



jamk

Viilutehtaan sähkölaitteiston käyttö- ja huolto-ohjelma

Tuomas Pitkänen

Opinnäytetyö, AMK

Tammikuu 2025

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Pitkänen, Tuomas

Viilutehtaan sähkölaitteiston käyttö- ja huolto-ohjelma

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Tammikuu 2025, 31 sivua.

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia käyttö- ja huolto-ohjelma tuotantolaitoksen sähkölaitteistolle. Ohjelman tuli täyttää laissa asetetut vaatimukset sekä kehittää sähkölaitteiston ennakoivan kunnossapidon toimintavarmuutta ja turvallisuutta.

Työn toimeksiantajana oli Metsä Wood Äänekosken viilutehdas. Tehtaan tuotteena on koivuviilu mitä käytetään vanerilevyjen valmistamiseen.

Työ toteutettiin soveltavana kehitystyönä, jossa pyrittiin kehittämään toimiva ja luotettava ratkaisu toimeksiantajan tarpeeseen. Tutkimuksen tietoperusta muodostui kunnossapitoon ja sähköturvallisuuteen liittyvästä kirjallisuudesta, komponenttien ja laitteistojen käyttöohjeista sekä tuotantolaitoksen kunnossapidosta vastaavien henkilöiden haastatteluista. Ohjelman kunnossapitotehtävät laadittiin huoltokohde kohtaisesti ai-neistoista löytyvän tiedon ja huoltohenkilöstön kokemuksen perusteella. Huoltokohteista luotiin listaus sekä huoltoaikataulu, jonka perusteella voidaan seurata tulevien huoltojen etenemistä sekä kuormitusta kunnossapidon kannalta.

Työn lopputuotoksena syntyi viilutehtaan sähkölaitteistolle käyttö- ja huolto-ohjelma, joka esiteltiin toimeksiantajalla. Huolto-ohjelman todettiin olevan lain ja toimeksiantajan tarpeiden mukainen. Käyttö- ja huolto-ohjelman avulla saadaan parannettua tuotantolaitoksen ja kunnossapidon toimintavarmuutta ja turvallisuutta.

Avainsanat (asiasanat)

kunnossapito, sähkölaitteisto, huolto-ohjelma, käyttöohjelma

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

Pitkänen, Tuomas

Operation and Maintenance Program for the Veneer Factory's Electrical Equipment

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, January 2025, 31 pages.

Degree Program in Electrical and automation Technology. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The aim of the thesis was to prepare an operation and maintenance program for the electrical equipment of the production plant. The program had to meet the requirements set by law and develop the reliability and safety of preventive maintenance of electrical equipment.

The client of the work was Metsä Wood Äänekoski veneer factory. The factory's product is birch veneer, which is used to make plywood boards.

The work was carried out as applied development work, where the aim was to develop a functional and reliable solution to the client's needs. The research's data base consisted of literature related to maintenance and electrical safety, component user manuals, and interviews with persons responsible for the maintenance of the electrical equipment and the production plant. The program's maintenance tasks were prepared for each service item based on the information found in the materials and the experiences of the maintenance personnel. A list of maintenance items and a maintenance schedule were created, which can be used to monitor the maintenance progress and the load of future maintenance in terms of maintenance.

The result of the work was an operation and maintenance program for the veneer factory's electrical equipment, which was presented to the client. The maintenance program was found to be in accordance with the law and the client's needs. The operational reliability and safety of the production plant and maintenance can be improved with the help of the operation and maintenance program.

Keywords/tags (subjects)

maintenance, electrical equipment, maintenance program, operating program

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisältö

1	Johdanto	6
1.1	Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet.....	6
1.2	Metsä Group.....	6
1.3	Liiketoiminta-alueet	7
1.4	Metsä Wood Äänekosken viilutehdas.....	8
2	Tutkimusasetelma	9
2.1	Tutkimusmenetelmät.....	9
2.2	Toteutustapa	10
2.3	Aineiston käyttö	10
3	Kunnossapito	10
4	Määräykset ja lait	13
4.1	Sähkölaitteistoluokitus.....	14
4.2	Sähkölaitteiston tarkastukset.....	14
4.2.1	Käyttöönottotarkastus.....	14
4.2.2	Varmennustarkastus.....	15
4.2.3	Määräaikaistarkastus.....	15
5	Sähkötöitä tekevät henkilöt ja vastuhenkilöt	15
5.1	Maallikko	16
5.2	Opastettu henkilö.....	16
5.3	Sähköalan ammattihenkilö.....	16
5.4	Sähkölaitteiston haltija.....	17
5.5	Käytön johtaja	18
5.6	Sähkötöiden johtaja	19
6	Koulutukset	19
6.1	Sähkötyöturvallisuuskoulutus	20
6.2	Ensiapukoulutus	20
6.3	Työsuojelukoulutus	20
7	Käyttö- ja huolto-ohjelman laatiminen	20
7.1	Aineiston keräys ja suunnittelu	20
7.2	Työn rajaus ja lähtökohdat.....	21
7.3	Laitteisto.....	21
7.4	Toteutus	22

8 Pohdinta	27
8.1 Lopputuloksen arviointi.....	27
8.2 Jatkotoimenpiteet ja kehitysehdotukset	29
Lähteet	30

Kuviot

Kuvio 1. Äänekosken tehdasalue	8
Kuvio 2. Yleisnäkömä huolto-ohjelman kansiorakenteesta	23
Kuvio 3. Osa huoltokohdeluettelon listauksesta	24
Kuvio 4. Listaus huoltojen käyttöohjeistuksista.....	25

1 Johdanto

Sähkölaitteiston toiminta on tärkeässä osassa tuotantolaitoksen käynninvarmistamisessa. Komponenttien tai laitteiden vikaantuessa saattavat tuotannon menetykset kasvaa hyvinkin suuriksi tai pahimmassa tapauksessa aiheuttaa henkilökunnalla turvallisuusriskin. Siksi onkin tärkeää, että laitteistolle on laadittu kunnollinen ja toimiva käyttö- ja huolto-ohjelma. Tällä tavoin voidaan varmistaa laitteiston turvallinen käyttö sekä pienentää vikaantumisen mahdollisuuksia huoltotoimilla.

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Toimeksiantajalle oli ilmennyt tarve kehittää käyttö- ja huolto-ohjelma Äänekosken tuotantolaitoksen sähkölaitteistolle. Nykyinen ohjelma oli hajanainen ja sisälsi vain välttämättömät ohjeistukset ja huoltokohteet käyttöön ja kunnossapitoon. Ohjelma ei myöskään ollut ajantasainen tuotantolaitoksen nykylaitteistolle. Laitteiston haltija on velvoitettu sähkölaissa huolehtimaan sähkölaitteiston kunnossapito-ohjelman noudattamisesta, joten silläkin perusteella on oleellista kehittää oikeanlainen ja ajantasainen kunnossapito-ohjelma. Työ rajoittui käsittelemään Metsä Woodin viilutehtaan sähkölaitteistoa, vaikka samassa rakennuksessa on myös Metsä Boardin laitteistoa. Kompensointia ei tarvinnut ottaa työssä huomioon, koska se tapahtuu Metsä Boardin toimesta.

Tavoitteena oli kehittää käyttö- ja huolto-ohjelma käsittelemään tehtaan sähkölaitteistoa ja sen tulisi täyttää sähköturvallisuusmääräykset ja -lait. Ohjelman tarkoituksena on myös helpottaa huoltojen suunnittelua, niiden oikea aikaista ajoittamista ja näin ollen lisätä laitteiston toimintavarmuutta sekä käyttöikä. Käyttöohjelma antaa myös toimintaohjeita kunnossapidon henkilökunnalle. Opinnäytetyössä perehdyttiin myös sähkölaitteistoille laissa määrättyihin huoltotarpeisiin sekä ohjeistuksiin.

1.2 Metsä Group

Metsä Group on suomalainen metsäteollisuusyritys, joka valmistaa tuotteita puusta ihmisten jokapäiväiseen käyttöön. Yhtiön juuret ylettyvät vuoteen 1934, jolloin perustettiin Metsäliitto Oy. Ensimmäiset sahat perustettiin vuonna 1949 ja 1950-luvulla toiminta laajentui kemiallisen metsäteollisuuden puolelle. (Historia n.d.) Vuonna 2023 yhtiön liikevaihto oli 6,1 miljardia euroa. Metsä

Groupilla on yhteensä 9500 työntekijää ja toimintaa 28 eri maassa, viidellä eri liiketoiminta-alueella. (Yritysrakenne n.d.)

1.3 Liiketoiminta-alueet

Liiketoiminta-alueisiin kuuluvat puunhankintaan ja metsän myynti- ja hoitopalveluihin keskittyvä Metsä Forest. Tämän avulla asiakkaille tarjotaan asiantuntevaa ja laadukasta palvelua puukaupoista sekä metsänhoidosta. (Puunhankinta n.d.)

Metsä Wood tarjoaa erilaisia puutuotteita, kuten kertopuuta ja havu- sekä koivuvaneria rakentamisen ja teollisuuden tarpeisiin (Metsä Wood n.d.). Koivuvaneria käytetään yleisesti lujuutta ja kestävyyttä vaativissa käyttökohteissa, kuten rekkojen ja muiden ajoneuvojen pohjaratkaisuissa. Havuvaneria käytetään yleisemmin rakennuskohteissa katto-, seinä- ja lattiarakenteina sekä betonimuoteissa. Kertopuuta käytetään rakennusteollisuudessa kantavina rakenteina. Metsä Woodin tuotantolaitoksia on 7 Euroopassa. Tällä hetkellä on käynnissä uuden Kerto LVL-tehtaan rakentaminen Äänekoskelle.

