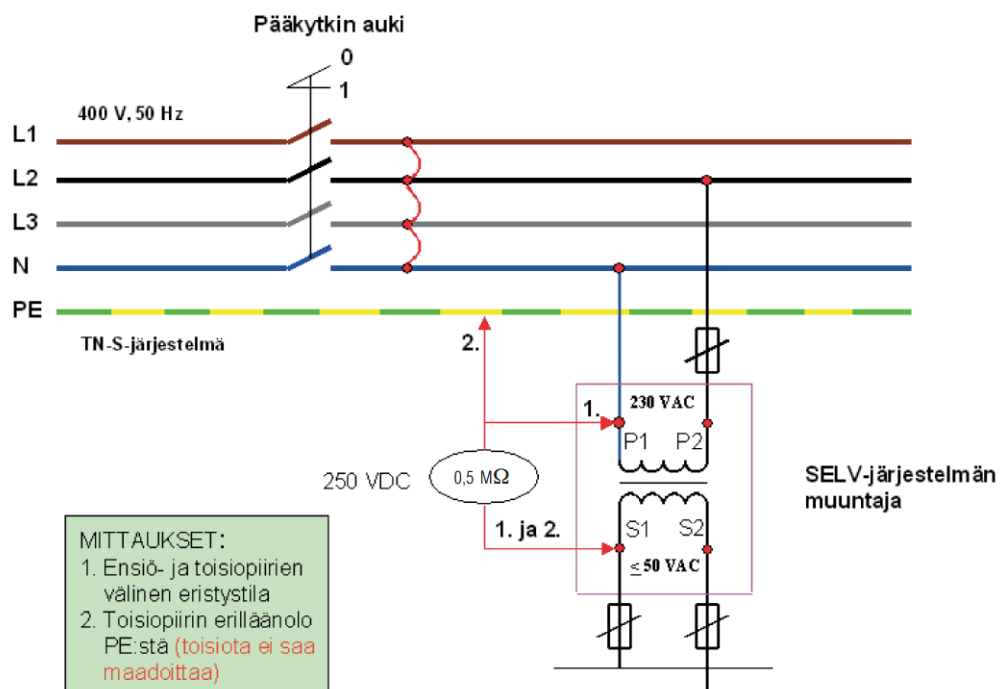
Vaikka mitattaisiin keskuskohtaisesti, mittauksessa ei välttämättä saavuteta taulukossa 1 esitettyä pienintä sallittua eristysresistanssin arvoa. Tällöin mitattavaa aluetta pienennetään mittaamalla pienempi ryhmä kerrallaan, kunnes minimiarvo saavutetaan. Yksittäinen ryhmäjohto on pienin sallittu mitattava alue. Mikäli näin toimiessakaan ei saavuteta standardin mukaista arvoa, on selvítettävä syy ja poistettava se. Vika tulee luonnollisesti poistaa ennen laitteiston kytkemistä jännitteiseksi. [2, s.25.]

Mitattavassa kohteessa voi olla sähkölaitteita, jotka ovat rakenteensa ja tai asennustapansa vuoksi alttiita vahingoittumiselle, joten niiden eristysresistanssi on mitattava. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi lämmityskaapelit ja -kelmut. Lämmityskaapeleille ja -kelmuille tehdään vaadittuja mittauksia jo asennuksen aikana. Vaaditut mittaukset ovat silmukkaresistanssimittaus ja eristysresistanssimittaus. Mittauksen suoritetaan ennen peittämistä välittömästi

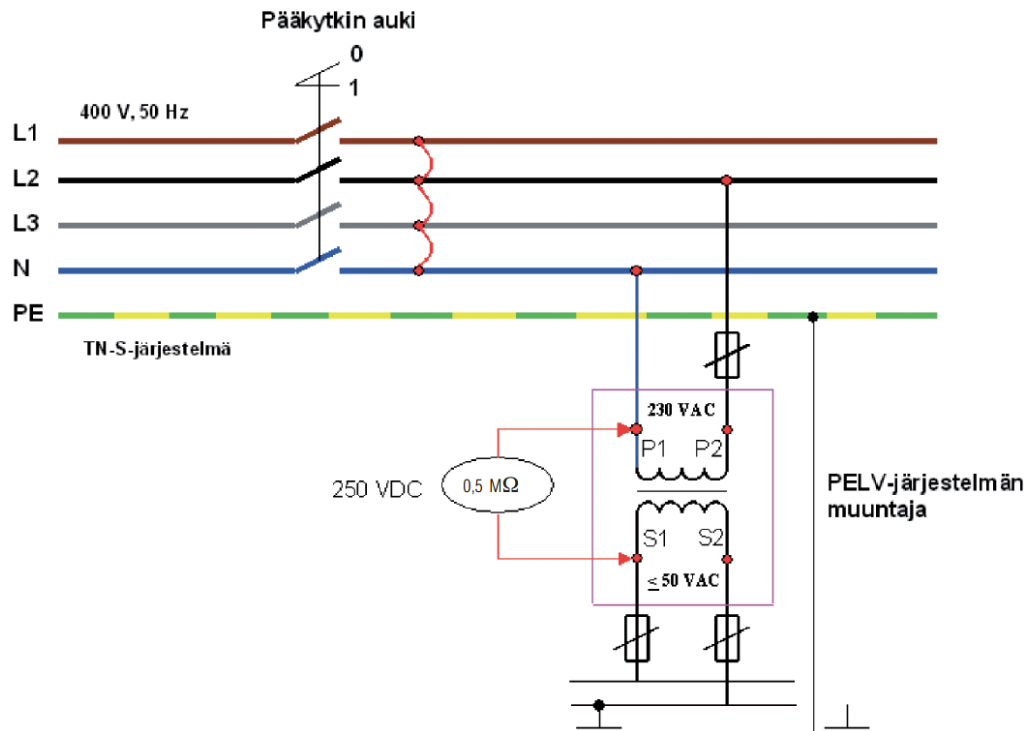
asennuksen jälkeen sekä mahdollisimman pian peittämisen jälkeen. Ennen peittämistä tehtyjen mittausten yhteydessä verrataan tuloksia arvokilpeen. Peittämisen jälkeen mitataan eristystaso lisäksi syötön suojajohtimen ja lämmityskaapelin suojajohtimen väliltä, [3, s.353; 2, s. 29.]

