

Ville Haljala

Käyttöönotto- ja  
asennustarkastuspöytäkirjojen  
yhdenmukaistaminen

Opinnäytetyö  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Marraskuu 2012




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

# KUVAILOLEHTI

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences		<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  26.04.2013
<b>Tekijä(t)</b>  Haljala Ville	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b>  <b>Sähkötekniikka</b>	
<b>Nimeke</b>  Käyttöönotto- ja asennustarkastuspöytäkirjojen yhdenmukaistaminen		
<b>Tiivistelmä</b>  <p>Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää Infratek Finland Oy:n alle 1000 ja yli 1000 voltin käyttöönotto- ja asennuspöytäkirjoja sekä niihin liittyvää ohjeistusta. Työssä käydään läpi sähköasennuksien käyttöönnoton toimintatavat sekä niihin liittyvät lainsäädännön ja standardien vaatimukset. Teoriaosuutta verrataan Infratekissä käytössä oleviin käyttöönotto- ja asennuspöytäkirjoihin ja työn lopputuloksena esitetään uudistetut ja yhtenäiset pöytäkirjamallit ohjeistuksineen. Työn aihe on rajattu koskemaan asennus ja käyttöönottotarkastuksia projekti-liiketoiminnassa.</p> <p>Infratek tarjosi minulle kyseistä opinnäytetyönaihetta, sillä he olivat tunnistaneeet tarpeen käyttöönotto- ja asennuspöytäkirjojen kehittämiseksi. Sähköasennukset ja sähkölaitteet sekä asennus- ja toimintatavat kehittyvät jatkuvasti kuten myös lainsäädäntö ja standardit muuttuvat ajan kuluessa. Tämä jatkuva kehitys johtaa siihen, että on hyvä tietyin määräajoin tarkistaa onko pöytäkirjamallit tämän hetken kehityksessä mukana. Käyttöönottolla on suurin osuus sähköasennusten kokonaisuuden kannalta. Valitsin tämän työkseni kiinnostukseni erityisesti suurjännitesähköasennuksia ja käyttöönottoa kohtaan. Samalla sain työskennellä yhtiön kanssa, jossa olen työskennellyt aiemmin.</p> <p>Opinnäytetyö oli tutkimuspohjainen, jossa vaatimuksia pöytäkirjojen sisältöön kerättiin sähköasennusten käyttöönottoon liittyvästä lainsäädännöstä ja standardeista. Pöytäkirjojen käytettävyyteen ja toimivuuteen tietoa kerättiin pöytäkirjoja työssään käyttävien henkilöiden haastatteluissa.</p>		
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  Sähkö, Käyttöönotto, Asennustarkastus		
<b>Sivumäärä</b>  40+40	<b>Kieli</b>  Suomi	<b>URN</b>
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>  Liitteet eivät ole julkisesti luettavissa		
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Kohvakka Arto	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>  Infratek Finland Oy	

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  26.04.2013
<b>Author(s)</b>  Ville Haljala	<b>Degree programme and option</b>  Electrical engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b>  Deployment and installation protocols alignment		
<b>Abstract</b>  <p>Infratek Oy Finland had identified the need for the development of deployment and installation protocols. Electrical installations and equipment as well as legislation and standards are constantly evolving. This ongoing development will lead to the fact that it is good to periodically check whether the protocol comply with the current situation. The purpose of this thesis was to develop the deployment and installation protocols and the associated instructions of less than 1000 and more than 1000 volts at Infratek Finland Oy.</p> <p>Infratek's existing deployment and installation protocols were compared with the theory. The topic has been limited to the installation and associated instructions of the project business. This thesis is a research-based, where the requirements for the content of the protocols were collected from the legislation and standards. Interviews were used in assessing the usability and functionality of the protocols.</p> <p>The end result of the work presents the revised and integrated protocol models with instructions</p>		
<b>Subject headings, (keywords)</b>  Electrical, Introduction, Installation inspection		
<b>Pages</b> 40+40	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>
<b>Remarks, notes on appendices</b>  Attachments are not available to the public		
<b>Tutor</b>  Arto Kohvakka	<b>Bachelor's thesis assigned by</b>  Infratek Finland OY	

## SISÄLLYS

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INFRATEK</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>LAKI JA ASETUKSET</b> .....	<b>3</b>
3.1	SÄHKÖTURVALLISUUSLAKI N:O 410/1996 .....	3
3.2	KAUPPA- JA TEOLLISUUSMINISTERIÖN PÄÄTÖS SÄHKÖLAITTEISTOJEN KÄYTTÖÖNOTOSTA JA KÄYTÖSTÄ (517/1996).....	3
<b>4</b>	<b>PIENJÄNNITE TARKASTUKSET JA KÄYTTÖÖNOTTO</b> .....	<b>4</b>
4.1	YLEISTÄ.....	4
4.2	AISTINVARAINEN TARKASTUS.....	5
4.3	KÄYTTÖÖNOTTOMITTAUKSET JA MITTAUSTEN AIKAINEN SÄHKÖTYÖTURVALLISUUS .....	6
4.3.1	<i>Jännitteettömänä tehtävät mittaukset</i> .....	7
4.3.2	<i>Jännitteisenä tehtävät mittaukset</i> .....	9
4.3.3	<i>Mittausten aikainen sähkötyöturvallisuus</i> .....	11
4.4	KÄYTTÖÖNOTTOPÖYTÄKIRJA .....	11
4.4.1	<i>Vähäisten sähköasennusten käyttöönottotarkastusten dokumentointi</i> .....	12
<b>5</b>	<b>SUURJÄNNITE TARKASTUKSET JA KÄYTTÖÖNOTTO</b> .....	<b>12</b>
5.1	YLEISTÄ.....	12
5.2	ENNEN KÄYTTÖÖNOTTOA TEHTÄVÄT ASIAT .....	13
5.2.1	<i>Viranomaismääräykset</i> .....	13
5.2.2	<i>Käyttöönottoa edeltävä dokumentointi, tarkastukset ja pöytäkirjat</i> .....	13
5.3	KÄYTTÖÖNOTOSSA TARVITTAVA DOKUMENTOINTI .....	14
5.3.1	<i>Käyttöönotto-ohjelma</i> .....	14
5.3.2	<i>Kytkentäpäätös</i> .....	15
5.3.3	<i>Visuaalinen tarkastus</i> .....	15
5.4	SUURJÄNNITEKOJEET .....	16
5.4.1	<i>Mittaukset</i> .....	16
5.5	KÄYTTÖÖNOTTO .....	17
5.5.1	<i>Aloituspalaveri</i> .....	17
5.5.2	<i>Käyttöönotossa tehtävät tarkastukset</i> .....	18
5.5.3	<i>Kytkenät käyttöönoton aikana</i> .....	18
5.5.4	<i>Käyttöönoton aikana tehtävät mittaukset</i> .....	19
5.5.5	<i>Käyttöönoton lopettaminen</i> .....	19
5.6	OHJAUS- JA SUOJAUSMENETELMÄT.....	20
5.6.1	<i>Ohjaus- ja suojausmenetelmien koestus</i> .....	20
5.6.2	<i>Koestuspöytäkirjat</i> .....	21
5.6.3	<i>Mittauspöytäkirjat</i> .....	21

5.6.4	Vastaanottokeustus (FAT) Factory Acceptance Test.....	21
5.6.5	Käyttöönottokeustus (SAT) Site Acceptance Test .....	22
5.7	TURVALLISUUS.....	22
5.7.1	Yleinen sähkötyöturvallisuus .....	23
5.7.2	Käyttö- ja sähkötoimissa toimijat .....	23
5.7.3	Työn sähköturvallisuuden suunnittelu .....	23
5.7.4	Varmistukset ennen käyttöönottolupaa .....	24
5.7.5	Turvallinen toiminta .....	24
<b>6</b>	<b>NYKYTILANTEEN KARTOITUS .....</b>	<b>25</b>
6.1	HAASTATELUIDEN POHJUSTAMINEN.....	25
6.2	HAASTATELUTILANNE.....	25
6.2.1	Haastateltavat henkilöt.....	25
6.2.2	Haastatteluissa löydetyt puutteet ja muutosehdotukset.....	26
<b>7</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>28</b>
7.1	PÖYTÄKIRJAMALLIEN KÄYTTÖÖNOTTAMINEN.....	29
7.2	KEHITYSIDEAT KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJAMALLEIHIN .....	29
7.2.1	Tiedostojen järjestäminen uudelleen .....	30
7.2.2	Alle 1000 voltin käyttöönottopöytäkirja .....	30
7.2.3	Eristysresistanssi- ja oikosulkumittauspöytäkirja .....	35
7.2.4	Yli 1000 voltin käyttöönottoasennuspöytäkirja.....	36
7.2.5	Katkaisija .....	37
7.2.6	Ohjeistus .....	38
7.3	KÄYTTÖÖNOTTO JA ASENNUSTARKASTUSPÖYTÄKIRJOJEN TÄYTTÄMINEN TULEVAISUUDESSA .....	39
7.4	OMAN TYÖN ARVIOINTI .....	39

## Lähteet

### Liitteet

- 1 Turvallisuusilmoitus
- 2 Käyttöönotto-ohjelma
- 3 Kysymyslista haastatteluihin
- 4 Alkuperäinen alle 1000 V sähköasennusten käyttöönottotarkastuspöytäkirja
- 5 Alustava ehdotus ja puutelistat
- 6 Havainnollistettu uusi käyttöönottotarkastuspöytäkirja alle 1000 V
- 7 Uusi eristysresistanssi- ja oikosulkumittauspöytäkirja
- 8 Vanha eristysvastusmittauspöytäkirja
- 9 Uusi sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuspöytäkirja Yli 1000 V
- 10 Vanha katkaisijan asennustarkastuspöytäkirja
- 11 Uusi katkaisijan asennustarkastuspöytäkirja
- 12 Ohje alle 1000 V käyttöönottotarkastuspöytäkirja
- 13 Ohje yli 1000 V käyttöönottotarkastuspöytäkirja
- 14 Ohje eristysvastus- ja oikosulkumittauspöytäkirja

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä aiheena on käyttöönotto- ja asennustarkastuspöytäkirjojen uudistaminen sekä näille pöytäkirjoille ohjeistuksen tekeminen. Työ suoritettiin Infratek Finland Oy yhtiölle, joka tarjoaa palveluita kriittisen infrastruktuuriin, kuten sähköverkon rakentamiseen ja näiden ylläpitämiseen.

Työn lähtökohtana oli, että käyttöönotto- ja asennustarkastuspöytäkirjamallit ja tämän täyttämisen ei ole nykypäivän vaatimalla tasolla. Infratekin tavoitteena on muodostaa selkeät ja helposti täytettävät pöytäkirjamallit sekä luoda pöytäkirjojen täyttämisen tueksi ohjeistus. Pöytäkirjat ja niiden ohjeet tehdään suomeksi ja englanniksi. Työn aihe on rajattu koskemaan asennus- ja käyttöönottotarkastuksia projektiliiketoiminnassa.

Teoriaosuudessa käsitellään lyhyesti alle ja yli 1000 voltin sähköasennusten toimintaperiaatteet käyttöönotto- ja asennustarkastusvaiheessa. Suojausmenetelmät suurjännitelaitteistossa käsitellään yhtenä osana suurjänniteluvussa, mutta tähän tarkempaa paneutumista ei suoritettu aiheen laaja-alaisuuden takia. Lakia ja standardeja käsittelevän materiaali on kerätty alan kirjallisuudesta ja Internet-julkaisuista.

Työn kannalta oleellinen osio pöytäkirjojen käytettävyyden ja toimivuuden analysointiin on pöytäkirjoja työssään käyttävien henkilöiden haastattelut nykyisten mallien käytöstä. Haastateltavat henkilöt olivat esimiehiä, työmaapäälliköitä, kojeistajia ja sähköasentajia

Työn lopputuloksena esitellään uudistetut alle ja yli 1000 voltin sähköasennusten käyttöönotto- ja asennustarkastuspöytäkirjamallit ohjeistuksineen.