Metsä Fibre tuottaa sellua, sahatavaraa, biokemikaaleja sekä bioenergiaa. Metsä Fibrellä on Suomessa neljä sellutehdasta ja neljä sahalaitosta (Metsä Fibre n.d.). Havupuun- ja lehtipuusellua käytetään eri lopputuotteiden valmistukseen perustuen niiden erilaisiin ominaisuuksiin (Sellun n.d.). Selluntuotannon sivuvirroista voidaan kehittää ja muuntaa biokemikaaleja, kuten mäntyöljyä ja tärpättiä. Näiden tyyppisiä käyttökohteita on teollinen tuotanto, puhdistusaineet sekä elintarviketeollisuus. (Biokemikaalimme n.d.)

Metsä Boardilla on vahva markkina-asema Euroopassa taivekartonkien ja valkoisten kraftlainereiden valmistuksessa. Maailmanlaajuisesti Metsä Board on suurin päällystettyjen valkoisen kraftlainereiden tuottaja. Vuosittainen kartongin tuotantokapasiteetti on 2,3 miljoonaa tonnia kahdeksalla tuotantolaitoksella Suomessa ja Ruotsissa. Metsä Boardin tuotteilla pyritään saavuttamaan kestäviä ratkaisuja kierrätettävyyden parantamiseksi ja korvaamaan fossiilisia materiaaleja pakauksissa. Kestävän kehityksen kannalta Metsä Boardilla on tavoitteena fossiiliton tuotanto ja tuotteet vuoteen 2030 mennessä. (Metsä Board lyhyesti n.d.)

Metsä Tissue on yksi Euroopan sekä maailman johtavia pehmopaperituotteiden ja tiivispaperituotteiden valmistajista. Pehmopaperia valmistetaan hygienia- ja talouspaperiksi. Tiivispaperi taas on tarkoitettu elintarvike- ja pakkausteollisuuden ja kotitalouksien ruoanlaiton tarpeisiin. Tuotteet valmistetaan mahdollisimman lähellä kuluttajia yhdeksällä eri tehtaalla Suomessa, Ruotsissa, Saksassa, Puolassa ja Slovakiassa. (Metsä Tissue n.d.)

1.4 Metsä Wood Äänekosken viilutehdas

Äänekosken viilutehdas perustettiin vuonna 2018 ja sen tuotantokapasiteetti on 58000 kuutiota koivuviilua vuodessa. Tehdas työllistää noin 30 työntekijää. Äänekosken viilutehdas ja Viron Pärnussa sijaitseva koivuvaneritehdas muodostavat yhdessä tehdaskokonaisuuden. (Äänekosken viilutehdas n.d.) Tehdas on osa suurta Metsä Groupin tehdaskeskittymää. Aivan vieressä sijaitsevat Metsä Fibren biotuotetehdas, Metsä Boardin kartonkitehdas sekä rakenteilla oleva Metsä Woodin Kerto LVL-tehdas. Äänekosken viilutehtaan tuotantolinjasto on rakennettu entisen paperitehtaan tiloihin, joka suljettiin vuonna 2011. Kuviossa 1 nähtävillä Äänekosken tehdasalue. Viilutehdas sijaitsee virran oikealla puolella olevassa rakennuksessa.



Kuvio 1. Äänekosken tehdasalue (Äänekosken viilutehdas n.d.)

2 Tutkimusasetelma

Opinnäytetyölle asetettavat tutkimuskysymykset määräytyivät työn tavoitteiden perusteella.

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiksi valikoitui:

- Millaista huoltoa viilutehtaan sähkölaitteistot vaativat?
- Millaisia käyttöohjeita käyttö- ja huolto-ohjelmaan tulee sisällyttää?

2.1 Tutkimusmenetelmät

Erilaisia ongelmia ja niiden mahdollisia ratkaisuja voidaan lähteä tarkastelemaan eri tutkimusmenetelmillä. Menetelmiä on useita mutta yleisimmät näistä ovat kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus, kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus ja soveltava tutkimus, toisin sanoen tutkimuksellinen kehittämistyö. Näiden käyttö määräytyy tutkittavan ongelman mukaan.

Laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus sopii parhaiten tilanteisiin, joissa ilmiö on uusi tutkimuskohdeena ja halutaan saada siitä syvälinen näkemys ja luotua hyvä kuvaus tai pyrkimyksenä on luoda uusia teorioita ja hypoteeseja. Kvalitatiivinen tutkimus ei tuota vain yhtä oikeaa vastausta ja tulkin-
taa vaan ne riippuvat tutkijasta. Kvalitatiivisen tutkimuksen peruskysymys on: ”Mistä ilmiössä on kyse?” (Kananen 2012, 29–30.) Kvalitatiivisen tutkimuksen tiedonhankintamenetelminä voidaan käyttää tekstien ja erilaisten dokumenttien analyysejä, haastatteluja ja osallistuvaa havainnointia.

Määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus edellyttää, että tutkittavasta ilmiöstä on jo olemassa ymmärrystä ja teorioita. Näiden avulla haluttua tutkimuskysymystä voidaan selvittää. Määrällisessä tutkimuksessa tutkimuskysymykset on johdettu ilmiötä selittävistä teorioista ja perustuvat mittamiseen. Yleisesti kysymyksiin liittyy ilmiöiden muuttujat kuten esimerkiksi ikä tai sukupuoli. (Kananen 2012, 31–32.) Määrällisen tutkimuksen tiedonhankintamenetelminä käytetään erilaisia kyselyitä ja tilastoja.

Soveltava tutkimuksen eli tutkimuksellinen kehittämistyön pääpiirteensä on käytännön sovelluksen ongelmien ratkomisen ja erilaisten ratkaisujen löytymien. Tästä esimerkkinä tuotteen uudistamisessa, uuden työmenetelmän kehittäminen tai käyttöönotto. Kehittämistyöllä tavoitellaan aikaisempia toimintatapoja parempaa ja tehokkaampaa muutosta. Kehitystyö voi kohdistua työtapoihin ja -menetelmiin tai erilaisiin rakenteisiin tai prosesseihin. (Toikko & Rantanen 2009, 16).

2.2 Toteutustapa

Opinnäytetyön aihetta lähdin tarkastelemaan soveltavan tutkimuksen näkökulmasta. Tämä tuntui alusta asti selkeältä valinnalta aiheen luonteen kannalta. Työelämän todellinen ongelma, johon pyritään kehittämään käytännön ratkaisu. Käyttö- ja huolto-ohjelman luominen edellyttää perehtymistä aiheeseen ja tietoperustan keräämistä, näiden tietojen avulla käyttö- ja huolto-ohjelma voidaan luoda. Koko opinnäytetyön toteutuksessa pyrin toimimaan hyvän tieteellisen käytännön mukaan sekä noudattamaan Jyväskylän ammattikorkeakoulun laatimia eettisiä toimintatapoja ja ohjeistuksia koskien opinnäytetyön toteutusta.

2.3 Aineiston käyttö

Työssä käytettyä aineistoa löytyi aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta sekä luotettavana pidetyistä internetlähteistä. Apuna tiedonetsintään käytin Jyväskylän ammattikorkeakoulun kirjastoa sekä verkkokirjastoa, Janet Finnaa. Samasta aiheesta tehdyistä opinnäytetöistä tarkastelin lähdeluetteiloita, joiden avulla sain kartoitettua lähdetietoa. Iso osa käytettävästä aineistosta pohjautui lakiteksteihin, määräyksiin ja asetuksiin, joten tämän perusteella voitiin varmistua sen luotettavuudesta. Pyrin suhtautumaan internetistä löytämiin lähteisiin lähdekriittisesti. Useita lähteitä tuli vastaan, jotka olivat puolueellisia tai markkinointiin perustuvia ja näin ollen eivät sovi aineistoksi opinnäytetyöhön. Lähdeaineiston oikeanlaisella käytöllä ja Jamkin opinnäytetyön raportointiohjeita noudattamalla työ toteutui hyvää tutkimusetikkaa noudattaen.

3 Kunnossapito

Kunnossapito on paljon muutakin kuin vain laitteiden korjaamista. Kunnossapitona pidetään erilaisia aikataulutettuja huoltoja, tarkastuksia, kehitysideoita, vikojen selvittämistä ja komponenttien vaihtamista. Kaikki nämä yhdessä muodostavat kokonaisuuden, jonka tarkoituksena on pitää erilaiset laitteet toimintakuntoisina ja turvallisina käyttää. Kunnossapitotyöt voidaan jakaa karkeasti viiteen eri päälajiin.

Huolto on yleensä ajoitettu toimenpide, jonka perusteena on käyttöaika, käytön rasittavuus tai tuotantomäärä. Huollolla on tarkoitus säilyttää laitteiston ominaisuudet ja toimintakyky mahdoli-

simman hyvänä, ettei laitteistoon pääse syntymään vikoja tai vaurioita. Huoltoon sisältyviä toimenpiteitä on esimerkiksi kuluvien osien vaihtaminen ja laitteiston käytettävyyden palauttaminen alkuperäiselle tasolle. (Järviö & Lehtiö 2017, 49–50.)

