

Mika Vainionpää

# KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS

Esimerkkikohde: Asikkalan yhteiskoulu

Opinnäytetyö

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

2024



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Mika Vainionpää
Työn nimi	Käyttöönottotarkastus
Toimeksiantaja	Mäkelän sähkö Oy
Vuosi	2024
Sivut	36 sivua, liitteitä 5 sivua
Työn ohjaaja(t)	Risto Kuitunen

## TIIVISTELMÄ

Tämän työn tarkoituksena on tehdä käyttöönottotarkastus Asikkalan yhteiskouluun. Tässä työssä keskitytään teoriaan ja siihen mitä kaikkea kuuluu tarkasteltaviin asioihin, jonka jälkeen suoritetaan asiaan kuuluvat mittaukset. Mittauksien jälkeen verrataan saatuja tuloksia teorian taulukko-arvoihin. Käyttöönottotarkastus on kokonaisvaltainen kokonaisuus, joka koostuu monista pienemmistä kokonaisuuksista. Käyttöönottotarkastus sisältää suojajohtimien jatkuvuus-, eristysvastus- ja oikosulkumittauksia.

Käyttöönottotarkastus on tehtävä aina ennen tarkastuskohteen luovuttamista varsinaiseen käyttötarkoitukseen. Käyttöönottotarkoituksella pyritään saavuttamaan se, että inhimilliset virheet ja laiteviat saataisiin pois. Mittauksella varmistetaan, että johtimet eivät aiheuta palovaaraa ja suojalaitteet toimivat sallituissa rajoissa

Tarkastus suoritettiin järjestyksessä, että ensiksi mitattiin eristysvastusmittaus, jossa suljettiin pois nollan ja PE-johtimien risteävyys. Kun eristysvastusmittaus oli tehty, mitattiin suojajohtimien jatkuvuusmittaus, jolla todetaan suojajohtimien toimivuus alusta loppuun saakka. Suojajohtimen mittauksesta saatiin alustavaa tietoa, missä on heikoin oikosulkuvirta. Oikosulkumittaus tehtiin huonoimmista pisteistä. Tässä työssä oikosulkuvirta mitattiin 2–3 heikoimmasta paikasta. Vikavirrantestaus suoritettiin keskuksesta.

Toiminnallinen testaus suoritettiin konehuoneissa, samalla kun automaatio teki toimintakokeita. Muissa tiloissa testaukset tehtiin ennen varsinaisia mittauksia. Keskuksissa testaus suoritettiin ryhmä kerrallaan, jolla varmistettiin ryhmän jatkuminen oikeaan paikkaan. Samalla ryhmän perässä oleva laite ja sen toimivuus todettiin samalla.

Dokumentointi kohteessa oli osittain kesken, koska esimerkiksi oikeat keskusmerkinnät ja punakynien lopullisia versioita ei ollut vielä tehty. Työn teoria pohjautuu SFS-6000-6-standardin, valtioneuvoston asetuksiin sähköturvallisuuslakiin(1434/2016).

**Asiasanat:** mittaukset, dokumentointi, käyttöönottotarkastus, aistinvaraiset tarkastukset.

Degree title	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Mika Vainionpää
Thesis title	Commissioning inspection
Commissioned by	Mäkelän sähkö Oy
Time	2024
Pages	36 pages, 5 pages of appendices
Supervisor	Risto Kuitunen

## ABSTRACT

The purpose of this work was to conduct a commissioning inspection of Asikkala Comprehensive School. It discusses related theories and the results obtained from the measurements which are analyzed and compared to the theoretical table values. The commissioning inspection is a comprehensive entity consisting of many smaller entities. The commissioning inspection includes continuity, insulation resistance and short circuit measurements of protective conductors.

The commissioning inspection shall always be carried out before handing over the object of inspection to its intended use. The purpose of commissioning aims to eliminate human errors and equipment failures. Furthermore, the measurement ensures that the conductors do not pose a fire hazard, and that the protective devices operate within the permissible limits.

The inspection was carried out in such an order that the insulation resistance measurement was measured first, excluding the intersection of zero and PE conductors. Once the insulation resistance measurement had been carried out, the continuity measurement of the protective conductors was carried out, which verifies the functionality of the protective conductor from start to finish. The measurement of the protective conductor provided preliminary information on where the weakest short-circuit current was. A short circuit measurement was made from the worst points in this work at 2 to 3 positions. Residual current testing was carried out at the center.

Functional testing was carried out in the engine rooms while automation performed functional tests, and in other rooms, testing was carried out before the actual measurements. Electricity was installed in the center area and one group at a time to ensure that the right group goes to the right place. At the same time, if there was a device behind the group, then the functionality of the device was noted at the same time.

Documentation at the site was partly in progress because, for example, the correct central markings and the final versions of the red pens had not been finished. The theory of the work was based on the SFS-6000-6 standard, government decrees and the Electrical Safety Act (1434/2016).

**Keywords:** measurements, documentation, commissioning inspection, organoleptic inspections.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	ASIKKALAN YHTEISKOULU .....	6
2.1	Erikoistilat .....	7
2.2	Muuta huomioitavaa .....	8
3	MITTARI .....	8
3.1	Schukopistorasiatesteri ja jännitteenkoetin .....	9
4	KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET .....	10
4.1	Yleistä .....	10
4.2	Käyttöönottotarkastuksen vaatimukset .....	11
4.3	Aistinvarainen tarkastus .....	11
4.3.1	Aistinvaraisen tarkistuksen vaatimukset .....	11
4.4	Jännitteettömät mittaukset .....	13
4.4.1	Suojajohtimen jatkuvuusmittaus .....	13
4.4.2	Eristysresistanssin mittaus .....	17
4.5	Jännitteisenä tehtävät mittaukset .....	22
4.5.1	Syötön automaattisen poiskytkennän toiminta .....	22
4.5.2	Vikavirtasuojan toiminnan testaus .....	24
4.5.3	Jännitteenaleneman tarkastus .....	25
4.6	Toiminnallinen testaus .....	26
4.7	Dokumentointi .....	26
5	TULOKSET JA ANALYSOINTI .....	27
5.1	Aistinvarainen tarkastus .....	27
5.2	Suojajohtimen jatkuvuusmittaus .....	28
5.3	Eristysresistanssin mittaus .....	28
5.4	Syötön automaattisen poiskytkennän toiminta .....	30
5.5	Vikavirtojen testaus .....	32
5.6	Toiminnallinen testaus .....	34

5.7 Dokumentointi.....	34
6 PÄÄTELMIÄ .....	34
LÄHTEET.....	36

## LIITTEET

Liite 1. Käyttöönottopöytäkirja

Liite 2. Varmennustarkastuspöytäkirja

## 1 JOHDANTO

Tämä työ käsittelee käyttöönottotarkastuksia, joka suoritettiin Asikkalan yhteiskoululla. Työ kuuluu Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulun opetus suunnitelmaan opinnäytetyönä. Käyttöönottotarkastus tehdään Mäkelän sähkö Oy:n toimesta. Mäkelän sähkö on vanha perinteikäs sähköalan yritys, joka on toiminut jo vuodesta 1936. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan pienjännite-asennuksia alle 1000V. Pois jäävät rakennusautomaatio, antenni-, ja atk/av asennukset, vaikkakin silmämääräisessä tarkkailussa nämäkin kohteet huomioidaan. Kyseiden järjestelmien mittaus ja dokumentointi kuuluvat aliurakoinnille tai muille urakoitsijoille. Tämän työn kohdalla keskitytään pienjännite-asennuksien tarkasteluun, mittaamiseen ja testaukseen. Kyseisen kohteen käyttöönottomittaukset jouduttiin aloittamaan rakennuksen ollessa hieman keskeneräinen, joten mittauksissa ja tarkastuksissa oli haasteita. Tämän koulun tiloista osa jouduttiin tekemään väliaikaismittauksilla, jotta kyseinen tila voitiin ottaa käyttöön, vaikka tilan sähköasennukset olivat kesken. Tilojen keskeneräisyys johtui suunnitelmien ja laitetoimittajien vaihtuessa.

## 2 ASIKKALAN YHTEISKOULU

Asikkalan yhteiskoulu on keskisuuri koulu, jossa on tällä hetkellä 17881 kerrosneliötä. Kouluun on suunniteltu laajennus, jonka suuruus on 5420 kerrosneliötä, mutta kyseisen koulun rakennuksista on tarkoitus purkaa osa. Loppujen lopuksi kerrosalaksi jää 11810m<sup>2</sup>. Asikkalan yhteiskoulun laajennus osaan tulee paljon erikoistiloja ja tavallisia luokkahuoneita. Asikkalan koulussa on

pääkeskuksen lisäksi kuusitoista kappaletta jakokeskuksia, joten esimerkiksi suojajohtimen jatkuvuusmittauksia tulee yli 1000kpl.



Kuva 1. Asikkalan yhteiskoulu

## 2.1 Erikoistilat

Asikkalan yhteiskoulussa on monenlaisia erikoistiloja, joihin kuuluu kotitalousluokka, fysiikka- ja kemianluokka, tekstiilinkäsityöluokka ja metalli- ja puukäsityöluokka. Koulusta löytyy myös liikuntasali ja esiintymislava. Koululuokat on varustettu ohjatuilla pistorasioilla, joita ohjataan avainkytkimellä. Luokissa ja muissa tiloissa, jossa käsitellään kädessä pidettäviä laitteita ja työkoneita. Varustetaan hätäseis napeilla, jotka katkaisevat sähköt pistorasioista.



Kuva 2. Hätäseis ja Avainkytkin

Erikoistiloissa saattaa olla lisävaatimuksia, esimerkiksi maadoitusten ja mitausten osalta, mutta tässä rakennuksessa niitä ei ollut.

## 2.2 Muuta huomioitavaa

Asikkalan yhteiskoulussa on huomioitava koulun käyttäjäkunta ja tilojen käyttötarkoitus. Kun kyseessä on koulu, jossa käyttäjäkunta on hyvin nuorta, on otettava huomioon tiettyjä kestävyys ja suojaavuus tekijöitä. Valaisimien ja laitteiden suunnittelussa kannattaa huomioida, että kyseiset laitteet saattavat joutua vandalismin kohteeksi. Laitteet kannattaa sijoittaa tarpeeksi korkealle tai tarpeeksi kestäväksi. Koulussa on myös liikuntasali, jossa huomioitavaa on sen käyttötarkoitus. Liikuntasalissa laitteet suojataan pallosuojin, jotta laitteet kestävät niihin kohdistuvat mekaaniset iskut. Liikuntasalissa on myös huomioitava, että kiinnitykset valaisimissa ja laitteissa ovat kunnolliset. Mekaanisten iskujen seurauksena valaisin tai laite katossa ei saa tippua.

## 3 MITTARI

Kohteessa mittalaitteena käytettiin Beha-Amprobe Telaris proinstall-100 mallia. Kyseinen mittalaite on paristokäyttöinen asennustesteri. Asennustesteri on suunniteltu mittaamaan ja testaamaan seuraavia ominaisuuksia. [2].

