

Markus Heikonen

**SÄHKÖASEMAN KÄYTTÖÖNOTTOPROSESSIN HALLINTA JA
KEHITTÄMINEN**

SÄHKÖASEMAN KÄYTTÖÖNOTTOPROSESSIN HALLINTA JA KEHITTÄMINEN

Markus Heikonen
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä: Markus Heikonen

Opinnäytetyön nimi: Sähköaseman käyttöönottoprosessin hallinta ja kehittäminen

Työn ohjaajat: Heikki Kurki (OAMK) ja Tomi Salonen (Enersense Oyj)

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 28 + 3 liitettä

Tämä työ toteutettiin yhteistyössä Oulun Ammattikorkeakoulun ja Enersense Oyj:n kanssa. Olen työskennellyt Enersense Oyj:llä työmaapäällikkönä vuoden ajan ja olemme yhdessä työnantajani kanssa todenneet, että yhtiön käyttöönottoprosessissa ja sen dokumentoinnissa on parantamisen varaa. Työn tavoitteena oli lisätä omaa tietouttani käyttöönottoprosessista ja käytännöistä sekä parantaa ja helpottaa yrityksen käyttöönottoprosessia. Työn aihe on rajattu koskemaan asennus- ja käyttöönottotarkastuksia sähköasemaprojektien liiketoiminnassa.

Teoriaosuudessa käydään läpi sähköasemia koskevat lait, asetukset ja suositukset. Lisäksi perehdytään sähköaseman käyttöönottoon ja siihen liittyviin tarkastuksiin. Varsinainen kehitystyö keskittyy käyttöönoton kahteen osakokonaisuuteen: yli ja alle 1000 V:n laitteiden ja järjestelmien tarkastuspöytäkirjoihin ja asennustarkastuksiin.

Kehitystyön tuloksena Enersense Oyj:llä on käytössään ajantasaisilla logoilla päivitetty, yhtenevät alle ja yli 1000 V:n sähköaseman käyttöönotto- ja asennustarkastuspöytäkirjat. Lisäksi pöytäkirjoihin tehtiin myös ohjesivu, joka ohjeistaa täyttämään pöytäkirjat oikein. Koko prosessia varten suunniteltiin myös yhteenveto-ohje Powerpoint-tiedostona, joka helpottaa käyttöönottoprosessin hallinnassa myös uusia henkilöitä.

Työssä kehitetyt käyttöönottopöytäkirjojen dokumentit ovat liitteenä tässä opinnäytetyössä, mutta toimeksiantaja on määritellyt liitteet salaisiksi, jonka vuoksi niitä ei julkaista opinnäytetyön yhteydessä.

Asiasanat: sähköasema, käyttöönotto, sähköturvallisuus, tarkastuspöytäkirja

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering

Author: Markus Heikonen

Title of thesis: Management and Development of the Substation Commissioning Process

Supervisors: Heikki Kurki (OUAS) and Tomi Salonen (Enersense Oyj)

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021

Number of pages: 28 + 3 appendices

This work done in collaboration with Oulu University of Applied Sciences and Enersense Oyj. I have worked as Enersense Corporation site manager for a year and we, together with the employer stated the company's implementation process and its documentation has room for improvement. The aim of the work was to increase my own knowledge of the implementation process and practices and to improve and facilitate the company's implementation process. The topic of the work is limited to installation and commissioning inspections in the substation project business.

The theoretical part reviews the laws, regulations and recommendations concerning substations. In addition, the commissioning of the substation and related inspections will be examined. The actual development work focuses on two sub-assemblies of commissioning: inspection reports over and under 1000 V and installation inspections.

As a result of the development work, Enersense Corporation has at its disposal the commissioning and installation inspection reports for substations over and under 1000 V, updated with up-to-date logos. In addition, an instruction page was made for the minutes, instructing to complete the minutes correctly. A summary guide was also designed for the entire process as a Powerpoint file, which will also make it easier for new people to manage the deployment process.

The documents of the implementation protocols developed in the thesis are attached to this thesis, but the client has defined the appendices as secret, which is why they are not published in connection with the thesis.

Keywords: substation, commissioning, electrical safety, inspection report

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY	8
3	SÄHKÖASEMA.....	9
4	LAIT, ASETUKSET JA SUOSITUKSET	12
4.1	Sähköturvallisuuslaki	12
4.2	Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista	13
4.3	Standardit	14
4.4	Muita sähköasennuksia koskevia ohjeita.....	14
5	SÄHKÖASEMAN KÄYTTÖÖNOTTO	15
5.1	Aloituspalaveri	15
5.2	Visuaalinen tarkastus	16
5.3	Käyttöönotto-ohjelma	16
5.4	KytKentäpäätös.....	17
5.5	Ohjaus- ja suojausmenetelmien koestukset	17
5.5.1	FAT-koestus.....	18
5.5.2	SAT-koestus	19
5.6	Yli 1000 V:n tarkastukset.....	19
5.7	Alle 1000 V:n tarkastukset.....	20
5.7.1	Eristysvastusmittaukset.....	20
5.7.2	Suojajohtimien jatkuvuusmittaus	21
5.7.3	Jännitteisenä tehtävät mittaukset.....	21
6	KÄYTTÖÖNOTTOPROSESSIN KEHITTÄMINEN.....	24
6.1	Nykytilanteen kartoitus	24
6.2	Dokumenttien päivitys	24
6.3	Dokumenttien ulkoasu	25
6.4	Ohjeet.....	25
7	POHDINTA.....	26
	LÄHTEET	27
	LIITTEET	28

1 JOHDANTO

Suomen sähköverkko kehitty ja uusiutuu koko ajan. Sähkön merkitys yhteiskunnalle on olennainen ja se kasvaa jatkuvasti. Kuitenkin itse sähkönkulutus on viime vuosina pienentynyt johtuen pääosin teollisuuden kulutuksen laskusta tekniikoiden kehittyessä. Suuri osa sähkönjakeluverkkomme osista on tulossa käyttöikänsä päähän ja tästä syystä vaaditaan toimenpiteitä, jotta sähkönjakelun varmuus säily entisellään. Suomen kantasähköverkon omistava ja siitä huolehtiva Fingrid Oyj panostaa nyt suuresti kantasähköverkon kehittämiseen ja sen uusiutumiseen. Fingrid omistaa tällä hetkellä 114 sähköasemaa ja 14100 kilometriä voimajohtoja (Kuva 1).

Fingrid aikoo investoida vuosikymmenen aikana jopa 2 miljardia euroa kantaverkkoon. Suurin syy tähän on Suomen ilmastotavoitteet. Sähköverkon kapasiteetin täytyy vastata tulevaisuuden suunnitelmia siitä, että Suomi on ilmasto neutraali vuoteen 2035 mennessä. Tällöin päästöttömän sähkön tuotanto ja kulutus kasvavat huomattavasti. Suurimmat investointikokonaisuudet ovat Pohjois- ja Etelä-Suomen yhteyksien vahvistaminen, uuden tuulivoiman liittäminen osaksi kantaverkkoa ja rajasiirtoyhteyksien vahvistaminen. Lisäksi Fingrid aikoo rakentaa kymmenen vuoden aikana 30 sähköasemaa. (Fingrid 2020, viitattu 30.3.2021.)



