



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Reetu Kojola

OMAN TYÖN TARKASTUSLOMAKKEET

SÄHKÖASEMILLA

400kV, 220kV, 110kV, 20kV

Tekniikka
2022

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Reetu Kojola
Opinnäytetyön nimi	Oman työn tarkastuslomakkeet sähköasemilla
Vuosi	2022
Kieli	suomi
Sivumäärä	33
Ohjaaja	Jarkko Vuorinen

Opinnäytetyö on toteutettu Siemens Energy Oy:lle. Työn tarkoituksena oli luoda uusia sekä päivittää olemassa olevia oman työn tarkastuspohjia. Tarkastuspohjat ovat lisäosana laissa määriteltyjä tarkastuksia sekä ne auttavat asentajia varmistumaan oman työn laadusta.

Työn suorittamisessa perehdyttiin usean sähköaseman tilaajan vaatimukseen, Siemens Energy Oy:n vaatimukseen, laitevalmistajien asennusohjeisiin, sähköalan standardeihin sekä -lakeihin. Lisäksi työn suorittaminen sisälsi tutustumista erilaisiin kojeisiin ja laitteisiin sekä keskustelua useiden työmaapäälliköiden kanssa.

Materiaaleihin perustumisen tuloksena saatiin luotua yritykselle useita toimivia tarkastuspohjia. Tarkastuspohjat ovat yksityiskohtaiset, selkeät sekä kaksikieliset, helpottamaan myös ulkomaalaisia asentajia. Uusien tarkastuspohjien avulla pystytään varmistamaan laadukkaampia sekä säädösten mukaan oikein tehtyjä asennuksia sähköasemilla. Vaatimusten sekä työmenetelmien kehittyessä tarkastuspohjia on kuitenkin päivitettävä tulevaisuudessa vastaamaan ajankohtaisia säädöksiä.

Avainsanat oman työn tarkastuspohjat, sähköasema, standardit, vaatimukset

ABSTRACT

Author	Reetu Kojola
Title	Pre-commissioning Check Forms at Substations
Year	2022
Language	Finnish
Pages	33
Name of Supervisor	Jarkko Vuorinen

The thesis was done for Siemens Energy Oy. The purpose of the work was to create new and update existing pre-commissioning check forms. The check forms are additional part of the inspections specified in the law, and they help installers to ensure the quality of their own work.

During the execution of the thesis, the requirements of the customer of several substations, the requirements of Siemens Energy Oy, the installation instructions of the equipment manufacturers, the standards and laws of the electrical industry were studied. In addition, the thesis included getting to know various devices and equipment, as well as discussions with several site managers.

Based on the materials, it was possible to create several good pre-commissioning check forms for the company. The check forms are detailed, clear, and bilingual, to facilitate foreign installers. With the help of the new check forms, it is possible to ensure higher quality installations at substations that are correctly made according to requirements. However, as the requirements and working methods develop, the check forms must be updated in the future to reflect current requirements.

Keywords	Pre-commissioning checklist, substation, standards, and requirements
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACTS

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

1	JOHDANTO.....	6
2	SIEMENS.....	7
3	OMAN TYÖN TARKASTUSLOMAKKEIDEN TARPEELLISUUS.....	9
	3.1 Sähköturvallisuuslaki.....	9
	3.1.1 Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus	10
	3.1.2 Sähkölaitteistoluokitus.....	11
	3.1.3 Sähkölaitteiston varmennustarkastus	12
	3.1.4 Sähkölaitteiston määräaikaistarkastus	13
	3.2 Laadukas rakentaminen.....	14
4	SÄHKÖASEMA.....	18
5	OMAN TYÖN TARKASTUSLOMAKKEET	21
	5.1 Tarkastuksen sisältö.....	22
	5.1.1 Standardit.....	22
	5.1.2 Yritysten vaatimukset ja ohjeistus	28
	5.1.3 Laitevalmistajien vaatimukset ja ohjeistus	28
6	YHTEENVETO	29
	LÄHTEET	31

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Kaapelointi on osa laadukasta rakentamista.	15
Kuva 2. Sähköasema (Fingrid)	19
Taulukko 1. Vähimmäisilmavälit - Jännitealue 1.....	23

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää sekä luoda oman työn tarkastuslomakkeet sähköasemien rakennus- ja muutostöihin. Opinnäytetyö on tehty Siemens Energy Oy:lle. Opinnäytetyö käsittelee syitä kyseisten tarkastuslomakkeiden tarpeellisuudelle lakien, vaatimusten kuin myös laadukkaan rakentamisen kannalta.

Oman työn tarkastuslomakkeet ovat osa aistinvaraista tarkastusta, joka kuuluu osaksi sähköturvallisuuslaissa (1135/2016 §43) määriteltyä käyttöönottotarkastusta. Käyttöönottotarkastus ei ole kertaluontoinen tarkastus, vaan tarkastuksen eri osa-alueita suoritetaan koko laitteen asentamisen ajan eri vaiheissa. Tarkastus eri vaiheissa on erityisen tärkeää, koska sillä pystytään varmistamaan turvallinen ja laadukas asentaminen myös rakenteille, jotka jäävät piiloon. Oman työn tarkastaminen suoritetaan ennen varsinaista käyttöönottotarkastusta. ¹

Oman työn tarkastus suoritetaan sähköasemalla lähes jokaiselle asennettavalle kojeelle tai laitteelle. Tarkastus suoritetaan pääosin visuaalisesti, mutta myös kokeilemalla esimerkiksi johtimien tai komponenttien kireys työkalun avulla tai käsin. Tarkastusta suorittaessa täytyy kuitenkin huomioida mahdolliset läheiset jännitteiset osat/alueet, joten tarkastuksen suorittaa sähköalan ammattihenkilö, yleisesti kojeen tai laitteen asentanut sähköasentaja, mutta myös varmentavan tarkastuksen voi suorittaa sähköurakoitsija.

¹ Peda.net. Sähköasennuksen käyttöönottotarkastus. Viitattu 12.12.2022. <https://peda.net/jao-ammattillinen/pilotoinnit/sjap/smjt1a/sjap/s%C3%A4hk%C3%B6asennukset-1/s%C3%A4hk%C3%B6asennukset2/nimet%C3%B6n-feef>

2 SIEMENS

Vuonna 1847 keksijän ja yrittäjän nimeltä Werner von Siemensin perustama lennätinrakennusyhtiö 'Telegraphen-Bauanstalt von Siemens & Halske' toimii nykyisin maanlaajuisesti laaja-alaisena teknologiayrityksenä Siemens AG. Vuoteen 2020 asti Siemens AG oli saksalainen konglomeraatti, eli monen eri toimialan yritys, joilla on heikko keskinäinen synergia.² Vuoden 2022 syyskuussa yritys työllisti noin 311 000 työntekijää ja yrityksen liikevaihto oli 72 miljardia euroa.³

Vuonna 2020 Siemens AG eriytti yhdestä isosta konglomeraatista kaksi erillistä ja erikseen johdettua yritystä; Siemens Healthineers AG ja Siemens Energy AG. Näistä kolmesta jokainen on eri toimialalla, mutta muodostavat nyt tehokkaan ekosysteemin yhden brändin alle.⁴

Siemens AG on keskittynyt teollisuuden digitaaliseen muutokseen, Siemens Healthineers AG toimii terveydenhuollon alalla ja Siemens Energy AG toimii energia-alalla².