## **2 INFRATEK**

Infratek on Pohjoismaiden johtava kriittisen infrastruktuurin rakentamis- ja ylläpitotyön sekä turvajärjestelmien kokonaistoimittaja, jolla on noin 1 700 työntekijää. Infratekin pääkonttori sijaitsee Oslossa sekä yhteensä yli 40 toimistoa Norjassa, Ruotsissa, Suomessa ja Tanskassa /1./

Infratek Finland Oy toimii yhtenä osana Infratek -konsernia ja Suomen yhtiössä toimii noin 130 henkilöä. Suomen yksikön pääkonttori sijaitsee Vantaan Tammistossa. Suomessa Infratek toimii laajalla alueella ympäri Suomea, aina Etelä-Suomesta Pohjois-Suomeen. Infratek -konserni jakautuu kolmeen liiketoiminta-alueeseen: paikallisverkkoihin, siirtoverkkoihin ja turvallisuuspalveluihin. Infratek Finland Oy toiminta on siirtoverkkotoimintaa. /1/

### **Paikallisverkkotoiminta**

Paikallisverkkotoiminta tarjoaa muun muassa sähkönjakeluverkkoon, kaukolämpöverkkoon, kuituverkkoon ja rautatiejärjestelmiin liittyviä projekti-, rakennus-, kunnossapito- ja huoltovalmiuspalveluja. /1./

### **Siirtoverkot**

Siirtoverkkoliiketoiminta tarjoaa projekti-, rakennus-, kunnossapito- ja huoltovalmiuspalveluja sekä erityisosaamista suurjänniteverkoissa. Palveluihin kuuluvat muun muassa muuntajat, kaapeli- sekä linja-asennukset ja kunnossapito /1./ Opinnäytetyöni painottuu siirtoverkkoliiketoimintaan Suomen yhtiössä.

### **Turvallisuus**

Turvallisuusliiketoiminta-alue on teknisten turvallisuusratkaisujen kokonaistoimittaja Pohjoismaiden suurasiakasmarkkinoilla ja lisäksi Norjan suurin sähköturvallisuuspalveluiden toimittaja. Valikoimaan kuuluvat kulunvalvonta-, hälytin-, ja kameravalvontajärjestelmät, lukot ja helat sekä näiden kunnossapitopalvelut /1/

## **3 LAKI JA ASETUKSET**

### **3.1 Sähköturvallisuuslaki N:o 410/1996**

Tässä laissa säädetään sähkölaitteille ja -laitteistoille asettavista vaatimuksista, sähkölaitteiden ja -laitteistojen vaatimustenmukaisuuden osoittamisesta ja vaatimustenmukaisuuden valvonnasta, sähköalan töistä ja niiden valvonnasta sekä sähkölaitteen ja -laitteiston haltijan vahingonkorvausvelvollisuudesta.

Sähköturvallisuuslaki N:o 410/1996 §7 mukaan, sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön vasta, kun käyttöönottotarkastuksessa on selvitetty, että siitä ei aiheudu 5§:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä.

Sähkölaitteet ja laitteistot on suunniteltava, rakennettava ja korjattava niin, ettei siitä aiheudu kenellekään minkäänlaista vaaraa, niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä, sekä niiden toiminta ei häiriinny helposti, sähköisesti tai sähkömagneettisesti/13.§5/

Muutokset osiossa 913/2002 Jakeluverkonhaltijan on tallennettava ministeriön määräämisissä tapauksissa rekisteriinsä tiedot vastuualueellaan uutena liittymänä käyttöönotetuista sähkölaitteistoista./13.§18/

Sähköturvallisuuslain 410/1996§19 Sähkölaitteiston rakentajan tulee huolehtia sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksesta ja ilmoituksen tekemisestä sähköturvallisuusviranomaisille tai jakeluverkonhaltijalle. Jos rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai on estynyt huolehtimaan niistä, tulee sähkölaitteiston haltijan huolehtia tarkastuksista ja ilmoituksien tekemisestä.

### **3.2 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä (517/1996)**

Tämä päätös koskee sähkölaitteiston tarkastuksia, huoltoa ja kunnossapitoa /4.§1/

Sähköturvallisuuslain (410/69) §5 mukaan, sähkölaitteistolle on tehtävä käyttöönottotarkastus, jossa varmennetaan, ettei sähkölaite aiheuta vaaraa tai häiriötä.

Käyttöönottotarkastuksen tehneen henkilön tulee allekirjoittaa tarkastuspöytäkirja, jolla todetaan edellä mainittu sähkölaitteisto turvalliseksi.

## 4 PIENJÄNNITE TARKASTUKSET JA KÄYTTÖÖNOTTO

Luku neljä esittää standardit alle 1000 voltin sähköasennusten tarkastuksille, käyttöönotolle sekä niiden toimintatavoille ja dokumentoinnille.

### 4.1 Yleistä

Sähkölaitteistolle on tehtävä käyttöönottotarkastus, jossa riittävässä laajuudessa selvitetään, ettei sähkölaitteistosta aiheudu sähköturvallisuuslain 5§ tarkoitettua vaaraa tai häiriötä /14. s.319/

Ennen käyttöönottoa asennus on tarkastettava, että laitteisto on määräystenmukainen ja siten turvallinen. Nämä todetaan aistinvaraisilla tarkastuksilla sekä mittauksilla ja testauksilla /14. s 318/.

Käyttöönottotarkastuksen tekijän tulee olla riittävän ammattitaitoinen suorittamaan tehtävää tarkastusta. Hänen tulee olla sähköalan ammattilainen, joka tarvittavassa laajuudessa tuntee kyseiseen työhön liittyvät määräykset ja ohjeet /12, s 9/.

Ennen tarkastuksen aloittamista on tarkastajana toimivalle henkilölle toimitettava vaaditut dokumentit joista ilmenee erityisesti seuraavat ehdot

- virtapiirien laji ja rakenne (kulutuspisteiden sijainti johtimien lukumäärä ja koko, johtolaji, johtojen tyypit) /9, s 222/.
- tiedot, joiden avulla suoja-, ja kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuudet ja niiden sijainti voidaan tunnistaa/9, s 222/.

## **4.2 Aistinvarainen tarkastus**

Aistinvarainen tarkastus ajoittuu asennettavasta kohteesta tai tehtävästä työstä riippumatta koko työsuorituksen ajalle. Se on laajin käyttöönottotarkastuksiin kuuluva osa-alue /12, s 11/

Seuraavassa käsitellään lyhyesti yleisempiä asioita joita tulee tarkastaa aistinvaraisessa tarkastuksessa. Suluissa viitataan SFS-6000 kohtiin josta voi löytää yksityiskohtaisempaa tietoa aistinvaraisista tarkastuksista.

### **Sähköiskuilta suojaukseen käytetyt menetelmät (osa 4-41)**

Sähköiskulta suojaaminen normaalissa käyttötilanteessa edellyttää, että laitteen perussuojaus on kunnossa. Koteloiden on oltava ehjiä ja johtojen eristyksen on oltava kunnossa. /14, s 320/. Tarkistetaan myös, onko suojausmenetelmä vikatilanteissa oikea kyseiseen tilaan. Uusissa rakennuksissa suojausmenetelmänä toimii automaattisen poiskytkennän avulla.

### **Palosuojaus (osa 4-42, luku 527)**

Tässä kohdassa kiinnitetään huomio sähkölaitteiden läheisyydessä olevien materiaalien palamiseen, syttymiseen tai huononemiseen. Lisäksi tulee ottaa huomioon mahdollisten palovammojen riskin eliminoiminen sekä asennettujen laitteiden turvallisen toiminnan mahdollinen huonontuminen. /12, s11/. Tarkistetaan myös, että etäisyydet ovat oikeat ja näin turvataan, ettei sähkölaite aiheuta itselleen tai ympäristölle tulipalon vaaraa.

### **Johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitteenalenevan kannalta (osa 4-43, luvut 523-525)**

Todetaan ylikuormitus- ja oikosulkusuojausten olemassaolo sekä oikea sijoittelu. Varmistetaan suojalaitteiden asettelut, selektiivisyys ja yhteensopivuus sekä kiinnitetään huomio mahdollisiin johdinpituuksien muutoksiin alkuperäiseen suunnitelmaan nähden erityisesti jännitteenalenevan ja laskennallisten oikosulkuvirta-arvojen kannalta /12, s12/.

Aistinvaraisia tarkastuksia on vielä paljon lisää, mutta niitä ei nähty aiheelliseksi käsitellä työssä tarkemmin.

#### **Lista aistinvaraisista tarkastuksista.**

- Suoja-, käyttö- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu (osa 5-53)
- Erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus (luku 536)
- Sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan (kohdat 422, 512.2 ja 522)
- Nolla- ja suojajohtimien tunnuksiset (kohta 514.3)
- Yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin (luku 537)
- Piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo (kohta 514.5)
- Virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus (luku 514)
- Johtimien liitosten sopivuus (luku 526)
- Suojajohtimien sekä pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimien asennus ja sopivuus (osa 5-54)
- Sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila (luvut 513 ja 514 ja osa 7-729)

#### **4.3 Käyttöönottomittaukset ja mittausten aikainen sähkötyöturvallisuus**

Käyttöönottotarkastukseen liittyy useita eri mittauksia ja toimintatestejä. Mittaamalla voidaan todeta suojajohtimen jatkuvuus, eristysresistanssi, silmukkaimpedanssi, oikosulkuvirta ja kiertosuunta. Samoin vikavirtasuojien tarkastuksiin liittyy toiminnallisten kokeiden lisäksi aina mittauksia. /12, s17/. Käyttöönottomittaukset ovat myös osana tukemassa aistinvaraisiatarkastuksia

Seuraavat esitetyt toimenpiteet laitteiston vaatimustenmukaisuuden toteamiseksi perustuvat standardin SFS 6000 kohdan 61.2 vaatimuksiin. /14, s 325/.

### 4.3.1 Jännitteettömänä tehtävät mittaukset

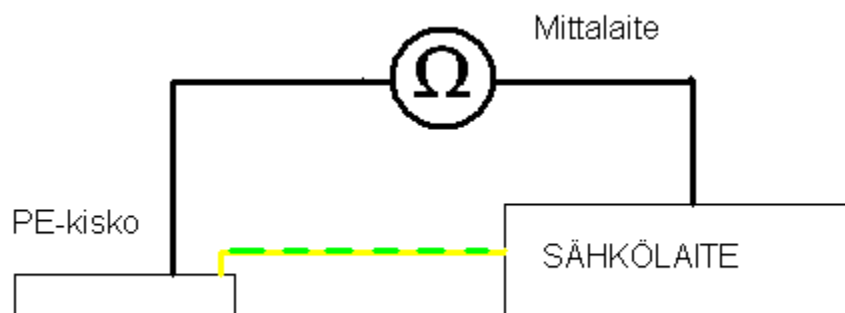
Ennen jännitteen ensikytkentää on varmistuttava, että sähkölaitteisto on riittävän turvallisessa kunnossa. Siksi tietyt käyttöönottotarkastukseen kuuluvat mittauksetkin aistinvaraisten tarkastusten lisäksi on tehtävä ennen, kuin sähkölaitteistoon kytketään jännite ensi kerran /12, s 18/.

#### Suojajohtimen, PEN- ja potentiaalitasausjohtimien jatkuvuuden mittaus

Tämän testauksen tarkoituksena on selvittää, että vikasuojauksen edellyttämät suojajohdinpiirit ovat koko matkaltaan jatkuvia eli niiden liitokset ovat tehty oikein. /14, s 325/. Jokainen suojayhteys mitataan erikseen.

Kuvasta 5.1 käy yksinkertaisuudessaan selville suojajohtimen jatkuvuuden mittauksen pääperiaate. Mittalaite kytketään PE-kiskon ja mitattavan sähkölaitteen välille. Mittalaite ilmoittaa jos niiden välillä ei ole tarvittavaa suojamaata.

Mittauksituloksille ei ole tarkkaa hyväksyttyä raja-arvoa. Tulosta tulee verrata mitattavan johtimen poikkipinnan ja piteuden perusteella arvioitavissa olevaan arvoon. /14, s 325/

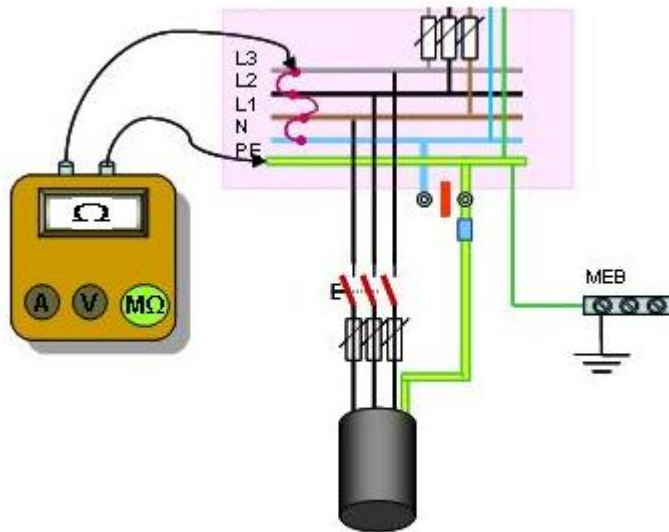


**Kuva 4.1 Suojajohtimen jatkuvuuden mittauksen pääperiaate**

#### Eristysresistanssinmittaus.

Eristysresistanssimittauksella varmistetaan, että jännitteiset osat ovat eristettyjä maasta. Eristysresistanssi on mitattava kaikkien jännitteisten johtimien ja maadoitusjärjestelmään kytketyn suojajohtimen väliltä. Tässä testissä jännitteiset johtimet (äärijohtimet ja nollajohtimet) voidaan kytkeä yhteen. /9, s 356/. Katso kuva

5.2 missä on kuvattu TN-S-järjestelmän mittaus. Siinä on kytketty äärijohtimet ja nolajohtimet yhteen.