KUVA 1. Fingridin verkko-omaisuus (Fingrid 2019, viitattu 30.3.2021)

Käyttöönotto näyttelee hyvin suurta roolia uuden sähköaseman rakentamisessa. Käyttöönotossa kokonaisuus tai osakokonaisuudet otetaan nimensä mukaisesti käyttöön virallisesti. Jokaisella yrityksellä on omat tapansa viedä prosessi päätökseen. Tässä työssäni pyrin uudistamaan ja kehittämään työnantajani käyttöönottoprosessia.

Dokumenttien hallinta oli yksi ongelmakohdista. Yhtiön käytössä olevat dokumentit olivat muotoutuneet nykyiseen ulkoasuunsa vuosien varrella. Dokumenttien sisältö oli kasvanut huomattavasti paljon suuremmaksi kuin tarve olisi. Useassa pöytäkirjassa saatettiin tarkastaa uudestaan jo edellisessä pöytäkirjassa tarkastettu asia. Lisäksi dokumenttien ulkoasut eivät olleet yhteneviä. Tämän työn lopputuloksena yhtiö ottaa käyttöön päivitettyt käyttöönotto- ja asennustarkastuspöytäkirjamallit alle ja yli 1000 V:n järjestelmien tarkastuksille.

2 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY

Työn toimeksiantaja on Enersense Oyj, joka on merkittävä Suomen sähköjakeluverkon rakentamisen, kehittämisen ja kunnossapidon urakoitsija. Yhtiö haluaa olla asiakkaidensa ensisijainen ja monipuolinen kumppani osallistumalla vahvasti päästöttömän yhteiskunnan kehittämiseen. Enersense on päästöttömien energiaratkaisujen toteuttaja. Enersense koostuu viidestä liiketoiminta-alueesta, jotka ovat Smart Industry, Power, Connectivity, Staff Leasing sekä International Operations.

Enersense Oyj syntyi 2.11.2020, kun kolme alansa suurta yritystä Enersense, Empower ja Värviö yhdistyivät. Yhtiö toimii 40 eri maassa ja sillä on yhteensä 2 400 työntekijää. Yhtiön liikevaihto vuonna 2020 oli 144 M €. Yhtiö on julkisesti noteerattu Helsingin pörssissä. (Enersense 2020, viitattu 30.3.2021.)

Tämän opinnäytetyön aihe keskittyy Power-liiketoiminnan alla olevaan sähköasema -yksikköön. Yksikön pääasiallinen tehtävä on rakentaa, kunnostaa ja huoltaa sähköasemia. Projektit ovat yleensä sähköasemien avaimet käteen -toimituksia. Suurimpia asiakkaita ovat verkkoyhtiöt, kantaverkkoyhtiöt sekä teollisuus. Sähköasema-liiketoimintayksikkö operoi koko Suomessa. Projektikohteet valikoituvat hyväksytyjen tarjousten mukaan ympäri Suomea. Projektien kestot saattavat vaihdella lyhyistä muutostöistä vuosia kestäviin rakennusurakoihin.

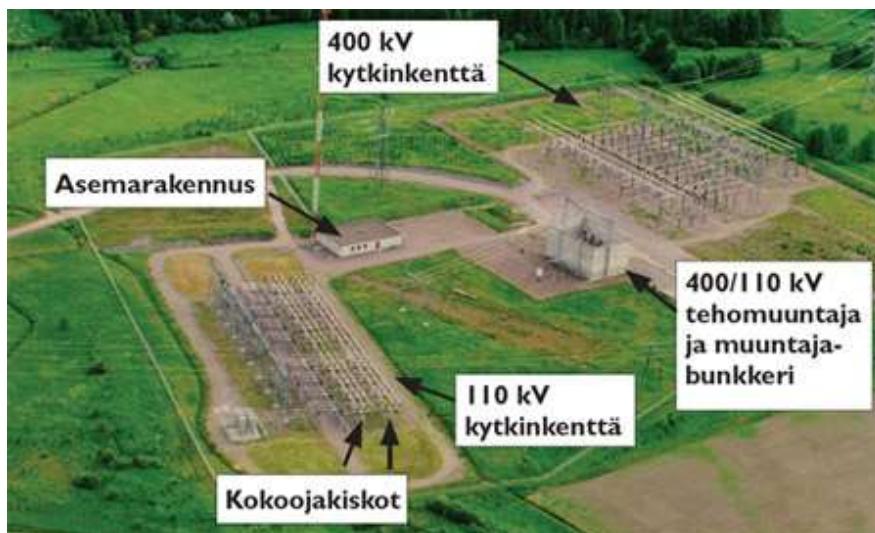
Olen työskennellyt yrityksessä työmaainsinöörinä ja työmaapäällikkönä. Mielenkiintoni sähköverkon rakentamista kohtaan on kasvanut työn parissa. Halu auttaa yritystä kehittymään Suomen tärkeimmäksi sähköverkon rakentajaksi sai tarttumaan haasteeseen ja tästä syystä valitsin opinnäytetyön aiheen. Totesimme yhdessä työnantajani kanssa, että yhtiön käyttöönottoprosessissa ja sen dokumentoinnissa on parantamisen varaa.

3 SÄHKÖASEMA

Sähköasemalla tarkoitetaan sellaista sähköenergian siirto- tai jakeluverkon kohtaa, jossa voidaan suorittaa kytkentöjä, jännitteen muuntamista tai sähköenergian siirron keskittämistä tai jakoa eri johdoille. Sähköasema on yksi sähköjakeluverkon tärkeimpiä solmukohtia. Suomessa on satoja sähköasemia, joista Fingrid omistaa 114 (Fingrid 2019, viitattu 30.3.2021). Loput ovat yksityisten sähköyhtiöiden omistuksessa. Sähköasemasta käytetään usein myös nimitystä kytkinlaitos.

Sähköasemia voidaan jaotella useaan eri kategoriaan. Sähköasemien käyttötarkoitus määritellään niiden sisältämien laitteistojen perusteella. Suomessa käytössä olevia yleisiä jännitetasoja ovat 400 kV, 220 kV, 110 kV, 20 kV ja 0,4 kV. Lisäksi eri jännitetasoja löytyy esimerkiksi teollisuudesta. Erilaisia sähköasemia jakeluverkossa voivat olla esimerkiksi muunto- ja kytkinasemat. Muuntoasemalla suoritetaan jännitteen muuntamista. Muuntoasemat ovat yleensä niin sanottuja keskusasemia. Muuntoasemalla sijaitsee aina muuntaja. Solmupisteasemat ovat teollisuuden ja kaupunkien suuria muuntoasemia. Syöttöasemia käytetään jakeluverkossa, jotta saadaan sähkö lähemmäs kuluttajia. Syöttöasemien jännitetaso on yleensä 110 kV/ 20 kV. (Tumelius 2016, viitattu 31.3.2021.)