Suomessa toimivia Siemens yhtiöitä ovat Siemens Osakeyhtiö, Siemens Energy Oy, Siemens Financial Services, Siemens Healthineers, Siemens Mobility, Siemens Industry Software sekä Siemensin tytäryhtiö Virtual Buildings Ecosystem Oy (VIBECO).⁵

² Wikipedia. Konglomeraatti. Viitattu 15.9.2022. [https://fi.wikipedia.org/wiki/Konglomeraatti_\(liiketalous\)](https://fi.wikipedia.org/wiki/Konglomeraatti_(liiketalous))

³ Siemens AG. Company presentation. Viitattu 12.12.2022. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:47b698f0-77ae-4517-81bc-810ee5378f23/siemens-company-presentation.pdf>

⁴ Siemens. 2020: Siemensin uudet kasvot. Viitattu 15.9.2022. <https://new.siemens.com/global/en/company/about/history/company/2007-2018.html>

⁵ Siemens. Siemens Suomessa ja Baltiassa. Viitattu 15.9.2022. <https://new.siemens.com/fi/fi/yritys/siemens-suomessa-ja-baltiassa/liiketoiminta-alueet.html>

Tämä opinnäytetyö on tehty Siemens Energyn Suomen osastolle, jonka pääkonttori sijaitsee Espoossa. Siemens Energy on maanlaajuisesti johtava toimija energia-alalla, jopa kuudesosa maailman sähköntuotannosta perustuu Siemens Energyn teknologiaan. Yritys kehittää ja tuottaa ratkaisuja koko energiaketjun eri vaiheissa. Yritys panostaa kohti vähäpäästöisiä hiilivapaita uusiutuvan energian ratkaisuja, joilla mahdollistetaan kestävän, luotettavan ja edullisen energian saaminen.⁶

⁶ Siemens. About Siemens Energy Viitattu 12.10.2022. <https://www.siemens-energy.com/global/en/company/about.html>

3 OMAN TYÖN TARKASTUSLOMAKKEIDEN TARPEELLISUUS

Tämän luvun tarkoituksena on käsitellä sähköasennusten tarkastuksia sekä syitä oman työn tarkastuspohjien tarpeellisuudelle sähköasemien rakennus- ja muutostöissä lakien, vaatimusten kuin myös laadukkaan rakentamisen kannalta. Varsinkin uuden sähköaseman rakentaminen on erittäin laaja, pitkäkestoinen kuin myös kallias projekti. Projekteissa virheiden sattuessa voi tapahtua vakavia henkilö- tai omaisuusvahinkoja, joten huolellinen, oikein tehty työ, on erityisen tärkeää. Virheiden välttämiseksi sähköaseman rakentamiseen sekä yleisiin sähköasennuksiin liittyy useita eri tarkastuksia.

Tarkastuksilla sekä mittauksilla pyritään välttämään ja huomaamaan työn aikana tehtyjä mahdollisia virheitä tai puutteita sekä varmistumaan laitteiden toimivuudesta ja turvallisuudesta. Sähköturvallisuuslain sekä standardien mukaiset vaaditut mittaukset oikein suoritettuna voivat tuoda esille ongelmakohtia, joiden korjaaminen ennen laitteiston käyttöönottoa voi pelastaa vakavilta tapaturmilta ja omaisuusvahingoilta.

3.1 Sähköturvallisuuslaki

Sähköturvallisuuslakia (1135/2016) sovelletaan lähes kaikkiin sähkölaitteisiin ja -laitteistoihin muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta niitä, jotka on määritelty lain §3 kohdassa. Sähköturvallisuuslaki suojelee sähkölaitteita/-laitteistoja sekä niiden ympäristöä ja käyttäjiä sähkön käytöstä aiheutuvilta häiriöiltä kuin myös sähkömagneettisilta häiriöiltä.⁷

⁷ 1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. §1 Lain tarkoitus. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.

Sähköturvallisuuslaki §6 määrittää sähkölaitteille ja sähkölaitteistoille yleiset vaatimukset, jonka mukaan sähkölaitteet ja -laitteistot on kokonaisuudessaan suunniteltava ja rakennettava sekä niitä on käytettävä niin että laitteet/laitteistot eivät aiheuta henkilö- tai omaisuusvahinkoja. Sähkölaitteet tai -laitteistot eivät myöskään saa aiheuttaa kohtuutonta sähköistä tai sähkömagneettista häiriötä, eikä laitteiden/laitteistojen toiminta saa häiriintyä edellä mainituista häiriöistä.⁸

3.1.1 Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus

Laki määrittää myös, milloin sähkölaitteisto voidaan ottaa käyttöön, käyttöönottoa rajoittaa tai milloin laitteisto katsotaan otetuksi käyttöön. Sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön vasta, kun käyttöönottotarkastus on suoritettu ja tarkastuksessa on selvitetty, että siitä ei aiheudu sähköturvallisuuslain pykälässä §6 tarkoitettua vaaraa tai häiriötä.⁹

Käyttöönottotarkastus tehdään kaikille muille sähkölaitteiston asennuksille paitsi valtioneuvoston asetuksessa (21.12.2016/1434 §6) määritellyille vähäisiksi katsottaville töille, myös muutos- ja laajennustöille⁷.

Käyttöönottotarkastuksen suorittaa sähkölaitteiston rakentaja tai mikäli rakentaja laiminlyö tai on estynyt suorittamaan tarkastuksen, sähkölaitteiston haltijan on suoritettava tarkastus. Käyttöönottotarkastuksesta tulee aina laatia tarkastuspöytäkirja, josta selviää vähintään seuraavat sähköturvallisuuslaissa ja tarkemmin valtioneuvoston asetuksessa määritellyt kohdat;

- kohteen yksilöintitiedot
- sähkölaitteiston rakentajan ja sähkötöiden johtajan nimi ja yhteystiedot

⁸ 1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. §6 Sähkölaitteita ja -laitteistoja koskevat yleiset vaatimukset. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.

⁹ 1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. §43 Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.

- sovelletut standardit
- mahdollisten poikkeamien osalta sähköturvallisuuslain mukaisen selvityksen olemassaolo
- yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä
- tarkastusten ja testausten tulokset.¹⁰

Lisäksi käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta tulee löytyä tarkastajan allekirjoitus.⁸

3.1.2 Sähkölaitteistoluokitus

Sähköturvallisuuslaki edellyttää käyttöönottotarkastuksen lisäksi myös varmenustarkastuksen sekä määräaikaistarkastuksen tietyille sähkölaitteistoluokille. Ennen näiden tarkastusten läpikäyntiä, tässä kappaleessa käydään läpi eri sähkölaitteistoluokat. Sähkölaitteistoluokat on jaettu kolmeen luokkaan edellä mainittujen tarkastusten sekä kunnossapito-ohjelman osalta.¹¹

Luokan 1 sähkölaitteistoksi määritellään asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa oleva sähkölaitteisto tai vaihtoehtoisesti sähkölaitteisto, jonka ylivirtasuojan nimellisvirta on enemmän kuin 35 ampeeria, joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3, ja sijaitsee muualla kuin asuinrakennuksessa.