SELV- ja PELV- sekä sähköisesti erotetut järjestelmät

SELV- ja PELV-järjestelmissä suojauksena käytetään pienoisjännitettä ($U \leq 50\text{ V AC}$ tai $\leq 120\text{ V DC}$). SELV- ja PELV-järjestelmien ero on se, että SELV-järjestelmässä sen jännitteelle alttiita osia ei ole maadoitettu. Molemmissa järjestelmissä tulee mittauksella varmistaa pienjännitteisten ja suurempijännitteisten piirien eristysresistanssi sekä SELV-järjestelmässä myös toisiopiirin erillään olo PE-johtimesta. Mittaukset suoritetaan 250 Voltin koejännitteellä. Kuvassa 2 on esitetty virtapiirien mittauskytkennät SELV-järjestelmässä ja kuvassa 3 PELV-järjestelmässä.

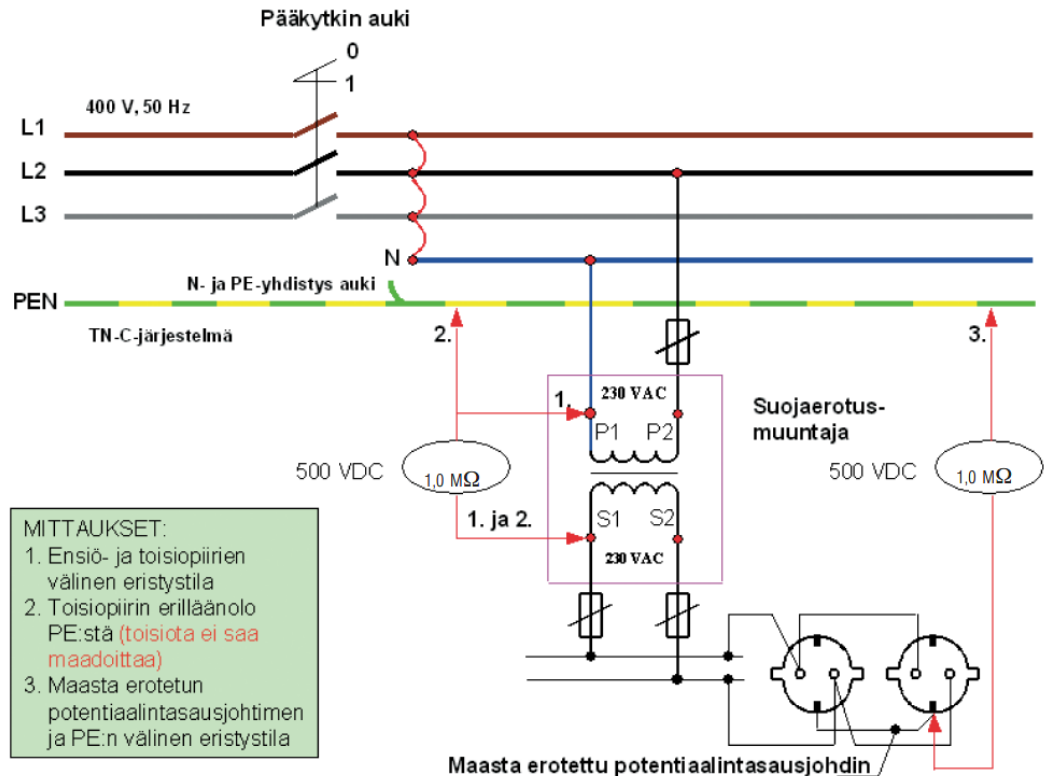


Kuva 2. Mittauskytkennät SELV-järjestelmässä [2, s.26]