Sähköasemat koostuvat useasta osakokonaisuudesta. Kokonaisuudet pitävät sisällään useita eri laitteita ja järjestelmiä; melkein kaikkea on kaksin kappalein ja lähes kaikelle on varajärjestelmä. Näin täytyy olla sen vuoksi, että sähköasema vastaa sähköverkon turvallisuudesta ja sähköjakelun häiriöttömyydestä. Rakenteellisesti sähköasema koostuu osista kuvan 2 mukaisesti.



KUVA 2. Sähköasema (Fingrid 2021, viitattu 6.3.2021)

Asemarakennus on tärkein sähköaseman osakokonaisuus. Asemarakennuksessa sijaitsevat kaikki suojaus- ja ohjauslaitteistot. Asemarakennus koostuu neljästä osasta: reletila, akkutila, apusähkötila ja yleiset tilat. Joissain tilanteissa rele- ja apusähkötilat on yhdistetty.

Muuntaja on suurin, tärkein ja kallein yksittäinen komponentti. Muuntaja nimensä mukaisesti muuntaa jännitteen haluttuun tasoon. Muuntajassa on kaksi jännitetasoa. Ensiöpiiriin jännite muunnetaan käämitysten avulla toisiopiiriin jännitteeksi. Muuntaja on usein sijoitettu muuntajabunkkeriin. Pääsyyinä tähän on palosuojaus sekä mahdollisen räjähdysen aiheuttamalta paineaaltoilta suojaaminen. Lisäksi bunkkeri suojaa myös muuntajaa esim. ilkivallalta. Yleisesti kantaverkossa käytössä olevat muuntajat ovat jännitetasoltaan 400kV/110kV/20kV muuntajia. 220 kV on enää käytössä Pohjois-Suomessa. Kuvassa 3 on 400kV/220kV muuntaja.



KUVA 3. Muuntaja (Yle 2016, viitattu 6.3.2021)

Sähköasema koostuu useista eri kytkinkentistä. Kytkinkentillä on eri tarkoitus. Esimerkiksi kenttien ohjauksella voidaan jokin johtolähtö tai verkon osa tehdä jännitteettömäksi. Tällaista kutsutaan johtolähtökentäksi. Muuntajakentällä kytketään muuntaja osaksi sähköverkkoa. Kuvassa 2 näkyy kaksi erillistä kytkinkenttää. Tämä johtuu siitä, että kenttien jännitetasot ovat erisuuret. Toisen jännitetaso on 110 kV ja toisen 400 kV. 110 kV:n jännitetaso sijaitsee muuntajan alajännitepuolella. (Tumelius 2016, viitattu 31.3.2021.)

Kytäkentällä sijaitsevat suurjännitekojeet. Jokaisella kojeella on tärkeä tehtävä kentän toiminnan kannalta. Kojeiden tehtävät voidaan esittää seuraavasti:

- Kokoojakiskot eivät ole kojeita, mutta niiden avulla sähkö jaetaan kytkinlaitoksessa tarkoituksenmukaisimmalla tavalla.
- Katkaisijat ja erottimet toimivat kytkinlaitteina. Katkaisijaa käytetään kuormitetun virtapiirin avaamiseen ja sulkemiseen. Sen on kestettävä myös verkossa vian seurauksena esiintyvä oikosulkuvirta.
- Erottimia käytetään kuormittamattoman virtapiirin kytkentöihin. Erottimia sijoitetaan myös johtoreittien varrelle. Erottimia on useita eri tarkoitukseen esim. tartuntaerotin, jota käytetään virran johtamiseksi kiskolta muille kojeille.
- Mittamuuntajia käytetään jännitteiden ja virtojen muuntamiseen mittalaitteille sopiviksi.
- Suojaustarkoituksissa käytetään releitä ja varokkeita sekä ylijännitesuojauksessa ylijännitesuojia, venttiilisuojia tai kipinävälejä. Esimerkiksi oikosulkutilanteessa rele havahtuu ja antaa avauskäskyn kytkinlaitoksella sijaitsevalle katkaisijalle.

Sähköasemaa voidaan kuvata toiminnallisten osiensa perusteella. Toiminnalliset osat ovat pääjärjestelmät, apujärjestelmät sekä muut järjestelmät esim. rikos- ja paloilmoinjärjestelmät. (Seppälä 2001-2003, 11 - 12.)

4 LAIT, ASETUKSET JA SUOSITUKSET

Suomessa sähköturvallisuutta valvotaan tarkasti. Tämän vuoksi Suomessa on voimassa useita asetuksia ja säädöksiä, joissa esitetään vaatimukset sähköturvallisuuden toteutumiselle. Lisäksi Suomessa on voimassa sähköturvallisuuslaki.

4.1 Sähköturvallisuuslaki

Sähköturvallisuuslaki määrittää sähköturvallisuuden perusvaatimukset Suomessa. Tällä hetkellä on voimassa sähköturvallisuuslaki STL 1135/2016. Laki varmistaa sähkölaitteen ja -laitteiston käytön turvallisuuden. Lisäksi tarkoituksena on estää sähkön käytöstä aiheutuvien sähkömagneettisten häiriöiden haitalliset vaikutukset. Laki myös turvaa sähkölaitteen tai -laitteiston sähkövirran tai magneettikentän välityksellä aiheuttamasta vahingosta kärsineen henkilön oikeudet.

Lisäksi laissa valvotaan sähkölaitteiden ja -laitteistoiden vaatimusten mukaisuutta sekä niiden valvontaa, määritellään asetettavia vaatimuksia, ohjataan sähköalan töitä ja niiden valvontaa sekä säädetään sähkölaitteen ja -laitteiston haltijan vahingonkorvausvelvollisuudesta.

Tällä lailla pannaan täytäntöön sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön yhdenmukaistamisesta annettu Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/30/EU, jäljempänä EMC-direktiivi, ja tietyllä jännitealueella toimivien sähkölaitteiden asettamista saataville markkinoilla koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön yhdenmukaistamisesta annettu Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/35/EU, jäljempänä pienjännitedirektiivi. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, viitattu 31.3.2021.)

Sähköturvallisuuslaki antaa puitteet sähköturvallisuuden valvontaan. Lakia sovelletaan kaikkiin sähkölaitteisiin ja -laitteistoihin: tuottaminen, siirto, jakelu ja käyttö. Laissa esitetään kaikki yleiseen sähköturvallisuuteen liittyvät vaatimukset ja määräykset. Määräyksien noudattamista valvoo Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES. Sähköturvallisuuslainsäädäntö uudistui 2016 ja silloin sähköalan tärkeimmät säädökset ja asetukset keskitettiin sähköturvallisuuslakiin. Uusi sähköturvallisuuslaki astui voimaan 1.1.2017. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, viitattu 31.3.2021.)