**Kuva 4.2 Eristysresistanssi mittaus TN-S-järjestelmässä**

Ylijännitesuojat ja muut laitteet, jotka voivat vaikuttaa mittaustulokseen ja rikkoutua testissä, tulee nämä irrottaa järjestelmästä ennen mittauksen aloittamista.

**Taulukosta 5A eristysresistanssin vähimmäis- sallitut arvot**

Virtapiirin nimellisjännite V	Koejännite V	Eristysresistanssi MΩ
SELV ja PELV	250	≥ 0,5
Max 500 V, FELV myös	500	≥ 1,0
Yli 500 V	1 000	≥ 1,0

**Suojaus SELV- tai PELV-järjestelmällä tai sähköisellä erotuksella.**

SELV- tai PELV-järjestelmän jännitteisten osien erotus muiden virtapiirien jännitteisistä osista ja maasta todetaan mittaamalla eristysresistanssi. Resistanssiarvojen on oltava taulukon 5A mukaisia.

Kummassakin järjestelmässä suojauksena käytetään  $U \leq 50 \text{ V AC}$  tai  $\leq 120 \text{ V DC}$ .

## **Sähköinen erotus**

Käytettäessä suojausmenetelmänä sähköistä erotusta tulee käyttöönottotarkastuksessa mittaamalla varmistua jännitteisten osien erotus muiden virtapiirien jännitteisistä osista ja maasta. /12, s 28/.

Sähköisesti erotetun virtapiirin rakenne on esitetty standardin SFS6000 kohdassa 413 tarkemmin. /9, s 330/.

## **Lattia- ja seinäpintojen eristysresistanssin mittaus**

Mittausta ei yleensä pakolla vaadita, mutta jos suojausmenetelmänä käytetään eristävää ympäristöä, tulee mittaus tehdä. Mittaus tehdään samassa tilassa kolmesta eri kohdasta mittausta vaativalle pinnalle.

Jos johtavalle tai puolijohtavalle seinäpinnalle asennetaan takaa avoin jakokeskus. voidaan joutua mittaamaan seinä- ja lattiapintojen resistanssi. Seinä voi joutua alttiiksi jännitteelle tämän kaltaisissa tilanteissa.

## **Maadoituselektrodi**

TN- järjestelmässä ei liittymän maadoituselektrodin resistanssia tarvitse yleensä mitata. /14, s 332/.

Käytettäessä yhteistä maadoitusta pien- ja suurjännitepuolella, tulee maadoitusresistanssi mitata/14, s 332/.

### **4.3.2 Jännitteisenä tehtävät mittaukset**

#### **Syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan mittaus**

Vikasuojauksen toimivuuden varmistamiseksi vaaditaan syötön automaattisen poiskytkennän testausta. Suoritettavien mittausten määrä riippuu siitä, ovatko suunnitteluvaiheessa tehdyt laskelmat vikavirtapiiriin impedanssista käytettävissä. /14, s 332/

Vikasuojausta koskevat vaatimukset täyttyvät kun:

- a) vian aiheuttama vaarallinen kosketusjännite kytkeytyy automaattisesti pois vaatimusten edellyttävässä ajassa tai
- b) vian aiheuttama kosketusjännite rajoitetaan vaarattomaan arvoon /14, s 332/.

Tarkemmat ohjeet ja vaatimukset SFS 6000 kohdat 411.4.4 ja 411.3.2

### **Vikavirtasuojan toiminnan testaus**

Vikavirtasuojan toiminta on varmistettava testaamalla se ensin testipainikkeella sekä testataan, ettei vikavirtasuojan toimintavirta ylitä laitteen nimellistoimintavirtaa. /14, s333/. Poiskytkentäaika suositellaan mitattavaksi kaikissa tapauksissa, mutta se on tehtävä aina, kun käytetään käytettyjä vikavirtasuojia, olemassa olevien asennusten muutos- ja laajennustöissä, joissa olemassa olevia vikavirtasuojia käytetään poiskytkentälaitteina tai kun vikavirtasuojaa käytetään vikasuojaukseen ja lisäsuojaukseen. /12, s 34/.

### **Napaisuus**

Koska yksinapaisten kytkinlaitteiden asentaminen nollajohtimeen on kielletty, on varmistettava, että kaikki yksinapaiset kytkinlaitteet on kytketty vaihejohtimiin /9, s 360/.

### **Kiertosuunnan tarkistus**

Monivaiheisissa piireissä on tarkistettava, että kiertosuunta säilyy asennuksien jälkeen. Näin myös keskuksista, joista ei lähde yhtään monivaiheista ryhmäjohtoa, on kiertosuunta tästä huolimatta tarkistettava.

### 4.3.3 Mittausten aikainen sähkötyöturvallisuus

Käyttöönottotarkastuksissa tehtävät mittaukset on sähkötyöturvallisuusstandardissa määritelty toimenpiteiksi, joita saavat tehdä vain sähköalan ammattihenkilöt/14, s 335/

Ennen mittausten suoritusta tulee turvallisuustoimenpiteistä vastaavan henkilön varmistua, että muun muassa seuraavat asiat ovat kunnossa. /14, s 336/

- Jännitteettömäksi tehtävä laitteisto on jännitteetön.
- Jännitteen kytkentä mittauskohteessa on kielletty
- Mitattaessa ei ole varaa koskettaa jännitteisiä osia
- Mittajohtimilla ei aiheuta oiko- tai maasulkua.

Mittausta tekeville henkilöille on annettava riittävä opastus ja ohjeet mittalaitteiden ja käytöstä. Etenkin jännitteisten osien kanssa työskennellessä tämä on ensisijaisen tärkeää, ettei tehtävästä työstä aiheudu ylimääräistä vaaraa itselleen tai ympäristölle-

### 4.4 Käyttöönottopöytäkirja

Uuden asennuksen tai olemassa olevan asennuksen laajennuksen tai muutoksen valmistuttua on täytettävä käyttöönottopöytäkirja tehdyn tarkastuksen jälkeen. Sen pitää sisältää asennuksen yksityiskohtaisen määrittelyn sekä tulokset tarkastuksista ja testauksista /9, s 361/.

Pöytäkirjassa on käytävä seuraavat asiat ilmi /14, s 334/.

- Kohteen yksilöintitiedot
- Selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta
- Yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä
- Tarkastusten ja testauksen tulokset

Tarkastuspöytäkirjaan tulee merkitä tehdyistä mittauksista /14, s 334/.

- Eristysresistanssimittauksista kaikki tulokset
- Silmukkaimpedanssimittauksista kaikki tulokset
- Vikavirtasuojien mittaustulokset
- Jatkuvuudenmittauksista vaatimusten toteutuminen keskuskohtaisesti

- Kiertosuunta keskuskohtaisesti
- Oikosulkumittaukset

#### **4.4.1 Vähäisten sähköasennusten käyttöönottotarkastusten dokumentointi**

Kaikki sähkötyöt eivät ole laajuudeltaan ja suuruudeltaan kattavia, mutta tästä huolimatta kaikille asennuksille on tehtävä käyttöönottotarkastus koosta riippumatta. Käyttöönotto menettelyt on esitelty yksityiskohtaisemmin SFS 6000 osiossa 6.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa ei tarvitse, kun: /14, s 335/.

- Töistä joista voi aiheutua vain vähäistä vaaraa (maalikolle sallitut työt)
- Enintään 50 V AC tai 120 DC sähkölaitteistojen asennuksista
- Yksittäisten kojeiden syöttöön liittyvistä muutos- ja täydennysasennuksista enintään 1000 V jännitteellä.

## **5 SUURJÄNNITE TARKASTUKSET JA KÄYTTÖNOTTO**

Luvussa viisi aiheena on asennustarkastukset ja käyttöönotto yli 1000 voltin sähköasennuksissa ja suurjännitekojeissa. Säädökset perustuvat SFS 6001 standardeihin.

### **5.1 Yleistä**

Suurjännitelaitteistojen käyttöönottomennettelyt ja tarkastukset ovat suurimmaksi osaksi verkkoyhtiökohtaisia ja käytännöt niiden suhteen hyvin kirjavia. Useilla toimijoilla on arkistoissaan omia käyttöönottotarkastuspöytäkirjamalleja sekä ohjeistuksia ja ne on tehty verkonhaltijan näkökulmasta heille toimivaksi ratkaisuksi. Lomakkeissa on tyypillisesti käytetty kolmijakoista lomaketta, oma lomake suurjänniteverkolle, oma muuntamoille ja oma pienjännite sähköverkoille /15, s 24, 25/.

Luvun viisi materiaali koostuu Fingridiltä ja Infratekiltä sekä haastattelutilanteissa saatujen materiaalien pohjalta, yleisen ohjeistuksen ja tiedon puuttuessa suurjännitesähköasennuksissa.

Suurjännitteen tarkastuksissa ja käyttöönotossa on otettava erityisesti huomioon sähkötyöturvallisuus sillä työskennellessä yli 1000 voltilla, sähköiskut ja valokaaret saattavat aiheuttaa pysyviä vaurioita tai jopa hengenlähtöjä.

## 5.2 Ennen käyttöönottoa tehtävät asiat

Ennen jännitteiden kytkemistä päälle työkohteeseen on otettava useita asioita huomioon turvallisen työn kannalta, mitään työvaihetta ei tule laiminlyödä tai unohtaa suoritettavan työn aikana.

### 5.2.1 Viranomaismääräykset

Ennen jännitteiden päälle kytkemistä tulee varmistua seuraavista viranomaismääräyksistä /5, s 2/.

- Ktm:n päätös 517/96 sähkölaitteiston käyttöönotosta ja käytöstä
- SFS 6001 (osa 10) suurjännitesähkösäennukset
- EN 50341-1 osa 12 voimajohdot
- Voimassa olevat standartit, esitetty Tukes-ohjeessa s10
- Sähköturvallisuusilmoitus, katso **Liite 1**

### 5.2.2 Käyttöönottoa edeltävä dokumentointi, tarkastukset ja pöytäkirjat

Ennen jännitteiden kytkemistä on varmistuttava, että tarkastukset on tehty ja havaitut puutteet korjattu. /5, s 3/.

- Urakoitsijan laatima ja korjaama sähköasemadokumentointi (pääkaaviot, piirikaaviot, johdotustaulukot sekä pääkomponenttien asennus-, käyttö-, ja huolto-ohjeet)
- Urakan laajuuden mukainen päivitetty järjestelmäkuvaus
- Käyttöönotettavien kojeiden ja laitteiden tiedot on toimitettu tilaajalle
- Urakoitsijan tekemät asennustarkastukset, testaukset ja koestukset
- Tilaajan tekemä sähköturvallisuustarkastus (sähköturvallisuustarkastuspöytäkirja)
- Urakoitsijan tekemä käyttöönottotarkastus (käyttöönottotarkastuspöytäkirja liitteineen)

### 5.3 Käyttöönnotossa tarvittava dokumentointi

Ennen järjestelmän tai laitteiston kytkemistä jännitteiseksi, on varmistuttava siitä, että käyttöönottoon osallistuvilla henkilöillä on mukanaan seuraavien dokumenttien viimeisimmät versiot ja he ovat tutustuneet sekä ymmärtäneet käyttöönotettavan sähkölaitteiston kokonaisuuden /5, s 5/

#### 5.3.1 Käyttöönotto-ohjelma

Käyttöönotto-ohjelmassa käydään lävitse käyttöönoton aikaiset tapahtumat, kuten dokumenttien ja pöytäkirjojen tarkastukset, asennustarkastukset, sähkötyöturvallisuus, kytkentätoimet, sekä yleistiedot, missä järjestyksessä mikäkin työvaihe tulee tapahtumaan.