Luokan 2 sähkölaitteistoksi määritellään laitteisto, johon kuuluu yli 1kV nimellisjännitteisiä osia. Kuitenkaan laitteisto mihin kuuluu vain enintään 1kV nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1kV sähkölaitteita tai verrattavia laitteistoja ei määritellä luokan 2 sähkölaitteistoksi. Myös liittymistehoaltaan yli 1,6kVA sähkölaitteisto, kuuluu luokkaan 2.⁹

¹⁰ 1434/2016. Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista. §4 Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan sisältö. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016

¹¹ 1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. §44 Sähkölaitteistoluokitus. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.

Luokan 3 sähkölaitteistoksi määritellään verkonhaltijan jakeluverkko, siirtoverkko tai muu vastaava sähköverkko.⁹

3.1.3 Sähkölaitteiston varmennustarkastus

Sähköturvallisuuslaissa määritellään, että sähkölaitteistoluokille 1, 2 ja 3 on suoritettava varmennustarkastus käyttöönottotarkastuksen lisäksi. Toisin sanoen varmennustarkastus suoritetaan paritaloa suuremmille asuinrakennuksille ja muille yli 35 ampeerin sähkölaitteistoille. Varmennustarkastus suoritetaan käyttöönottotarkastuksen tapaan niin uudisasennuksille kuin myös merkittäville muutos- tai laajennustöille, jotka on esitetty valtioneuvoston asetuksessa 1434/2016 §6.¹²

Varmennustarkastuksesta huolehtii sähkölaitteiston rakentaja tai mikäli hän on estynyt huolehtimaan tarkastuksesta tai mikäli hän laiminlyö velvollisuutensa, tarkastuksesta huolehtii sähkölaitteiston haltija. Tarkastuksen voi suorittaa sähköturvallisuuslaissa 1135/2016 §75 määritetty valtuutettu laitos tai tarkastaja.¹³ Tarkastuksessa tulee tarpeeksi laajasti selvittää sähkölaitteiston sähköturvallisuus, sähkömagneettinen yhteensopivuus ja että asianmukainen käyttöönottotarkastus on suoritettu. Valtioneuvoston asetus 1434/2016 §7 määrittää milloin tarkastus tulee suorittaa. Vaihteluväli tarkastukselle on, että tarkastus on suoritettava jo ennen sähkölaitteiston käyttöönottoa tai viimeistään vuoden päästä rakentamisesta, riippuen työkohteesta.¹⁴

¹² Sähkötarkastusyhdistys SÄTY. Varmennus- ja määräaikaistarkastukset. Viitattu 17.10.2022. <https://saty.fi/varmennus-ja-maaraaikaistarkastukset/>.

¹³ 1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. §46 Varmennustarkastuksen ajankohta, sisältö ja suorittaja. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.

¹⁴ 1434/2016. Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista. §6–9. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016

Tarkastuksesta on tehtävä tarkastustodistus, josta selviää vähintään seuraavat valtioneuvoston asetuksessa määritetyt asiat; kohteen yksilöintitiedot, tarkastusmenetelmä sekä selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta. Havaitut määräysten vastaisuudet täytyy kirjata tarkastustodistukseen sekä tarkastajan täytyy allekirjoittaa todistus. Tarkastustodistus luovutetaan sähkölaitteiston haltijalle, jonka tulee säilyttää tarkastustodistus vähintään 10 vuotta. Tarkastustodistuksen lisäksi varmennustarkastuksen suorittajan tulee kiinnittää pääkeskukseen tai vastaavaan kohteeseen tarkastustarra, josta selviää tarkastuksen suorittaja, tarkastusajankohta sekä seuraava ajankohta määräaikaistarkastusta varten.¹²

3.1.4 Sähkölaitteiston määräaikaistarkastus

Kaikille 1 ja 2 luokan sähkölaitteistoille paitsi asuinrakennuksille on suoritettava määräaikaistarkastus 10 vuoden välein, mutta mikäli asuinrakennuksessa on pääasiassa muuhun käyttötarkoitukseen kuin asumiseen palvelevia tiloja, kuten liiketiloja, joiden suojalaitteena olevan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria, niin myös näille tiloille on suoritettava määräaikaistarkastus 10 vuoden välein. Luokan 3 sähkölaitteistoille tarkastus suoritetaan 5 vuoden välein.¹⁵

Määräaikaistarkastuksesta huolehtii sähkölaitteiston haltija. Tarkastuksen voi suorittaa sähköturvallisuuslaissa 1135/2016 §75 määritetty valtuutettu laitos tai tarkastaja. Tarkastuksesta tulee laatia tarkastuspöytäkirja sähkölaitteiston haltijan käyttöön. Tarkastuspöytäkirjasta tulee käydä ilmi tarkastusta koskevat tiedot ja havaitut sähköturvallisuuteen liittyvät puutteet. Tarkastajan on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja.¹⁶ Tarkastuksen suorittajan tulee myös täyttää tarkastustarra,

¹⁵ 1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. §49 Sähkölaitteiston määräaikaistarkastus. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.

¹⁶ 1434/2016. Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista. §10 Määräaikaistarkastuksen pöytäkirja. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016

josta käy ilmi tarkastuksen tekijä, tarkastusajankohta sekä määräaikaistarkastuksen seuraava ajankohta¹⁷

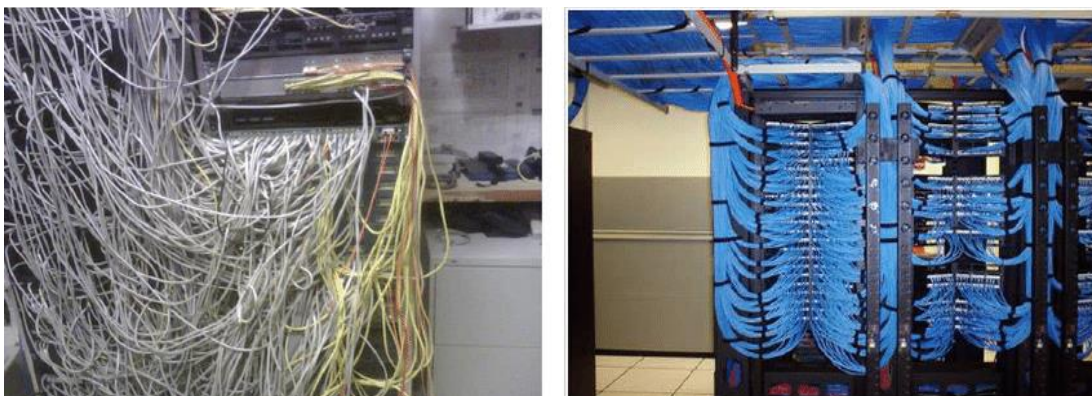
3.2 Laadukas rakentaminen

Edellisissä osioissa esitetyissä kuin myös muissa tarkastuksissa perusideana on, että varmistetaan laitteistojen tekninen toimivuus ja turvallisuus. Kuitenkin näiden asioiden lisäksi tarkastuksilla seurataan asennusten laatua ja havainnoidaan laadullisia epäkohtia, jotka eivät välttämättä vaikuta laitteen toiminnallisuuteen.

Laadukas ja siisti asennusjälki on usein pitkäikäisempi, helpottaa vianetsintää ja huolto/korjaustoimenpiteitä sekä työn tilaaja usein arvostaa siististi tehtyä työtä.