Laissa korostetaan, että sähkölaitteen tai -laitteiston käytöstä ei saa aiheutua kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa. Ne eivät saa myöskään aiheuttaa sähköisesti tai sähkömagneettisesti kohtuutonta häiriötä, eikä niiden toiminta häiriinny edellä mainituista helposti. Laitteet ja laitteistot on suunniteltava, rakennettava ja valmistettava niin, että se täyttää tässä laissa sille asetetut vaatimukset. Jos sähkölaitte tai -laitteisto ei täytä 1 momentissa säädettyjä edellytyksiä, sitä ei saa saattaa markkinoille, luovuttaa toiselle eikä ottaa käyttöön. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, viitattu 31.3.2021.)

Sähköturvallisuuslaissa käsitellään myös laitteen ja laitteistojen käyttöönottoon liittyviä säädöksiä. Jokaiselle laitteelle ja laitteistolle tehdään erillinen käyttöönottotarkastus. Ne voidaan ottaa käyttöön vain, jos ne täyttävät sähköturvallisuuslaissa asetetut vaatimukset. Sähköturvallisuusviranomaisen saa rajoittaa sähkölaitteiston käyttöönottoa ja käyttöä, mikäli se ei täytä vaatimuksia. Sähkölaitteiston käyttöönottoajankohdaksi katsotaan hetki, jolloin laitteistoon kytketään jännite sen käyttöä varten käyttöönottotarkastuksen jälkeen. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, viitattu 31.3.2021.)

Sähköasema koostuu useista eri laitteista ja laitteistoista eli muodostuu asennuskokonaisuus – jota koskee sähköturvallisuuslaki. Sen lisäksi Valtioneuvoston asetus sähköalan töistä (Vna 1435/2016) täydentää sähköturvallisuuslakia mm. henkilöstön ammattitaito- ja pätevyysvaatimuksista.

4.2 Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista

Valtioneuvosto on antanut asetuksen VNa 1434/2016, joka koskee sähkölaitteistoja ja nojaa sähköturvallisuuslakiin. Asetuksessa käsitellään sähkölaitteiston tarkastuksia, huoltoa ja kunnossapitoa. Sähköturvallisuuslaissa luvussa 3 pykälässä 44 määritellään luokat, joihin sähkölaitteisto kuuluu. Sähköasemat kuuluvat luokkaan 2 (sähkölaitteisto, johon kuuluu yli 1 000 V:n nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 V:n sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja). (Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista 1434/2016, viitattu 31.3.2021.)

Sähkölaitteistot on jaettu laajuutensa ja erityisominaisuuksiensa perusteella luokkiin, joiden perusteella määräytyy säädöksiä varmennus- ja määräaikaistarkastuksista sekä rekisterinpitäjästä. Uusille sähköasemille on aina tehtävä varmennustarkastus, nimettävä käytön johtaja

ja laadittava ennalta sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma.

Määräaikaistarkastuksia saavat suorittaa vain valtuutetut tarkastajat ja valtuutetut laitokset.

Sähköasemien määräaikaistarkastukset on suoritettava 10 vuoden välein.

Tukesissa pidetään rekisteriä sähköasemien

käytön johtajista ja varmennus- sekä määräaikaistarkastuksista ilmoitusten perusteella.

(Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista 1434/2016, viitattu 31.3.2021.)

4.3 Standardit

Suomessa sähköalan SFS-standardien valmistelusta ja julkaisemisesta vastaa Suomen Sähköteknillinen Standardisoimisyhdistys (SESKO ry). Sähköalalla on useita standardeja, joista tärkeimpiä ovat standardisarjan SFS 6000 standardit. SFS 6001 Suurjänniteasennukset koskevat erityisesti sähköasemia. Tällä hetkellä voimassa on vuonna 2018 voimaan tullut versio. Pienjänniteasennuksia koskeva SFS 6000 on päivitetty vuonna 2017. Tarkastuksilla ja testeillä varmistutaan siitä, että asennukset täyttävät SFS standardien ja asiaankuuluvien laitestandardien vaatimukset. Standardista saa poiketa, jos poikkeava ratkaisu täyttää olennaiset turvallisuusvaatimukset ja on perusteltavissa. Sähkötyöturvallisuusstandardi SFS 6002 sisältää Valtioneuvoston asetuksiin liittyviä tarkennuksia ja ohjeistuksia. (SESKO 2021, viitattu 31.3.2021.)

4.4 Muita sähköasennuksia koskevia ohjeita

Sähköasennuksiin on olemassa useita ohjeistuksia, joita lukemalla voi saada tärkeää tietoa.

Esimerkkejä Suomessa käytetyistä ohjeistuksista:

- ST-kortisto on kattava sähköalan ammattilaisten käyttämä tietopankki (Sähkötieto ry)
- sähköalantietokansio (Sähköinfo Oy)
- Head Power -ainestot
- jakeluverkkoyhtiöiden ohjeet
- valmistajan asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet.

5 SÄHKÖASEMAN KÄYTTÖNOTTO

Käyttöönotto tarkoittaa nimensä mukaisesti sitä, että jokin järjestelmä otetaan virallisesti käyttöön. Käyttöönotto voidaan tehdä kokonaisuudelle tai jollekin järjestelmän osalle. Käyttöönotto katsotaan suoritetuksi, kun laitteistoon kytketään jännite sen käyttöä varten. Valvottuja käyttötilanteita ei kuitenkaan lueta käyttöönotoksi.

Käyttöönoton yhteydessä laaditaan käyttöönottotarkastuspöytäkirja, joka tulee sähkölaitteiston haltijan käyttöön, ellei toisin määrätä. Pöytäkirjasta tulee käydä ilmi kohteen yksilöintitiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten- ja määräystenmukaisuudesta, yleiskuvaus tarkastusmenetelmistä, sekä tulokset testauksista ja tarkastuksista. Allekirjoittaja on tarkastuksen tekijä eli yleisimmin urakoitsijan edustaja. Käyttöönottotarkastuksen tekijän täytyy olla sähköalan ammattihenkilö.

Urakoitsija ja tilaaja ottavat järjestelmän käyttöön yhdessä ennalta sovitun suunnitelman mukaisesti. Kokonaisvastuu on urakoitsijalla ja tilaaja vastaa kytkentöjen oikeellisuudesta sekä toteutuksesta. Paikalliskytkijä suorittaa kytkennät käyttöönoton aikana. Käyttöönotto-ohjelmassa on lisäksi nimettyinä päävastuuhenkilöiden lisäksi mittauksista vastaavat henkilöt.

5.1 Aloituspalaveri

Käyttöönotto tapahtuu erillisen käyttöönotto-ohjelman mukaisesti. Ennen käyttöönottoa pidetään käyttöönottopalaveri jossa ovat paikalla tilaajan ja urakoitsijan edustajat sekä usein paikalliskytkijä. Esityslistalla ovat käyttöönottoon liittyvät vastuut, toiminta ja dokumentit. Olennaista on, että poikkeamalistalla ei ole mitään, joka estäisi käyttöönoton aloituksen. Jokainen osallistuja hyväksyy osaltaan, että käyttöönottotoimenpiteet voidaan aloittaa.