Urakoitsija toimittaa hyväksytyyn käyttöönotto-ohjelman työkuvana kommentointiprosessin kautta sähköisenä sekä lähettää käyttöönotto-ohjelman sähköpostilla. Hyväksytyyn käyttöönotto-ohjelmaan ei saa tehdä muutoksia, muuten kuin kommentointiprosessin kautta. Katso esimerkki käyttöönotto-ohjelmasta **Liite 2**

#### Henkilöt käyttöönnotossa

Käyttöönottoon osallistuvat henkilöt määritetään käyttöönotto-ohjelmassa. Käyttöönnotossa on oltava mukana sekä urakoitsijan että tilaajan edustus. /5, s 4/.

Pääsääntöisesti käyttöönottoon osallistuu urakoitsijan projektipäällikkö tai työmaapäällikkö ja pääkoestaja sekä tilaajan projektipäällikkö, käytöstä vastaava suojasiasiantuntija ja paikalliskytkijä. Käyttöönottoon osallistuvien henkilöiden määrä pyritään rajoittamaan mahdollisimman pieneksi vaaratilanteiden välttämiseksi. /5, s 4/

#### Käyttöönoton vastuut

Järjestelmän käyttöönotto tehdään yhteistyössä urakoitsijan ja tilaajan kanssa. Urakoitsijalla on kokonaisvastuu järjestelmän käyttöönnotossa ja tilaajalla vastuu kytkentöjen oikeellisuudesta ja toteutuksesta. Urakoitsijan ja tilaajan

päävastuuhenkilöiden lisäksi käyttöönotto-ohjelmaan nimetään vastuuhenkilöt mittauksiin /5, s 4/.

### **5.3.2 KytKentäpäätös**

KytKentäpäätöksellä annetaan työn kaikille osapuolille tietoa sekä toimintaohjeistus kytkennässä tapahtuvaan vaikutusalueeseen. Päätöksellä annetaan myös samalla toimeksianto jännitteiden päälle kytkemiseen työkohteeseen.

KytKentäpäätöksen laatii tilaaja, käyttöönotto-ohjelman sekä käyttö- ja sähkötyöturvallisuusohjeen mukaisesti. /5, s 3/

### **5.3.3 Visuaalinen tarkastus**

Ennen kytKentätoimia ja käyttöönottoa suoritetaan visuaalinen tarkastus. Tämä tarkastus voidaan tehdä ennen käyttöönottopäivää, mutta viimeistään käyttöönottopäivän alussa tilaajan ja urakoitsijan toimesta. /6, s 4/.

Suurjännitesähköasennusten visuaalisen tarkistuksen tavoitteena on määrittää silmämääräisesti sähköasennusten valmius käyttöönottoon. Visuaalinen tarkastus on myös osa sähkötyöturvallisuutta.

Visuaalisessa tarkastuksessa käydään lävitse seuraavia asioita /6, s 4/

- Asemalta löytyy tarvittavat työmaadoituslaitteet ja jännitteentoteaja.
- Jako- ja relekaapit sekä keskukset on silmämääräisesti kunnossa
- Kentät, laitteet, kaapit ja voimajohdot sekä muut kokonaisuudet ovat merkitty vaatimusten mukaisesti
- Portin- ja aidan asennukset, varoituskilvet sekä aitamaadoitukset ovat kunnossa ja täyttävät niille asetetut määräykset
- Liuku- ja kulkuportin lukitukset ovat kunnossa
- Maadoitukset ovat silmämääräisesti kunnossa.
- Lippusiimat ja lisävaroituskilvet on asennettu tulevaa käyttöönottoa varten.
- Työnaikaiset lisätyömaadoitukset on poistettu.
- Telineet, - kojeet, - virtaputket ja - köydet sekä vaihejärjestys ovat silmämääräisesti kunnossa käyttöönoton vaatimassa laajuudessa.

## **5.4 Suurjännitekojeet**

Yhtenä osa-alueena suurjännitelaitteiston käyttöönotossa on suurjännitekojeet.

Suurjännite kojeita ovat muun muassa:

- mittamuuntajat
- erottimet
- katkaisijat

### **5.4.1 Mittaukset**

#### **Mittamuuntajat**

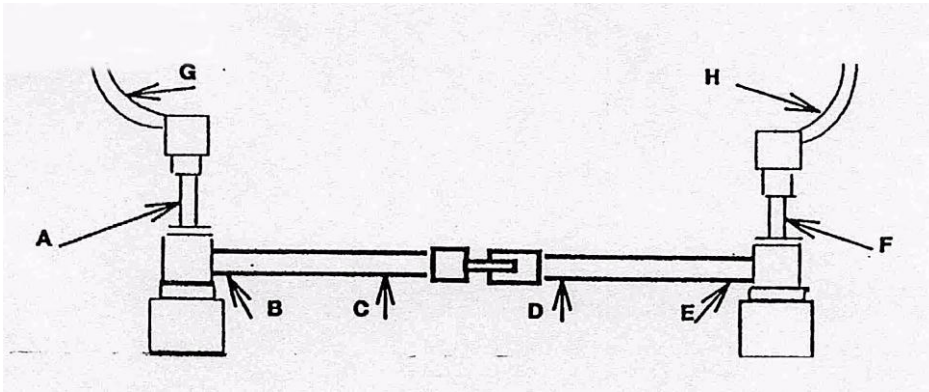
Virtamuuntajista mitataan napaisuus, muuntosuhde, eristysvastus ja toisiotaakka sekä varmistetaan, että releet on kytketty oikealle virtamuuntajan sydämelle ajamalla magnetoimiskäyrä tämän lävitse /10, s 5/.

#### **Jännitemuuntaja**

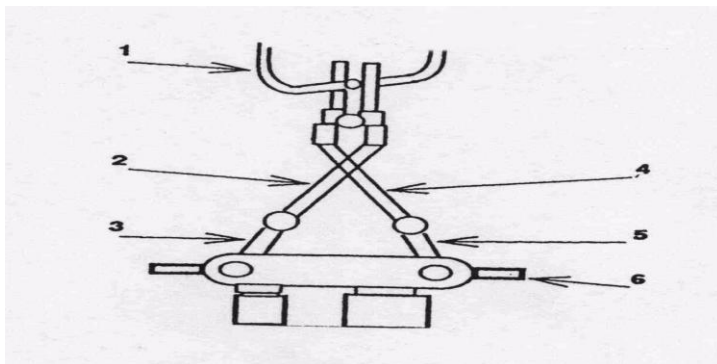
Jännitemuuntajista mitataan napaisuus, muuntosuhde, eristysvastus ja taakka sekä käyttöönoton yhteydessä kiertokenttä. Lisäksi poistetaan ylimääräiset maadoitukset avokolmiosta /10, s 6/

#### **Eroottimet**

Kierro- ja tartuntaerottimille tehdään samat mittaukset. Molemmista mitataan ylimenovastus jokaisen vaiheen ja tartunta pinnan kohdalta sekä moottoriohjaimen vääntömomentti.



**Kuva 5.1 Kiertoerotin**



**Kuva 5.2 Tartuntaerotin**

## Katkaisijat

Katkaisijasta mitataan katkaisijan toiminta-ajat, pääkoskettimien ylimenovastus, ympäristön lämpötila, moottori- ja ohjausjännitteet sekä ohjauskelojen toimintajännitteet ja resistanssit

## 5.5 Käyttöönotto

Luvussa käsitellään käyttöönotton päivänä käytäviä asioita, kuten tarkastuksia, aloitus- ja lopetuspalaverit

### 5.5.1 Aloituspalaveri

Käyttöönottoon osallistuvat henkilöt pitävät käyttöönottopalaverin, jossa käydään lävitse käyttöönottoon liittyvät vastuut, toiminta ja dokumentit. Käyttöönotton aloituspalaverin yhteydessä sekä tilaajan että urakoitsijan edustajat tarkistavat, että

asemalla olevalla poikkeamalistalla ei ole asioita, jotka estävät käyttöönoton aloituksen. Jokainen osallistuja hyväksyy osaltaan, että käyttöönottoimenpiteet voidaan aloittaa /5, s 4/

Tilaaajan käytöstä vastaava ilmoittaa verkkokeskukseen, että kaikki käyttöönotossa vaadittavat dokumentoinnit ovat käytettävissä ja käyttöönotto voidaan aloittaa. Verkkokeskus hyväksyy osaltaan, että käyttöönottoimenpiteet voidaan aloittaa /5, s 4/.

### **5.5.2 Käyttöönotossa tehtävät tarkastukset**

Tarkastuksella varmistetaan, että sähkölaitteisto on vaatimusten mukainen ja sitä on turvallista käyttää koko sen käyttöiän /11, s 15/ Sähkölaitteistolle suoritetaan myöhemmin määräaikaistarkastuksia, missä ilmenneitä vikoja pystytään korjaamaan tai huoltamaan

Käyttöönoton aikana tehtävät tarkastukset suoritetaan urakoitsijan toimesta. Tilaaajan edustaja seuraa urakoitsijan edustajan mukana tehtäviä tarkastuksia. Käyttöönoton aikana tehtävät tarkastukset tehdään käyttöönotto-ohjelman mukaisesti /5, s 5/

Tehtäviä tarkastuksia on /6, s 9/

- Pyydetään edustajalta varmistus että johtojen jälleenkytkennät ovat suunnitellusti päällä tai pois
- Varmistetaan, että kenttien maadoituskytkimet ovat auki, tarvittaessa kytkimet avataan
- Varmistetaan, että kiskojen kiskomaadoituskytkimet ovat auki, tarvittaessa kytkimet avataan

### **5.5.3 Kytkennät käyttöönoton aikana**

Mahdollisia kytkentöjä itse käyttöönoton aikana ei välttämättä tehdä, mutta esimerkiksi Fingrid saattaa kuitenkin vaatia tiettyjä kytkentöjä tehtäväksi käyttöönoton aikana. Suojausten lukitusehtoja voi joutua yhdistelemään hetkellisesti sekä suorittamaan liittimien aukaisuja ja sulkemisia.

Käyttöönoton aikaiset kytkennät johdotetaan verkkokeskuksesta. Kytkenät toteutetaan verkkokeskuksen laatiman kytkentäohjelman mukaisesti. Paikalliskytkijä tarkistaa paikanpäällä laitteiden ohjauksien toteutumisen. Tilaajan käytöstä vastaava valvoo kytkentöjen etenemistä ja laitteiden oikeaa toimintaa /6, s5/

#### **5.5.4 Käyttöönoton aikana tehtävät mittaukset**

Mittaus on sähkötyötä jossa mittalaitteella selvitetään sähkölaitteistosta tai laitteesta esimerkiksi sen ominaisuuksia tai siinä esiintyviä vikoja. Mittaukset on tehtävä hyväksytyillä ja tarkistetuilla sähköalan mittalaitteilla /11, s 14/.

Käyttöönoton aikana ei enää suoriteta välttämättä mittauksia. Mittaukset ovat suoritettu valmiiksi ennen käyttöönoton aloittamista, sillä mittauksista pitää olla pöytäkirjat valmiina ennen käyttöönoton aloittamista.

Käyttöönoton aikana mahdolliset tehtävät mittaustoimenpiteet suoritetaan urakoitsijan toimesta. Tilaajan suojauksesta vastaava henkilö valvoo tarvittaessa suoritettavia mittauksia. Käyttöönoton aikana tehtävät mittaukset tehdään käyttöönotto-ohjelman mukaisesti /6, s 5/.

Mahdollisia käyttöönoton aikana suoritettavia mittauksia ovat:

- suojausvirtojen ja jännitteiden mittaaminen
- jännitekoee käyttäjännitteellä ilman kuormaa käyttöönotettaville ensiöpiireille
- virtamuuntajien virranmittaus (L1, L2 ja L3)
- kiskojännitemuuntajien jännitemittaus (L1, L2 ja L3)

#### **5.5.5 Käyttöönoton lopettaminen**

Käyttöönotto päättyy, kun käyttöönotto-ohjelman kaikki kohdat on läpikäyty jonka jälkeen käyttöönotto-ohjelma allekirjoitetaan käyttöönottoon osallistuvien henkilöiden osalta jonka jälkeen pöytäkirja arkistoidaan asemalle. Käytössä oleviin piireihin ei saa mennä enää töihin käyttöönoton jälkeen ilman tilaajan erillistä lupaa. Mahdollisista puutteista, niiden korjauksista ja korjausaikataulusta on sovittava tilaajan edustajan kanssa. /5, s 5/.

Mahdollisia puutteita ovat esimerkiksi kaapelimerkintöjen, varoituskylttien, turvaaitojen tai asennustapojen kanssa. Näistä tehdään edellä mainittu puutelistasta ja puutteet korjataan jälkikäteen.