Esimerkiksi kaapelointi on suuri ja näkyvä osa laadukasta rakentamista, joka ei välttämättä vaikuta toiminnallisuuteen. Hyvässä järjestyksessä kulkevat kaapelit ovat huomattava helpotus, mikäli tietty kaapeli täytyy paikantaa tai vaihtaa. Kuvassa 1 on esitetty kaksi eri tilannetta, jossa toinen kaapelointi on sotkuinen ja toinen on siististi tehty.

¹⁷ 1434/2016. Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista. §11 Määräaikaistarkastuksen tarkastustarra. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016



Kuva 1. Kaapelointi on osa laadukasta rakentamista.¹⁸

Sen lisäksi että kaapeloinnilla on merkitystä huolto ja korjaustöiden helpottamiseen sekä yleiseen siisteyteen, niin kaapeloinnilla on merkitystä myös kaapeleiden kuormitettavuuden kuin häiriösuojauksenkin osalta. Sähköasemaprojektin suunnitteluvaiheessa täytyy ottaa huomioon kaapeleiden reitittäminen voima- (>1 kV), ohjaus- (<1 kV), tiedonsiirto- sekä instrumenttikaapeleiden osalta. Mikäli kaikki kaapelit asennettaisiin samalle johtoreitille, niin kaapeleiden lämpötilakestoisuus ylittyisi kaapeleiden lämpenemisen seurauksena, mikä aiheuttaisi kaapeleiden eristeen heikkenemistä, joka ajan myötä aiheuttaisi osittaispurkauksia ja lopulta sähköön purkautumista valokaarena ympäristöön. Kaapeloinnilla ja kaapeleiden suojuksella on myös merkitystä häiriöiden osalta. Vaihtosähkökaapelit luovat ympärilleen magneettikentän, joka fyysisen etäisyyden tai asianmukaisen suojuksen puuttuessa aiheuttaa häiriösignaaleja tiedonsiirtokaapeleissa.¹⁹

Otetaan vielä toinen esimerkki laadukkaasta rakentamisesta, pulttiliitokset. On normaalia, että rakentaessa tai kasatessa jotain laitetta, kaikki osat pitää kiinnittää

¹⁸ ResearchGate. 60_GHz_Datacenter_Networking: _Wireless_Worry_less.pdf. https://www.researchgate.net/publication/260388834_60_GHz_Data-Center_Networking_Wireless_Worry_less. Viitattu 9.11.2022.

¹⁹ Saukkonen, M. 2017. Kaapeloinnin erotteluperiaatteet ydinvoimalaitoksilla. Viitattu 28.11.2022. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/24781/Saukkonen.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.

toisiinsa kunnolla. Sähköasemarakentamisessa varsinkin kytkinkentälle asennettavissa kojeissa kaikkien osienväliset liitokset kiinnitetään pulttimateriaaleilla. Pulttiliitosten asennukseen kuuluu monta asiaa, joista jotkut voivat vaikuttaa toiminnallisuuteen ja toiset asiat eivät vaikuta. Yksi toiminnallisuuteen vaikuttava asia on kiristetyn liitoksen lujuus/momentti. Mikäli kiristys on suoritettu esimerkiksi lenkkiavaimella, niin kiristysmomentista ei ole tietoa, ja liitos on voinut jäädä löysälle ja mahdollisesti jopa päästä aukeamaan vuosien käytöllä, mikä voi aiheuttaa suuriakin ongelmia, kuten rakenteellisen kestävyuden heikkeneminen. Virtaliitoksissa löysä liitos voi aiheuttaa valokaaren, jonka lämpötila on tuhansia celsius-asteita, riippuen jännitetasosta. Tällainen valokaari on hengenvaarallinen sekä aiheuttaa herkästi tulipalon sytyttämällä läheiset materiaalit.

Vastapainoksi yksi toiminnallisuuteen vaikuttamaton asia on esimerkiksi momenttiin kiristetyn pulttiliitoksen merkkkaus. Tämä tarkoittaa käytännössä merkin piirtämistä tussilla pultin päähän, joka on kiristetty momenttiavaimella vaadittuun kiristysmomenttiin. Tämä asia ei vaikuta toiminnallisuuteen, eikä ole vaadittu asia rakennusvaiheessa, mutta yksi laadukkaan rakentamisen pienistä asioista, jolla pystytään helpottamaan ja nopeuttamaan tarkastuksia sekä oikein piirretyllä viivalla pulttiin ja mutteriin pystytään silmämääräisesti varmistaa, että mutteri ei ole löystynyt tai kiristynyt ajan saatossa.

Asennusvaiheessa pulttiliitoksiin kiinnittyviä huomioita on mm. käytettävät pulttimateriaalit, käytettävät työkalut, kiristystapa, kiristysmomentti, voiteluaineen tarve ja jopa pulttien kiristysjärjestys. Yleensä asennusohjeista selviää tarvittavat asiat liitosten oikeaan kiristystapaan. Alla on esimerkkejä ja syitä näistä edellä mainituista huomioitavista asioista;

- 1) Alumiiniliitosten asennuksessa tulee huomioida alumiinin oksidoituminen, joka luo alumiinin pintaan oksidikalvon, mikä aiheuttaa liitokselle huonon

johtokyvyn. Tämän takia alumiiniliitos täytyy harjata teräsharjalla ja käyttää liitosrasvaa. Tällä tavalla oksidikalvo saadaan poistettua.²⁰

- 2) Ruostumattomia rosterisia pultteja käyttäessä on tärkeää rasvata kierteet, sillä mutteri "hirttää" kiinni erittäin herkästi ilman asianmukaista rasvausta/voitelua.
- 3) Kiristysjärjestyksellä on merkitystä, sillä epätasaisesti suoritettu kiristäminen voi aiheuttaa kiristettävään kappaleeseen/pulttiin ylimääräistä jännitystä.

²⁰ Sonepar. al- ja cu-johtimen päättäminen ja liittäminen liitälustaan. Viitattu 28.11.2022. <https://ideat.sonepar.fi/al-ja-cu-johtimien-paattaminen-ja-liittaminen-liitantaalustaan/>.

4 SÄHKÖASEMA

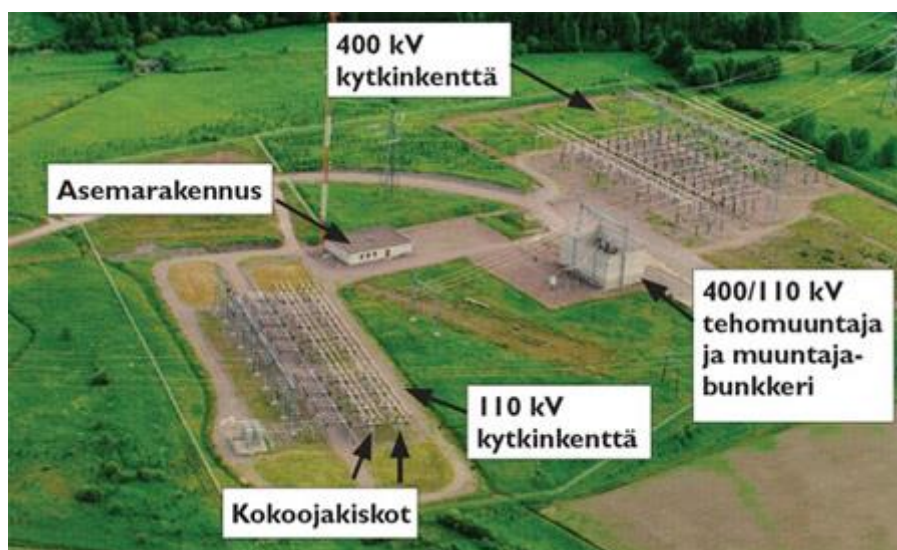
Suomen sähkösiirto- ja jakelujärjestelmä koostuu voimalaitoksista, kantaverkosta, siirtoverkoista, jakeluverkoista, sähköasemista, jakelumuuntamoista sekä sähkön kuluttajista.