Tilaajan sähkölaitteiston käytöstä vastaava ilmoittaa verkkokeskukseen, että kaikki käyttöönotossa vaadittavat dokumentoinnit ovat käytettävissä ja käyttöönotto voidaan aloittaa. Verkkokeskus hyväksyy osaltaan, että käyttöönottotoimenpiteet voidaan aloittaa. (Haljala 2012, viitattu 31.3.2021.)

5.2 Visuaalinen tarkastus

Käyttöönoton suoritus aloitetaan yleensä yleissilmäyksellä käyttöönotettavaan verkon osaan. Kaikki tarkastuksessa huomioidut puutteet ja huomiot kirjataan ylös. Nämä kohdat korjataan heti, mikäli on kyseessä käyttöönoton estävä puute tai huomio. Näitä tilanteita pyritään estämään, sillä yleensä urakoitsija on tehnyt tarkastuksia jo ennen käyttöönottoa ja dokumentoinut ne kirjallisesti. Mikäli puute tai poikkeama ei ole ns. oleellinen, voidaan se korjata myös myöhemmin. Todellisuudessa visuaalista tarkastusta tehdään koko rakennusvaiheen ajan. Puutteiden ja huomioiden korjaaminen tulee hoitaa jo ennen käyttöönottovaihetta, jotta ne eivät estä käyttöönottoa. Käyttöönotossa korjattavat puutteet voivat viivästyttää merkittävästikin käyttöönottoa, jonka aikataulu saattaa olla hyvinkin tiukka. Yleinen siisteys on usein asia, johon puututaan tarkoin. Tarkastuksessa huomioidaan myös tarkasti kilpien ja merkintöjen oikeellisuus. Oikeanlaiset merkinnät estävät huomattavasti paremmin erehtymisenvaaraa kuin huolimattomasti tehdyt. Merkinnöillä on suuri merkitys sähköturvallisuuden kannalta.

Sähköasemaprojektissa toimittajalla on vastuu käyttöönotosta, mutta käyttöönototarkastus tehdään yhteistyössä tilaajan edustajan kanssa. Toimittaja tarkistaa asennusten ja piirustusten oikeellisuuden sekä asiakirjojen vastaavuuden. Toimittajan tulee myös korjata havaitut virheet. Kojeluettelossa ilmoitetaan kojeiden ja laitteiden nimellisarvot. Kojeidien ja laitteiden tulee vastata kojeluetteloita. Suunnitelmien mukaisuus on tärkeää. Visuaalisen tarkastuksen aikana molemmat osapuolet tekevät havaintoja ja keskustelevat avoimesti keskenään. Tämä tapa on tärkeä, jotta lopputuloksesta saadaan toimiva ja hyvä. (Laine 2016, viitattu 31.3.2021.)

5.3 Käyttöönotto-ohjelma

Käyttöönotto-ohjelmassa käydään lävitse käyttöönoton aikaiset tapahtumat, kuten dokumenttien ja tarkastuspöytäkirjojen sisältö. Lisäksi ohjelmassa esitetään asennustarkastukset, sähkötyöturvallisuus, kytkentätoimet sekä yleistiedot, missä järjestyksessä mikäkin työvaihe tulee tapahtumaan. Käyttöönotto-ohjelma kulkee tavallisen työpiirustusjakelun läpi. Urakoitsija toimittaa ohjelman kommentoille tilaajalle, joka hyväksyy tai hylkää sen. Vaihtoehtoisesti ohjelma voidaan hyväksyä myös kommentein, jolloin kohdat, jotka ovat hylättyinä täytyy korjata ja sen jälkeen ohjelma on valmis käyttöönottoa varten. Urakoitsija toimittaa hyväksytyyn käyttöönotto-ohjelman

työkuvana sähköisenä sekä lähettää käyttöönotto-ohjelman sähköpostilla. Hyväksytyyn käyttöönotto-ohjelmaan ei saa tehdä muutoksia muuten kuin kommentointiprosessin kautta.

Myös käyttöönottoon osallistuvat henkilöt nimetään käyttöönotto-ohjelmassa. Käyttöönotossa on oltava mukana sekä urakoitsijan että tilaajan edustus. Pääsääntöisesti käyttöönottoon osallistuvat urakoitsijan projektipäällikkö tai työmaapäällikkö ja pääkoestaja sekä tilaajan projektipäällikkö, käytöstä vastaava suojausasiantuntija ja paikalliskytkijä. Jokaisella on tärkeä rooli käyttöönoton läpiviemisprosessissa. Käyttöönottoon osallistuvien henkilöiden määrä pyritään rajoittamaan mahdollisimman pieneksi vaaratilanteiden välttämiseksi. Covid-19 epidemian aikana voimassa olleiden rajoitusten vuoksi henkilömääriä pyrittiin pienentämään entisestään. (Haljala 2012, viitattu 31.3.2021.)

5.4 KytKentäpäätös

KytKentäpäätös on sitova suunnitelma, jossa jaetaan kaikille työn osapuolille sekä tietoa että toimintaohjeistus vaikutusalueesta. Sen perusteella laaditaan kytKentäohjelma, jossa annetaan toimeksianto jännitteiden päälle kytkemiseen työkohteeseen. KytKentäpäätöksen laatii tilaaja käyttöönotto-ohjelman sekä käyttö- ja sähkötyöturvallisuusohjeen mukaisesti. KytKentäpäätöksen perusteella tehdään myös turvallisuusilmoitus, käyttöönotettavan verkon osaan. (Haljala 2012, viitattu 31.3.2021.)

5.5 Ohjaus- ja suojausmenetelmien koestukset

Ohjaus- ja suojausmenetelmät perustuvat releisiin. Releiden testaaminen on erittäin olennaista järjestelmän käyttöönottoon valmistautuessa. Releet ovat mittalaitteiden kaltaisia laitteita, joista voisi puhua paremminkin releyksiköinä, sillä nykyaikainen rele on kokonaisuus, joka huolehtii monista suojausfunktioista. Releyksiköt tarkkailevat verkon sähköisiä suureita ja pystyvät havaitsemaan verkon epänormaali tilat. Esimerkiksi ylikuormitus tai eristyksen peittäminen voivat aiheuttaa releen havahtumisen.

Lisäksi suojarеле toimii tiedonkeruuyksikkönä, joka vastaanottaa ohjaus- ja asettelutietoja. Tiedoista saadaan selville mittaus-, tila- ja asetteluarvot. Saadut tiedot määrittelevät releiden

ohjelmoinnin ja releille sopivat arvot. Jos releelle asetellut arvot ylittyvät, on verkon tila epänormaali ja rele antaa ohjauskäskyn katkaisijalle viallisen sähköverkon osan irrottamiseksi kunnossa olevasta sähköverkosta.