Käyttöönottotarkastuksen loputtua sähköasennukset siirtyvät seuraavaksi vastaanottotarkastuksiin ja määräaikaistarkastuksiin.

## **5.6 Ohjaus- ja suojausmenetelmät**

Vaikka sähköverkossa käytettävien laitteiden suunnitteluun ja kunnossapitoon käytettäisiin kuinka paljon rahaa ja aikaa tahansa, verkossa sattuu ajoittain vikoja. Peruseriaatteena voidaan pitää, että mitä kriittisempi ja arvokkaampi verkon osa on, sitä kattavammin se suojataan erilaisten vikojen varalta. /8, s 23/

Ylivoimaisesti suurin osa suurjännitteisen sähköverkon vioista on salamaniskujen ja myrskyjen aiheuttamia, mutta myös erilaiset laitevauriot ja inhimilliset erehdykset aiheuttavat vikoja. /8, s 23/

Sähköverkon suojausjärjestelmän tärkeimpänä tehtävänä on tunnistaa ja erottaa vikaantunut verkon osa muusta järjestelmästä riittävän nopeasti ja luotettavasti. Vian erottamatta jättämisestä aiheutuisi vaaraa niin ihmisille, laitteille kuin koko voimajärjestelmän toimivuudelle /8, s 23/.

### **5.6.1 Ohjaus- ja suojausmenetelmien koestus**

Ohjaus- ja suojausmenetelmien koestuksella on suuri merkitys käyttöönoton kokonaisuuden kannalta. Koestuksen tarkoitus on todeta, että suurjännitesähköasennusten suojauskohde toimii suunnitelmien mukaisesti ja, että suojauskohteen releet ja järjestelmät toimivat suunnitellulla tavalla. Tarkoitus on löytää ja eliminoida vialliset releet ja virheellisesti toimivat järjestelmät sekä korjata mahdolliset virheet ja puutteet releissä, järjestelmissä, piirustuksissa ja johdotuksissa /10, s 2/

Suojausjärjestelmät sisältävät hyvin monenlaisia laitteita, ja järjestelmät voivat olla hyvinkin monimutkaisia, joten koestajalta vaaditaan hyvin laajaa käsitystä koko

järjestelmän toiminnasta. Koestuksia tehtäessä ehdoton edellytys on, että koestaja on riittävän perehtynyt laitteiden ja järjestelmien toimintaan, jotta on mahdollista todeta niiden kelpoisuus. Suojausjärjestelmän koestamisessa vaikein asia sisäistää on kokonaistoiminnan hahmottaminen /8, s 31/

### **5.6.2 Koestuspöytäkirjat**

Koestuksista laaditaan suojauskohdekohtainen dokumentaatio, joka sisältää tiivistetyn koestuspöytäkirjan sekä jokaisen yksittäisen releen mittauspöytäkirjan ja asetelutiedot /14 s 3/

Koestus pöytäkirja koostuu useammasta testauspöytäkirjasta. Yksittäisiä testauspöytäkirjoja on muun muassa:

- Relekaapin koestuspöytäkirja
- Tasasähkökeskuksen koestuspöytäkirja

### **5.6.3 Mittauspöytäkirjat**

Relekohtaisten mittauspöytäkirjojen tulee olla selväpiirteisiä ja yksiselitteisiä, turhien asioiden esittämistä tulee välttää. Mittauspöytäkirjoista tulee selvitä /5, s 4/.

- sähköasema
- jänniteporras
- suojattava kohde
- releen asennuspaikka
- koestuksessa käytetyt koestuslaitteet, tarvittaessa myös koestusmenettely

### **5.6.4 Vastaanottokoestus (FAT) Factory Acceptance Test**

Relekaappien vastaanottokoestukset eli FAT-testit suoritetaan relekaapeille ennen niiden toimittamista sähköasemalle. FAT-testaukset suoritetaan relekaapin valmistajan tiloissa /8, s 31/

FAT-testeissä varmistetaan: /8, s 32/

- relekaappi on toteutettu suunnitelmien mukaan
- johdotukset ovat piirikaavioiden ja johdotuspiirustusten mukaisia
- releiden asennukset ja konfigurointi on suoritettu oikein

### **5.6.5 Käyttöönottokoestus (SAT) Site Acceptance Test**

Käyttöönottokoestuksilla tarkoitetaan uusille asennuksille sähköasemalla tehtäviä tarkastuksia ja mittauksia ennen niiden käyttöönottoa. Koestuksista laaditaan pöytäkirjat, jolloin asennuksesta ja asennustavasta saadaan dokumentti myöhempää käyttöä varten. Käyttöönottokoestus voidaan jakaa järjestelmäkoestukseen ja relekoestukseen /8, s 32/.

Järjestelmäkoestuksen peruseriaatteena on varmistuminen asennusten suunnitelmienmukaisuudesta ja valmistajan asennusohjeiden noudattamisesta ja järjestelmäkoestukseen kuuluu muun muassa /8, s 33/.

- ensilaitteille tehtävät tarkastukset ja mittaukset
- akkujen tarkastus sekä DC- ja AC-keskusten toiminnan ja hälytysten testaukset

Relesuojaukselle tehtävässä käyttöönottokoestuksessa pyritään simuloimaan mahdollisimman tarkasti oikeita käyttö- ja vikatilanteita, minkä tarkoituksena on varmistaa suojarleiden ja mahdollisimman kattavasti koko muun suojausjärjestelmän oikea toiminta. Releistä koestetaan kaikki käyttöön otettavat suojaustoiminnot ja suojauskohteeseen liittyvät lukitus-, hälytys-, käynnistys, ym. toiminnot vastaanottavalle laitteelle asti. /8, s 33/.

## **5.7 Turvallisuus**

Suurjänniteasennuksissa työturvallisuus on suuressa roolissa turvallisen työskentelyn kannalta sillä jännitteet ovat tappavia ja ilman oikeanlaista koulutusta ja tietotaitoa saattaa huolimattomuus käyttöönotossa aiheuttaa todellisen vaaran itselleen ja muille paikalla oleville.

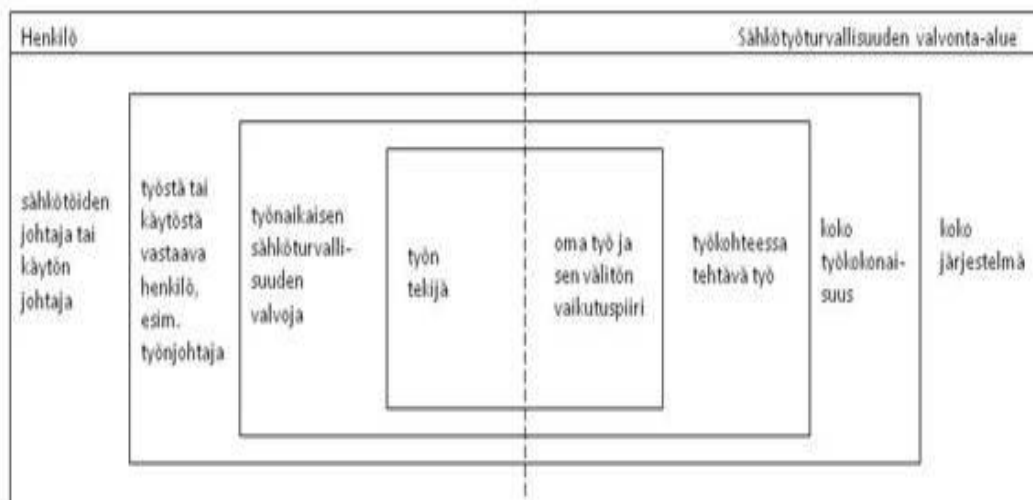
### 5.7.1 Yleinen sähkötyöturvallisuus

Monet ohjeet ja määräykset antavat turvalliset toimintatavat sähkö ja käyttötöiden tekemiseen sekä varmistavat yleistä sähköturvallisuutta. Keskeisiä määritteleviä säädöksiä ja ohjeita suurjännitesähköasennusten sähkötyöturvallisuuteen ovat /11, s 8/

- Sähköturvallisuuslaki
- Kauppa- ja Teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä KTMP 516
- Sähköturvallisuusstandardi SFS 6002
- Suurjännitelaitteistojen sähkötyöturvallisuus SÄTKY
- Laitteistojen haltijoiden ja työtä tekevien omat ohjeet

### 5.7.2 Käyttö- ja sähkötöissä toimijat

Työnantajan edustaja, sähkötöiden johtaja ja käytön johtaja huolehtivat yleisesti, että sähkötöissä ja sähkölaitteiston käytössä ja huollossa noudatetaan työturvallisuuslakia, sähköturvallisuuslakia ja niiden perusteella annettuja säännöksiä ja määräyksiä /11, s 17/.



**Kuva 5.3 Sähkötyöturvallisuutta valvovat henkilöt ja valvonta-alueet**

### 5.7.3 Työn sähköturvallisuuden suunnittelu

Työstä vastaava henkilö suunnittelee työn toteutuksen ottaen huomioon työhön liittyvät riskitekijät ja toimenpiteet niiden poistamiseksi. Käytöstä vastaava henkilö

auttaa työstä vastaavaa henkilöä tunnistamaan sähköstä ja verkon käyttötilanteesta aiheutuvat vaaratekijät /11, s 19/

Työn turvallisuussuunnitelmaan kuuluu muun muassa: /11, s 19,20/

- Selvittää sähkölaitteiston rakenne ja käyttötilanne
- Arvioida työhön ja työmenetelmiin liittyvät vaaratekijät
- Ottaa huomioon työntekijöiden kokemus ja ammattitaito kyseiseen työhön
- Ottaa huomioon työnaikaiset sähkölaitteiston kytkentäjärjestelyt ja niistä aiheutuvat vaaratekijät.

#### **5.7.4 Varmistukset ennen käyttöönottolupaa**

Ennen käyttöönottoluvan antamista kytkentäjohtajalle, työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja varmistuu siitä, että työt on saatu valmiiksi ja käyttöjännite voidaan palauttaa työn alla olleeseen kohteeseen. Ennen käyttöönottoluvan antamista on varmistuttava muun muassa että: /11, s 49/.

- työvälineet on poistettu työkohteesta
- lisätyömaadoitukset on poistettu
- työryhmän asettamat työnaikaiset merkinnät on poistettu
- kaikki työryhmän jäsenet tietävät, että työkohteena olleeseen sähkölaitteistoon itää suhtautua kuin jännitteiseen laitteeseen

Kun käyttöönottotarkastus ja kaikki edellä mainitut toimenpiteet on tehty, laitteisto voidaan työryhmän puolesta ottaa käyttöön /11, s 50/.

#### **5.7.5 Turvallinen toiminta**

Turvallinen ja häiriötön toiminta edellyttää työn riskien arviointia ja töiden sekä niihin liittyvien kytkentöjen ja asennusten huolellista ennakkosuunnittelua. Työn huolellinen suunnittelu varmistaa, että työ voidaan toteuttaa suunnitellulla tavalla. Ennen toimenpiteen aloittamista tulee harkita onko sillä turvallisuutta tai käyttöä vaarantavaa vaikutusta. Yhteydenpito sekä ymmärtämisestä varmistuminen työryhmän ja esimiesten kanssa varmistaa, että väärinymmärryksiä ei pääse syntymään /11, s 51/

Noudattamalla töiden ja kytkentöjen suunnittelussa sekä toteutuksessa SFS 6002 Sätkyn toimintatapoja, työt ja kytkennät saadaan tehtyä suunnitellusti ja turvallisesti /11, s 51/

## **6 NYKYTILANTEEN KARTOITUS**

### **6.1 Haastatteluiden pohjustaminen**

Nykytilanteen kartoitus aloitettiin haastattelemalla eri asemassa olevia henkilöitä Infratek yrityksessä. Haastatteluiden tarkoituksena oli saada selville nykytilanne asennus- ja käyttöönottopöytäkirjojen suhteen, missä pöytäkirjoissa on parannettavaa ja mikä puolestaan toimii hyvin. Ennalta laadittiin 21 kysymystä, jotka käytiin lävitse haastateltavien kanssa (katso liite 4 kymyksistä). Saatuja vastauksia käytettiin myös täydentämään puuttuvia kohtia Suurjännitetarkastukset ja käyttöönotto kappaleeseen, mutta pääpainona haastatteluilla oli pöytäkirjamallien kehittäminen.