Sähköasemalla tarkoitetaan sähköenergian siirto- tai jakeluverkon pistettä, missä voidaan suorittaa erilaisia kytkentöjä, muuntaa jännitettä tai voidaan keskittää tai jakaa sähköenergian siirtoa eri johdoille. Sähköasemat voidaan luokitella kahteen luokkaan, kytkinlaitoksiin ja muuntoasemiin. Kytkinlaitos yhdistää vain saman jännitetaso johtoja. Jos sähköasemalla suoritetaan jännitteen muuntamista, sitä voidaan kutsua muuntoasemaksi.²¹

Johdot ja muuntajat liitetään kytkinkentällä sijaitseviin kokoojakiskostoihin kytkinlaitteiden välityksellä eli katkaisijoilla ja erottimilla. Kokoojakiskojärjestelmällä jaetaan energia kytkinlaitoksessa mahdollisimman tarkoituksenmukaisella tavalla.²²

²¹ Korpinen, J. SHKVOIMATEKNIikkaopus. Viitattu 12.10.2022. http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/3sahkon_siirto_ja_jakeluverkot.pdf.

²² Koski, J. Sähkölaitokset. Opintomoniste. 2019. Vaasan ammattikorkeakoulu.



Kuva 2. Sähköasema (Fingrid)

Kuvassa 2 on esitetty malli sähköaseman rakenteesta, tarkemmin sanottuna muuntoasemasta, sillä kyseisellä asemalla tapahtuu 400/110 kV jännitemuunnos tehomuuntajan avulla. Suurjänniteasema-alueella on tyypillistä, että siellä on vähintään yksi kytinkenttä ja asemarakennus, jota kutsutaan myös valvomoksi.

Kytinkentällä tärkeimpiä yksittäisiä kohteita ovat katkaisijat, erottimet, maadoituskytkimet ja jännite- sekä virtamuuntajat.

Katkaisija on kytkinlaite, jonka tehtävänä on avautua ja sulkeutua kuormitusvirran tai vikavirran esiintyessä, ilman että siitä aiheutuu vaaraa tai että katkaisija vaurioituu. Katkaisijan on myös kyettävä sammuttamaan avauksessa tapahtunut valokaari.

Toinen sähköasemalla oleva kytkinlaite on erotin, mutta poiketen katkaisijasta, niin erottimen tehtävänä ei ole erottaa kuormitettuja verkon osia, vaan sitä käytetään luomaan turvallinen avausväli virtapiirin osien välille virrattomana. Erottimissa on usein myös maadoituskytkin, jolla on mahdollista maadoittaa erotettu verkon osa erottimen ollessa auki-asennossa. Kiinni-asennossa erottimen tulee kuitenkin kestää verkon kuormitus- sekä vikavirrat.²²

Jännite- ja virtamuuntajat muuntavat ensiön primääriarvot pienemmäksi, toisiopiiriin käytettäväksi. Näissä mittamuuntajissa voi myös olla useampi käämi, jolloin niitä on mahdollista käyttää myös mittalaitteena mittaamaan jännite ja virta suureita.²²

Asemarakennuksessa sijaitsee toisiojärjestelmä, joilla suojataan, valvotaan ja ohjataan asemalla tapahtuvia prosesseja.

5 OMAN TYÖN TARKASTUSLOMAKKEET

Käyttöönottotarkastukseen sisältyy aistinvarainen tarkastus sekä erilaisia mittauksia ja testauksia. Oman työn tarkastuslomakkeet ovat tarkempi kirjallinen muoto aistinvaraiselle tarkastukselle. Lomake on yksityiskohtainen kooste useista eri lähteistä kerätyille tarkastettaville asioille. Kokenutkin asentaja voi unohtaa tärkeitä huomioitavat asiat laitetta asentaessa, joten lomake auttaa muistamaan tarkastettavat asiat sekä mahdollisesti oikean asennustavan.

Tarkoituksena on, että asentaja suorittaa oman työn tarkastusta asennuksen eri vaiheissa, näin pystytään varmistamaan, että myös rakenteiden sisään jäävät asennukset on tarkastettu sekä asennettu oikein. Asentaja tai työryhmä täyttää itse lomakkeen asentamastaan kojeesta tai laitteesta asennuksen eri vaiheissa ja/tai asennuksen valmistuttua.

Oman työn tarkastuslomakkeiden täyttö suoritetaan varmistamalla asennuksesta lomakkeissa mainitut kohdat yksi kerrallaan ja kirjataan kohta tarkastetuksi. Mikäli tarkastuksen aikana selviää puute tai vika, niin asentaja korjaa ongelman. Jos asentaja ei kykene korjaamaan ongelmaa niin hän kirjaa kohdan lomakkeeseen. Tarkastuksen jälkeen tarkastaja allekirjoittaa lomakkeen ja toimittaa sen työmaapäällikölle. Lomakkeet kerätään fyysiseen tai sähköiseen kansioon, joka toimitetaan tilaajalle/asiakkaalle muiden mittaus-, testaus- ja tarkastusraporttien yhteydessä.

Tarkastuslomakkeiden tarkastus- ja täyttövaiheessa havaitut puutteet ja viat voivat myös suojata mahdollisilta laitevaurioilta, joita voi syntyä, mikäli ongelmia ei havaita ennen käyttöönottotarkastuksen testausvaihetta. Käyttöönottotarkastus ja käyttöönottovaiheet voivat olla myös erittäin kiireellisiä, jolloin virheellisten asennusten korjaamiselle tai viallisten laitteiden vaihtamiselle ei olisi aikaa.

5.1 Tarkastuksen sisältö

Yrityksellä oli käytössä vanhoja tarkastuslomakkeita, mutta ne olivat sisällöltään vajavaisia ja kieliasultaan virheellisiä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli päivittää vanhat lomakkeet vastaamaan nykyisiä sähköalan säädöksiä, korjata lomakkeiden kieliasu sekä luoda uusia lomakkeita. Tarkastuslomakkeiden sisältö muodostuu sähköalan standardeista sekä sähköturvallisuuslaista, tilaajan sekä Siemens Energy Oy:n vaatimuksista ja laitevalmistajien asennusohjeista.

5.1.1 Standardit

Oman työn tarkastuslomakkeet eivät ole pakolliset, eikä niihin ole määritettyä sisältöä, mutta standardissa SFS 6001:2018 Suurjännitesähköasennukset mainitaan tyypillisiä tarkastuskohteita:

- Laitteiden ominaisuuksien tarkastus käyttöolosuhteet huomioiden
- Jännitteisten osien etäisyydet
- Kojeiston käyttötaajuuden jännitekoe
- Kaapeleiden jännitekoe
- Suojuksien korkeudet ja etäisyydet
- Suojaus-, valvonta-, mittaus- ja ohjauslaitteiden käyttökokeet
- Merkintöjen, turvakilpien ja turvalaitteiden tarkastus
- Paloturvallisuus rakennuksen ja kotelointien suhteen
- Maadoitusjärjestelmä.²³

Laitteiden ominaisuuksien tarkastus, käyttöolosuhteet huomioiden, sisältää kojeiden ja laitteiden silmämääräisen tarkastuksen, jossa tarkastetaan laitteen kunto.