Koestuksen tarkoituksena on syöttää releille tarkoituksella sellaisia epänormaaleja virtoja ja jännitteitä, joilla rele saadaan reagoimaan. Näin varmistetaan, että todellisen vian tullen rele saadaan havahtumaan ja suojaus toimii oikein. Tämä tarkoittaa, että toiminnan on oltava selektiivistä eli verkon osa voidaan erottaa tai valikoida vikatilanteen sattuessa. Lisäksi releen toiminnan on tapahduttava riittävän nopeasti, jotta vaarat, vauriot ja häiriöt jäävät kohtuullisiksi. Näin verkko säilyy stabiilina ja toimintakykyisenä. Suojauksen tulee kattaa aukottomasti koko suojattavan järjestelmän.

Releen aiheeton toiminta tai vian havaitsemattomuus voi johtaa vakaviinkin seurauksiin. Tästä syystä releitä testataan useaan otteeseen, jotta voidaan varmistua niiden toiminnasta. Toimintahäiriöiden mahdollisina seuraamuksina voi olla sähkön laadun heikkeneminen, omaisuusvahinkojen tai laitevaurioiden syntyminen. Mahdollisesti jopa ihmisiä ja eläimiä joutuu vaaralle alttiiksi.

Releet eivät yksin pysty suoriutumaan suojaustehtävistä, vaan ne tarvitsevat avukseen muitakin suojauskomponentteja. Näitä voivat olla mittamuuntajat, katkaisijat, apuenergiälähteet ja mittaus-, laukaisu- ja tiedonsiirtoyhteydet. Koestuksessa selviää monen muunkin laitteen toimivuus, kaikkien yhteensopivuus ja suojauskokonaisuuden aukottomuus. (Mörsky 1993.)

5.5.1 FAT-koestus

FAT-koestus, eli factory acceptance test, suoritetaan ennen laitteiden toimitusta loppusijoituspaikkaan. Yleensä FAT-testit suoritetaan laitteiden valmistajan tiloissa. Joissain tapauksissa laitteet voidaan kuljettaa toiseen paikkaan, jossa on mahdollista simuloida sähköaseman kaltainen tilanne.

FAT-testit suoritetaan suurimmille osakokonaisuuksille, kuten relekaapit ja apusähköjärjestelmät. Näitä testejä on valvomassa aina tilaajan edustus. Myös suurjännitekojeiden osalta tilaajalle

esitetään mahdollisuus osallistua testitilaisuuteen, mutta useimmiten tilaajalle riittävät FAT-koestuspöytäkirjat.

5.5.2 SAT-koestus

SAT-koestus, eli site acceptance test, jossa testataan koko järjestelmän toimintaa sen loppusijoituspaikassa nimensä mukaisesti. Testaus on samankaltainen kuin FAT-testaus, mutta laajuudessaan kattavampi. Tässä vaiheessa laitteiden tulisi olla täydessä valmiudessa asennettuina ja testattuina käyttöönottoa varten. SAT-testit suoritetaan kaikille sähköaseman laitteille hyvissä ajoin ennen varsinaista käyttöönottoa, jotta käyttöönotto sujuu mahdollisimman hyvin.

5.6 Yli 1000 V:n tarkastukset

Yli 1000 V:n laitteiden tarkastukset koskevat suurimmaksi osaksi sähköasemalla pääpiiriin kojeita. Mikäli asemalta löytyy kojeisto, jonka nimellisjännite on yli 1000 V, sovelletaan tarkastuksia myös tälle. Yli 1000 V:n laitteiden tarkastuksia koskevat vaatimukset on esitetty SFS-6001-standardissa, josta käytössä on nyt vuonna 2018 voimaan tullut versio.

Suurjännitekojeisiin kuuluvat kaikki yli 1000 V:n jännitettä käyttävät laitteet. Alla on esitelty sähköasemalla käytössä olevia kojeita.

Katkaisijat toimivat kytkinlaitteina kuormitetun virtapiiriin avaamiseen ja sulkemiseen. Ennen käyttöönottoa tehtävissä koestuksissa mitataan toiminta-ajat, ympäristön lämpötila ja pääkoskettimien ylimenovastus. Lisäksi mitataan resistanssit ja toimintajännitteet mm. moottoreista ja ohjauskeloista.

Virtamuuntajien avulla liitetään sekä valvontaan että mittauksiin tarkoitetut mittarit ja releet osaksi suurijännitteisiä sähköasennuksia. Virtamuuntajissa on useita eri sydämiä ja jokaisen avulla mitataan eri suureita. Ajamalla magnetoimiskäyrä sydämen läpi voidaan varmistua, että releet on kytketty oikealle virtamuuntajan sydämelle. Myös muuntosuhde mitataan, jotta voidaan varmistua toisiossa mitattujen arvojen oikeellisuudesta. Lisäksi mitataan napaisuus, eristysvastus ja toisiotaakka.

Jännitemuuntajista mitataan samat asiat kuin virtamuuntajistakin. Lisäksi käyttöönoton yhteydessä mitataan kiertokenttä sekä poistetaan ylimääräiset maadoitukset avokolmiosta.

Kierro- ja tartuntaerottimille tehdään samat mittaukset. Molempien erottimien käyttöönottomittauksissa mitataan ylimenovastus jokaisen vaiheen ja tartuntapinnan kohdalta sekä moottoriohjaimen vääntömomentti.

5.7 Alle 1000 V:n tarkastukset

Tarkastuksia koskevat vaatimukset on esitetty SFS-6000-standardissa. Alle 1000 V:n laitteiden tarkastukset suoritetaan nimensä mukaisesti kaikille laitteille, jotka käyttävät alle 1000 V:n nimellisjännitettä toimiakseen. Näitä laitteita ja laitteistoja ovat mm. relekaapit ja apusähköjärjestelmät.

Ensin tehdään jännitteettömät käyttöönottomittaukset, joita ovat eristysvastusten mittaukset ja suojajohtimien jatkuvuusmittaukset. Tarvittaessa tehtäviä alle 1000 V:n mittauksia ovat oikosulkuvirtojen mittaukset ja vikavirtasuojien laukeamisajat sekä -virrat. Nämä mittaukset tehdään aina jännitteisinä.

5.7.1 Eristysvastusmittaukset

Jännitteisten osien riittävä eristys maasta mitataan eristysresistanssimittarilla jännitteettömänä. Mitattavan alueen pääkytkimien ja johdonsuojien on oltava päällä, jotta mittaus kattaa koko laitteiston. Käytännössä mittaus tehdään kuitenkin kaikkien kontaktorien ja releiden osilta erikseen. Mittaus paljastaa mahdolliset virheet asennuksessa sekä keskeneräiset asennukset. Tyypillisesti mittaus suoritetaan käyttämällä 1000 V:n jännitettä. Tällä hetkellä standardissa esitetty minimimittautulos on 1,0 M Ω (Taulukko 1). Poikkeuksellisesti laitevalmistajan pyynnöstä voidaan käyttää myös 250 V:n mittausjännitettä; tälle asetettu minimiarvo on 0,5 M Ω (Taulukko 1). 250 V:n mittausjännitettä käytetään esimerkiksi jamak- ja nomak-kaapeleille. (Saastamoinen & Saarelainen 2018, viitattu 31.3.2021.)