Käydyssä opinnäytetyön aloituskeskustelussa pääpuheenaiheeksi nousi yli 1000 v eli suurjännitesähköasennuksien käyttöönottopöytäkirjojen ongelmat. Lähtökohtana oli ennen haastatteluiden aloittamista, että nimenomaan suurjännitepöytäkirjoja tulisi tulla muokkaamaan siten, että niiden täyttäminen ja tarkastusten tekeminen sujuisi jatkossa ongelmitta uusien mallien ja ohjeistuksien avulla. Myös alle 1000 voltin pöytäkirjamalleista tulevat kehitys ehdotukset tuli ottaa huomioon.

### **6.2 Haastattelutilanne**

#### **6.2.1 Haastateltavat henkilöt**

Nykytilanteen kartoittamisen aloitettiin kuuden toimihenkilön haastattelulla Infratek Finland Oy:n pääkonttorilla Vantaan Tammistossa. Haastateltavana oli sähkötöiden- ja projektipuolen johtaja, rakennuspäällikkö, käyttöönottopäällikkö, projektipäällikkö ja projekti-insinööri

## 6.2.2 Haastatteluissa löydetty puutteet ja muutosehdotukset

Haastatteluiden perusteella nykyiset puutteet pöytäkirjoissa painottuivat niiden täyttämiseen ja oikean mallin löydettävyyteen verkkoasemalta. Haastatteluiden edetessä tuli esille myös hyviä ideoita alle 1000 voltin pöytäkirjamallin kehittämiseen.

Haluttiin, että yrityksen kaikki osapuolet noudattaisivat samoja pöytäkirjamalleja ja täyttäisivät myös nämä mallit samalla lailla, ettei jouduttaisiin jälkikäteen muokkaamaan uudestaan näitä. Tähän ongelmaan haastatteluiden perusteella löydettiin muutamia asioita mitkä edes vaikuttavat, että homma ei toimi niin, kuin sen kuuluisi toimia.

Haastattelussa havaittuja ongelmia ja puutteita:

- Verkkoasemalla olevien asennus- ja käyttöönottotarkastuspöytäkirjojen järjestelmättömyys
- Vanhojen ja poistettujen pöytäkirjamallien käyttäminen käyttöönotossa
- Ohjeistuksen puuttuminen pöytäkirjamallien täyttämiseen
- Alle 1000 voltin käyttöönottopöytäkirjan täyttämässä aiheutuva epäselvyys
- Yhtenäisen mittauspöytäkirjamallin puuttuminen eristysresistanssi-, oikosulkuvirta- ja suojamaajatkuvuusmittauksiin
- Yli 1000 voltin käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa puutteita asennuksen merkintäkohdissa sekä tarkastuksen tehneen tarkastajan nimen toteamisessa
- Katkaisijan asennustarkastuspöytäkirjassa liikaa huomioitavia kohtia nykypäivän laitteisiin nähden.

### **Vanhat pöytäkirjamallit sekä niiden järjestelmällisyys verkkoasemalla**

Ensimmäisenä ongelmana on oikeiden pöytäkirjamallien löydettävyys sähköiseltä verkkoasemalta. Käyttöönotto- ja asennustarkastuksissa pöytäkirjamalleja on useita kymmeniä ja nämä pitäisi olla helposti löydettävissä asemalta, ettei itse käyttöönotto- tai asennustarkastuksia tekevä asentaja joutuisi käyttämään ylimääräistä aikaa työstään tiedostojen etsimiseen. Tiedostojen hajallaan olon lisäksi ongelmana on myös useat eri pöytäkirja mallit samoille työkohteille. Vuosien mittaan on otettu uusia pöytäkirjamalleja käyttöön, mutta vanhentuneita pöytäkirjamalleja ei ole poistettu.

Tämä vaikeuttaa oikean pöytäkirjamallin löytämistä, kun työntekijä ei välttämättä tiedä mitä mallia tai mitä pohjaa tulisi käyttää työssä.

Infratekin asentajat ovat pitkän työuran omaavia sähköalan ammattilaisia ja ovat toimineet yrityksessä pitkään. Yrityksen nimi on muuttunut vuosien aika useaan otteeseen ja nämä asentajat ovat toimineet näitten kaikkien nimien alla. Asentajille on näitten vuosien aikana kertynyt myös itselleen erilaisia käyttöönotto- ja asennuspöytäkirjamalleja eri toiminta ajoilta, joita he ovat sitten säästäneet. Suurimmaksi osaksi nämä mallit ovat vanhentuneita tai eivät täytä nykypäivän standardeja. Asentajat ovat käyttäneet näitä vanhentuneita pöytäkirjamalleja satunnaisesti, sen sijaan, kun käytössä pitäisi olla verkkolevyllä tai työmaakansiosta löydettävät pöytäkirjapohjat, jotka vastaavat nyky päivän vaatimustasoa. Näiden vanhojen mallien käyttö haluttiin kitkeä pois käytöstä opinnäytetyöni avulla.

### **Ohjeistukset pöytäkirjoihin**

Haastatteluissa esille oli noussut ohjeistuksen puuttuminen käyttöönottopöytäkirjamallien täyttämiseen. Infratekillä ei ole tällä hetkellä ohjeistusta ja tällä haluttiin edes auttaa pöytäkirjojen täyttämistä mutkattomasti ja sujuvasti. Haastateltavat näkivät, että tämän kaltainen ohjeistus antaisi asentajalle perustiedot lomakkeiden oikein täyttämiseen. Haastateltavat halusivat, että ohjeistus olisi yksinkertainen ja selkeä, joka soveltuu uusiin yhtenäistettyihin pöytäkirjamalleihin.

Itse ohjeistuksessa ei kerrotaisi esimerkiksi miten eristysresistanssin mittaaminen tapahtuu, vaan miten tämä kohta lomakkeessa täytettäisiin oikein.

### **Ongelmat alle 1000 voltin käyttöönottopöytäkirjassa**

Suurimmat heikkoudet pienjännitesähköasennusten pöytäkirjoissa oli itse käyttöönottopöytäkirjamallissa (**katso liite 5**), joka on Infratekin itse suunnittelema pöytäkirjamalli heidän tarpeisiin. Käytössä nykyisin olevan pöytäkirjan haasteena on sen täytettävyyys, kun mallin tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen ja helposti täytettävä. Esimerkiksi nykyisestä mallista puuttuu kohta jossa voi merkitä jos tämä asennus tai tarkastus ei kuulu asennukseen. Tämän tapaista mahdollisuutta ei

nykyisessä mallissa ole. Tällä hetkellä asentajat joko kirjoittavat huomiokenttään asennuksen puuttumisen, tai sitten käyttävät vaihtoehtoisesti jotain muuta pöytäkirjamallia joka ei ole sovittu yhteiseksi malliksi.

### **Mittauspöytäkirja**

Toinen ongelma havaittiin kaapeleiden eristysresistanssien ja oikosulkuvirtojen merkitsemisessä. Eristysresistanssien ja oikosulkuvirtojen merkitsemiseen ei ole olemassa yhteneväistä pöytäkirjamallia, vaan tiedostoista löytyy useita pohjia johon asentajat voivat täyttää tulokset. Tämän kaltaisen mittauspöytäkirjan puuttuminen aiheuttaa, että heillä ei ole selvää kuvaa mitä pohjista tulisi käyttää tulosten täydentämiseen. On tullut esille, että asentajat saattavat täydentää ensiksi kaapeliluetteloon tulokset, josta ne siirretään myöhemmin lopullisiin pöytäkirjoihin. Tämä useaan kertaan tulosten täydentäminen edes vaikuttaa siihen, että tuloksia saattaa jäädä merkitsemättä lopullisiin pöytäkirjoihin. Asiakkaalle luovutetuissa virallisissa pöytäkirjoissa joudutaan myöhemmässä vaiheessa todentamaan jokatapauksessa mitatut tulokset hyväksytyiksi. On aikaa vievää työtä jälkikäteen etsiä oikeita tuloksia, kun mittaukset on tehty viikkoja tai kuukausia aikasemmin

### **Yli 1000 V käyttöönottotarkastuspöytäkirja ja katkaisijan asennustarkastuspöytäkirja**

Suurjännitekäyttöönottotarkastuspöytäkirjasta sekä katkaisijan asennustarkastuspöytäkirjasta ei haastatteluissa löydetty puutteita, vaan muutokset ehdotukset painottuivat ylimääräisten kohtien poistamiseen pöytäkirjoista. Johtopäätökset luvussa kerrotaan tarkemmin pöytäkirjoista sekä mitä kohtia näistä tarkastuspöytäkirjoista poistettiin.

## **7 JOHTOPÄÄTÖKSET**

Nykytilanteen kartoittamisen perusteella tehtiin alustavat ehdotukset uudistuksiin (ehdotuslistalista liite 6) Joiden hyväksymisen jälkeen mallit tuotettiin uusiksi pöytäkirjoiksi ja otettiin koe käyttöön.

Kommentteja ja parannusehdotuksia uusiin mahdollisiin malleihin kerättiin asennustarkastuksia ja käyttöönottoja tekeviltä sähköasentajalta ja työmaapäälliköltä Näin saatiin henkilöiltä joihin tämä uudistus tulee vaikuttamaan suoraan rakentavaa palautetta. Haastatteluissa nämä henkilöt puolsivat myöntäväst ehdotus uudistuksiin.

Uudet mahdolliset pöytäkirjamallit ja ohjeistukset eivät ole saatavilla lukijalle, yrityksen salassapitosopimuksen vuoksi. Ei haluta jakaa tehtyä tutkimusta mahdollisien kilpailevien yrityksiensä kanssa.

### **7.1 Pöytäkirjamallien käyttöönottaminen**

Pöytäkirjamallien suunnittelemisen ja muokkaamisen jälkeen, nämä mallit otetaan koekäyttöön ennalta määritellyksi ajaksi. Muutamalle asentajalle tullaan pitämään tiedotustilaisuus uudistuksista ja ohjeistetaan heidät uusiin käytäntöihin. Nämä ennalta valitut henkilöt testaavat konkreettisesti kuinka uudet mallit tulevat toimimaan käytännössä ja miettivät samalla olisiko niissä vielä kehitettävää. Koeajan aikana asentajan ei tule käyttää vanhoja pöytäkirjamalleja laisinkaan ja koeajan jälkeen asentajat antavat suoran palautteen, kuinka uudet mallit ovat toimineet ja voidaanko ne ottaa pysyvästi käyttöön Infratekillä.

Jos ehdotetut uudistukset ovat olleet onnistuneita ja asentajat ovat olleen tyytyväisiä uusiin malleihin, otetaan uudet tavat käyttöön pysyvästi. Mahdollisista uusista pöytäkirjoista pidetään lopuksi koko henkilökunnalle koulutustilaisuus, missä käydään lävitse tulevat muutokset ja ohjeistetaan nämä uusiin pöytäkirjamalleihin.

### **7.2 Kehitysideat käyttöönottotarkastuspöytäkirjamalleihin**

Kehityslista mahdollisesti uusista tulevista muutoksista:

- Verkkoaseman järjestäminen uudelleen. Kaikki tiedostot kerätään yhden kansioon alle ja ylimääräiset tiedostot poistetaan
- Vanha 1000 voltin käyttöönottopöytäkirja poistetaan käytöstä ja tilalle rakennetaan uusi pohja, joka muokataan täyttämään yrityksen vaatimuksia
- Vanhan eristysresistanssimittauspöytäkirjan pohjalta uusi yhtenäinen mittauspöytäkirjamalli eristysresistanssille, oikosulkuvirralle ja suojavaanajakuvuudelle.

- Yli 1000 voltin käyttöönottopöytäkirjaan lisätään asennusten kohdalle sarake: ei kuulu asennukseen sekä poistetaan ylimääräiset kohdat pois
- Alle ja yli 1000 voltin, sekä uuden mittauspöytäkirjan täyttämiseen ohjeistukset suomeksi ja englanniksi
- Katkaisijan asennustarkastuspöytäkirjasta poistetaan ylimääräiset kohdat pois.

### **7.2.1 Tiedostojen järjestäminen uudelleen**

Ensimmäisenä asiana listalla oli tiedostojen ja kansioitten järjestäminen uudelleen verkkoasemalla. Kaikki mallit tulisi käydä huolellisesti lävitse ja tarkastaa mitkä mallit ovat käytössä ja mitkä eivät. Mallit joita ei enää käytetä, olisi hyvä poistaa tiedostoista, tai salata niihin pääsy, jotta välttyttäisiin näiden uudelleen käyttämiseltä.