Huolto ja ehkäisevä kunnossapito käsittää osittain samoja tehtäviä. Ehkäisevän kunnossapidon tarkoituksena on myös pienentää vikaantumisen todennäköisyyttä, pitää yllä laitteen käyttöominaisuuksia ja palauttaa laitteen toimintakyky ennen vikojen ja vaurioiden syntymistä. Ehkäisevä kunnossapito toteutetaan säännöllisesti ja siinä seurataan laitteiston suorituskykyä tai parametrejä. Näiden tietojen avulla voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kunnossapidettäviä töitä. Järviö ja Lehtiö (2017, 50) listaavat ehkäisevän kunnossapidon sisältävät toiminnot, näitä ovat muun muassa erilaiset tarkastukset ja kunnonvalvonta, toimintakunnon testaaminen, käynninvalvonta ja vikaantumistietojen analysointi. Kunnonvalvontaa voidaan toteuttaa joko laitteen toimiessa tai huolto-oseikkien aikana. Näiden toimien avulla pystytään selvittämään alkavia vikoja ja varmistamaan laitteen toimintakunto. (Järviö & Lehtiö 2017, 50.)

Korjaavassa kunnossapidossa vika on päässyt jo tapahtumaan ja tarkoituksena on saada laite uudestaan toimintakuntoon. Korjaava kunnossapito voi olla häiriökorjausta tai suunniteltua kunnostusta. Tässä tapahtuvien suorituksien avulla voidaan määrittää tietyn osan tai komponentin elinikä. Korjaavaan kunnossapitoon liittyy seuraavat suoritukset, vian määrittely, tunnistaminen ja paikallistaminen, laitteen osan tai komponentin korjaaminen joko väliaikaisesti tai laite toimintakuntoon palauttaen. (Järviö & Lehtiö 2017, 51.)

Parantavan kunnossapidon tarkoituksena on nimensä mukaan tarkoitus parantaa kohteen käytön luotettavuutta tai kunnossapidettävyyttä ilman että sen käyttötarkoitus muuttuu. Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään, joista ensimmäisessä laitetta muutetaan käyttämällä uudempia osia ja komponentteja mitä alkuperäiset ovat. Tästä esimerkkinä Järviö & Lehtiö (2017, 51) antavat vanhojen DC-käyttöjen vaihtaminen uudempaan tekniikkaan, taajuusohjattuihin oikosulkumoottoreihin. Toisena ryhmänä on laitteiston tai kohteen korjaukset ja uudelleensuunnittelut, joiden tavoitteena on muuttaa toimintavarmuutta paremmaksi ja luotettavammaksi. Kolmantena ryhmänä on modernisoinnit, joilla pyritään parantamaan laitteiston suorituskykyä. Modernisaatiolla on tarkoitus uudistaa ja parantaa laitetta, valmistusprosessia tai molempia. Tästä esimerkkinä Järviö & Lehtiö (2017,51) esittävät vanhan paperikoneen, jolla ei pysty valmistamaan

uutta paperilajia, mutta koneella on vielä reilusti elinaikaa jäljellä. Tällöin on järkevämpää tehdä modernisointi kuin hävittää vanha kone uuden tilalta. (Järviö & Lehtiö 2017,51.)

Viimeisenä lajina voidaan pitää vikojen ja vikaantumisten selvittäminen. Nykyaikaisissa tuotantokoneissa on paljon toimintaa ohjaavia prosessoreita, joiden avulla saadaan samalla kerättyä tietoa koneen käytöstä, kuormituksista ja olosuhteista. Tietoja analysoimalla ja tutkimalla pystytään selvittämään vikojen juurisyitä ja näiden avulla voidaan parantaa paljon koneiden luotettavuutta ja laadukkuutta. Tulosten perusteella voidaan jopa ehkäistä vastaavan vian uusiutuminen tulevaisuudessa. Vikojen selvitysmenetelmiä ovat muun muassa erilaiset vika-analyysit ja vikaantumisten selvittäminen, simulointi ja mallintaminen, juurisyyn selvitykset, materiaalien- ja suunnittelun analyysit sekä vikaantumispotentiaalin kartoitukset. (Järviö & Lehtiö 2017, 52.)

Sähköinen kunnossapito

Sähkölaitteiston kunnossapidon periaatteena on laitteiston sähköturvallisuuden varmistaminen sen käytön aikana. Sähkölaitteiston käytöstä ei saa aiheutua vaaraa kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudella. Laitteiston kuntoa ja on tarkkailtava päivittäin aistinvaraisesti sekä erilaisin tarkastuksin ja havaitut viat tai puutteet on korjattava pikimmiten. Sähkölaitteiston haltijan vastuulla on huolehtia, että 2 ja 3 luokan sähkölaitteistoille laaditaan kunnossapito-ohjelma, johon sisältyy sähkölaitteiston vaadittavat tarkastukset. Ohjelmaan kuuluu muun muassa sähköturvallisuuden vaativa kunnan valvonta, perussuojaus ja mekaanisen suojauksen varmistaminen, vikasuojaus, johon kuuluu erilaisten suojalaitteiden asetteluarvot, toimenpiteet palo- ja räjähdysvaaran estämiseksi, ilmajohtojen turvaetäisyydet, sähköpylväiden kunto, sähkötilojen lukitukset ja erinäiset varoituskilvet sekä maadoitukset ja potentiaalintasaukset. (Sähkölaitteistot ja tarkastukset 2017, 3)

Sähköturvallisuuden kannalta katsottuna sähköiset kunnossapitotyöt voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan. Töihin, joissa työskentelevällä henkilöllä on sähköiskun vaara oikosulusta tai maasulusta johtuva valokaaren vaara. Näissä työkohteissa on vain osittainen kosketussuojaus tai sitä ei ole ollenkaan. Huolto ja kunnossapitotyöt tehdään jännitteettömänä, lähityönä tai jännitettyönä. Toinen kategoria on turvalliset työt, jotka suoritetaan kosketussuojatussa ympäristössä. Tällaiset

työt eivät vaadi opastuksen lisäksi muita turvallisuustoimenpiteitä. Tällaisiksi töiksi voidaan luokitella lamppujen ja sulakkeiden vaihdot. Sähköalalla korjaustöitä tekevän henkilön tulee olla päteviä ja koulutettuja sähköalan ammattihenkilöitä. Kouluttamaton, mutta opastettu henkilö voi tehdä kunnossapidon korjaustöitä vain ammattitaitoisen henkilön valvonnassa. (Rousku & Mäkinen 2018, 102.)

Sähkötöissä, joissa on sähköiskun tai valokaaren vaara, on aina nimettävä työnaikainen sähköturvallisuuden valvoja. Valvojan täytyy olla ammattitaitoinen sähköalan ammattihenkilö, joka pystyy työskentelemään itsenäisesti. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan tulee aina olla työkohteessa ja hänen on pystyttävä valvomaan työn turvallisuutta. Valvojan nimeäminen on sähkötöiden johtaja vastuulla ja se voidaan tehdä työkohtaisesti tai yrityksellä voi olla työntekijät listattuna, jolloin listalla ylimpänä oleva henkilö toimii työnaikaisena sähköturvallisuuden valvojana. Jos valvoja joutuu poistumaan työkohteesta, on oltava suunnitelma, joka määrittää uuden valvojan työlle. Jos sähköalan ammattihenkilö työskentelee yksin, kuuluu työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan velvollisuudet hänelle ilman erillistä nimeämistä. Valvojan tehtäviin kuuluu muun muassa sähkötöiden turvallisuuden varmistaminen, kohteiden jännitteettömäksi teko ja uudelleen kytkennän varmistus, jännitteettömyyden toteaminen työn alussa ja aina työn keskeytymisen jälkeen, työmaadoituksesta ja jännitteisten osien suojaamisesta huolehtiminen sekä huolehtia että käyttöönottotarkastukset ja jännitteen uudelleenkytkentä on tehty ohjeistuksien mukaan. (Rousku & Mäkinen 2018, 43–44.)

4 Määräykset ja lait

Suomessa sähköalan töitä ohjaavat lait, asetukset ja erilaiset standardit. Sähköturvallisuusmääräyksien noudattamista Suomessa valvoo sähköturvallisuusviranomaisen, turvallisuus ja kemikaalivirasto Tukes. Standardi SFS 6002 ohjaa sähkötyöturvallisuutta Suomessa. (Sähkötyöturvallisuus 2021.) Noudattamalla tätä standardia toteutuu lainsäädännön asettamat turvallisuusvaatimukset. Standardia sovelletaan kaikkiin sähkölaitteiston käyttö- ja ohjaustoimintoihin sekä kunnossapitoon ja työskentelyyn sähkölaitteistoissa ja niiden läheisyydessä. Standardi kattaa kaikki sähkölaitteistot kaikilla jännitealueilla niin pienoisjännitteistä suurjännitteisiin. (Rousku & Mäkinen 2018, 19.)

4.1 Sähkölaitteistoluokitus

Sähköturvallisuuslain 44§:ssä sähkölaitteistot jaotellaan luokkiin 1,2 ja 3. Jako perustuu niiden varmennus- ja määräaikaistarkastusten vaatimusten perusteella sekä niiden kunnossapito-ohjelmia koskevien vaatimuksien perusteella.