- Jännite ja taajuus
- Eristysvastus (EN61557-2)
- Kontinueetti (EN61557-4)
- Silmukka ja linja vastus (EN61557-6)
- Vikavirtasuojat (RCD) Laukaisuaika (EN61557-6)
- Vikavirtasuojan laukaisuvirta
- Maadoitusvastus (EN61557-5)
- Vaihejärjestys (EN61557-7)





Kuva 3. Käyttöönottomittari

### 3.1 Schukopistorasiatesteri ja jännitteenkoetin

Schukopistorasiatesteri on tarkoitettu pistorasioiden toiminnan testaamiseen. Testerillä pystytään toteamaan, että onko pistorasiassa kaikki johdot ovat kiinni ja oikeissa paikoissa. Testilaitteella voidaan testata myös vikavirran toimivuus, mutta testi ei riitä käyttöönottotarkastukseen. Vikavirtalaitteen toimivuus pitää todeta käyttöönottomittarilla.



Kuva 4. Schukotesteri

Jännitteenkoetin on laite, jolla testataan, onko kyseisessä virtapiirissä sähköä. Jännitteenkoettimella voidaan myös tarkistaa keskuksen tai kolmivaiheisen pistorasian pyörimissuunta. Jännitteenkoettimen piikit kolmevaiheisessa järjestelmässä laitetaan vaiheen yksi ja vaiheen kaksi väliin. Koettimessa on indikointi valot R ja L.



Kuva 5. Jännitteenkoetin

## 4 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET

### 4.1 Yleistä

Käyttöönottotarkastuksen peruserä on saavuttaa laadukas ja turvallinen työympäristö käyttäjälle. Sähköurakointi on monen tekijän summa, jossa suunnittelijan pitää saada hyvät lähtötiedot sähkösuunnitteluun. Hyvä suunnittelu auttaa sähköasentajaa saavuttamaan standardien mukaisen asennuksen. Käyttöönottotarkastuksessa pyritään poistamaan inhimilliset virheet, joita saattaa asennuksissa tulla. Käyttöönottotarkastajalla pitää olla tarpeeksi hyvä ammattitaito ja ymmärrys tarkastuksen kohteesta. Esimerkiksi voi olla kohteita missä tarkastuskohde on niin pieni, että kapeampikin osaaminen riittää. Tärkeintä käyttöönottotarkastuksessa on, etteivät virheet ja viat jää käyttäjälle. Virheiden korjaaminen kuuluu urakoitsijalle, vaikka takuu-aika olisikin umpeutunut. Jos kyseessä on sähköturvallisuuteen johtava virhe. Käyttöönottomit-tausta ei kannata käyttää virhe- ja puutelistan tekemiseen, sillä silloin ei saavuteta hyvää tarkastusta. [1.] Käyttöönottotarkastuksia tehdään moneen muihinkin kohteisiin erikseen. Esimerkki kohteiksi voidaan todeta hissit, varavoimakoneet ja tietoliikenneverkot. Rakennuskohteissa saattaa olla paljon erikoiselementtejä, joiden yhteensovittaminen vaatii monien tarkastuksien tekemistä.

## **4.2 Käyttöönottotarkastuksen vaatimukset**

Käyttöönottotarkastus pitää tehdä aina kun sähkölaite tai sähkölaitteisto otetaan viralliseen käyttöön. Säädökset ovat tältä osin tiukat, kun puhutaan sähköasennuksista, niin käyttöönottotarkastukselta ei voi välttyä. Sähköasennuksissa säädökset ovat tiukat ja ei anna minkäänlaista helpotusta, vaikka kyseessä olisikin pieni asennus. Käyttöönottotarkastus tehdään aina uusille asennuksille tai olemassa olevalle lisä- tai muutostyölle ennen luovuttamista käyttäjälle. Standardi SFS 6000-6 jonka mukaan tehdyllä tarkastuksella saavutetaan valtioneuvoston asetuksen (1434/2016) mukainen turvallisuus vaatimus. Välillä joudutaan ottamaan sähkökeskuksia työmaakäyttöön, myös tällöin säädökset ovat samat, vaikka sitä ei vielä luovutetakaan käyttäjälle. Asennukset pitää testata ja todeta turvalliseksi ja kaikkien suojalaitteiden pitää toimia. Myös rakennusaikaiselle sähköverkolle pitää tehdä käyttöönottotarkastus. Erikoistiloissa saatetaan joutua tekemään standardien lisäksi erikoistilojen vaativia lisämittauksia. [1.]

## **4.3 Aistinvarainen tarkastus**

Aistinvaraisella tarkastuksella tarkoitetaan, että ennen työvaiheiden aloittamista tai asennusvaiheessa tehtävä työ tehdään standardien ja säädöksen mukaan. Tämän takia sähkötoita tekevän henkilöllä pitää olla tietty pätevyys ja ammattitaito sähkötoiden tekemiseen. Toisin sanoen sähkötoita tekevän pitää olla sähköalan ammattilainen. Aistinvarainen tarkastus hyvin tärkeä niissä kohdin, missä asennettava kohde tai suoritus jäävät rakenteiden sisään. Tarkastuksen yleisimmät kohteet osuvat merkintöihin, dokumentointiin, kosteuden-, palo-, kosketus- sekä mekaaniseen suojaukseen. [1.]

### **4.3.1 Aistinvaraisen tarkistuksen vaatimukset**

Aistinvaraisen tarkastuksessa vaatimuksena on noudattaa sähköturvallisuuslain (1135/2016) 6 §. [1]. ”siinä todetaan, että sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä käyttötarkoituksen mukaisesti niin että”

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

Aistinvaraisessa tarkastelussa täytyy ottaa nämä asiat huomioon. Samaiset asiat löytyvät valtioneuvoston asetuksen sähkölaitteistoista (1434/2016) liitteestä hieman tarkemmin eriteltynä. [1]. Tarkastellessa asiaa niin huomataan, että tarkastus kohteet ovat laajoja ja sitä myöden vaatii tarkastajalta hyvää ammattitaitoa ja laajaa käsitystä tarkastettavista asioista.

Tarkastukseen on sisällyttävä seuraavien kohtien tarkastaminen, silloin kun 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 tunnukset (SFS 6000-5-51 kohta 514.3)
- i) piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien olemassaolo (SFS 6000-5-51)
- 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 liitos 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)

Tarkastukseen on sisällyttävä kaikki erikoistilojen- ja asennusten vaatimukset. [6, s.441,442.]

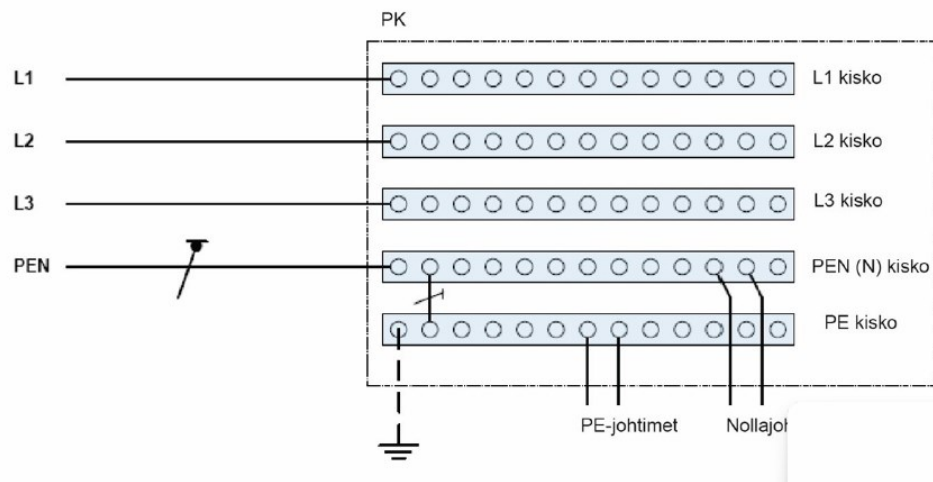
#### **4.4 Jännitteettömät mittaukset**

Mittaukset voidaan jakaa kahteen eri osa-alueisiin. Jännitteisenä tehtäviin mittauksiin ja jännitteettömänä tehtäviin mittauksiin. Aluksi tarkastellaan jännitteettömänä tehtävät mittaukset, joihin kuuluu suojajohtimienjatkuvuusmittaus ja eristysresistanssinmittaus. Näissä mittauksissa joudutaan tekemään keskuksissa toimenpiteitä. Esimerkiksi PEN yhdistyksen irrottamista tai nollajohtimen irrottamista syöttävästä johdosta, jos pääkatkaisija ei katkaisen syöttävää nollajohdinta. Vian etsinnässä joudutaan ryhmäkohtaisesti irrottamaan johtimia keskuksista. Rakennusaikana joudutaan tekemään lämmityskaapeleille ja lämmityskelmuille mittauksia, jotka todetaan ja dokumentoidaan rakennusvaiheessa.

##### **4.4.1 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus**

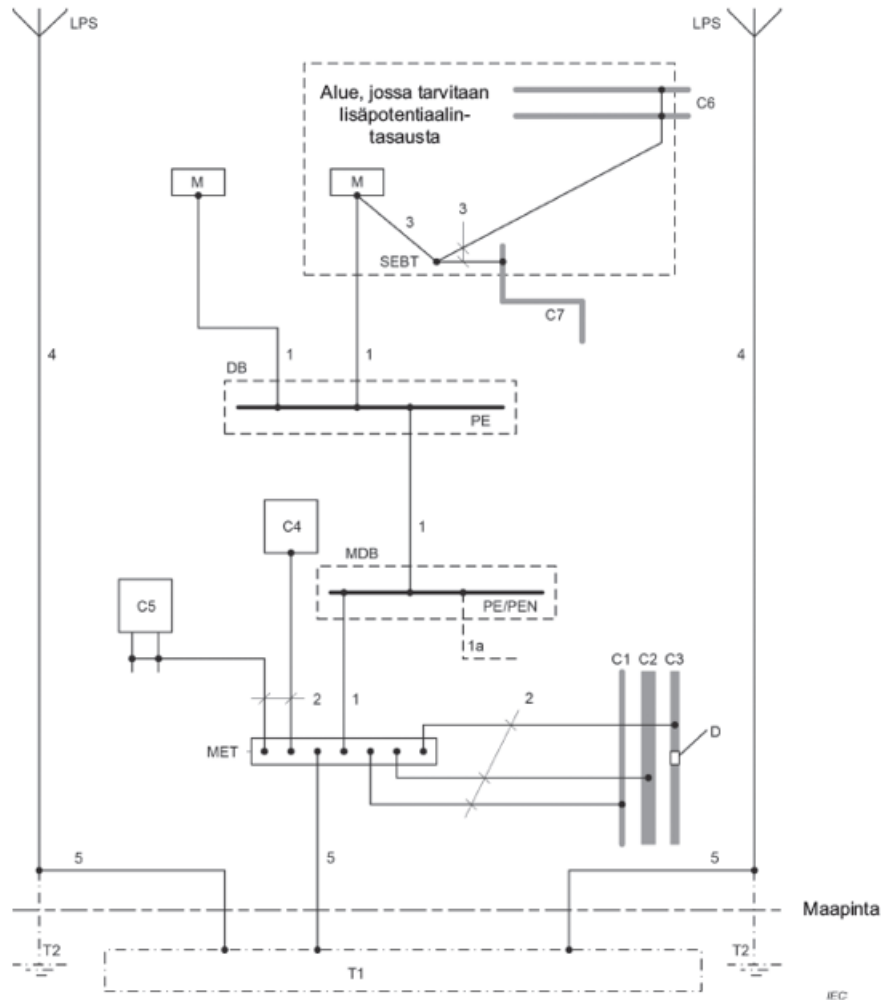
Suojajohtimiksi luokitellaan PEN-johtimet, suojamaadoitusjohtimet, maadoitusjohtimet ja potentiaalitasausjohtimet. Suojajohdin tuodaan yleensä PEN-johtimessa, joka erotetaan pääkeskuksessa erikseen nollajohtimeksi ja suojaamaanjohtimiksi. Suojajohtimen jatkuvuusmittausta aloittaessa, ensiksi kannattaa tehdä eristysvastusmittaus. Eristysvastusmittaus käydään luvussa 4.4.2. Tässä vaiheessa yleensä joudutaan irrottamaan PEN- yhdistys, jotta saadaan varmistus, että nollajohdin ja suojamaa eivät ole keskenään ristissä. Tämä kaikki tehdään jännitteettömänä. Suojajohdin jaetaan pääkeskuksessa päämaadoituskiskoon, minne yleensä tuodaan myös perusmaadoituselektrodi. Pienemmissä kohteissa PEN-yhdistys pidetään erillään koko mittauksen aikana, mutta isoissa kokonaisuuksissa asia pitää pilkkoa pienemmiksi kokonaisuuksiksi. [1.]