Kuva 3. Mittauskytkennät PELV-järjestelmässä [2, s.27]

Sähköisessä erotuksessa suojaukseen käytetään virtapiirien galvaanista erottamista toisistaan. Jännite on SELV- ja PELV- piirien jännitettä suurempi, kuitenkin enintään 500V. Yleensä jännite on ensiö- ja toisiopuolilla sama 230 VAC. Kuvassa 4 on esitetty mittauskytkennät sähköisesti erotetuissa piireissä. Sähköisessä erotuksessa on mittaamalla varmistettava, että ensiö- ja toisiopuolet ovat erillään sekä toisiopuoli on erillään suojamaadoitetuista piireistä. Mittausjännitteenä käytetään 500 VDC, ja mittaus tulosten tulee olla taulukon 1 mukaiset.



Kuva 4. Mittauskytkennät sähköisesti erotetuissa piireissä [2, s. 28]

3.2.2 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus

Suojajohtimiksi luokitellaan maadoitusjohtimet, suojamaadoitusjohtimet, PEN-johtimet ja potentiaalintasausjohtimet. Testauksen tarkoituksena on selvittää, että suojajohdinpiirien liitokset on tehty kunnolla ja ne ovat koko matkaltaan jatkuvia. [3, s.350.]

Suojajohtimen jatkuvuudesta ei voi varmistua pistokokeilla, vaan jatkuvuus on mitattava laitekohtaisesti. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi ketjutetuissa pistorasia- tai valaistusryhmissä jatkuvuus on tarkastettava jokaisesta pistorasiasta ja valaisimesta. Samoin jatkuvuus varmistetaan kaikista rakennuksen osista, jotka voivat tulla vian seurauksena jännitteellisiksi. Tällaisia osia ovat esimerkiksi johtotiet, johtavat putkistot, ilmanvaihtokanavat ja rakennuksen metallirakenteet sekä metalliset laitekotelot ja ristikytkentätelineet.

Suojajohtimia ei yleensä tarvitse irrottaa jatkuvuusmittauksien suorittamiseksi, mutta TN-S-järjestelmässä tulee nolla ja suojamaadoitusjohtimien yhdistys poistaa mittauksen ajaksi. Mikäli yhdistystä ei poisteta, ei mittauksessa voida

havaita mahdollista nolla- ja suojajohtimen keskenään vaihtumista. Yleisin tapa tähän on keskuksen nollajohtimen irrottaminen liittimestä. Yhdistys on ehdottomasti muistettava palauttaa ennen jännitteen kytkemistä. [1, s.25.]

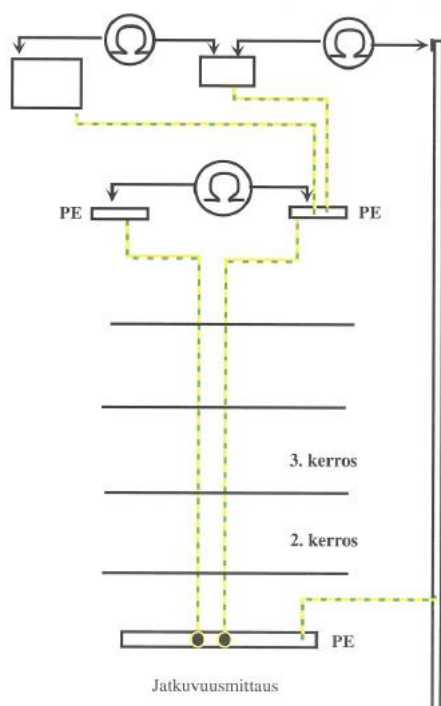
Koska jatkuvuusmittauksissa mitataan yleisimmin kuparijohtimen resistanssia, ovat mittaustulokset varsin pieniä arvoltaan, mutta niille ei ole mitään tarkkaa raja-arvoa. Mittaustuloksia tuleekin vertailla käytetyn johtimen pinta-alan ja pituuden perusteella arvioitavissa olevaan arvoon. Vertailua ei tehdä suoraan taulukon 2 resistanssiarvojen ja johdinpituuden tuloon, vaan taulukko antaa suurusluokan. Arvoista voidaan päätellä tulosten yleisesti vaihtelevan 0–1 ohmin välillä. Arvo voi olla suurempikin, mikäli suojajohtimet ovat pitkiä. [3, s. 350.]