TAULUKKO 1. Eristysvastuksen minimiarvot

Virtapiirin nimellisjännite, V	Koejännite (tasajännite), V	Eristysresistanssi, M Ω
SELV JA PELV	250	$\geq 0,5$
< 500 V, FELV mukaan luettuna	500	$\geq 1,0$
> 500 V	1000	$\geq 1,0$

5.7.2 Suojajohtimien jatkuvuusmittaus

Suojamaadoitetussa laitteistossa suojajohtimen tehtävä on huolehtia kosketusjännitteen riittävän alhaisesta tasosta vikatilanteessa. Suojajohdin toimii myös vikavirran purkausreitteinä, jotta suojalaite toimisi. Mittauksen tarkoitus on varmistaa, että suojajohdin on yhtenäinen. Suojalaite ei toimi vikasuojauksessa, mikäli johdin on viallinen tai poikki.

5.7.3 Jännitteisenä tehtävät mittaukset

Sähköasemaympäristössä **oikosulkuimpedanssin mittaus** suoritetaan vain tietyille ryhmille esim. pää- ja hätäsyöttö. Oikosulkuimpedanssin arvon tulee olla riittävän pieni, jotta vikatilanteessa vikajännite saadaan katkeamaan mahdollisimman nopeasti. Vikajännite katkeaa turvallisesti, kun johdonsuojakatkaisija laukeaa tai sulake palaa.

Sähköasemalla pienjännitepuolella yleisimmin suojaukseen käytetään johdonsuojakatkaisijoita tai gG-sulakkeita. Näiden sallitut oikosulkuvirrat on esitetty taulukoissa 2 ja 3.

TAULUKKO 2. Johdonsuojien vaatimat oikosulkuvirrat vika- ja oikosulkusuojaukseen (NSS Oy 2008, viitattu 31.3.2021)

Pienimmät oikosulkuvirrat, jolla erilaiset suojalaitteet toimivat 0,2, 0,4 tai 5,0 sekunnissa					
Suojalaitteen nimellisvirta A	Pienin sallittu yksivaiheinen oikosulkuvirta A				
	Johdonsuojakatkaisijat				
	B-tyyppi 0,2, 0,4 s ja 5,0 s	C-tyyppi 0,2 ja 0,4 s	C-tyyppi 5,0 s	D-tyyppi 0,2 ja 0,4 s	D-tyyppi 5,0 s
	Lask.arvo / mitattu arvo	Lask.arvo / mitattu arvo	Lask.arvo/ mitattu arvo	Lask.arvo / mitattu arvo	Lask.arvo / mitattu arvo
6	30 / 38	60 / 75	42 / 55	120 / 150	42 / 55
10	50 / 65	100 / 125	70 / 90	200 / 250	70 / 90
16	80 / 100	160 / 200	112 / 140	320 / 400	112 / 140
20	100 / 125	200 / 250	140 / 180	400 / 500	140 / 180
25	125 / 160	250 / 320	175 / 220	500 / 630	175 / 220
32	160 / 200	320 / 400	225 / 280	640 / 800	225 / 280
40	200 / 250	400 / 500	280 / 350	800 / 1000	280 / 350
50	250 / 320	500 / 630	350 / 440	1000 / 1250	350 / 440
63	315 / 400	630 / 790	440 / 550	1260 / 1600	440 / 550
80	400 / 500	800 / 1000	560 / 700	1600 / 2000	560 / 700
125	625 / 780	1250 / 1570	875 / 1100	2500 / 3130	875 / 1100

TAULUKKO 3. Vaaditut oikosulkuvirrat käytettäessä gG tai gL-sulakkeita (NSS Oy 2008, viitattu 31.3.2021)

Sulakkeiden nimellisvirta A	Laukaisuaika	
	0,4 s	5,0 s
	Laskettu arvo / mitattu arvo	Laskettu arvo / mitattu arvo
2	16 / 20	9 / 12
4	32 / 40	18 / 23
6	46,5 / 58	28 / 35
10	82 / 103	46,5 / 58
16	110 / 138	65 / 81
20	145 / 180	85 / 105
25	180 / 225	110 / 138
32	270 / 340	165 / 210
35	290 / 365	175 / 220
40	315 / 395	190 / 240
50	470 / 590	250 / 315
63	550 / 690	320 / 400
80	840 / 1050	425 / 530
100	1000 / 1250	580 / 725
125	1450 / 1800	715 / 895
160	1600 / 2000	950 / 1190
200	2100 / 2625	1250 / 1560
250	2800 / 3500	1650 / 2065
315	3700 / 4625	2200 / 2750
400	4800 / 6000	2840 / 3550
500	6400 / 8000	3800 / 4750
630	8500 / 10625	5100 / 6375

Vikapiirin impedanssin mittauksen tarkoitus on selvittää vikasuojauksen toimivuus.

Vikavirtasuojakytkimiä on useita tyyppisiä ja niiden laukaisuajat sekä -virrat poikkeavat toisistaan.

Vikavirtasuojakytkinten testaus suoritetaan jännitteisenä käyttäen käyttöönottomittauslaitetta.

Laite syöttää piiriin vikavirtaa, joka aiheuttaa vikavirtasuojakytkimen laukeamisen. Laite näyttää kytkimen laukeamisajan ja virran. Kytkimille asetetut raja-arvot on useinmiten esitetty laitteen kyljessä.

6 KÄYTTÖÖNOTTOPROSESSIN KEHITTÄMINEN

Yrityksen käyttöönottoprosessi oli kehittynyt nykyiseen muotoonsa vuosien varrella. Kehitystyön osalta keskityttiin pääosin käyttöönoton kahteen osakokonaisuuteen:

- yli ja alle 1000 V:n tarkastuspöytäkirjoihin
- asennustarkastuksiin.

Myös muut käyttöönottoprosessin dokumentit muokattiin yhteneväisiksi.

6.1 Nykytilanteen kartoitus

Kehitystyö aloitettiin työmaakäynnillä, jossa valmisteltiin aseman osittaista käyttöönottoa suorittamalla se yhdelle kentälle. Käyttöönottoa varten lomakkeet oli täytetty jo valmiiksi, joten tarkoitus oli vain tarkastaa ja keskustella, mikä käyttöönoton dokumentoinnissa on ongelmana. Huomattiin, että yli ja alle 1000 V:n tarkastuspöytäkirjat olivat säädösten osalta vanhentuneita. Lisäksi todettiin, että useassa lomakkeessa tarkastettiin jo aiemmin kertaalleen tarkastettu asia. Näin ollen tehtiin turhaa työtä, joka voi tiukassa käyttöönottoaikataulussa aiheuttaa ylimääräisiä viivästyksiä.