Kaikki alle ja yli 1000 voltin käyttöönottoasennustarkastuspöytäkirjat tulee kerätä samaan kansioon verkkoasemalle. Alakansioihin mallit järjestettäisiin alle ja yli 1000 voltin pöytäkirjoihin. Vähemmälle huomiolle jäänyt mittalaitteiden oma käyttöönottestilomake tulee myös lisätä tähän kansioon. Näistä kansioista asentajat saisivat aina tarvittaessa tarvitsemansa oikean pöytäkirjapohjan. Tällä hetkellä tämmöistä järjestystä ei Infratekillä mallien suhteen ole, mutta samainen järjestely on tehty Infratekin ruotsin osastolla ja siitä on saatu positiivista palautetta

Aina ei ole työkohteissa mahdollisuutta päästä yleiselle verkkoasemalle, joten uudistuksen tehtyä asentajat ja käyttöönottajat lataisivat tämän kansioon myös omalle usb-muistitikulle josta he voivat myös tulostaa lomakkeita tarvittaessa.

Näillä uudistuksilla pyritään siihen, että asentajat eivät käyttäisi enää heillä hallussaan olevia vanhoja asennustarkastus- ja käyttöönottopöytäkirjoja.

### **7.2.2 Alle 1000 voltin käyttöönottopöytäkirja**

Nykyisessä alle 1000 voltin ongelmat painottuivat käyttöönottotarkastuskirjan täyttämässä (katso liite 5). Kuten aiemmin tuotiin esille, tämän hetkiseen pöytäkirjamalliin haluttiin tehdä muutoksia, jotka tekevät siitä selkeämmän täyttää.

Nykytilanteen kartoittamisessa käydyssä keskustelussa pohdimme ratkaisua tähän pöytäkirjamalliin. Keskusteluiden lopputuloksena oli, että muokkaamalla vanhaa pöytäkirjapohjaa, saataisiin tehtyä uusi toimiva malli. Poistaisimme vanhasta huonosti toimivat kohdat ja tarvittaessa myös muokkaamme kohtia uudelleen, jos tällä saadaan parempi lopputuotos

Lopputuotoksena halutaan selkeä ja yksinkertainen pöytäkirjamalli, joka soveltuu yrityksen tarpeisiin. Luonnosehdotelma uudesta pöytäkirjamallista löytyy liitteestä 6. Mahdollista uutta tulevaa mallia muokataan vielä lopullisessa käsittelyssä Infratek Oy:n malleihin. Visuaalisen ilmeen toteuttaminen ei kuulunut opinnäytetyöhön.

Merkittävimmistä muutoksista uuteen pöytäkirjamalliin kerrotaan seuraavassa kappaleessa.

## Perustiedot

Tällä hetkellä Infratekin pöytäkirjamallissa tarvittavat pakolliset perustiedot ovat jaettu useaan eri lohkoon (katso kuva 7.1) Uuteen malliin halutaan nämä kaikki tiedot yhden lohkon alle, jotta mallin ulkoasua saataisiin yksinkertaistettua.

<b>1. TYÖKOHDDE</b>	
Asiakas	Projekti nro
Osoite	Puhelin
<b>2. SÄHKÖURAKOITSIJÄ</b>	
Nimi Infratek Finland Oy	
Osoite Muuntotie 5, 01510 Vantaa	Puhelin 020 320 030
<b>3. TYÖALUE</b>	
<b>4. JAKELUVERKON HALTIJA</b>	
Nimi	
Osoite	
<b>5. NIMELLISJÄNNITE</b>	<b>6. OIKOSULKUVIRTA LIITTYMÄN LUONA (pienin/suurin)</b>
<b>7. TARKASTUKSEN PERUSTE</b>	
<input type="checkbox"/> Uudisrakennus	<input type="checkbox"/> Muutos- tai laajennustyö <input type="checkbox"/> Korjaustyö
<input type="checkbox"/> Uusintatarkastus	<input type="checkbox"/> Muu, mikä:
Työ:	

**Kuva 7.1 Perustiedot /7/**

## Silmämääräinen tarkastus

Nykyisessä pöytäkirjassa on silmämääräiselle tarkastukselle merkitty paljon yksityiskohtia mitä tulisi tarkastaa käyttöönotossa. Käydyissä haastatteluissa tästä käytännöstä haluttiin päästä eroon ja tehdä näistä eri yksityiskohdista yhtenäinen tarkastuksen peruste. Esimerkiksi nykyisessä pöytäkirjassa on asetettu palokatkolle (**kuva 7.2**) useita eri kohtia joita tulisi tarkastajan täyttää. Standardit määrittelevät, että joko palosuojaus on kunnossa, ei ole kunnossa tai palosuojaus ei kuulu kyseiseen asennustyöhön. Uuteen malliin nämä tarkemmat yksityiskohdat kasataan yhteen aihealueittain ja jatkossa näitä pystyy merkitsemään vain kunnossa tai ei sisälly työhön kohdilla. Katso kuva 7.3 esimerkki uudesta tavasta. Tarvittaessa jos tulee huomattavaa asennuksesta, voi sen kirjoittaa huomio kenttään.

n. Palokatkot			
<input type="checkbox"/> RU	<input type="checkbox"/> SU	<input type="checkbox"/> kunnossa	<input type="checkbox"/> korjattava

**Kuva 7.2 Silmämääräinen tarkastus vanhasta pöytäkirjasta /7/**

<b>Palosuojaus</b>			
Huom _____	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
<b>Sähkösuojaus</b>			
Huom _____	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>

**Kuva 7.3 Yksinkertaistettu käytäntö uuteen malliin**

## Eristysresistanssin ja suojamaanjatkuvuuden mittaaminen

Suurin konkreettinen muutos uudessa mallissa on eristysresistanssin ja suojamaanjatkuvuuden mittauksissa. Jatkossa käyttöönottoasennuspöytäkirjaan ei merkitä enää eristysresistanssin tai suojamaanjatkuvuuden mittauksista saatuja tuloksia, vaan nämä mitatut arvot merkitään jatkossa suoraan uuteen erilliseen mittauspöytäkirjaan (liite 7). Uudessa alle 1000 v käyttöönottopöytäkirjassa ainoastaan viitataan mittauspöytäkirjaan ”liitteet” kohdassa. Tarkastajan pitää kuitenkin muistaa täyttää käyttöönotto tarkastuspöytäkirjassa niin eristysresistanssin,

kuin suojajohtimien jatkuvuuden kohdissa vaaditut merkintä kohdat. Kuvassa 7.4 havainnollistettu kuva uudesta merkintätavasta

Näillä uudistuksilla pystytään ehkäisemään usean mittauspöytäkirja käyttäminen mittaustuloksien kirjaamisessa. Aiemmin on käytetty kahta tai kolmea mittaustulosmonistetta ennen, kuin arvot on saatu lopulliselle mittauspöytäkirjalle. Jatkossa asentajat voivat merkitä tulokset suoraan viralliselle mittauspöytäkirjalle, eikä enää tarvita käyttää useaa eri välipohjaa.

2. SUOJAJOHTIMIEN JATKUVUUS (PE-, PEN-, maadoitus-, pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimet)	
Todettu kaikista laitteista ja pistorasioista <input type="checkbox"/>	Suurin resistanssi $\Omega$ , ryhmässä <input type="checkbox"/>
Jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi <input type="checkbox"/>	
Liitteet:	
3. ERISTYSRESISTANSSI	
Mittaustulokset erillisessä mittauspöytäkirjassa	
Eristysresistanssit todettu vaatimusten mukaisiksi <input type="checkbox"/>	
PE- ja N-johtimien yhdistys on palautettu mittausten jälkeen entiselleen <input type="checkbox"/>	
Erikoistoimenpiteet mittausten suorittamisessa:	
Liitteet:	

**Kuva 7.4 Havainnollistettu kuva uudesta eristysresistanssin ja suojamaajatkuvuuden sarakkeista alle 1000 v käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa**

### Oikosulkuvirta

Jatkossa ryhmänjohdon oikosulkuvirran tulokset merkitään samaan eristysvastus- ja oikosulkuvirtamittauspöytäkirjaan eristysresistanssien ja suojamaanjatkuvuuden lisäksi (liite 7). Tarvittavat impedanssiarvot merkitään myös kyseiseen mittauspöytäkirjaan. Mittauspöytäkirjaa täyttävän henkilön tulee muistaa täyttää kuitenkin käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan onko oikosulkuvirta-arvot saatu mittaamalla vai laskemalla impedanssiarvojen avulla. Mitattuihin arvoihin viitataan myös tässä ”liitteet” kohdassa.

### EMC- suojaus

EMC-suojauksella ehkäistään sähkölaitteiston alistumista ulkopuoliselle sähkömagneettiselle kentälle. Kaikissa sähköasennuksissa ei käytetä emc-suojauksia,

joten silloin tulisi olla mahdollista merkitä käyttöönottopöytäkirjaan kyseinen suojaus puuttuvana asennuksena.

EMC-suojauksen lisääntyessä katsottiin tarpeelliseksi lisätä uuteen pöytäkirjaan erillinen sarake EMC-suojaukselle (kuva 7.5). Sarakkeessa pystytään tarkentamaan tehtyjä toimenpiteitä, jotka ovat olennaisia suojauksen kannalta.

Sarakkeessa on otettu huomioon myös, jos emc-suojauksia ei vaadita sähköasennuksessa. Asentaja pystyy merkitsemään sarakkeeseen jos kyseinen suojaus ei kuulu asennukseen.

7. EMC-SUOJAUS	
Kohteessa on käytetty TN-S -järjestelmää	<input type="checkbox"/>
Maadoitukset ja potentiaalitasaukset on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti	<input type="checkbox"/>
Kaapeleiden valinta, sijoittelu ja asentaminen on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti	<input type="checkbox"/>
Laittevalinnoissa on huomioitu asennusympäristön vaatimukset	<input type="checkbox"/>
Asennuksissa on noudatettu laitevalmistajien ohjeita	<input type="checkbox"/>
Muuta, mitä?	
Ei kuulu asennukseen	<input type="checkbox"/>
Sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuuslain ja valtioneuvoston asetuksen (1466/2007) sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset	<input type="checkbox"/>

**Kuva 7.5 Havainnollistettu kuva EMC-suojaussarakkeesta**

### Palovaroittimet

Haastattelutilanteissa saatiin palautetta palovaroittimien merkintätavasta nykyisessä käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa. Tällä hetkellä pöytäkirja ei ole halutunkaltaisessa muodossa ja tämä on aiheuttanut ongelmatilanteita palovaroitinasennusten merkitsemisessä. Lopputuloksena tästä haluttiin saada mahdollisimman selkeä ja yksinkertainen.

Infratek ei itse asenna palovaroitin asennuksia, sillä palovaroitinasennuksiin tarvitaan erikseen omat luvat näiden asennusten suorittamiseen. Infratek tilaa kokonaisvaltaisissa sähköasennuksissa aliurakoitsijan jolla luvat on kunnossa, suorittamaan palovaroitin asennukset. Tästä syystä palovaroittimelle suunnattua

saraketta ei pidä poistaa vaan lisäämme tähän sarakkeeseen kohdan johon pystytään merkitsemään, jos sähköasennukseen ei kuulu palovaroitinasennusta. (katso kuva 7.6)

<input type="checkbox"/> Vakuutamme, että asennetut palovaroittimet täyttävät niille säädöksissä ja määräyksissä asetetut vaatimukset (pelastustoimen laitelaki, asetus palovaroittimien teknisistä ominaisuuksista, sähköturvallisuussäädökset jne.) ja että ne on asennettu ao. suunnitelman mukaisesti.	<input type="checkbox"/> Ei kuulu asennukseen
<input type="checkbox"/> Palovaroittimen käyttö- ja huolto-ohjeet on luovutettu.	

**Kuva 7.6 Havainnollistettu esimerkki palovaroitinasennustarkastus kohdasta uudessa alle 1000 v käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa**

### 7.2.3 Eristysresistanssi- ja oikosulkumittauspöytäkirja

Käydyissä kehityskeskusteluissa pohdittiin ratkaisua eristysvastus-, oikosulkuvirta- ja suojamaajatkuvuusmittaustulosten yhdenmukaistamiseen. Asentajat ja käyttöönottajat käyttävät useita eri mittauspöytäkirjapohjia apunaan ja jokainen näistä pöytäkirjoista on hyväksyttyjä malleja tulosten ylöskirjaamiseen, mutta nyt halutaan yhtenäistää nämä mittaukset ja saada jatkossa tulokset yhdelle samalle mittauspöytäkirjalle.

#### **Vanha mittauspöytäkirja**

Infratekin tiedostoista löytyi vanha eristysresistanssin mittauspöytäkirjan (katso liite 9). Ratkaisua haettiin tästä mallista, saisiko tätä muokkaamalla toimiva uusi mittauspöytäkirja eristysvastuksille, oikosulkuvirroille sekä suojamaanjatkuvuudelle.