Kuva 54.1a Esimerkkikytkentä 1



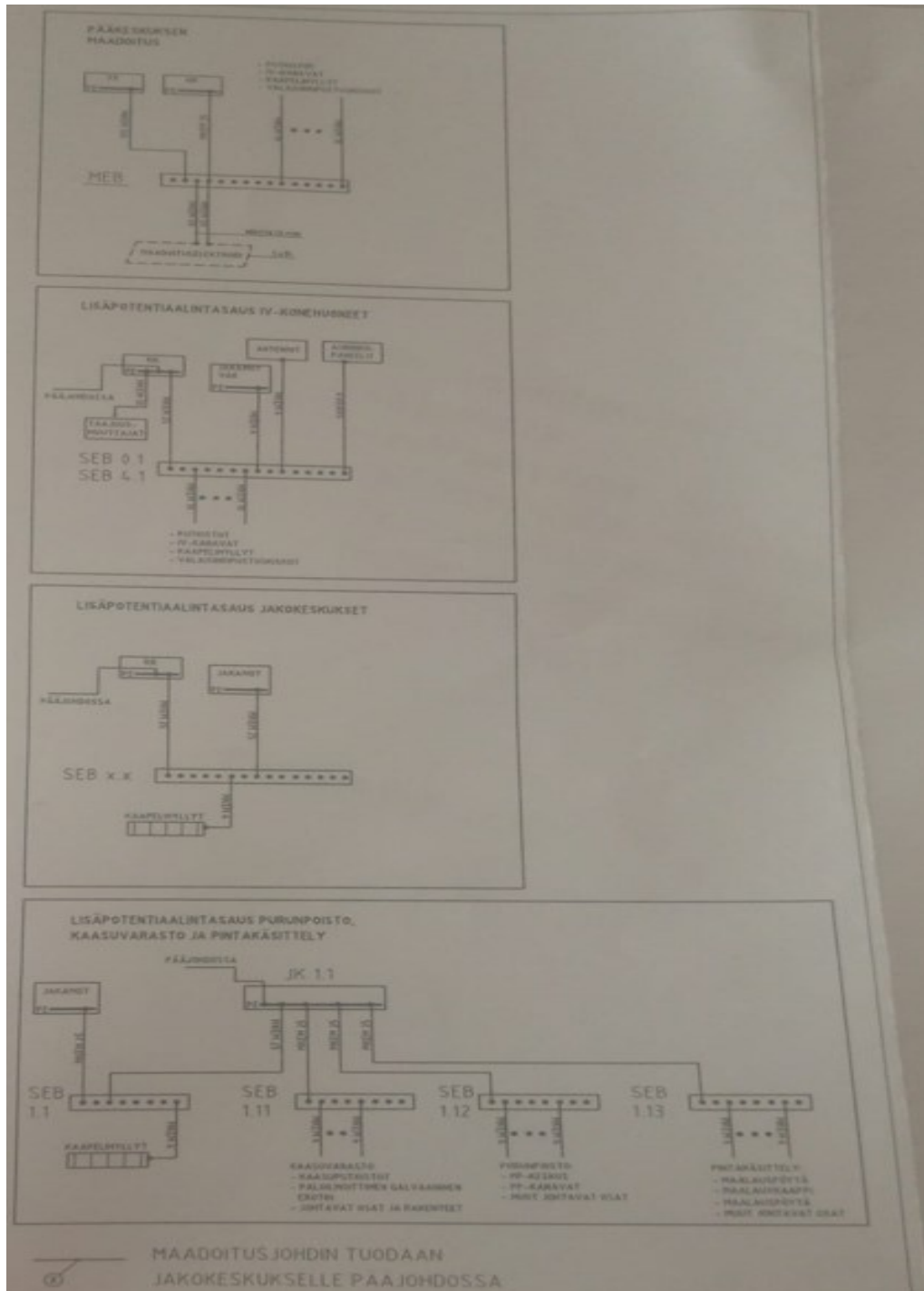
Kuva 6. Esimerkki kytkentä PEN ja PE kiskon yhdistyksestä. [4, s.342]

Keskus kerrallaan tehtävissä mittauksissa on huomioitava, että suojajohdin jatkuu aina päämaadoituskiskosta jokaiseen maadoitettavaan pisteeseen. Siksi keskuksien välinen suojajohdin pitää mitata. Kuten kuvassa 7 on selkeästi esitetty, että maadoitus jatkuu aina kiskosta viimeiseen maadoituspisteeseen saakka. Jatkuvuusmittauksissa voi tulla eteen paikkoja joihin asennuksen jälkeen ei pääsen ilman kohtuuttomia teline tai purku kustannuksia, on syytä tehdä jatkuvuus mittaus niin pitkälle kuin kyseisessä tapauksessa on mahdollista. Näin osamittauksella saadaan helpotettua lopussa jatkuvuusmittauksia. Ennen työmaan alkua kannattaa tehdä mittaussuunnitelma, niin tulee huomioitua ja reagoitua kyseisiin hankaliin paikkoihin.



Kuva 7. Esimerkkejä maadoitusjärjestelmän, perusmaadoituselektronista, suojajohtimista ja suojaavista potentiaalitasausjohtimista. [4. S349]

Maadoitus toteutettiin Asikkalan koulussa hieman eri tavalla. Jokaisen keskuksen päälle tuli oma maadoituskisko, jonka maadoitus tuotiin kyseisestä keskukselta. Keskuksen syöttökaapelia pitkin tuotiin suojajohdin keskukseseen. Kuvassa 8 näkyy periaatekaavio Asikkalan koulun maadoituksesta. Huomioitavaa on, jos keskuksen vieressä oli atk -jakamo niin kiskolta otettiin maadoitus kyseiseen kaappiin. Tämän takia oli erittäin tärkeää varmistaa, että päämaadoituskiskon ja keskuksen väli mitattiin.



Kuva 8. Maadoitusperiaatekaavio Asikkalan koulu

Mittauslaitteena on käytettävä standardin SFS-EN 61557 mukaista mittalaitetta. Vaatimus koskee kaikkia käyttöönottomittauksia, koska mittarille on vaadittu tietyt vaatimukset ja ne saavuttavat standardien mukaisen mittatarkkuuden. Esimerkiksi suojaohtimien jatkuvuusmittauksissa vaaditaan 200mA mitausvirta. Suurin osa mittauksista tehdään kuparikaapeleille ja mitaus tulokset ovat yleensä hyvin pieniä 0 – 2Ω. Pitkissä johdoissa tai johdinpituuksissa voi arvot olla yli 2Ω. [1.]



Taulukko 1. Kupari- ja alumiinijohtimien resistanssiarvoja [1, s.19]

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

#### 4.4.2 Eristysresistanssin mittaus

Ensimmäiseksi pitää mainita, että eristysresistanssimittaus tehdään jännitteetönä. Jännitteisillä johtimilla tarkoitetaan niitä johtimia missä normaalissa tilanteessa kulkee jännite tai virta. Standardeissa sanotaan, että eristysresistanssin mittaus suoritettaisiin suojajohtimen jatkuvuusmittauksen jälkeen. Eristysresistanssi voi olla järkevää mitata ensin, varsinkin pienemmissä kohteissa.

Eristysresistanssinmittaus, jos tehdään ensimmäiseksi, on huolehdittava nollajohtimet ja PE- johtimet ovat erotettuja toisistaan. Mitatessa eristysresistanssia yhdistetään kaikki jännitteiset johtimet, joihin kuuluu myös TN-S järjestelmässä nollajohdin. Mittaus tapahtuu johtimien ja maan eli PE välillä.

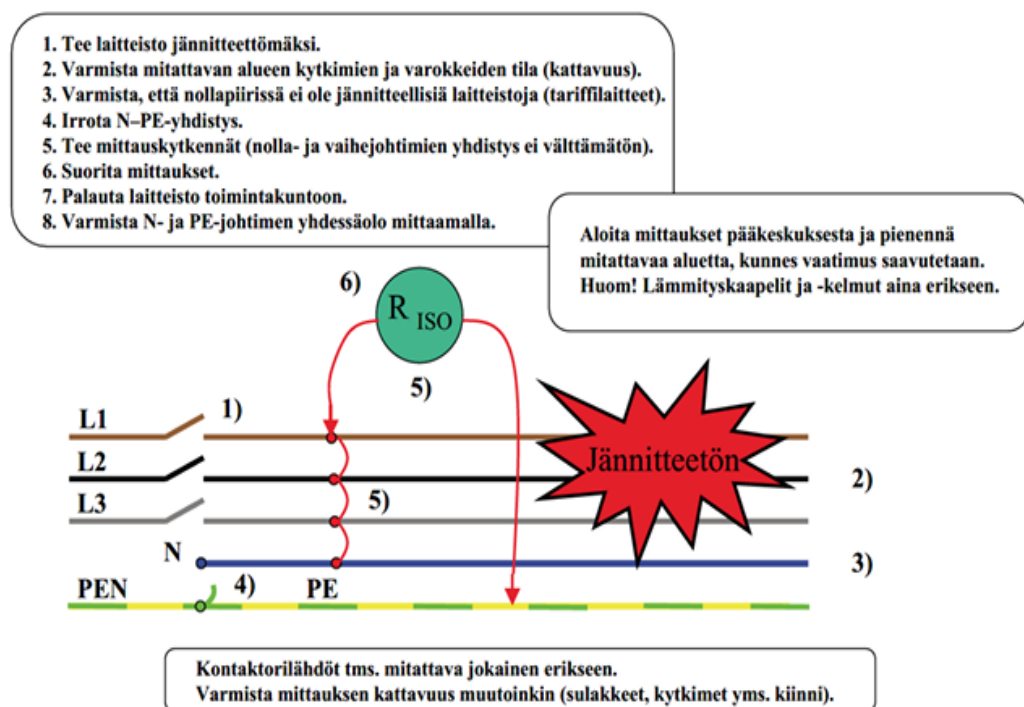
PEN- johdin on TN-C järjestelmässä osana maata. Mitatessa on tärkeää, että kaikki johtimet ovat mittausvaiheessa rinnan, koska piirissä olevat elektroniset laitteet saattavat vaurioitua. Rinnan kytketyissä johdoissa ei synny potentiaali eroja, kun mitataan esimerkiksi 500 voltilla, mikä rikkoisi laitteen. Kumminkin on huomioitavaa, että tämäkään toimenpide ei välttämättä estä jonkun laitteen rikkoutumista, sillä mittausvaiheessa ei voida todeta onko kaikki kytkennät tehty oikein tai onko esimerkiksi jossain jäänyt nollajohdin löysäksi.