Taulukko 2. Kupari ja alumiinijohtimien resistanssiarvoja [2, s.21]

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

Mittalaitteen alkuperäiset mittajohtimet ovat yleensä kalibroitu jo mittarin asetuksissa niin, että ne eivät vaikuta mittaustulokseen. Asiasta on silti syytä varmistua, ja ensimmäinen mittaus kannattaakin tehdä laittamalla mittajohtimet yhteen. Tällöin mittaustuloksen tulisi olla 0,0 ohmia. Yleensä suojajohtimien matkat ovat sen verran pitkiä, että tarvitaan lisäksi mitta-apujohtimia. Mittalait-

teesta riippuen apujohtimet voidaan kompensoida mittarissa tai vaihtoehtoisesti ne on vähennettävä mittaustuloksesta. Kompensointi on tehtävä aina, kun vaihdetaan mittajohtimia tai mittajohtimen päitä. Suuremmilla johtopituuksilla voi olla tarpeen käyttää jo aiemmin mitattua referenssipistettä. Näin vältetään pitkiltä apujohtimilta. Tällainen referenssipiste voi olla esimerkiksi kuvassa 5 esitetty toinen suojajohdin. Useamman keskuksen asennuksessa on luontevinta aloittaa pääpotentialintauskiskosta ja jakaa sen jälkeen mittauksukset keskusalueittain.



Kuva 5. Mittauksessa voi käyttää apuna toisia suojajohtimia [3, s.351]

Yksittäisiä mittaustuloksia ei tarvitse esittää käyttöönottopöytäkirjassa, mutta siinä täytyy todeta keskusalueittain vaatimusten täyttyvän. Suositeltavaa on kuitenkin kirjata vähintään keskuskohtaisesti suurin mitattu arvo. Kirjaus tulee tehdä sillä tarkkuudella, että mittaus voidaan myöhemminkin suorittaa samasta pisteestä vertailutiedon saamiseksi. Tarvittaessa kaikki mittaustulokset on luovutettava laitteiston haltijalle (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 43 §), joten ennen kuin aletaan suorittamaan tarkastusta, on syytä varmistua kohteessa noudatettavasta käytännöstä. Ainakin käytettäessä tallentavaa mittaria on yleensä järkevin toimintatapa kirjata aina kaikki mittaustulokset. Näin tuloksiin on helppo palata tarvittaessa jälkikäteen. [2, s. 20.]

3.2.3 Syötön automaattisen poiskytkennän toteutuminen

Syötön automaattisella poiskytkennällä tarkoitetaan nimensä mukaisesti automaattista jännitteen katkaisua vikatilanteessa. Tämä tarkoittaa, että vika- ja oikosulkusuojauksen ehtojen on täytyttävä. Käyttöönottoaiheessa ei oikosulkusuojauksen toteutumista vaadita tarkastettavaksi mittaamalla, vaan sen toiminta selvitetään jo suunnitteluvaiheessa. Vikasuojauksen ehtojen täyttymiseen on kaksi vaihtoehtoa. Vian aiheuttama vaarallinen kosketusjännite kytkeytyy automaattisesti pois vaatimusten edellyttämässä ajassa tai vian aiheuttama kosketusjännite rajoitetaan vaarattomaan arvoon. [3, s. 356.]

Yleisin tapa varmistua syötön automaattisesta poiskytkennästä on vikavirtapiirin impedanssin mittaaminen. Mittaus suoritetaan yleisesti jokaisesta kesuksesta ja muutamasta epäedullisimmaksi arvioidusta pisteestä. Mittaustuloksista päätellään, onko nopea poiskytkentä jo todettavissa asennuksen kaikissa kohdissa vai vaaditaanko lisämittauksia. Epäedullisimmat pisteet löytyvät yleensä pienemmillä johtimien poikkipinta-aloilla ja pitkillä johtopituuksilla. Käyttämällä mitattua impedanssia ja nimellisjännitteen arvoa mittalaite laskee oikosulkuvirran. Oikosulkuvirtaa verrataan suojalaitteen taulukkoarvoihin. Tämän lisäksi testataan vikavirtasuojien toiminta. [1, s. 39, 40.]

Vikavirtapiirien impedanssia ei kuitenkaan ole standardin mukaan tarpeen mitata tilanteessa, jossa käytössä on suojajohtimien resistanssien laskelmat tai vikavirtapiirien impedanssien laskelmat ja lisäksi suojajohtimien jatkuvuudet on tarkistettu mittaamalla. Näiden lisäksi johtimien pituus ja niiden poikkipinta-ala on oltava tarkastettavissa. Vaikka mittauksia voidaan korvata laskelmilla, on suositeltavaa varmistaa mittaamalla pistokoeluoontoisesti käytettyjen laskelmien paikkansa pitävyys. [1, s. 39.]

Mitatun impedanssin ja siitä lasketun oikosulkuvirran avulla tutkitaan, toimiiko suojalaite vaaditussa ajassa. Taulukossa 3 on esitetty johdonsuojakatkaisijoiden pienimmät toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot ja taulukossa 4 samat arvot on esitetty gG-sulakkeille.