Nykyisessä mittauspöytäkirjassa asentajat ja käyttöönottajat merkitsevät itse kaapelinumeroit ja näiden tyypit mittauspöytäkirjoihin, kaapeliluettelopohjia hyväksi käyttäen, mutta tästä käytännöstä haluttiin päästä eroon. Vanhassa käytössä olevassa pohjassa merkitään vielä eristysresistanssit sekä oikosulkuvirrat ja impedanssiarvot erillisiin monisteisiin.

#### **Uusi eristysresistanssi- ja oikosulkumittauspöytäkirja**

Uudessa mittauspöytäkirjassa on sisällytetty samaan lomakkeeseen niin eristysresistanssi- oikosulkuvirta ja suojamaanjatkuvuudenmittaukset. Uusi mittauspöytäkirja löytyy liitteestä 10.

Uusissa sähköasennuksissa Infratekin suunnittelijat ajavat uuteen eristysresistanssi- ja oikosulkumittauspöytäkirjaan valmiiksi kaapelin numerot ja tyypit, näin asentajan ei tarvitse huolehtia enää jatkossa kaapelien merkitsemisestä pöytäkirjaan, kun ne ovat siellä jo valmiiksi suunnittelijoiden toimesta. Sähköasennustyön ollessa muutos-, lisäys tai korjaustyötä vanhalle olemassa olevalle sähköasennukselle, käytetään mittauspöytäkirjana kyseistä mallia mitä on kyseisessä työkohteessa aiemmin käytetty.

Näillä uudistuksilla toivotaan, että jatkossa asentajat käyttävät kyseistä lomaketta suoraan mittauspöytäkirjana mittauksia tehdessään. Näin heidän ei tulisi tarvita enää tarvita useaa eri mittauspöytäkirjaa ja säästyttäisiin virheiltä mittauspöytäkirjoja täyttäessä, kun ei tarvitse täyttää mittauspöytäkirjoja useaan kertaan.

#### **7.2.4 Yli 1000 voltin käyttöönottoasennuspöytäkirja**

Yli 1000 voltin käyttöönottopöytäkirjaa pidettiin Infratekillä lähtökohtaisesti hyvin toimivana ratkaisuna. Se on tehty selkeäksi täyttää ja Infratekin työntekijät ovat tyytyväisiä kyseiseen käyttöönottoasennuspöytäkirjaan. Alkuperäinen käyttöönottopöytäkirja löytyy liitteestä 11. Nykytilanteen kartoittamisen jälkeen haluttiin vielä karsia entisestään ylimääräisiä kohtia pois pöytäkirjasta sekä lisätä tarvittava lisäkohta pöytäkirjaan

#### **Lisäskohta asennusten merkitsemiseen**

Ensimmäisenä huomiona oli, että pöytäkirjasta puuttui kohta: Ei sisälly asennukseen. Kuvaan 7.6 on merkitty punaisella kehyksellä esimerkki kohta uudesta lisäyksestä, jota ei tämän hetkisestä mallista löydy, tämä kohta tullaan lisäämään lopullisen pöytäkirjan (katso liite 12)

3	Työmaan nimi / numero		Jännitetaso	
4				
5	6.4 SUOJAESTEIDEN VÄHIMMÄISETÄISYYDET JA -KORKEUDET, HUOLTOKÄYTÄVÄT			
6				
7	KOHDE	OK	Ei kuulu asennukseen	Huomioita
8	1	Aita		
9	1.1	- Aidan korkeus		
10	1.2	- Alareuna - maa väli		
11	1.3	- Verkkoidan reiän lävistäjä		

### Kuva 7.6 Havainnollistettu esimerkki uudesta lisäyksestä yli 1000 voltin käyttöönottopöytäkirjaan

#### Ylimääräisten merkintäkohtien poistaminen

Toinen uudistusehdotus uuteen pöytäkirjaan on vähentää mallista tarkastuksen tehneen henkilön nimen täyttämistä välilehtisivuilta. Käyttöönottopöytäkirjamallissa on jokaisella omalla välilehtisivulla kohta johonka tarkastuksen tehneen henkilön tulee kirjata oma nimensä.

Poistetaan jokaiselta sivulta paitsi kansilehtiöstä nimentäydentämissarake ja jatkossa riittää pelkästään etusivulle tarkastuksen tehneen henkilön nimen kirjoittaminen. Näin pystytään vähentämään tarkastajalta kirjoittamisen määrää pöytäkirjoihin. Ehdotus vaikuttaa turhalta, mutta monesti pienillä muutoksilla saadaan helpotettua asentajien työnlaatua, kun ylimääräistä työtä on vähennetty pois.

#### 7.2.5 Katkaisija

Infratekin katkaisijan tarkastuspöytäkirjasta löytyi haastatteluiden pohjalta kohtia, joita pystyttäisiin karsimaan uuteen katkaisijan tarkastuspöytäkirjaan.

Katkaisijat ovat kehittyneet vuosien saatossa ja näin ollen on hyvä päivittää tämän hetkinen pöytäkirjamalli nykypäivän tasolle. Itse mallissa ei löydetty haastatteluissa mitään puutteita, mutta mallia pystytään yksinkertaistamaan huomattavasti poistamalla kohtia, joita tämän hetken pöytäkirjamalleissa ei tarvitse olla. Poistettavat kohdat vanhasta mallista merkitty kuviin 7.7 ja 7.8 punaisella kehyksellä. Näitä merkittyjä kohtia ei tarvitsisi olla nykypäivän tarkastuspöytäkirjassa.

Nämä kohdat poistamalla tarkastuspöytäkirja supistuu lähes puolella ja uudesta pöytäkirjasta saadaan paljon selkeäluettavampi. Uusi tarkastuspöytäkirja liite 13

Käyttölaiteisto	Kiinnityketynjousen viritysaika	sek	
	Pumppausaika 0 - 190 bar		Typen esitäyttöpaine bar
	Paineenpudotus kiinniohj /pumppu käynnistyy		bar
	Kiinniohjauksen estorele (C) veto / päästö		bar
	Hälytysrele (E) veto / päästö		bar
	Paineenrajoitusventtiili aukeaa / sulkeutuu		bar
Ohjauskelinointoiminta			

Kuva 7.7 Poistettavat kohdat tarkastuspöytäkirjasta /2/

		Tark.	Huom.			Tark.	Huom.
Ulkoinentarkastus	eristinosat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Katkaisuosa	akselitiivisteet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	virtaliitokset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		katkaisupilarit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	öljynkorkeus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		tukipilarit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	pintakäsittely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		muut tiivisteet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ohjain	laskuri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muut	katkaisijaöljy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	vivusto ja laakerit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		öljynkork osoitin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	lukitusvivut, salvat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		suodattimet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	rattaat ja jouset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		termostaatti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	vaimentimet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		jännitteenjako-kondens.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	putket ja tiivisteet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		kosketinpainemittari	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	moottori ja magneetit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		johdinliitosten tarkastus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	lämmitysvastukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		kauko-ohjaukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	hydrauliikka	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	pneumaatiikka	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

Kuva 7.8 Poistettavat kohdat tarkastuspöytäkirjasta /2/

## 7.2.6 Ohjeistus

Ohjeistuksella toimii asentajalle apyötyökaluna pöytäkirjaa täyttäessä. Jatkossa asentaja tai käyttöönottoa suorittava henkilö pystyy tarkistamaan ohjeistuksesta mitenkä esimerkiksi eristysvastusmittaukset jatkossa merkitään uuteen pöytäkirjamalliin. Tämän ohjeistuksen tarkoituksena ei ole kertoa mitenkä jokin tietty mittausta tehdään tai suoritetaan.

Ohjeistukset tullaan lisäämään uudelle järjestetylle verkkoasemalle josta käyttöönottoa suorittavat henkilöt voivat tarvittaessa lukea niitä.

Ohjeistukset tehdään alle ja yli 1000 voltin pöytäkirjamalleille, sekä uudelle eristysvastus- ja oikosulkuvirtamittauspöytäkirjalle, ohjeistukset myös kirjoitetaan Suomeksi sekä Englanniksi. Ohjeistukset voit lukea liitteistä 12, 13, ja 14.

### **7.3 Käyttöönotto ja asennustarkastuspöytäkirjojen täyttäminen tulevaisuudessa**

Nykyteknologian kehittyessä eteenpäin, pystytään kehitystä hyödyntämään käyttöönotossa ja asennustarkastuksissa myös.

Ehotelma on, että tulevaisuudessa mittaus- ja tarkastustulokset merkittäisiin suoraan kannettaville tableteille. Tarkastuksien ja tulosten loputtua, asentajat tai käyttöönottoajat tulostaisivat tablettilta valmiin pöytäkirjan, joka sisältää mittaus- ja tarkastustulokset.

Samalalla tabletti lähettäisi automaattisesti tulokset verkon avulla Infratek Finland Oy:n verkkoasemalle, josta toimihenkilöt pystyisivät tarvittaessa katsoa mittaustuloksia. Näin tulokset pysyisivät tallessa, eikä niitä tarvitsisi etsiä jälkikäteen mistään, kun ne ovat tallentuneet automaattisesti verkkoasemalle.

Tämä käytäntö ei ole silti vielä mahdollista toteuttaa, sillä verkkoyhteydet eivät ole vielä kaikkialla Suomessa samanvertaisia. On työkohteita, jossa asentajat eivät pääse yhdistämään mahdollista tablettia verkkoon, huonon sijainnin takia. Tablettien varmuudesta ja käytettävyydestä on varmistuttava vielä lisää ennen, kuin tämänkaltaista systeemiä otettaisiin käyttöön.

### **7.4 Oman työn arviointi**

Opinnäytetyön tekeminen sujui omasta mielestäni lähtökohtaisesti hyvin ja onnistuin luomaan varteenotettavia ehdotuksia uusista pöytäkirjamalleista. Sain todella paljon tietoa, vanhoja materiaaleja sekä hyvin suullista palautetta puutteista mitä on tämän hetkisissä pöytäkirjamalleissa.

Opinnäytetyöni ainoat suuremmat haasteet painoutuivat työn rakenteen muodostamisessa opinnäytetyön aloistus vaiheessa. Näistä ongelmista selvittiin

tekemällä tarkentavia kysymyksiä työn tilaajalle, ja josta tuli aina nopeasti vastauksia esitettyyn kysymykseen.

Tekemäni uudet pöytäkirjapohjat ovat mielestäni rakenteeltaa Infratekin asettelemien tavoitteiden mukaisia, eli yksinkertaisia ja helposti täytettäviä. Koekäytön jälkeen pystytään toteamaan, että tulevatko uudet mallit käyttöön lopullisesti.

## Lähdeluettelo

1. Infratek Finland OY 2013. WWW-dokumentti. [www.infratek.fi](http://www.infratek.fi) / Päivitetty 28.03.2013. Luettu 28.3.2013
2. Katkaisijan asennustarkastuspöytäkirja. Infratek Finland OY. Pöytäkirjamalli
3. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä 516/1996.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960516>
4. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/ 1996.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960517>
5. Käyttöönotto. 2008. Fingrid oyj. Opastus. PDF-dokumentti S22121- E1. Luettu 20.12.2012
6. Käyttöönotto-ohjelman mallipohja. 2008. Fingrid oyj. Moniste
7. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja alle 1000 V. Infratek Finland OY. Pöytäkirjamalli
8. Ojavalli, Paavo 2011. Relekoestuksissa käytettävä kytkinlaitesimulaattori. Tampereen teknillinen yliopisto. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Diplomityö
9. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. 2007. Helsinki SFS
10. Suojareleiden ja muiden toisilaitteiden koestus. 2009. Fingrid oyj. Opastus. PDF-dokumentti 4001. Luettu 7.1.2013
11. Suurjännitelaitteistojen sähkötyöturvallisuus. 2011. Rauma: Energiateollisuus ry
12. Suurjännitesähköasennukset ja ilmajohdot. 2009. Helsinki: SFS
13. Sähköturvallisuuslaki 410/1996.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19960410>
14. Tiainen, Esa (toim.) 2009. D1-2009 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo: Sähköinfo Oy
15. Ylinen, Timo 2006. Suurjännitelaitteistojen käyttöönottatarkastukset ja niiden dokumentointi. Sähköala-lehti 6-7/2006. Verkkolehti. <http://www.sahkoinfo.fi/severi/Viewer.aspx?id=2672>. Päivitetty 18.9.2007. Luettu 12.1.2013