Jos tiedetään, että piiriissä on kalliita elektronisia laitteita, niin tulee mittaus tehdä aluksi standardien vaatimalla jännitetasoa alemmalla jännitteellä. Näin pienennetään laitteiden rikkoutumisriskiä.

Mittauksessa tulee huomioida pari asiaa. Keskuksissa olevat energia- tai tariffimittareiden nollajohtimet on saatettu kytkeä PEN johtimeen, jolloin mittaus tulos ei mene läpi. Esimerkiksi keskuksessa saattaa olla ylijännitesuoja kuten kyseisessä kohteessa, jolloin mitatessa ylijännitesuoja laskee läpi ja mittaus tulos ei täytä standardin vaatimia arvoja. Näissä tapauksissa ylijännitesuojat pitää irrottaa mittauksen ajaksi ja mittareiden nollajohdin irrottaa.

Mittausta alustavat toimenpiteet ovat sulakkeiden ja automaattien kytkeminen tai paikoilleen asentaminen. Sulakkeet, automaattit ja vikavirtasuojat pitää mittauksen aikana olla kytkettyinä. Kontaktori lähdöt pitää mitata jokainen erikseen, koska keskuksen ollessa jännitteetön niin kontaktorit eivät ole vetäneenä ja pelko että kyseinen lähtö ei tule mittaukseen mukaan.

Ensimmäinen mittaus kannattaa suorittaa siten, että johtimet ovat oikosuljetuna. Näin voidaan todeta kyseisten mittapäiden toimivuus. Esimerkiksi rikkoutunut johdin saattaa näyttää näennäisesti hyvää eristysvastusarvoa. Kuvassa 9 osoitettu miten mittaus suoritetaan TN-S järjestelmässä. [1.]



Kuva 9. Eristysresistanssin mittaaminen TN-S järjestelmässä [5, s.26]

Eristysresistanssimittauksissa käytetään eri jännitteitä. Mitatessa sellaisia kohteita, joissa on ylijännitesuojia tai herkästi hajoavaa elektroniikkaa, voidaan käyttää koejännitettä 250V. Tässäkin tapauksessa eristysresistanssin pienin arvo on 1M $\Omega$ .

Taulukko 2. Eristysresistanssin pienimmät arvot. [1, 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	$\geq 1,0$

Mitatessa vanhoja kohteita, on muistettava, että eristysresistanssia arvot ja standardit ovat muuttuneet. Vanhoja taloja saneeratessa on otettava huomioon myös vanhat normit. Taulukko 3 näkyy vuosien 1998–2007 eristysvastuksen pienimmät arvot. [1.]

Taulukko 3. Eristysresistanssin pienimmät arvot vuosina 1998–2007. [1, s26]

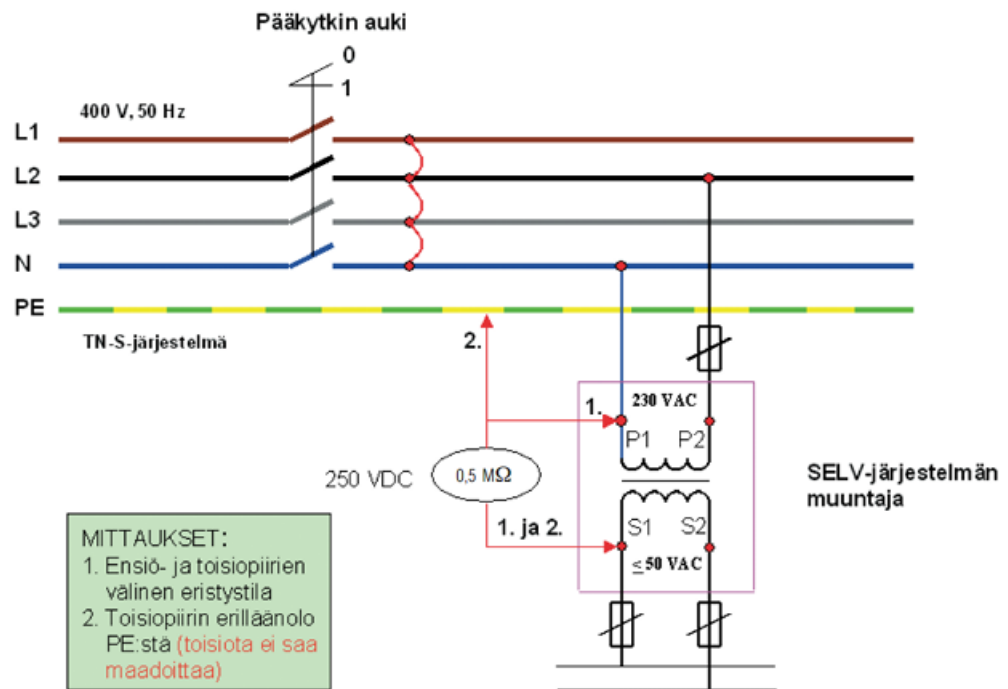
Virtapiirin nimellisjännite V	Koejännite (tasajännite) V	Eristysresistanssi M $\Omega$
SELV ja PELV	250	$\geq 0,25$
Enintään 500 V, edellä olevaa kohtaa lukuun ottamatta	500	$\geq 0,50$
Yli 500 V	1 000	$\geq 1,0$

Jos yhdellä kerralla ei saavuteta standardin vaativaa mittauservoa, on mittaus jaettava pienempiin kokonaisuuksiin, jolloin saavutetaan hyväksyttävä eristysresistanssi arvo. Mittausta ei saa yhtä ryhmäjohtotasoa pienemmäksi pienentää. Mittaustuloksen tulee täyttää taulukko 2 arvot, jos ei on syy selvitettävä ja korjattava ennen luovuttamista asiakkaalle tai varsinaiseen käyttöön. [1.]

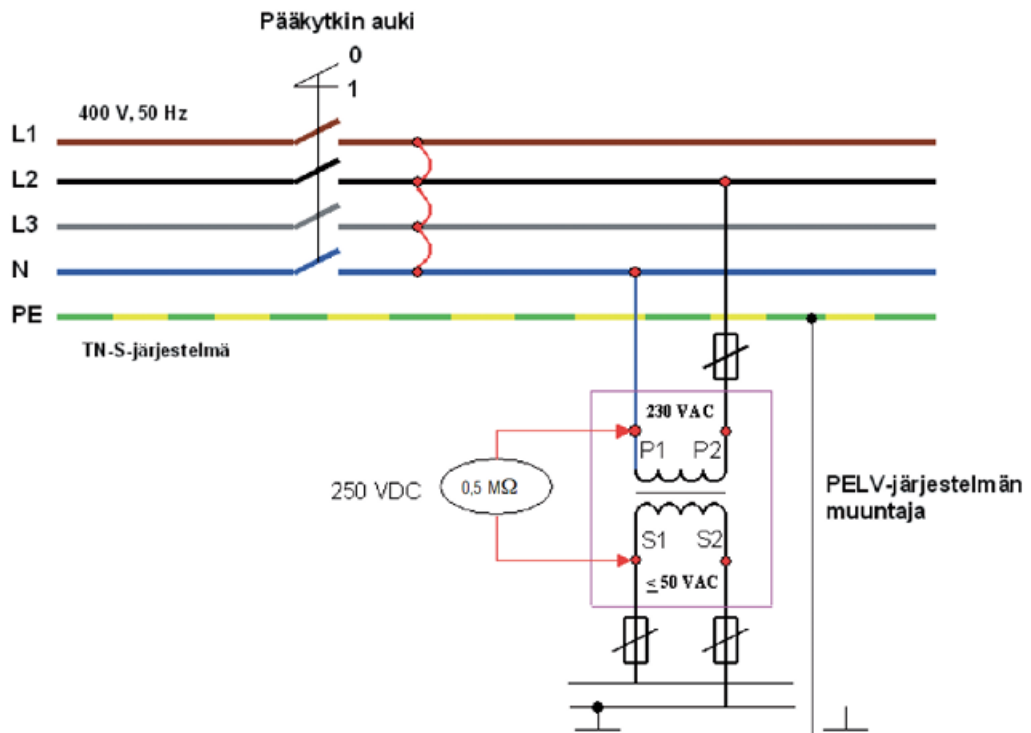
### **SELV- ja PELV- järjestelmät.**

SELV- ja PELV- järjestelmissä käytetään pienoisjännitettä ( $U \leq 50$  V AC tai  $\leq 120$  V DC). SELV- järjestelmässä käytetään muuntajia, joiden tulee täyttää suojaerotusmuuntajalle tarvittavat ominaisuudet. Mittauksissa tulee varmistaa erillään pysyminen ensiö- ja toisiopuolen välillä ja suojamaadoituksen pysyminen toisiopuolelta. PELV-järjestelmässä taas toisiopuoli saattaa olla samassa

maadoituspisteessä ensiöpuolen kanssa. Mutta sama mittaus pitää tehdä, jotta todetaan ensiö- ja toisiopuoli ovat erillään toisistaan ja jännitteiset osat ovat erillään maadoituksesta. [1.]