Taulukko 3. Johdonsuojakatkaisijoiden pienimmät toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot [2, 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

Taulukko 4. gG-sulakkeiden pienimmät toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot [2, s.33]

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

Taulukoissa esiintyy kaksi toiminta-aikaa suojalaitteelle, 0,4 sekuntia ja 5,0 sekuntia. Johdonsuojakatkaisijoilla vaaditut ampeeriarvot ovat samat molemmilla aika-arvoilla, mutta tulppa- ja kahvasulakkeilla arvoissa on huomattava ero. Viiden sekunnin laukaisu-aikaa voidaan käyttää jakokeskuksia syöttävillä johdoilla, yli 32 A:n kiinteitä asennuksia syöttävillä ryhmä johdoilla ja yli 63 A:n pistorasiaryhmissä. Muissa tapauksissa laukaisuajan tulee maksimissaan olla 0,4 sekuntia. [3, s. 32.]

3.2.4 Vikavirtasuojakytkimien toiminnan testaus

Vikavirtasuojien testaus on tehtävä kattavana, joka tarkoittaa, että jokainen vikavirtasuoja on erikseen testattava. Testauksessa todetaan testipainikkeen toimivuus sekä laitteen toimivuus nimellisvirrallaan.

Testaus aloitetaan painamalla vikavirtasuojan testipainiketta. Vikavirtasuojan tulee tällöin laueta. Seuraavaksi mitataan laukaisuvirta, jonka tulee olla alle vikavirtasuojan nimellisvirran. Laukaisuvirran voi mitata mistä tahansa piirin kohdasta. Mitattaessa uutta asennusta, jossa keskuksessa vikavirtasuojia on useita, on helpoin tapa mitata ne keskuksesta. Nimellisvirtoja on vikavirtasuojan tehtävästä riippuen useita, yleisin on 30 mA. Mittaamisen on useita tapoja. Mittauksen voi suorittaa myös vikavirtasuojan nimellisvirran suuruisella testivirralla, mutta suositeltavin tapa on mitata nousevalla vikavirralla. Nousevalla vikavirralla saadaan mitattua vikavirtasuojan todellinen toimintavirta. [3, s. 357.]

Vikavirtasuojan poiskytkentäaikaa ei aina tarvitse mitata. Mittaus on tehtävä, kun käytetään aikaisemmin käytössä olleita vikavirtasuojia tai kun niitä käytetään poiskytkentälaitteena muutos- ja laajennustöissä tai kun vika- ja lisäsuojaukseen. Suositeltavaa on kuitenkin mitata laukaisuaika aina muiden mittaus-ten yhteydessä, jotta varmuudella voidaan välttyä uusintamittauksilta. [1, s. 359.]

3.2.5 Kiertosuunnan tarkastus

Vaikka mitattavassa kohteessa ei tulisikaan käyttöön oikean vaihejärjestyksen vaativia laitteita tai keskukseseen ei kytkettäisikään yhtään monivaiheista ryhmäjohtoa, on kolmivaihejärjestelmissä kiertosuunta aina tarkistettava. Keskuksilla kiertosuunnan tarkastus voidaan tehdä käyttöönottomittarilla tai esimerkiksi useimmilla jännitteenkoettimilla. Jännitteenkoettimen etuna on, että mittaus voidaan suorittaa käyttäen vain kahta mittapäätä. 3-vaiheisten pistorasioiden kiertosuunnan testaus on helpointa suorittaa käyttäen valmista pistotulpan sisään rakennettua testilaitetta.

3.3 Muut tarkastuksen toimenpiteet

3.3.1 Toiminnalliset kokeet

Toiminnallisten kokeiden edellytys on, että asennukset ovat valmiit ja ohjaukset yms. on toteutettu käyttäen hyväksi lopullisia reittejä ja laitteita. Toimintatesteissä todetaan asennettujen laitteiden, kuten kytkin-, ohjaus-, käyttö-, ja lukituslaitteiden, oikea asennus ja niille asetettujen vaatimusten mukainen säätö. Myös suojalaitteille on tarpeen mukaan tehtävä toiminnallisia kokeita. Kokeet on tehtävä siten, että toimintaketju tulee kokonaisuudessaan tarkastetuksi. Toiminnalliset kokeet voivat kohteesta riippuen olla hyvinkin aikaa vievä kokonaisuus, ja sille onkin varattava riittävästi aikaa mittausten jälkeen. [1, s. 52.]

3.3.2 Jännitelujuus

Mikäli asennuspaikalla on valmistettu tai muutettu laitteita, tulee niille tehdä jännitelujuustesti. Normaaleissa pienjännitekohteissa näitä testejä ei yleensä tule tehtäväksi. [1, s. 51.]

3.3.3 Jännitteenalenema

Standardissa ei ole vaatimusta sallitusta jännitteenalenemasta, joten sitä ei yleensä todeta käyttöönottotarkastuksessa. Jos jännitteenalenema erikseen sovittaessa halutaan tarkastaa, voidaan menetelmänä käyttää määrittämistä piirin mitatun impedanssin avulla tai määrittely voidaan tehdä käyttämällä tätä tarkoitusta varten laadittuja käyrästöjä. Koska muita vaatimuksia ei ole, suositellaan, että jännitteenalenema ei saa olla sähköasennuksen liittymiskohdan ja sähkölaitteen välillä suurempi kuin taulukossa 5 on esitetty. [2, s.35.]