²³ SFS 6001. Suurjännitesähköasennukset. Kohta 14: Tarkastukset ja testaukset. 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 103 s.

Yleinen tapa on, että kaikki toimitettu tavara sähköasemalle tarkastetaan jo toimitusvaiheessa. Mikäli toimitetussa pakkauksessa on hajoamia tai muita epäkohtia, pystytään todistamaan, että toimituksessa on ollut virheitä ennen asemalle saapumista, ja korvausvastuu kuuluu valmistavalle yritykselle tai kuljetusyhtiölle. Laitteen kunto tarkastetaan uudestaan vielä asennusvaiheen alkaessa sekä asennuksen valmistuttua. Käyttöolosuhteet huomioiden tarkoittaa mm. vesitiiviiden tai ilmanvaihdon tarkastusta, riippuen laitteen sijoituspaikasta.

Jännitteisten osien etäisyydet on määritelty standardissa SFS 6001:2018 Suurjänniteasennukset. Oman työn tarkastusta suorittaessa tulee tarkastaa kojeiden ja laitteiden etäisyydet ja varmistaa, että vaiheiden väliset sekä vaiheen ja maan väliset etäisyydet vastaavat standardoituja mittoja. Tarkastus suoritetaan silmämääräisesti ja mittaamalla. Taulukossa 1 on esitetty esimerkkejä standardin määrittelemistä etäisyyksistä jännitealueella 1, eri käyttöjännitteillä. Standardissa on määritelty myös jännitealue 2:en etäisyydet, jotka ovat käytössä 300–1200 kV käyttöjännitteelle.²⁴

Taulukko 1. Vähimmäisilmavälit - Jännitealue 1.¹⁹

Jännite- alue	Laitteen suurin käyttöjännite	Lyhytaikai- nen koejän- nite(kesto- taso) vaihto- jännitteellä	Koejännite (kestotaso) salamasyök- syjännitteellä	Pienin vaiheen ja maan ja vaiheiden välinen etäisyys	
	Um Tehollisarvo kV	Ud Tehollisarvo kV	Up 1,2/50 µs huippuarvo kV	sisälaitteistot mm	ulkolaitteistot mm

²⁴ SFS 6001. Suurjänniteasennukset. Kohta 5.4: Jännitteisten osien vähimmäisetäisyydet. Taulukko 1: Vähimmäisilmavälit – Jännitealue 1 (1 kV < Um ≤ 245kV). 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 42 s.

1	3,6	10	20	60	120
			40	60	120
	24	50	95	160	
			125	220	
	123	185	450	900	
		230	550	1100	
		275	650	1300	
		325	750	1500	
	245	360	850	1700	
		395	950	1900	
	460	1050	2100		

Kojeiston käyttötaajuuden jännitekoete sekä suojaus-, valvonta-, mittaus- ja ohjauslaitteiden käyttökokeet kuuluvat osaksi käyttöönottovaiheen testauksia ja mittauksia, ja kyseisille tarkastuksille on omat tarkastuspöytäkirjat, joten niitä ei sisällytetty aistinvaraisiin tarkastuksiin eikä niitä käsitellä tässä työssä.

Kaapeleiden jännitekoete, tunnetummalta nimeltään eristysvastusmittaus tai meggeröinti, on kaapeleille suoritettava mittaus, jossa mitataan kaapeleiden eristysresistanssi sekä kaapeleille suoritetaan suojajohtimien jatkuvuusmittaus. Mittauksia ei standardeissa edellytetä, ellei tilaaja pyydä mittauksia suoritettavan. Mitaukset kuitenkin yleensä tehdään kaikille kaapeleille kaapeleiden asennuksen jälkeen, jotta varmistutaan kaapeleiden toimivuudesta ja vältetään kiireelliset kaapeleiden vaihdolta.

Näiden kaapeleille suoritettavien mittauksien lisäksi kaapeleille on useita vaatimuksia standardeissa kuten mitä kaapeleita saa käyttää käyttökohteen mukaan, tällaisia asioita ovat esimerkiksi kaapelityyppi, poikkipinta-ala, kaapelin eristys/suojaus. Nämä asiat ovat otettu huomioon suunnitelmissa, mutta tarkastusvaiheessa täytyy tarkastaa suunnitelmien mukainen kaapeleiden käyttö.

Myös kaapeleiden asennukseen liittyy useita kohtia, mitkä pitää ottaa huomioon kaapeleiden asennusvaiheessa kuin myös oman työn tarkastusta suorittaessa. Standardissa (SFS 6000 Pienjänniteasennukset, yleisvaatimukset) mainitaan useita kohtia kaapeleiden asennukseen liittyen, jotka pitää ottaa asennuksessa huomioon, että vältetään kaapeleiden vaurioitumiselta tai tapaturmilta. Tällaisia asioita ovat mm. kaapeleiden mekaanisten rasitusten estäminen asennuskohteeseen sopivalla tavalla kiinnittämällä, vedeltä ja kosteudelta suojaaminen, asennusreitit jotta vältetään kaapeleita vaurioittavilta teräviltä rakenteilta tai ulkoisilta lämmönlähteiltä, ja suojaaminen fyysisiltä iskuilta putkituksilla tai muilla mekaanisilla suo-
jilla.²⁵

Suojuksien korkeudet ja etäisyydet. Kyseinen tarkastuskohta viittaa sähköasemalla sijaitseviin muihin suojattaviin laitteisiin kuin kaapelit. Standardi SFS 6001:2018 Suurjännitesähköasennukset määrittelee laitteiston jännitteisten osien vähimmäisetäisyydet läheisiin rakenteisiin tai pintoihin sekä jännitteisten osien suojaamisen suojuksilla²⁶. Yleisesti nämä asiat on otettu huomioon jo laitteiston valmistajan osalta, mutta etäisyydet ja suojukset on varmistettava myös asennusvaiheessa. Usein myös esimerkiksi laitteistoa kaapeloidessa tai kytkiessä, joutuu irrottamaan suojuksia, niin asennuksen jälkeen nämä suojukset täytyy muistaa asettaa takaisin paikoilleen ja kiinnittää kunnolla.

Merkintöjen, turvakilpien ja turvalaitteiden tarkastus on tärkeää, jotta vältetään mahdollisilta käyttövirheiltä tai tapaturmilta. Sen lisäksi ne nopeuttavat ja helpottavat huomattavasti huolto- ja muutostöitä. Suurjännitesähköasennukset standar-

²⁵ SFS 6000. Pienjänniteasennukset. 1.1: Yleisvaatimukset. Kohta 522: Johtojärjestelmien valinta ja asennus ulkoisten olosuhteiden mukaan. 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 224–227 s.