Luokka 1 a: sähkölaitteisto sijaitsee asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa. Luokka 1 b: sähkölaitteisto, jonka ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria, pois lukien asuinrakennukset ja kyseinen sähkölaitteisto ei kuulu luokkiin 2 tai 3.

Luokka 2 c: sähkölaitteisto, johon kuuluu yli 1000 voltin nimellisjännitteisiä osia. Pois lukien sähkölaitteistot, johon kuuluu vain enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja. Luokka 2d, sähkölaitteisto sijaitsee kiinteistössä tai kiinteistöryhmässä, joidenka liittymistehojen summa ylittää 1600 kilovolttiampeeria.

Luokka 3 c: verkonhaltijan jakelu- ja siirtoverkot tai jokin vastaavanlainen sähköverkko. (L 1135/2016, 44§.)

4.2 Sähkölaitteiston tarkastukset

Laki velvoittaa tekemään sähkölaitteistolle vaadittavat tarkastukset ja niiden avulla pystytään varmistamaan sähkönkäytön varmuus sekä turvallisuus. Vikaantuessaan sähkölaitteisto voi aiheuttaa tulipaloja, sähköiskuja, materiaali- ja henkilövahinkoja. Tarkastuksen tekijän täytyy aina olla sähköalan ammattilainen tai turvallisuus- ja kemikaaliviraston tietyin ehdoin hyväksymä valtuutettu tarkastaja.

4.2.1 Käyttöönottotarkastus

Käyttöönottotarkastus tehdään aina ennen kuin uusi laitteisto otetaan käyttöön. Tarkastuksella voidaan varmistaa, ettei uusi laitteisto aiheuta vaaraa tai häiriötä. Käyttöönottotarkastus on suoritettava myös muutostöissä ja laajennustöiden yhteydessä. Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus

kuuluu rakentajan vastuulle, jos kuitenkin rakentaja ei sitä tee, tulee tarkastuksen hoitaminen sähkölaitteiston haltijan vastuulle. Käyttöönottotarkastuksessa laaditaan sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja. (L 1135/2016,43§.)

4.2.2 Varmennustarkastus

Luokan 1,2 ja 3 sähkölaitteistoille on tehtävä käyttöönottotarkastuksen lisäksi myös varmennustarkastus. Uudisasennusten lisäksi varmennustarkastus on tehtävä myös asennuksen merkittävälle muutos- tai laajennustyölle (L 1135/2016, 45§). Varmennustarkastuksessa tarkastetaan pistokoeluoontoisesti asennusten turvallisuus, asianmukaisuus ja täyttää sille osoitetut vaatimukset. Varmennustarkastus on tehtävä ennen kuin laitteisto otetaan käyttöön ja siihen tulee sisällyttää kohteessa olevat lääkintätilat, räjähdys- tai palovaaralliset tilat. Tarkastuksesta on laadittava sähkölaitteiston haltijalle tarkastustodistus ja tarkastustarra on kiinnitettävä pääkeskukseen näkyvälle paikalle merkiksi tarkastuksesta. Laitteiston haltijan tulee säilyttää tarkastustodistusta vähintään kymmenen vuotta. (L 1135/2016, 46§.)

4.2.3 Määräaikaistarkastus

Laki velvoittaa suorittamaan luokan 1 ja 2 sähkölaitteistolle, pois lukien asuinrakennukset, määräaikaistarkastuksen kymmenen vuoden välein. Luokan 3 sähkölaitteistoille tarkastus aikaväli on viisi vuotta. Tarkastuksen tarkoituksena on varmistaa sähkölaitteiston turvallinen käyttö, laitteistoa on huollettu ja sähkölaitteiston kunnossapito-ohjelmaa on suoritettua ajansaatossa. Luokan 2 ja 3 sähkölaitteistoille vaaditaan sähkölaitteiston turvallisuutta ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Tarkastuksessa käydään läpi laitteiston sähköpiirustukset ja -kaaviot, ohjeet ja virtapiirien merkinnät. (Sähkölaitteistoin lakisääteiset määräaikaistarkastukset. n.d.)

5 Sähkötöitä tekevät henkilöt ja vastuhenkilöt

Sähkötöitä tekevien henkilöiden täytyy olla riittävän opastettuja sähköturvallisuuteen ja tekevänsä työsuorituksen vaatimuksiin ennen töiden aloittamista. Työn vaatimustason mukaan töitä saavat tehdä sähköalan ammattihenkilöt, opastetut henkilöt tai maallikot. Töiden vaativuuden arvioinnista vastaa sähkötöiden johtaja tai hänen valtuuttamansa henkilö. (Rousku & Mäkinen 2018, 36.)

5.1 Maallikko

Maallikolla ei ole kokemusta tai koulutusta sähköalalta eikä häntä ole opastettu sähköalan töihin. Sähköturvallisuuslain mukaan maallikko saa tehdä seuraavia sähköalan töitä, noudattaen riittävää huolellisuutta:

- 1) *Enintään 250 V nimellijännitteisten asennusrasioiden peitekansien irrotusta ja kiinnitystä, 1-vaiheisten (suojaluokat 0 ja I) pistotulppien, liitosjohtojen, jatkojohtojen ja sisustusvalaisimien asennus-, korjaus- ja huoltotöitä sekä niihin rinnastettavia töitä.*
- 2) *Nimellijännitteeltään enintään 50 V AC tai 120 V DC (ELV = extra low voltage = pienoisjännite) laitteistoihin kohdistuvia sähkötöitä.*
- 3) *Käyttötöitä sähkölaitteistossa, jonka jännitteiset osat on suojattu tahattomalta koskettamiselta (osittainen tai täydellinen kosketussuojaus).*
- 4) *Omaan käyttöön rakennettujen sähkölaitteiden korjaamista, jos tämä liittyy sähköalan harrastustoimintaan. (Rousku & Mäkinen 2018, 36.)*

Jos maallikko tekee edellä mainittuja töitä, tulee hänen olla tehtävään ja siihen liittyviin sähköturvallisuus vaatimuksiin riittävän opastettu toisen henkilön toimesta tai perehtyä itse asian liittyviin ohjeisiin (Rousku & Mäkinen 2018,36).

5.2 Opastettu henkilö

Opastettu henkilö on yleensä maallikko jolle sähköalan ammattihenkilöt ovat opastaneet tehtävän toiminnan ja sähkön aiheuttamat vaarat. Opastuksen voi tehdä ainoastaan sähköalan ammattihenkilö ja se tulee tehdä niillä laitteilla tai vastaavissa olosuhteissa, joissa opastettu henkilö suorittaa toimenpiteen. Opastukseen tulee sisällyttää turvallisen toiminnan periaatteet, miksi tehtävä tehdään opastetulla tavalla, miten toimia ongelmatilanteissa ja mitä vaaroja voi koitua ohjeiden noudattamattomuudesta. Riittävän harjoittelun jälkeen opastettu henkilö voi suorittaa esimerkiksi sulakkeiden vaihtoja, suojareleiden kiittäuksia tai laitevalmistukseen liittyviä testauksia. (Rousku & Mäkinen 2018,37.)

5.3 Sähköalan ammattihenkilö

Sähköalan ammattihenkilöllä on sähkötöihin soveltuva koulutus ja riittävä kokemus, joiden avulla hän pystyy arvioimaan työhön liittyvät riskit, noudattamaan työssään sähköturvallisuutta ja näin

ollen välttämään sähkön aiheuttamat riskit. Samoin perustein hänellä on valmiudet valvoa maallikojen tai opastettujen henkilöiden suorittamia töitä.

Suomalaisen lainsäädännön mukaan henkilöllä tulee olla sähkötöihin soveltuva koulutus ja riittävä kokemus, jotta hän voi työskennellä ja valvoa hänelle opastetuissa tehtävissä. Jotta nämä seikat täyttyvät tulee henkilön olla:

- 1) suorittanut soveltuvan tekniikan alan korkeakoulututkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden kokemuksen sähkötöissä;
- 2) suorittanut soveltuvan sähköalan insinöörin tai teknikon tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötöissä;
- 3) suorittanut soveltuvan ammattitutkinnon, erikoisammattitutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötöissä;
- 4) suorittanut soveltuvan ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut vuoden työkokemuksen sähkötöissä;
taikka
- 5) hankkinut kuuden vuoden työkokemuksen sähkötöissä ja riittävät alan perustiedot. (Rousku & Mäkinen 2018, 37–38.)

5.4 Sähkölaitteiston haltija

Sähkölaitteiston haltijaa, joka yleensä on kiinteistön tai laitteiston omistaja, koskee velvoitteet huolehtia sähkölaitteiston kunnossapidosta. Vaikka laitteiston haltijalla ei olisikaan tietoa sähkölaitteiden kunnossapidosta on sähköturvallisuuslaissa määritelty, että laitteiston haltijan on huolehdittava laitteiston kunnossapidosta niin ettei siitä aiheudu vaaraa terveydelle tai omaisuudella.