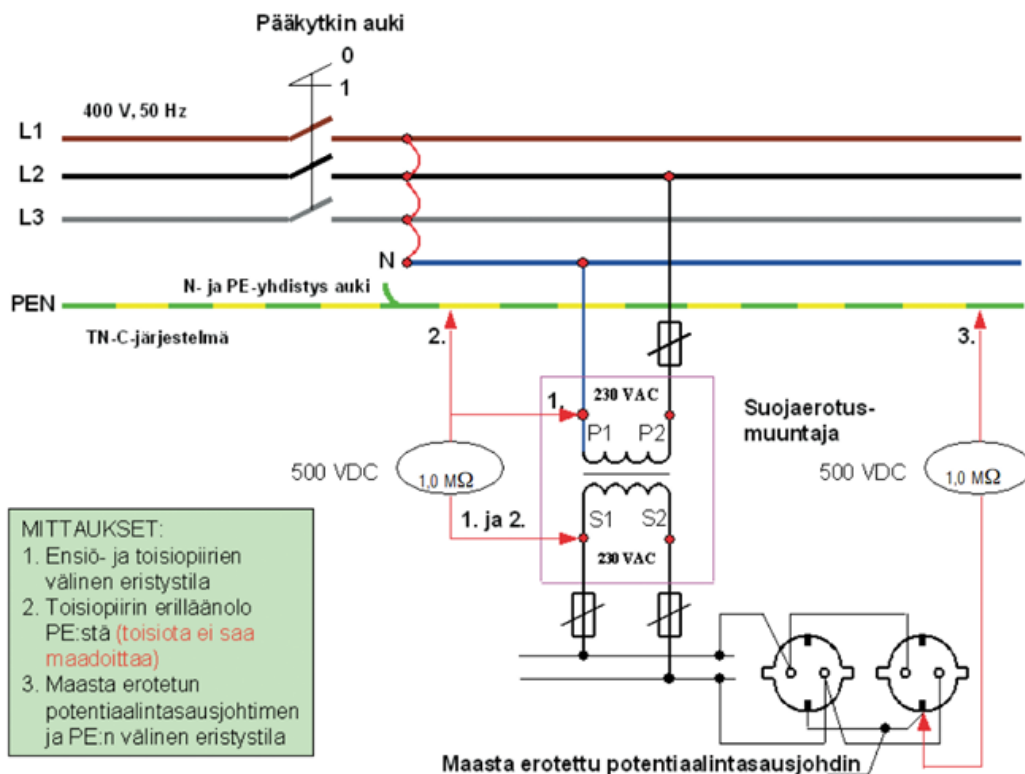
Kuva 10. Mittauskytkennät SELV-järjestelmässä [1, s.29]



Kuva 11. Mittauskytkennät PELV-järjestelmässä [1, s.30]

## Sähköinen erotus

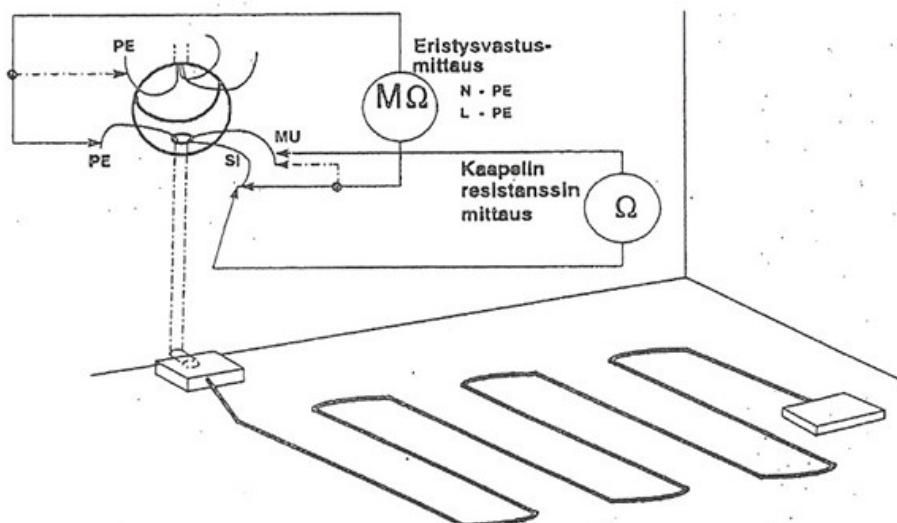
Sähköisellä erotuksella tarkoitetaan sitä, että suojaukseen käytetään galvaanista erottamista virtapiirien ensiö- ja toisiopuolen välillä. Jännite on yleensä suurempi kuin SELV- ja PELV järjestelmissä, mutta ei 500V suurempi. Jännite on ensiö- ja toisiopuolella yleensä sama 230VAC. Kuvassa 12 esitetään kytkentä, jolla mitataan ensiö- ja toisiopuolen erotus. Mittaamalla varmistetaan ensiö- ja toisiopuoli ovat erillään toisistaan, sekä suojamaadoituspiiri on erossa toisiopuolesta. Mitattaessa tulee käyttää 500V ja tuloksen täytyy täyttää taulukon 2 olevat arvot.



Kuva 12. Mittauskytkennät sähköisesti erotetuissa piireissä [1, s. 31]

## Lattialämmityskaapelit ja kattolämmityskelmut

Lattialämmityskaapeleille on tehtävä mittauksia jo rakennusvaiheessa. Kaapelit on asennuksen jälkeen eristysvastusmitattava ennen valua ja valun jälkeen. Kaapelista on hyvä mitata myös silmukkaresistanssi, jolla varmistetaan, että kaapeli ei ole poikki ja vastusarvo realistinen ja aiheita palovaaraa. Myös kattolämmitys kelmut pitää mitata ennen peittoamista. Näissä käytetään myös 500V jännitettä ja taulukon 2 arvoja.



Kuva 13. Eristysvastuksen sekä kaapelinresistanssin mittaus lattialämmityskaapeleissa. Nourjohtojen eristysvastuksen mittauksessa sama periaate kuin lattia lämmityskaapeleiden. [7, s.318]

#### 4.5 Jännitteisenä tehtävät mittaukset

Jännitteisenä tehtävät mittaukset tarkoittavat sitä, että keskuksissa ja pistorasioissa on virallinen sähkö päällä ja johtimissa kulkee virta. Jännitteisissä mittauksissa pitää ottaa huomioon sähköiskun vaara ja varsinkin kun mitataan keskuksen oikosulkuvirtaa eli syötön automaattista toimintaa. Myös vikavirran toiminnan tarkastuksessa on oltava tarkka, jos vikavirrat testataan keskuksista. Näissä toimenpiteissä pitää keskuksen suojakansia poistaa, jonka jälkeen tulee näkyviin jännitteisiä osia. Myös jännitteisellä mittauksella tarkoitetaan, että mittarin mittapää tai pistotulppa yhdistetään jännitteiseen osaan.

##### 4.5.1 Syötön automaattisen poiskytkennän toiminta

Syötön automaattinen poiskytkennän toiminta tapahtuu yleensä mittaamalla piirin impedanssi, josta voidaan määritellä vikatapauksessa syntyvä oikosulkuvirta. Oikosulkuvirtaa verrataan taulukkoarvoihin. Jokaisella suojalaitteella on oma arvo ja niitä vertaamalla oikosulkuvirtaan saadaan käsitys, että toimiiko laite vai ei. Käytän tästä eteenpäin termiä oikosulkuvirranmittaus.

Oikosulkuvirran mittaus ei tarvitse olla kovin laaja, koska jo suunnitteluvaiheessa oikosulkuvaatimukset todetaan laskemalla. Riittää, että mittaus suoritetaan keskuksesta ja epäedullisimmasta pisteestä. Keskuksen oikosulkuvirralla saadaan tieto, onko syöttö kaapelin sulake koko oikea. Yleensä keskuksen mittausarvot ovat suuria. Ainoastaan kaukaiset taajama alueiden keskukset voivat olla oikosulkuvirrallaan heikkoja, johtuen pitkistä kaapelimatkoista. Oikosulkuvirranmittaus heikommasta pisteestä kertoo, onko suojalaite oikea kyseisen pisteen edessä ja toimiiko se standardin vaatimalla tavalla. Mitattaessa huomioitava seikka on se, että mitattu arvo pitää olla 1.25-ertainen laskennalliseen arvoon nähden, mutta nämä asiat löytyvät jo suoraan taulukosta. Hyvä on kumminkin ymmärtää mistä tämä johtuu. Yleensä mittaustilanteessa mittava laite on ilman kuormaa. Kuormitettaessa piiri lämpenee ja lämpötilan noustessa resistanssi kasvaa, jonka ansiosta impedanssi on suurempi ja oikosulkuvirta pienenee. [1.]

Taulukko 4. Pienimmät johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat ja vaaditut ajat. [1, s.35]

Nimellisvirta	B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	K ja G- tyypit 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	D-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A	A	A	A	A
6	30	37,5	60	75	84	105	120	150
10	50	62,5	100	125	140	175	200	250
16	80	100	160	200	224	280	320	400
20	100	125	200	250	280	350	400	500
25	125	156,3	250	312,5	350	437,5	500	625
32	160	200	320	400	448	560	640	800
50	250	312,5	500	625	700	875	1000	1250
63	315	393,8	630	787,5	882	1102,5	1260	1575
80	400	500	800	1000	1120	1400	1600	2000
125	625	781,3	1250	1562,5	1750	2187,5	2500	3125

Taulukko 5. Pienimmät gG-sulakkeiden toimintavirrat ja vaaditut arvot. [1, s.36]

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

Pienjänniteverkossa oikosulkuvirran toiminta aikoja on kaksi 0,4 s ja 5,0 s. Johdonsuojakatkaisijalla 0,4 s ja 5,0 s arvot ovat samat, joten niillä ei ole tässä tapauksessa merkitystä, mutta tulppa- ja kahvasulakkeilla vaikutus on suurempi. Tulppa- ja kahvasulakkeilla 0,4 s arvo on huomattavasti suurempi arvo kuin 5,0 s arvo. 0,4 s ja 5,0 s arvoja käytetään. SFS6000 mukaan 5,0 s laukaisuaikaa käytetään tapauksissa, jossa sulakekoko yli 32A:n kiinteästi asennetuissa sähkölaitteissa ja niitä suojaavat ryhmäjohdot. Nousujohtokaapelit keskuksille ja yli 63A:n suojalaitteella suojatut pistorasioiden ryhmäjohdot. Muissa tapauksissa 0,4 s laukaisuaika vaatimus on täytyttävä. [1.]

#### 4.5.2 Vikavirtasuojan toiminnan testaus

Vikavirtasuojat on aina testattava. Vikavirtasuojan testaukseen kuuluu mittaminen, että kyseinen vikavirta toimii omalla toiminta alueen virta- alueella (10mA, 30mA, 100mA, 300mA ja 500mA). Jokaisen vikavirtasuojan testausnappi on testattava ja toimivuus tarkastettava. Standardien mukaan nämä testaukset riittävät. Vikavirta tyyppien pitää olla A, B ja F. AC vikavirta on uusissa asennuksissa kielletty. Joissain tapauksissa vikavirran laukaisu aika täytyy mitata, siksi on suositeltavaa mitata molemmat samalla kertaa.



On myös muita testauksia, joita on hyvä suorittaa, esimerkiksi ramppitesti. Ramppitesti testaa vikavirtasuojan todellisen laukaisuvirran ja ajan kyseisellä virralla. Tällä tavalla saadaan selville, että vikavirta ei toimi liian nopeasti liian pienellä virralla. Mittarit mittaavat yleensä automaattisesti tällä tavalla.

Laitestandardin mukaan vikavirtasuojan täytyy toimia sinimuotoisella virralla testattaessa  $\frac{1}{2}$  - 1 kertaisena, omaan nimellisvirtaan nähden. Yleisesti laitestandardien mukaan vikavirran toiminta-aika on 0,3 s. Lisää tietoa laukaisu ja toiminta ajoista muilla kuin siniaalloilla löytyy SFS 6000 liitteestä 531A. Vikavirta suojan jälkeisen nollan pitää olla erillään muista nollajohtimista, muuten vikavirta laukeaa aiheettomasti. [1.]