²⁶ SFS 6001. Suurjännitesähköasennukset. Kohta 7: Laitteistot. 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 52 s.

dissa kohdassa 7.1.7 määritetään, että kaikki tärkeät laitteiston osat on merkittävä, kuten kytkinlaitteet, kiskojärjestelmät, kentät ja johtimet²⁷. Näiden lisäksi kohdassa 8.9 mainitaan muita merkittäviä kohteita, joita ovat tiedotus- ja varoituskilvet, varoitukset sähkön vaarallisuudesta, kondensaattoreita sisältävät laitteistot, hätäuloskäynnit sekä kaapelimerkinnot²⁸. Merkittävien kohteiden lisäksi standardissa on ohjeita merkintöjen sijoitteluun sekä materiaalivaatimuksia. Esimerkiksi kaapelimerkintöjä ei saa sijoittaa suojuksiin, joiden irrotus ja uudelleen-sijoittaminen on mahdollista. Merkintöjen täytyy kestää kulutusta sekä sääolosuhteita käyttökohteen mukaan. Standardien lisäksi tilaajalla on usein omia vaatimuksia merkintöjen suhteen.²³

Tarkastusta suorittaessa täytyy varmistaa, että merkinnät vastaavat standardeja, projektisuunnitelmia ja tilaajan vaatimuksia, merkintöjen oikein sijoittelun, merkintöjen materiaalin ja merkinnän tekstin oikeellisuuden suhteen. Turvalaitteiden tarkastukseen kuuluu myös kytkinlaitteiden asennonosoittimet, kuten katkaisijan auki/kiinni tila. Asennonosoittimen täytyy olla selkeästi luettava/ymmärrettävä nykyhetken tilasta, mikäli pääkoskettimet ja niiden asento ei ole selvästi nähtävillä.²³

Paloturvallisuus oman työn tarkastusvaiheessa kohdistuu lähinnä kaapeleiden tai kaapelihyllyjen läpivientien sekä kaapeliputkien tiivistämiseen paloturvallisella materiaalilla. SFS 6000 Pienjänniteasennukset standardissa määrittellään läpivientien tiivistämiseen liittyvät ohjeistukset paloteknisen luokan ylläpitoon, josta määrittellään Suomen rakentamismääräyskokoelmassa E1. Lähes kaikkien rakennuksen

²⁷ SFS 6001. Suurjännitesähköasennukset. Kohta 7.1.7: Merkinnät. 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 54 s.

²⁸ SFS 6001. Suurjännitesähköasennukset. Kohta 8.9: Tunnistaminen ja merkintä. 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 79 s.

eri osien kuten seinien, kattojen tai lattian läpimenevä johtojärjestelmä täytyy tiivistää palosuojatulla tyyppihyväksytyllä materiaalilla. Myös kytkinkentälle nousevat kaapeliputket täytyy suojata palo- ja vesisuojatulla tyyppihyväksytyllä materiaalilla.²⁹

Palokatkomateriaaleja on useita erilaisia kuten; Massat (Kipsi-, sementti-, akryyli-, tai grafiittipohjainen sekä silikonimassat), vaahdot, nauhat, mansetit tai pinnoitteet³⁰. Tarkastuksen yhteydessä tarkastetaan ”palokatkot”, että ne ovat huolellisesti tehty ja täyttävät standardin vaatimukset.

Maadoitukset ovat yksi suurimpia ja tärkeimpiä kokonaisuuksia sähköasemarakentamisessa. Kaikki jännitteelle alttiit osat on maadoitettava, joten lähes jokainen laite ja (metalli)rakenne on maadoitettava osaksi sähköaseman maadoitusjärjestelmää. Maadoitusten tarkoituksena on estää henkilöille aiheutuvia sähköiskuja tai tilanteita, jossa sähkö pääsee kulkemaan ihmisen läpi aiheuttaen sydänkammiovärinää, mikä on hengenvaarallista. Maadoitusta ja potentiaalintasausta käytetään myös parantamaan häiriösuojauksia.³¹

Omantyyön tarkastusvaiheessa täytyy varmistaa laitteen maadoitukset, että ne vastaavat laitteiston valmistajan ohjeita, projektin maadoitussuunnitelmaa sekä varmistaa maadoitusten kiinnitys ja suojaus.

Maadoitusjärjestelmässä on tärkeää ottaa huomioon vikapaikan vikavirran suuruus, vian kestoaika ja maaperän ominaisuudet.²⁴ Nämä asiat vaikuttavat mm. lait-

²⁹ SFS 6000. Pienjänniteasennukset. 1.1: Yleisvaatimukset. Kohta 527.1: Johtoläpivientien tiivistäminen. 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 235–236 s.

³⁰ Suomen palokatkoystödistys. Palokatko-opas 2007. Viitattu 23.10.2022. https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2015/041115_osastoivat-lapiviennit-ja-sau-maukset.pdf

³¹ SFS 6001. Suurjännitesähköasennukset. Kohta 10: Maadoitusjärjestelmän suunnittelu. 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 90–91 s.

teistovalintoihin suojausten osalta sekä maadoituksessa käytettävien kuparikaa-peleiden poikkipinta-alan valintaan. Vikavirran suuruus sekä vian kesto aika määri-tetään laskennallisesti projektin suunnitteluvaiheessa ja maaperän ominaisuudet tutkitaan maaperätutkimuksella. Näiden arvojen pohjalta suunnitellaan ja luodaan maadoitussuunnitelma sekä valitaan suojalaitteet, jotta laitteiston virtakestoisuus täyttää vaadittavat arvot ja pystyy toimimaan mahdollisessa vikatilanteessa ai-heuttamatta henkilövahinkoja. Nämä asiat hoidetaan tilaajan sekä pääurakoitsijan toimesta, joten asennus- tai tarkastusvaiheessa sähköasentajan ei tarvitse kiinnit-tää huomioita näihin asioihin.

5.1.2 Yritysten vaatimukset ja ohjeistus

Oman työn tarkastuslomakkeet ja niiden sisältö koostuu myös sähköasemaprojek-tien tilaajan/asiakkaan kuin myös Siemens Energyn vaatimuksista ja ohjeistuksista asennuksia kohtaan. Nämä ohjeet ovat projektikohtaisia, joten tarkastuslomak-keita voi joutua korjailemaan tulevaisuudessa vastaamaan kyseistä projektia.

Tiedot ovat myös yritysten salassa pidettäviä tietoja, joten niitä ei käsitellä tässä opinnäytetyössä.

5.1.3 Laittevalmistajien vaatimukset ja ohjeistus

Laittevalmistaja määrittää laitteen mukana tulevissa ohjeissa asennukseen liittyviä huomioita, jotka täytyy lukea ja varmistaa projektikohtaisesti. Laittevalmistajalla on usein myös omia tarkastuslomakkeita, joissa määritetään kyseisen asennuksen jälkeiset tarkastettavat kohdat.

Laittevalmistajien ohjeet sekä tarkastuslomakkeet ovat laitteita valmistavien yritys-ten salassa pidettäviä tietoja, joten niitä ei käsitellä tässä opinnäytetyössä.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda yritykselle ajankohtaiset, selkeät ja helppokäyttöiset tarkastuslomakkeet oman työn tarkastamista varten. Työ sisälsi yrityksen vanhojen lomakkeiden uudistamisen sekä täysin uusien lomakkeiden luomisen. Lomakkeet tehtiin kaksikielisenä, suomi – englanti.