Asennustarkastuspöytäkirja oli yksi lomake, jota muokattiin yksittäisten laitteiden tarkastusta varten. Esimerkiksi relekaappia tai sähkökeskusta varten muokattiin aina samaa pöytäkirjaa sen hetkistä tarkastusta varten. Lisäksi huomattiin, että lomakkeiden ulkoasut eivät olleet yhteneviä. Lomakkeita ovat tehneet ja muokanneet vuosien varrella useat eri henkilöt, joten ne vaikuttivat hieman sekavilta. Tarkastuksen tekijältä vaadittiin paljon perehtymistä ennakkoon, jotta lomakkeiden sisältö oli selvää tarkastustilanteessa ja kaikki olennainen tuli kirjattua lomakkeelle.

6.2 Dokumenttien päivitys

Aikaisemmassa mallissa oli paljon erilaisia dokumentteja ja sen vuoksi pelkkään tarkasteluun meni aikaa kohtuuttoman paljon. Tarkastuspöytäkirjat, jotka olivat säädösten osalta vanhentuneita, uusittiin ensimmäiseksi voimassa olevan ohjeistuksen mukaisiksi. Dokumenttien päivitystä jatkettiin tarkastelemalla päällekkäisyyksiä. Havaittiin, että usean dokumentin tarkastuslistalta löytyi

sama kohta. Nämä kohdat karsittiin niin, että kyseinen kohta tarkistetaan jatkossa vain kertaalleen. Lisäksi dokumenteista löytyi paljon turhaa tietoa, joka myös poistettiin. Itse pöytäkirjamallien määrä on lisääntynyt päivityksen myötä, mutta täytettävien sarakkeiden määrä vähentynyt, kun päällekkäisyydet on poistettu. Jatkossa relekaapille ja sähkökeskukselle on omat pöytäkirjansa. Lisäksi erottimien pöytäkirjaa on yksinkertaistettu ja tietyn tyyppisten erottimien mittauspaiikat on ohjeistettu pöytäkirjan ohjesivulla.

6.3 Dokumenttien ulkoasu

Dokumenttien päivityksen yhteydessä myös pöytäkirjamallit on yhtenäistetty ja logot muutettu nykyisen yrityksen mukaisiksi. Malleissa on huomioitu helppokäyttöisyys ja ulkonäkö. Dokumentteja voi esitää tietokoneella ja varsinaiset mittaustulokset ja tarkastukset kirjataan sitten työmaalla käsin. Tarkastuspöytäkirjat ovat tämän raportin liitteenä, mutta luottamuksellisina ne jäävät vain toimeksiantajan käyttöön.

6.4 Ohjeet

Yli ja alle 1000 V:n tarkastuspöytäkirjoille ja asennustarkastuspöytäkirjoille laadittiin ohjesivu tiedostoon, jotta myös asiaan vähemmän perehtynyt henkilö pystyy pöytäkirjan täyttämään tulevaisuudessa. Koko prosessia varten tehtiin myös ohjeyhteenveto Powerpoint-tiedostona, jota voidaan käyttää opastukseen käyttöönottilanteen lähestyessä.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön teon aikana työskentelin sähköasematyömaan työmaapäällikkönä. Tämä rooli auttoi huomattavasti perehtyessäni sähköaseman käyttöönoton prosessiin. Apua ja tietoa oli helposti saatavilla. Omasta mielestäni sisäistin käyttöönottoprosessin hyvin ja tämä auttaa varmasti myös jatkossa.

Käyttöönottoprosessin kehittämisen kannalta päästiin tavoitteisiin, jotka ennen työn aloitusta asetettiin. Dokumenttien ulkoasu muuttui ja sisältö päivittyi tämänhetkisten vaatimusten mukaiseksi. Lisäksi kaikki dokumentit ovat nyt yhteneviä. Ohjeet pöytäkirjojen täyttämiseen luotiin niin, että myös käyttöönoton osalta siihen vähemmän perehtyneet henkilöt osaavat täyttää pöytäkirjat.

Uutena ideana työn loppuvaiheessa tuli esiin, miten pöytäkirjojen päivittäminen saadaan pysymään ajan tasalla myös jatkossa. Ehdotettiin, että yksi henkilö tarkastaa vuosittain pöytäkirjojen tilan ja sisällön oikeellisuuden. Tämän vuoksi pöytäkirjoihin lisättiin myös versionhallinta, jonka avulla pysytään selvillä, mikä muutos on tehty ja milloin.

LÄHTEET

Energense 2020. Tietoa meistä. Viitattu 30.3.2021, <https://enersense.com/fi/tietoa-meista/>

Fingrid 2019. Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2019-2030. Viitattu 30.3.2021, https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/kantaverkon_kehittamissuunnitelma_2019-2030-luonnos.pdf

Fingrid 2020. Lehdistötiedotteet. Viitattu 30.3.2021. <https://www.fingrid.fi/sivut/ajankohtaista/tiedotteet/2020/fingrid-investoi-kantaverkkoon-ennatykselliset-kaksi-miljardia-euroa/>

Fingrid 2021. Sähköasemat. Viitattu 30.3.2021. <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/kunnossapito/sahkoasemat/>

Haljala, V. 2012. Käyttöönotto- ja asennustarkastuspöytäkirjojen yhdenmukaistaminen. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinäytetyö. Viitattu 31.3.2021. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/57237/Ville%20Haljala.pdf?sequence=1>

Laine, K. 2016. Sähköaseman keskijännitekojeiston käyttöönotto. Tampereen ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 31.3.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/119470/Laine_Karoliina.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mörsky, J. 1993. Relesuojaustekniikka. Hämeenlinna: Karisto Oy.

NSS Oy 2008. Vaaditut oikosulkuvirrat. Viitattu 30.03.2021. <http://nssoy.fi/uploads/nss/Vaaditut%20oikosulkuvirrat.pdf>

Seppälä, M. 2001-2003. Yleistä tietoa sähköasemista. Helsinki: Aalto yliopisto.

Sähköturvallisuuslaki STL 1135/2016. Viitattu 30.3.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>

Tumelius, H. 2016. Sähköasemarakentaminen. Lapin AMK. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 31.3.2021.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/106688/Tumelius_Henrik.pdf?sequence=1&isAlloved=y

Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista Vna 1434/2016. Viitattu 30.3.2021.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161434>

Yle 2016. Sydän sykkii betonikuoren sisällä – vanha kantaverkon sähköasema väistyi uuden tieltä. Viitattu 30.3.2021.

<https://yle.fi/uutiset/3-9088340>

LIITTEET

Liite 1 Yli 1000 V:n käyttöönottotarkastuspöytäkirja
(*Luottamuksellinen*)

Liite 2 Alle 1000 V:n käyttöönottotarkastuspöytäkirja
(*Luottamuksellinen*)

Liite 3 Asennustarkastuspöytäkirja
(*Luottamuksellinen*)