#### 4.5.3 Jännitteenaleneman tarkastus

Jännitteenalenemaa tarkastettaessa voidaan käyttää pariakin menetelmää. Toinen menetelmä on laskea piirin impedanssi ja toinen on erilaisten käyrästöjen tarkastelu. Jos kohteeseen ei ole annettu mitään erikois- vaatimuksia kuten moottorien tai joidenkin laitteiden käynnistyksessä tapahtuvaa jännitteenalenemaa niin taulukko 4 arvoja ei saa ylittää.

Taulukko 6. jännitteenalenema [1, s.44]

Asennuksen tyyppi	Valaistus %	Muu käyttö %
A – Pienjänniteasennus, joka on syötetty suoraan yleisestä jakeluverkosta	3	5
B – Pienjänniteasennus, joka on syötetty yksityisestä teholähteestä <sup>a)</sup>	6	8

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.

#### 4.6 Toiminnallinen testaus

Toiminnallisella testauksella tarkoitetaan, että jokaisen laite toimii toivotulla tavalla ja on säädetty oikein. Toiminnallisessa testauksessa tarkastetaan kytkimet, pistorasia ja laitteet. Testauksessa testataan, että laitteet ovat oikeiden sulakkeiden takana ja suojalaitteet ovat oikeita. Testauksessa myös testataan kyseisen laitteen toimivuus. Pistorasioista testataan shucotesterillä, jolla voidaan todeta pistorasian oikea kytkentä ja sillä voidaan myös testata vikavirtasuojan toiminta ja todeta että oikea vikavirta toimii. Kolmevaihepistorasioista testataan oikeinkytkennän lisäksi pyörimissuunta, joka voidaan todeta jännitekoettimella tai mittarilla. Myös suoraan laitteeseen kytketyt laitteet testataan, että kaikki toimivat oikein. Näissä tapauksissa on suojajohtimen oikein kytkentä todettu jatkuvuusmittauksessa. Toiminnalliset kokeet kannattaa tehdä huolella, jolloin jälleen käyttäjälle ei jää vikoja ja tämä taas toimii hyvänä käyntikorttina seuraaviin kohteisiin.

#### 4.7 Dokumentointi

Uusien ja vanhojen asennusten laajennuksille tai muutostöille on laadittava käyttöönottopöytäkirja, kun asennukset valmistuvat. valtioneuvoston asetuksessa 1434/2016 pykälässä 5 on annettu poikkeuksia. Poikkeukset koskevat asiakkaalle tehtyjä töitä, joista ei tarvitse tehdä pöytäkirjaa, jos ei asiakas sitä vaadi. Kyseisissä tapauksissa kannattaa näistäkin tehdä pöytäkirja, koska myöhemmin pystytään todentamaan mitä laitteita on kyseinen sähköurakoitsija tehnyt. [5, s,37.] Vaatimukset käyttöönottotarkastuksen raportoinnin vaatimuksista on valtioneuvoston asetukset sähkölaitteistoista (1437/2016) 4§ ja 5 §:ssä [6, s 447]. Sähkölaitteiden käyttöönottopöytäkirjalla on tiettyjä vaatimuksia, vaikka ulkomuodolle ei ole annettu muotovaatimuksia. Pöytäkirjasta pitää tulla esiin sähkötöiden johtaja ja yhteistiedot, laitteiston rakentaja ja kohteen tiedot. Pöytäkirjasta tulee selvittää mitä standardia ja jos on standardista poikettu niin sähköturvallisuuslain 34§ mukainen selvitys. Pöytäkirjasta pitää selvittää mittaustulokset, mittauslaite ja mitä on mitattu. [6, s. 448.] Kuvassa 14 esitetään vaatimuksia mitä mittauspöytäkirjassa esitetään.

- 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

Kuva 14. Mittauspöytäkirjan vaatimuksia

Mittauspöytäkirjassa tulee myös olla huolta ja kunnossapito- ohjeita ja toimenpiteitä. Pöytäkirjassa tulee esittää EMC-direktiivin vaatimusten toteuttamiseen käytettyjä ratkaisuja. [2, s. 38.]

## **5 TULOKSET JA ANALYSOINTI**

Tuloksista yleismainintana täytyy todeta, että lähtökohta ennen mittauksia aloittaessa. Saatiin energialaitokselta tieto, että pääsyöttöjen oikosulkuarvot olivat alhaiset, joka vaikutti myös koko talon normaalia pienempiin oikosulkuvirtoihin. Muuten mittaustulokset olivat hyviä ja täyttivät standardien vaatimat arvot, muutamia ryhmiä pois lukien.

### **5.1 Aistinvarainen tarkastus**

Aistinvaraisessa tarkastelussa suurin vaikutus oli sähköasentajilla, jotka kytkivät ja asentavat laitteita. Kohteen kokoon verrattuna asennukset onnistuivat todella hyvin ja vikakytkeä oli todella vähän. Tarkastuksen suurin huolen aihe oli merkkaukset ja keskusten ryhmien merkkkaus.

## 5.2 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus

Jatkuvuusmittaus kohteessa mitattiin keskus kerrallaan ja siten että pystytään toteamaan, että suojajohdin jatkuu päämaadoituskiskolta kauimmaiseen pisteeseen saakka. Pääsääntöisesti arvot olivat hyviä. Osassa keskuksissa oli pitkiä matkoja pistorasiaryhmille ja pistorasiat olivat ketjutettu monta kertaa peräkkäin, mikä aiheutti sen, että jatkuvuus arvo rupesi huononemaan. Osa pistorasioista jouduttiin avaamaan ja tarkastamaan kontakti koska arvo tippui rasian jälkeen rajusti. Muutama pistorasiaryhmä oli kumminkin niin pitkiä, että jatkuvuus arvo oli lähellä  $1\Omega$ . Näissä tapauksissa se tarkoittaa sitä, että kun talossa on muutenkin lähtökohtana heikko oikosulkuvirta niin näissä pisteissä taulukko arvot eivät toteutuneet. Näistä lisää automaattisessa poiskytkennässä.

## 5.3 Eristysresistanssin mittaus

Eristysresistanssi mittaukset keskuksissa suoritettiin järjestyksessä, että nousujohtot pääkeskuksesta mitattiin ensin. Nousujohtojen jälkeen mitattiin jakokeskukset yksi kerrallaan, koska ei ollut järkeä kokeilla mittausta isommassa kokonaisuudessa. Mittauksien aikana jouduttiin keskuksista poistamaan ylijännitesuojat. Jakokeskukset oli varustettu katkaisijoilla, jotka katkaisevat kaikki kolme vaihetta ja nollan. Koska eristysresistanssi mittaus tehdään jännitteettömänä niin samalla kun katkaisija laitettu kiinni niin nollan ja PE erotus tulee samalla.

Tämä keskus toimii hyvänä esimerkkinä eristysresistanssin mittauksesta, jossa jouduttiin ryhmä kerrallaan poissulkemaan ryhmiä ja etsimään minkä takia eristysresistanssi oli niin pieni. Mittauspöytäkirjassa oleva tulo on todettu sillein, että on jouduttu poistamaan kaksi ryhmää. Ryhmät nro 8 ja 11 ovat erikseen mitattu ja yksittäisenä mittauksena ylittivät taulukon 2 annetun yli  $1M\Omega$ . Keskukseen liitettäessä molemmat koneet aiheuttivat sen, että keskuksen eristysresistanssi laski alle  $1M\Omega$ . Tästä ilmoitettiin laitteen valmistajalle, jotta osaavat selvittää mistä johtuu alhainen eristysvastus. Varmennustarkastajalle riitti toteamus, että kyseiset laitteet aiheuttavat huonon arvon mutta todettiin, että täyttää sähköturvallisuusvaatimuksen.



Keskuksia mitattaessa yleisesti ottaessa mittausarvot ylittyivät reilusti muutamaa keskusta lukuunottamatta.

#### 5.4 Syötön automaattisen poiskytkennän toiminta

Kyseisessä työmaassa syötön automaattisella poiskytkennällä eli oikosulkuvirralla oli joitakin haasteita. Lähtökohtana oli, että sähkölaitokselta tulevissa nousujohdoissa oli huonot arvot. Huonot arvot pääkeskukselta heijastivat huonoja tuloksia eteenpäin. Jakokeskuksilla syötön oikosulkuvirrat olivat vielä hyviä, vaikka normaalia pienempiä. Taulukko 7 huomioitavaa että suunnittelijan arvot ovat laskennallisia minimi arvoja. Osassa oikosulkuvirrat täyttyivät mutta suurimmassa osassa mittaustulokset olivat huonompia.

Taulukko 7. Mittaustulokset keskuksista Vääksyn yhteiskoulu.

Ryhm	Jatk. $\Omega$	Ik	Eristysvastus M $\Omega$	Kaapeli	Suunniteltu Ik
PK		3.4KA	500M $\Omega$	6Kpl 4x240	Min 5.2KA
KK	0.01	2.9KA	1.7M $\Omega$	MCMK 4x16+16	Min 3.9KA
JK.01	0.01	2KA	2.61M $\Omega$	AMCMK 4x185/57	Min 4.0KA
JK1.1	0.01	2.9KA	159.9M $\Omega$	AMCMK 4x120/41	Min 3.1KA
JK1.2	0.01	1.2KA	6.72M $\Omega$	AMCMK 4x35/16	Min 2.4KA
JK1.3	0.01	1.7KA	64.5M $\Omega$	AMCMK 2Kpl 4x240/72	Min 3.5KA
JK1.4	0.01	1.9KA	500M $\Omega$	AMCMK 4x36/16	Min 1.5KA
JK1.5	0.01	1.5KA	38.7M $\Omega$	AMCMK 4x35/16	Min 1.0KA
JK2.1	0.01	1.5KA	59.8M $\Omega$	AMCMK 4x70/21	Min 2.1KA
JK2.2	0.01	2.4KA	90.5M $\Omega$	AMCMK 4x35/16	Min 1.8KA
JK2.3	0.02	1KA	128.9M $\Omega$	AMCMK 4x185/57	Min 1.1KA
JK2.4	0.02	2KA	70.8M $\Omega$	AMCMK 4x120/49	Min 2.6KA
JK3.1	0.02	1.4KA	75.5M $\Omega$	AMCMK 4x70/21	Min 2.0KA
JK3.2	0.02	2KA	57.1M $\Omega$	AMCMK 4x70/22	Min 1.5KA
JK4.1	0.02	1.5KA	6.72M $\Omega$	AMCMK 4x70/23	Min 1.6KA
VVPK	0.01	1.4KA	163M $\Omega$	AMCMK 4x70/22	Min 1.8KA

Taulukko 8. Mittaustulokset nousujohtokaapeleista Vääksyn yhteiskoulu.