Sähkölaitteiston haltijan velvollisuuksiin kuuluu nimetä käytön johtaja luokan 2 ja 3 sähkölaitteistoille ja antaa hänelle mahdollisuudet johtaa ja valvoa laitteiston huolto- ja kunnossapitotöitä, jotta havaitut puutteet ja viat saadaan korjattua riittävän nopealla aikataululla. Sähkölaitteiston haltijan tulee myös varmistaa, että sähkölaitteistolle laaditaan sähköturvallisuutta ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Hänen vastuullaan on myös huolehtia tarkastuksien ja ilmoitusten suorittamisesta ja tarvittavien tietojen luovuttamisesta käytön johtajalle sähköjärjestelmän rakennus-, muutos- ja korjaustöistä sekä niiden tarkastuksista. (Sähkölaitteiston haltija ja käytön johtaja n.d.)

5.5 Käytön johtaja

Sähkölaitteiston haltijan tulee nimetä käytön johtaja koko sähkölaitteistolle, mukaan lukien sen alle 1000 voltin pienjänniteosuudelle. Yhtenäisen laitteiston suurjännitteisille ja pienjännitteisille osille voi olla eri käytön johtajat. Pienjännitteisen osuuden käytön johtajan sähköpätevydeksi riittää sähköpätevyys 2 tai sitä vastaava vanhan järjestelmän mukainen pätevyys, kun taas suurjännitteisellä osuudella vaaditaan sähköpätevyys 1. Käytön johtajan vaihtuessa on haltijan nimettävä uusi henkilö tähän kolmen kuukauden kuluessa. (Sähkölaitteiston haltija ja käytön johtaja, n.d.) Jos laitteistossa on enemmän kuin kolme muuntamoaa tai laitteiston nimellisjännite on yli 20 kV, tulee käytön johtajan olla joko haltijan palveluksessa tai haltijan ja käytön johtajan työnantajan välillä on oltava sähkölaitteistoa koskeva kunnossapitosopimus. Kun taas käytön johtajan ei tarvitse olla haltijan palveluksessa, jos kiinteistöön kuuluu enintään kolme alle 20 kV:n muuntamoaa tai vastaavaa kytkinlaitosta. (Käytön johtajan tehtävät 2020.)

Käytön johtajan toimii haltijan asiantuntijana sähköturvallisuuden ylläpidossa ja hänen tehtävänsä on esitetty sähköturvallisuuslaissa. Käytön johtaja vastaa, että sähkölaitteiston käyttö- ja huoltotöissä noudatetaan sähköturvallisuuslakia ja sähkölaitteisto on sähköturvallisuuslain vaatimassa kunnossa käytön aikana. Hänen tulee myös varmistaa, että käyttötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävän opastettuja tehtäviin. Käytön johtajan tehtävät käytännössä ovat laaja-alaiset ja niissä varmistetaan sähkölaitteiston turvallinen käyttö. Käytön johtajan tehtävänä on varmistaa, että laitteistoille on laadittu laitteistokohtainen kunnossapito-ohjelma, jonka perusteella kunnossapitotoimenpiteitä suoritetaan ja kirjataan muistiin. Käytön johtaja myös varmistaa että, laitteiston kuntoa seurataan säännöllisesti ja havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti. Myös erilaisten tarkastuksien suorittamisesta huolehtiminen ja niissä esiintyvien puutteiden korjaaminen ja dokumentoiminen kuuluu käytön johtajan vastuulle. Näistä esimerkkinä voidaan antaa valtuutettujen tarkastajien tekemät määräaikaistarkastukset ja laitteiston muutos- ja laajennustöille tehtävät käyttöönotto- ja varmennustarkastukset. Sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon liittyvien välineiden, piirustuksien, kaavioiden ja ohjeiden ajantasaisuus ja saatavuus on huolehdittava. (Käytön johtajan tehtävät 2020.)

5.6 Sähkötöiden johtaja

Sähköturvallisuuslaissa on määritetty, että toiminnanharjoittajan on nimettävä sähkötöiden johtaja ennen toiminnan aloittamista ja sähkötöiden johtajalla tulee olla työsuhde toiminnanharjoittajan kanssa. Sähkötöiden johtajaksi ja käytön johtajaksi on mahdollista nimetä sama henkilö.

Sähköturvallisuuslaissa 1135/2016 on määritetty sähkötöiden johtajan tehtävät seuraavasti:

Sähkötöiden johtaja vastaa siitä, että:

1) sähkötöissä noudatetaan tätä lakia;

2) sähkölaitteet ja -laitteistot ovat tämän lain edellyttämässä kunnossa ennen käyttöönottoa tai toiselle luovuttamista;

3) sähkötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi tehtäviinsä opastettuja. (L 1135/2016, 59§.)

Sähkötöiden johtaja siis vastaa toiminnallaan sähkötyöturvallisuudesta ja varmistaa laitteiden ja laitteistojen olevan sähköturvallisuuslain vaatimassa kunnossa ennen käyttöönottoa tai eteenpäin luovuttaessa. Sähkötöiden johtajan tulee valvoa ja johtaa sähkötöiden tekoa hänen vastuullaan olevissa toimipaikoissa. Hänen tulee myös varmistaa sähkötöitä tekevien henkilöiden ammattitaito ja riittävä opastus heille osoitettuihin tehtäviin. Lisäksi sähkötöiden johtajan tulee ylläpitää omaa ammattitaitoaan jatkuvasti erilaisilla koulutuksilla. Hänen tulee myös tuntea töihin liittyvät turvallisuusasiat ja voimassa olevat sähköturvallisuusvaatimukset. (Sähkötöiden johtajan tehtävät n.d.)

6 Koulutukset

Erilaisilla koulutuksilla varmistetaan ja pidetään yllä työntekijöiden ammattitaitoa, vaarojentunnistustaitoa ja koulutetaan erilaisiin vaaroihin reagoimista. Näitä koulutuksia tulee suorittaa tietyin väliajoin, jotta oikeat toimintatavat pysyvät selkeänä mielessä vastaisuudessakin.

6.1 Sähkötyöturvallisuuskoulutus

Standardin SFS 6002 mukaan kaikki sähköalan töitä tekevät ammattihenkilöt ja sähkötöiden johtajat tarvitsevat sähkötyöturvallisuuskoulutuksen. Näihin kuuluvat muun muassa työnjohto, käyttötoimintaan liittyvät henkilöt, suunnittelijat ja opetus- sekä asiantuntijatehtävissä toimivat henkilöt. Sähkötyöturvallisuuskortti on edellytys tehdä sähkötöitä. Koulutuksen sisällön ymmärtäminen ja sisäistäminen varmennetaan kokeella, hyväksytty sähköturvallisuuskorttikoulutus on voimassa viisi vuotta. (Rousku & Mäkinen 2018, 26.)

6.2 Ensiapukoulutus

Työturvallisuuslaissa on säädetty, että työnantajan on huolehdittava ensiavun järjestämisestä ja työntekijöitä on ohjeistettava toimenpiteistä, joihin on ryhdyttävä ensiavun saamiseksi. Kaikille sähköalalla työskenteleville pitää antaa ensiapukoulutus, joka käsittää palovammojen ja erilaisten haavojen ensiavun sekä puhallus- ja painalluselvytyksen opettelun ja harjoittelun. Suoritettu ensiapukoulutus on voimassa kolme vuotta. (Rousku & Mäkinen 2018, 26–27.)

6.3 Työsuojelukoulutus

Sähköalalla työskentelevien tulisi suorittaa Työturvallisuuskortti, jota hallinnoi Työturvallisuuskeskus. Työturvallisuuskorttikoulutuksen tarkoituksena on lisätä yhteisten työpaikkojen turvallisuutta ja näin ollen pyrkiä vähentämään vaaratilanteita ja työtapaturmia. Koulutus on uusittava viiden vuoden välein. (Työturvallisuuskortti n.d.)

7 Käyttö- ja huolto-ohjelman laatiminen

7.1 Aineiston keräys ja suunnittelu

Aineiston kerääminen alkoi heti saatuaani aiheidean toimeksiantajalta. Tutkiminen ja suunnittelu alkoi toisen tehtaan käyttö- ja huolto-ohjelmaan tutustuen ja tarkastellen millaisia toimenpiteitä ja tietoja siihen oli kerätty. Toimeksiantajan kanssa oli sovittu, että ohjelma tehtäisiin samalla tyylillä kuin Suolahden vaneritehtaan ohjelma oli valmistettu. Osa toimeksiantajalta löytyneistä tiedoista saattoi olla vanhoja mutta vielä paikkansapitäviä kun osa taas kaipasi päivitystä nykyaikaan.

Kunnossapitoon liittyvää aineistoa löytyi paljon kirjastosta aiheeseen liittyvistä teoksista ja internetistä. Varsinkin internetsivustoilta löytyvää tietoa tarkastelin julkaisijan puolueettomuuden kannalta, osa tietolähteistä tulikin hylätä tämän takia. Lähteiden etsimiseen käytin vastaavasta aiheesta tehtyjen opinnäytetöiden lähdeluetteloita, näistä löytyikin useita luotettavia teoksia koskien kunnossapitoa. Sähköaiheista tietoperustaa oli saatavilla runsaasti ja sen luotettavuus oli kunnossa, koska suurin osa siitä perustui lakiteksteihin, standardeihin ja määräyksiin.

Lisätietoa ja varsinkin käytännöntietämystä oli myös saatavilla huolloista ja käytöstä vastaavien henkilöiden kanssa käydyissä teemahaastatteluissa sekä tutustumalla työhön liittyviin laitteistoihin. Tehdasalueella ja sähkötiloissa pääsin liikkumaan ja tutustumaan toimeksiantajan laitteistoihin oman työsuhteeni puolesta.