Työn suorittaminen koostui tiedonhausta, laitteisiin tutustumisesta, keskusteluista kollegoiden sekä työmaapäälliköiden kanssa, ja itse lomakkeiden luonnista. Näistä asioista pääpaino oli selkeästi ensimmäiseksi mainitulla. Työn suorittaminen tapahtui rakennusvaiheessa olevilla sähköasemilla, joissa oli mahdollisuus seurata asennuksia sekä saada tietoa projektin dokumenteista.

Lopputuloksena saatiin huomattavasti yksityiskohtaisemmat sekä selkeät lomakkeet, jotka saatiin heti käyttöön sähköasemaprojekteissa. Lomakkeiden ensimmäisestä käyttökerrasta tuli kokonaisvaltaisesti positiivista palautetta lomakkeiden tarkkuudesta sekä helppoudesta, mutta myös muutama korjattava asia liittyen kielioppiin, tai tarkastuskohdan epäselvyyteen. Palaute oli tärkeää saada kuulla, jotta lomakkeista saataisiin mahdollisimman tehokkaat ja toimivat. Korjattavat asiat korjattiin välittömästi palautteen jälkeen.

Lomakkeet ovat sähköisiä ja niiden rakenne on helposti muokattavissa, joten yksittäiset lisäykset ja pienet muutokset ovat varsin helppoja korjata nykyisiin lomakkeisiin. Kehitysideat lomakkeisiin tulee usein käytön myötä, joko lomakkeiden tarkastajilta tai sitten työmaapäälliköiltä, jotka valvovat projektia ja asennuksia työmaalla.

Tarkastuslomakkeet perustuvat sähköalan standardeihin, sähköturvallisuuslakiin, tilaajan sekä Siemens Energy Oy:n vaatimukseen sekä laitevalmistajien asennusohjeisiin. Kaikki edellä mainituista ohjeistuksista muuttuvat aika ajoin, joten lomakkeita täytyy päivittää tulevaisuudessa vastaamaan ajankohtaisia säädöksiä.

Työn haastavuus oli tiedonhaussa sekä tärkeiden asioiden tiivistämisessä lomakkeisiin helposti ymmärrettävässä muodossa, sillä materiaalit olivat pääosin laajoja englanninkielisiä dokumentteja. Työn suorittaminen kuitenkin onnistui erityisen hyvin, ja lopputuloksesta saatiin positiivista palautetta.

Työn suorittamisessa oli huomattava apu aikaisemmasta työkokemuksesta sähköasemilla asentajan roolissa, sillä se helpotti ymmärtämään sähköasemalla sijaitsevia kojeita ja laitteita. Myös koulusta saatu tietotaito auttoi aikaisemmissa työkokemuksissa kuin myös tässä opinnäytetyössä.

Opinnäytetyön mahdollistamisesta sekä siinä tukemisessa haluan kiittää Siemens Energyä sekä kollegoita ja muita projektin aikana tapaamiani henkilöitä, joiden ansiosta opinnäytetyön suorittaminen oli kiinnostava ja mieluinen projekti.

LÄHTEET

1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. §1 Lain tarkoitus. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.

1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. §43 Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.

1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. §44 Sähkölaitteistoluokitus. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.

1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. §46 Varmennustarkastuksen ajankohta, sisältö ja suorittaja. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.

1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. §49 Sähkölaitteiston määräaikaistarkastus. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.

1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. §6 Sähkölaitteita ja -laitteistoja koskevat yleiset vaatimukset. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.

1434/2016. Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista. §10 Määräaikaistarkastuksen pöytäkirja. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016

1434/2016. Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista. §11 Määräaikaistarkastuksen tarkastustarra. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016

1434/2016. Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista. §4 Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan sisältö. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016

1434/2016. Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista. §6–9. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016

Korpinen, J. SHKVOIMATEKNIikkaopus. Viitattu 12.10.2022.
http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/3sahkon_siirto_ja_jakeluverkot.pdf

Koski, J. Sähkölaitokset. Opintomoniste. 2019. Vaasan ammattikorkeakoulu.

Peda.net. Sähköasennuksen käyttöönottotarkastus. Viitattu 12.12.2022.

<https://peda.net/jao-ammattillinen/pilotoinit/sjap/smj1a/sjap/s%C3%A4hk%C3%B6asennukset-1/s%C3%A4hk%C3%B6asennukset2/nimet%C3%B6n-feef>

Saukkonen, M. 2017. Kaapeloinnin erotteluperiaatteet ydinvoimalaitoksilla. Viitattu 28.11.2022. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/24781/Saukkonen.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.

SFS 6000. Pienjänniteasennukset. 1.1: Yleisvaatimukset. Kohta 522: Johtojärjestelmien valinta ja asennus ulkoisten olosuhteiden mukaan. 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 224–227 s.

SFS 6000. Pienjänniteasennukset. 1.1: Yleisvaatimukset. Kohta 527.1: Johtoläpivientien tiivistäminen. 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 235–236 s.

SFS 6001. Suurjänniteasennukset. Kohta 5.4: Jännitteisten osien vähimmäisetäisyydet. Taulukko 1: Vähimmäisilmavälit – Jännitealue 1 (1 kV < Um ≤ 245kV). 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 42 s.

SFS 6001. Suurjännitesähköasennukset. Kohta 10: Maadoitusjärjestelmän suunnittelu. 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 90–91 s.

SFS 6001. Suurjännitesähköasennukset. Kohta 14: Tarkastukset ja testaukset. 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 103 s.

SFS 6001. Suurjännitesähköasennukset. Kohta 7.1.7: Merkinnät. 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 54 s.

SFS 6001. Suurjännitesähköasennukset. Kohta 7: Laitteistot. 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 52 s.

SFS 6001. Suurjännitesähköasennukset. Kohta 8.9: Tunnistaminen ja merkintä. 3.painos. Helsinki. SFS, Helsinki 2018–08. 79 s

Siemens AG. Company presentation. Viitattu 12.12.2022. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:47b698f0-77ae-4517-81bc-810ee5378f23/siemens-company-presentation.pdf>

Siemens. 2020: Siemensin uudet kasvot. Viitattu 15.9.2022. <https://new.siemens.com/global/en/company/about/history/company/2007-2018.html>

Siemens. About Siemens Energy Viitattu 12.10.2022. <https://www.siemens-energy.com/global/en/company/about.html>

Siemens. Siemens Suomessa ja Baltiassa. Viitattu 15.9.2022. <https://new.siemens.com/fi/fi/yhtio/siemens-suomessa-ja-baltiassa/liiketoiminta-alueet.html>

Sonepar. Al- ja Cu-johtimen päättäminen ja liittäminen liitantaalustaan. Viitattu 28.11.2022. <https://ideat.sonepar.fi/al-ja-cu-johtimien-paattaminen-ja-liittaminen-liitantaalustaan/>.

Suomen palokatkoyhdistys. Palokatko-opas 2007. Viitattu 23.10.2022. https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineis-tot/2015/041115_osastoivat-lapiviennit-ja-saumaukset.pdf

Sähkötarkastusyhdistys SÄTY. Varmennus- ja määräaikaistarkastukset. Viitattu 17.10.2022. <https://saty.fi/varmennus-ja-maaraaikaistarkastukset/>.

Wikipedia. Konglomeraatti. Viitattu 15.9.2022. [https://fi.wikipedia.org/wiki/Konglomeraatti_\(liiketalous\)](https://fi.wikipedia.org/wiki/Konglomeraatti_(liiketalous))