	Kaapeli	Eristysvastus MΩ
PK	6Kpl 4x240	500MΩ
KK	MCMK 4x16+16	500MΩ
JK.01	AMCMK 4x185/57	500MΩ
JK1.1	AMCMK 4x120/41	500MΩ
JK1.2	AMCMK 4x35/16	500MΩ
JK1.3	AMCMK 2Kpl 4x240/72	500MΩ
JK1.4	AMCMK 4x36/16	500MΩ
JK1.5	AMCMK 4x35/16	500MΩ
JK2.1	AMCMK 4x70/21	500MΩ
JK2.2	AMCMK 4x35/16	500MΩ
JK2.3	AMCMK 4x185/57	500MΩ
JK2.4	AMCMK 4x120/49	500MΩ
JK3.1	AMCMK 4x70/21	500MΩ
JK3.2	AMCMK 4x70/22	500MΩ
JK4.1	AMCMK 4x70/23	500MΩ
VVPK	AMCMK 4x70/22	500MΩ

Nousujohtot mitattiin kaikki erikseen ennen jännitteen kytkemistä. Näin pystyttiin toteamaan, että kaapeli on ehjä ja eikä aiheuta sähkö- tai palovaaraa.

Taulukko 9. Mittaustuloksia JK 2.1. Vääksyn yhteiskoulu

16			30		42				
17			24		43				
18	0,5	119	27	15,9	44				
19			24		45				
20			27		46				
21	0,51	129	21		47				
22			27		48			24	
23	0,58	119	24		49				
24			27		50				
25			27		51				
26			24		52				

Taulukko osoittaa 9 osittaa, että muutamissa ryhmissä oikosulkuvirta oli alhainen ja ei täytä taulukko 4 antamia arvoja. Tässäkin tapauksessa ryhmän 18 sulake on C-käyrän 16A sulake, jonka minimi oikosulkuarvo kuuluisi olla 200A. Näissä tapauksissa jouduttiin selvittämään, oliko kyseinen ryhmä vikavirran takan ja jos oli, niin mitattiin vikavirran laukaisu aika. Vikavirran laukaisujalla saatiin todennettua kyseisen ryhmän 0.4 sekunnin poiskytkentä aika pystytään täyttämään.

## 5.5 Vikavirtasuojien testaus

Vikavirran testaus tässä kohteessa tai laukaisuvirran mittaus tehtiin keskuksesta käsin. Tämä toimenpide on aikaa säästävää, jos vikavirtoja on paljon. Toimenpide vähentää valmiiden asennusten purkamista. Toiminnallisessa testauksessa pistorasiat käytiin sitten shucotesterillä läpi. Vikavirrat olivat tässä kohteessa pääsääntöisesti ehjiä ja toimivat annetuissa arvoissa. Kuvassa 16 on esimerkki, kun mittaamalla saatu tulos ylitti kyseiselle vikavirralle annetun arvon. Näitä oli tässä keskuksessa kaksi kappaletta, jotka olivat ainoat rikki-näiset kyseisessä kohteessa. Nämä pitää vaihtaa ennen kyseisen kohteen luovuttamista asiakkaalle.





## 5.6 Toiminnallinen testaus

Toiminnallinen testaus tässä kohteessa suoritettiin pääsääntöisesti mittauksien yhteydessä. Ainoastaan konehuoneiden laitteiden testaus suoritettiin toimintakokeiden yhteydessä, koska osa laitteista esim. taajuusmuuntajat tarvitsevat parametrit toimiakseen. Muulta osalta mittauksien yhteydessä.

Pistorasiat testattiin ryhmäkohtaisesti, että oikea vikavirta vaikuttaa oikeaan ryhmään. Valaistusryhmille tehtiin samanlainen ryhmäkohtainen testaus, jolla voitiin todeta oikean sulakkeen toimivan oikeaan paikkaan ja saatiin selvyys, että ryhmäjohtoja ei ollut mennyt ristiin. Kaikkien kiinteiden laitteiden toiminta testattiin kokeilemalla, että laite lähtee päälle ja toimii oikein. Toiminnallisissa testauksissa ei tullut yhtäkään vikaa, mikä osoittaa, että asentajat ovat olleet huolellisia ja ammattitaitoisia.

## 5.7 Dokumentointi

Tämä taitaa olla tämän työmaan harmain alue. Työmaalle tulleille keskuksille on tullut muutosratkaisuja, joita ei ollut päivitetty keskusmerkintöihin. Joten keskuksissa oli paljon väliaikaisia merkintöjä tai merkinnät puuttuivat. Dokumentoinnissa tehtävät niin sanotut punakynät jäivät puutteellisiksi, koska raja pinta urakoitsijan ja suunnittelijan välissä jäi epäselväksi. Suunnittelija olisi pitänyt tehdä muutokset valmiiksi kuviin, mutta tiedonsiirto urakoitsijan ja suunnittelijan välissä jäi puutteelliseksi. Tämän takia dokumentoinnissa jäi paljon virheitä työmaalle ja keskuksiin jäi väliaikaisia merkintöjä.

## 6 PÄÄTELMIÄ

Työmaa käyttöönottotarkastuksen osalta sujui pääpiirteittäin mallikkaasti ja saavutettiin standardien vaatima sähköturvallinen rakennus. Rakennus oli osittain vielä keskeneräinen, jonka takia jouduttiin tekemään alustavia toimenpiteitä ennen mittauksia. Toimenpiteisiin kuului avonaisten johdonpäiden rasiointi, jolla saatiin turvallinen mittaus ympäristö. Suojajohtimien jatkuvuusmittaus oli suuritoinen ja aikaa vievä. Jatkuvuusmittaus olikin suuritöisin mittaus näistä mittauksista. Tämä oli odotettua, kun työmaan laajuus tiedettiin etukäteen. Jatkuvuusmittauksen arvot olivat hyviä muutamaan yksittäistä ryhmää pois lukien. Näissäkin tapauksissa arvot olivat taulukko arvojen sisällä.

Oikosulkuvirta kohteessa oli jo alusta saakka tiedossa, että ovat normaalia pienempiä. Nämäkin arvot olivat kumminkin vielä kohtuulliset ja kumminkin niin suuria, että suorassa oikosulussa laukaisu tapahtuu nopeasti. Vikavirtasuoja näissä tapauksissa hoiti automaattisen laukaisuajan toteutuksen. Aistin varaisessa tarkastelussa huomio kiinnittyi eniten merkkauksiin. Kentällä pistorasiat ja laitteet olivat merkattu pääasiassa hyvin, joka helpotti käyttöönotto- mittauksia. Puuttuvat merkinnät kentälle tehtiin mittausten kanssa samalla. Keskuksissa oli muutosten tai merkkauksen virheiden takia väliaikaisia merkin- töjä. Dokumentointiin lisäisin enemmän huomiota, koska jälleen käyttäjälle ne ovat ehdottoman tärkeitä. Esimerkiksi punakynien tekoon kannattaa paneutua, koska kuvien paikkaansa pitävyys on erittäin hyvä käyntikortti. Varmennustar- kastajan raportista ja työnjohtajan kanssa käydyn keskustelun pohjalta huo- mattiin, että varmennustarkastajan mittari näytti suurempia arvoja kuin meidän oma. Opinnäytetyön liitteenä on käyttöönottopöytäkirja ja varmennustarkas- tuksen raportit. Opinnäytetyötä varten tarvittavia lähteitä oli hyvin saatavilla, jolla saatiin teoria osuus kattavaksi. Kattavan teoriapohjan ansiosta ja omasta ammattitaidosta oli suuri hyöty, että saatiin käyttöönottotarkastus tehtyä.

## LÄHTEET

1. Ylinen, T. Kiinteistöjen sähköasennusten käyttöönottotarkastukset. 11., uudistettu painos. Espoo: STUL ry 2023.
2. Beha-amprobe käyttöohje.2024.WWW-dokumentti. Saatavissa: [Beha-Amprobe ProInstall-100-EUR käyttöohje \(Suomalainen - 356 sivut\) \(kayttooh.je\)](#).
3. SFS 6000-6. 2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 6: Tarkastukset.
4. SFS 600-1. 2022. Pienjänniteasennukset.
5. Kauppila, J. & Saarelainen, K. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset ST-käsikirja 33. 4., uudistettu painos. Espoo: STUL ry 2018
6. SFS käsikirja 6001–1 Pienjännitesähköasennukset. Osa 1–1: Yleisvaatimukset (SFS6000 osat 1–6). 1.painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2017
7. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. D1-2006 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 14. painos. Tampere: STUL ry 2006.

...

## KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA RYHMÄJOHTOTASON SÄHKÖASENNUKSILLE

Pöytäkirjan nro	Käyttöönottotarkastus	<input type="checkbox"/>	Mika?				
	Muu	<input type="checkbox"/>					
<b>PERUSTIEDOT</b>							
Sähkölaitteiston rakentaja	Yritys	Mäkelän Sähkö Oy					
	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka				
	Hämeenlinnantie 16	15800	LAHTI				
Sähkölaitteiston rakentajan yhteyshenkilö	Nimi	Puhelinnumero					
	Kallio Sami	0400846333					
	Sähköpostiosoite	sami.kallio@makelansahko.fi					
Sähköiden johtaja	Nimi	Puhelinnumero					
	Harri Niemi						
	Sähköpostiosoite						
Kohteen tiedot	Kohde	Nimi					
	002098/7782	Vääksyn Uusi Yhteiskoulu					
	Kohteen yksilöinti						
	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka				
	PL 36	00621	HELSINKI				
Tilaaava yritys	Nimi	YIT Business Premises Oy					
	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka				
	PL 36	00621	HELSINKI				
Tilaaajan yhteyshenkilö	Nimi	Puhelinnumero					
	Sähköpostiosoite						
<b>1. AISTINVARAINEN TARKASTUS</b>							
Asennukset on aistinvaraisesti suoritettuna tarkastuksessa todettu vaatimusten mukaiseksi							
Lisätietoja							
<b>2. SUOJAJOHTIMIEN JATKUVUUS (PE-, PEN-, maadoitus-, pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimet)</b>							
Todettu kaikista laitteista ja pistorasioista <input checked="" type="checkbox"/> Suurin resistanssi 0,72 Ω ryhmässä keskus 1.2							
Jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi <input checked="" type="checkbox"/>							
Lisätietoja							
<b>3. ERISTYSRESISTANSSI</b>							
Kohde	Ryhmä nro	$R_g/M\Omega$	Huom.	Kohde	Ryhmä nro	$R_g/M\Omega$	Huom.
Eristysresistanssit todettu vaatimusten mukaisiksi <input checked="" type="checkbox"/>				PE- ja N-johtimien yhdistys on palautettu mittausten jälkeen entselleen <input checked="" type="checkbox"/>			
Erikoistoimenpiteet mittausten suorittamisessa							
Lisätietoja Erillinen pöytäkirja							