7.2 Työn rajaus ja lähtökohdat

Työ rajattiin koskemaan Metsä Woodille kuuluvia sähkölaitteistoja. Metsä Woodin viilutehdas on vuokralaisena Metsä Boardin tiloissa ja siitä syystä samasta kiinteistöstä ja sähkötiloista löytyy myös Metsä Boardille kuuluvia laitteistoja. Kompensointi ja varavoimakoneet rajattiin opinnäytetyön aiheen ulkopuolelle, koska Metsä Board huolehtii niiden kunnossapitotehtävistä.

Aikaisempi sähkölaitteiston käyttö- ja huolto-ohjelma oli yleisesti tehty ohjeistus, johon useampi henkilö oli tehnyt muokkauksia ja lisäyksiä aikojen saatossa. Aikaisempi ohjelma olikin sekalainen ja sisälsi paljon erilaisia merkintöjä ja epäoleellisia huoltokohteita liittyen Äänekosken viilutehtaan.

7.3 Laitteisto

Laitteisto on nykytilassa osittain uusittua ja osittain vanhoja. Linjakeskukset ovat pääasiassa uusia komponentteineen tuotantolinjaston rakentamisen jäljiltä. Muunkin laitteiston uusimista ja päivittämistä on suunniteltu tulevaisuuteen. Viilutehtaan sähkölaitteisto kuuluu luokkaan 2. Täten laitteiston haltijan on huolehdittava, että laitteistolle on laadittu sähköturvallisuutta ylläpitävä kunnossapito-ohjelma.

Syöttö laitteistolle tulee Äänevoimalta ja Metsä Woodille kuuluva osuus alkaa syöttökentän jälkeen. Vaunukatkaisijakojeisto toimii syötön ja muuntajien välissä. Muuntajia laitteistoon kuuluu neljä. PVA, PW ja PZ muuntajat ovat käytössä ja muuntaja PX toimii varamuuntajana. Kaikki kyseistä muuntajista ovat teholtaan 2000 kVA ja muuntosuhteeltaan 6300/400 V Strömbergin 80-luvun loppupuolella valmistamia öljytäytteisiä muuntajia. PTT-muuntaja ja sen pääkeskus kuuluu Metsä Boardin omistukseen, mutta Metsä Woodin toimiessa vuokralaisena on osa pääkeskuksen lähdoistä viilutehtaan tuotantolinjojen käytössä. Myöskään PAA-muuntaja ei ole Metsä Woodin omaisuutta mutta sen pääkeskus kuuluu viilutehtaan käyttöön.

Viilutehtaan sähkölaitteistolle kuuluu viisi pääkeskusta, joissa jokaisessa on useampia lähtöjä tuotantolinjojen moottorikeskuksille ja muille tuotantolaitoksen laitteistoille. PAA-pääkeskuksessa on lähdot kuivauskoneen pinkkauslinjan moottoripääkeskukseen, ylä- ja alakerran välisen pystykuljetimen sekä pakkauslinjaston moottorikeskuksiin. PTT-pääkeskuksessa on useampia lähtöjä tukinkäsittelylinjan moottoripääkeskuksiin sekä muita tukinkäsittelylinjaan liittyviä keskuksia. PW ja PVA-pääkeskuksista on lähdot ainoastaan sorvin pääkäytön, sorvin keskittäjän ja itse sorvin moottoripääkeskuksille. PZ-keskuksesta löytyy lähdot kuivauslinjan syöttö- ja purkupään moottorikeskuksille ja märkäviilu pinkkauslinjan moottorikeskukselle. Samasta keskuksesta on myös lähtö sivutuotelinjaston moottorikeskukselle ja muihin tuotantolaitoksen oleellisiin toimintoihin. PX- muuntajan pääkeskuksessa ei ole lähtöjä sen toimiessa varamuuntajana.

400 V katkaisijoita tuotantolaitoksessa on tällä hetkellä viisi, joista kaksi on uusia vuonna 2023 asennettuja vaunukatkaisijoita ja loput kiinteitä katkaisijoita. Uudet PAA-keskuksen vaunukatkaisijat ovat mitoitusvirroiltaan 4000 A ja 1250 A. PTT-keskuksen kiinteä katkaisija on mitoitusvirraltaan 800 A ja PVA-keskuksen kaksi kiinteää katkaisijaa ovat mitoitusvirroiltaan 800 ja 1600 A. Kaikki katkaisijat ja niiden suojarieleet ovat ABB:n valmistamia.

7.4 Toteutus

Käyttö- ja huolto-ohjelman toteutus alkoi palaverilla, jossa käytiin sähkölaitteiston käytönjohtajan ja kunnossapidosta vastaavan henkilön kanssa lävitse aiheen sopivuus ja millaisia kohteita huolto-ohjelmassa tulisi olla ja millaiselle pohjalle ohjelma haluttaisiin rakentaa. Huolto-ohjelmalle päätettiin valitsemaan toimivaksi havaittu malli Suolahden vaneritehtaiden käyttö- ja huolto-ohjelmasta. Ohjelma on sähköisessä muodossa oleva kansiorakenne organisaation verkkolevyllä, johon

kunnossapitohenkilöillä on pääsy. Tärkeimpinä tiedostoina ohjelmaan sisältyy Excel-tiedosto, johon on listattu huollettavat kohteet sekä samoin nimetyt työohjeet ja lisätiedot huoltotyöstä. Myös oleelliset sähkönjakelukaaviot ja laitteistolistaukset tullaan säilyttämään kyseisessä kansiorakenteessa. Laitteistolle tapahtuvien tarkastuksien ja huoltojen pöytäkirjat on tarkoitus tallentaa myös sähköisessä muodossa huolto-ohjelman kansioihin. Kuviossa 2 on nähtävissä yleisnäkymä huolto-ohjelman kansiorakenteesta.

01 Yleistä	·
02 Ennakkohuollot	·
04 Huoltosopimukset	·
05 Tarkastukset	·
06 Erillisohteet koko henkilöstölle	·
07 Erillisohteet sähköhenkilöstölle	·
08 Erillisohteet ulkopuolisille sähköasentajille	·
09 Tilat ja olosuhteet	·
10 Piirustukset,dokumentit ja kirjallisuus	·
11 Erilliset laite- ja tuotantolinjahankinnat	·
12 Sähkösuunnittelu	·
ATEX	·
Maadoitusten ehjyys ja -impedanssi	·
Sähkönjakelun kuvia	·
TAPAHTUMAT VUOSITTAIN, pöytäkirjat yms	·




















Kuvio 2. Yleisnäkymä huolto-ohjelman kansiorakenteesta

Itsenäisen työskentelyn ohjelman parissa aloitin käymällä läpi tehtaan jakelukaavion paikkansapitävyyden ja tarvittavat sähkölaitteiston osat ja huoltokohteet, joita oli tarkoitus sisällyttää huolto-ohjelmaan. Ohjelmaan sisällytettävät viilutehtaan huoltokohteet käytiin vielä lävitse kunnossapitohenkilökunnan kanssa ja näin pystyttiin varmistumaan, että tarvittavat kohteet tuli otettua huomioon. Kuviossa 3 on nähtävillä osa huoltokohteista, joita sisällytettiin huolto-ohjelmaan.

Työ-ohje No.	Tekijä	Huoltoväli	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
02.01	6kV Tyhjiökatkaisijat	Zennes	3 v.	x			x		
02.02	Relekoestukset	Zennes	3 v.	x			x		
02.03	Sähköverkon huolto	Metsä	1 v.		x	x	x	x	x
02.04	Maadoitusten ehjyysmittaus		6 v.			x			
02.05	Vara								
02.06	Muuntajaöljynäytteet	Zennes	5 v.						
02.07	Vara								
02.08	Vara								
02.09	Lämpökuvaus	Etab Oy	2 v.		x		x		x

Kuvio 3. Osa huoltokohdeluettelon listauksesta

Tarvittavien huoltokohteiden kartoittamisen jälkeen alkoi käyttöohjeistuksen määrittäminen. Tässä työvaiheessa suuressa osassa oli kokeneiden kunnossapitoasiantuntijoiden haastattelut ja heidän kokemusperäiset havaintonsa aikaisempien vuosien huoltotöistä. Esimerkiksi vuosittain suoritettava sähköverkon huolto käytiin lävitse vaihe vaiheelta huolloissa aikaisemmin mukana olleen kunnossapitoasiantuntijan kanssa. Osaan kunnossapitotehtäviin löytyi seikkaperäiset ohjeet vaihe vaiheelta, joilla huoltoja on toteutettu jo aiempina vuosina. Osaan huoltotehtäviin ja ohjeistuksiin rakentui yleispätevä selvitys, kuinka huolto tai muu työtehtävä tulee suorittaa. Kuviossa 4 on listattuna huoltokohteiden käyttöohjeistukset. Kaikkia huoltokohdeluettelon tehtävistä ei ole mahdollista toteuttaa oman kunnossapidon voimin vaan osaan käytetään ulkopuolista osaamista. Syitä tähän on esimerkiksi kunnossapito-osaston työtaakan keventäminen, erilaiset huoltosopimukset ja kustannukset. Ei ole esimerkiksi kannattavaa ostaa kaikkia laitteita ja mittareita, joita huoltojen toteuttamiseen tarvitaan, kun ne voidaan teettää ulkopuolisilla. Sähköturvallisuuslaki velvoittaa osan tarkastuksista tehtäväksi ulkopuolisen toimesta, tästä esimerkkinä sähkölaitteiston määräaikaistarkastukset. Lakisääteisiä määräaikaistarkastuksia voivat suorittaa vain valtuutetut laitokset ja valtuutetut tarkastajat. Tarkastustoiminnan tulee olla puolueetonta ja riippumatonta kaikkiin tarkastuksen osapuoliin nähden.