Taulukko 5. Jännitteenalenema [2, s.36]

Asennuksen tyyppi	Valaistus	Muu käyttö
	%	%
A – Pienjänniteasennus, joka on syötetty suoraan yleisestä jakeluverkosta	3	5
B – Pienjänniteasennus, joka on syötetty yksityisestä teholähteestä ^{a)}	6	8
<p>a) Suositellaan, että niin pitkälle kuin mahdollista ryhmäjohtojen jännitteenalenema ei ylitä asennustyyppille A annettuja arvoja. Kun asennuksen pääjohdot ovat pitempiä kuin 100 m, näitä jännitteenalenemia voidaan kasvattaa 0,005 % johdon 100 m ylittävän pituuden metriä kohti. Ilman tätä lisäystä se ei saa olla suurempi kuin 0,5 %. Jännitteenalenema määritellään sähkölaitteen tehontarpeen mukaan käyttäen soveltuvin osin tasoituskertoimia, tai käyttäen piirien suunniteltuja virtoja.</p>		

4 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSEN DOKUMENTOINTI

Jokaiselle uudelle asennukselle tai olemassa olevan asennuksen laajennukselle tai muutokselle on laadittava asennusten valmistuttua käyttöönottotarkastuspöytäkirja. Poikkeuksena ovat kuitenkin valtioneuvoston asetuksessa 1434/2016 pykälässä 5 mainitut työt, joille edellytetään pöytäkirjaa vain, mikäli sähkölaitteiston haltija sitä erikseen pyytää. Vaikka haltija ei pyytäisikään pöytäkirjaa, on sen laatiminen sähköasennuksen rakentajan työn edellyttämässä laajuudessa riittävän tarkasti rajattuna järkevää. Pöytäkirjan avulla on tarvittaessa mahdollista myöhemmin selvittää, mitkä asennukset kyseinen sähköura-koitsija on tehnyt. [2, s. 37.]

Suomessa voimassa olevat vaatimukset käyttöönottotarkastuksen raportoinnista on annettu valtioneuvoston asetuksen sähkölaitteistoista (1437/2016) 4 § ja 5 §:ssä [5, s.447].

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjalle ei ole asetettu muotovaatimuksia, mutta sen sisällölle on asetettu varsin tarkat vaatimukset. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta tulee käydä ilmi kohteen yksilöintitiedot, laitteiston rakentajan ja sähkötöiden johtajan nimi ja yhteystiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta, sovelletut standardit, mahdollisten poikkeamien osalta sähköturvallisuuslain 34§ mukainen selvitys, yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä sekä tarkastusten ja testausten tulokset. [5, s. 448.]

Pöytäkirjassa esitetään myös tarkastuksien ja testauksien tulokset [2, s. 38]:

- eristystilasta kiinteissä asennuksissa, kytkinlaitteiden takaisissa asennuksissa, lämmityskaapeli- ja kelmuasennuksissa, SELV- ja PELV-järjestelmien asennuksissa, suojaerotetuissa ja sähköisen erotuksen asennuksissa
- jatkuvuusmittauksista keskusalueittain
- syötön automaattisen poiskytkennän toteamiseen tarvittavista mittaus-tuloksista keskusalueittain epäedullisimmassa pisteessä
- oikosulkuvirtamittauksista keskusalueittain epäedullisimmassa pis-teessä
- vikavirtasuojien toiminnan testauksesta
- kiertosuunnasta keskuskohtaisesti
- mahdollisista laitevalmistajien asennusohjeiden mukaisista mittaustu-loksista

Pöytäkirjaan tulee lisäksi sisällyttää tiedot huolto- ja kunnossapito-ohjelman tarpeesta ja seuraavasta lakisääteisen määräaikaistarkastuksen ajankohdasta. Pöytäkirjassa on myös esitettävä, mitä ratkaisuja EMC-direktiivin vaatimusten täyttymiseksi on käytetty. [2, s. 38.]

Tarkastuksen tekijän tai tekijöiden on allekirjoitettava tai muulla vastaavalla luotettavalla tavalla varmennettava pöytäkirja. Pöytäkirja luovutetaan työn ti-laajalle.

5 ESIMERKKIKOHTTEEN KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS

Opinnäytetyöni käyttöönottotarkastuksen kohteena oli pelastusasema Pohjois-Suomessa. Pelastusaseman laajuus on noin 1200 brm², ja siihen kuuluu uudisrakennuksen lisäksi kalustusuoja sekä jätekatos. Keskuksia on yhteensä 6 kappaletta. Toimin kohteessa myös sähköurakoinnissa projektipäällikkönä, joten se oli minulle jo ennen tarkastuksen aloittamista hyvinkin tuttu.