VALTUUTETTU TARKASTAJA VTS 181

SFS 5825 ALAOSASTOINEN IEC 60364-4-41

**TARKASTUSTODISTUS: Sähkölaitteiston varmennustarkastus (Sti. 1135/2016) Nro 1010/24****Tarkastettu sähkölaitteisto**

<b>Kohde</b>	Nimi	Vääksyn Uusi Yhteiskoulu	Luokka 1b
	Osoite	Koulukuja 2	17200 Vääksy
	Jakeluverkon haltija		Liittymä 6x3x160A
	Luokan 2 tai 3 laitos		TUKES Nro
	Kuvaus / Tarkennus	Uudisrakennus X Muutos- tai laajennustyö	Korjaustyö <input type="checkbox"/>
<b>Haltija</b>	Nimi		
	Osoite		
	Käytöstä vastaava		
<b>Rakentaja varmennuskohteissa</b>	Nimi	Mäkelän Sähkö Oy	
	Yhteyshenkilö	Sami Kallio	
	Osoite	Hämeenlinnantie 16, 15600 Lahti	
<b>Tarkastukset ja tarkastuksen suorittajat</b>	Päivämäärä ja tarkastaja	<b>Reino Sievälä 23.2.2024</b>	
	Käyttöönottotarkastus.	Tämä varmennus 21.2.2024 Sami Kallio	/ Seuraava tarkastus Olettu käyttöön
<b>Tarkastuksessa mukana olleet</b>	Sami Kallio , urakoitsija		

**2. Tarkastuksen kuvaus ja laajuus**

<b>Tarkastettu alue:</b>	Kohteen seuraavat tilat standardin SFS 5825 (2019)perusteiden ja TUKES-ohjeen 16/2017 mukaisesti: Koulurakennus. PK, KK, JK:t, RK:t ja asennukset. Keskeneräiset tilat otetaan käyttöön myöhemmin (ei tarkastus tarvetta). Tarkastukseen eivät sisällyneet:
Tarkastusmenetelmä on tarkastajan laatuohjeistuksen ja tarkastusohjelman mukainen Asennustesten on Fluke 1653B..... Sovelletut normiasiakirjat ovat: voimassaoleva Tukes-ohje 19/2017 sekä siinä vahvistetut standardit. Lisäksi sovellettiin SFS 6000 - 2017 Rakentaja on ilmoittanut poikkeamista normiasiakirjoista: <input type="checkbox"/> Poikkeamia ei rakentajan mukaan ole: X Tarkastus on määräysten mukainen X Tarkastus on vapaaehtoinen <input type="checkbox"/> Koneiden käyttönotosta on sovittu annettavaksi erillinen asiantuntijalausunto <input type="checkbox"/> Lausuntoa ei anneta X Tarkastus kohdistui seuraavasti: Yleisesti SFS 5825 (2019) liitteiden mukaisesti Kattavasti seuraaviin asioihin: X liittymä, potentiaalintasaus, pääkeskus ja käyttöönottoasiakirjat sekä käyttö- ja huolto-ohjeet lääkintätilojen ryhmittely <input type="checkbox"/> räjähdysvaarasasiakirja <input type="checkbox"/> suurjännitesähkölaitteistot	

**3. Päätös kohteen sähköturvallisuuden vaatimustenmukaisuudesta**

Tarkastuksen suorittajan päätös:		Kunnossa	Huomautettavaa
1. Suoritetut tarkastukset ja niiden dokumentaatio		X	<input type="checkbox"/>
a Käyttöönottotarkastukset		X	<input type="checkbox"/>
b Tarkastuksien ajankohta		X	<input type="checkbox"/>
2. Hoito- ja kunnossapito-ohjelman tai ohjeiden asianmukaisuus		X	<input type="checkbox"/>
3. Hoito- ja käyttövälineiden asianmukaisuus		X	<input type="checkbox"/>
4. Piirustuksien, ohjeiden ja merkintöjen asianmukaisuus		X	<input type="checkbox"/>
5. Sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuus		X	<input type="checkbox"/>
6. (tähän uusintatarkastus tai käyttökielto, muuoin tyhjä)			

Sähkölaitteisto voi olla käytössä, mutta tarkastuslosteessa mainitut viat ja puutteet on työn suorittajan korjattava ensi tilassa  
 Sähkölaitteistoa voidaan seuraavilta osilta käyttää / ottaa käyttöön vasta kun tarkastuslosteeseen kohdan 4 viat ja puutteet on korjattu.  
 Sähkölaitteiston keskeneräiset osat .....voidaan ottaa käyttöön kun työn suorittaja on suorittanut käyttöönottotarkastuksen ja antanut käyttöluvan

Tarkastuksesta on toimitettu tarkastustodistus tarkastuslosteineen ja valitusosoituksineen rakentajalle (urakoitsijalle) X haltijalle

 omistajalle  käytönjohtajalle 

Reino Sievälä

Päiväys: Lahti 23.2.2024

Valtuutettu tarkastaja VTS181

VALTUUTETTU TARKASTAJA VTS 181

## 4.6 Keskeiset suojaukset ja mittaustulokset sekä niiden arviointi

	Suojaajan tyyppi	$I_{k, n0}$ A	$Z_s$ $\Omega$	U V	Selitys/kommentti
1. Oikosulkusuojaus PK:n kiskossa <input type="checkbox"/> * Muualla	C16	188	1,24		Suurin ik tai $Z_k$ $I_{k, n0} = L-PE$ -piirin oikosulkuvirta $Z_s =$ oikosulkuimpedanssi
Suojausohjeiden toteutuminen	Oikosulun suojausohjeet täyttyvät 5 s:n tai 0,4 s:n mukaan ... X ..... Oikosulkusuojauksen toteutus: Toimii X Ei toimi <input type="checkbox"/>				
2. Ylikuormitus- ja vikasuojaus	Suoja	$I_k$ A	$Z_s$ $\Omega$	U V	Pienin oikosulkuvirta pää- ja ryhmäjohdoilla Pääjohdot  Ryhmäjohdot
	C16	141	1,64		
Suojausohjeiden toteutuminen	Ylikuormitus ja vikasuojaus on pääjohdojen 5 s:n vaatimusten mukainen X. Ylikuormitus ja vikasuojaus on 0,4 s:n vaatimusten mukainen X Ei toimi <input type="checkbox"/>				
3. Vikavirtasuojauksen käyttö ja niiden toimivuus. Lisäsuojana Palosuojana	Tyyppi	$I_{kv}$ /mA	$U_k$ /V	$R_k$ /ohm	$I_w$ /mS
	A30	27		0,38	17,9
Suojausohjeiden toteutumisen arviointi	Käytön vaatimustenmukaisuus: Täyttyy X Ei täyty <input type="checkbox"/> Toimintojen vaatimustenmukaisuus: Täyttyy X Ei täyty <input type="checkbox"/> Huomautukset: .....				

## 5 Sähkölaitteiston käytön tarkoituksenmukaisuuteen annetut suositukset

5.1 Käytön tarkoituksenmukaisuuteen annetut suositukset	Korjattu Päiväys
---	---------------------

## 6. Muutoksenhaku tähän päätökseen

Sähköturvallisuuslain 1135/2016 perusteella arviointilaitoksen, tarkastuslaitoksen, valtuutetun laitoksen tai valtuutetun tarkastajan tämän lain nojalla tekemään päätökseen ei saa valittamalla hakea muutosta. Päätökseen tyytymätön voi hakea siihen oikaisua päätöksen tehneeltä taholta. Vaimus päätöksen oikaisemiseksi tai oikaisuista valittamiseksi on tehtävä 30 päivän kuluessa siitä, kun asianomainen on saanut tiedon päätöksestä. Ministeriön, sähköturvallisuusviranomaisen, arviointilaitoksen, tarkastuslaitoksen, valtuutetun laitoksen tai valtuutetun tarkastajan päätöstä on muutoksenhausta huolimatta noudatettava, jollei valitusviranomainen toisin määrää.

Oikaisuvaatimus päätökseen tulee toimittaa kirjallisesti osoitteella: Reino Sievälä/ Pleha Sähkö Oy, Mehiläiskuja 5, 15300 Lahti. Oikaisuvaatimuksessa tulee olla yksilöityinä ne päätöksen kohdat, joihin muutosta haetaan sekä yksilöidyt perustelut oikaisuvaatimukselle.

Oikaisuvaatimuksesta annettuun päätökseen saa hakea muutosta valittamalla hallinto-oikeuteen. Toimivaltainen hallinto-oikeus on se, jonka tuomiosuunnissa päätöksen kohteena oleva sähkölaite tai -laitteisto sijaitsee, tai jos kyse on pätevyysarvioinnin liittyvästä päätöksestä, missä päätöksen kohteella on kotipaikka. Muutoksenhausta on muutoin voimassa, mitä hallintolainkäyttölaissa säädetään.

Asianosaisen katsotaan saaneen päätöksestä tiedon, jollei muuta näytetä, seitsemän päivän kuluttua siitä, kun päätös on lähetetty hänelle kirjeellä.

KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS LIITE 1 SK

**MS** Mäkelän  
Sähkö OyPäiväys  
21.2.2024

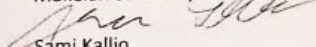
YIT

Vääksyn yhtenäiskoulu  
Koulukuja 2  
17200 VÄÄKSY

## YHTENÄISKOULUN SÄHKÖURAKAN KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS 21.02.2024

Mittauksissa on toedettu kohteen oikosulkuarvojen olevan erittäin alhaiset. Tästä johtuen, on asiasta infottu sähkösuunnittelijaa sekä pyydetty selvitystä verkkoyhtiö Elenialta. Kohteen varmennustarkastus on sovittu pidettäväksi 23.02.2024. Varmennustarkastaja Reino Sievälää on myös informoitu ennakkoon asiasta. Sähköurakoitsija suosittelemme pikaisia toimenpiteitä asian ratkaisemiseksi, jotta voimme olla varmoja kohteen sähköturvallisuudesta. Reino Sievälän mukaan asennus kuitenkin kiinteistön osalta täyttää standardin vaatimukset. Varmustarkastaja Sievälä antaa oman ehdotuksensa, kun on käynyt itse kohteessa.

Mäkelän Sähkö Oy



Sami Kallio

[sami.kallio@makelansahko.fi](mailto:sami.kallio@makelansahko.fi)

0400-846333



KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS LIITE 2 SK

Päiväys  
23.2.2024 Mäkelän  
Sähkö Oy

YIT

Vääksyn yhtenäiskoulu  
Koulukuja 2  
17200 VÄÄKSY

YHTENÄISKOULUN SÄHKÖURAKAN VARMENNUSTARKASTUS 23.02.2024

Sähkön varmennustarkastuksessa 23.02.2024. Tarkasteltiin yhdessä käyttöönottotarkastuksessa havaittuja pieniä oikosulkuarvoja. Tarkastuksen yhteydessä tehtiin uusia mittauksia tarkastaja Reijo Sievälän käyttöönottomittarilla. Mittauksissa saadut arvot olivat hieman parempia kuin sähköurakoitsijan saadut mittaustulokset. Saatujen mittausten perusteella kuitenkin varmennustarkastaja Reino Sievälä totesi tulosten olevan standardin mukaisia.

Mäkelän Sähkö Oy

Sami Kallio  
[sami.kallio@makelansahko.fi](mailto:sami.kallio@makelansahko.fi)  
0400-846333Mäkelän Sähkö Oy  
Hämeenlinnantie 16  
15800 LahtiPuh. 03-882 470  
[www.makelansahko.fi](http://www.makelansahko.fi)  
[etunimi.sukunimi@makelansahko.fi](mailto:etunimi.sukunimi@makelansahko.fi)ALV rek.  
LY-tunnus 2578435-8  
Kotipaikka Lahti