-  02.00 Huoltokohdeluettelo.xlsx
-  02.01 6kV Tyhjiökatkaisijat.doc
-  02.02 Relekoestukset.doc
-  02.03 Sähköverkon huolto.doc
-  02.04 Maadoitusten ehjyysmittaus.doc
-  02.06 Muuntajaöljyn näytteenotto-ohje.doc
-  02.09 Lämpökuvaus.doc
-  02.11-12 Tehdashälytykset.doc
-  02.13 Häätäpysäytyspiirit.doc
-  02.14 Logiikoiden ja vastaavien patterit uusiminen.doc
-  02.16 Vikavirtasuojakytkimien tarkastus.doc
-  02.17 400 V Linja- ja ohjauskeskukset.doc
-  02.18 Huollettavat moottorit.doc
-  02.19 Tasavirtamoottoreiden hiilihuolto.doc
-  02.22 Lämpösaatot ja sulanapitojärjestelmä.doc
-  02.23 Nosturien tarkastukset.doc
-  02.32 Pölyasemien maadoitusten ehjyysmittaus.doc
-  02.35 400V katkaisijahuollot.xlsx
-  02.36 Määräaikaistarkastukset, sähkölaitteistot.doc

Kuvio 4. Listaus huoltojen käyttöohjeistuksista

Huoltokohteiden ja tehtaalla aiemmin suoritettujen huoltojen selvittelyssä nousi esiin myös epäkohtia huoltojen suhteen. Esimerkkinä maadoitusten ehjyysmittauksista ei löytynyt tietoa viilutehtaan kunnossapidosta. Selviteltyäni asiaa Metsä Boardin sähköosaston kanssa ei heidänkään arkistoistansa löytynyt kuin vanhan paperitehtaan aikainen maadoitustenmittaus-dokumentti. Tämän havainnon esitin eteenpäin viilutehtaan ja kartonkitehtaan kunnossapidolle ja ehdotin mittauksen lisäämistä seuraavan kesäseisakin huoltolistalle. Myöskään kaikkia tehtyjä huoltoja ei oltu ajallaan merkitty huoltoluetteloon, joten se teki huoltojen ajoituksen seuraamisesta hankalaa.

Seuraavassa on esimerkkejä sähkölaitteiston huolto- ja työohjeistuksista, joita ohjelmaan sisällytettiin.

6 kV tyhjiökatkaisijat

Huolto toteutetaan kolmen vuoden välein. Huolto tilataan kevään aikana ulkopuolisilta toimijoilta ja tarkempi huoltoaika sovitaan huoltoseisakin ajankohdan ja sähköverkon huoltoajankohdan selvittyä. Joka toinen kerta tehdään laaja perushuolto mittauksineen ja osien vaihtoineen ja joka toinen kerta suoritetaan tarkastushuolto mittauksineen, ellei ilmene tarvetta laajemmalle huollolle. Sähköverkon huollosta vastaava henkilö erottaa huoltokohteen, varmistaa jännitteettömyyden ja sen virheellisen kytkeytymisen sekä teettää tarpeelliset työmaadoitukset. Huoltopöytäkirjat arkistoidaan niille kuuluviin kansioihin.

Relekoestukset

Huolto toteutetaan kolmen vuoden välein. Huolto tilataan kevään aikana ja tarkempi ajankohta sovitaan huoltoseisakin ajankohdan selvittyä. Huoltopäiväksi sovitaan sellainen päivä, jolloin lyhyistä sähkökatkoista on mahdollisimman vähän haittaa muille huoltotöille. Käytönjohtajan on hyvä olla mukana relekoestajan mukana testauspäivänä. Koestuksessa havaitut vialliset releet lähetetään huollettavaksi mahdollisimman pikaisesti. Huoltopöytäkirjat arkistoidaan niille kuuluviin kansioihin.

Lämpökuvaus

Lämpökuvaus suoritetaan kahden vuoden välein. Työ tilataan ulkopuoliselta lämpökuvauksia tarjoavalta firmalta ja ajankohdaksi sovitaan täyden tuotannon päivä, jolloin lämpenemät tulevat helpommin esiin. Periaatteena pidetään, että muuntamoiden pääkeskukset ja suurimmat moottori-keskukset kuvataan joka kuvauskerralla. 400–250 A keskuksia kuvataan tarpeen mukaan. Uudet keskukset olisivat tarpeellista kuvata 1–2 vuoden kuluttua käyttöönotosta. Kunnossapidon sähköasentaja kulkee kuvaajan mukana oppaana ja aukomassa sähkötilojen ovia. Kuvauksen jälkeen kuvaajalta on saatava kirjallinen raportti tuloksista. Kuvauksissa havaitut viat korjataan mahdollisimman nopeasti, viimeistään vuosiseisakissa.

Hätäpysäytyspiirit

Piirien testaukset voidaan toteuttaa esimerkiksi normaalien huoltopäivien yhteydessä. Pysäytysistä sovitaan etukäteen tuotannon työnjohtajien ja työntekijöiden kanssa. Tarkastuksessa selvitetään sähköpiirustuksista mitkä turvareleet, kontaktorit ja releet toimivat hätäpysäytintä painaessa. Otettava myös huomioon pysäyttääkö hätäseispiiri toimintoja viereisiltä tuotantolinjoilta. Käydään linjan hätäseispainimet lävitse ja varmistetaan että kaikkien liikkuvien laitteiden toiminta on estynyt. Seuraavilla hätäpysäyttimen testeille todetaan samojen turvareleiden, kontaktorien ja releiden toiminta. Viat ja puutteet kirjataan ylös ja ne pyritään korjaamaan tarkastuksen yhteydessä.

400 V linja- ja ohjauskeskushuollot

Keskushuolto voidaan toteuttaa normaalien linjahuoltojen yhteydessä huoltopäivinä. Moottorikeskuksissa tehtävät huollot pyritään tekemään pääkytkin avattuna. Huoltojen aikana on varmistettava, ettei vahinkokäynnistyksyet ole mahdollisia. Linjalla voi olla muita huolto- tai siivoustöitä kesken. Keskuksien huoltokohteita ovat muun muassa suodattimien puhdistus ja keskuksen ilmastoinnin toiminnan varmistaminen. Keskuksien puhdistaminen ylimääräisistä tavaroista ja linjakansioiden järjestäminen niille kuuluville paikoille. Aistinvarainen tarkistus esimerkiksi löysien liitosten ja rikkiäisten komponenttien havainnointi sekä havaittujen vikojen korjaaminen. Keskuksien ovien ja aukkojen tiiveyden tarkastaminen ja korjaaminen sekä mahdollisten kosketussuojauksien kunnossapito ja lisääminen.

8 Pohdinta

8.1 Lopputuloksen arviointi

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda toimeksiantajan tuotantolaitoksen sähkölaitteistolle käyttö- ja huolto- ohjelma. Tarkoituksena oli toteuttaa ohjelma, joka on lakien mukainen ja täyttää vaadittavat määräykset sekä parantaa laitteiston ennakoivaa kunnossapidettävyyttä, dokumenttien säilyttämistä ja huoltohistorian ylläpitämistä. Ohjelman avulla saadaan helpotettua kunnossapitotöiden ajoittamista ja suunnittelua sekä seurattua töiden kuormittavuutta kunnossapito-osastolle.

Käyttö- ja huolto-ohjelma käytiin lävitse tuotantolaitoksen kunnossapidosta vastaavien henkilöiden kanssa ja todettiin sen sopivan tarkoitukseensa. Samantapainen huolto-ohjelma on ollut käytössä toimeksiantajan Suolahden vaneritehtaalla ja uusi ohjelma tulee ajansaotossa muokkaantumaan ja täydentymään huoltojen suorittamisen ja laitteistouudistuksien vaikutuksesta. Ohjelman rakenne on tarkoituksella luotu sellaiseksi, että sitä on helppo päivittää ja muokata tarpeen mukaan ja tämä antaa mahdollisuuksia kehittää ohjeistuksia yksityiskohtaisemmiksi ja tarkemmiksi. Käyttö- ja huolto-ohjelman toimivuutta voidaan arvioida vasta jonkin ajan päästä, kun on tarpeeksi informaatiota saatu kerättyä tehdyistä huolloista.