5.1 Aistinvarainen tarkastus

Aistinvaraista tarkastusta kohteessa suorittivat lisäkseni sähköasentajat. Ensimmäisiä aistinvaraisesti tehtäviä tarkastuksia olivat maahan tulevat asennukset, kuten maadoituselektrodin oikea asennuspaikka sekä hälytyspihan putkitukset ja kaapelikaivojen asennukset. Seuraavaksi sähköasennukset ete-

nivät kaapeliteiden ja kaapeleiden asennuksiin, joista erityisesti oli tarkastettava palonkestävät asennukset. Tarkastuksia jatkettiin koko sähköasennusten rakentamisen ajan. Puutteita havaittiin, ja asennusten edetessä korjattiin seuraavat: kaapeleiden kiinnitykset pystyhyllillä, palokatkot, yhden keskuksen puutteellinen kosketussuojaus, potentiaalintasausjärjestelmän puutteet, ilmanvaihtokoneen turvakytin, virtapiirimerkintöjen ristiriitaisuuksia sähkösuunnitelmiin nähden sekä pääkeskushuoneesta puuttuivat kaaviollinen esitys sähkönjakelusta ja ensiapuohjeet. Loppukuvat olivat tarkastuksen tekohetkellä sähkösuunnittelijalla puhtaaksi piirrettävänä, eikä niitä näin ollen voitu paikan päällä tarkastaa, joten ne merkittiin käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan puutteena.

5.2 Eristysresistanssin mittaus

Mittalaitteella tehtävistä tarkastuksista tein ensimmäisenä eristysresistanssin mittauksen. Kohteen kokoluokan vuoksi oli eristysresistanssin mittaus perusteltua toteuttaa keskusalueittain. Ennen mittauksen aloittamista varmistin mittalaitteen, mittajohtimien ja mittapäiden eheyden tekemällä testimittauksen mittajohtimet suljettuina.

Mittauksen aloitin talon syöttökaapeleista, joiden jälkeen jatkoin keskusten nousukaapeleihin. Nousukaapeleissa mittasin resistanssin kaikkien johtimien väliltä.

Syöttö ja nousukaapeleiden jälkeen siirryin tarkastamaan eristysresistanssia keskuksittain. Keskuksella varmistin, että kaikki keskuksen kytkimet, varokkeet, sulakkeet, johdonsuoja-automaatit sekä vikavirtasuojat olivat suljettuina. Ainoastaan keskuskohtaiset ylijännitesuojat suljin mitattavan alueen ulkopuolelle. Nolla-PE-yhdistys oli helppo irrottaa, koska kohteen keskuksissa käytettiin neljänapaista pääkytkintä, joka katkaisee myös nollan. Tämän jälkeen yhdistin kaikki vaiheet ja nollan keskenään ja suoritin mittaukset. Osassa keskuksista oli lisäksi kontaktorilähtöjä, jotka mittasin erikseen. Eristysresistanssimittauksessa en havainnut puutteita.

5.3 Suojajohtimen jatkuvuuden toteaminen

Eristysresistanssimittausten jälkeen toteutin suojajohtimen jatkuvuusmittauksen niin ikään keskuskohtaisesti. Ensin mittasin pääpotentiaalintasauskiskon sekä jokaisen keskuksen läheisyydessä sijainneiden potentiaalirikkojen väliset jatkuvuudet saadakseni referenssipisteet, joita käytin myöhemmin mittauksessa. Nolla- ja suojamaadoitusjohtimen yhdistys oli kätevää poistaa keskuksilla niiden neljännapaisilla pääkytkimillä.

Mittauksessa käytin apuna pitkää mittajohdinta, jonka kompensoin mittauksen aluksi mittarissa. Kompensointi tapahtuu kyseisellä mittalaitteella yhdistämällä mittapää ja tallentamalla laitteen painikkeella lukema muistiin. Mittalaite vähentää tallennetun lukeman automaattisesti mitatuista lukemista.

Suojajohtimen jatkuvuuden mittasin kaikista laitteista, suojamaadoitetuista valaisimista, pistorasioista, johtoteistä, putkistoista, rakennuksen metallirakenteista, ilmanvaihtokanavista, metallisista laitekoteloista sekä ristikytkentälaitteista. Suojajohtimien jatkuvuudessa havaitsin yhden poikkeaman varaston työpistevalaisimessa, jossa nolla- ja suojajohdin olivat menneet ristiin.

5.4 Syötön automaattinen poiskytkentä

Eristysresistanssin ja suojajohtimien mittausten jälkeen oli aika kytkeä sähkölaitteisto jännitteiseksi ja aloittaa jännitteellisenä tehtävät mittaukset. Vaikka kohteessa oli oikosulkusuojauksen toiminta selvitetty jo suunnitteluvaiheessa, varmistin sitä vielä mittalaitteella.

Jokaisessa keskuksessa oli kannessa pistorasia, josta oli helppo mitata keskuskohtaisesti silmukkaimpedanssi. Käyttämäni mittalaite mittaa silmukkaimpedanssin ja laskee tuloksen perusteella vastaavan oikosulkuvirran automaattisesti. Tämän jälkeen tein vielä pistokokeita kauimpina oleviksi arvioimiini pistorasioihin. Vertasin mittaustuloksia suunnittelijan laskelmiin sekä taulukoiden pienimpiin vaadittuihin mitattuihin arvoihin. Laskelmista en havainnut merkittäviä poikkeamia, joten totesin syötön automaattisen poiskytkennän olevan kunnossa.

5.5 Vikavirtasuojakytkimien toiminnan testaus

Vikavirtasuojakytkimien toiminnan testaukset aloitin painamalla vikavirtasuojan testipainiketta. Sen jälkeen mittasin laukaisuvirran nousevalla vikavirralla sekä, vaikka kyseessä olikin uudiskohde, myös laukaisuajan. Mittaukset suoritettiin keskuksilla. Kaikki kohteen vikavirtasuojat toimivat oikein testipainikkeesta eikä havainnut mittauksissa poikkeamia.

5.6 Kiertosuunnan tarkastus

Kohteessa oli useita kolmivaiheisia laitteita ja pistorasioita. Kiertosuuntien tarkastukset aloitin pääkeskuksen syöttökaapeleista ja sen jälkeen keskusten nousuista ja lopuksi kaikista kolmivaiheisista laitteista sekä pistorasioista. Tarkastuksessa löytyi yksi väärälle vaihejärjestykselle kytketty pyörivä sähkölaite, muut tarkastuksen kohteet olivat kunnossa.

5.7 Toiminnalliset kokeet

Mittalaitteella tehtävien tarkastusten jälkeen oli vuorossa toiminnalliset kokeet. Osa toiminnallisista kokeista tehtiin yhteistyössä muiden urakoitsijoiden, kohteen LVI- ja sähkövalvojien sekä tilaajan kanssa. Toimintatesteissä todettiin asennettujen laitteiden kuten, kytkin-, ohjaus-, käyttö- ja lukituslaitteiden oikea asennus ja säätö. Tässä kohteessa toiminnallisten kokeiden kohteita olivat mm. valaistuksen ohjaukset, kiukaan toiminta, ilmanvaihtokoneiden toiminta, LVI-piirien pumppujen toiminta, lämmitysjärjestelmän toiminnan tarkastukset sekä taloautomaation ja erikoisjärjestelmien tarkastukset. Toiminnallisissa kokeissa havaittiin sähköasennusten osalta puutteita ainoastaan valaistuksen läsnäolotunnistimien säädöissä.

5.8 Dokumentointi

Viimeisenä tarkastuksen toimenpiteenä oli käyttöönottotarkastuksen dokumentointi ja sen toimittaminen työn tilaajalle. Käyttöönottotarkastuksen dokumentoin mukailen pöytäkirjapohjaa ST 51.21.05. Pöytäkirjan liitteenä esitin kaikkien tekemiäni mittausten mittaustulokset. Pöytäkirjaan merkitsin myös havaitsemani puutteet, joita tarkastuksen lopuksi olivat kohteesta paikan päältä puuttuvat loppukuvat.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli sähköasennuksen käyttöönottotarkastus. Työn tarkoituksena oli esitellä tarkastuksen eri vaiheet, tarkastuksessa tarvittavat tiedot sekä käytännön toimintatavat tarkastuksen eri vaiheissa.

Tässä työssä tutkittiin alan kirjallisuutta, valtioneuvoston asetuksia, sähköturvallisuuslakia ja SFS-käsikirjaa tarkastuksen suorittamisen näkökulmasta. Työssä koostettiin tästä kirjallisuudesta vaatimukset käyttöönottotarkastukselle sekä ohje näiden vaatimusten toteuttamiseksi käytännössä. Työn lopuksi esitellään työhön liittyvä käyttöönottotarkastuksen tekeminen esimerkkikohteessa.

Työn tuloksena saatiin tiivistetty ohje sähköasennuksen käyttöönottotarkastuksista. Työssä esitellään käyttöönottotarkastuksen tarkoitus ja käydään läpi kaikki tarkastukseen liittyvät vaiheet sähköasennuksen rakentamisen aloittamisesta työn luovuttamiseen loppukäyttäjälle.

LÄHTEET

1. Ylinen, T. Kiinteistöjen sähköasennusten käyttöönottotarkastukset. 9., uudistettu painos. Espoo: STUL ry 2018
2. Kauppila, J. & Saarelainen, K. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset ST-käsikirja 33. 4., uudistettu painos. Espoo: STUL ry 2018
3. Tiainen, E. D1 käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 26. painos. Espoo: STUL ry 2018
4. Ahokas, I-L. Sähköalan säännökset 2020. Espoo: Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy 2020
5. SFS käsikirja 6001–1 Pienjännitesähköasennukset. Osa 1–1: Yleisvaatimukset (SFS6000 osat 1–6). 1.painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2017