Ohjelman laatiminen oli mielenkiintoista ja haastavaa. Työ tuntuikin hyvin laajalta kaikkine huolto-kohteineen ja tarkastuksineen. Omakohtaista kokemusta sähkölaitteistojen huolloista oli vähänlaisesti, joten työssä tuli tutkittua paljon erilaisia kunnossapito- ja huoltotoimintoja, joihin ei ollut aiemmin törmännyt. Myös lainsäädäntöön ja standardeihin sekä niiden toteutumiseen käytännössä perehdyttiin työn puitteissa. Työssä täytyi ymmärtää sähkönjakelun toiminta ja laitteiston eri komponenttien toimintaa sekä selvittää niiden huollon tarve sekä huoltotoimenpiteet. Huoltoajankohtia ei ollut tarvetta sen tarkemmin miettiä, koska kyseisessä tuotantolaitoksessa huollot ajoittuvat yleensä tehtaan tuotantoseisakkien ajankohdille. Pääasiana on, että huollot suoritetaan säännöllisesti niille määrättyjen huoltovälien mukaan

Suurin osa työhön käytetystä ajasta kului viilutehtaan sähkölaitteiston tutkimiseen ja eri komponenttien huoltojen selvittämisessä. Osaan huoltoihin ja ohjeistuksiin liittyviä tietoja piti selvittää tehtaan oman kunnossapidon ulkopuolelta. Aikaisemmin mainittua maadoitusten ehjyysmittausta piti selvittää myös Metsä Boardin kunnossapidosta vastaavien henkilöiden kanssa. Tämä luonnollisesti oli hieman hitaampaa kuin oman työyhteisön sisällä tapahtuva selvittely. Ison osan ajasta vei myös lakitekstien ja määräyksien läpikäyminen ja niiden sanailu helposti ymmärrettäväksi tekstiksi opinnäytetyön tietoperustaan.

Mikäli aloittaisin samanlaisen työn jatkossa, sujuisi se todennäköisesti paremmin ja asioiden selvittely menisi jouheammin. Vastaisuudessa osaisi kiinnittää huomiota sellaisiin asioihin, joita ei nyt osannut odottaa työn edetessä. Työn loppuvaiheessa löytyi myös erilainen huolto-ohjelman pohjaratkaisu, jollaista olisi mahdollista käyttää jatkossa vastaavanlaisessa projektissa. Kokonaisuutena

olen tyytyväinen opinnäytetyöprosessiin ja koen oppineeni paljon uusia asioita ja koen niistä olevan hyötyä jatkossakin. Koen työpanokseni edistäneen tehtaan kunnossapitotoimintoja ja sitä kautta saadaan kehitettyä ennakkohuoltoja ja huoltotapoja paremmaksi.

8.2 Jatkotoimenpiteet ja kehitysehdotukset

Käyttö- ja huolto-ohjelman kansioistoihin voidaan jatkossa tallentaa eri tarkastuksien pöytäkirjoja ja muita yleisesti huoltoihin liittyviä tietoja ja materiaaleja. Äänekosken viilutehtaalla oli hyvin vähän tallennettu toimenpiteiden pöytäkirjoja verkkolevylle ja näkisin että siellä ne nykyaikana säilyisivät parhaiten tallessa ja ovat helppoiten saatavilla. Yksi esille nousseista kehitysehdotuksista on nimeäminen ja tunnusten merkitsemisen parantaminen, varsinkin sähkölähdöt PTT-muuntajan jälkeen ovat puutteelliset ja epäselkoiset. Tähän ongelmaan on tarkoitus tehdä muutos tulevaisuudessa keskuksien ja katkaisijoiden uusimisen yhteydessä. Myös erilaisten hälytysten kokoaminen yhteen paikkaan nousi keskusteluissa esille ja niiden testaaminen tulisi jatkossa sisällyttää vuosittaisiin huoltotoimenpiteisiin. Tämä antaisi kunnossapidolle paremmat mahdollisuudet ennakoidaan kunnossapitoon ja helpottaisi mahdollisten hälytysten syntyminen selvittelyssä. Tärkeimpänä kehityskohteena ja jatkotoimenpiteenä on kuitenkin sisällyttää huolto-ohjelman sisältö uuteen ERP toiminnanohjausjärjestelmään, joka otettiin käyttöön vuoden 2025 alusta. Tämän avulla saadaan tietyn määräajoin tehtävät työt ajoitettua oikea aikaisesti nousemaan kunnossapidon työlistoille ja tällä tavoin voidaan alkaa varautumaan niissä tapahtumiin toimenpiteisiin hyvissä ajoin. Yhteistyötä Metsä Boardin kanssa olisi hyvä edistää kunnossapitoa silmällä pitäen. Esimerkkinä aiemmin mainittu maadoitusten ehjyysmittaus voitaisiin suorittaa tehtaiden osalta yhteistyössä molempien toimiessa samassa kiinteistössä. Vaikka yhteistyötä on tälläkin hetkellä niin sen syventäminen voisi kehittää kunnossapitotoimintaan paljon tulevaisuudessa.

Lähteet

Biokemikaalimme. N.d. Innovaatioita ja vastuullisuutta puupohjaisilla biokemikaaleilla. Viitattu 29.9.2024. <https://www.metsagroup.com/fi/metsafibre/tuotteet-ja-palvelut/biokemikaalit/> .

Historia. N.d. Historia esittely Metsä Groupin sivustolla. Viitattu 28.9.2024. <https://www.metsagroup.com/fi/tietoa-metsa-groupista/tietoa-meista/historia/> .

Järviö, J & Lehtiö, T.2017. Kunnossapito. Tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 6.p. Helsinki: Pro-maint Ry.

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Käytön johtajan tehtävät. 2020. Ohjeistus turvallisuus ja kemikaaliviraston sivuilla. https://tukes.fi/documents/5470659/6372805/KJ_teht%C3%A4v%C3%A4t.pdf/2bb196a7-c184-0261-2558-985a5e4d5d64/KJ_teht%C3%A4v%C3%A4t.pdf?t=1612792070483.

L 1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. Viitattu 4.10.2024. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135#Pidm46111191279040>.

Metsä Board lyhyesti. N.d. Euroopan johtava korkealaatuisten ensikuitukartonkien valmistaja. Viitattu 29.9.2024. <https://www.metsagroup.com/fi/metsaboard/metsa-board/tietoa-meista/metsa-board-lyhyesti/> .

Metsä Fibre. N.d. Me olemme Metsä Fibre. Viitattu 29.9.2024. <https://www.metsagroup.com/fi/metsafibre/metsafibre/> .

Metsä Tissue. N.d. Metsä Tissue yhtiönä. Viitattu 29.9.2024. <https://www.metsagroup.com/fi/metsatissue/metsatissue/> .

Metsä Wood. N.d. Me olemme Metsä Wood. Viitattu 29.9.2024. <https://www.metsagroup.com/fi/metsawood/metsa-wood/tietoa-meista/metsa-wood-lyhyesti/> .

Puunhankinta. N.d. Me olemme Metsä Groupin puunhankinta. Viitattu 29.9.2024. <https://www.metsagroup.com/fi/puunhankinta/> .

Rousku, H & Mäkinen, P. A. 2018. SFS 6002 Käytännössä. 33.p. Espoo. Sähköinfo Oy

Sellu. N.d. Vastuullisesti pohjoisesta puusta tuotettua laatusellua. Viitattu 29.9.2024. <https://www.metsagroup.com/fi/metsafibre/metsafibre/> .

Sähkölaitteiston haltija ja käytön johtaja. N.d. Julkaisu turvallisuus- ja kemikaaliviraston sivuilla. Viitattu 18.10.2024. <https://tukes.fi/sahko/sahkolaitteistot/sahkolaitteiston-haltija-ja-kaytonjohtaja> .

Sähkölaitteiston lakisääteiset määräaikaistarkastukset. N.d. Julkaisu turvallisuus- ja kemikaaliviraston sivuilla. Viitattu 5.10.2024 <https://tukes.fi/sahko/sahkolaitteistot/maaraaikaistarkastukset> .

Sähkölaitteistot ja tarkastukset. 2017. Tukes-ohjeistus. Viitattu 11.10.2024. <https://tukes.fi/documents/5470659/6372867/Tukes-ohje+-+S%C3%A4hk%C3%B6laitteistot+ja+tarkastukset/a7ba0010-6bd4-4d97-a737-978db5d53dea/Tukes-ohje+-+S%C3%A4hk%C3%B6laitteistot+ja+tarkastukset.pdf?t=1524462944000> .

L 1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. Viitattu 4.10.2024. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135#Pidm46111191279040>.

Sähkötyöturvallisuus. 2021. Artikkeliki Kiwa Inspecta koulutusmaailman sivuilla. Julkaistu 7.6.2021. Viitattu 15.10.2024. <https://koulutusmaailma.fi/fi/news/sahkotyoturvallisuuden-lainsaadanto-ja-vastuut> .

Sähkötöiden johtajan tehtävät. N.d. Julkaisu Turvallisuus ja kemikaaliviraston sivuilla. Viitattu 20.10.2024. <https://tukes.fi/sahko/sahkotoiden-johtaja> .

Toikko, T & Rantanen, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Tampere: Tampereen yliopistopaino. Viitattu 10.11.2024. https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/100802/Toikko_Rantanen_Tutkimuksellinen_kehittamistoiminta.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Työturvallisuuskortti. N.d. Julkaisu Työturvallisuuskeskuksen sivustolla. Viitattu 29.10.2024. <https://tyoturvallisuuskortti.fi/kortti/>.

Yritysrakenne. N.d. Yritysrakenteen esittely Metsä Groupin sivustolla. Viitattu 29.9.2024. <https://www.metsagroup.com/fi/tietoa-metsa-groupista/tietoa-meista/yritysrakenne/>.

Äänekosken viilutehdas. N.d. Äänekosken viilutehdas. Viitattu 29.9.2024. <https://www.metsagroup.com/fi/metsawood/metsa-wood/tuotantoyksikot/aanekosken-viilutehdas/>