



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

NIKO KORKEAMÄKI

Sähkölaitteiston huolto- ja kunnos- sapitosuunnitelma

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
TUTKINTO-OHJELMA
2021

Tekijä Korkeamäki, Niko	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	23.8.2021
	Sivumäärä 43	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapitosuunnitelma		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikka		
<p>Tässä opinnäytetyössä laadittiin Leo Laine Oy:lle sähköturvallisuuslain vaatima sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapitosuunnitelma. Työn toimeksiantajana toimi Vertek Sähköpalvelu Oy. Vertek Sähköpalvelu Oy tarjoaa käytönjohtaja palveluita Leo Laine Oy:lle, ja huolehtii täten sähkölaitteiston toiminnasta ja vaatimustenmukaisuudesta.</p> <p>Työntavoitteena oli laatia mahdollisimman selkeä kuvaus sähkölaitteiston kunnossapidosta ja niiden strategioista. Tavoitteena oli laatia Leo Laine Oy:lle huolto- ja kunnossapitosuunnitelma, jossa on huomioitu laitteiston ikä ja tuotannon asettamat vaatimukset laitteiston toiminnasta.</p> <p>Työn toteutuksen perustana toimi huolellinen perehtyminen tuotanto- ja sähkölaitteistojen kunnossapitoon, jonka jälkeen perehdyttiin kyseisen kohteen tuomiin vaatimuksiin. Työn tuloksena saatiin laadittua kyseiselle kohteelle räätälöity huolto- ja kunnossapito-ohjelma, jota seuraamalla voidaan varmistua laitteiston turvallisuudesta sekä toimintavarmuudesta.</p>		
Asiasanat Suunnitelma, sähkölaitteisto, kunnossapito		

Author Korkeamäki, Niko	Type of Publication ThesisAMK	23.8.2021
	Number of pages 43	Language of publication: Finnish
Title of publication Maintenance plan for electrical equipment		
Degree program Degree program in automation and electrical engineer		
<p>In this thesis was created maintenance plan for Leo Laine Oy`s electrical equipment. Electrical safety law requires that every class 2 and 3 electrical equipment must have maintenance plan. Ordering party of the thesis was Vertek Sähköpalvelu Oy which has maintenance and supervision contract for Leo Laine Oy`s electrical equipment.</p> <p>Main goal of the maintenance plan was to create clear description of maintaining electrical components and found out different kind of strategies of the industrial maintenance. In the big part of the thesis was to find out requirements of the electrical safety law.</p> <p>As result of the thesis was created customized maintenance plan for Leo Laine Oy which fulfills their needs taking into account the age of electrical equipment and importance of the production stability.</p>		
<u>Key words</u> Electrical equipment, maintenance		

ALKUSANAT

Pidin alusta alkaen tärkeänä mahdollisuutta tehdä opinnäytetyö suoraan yritykselle. Tämä opinnäytetyö mahdollisti tutustumisen kahteen raumalaiseen yritykseen. Haluan osoittaa kiitokset Vertek Sähköpalvelu Oy:lle sekä Leo Laine Oy:lle, jotka mahdollistivat tämän opinnäytetyön toteutuksen.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	9
2 YRITYKSET TYÖNTAUSTALLA.....	10
2.1 Vertek Oy ja Vertek Sähköpalvelu Oy.....	10
2.1.1 Vertek Oy historiaa.....	10
2.1.2 Vertek Oy nykyään	11
2.2 Leo Laine Oy.....	11
2.2.1 Yrityksen historia.....	11
2.2.2 Yritys nykyään.....	12
3 KUNNOSSAPITO	13
3.1 Kunnossapidon osa-alueet.....	13
3.1.1 Ehkäisevä kunnossapito.....	14
3.1.2 Korjaava kunnossapito.....	15
3.1.3 Parantava kunnossapito	15
3.2 Kunnossapito strategiat	16
3.2.1 RCM, SRCM ja RTF	17
3.2.2 TPM	18
4 LAIT JA STANDARDIT.....	19
4.1 Sähkötöiden organisaatio	19
4.1.1 Sähkötöiden johtaja	19
4.1.2 Käytönjohtaja.....	20
4.1.3 Sähköasentaja	20
4.1.4 Opastettu henkilö	20
4.2 Sähkötöiden luokittelu	21
4.2.1 Jännitteetön työskentely.....	21
4.2.2 Jännitetyö	22
4.2.3 Lähityö.....	23
4.3 Sähkölaitteistoluokitus	25
4.3.1 Luokan 1 sähkölaitteisto	25
4.3.2 Luokan 2 sähkölaitteisto	25
4.3.3 Luokan 3 sähkölaitteisto	25
4.4 Sähkölaitteistojen tarkastukset	25
4.4.1 Käyttöönottotarkastus	26
4.4.2 Varmennustarkastus.....	26
4.4.3 Määräaikaistarkastus.....	26
4.4.4 Kunnossapitotarkastus	27

5 ERIKOISTILAT JA NIIDEN KUNNOSSAPITO	28
5.1 ATEX-tilat.....	28
5.1.1 ATEX-tilojen luokitus	28
5.1.2 ATEX-tilojen kunnossapito	29
5.2 Palovaaralliset tilat	29
5.3 Lääkintätilat.....	30
5.3.1 Kunnossapito ja tarkastukset	30
6 HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA LEO LAINE OY:LLE.....	32
6.1 Kohdekiinteistö	32
6.2 Sähkölaitteisto	33
6.2.1 Johtotiet.....	33
6.2.2 Paloläpiviennit	34
6.2.3 Muuntajatilat.....	34
6.2.4 Keskijännitekojeisto	35
6.2.5 Muuntajat.....	36
6.2.6 Pääkeskukset.....	37
6.2.7 Ryhmä- ja jakokeskukset.....	38
6.2.8 Loistehon kompensointijärjestelmä	39
6.2.9 Sähkönliitännäjäjärjestelmät.....	40
6.2.10 Valaistusjärjestelmät.....	41
6.2.11 Huomiota kunnossapidosta	41
7 YHTEENVETO	43
LÄHTEET	
LIITTEET	

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

TERMI	SELITYS
A, AMPEERI	Virran yksikkö
ATEX	Atmosphères explosibles, räjähdysvaarallinen
INVESTOINTI	Rahan käyttäminen tuotannon kasvattamiseen
IT	Isolated Terra, maasta erotettu
JÄNNITETYÖ	Työkohde pidetään jännitteisenä työskentelyn ajan
JÄNNITTEETÖN TYÖ	Työkohteessa varmistetaan laitteiston jännitteettömyys työskentelyn ajaksi
k, KILO	Tuhat kerroin
LÄHITYÖ	Lähityössä työskennellään jännitteisten osien läheisyydessä, mutta estetään niihin koskeminen joko etäisyydellä tai kosketussuojilla
PIENJÄNNITE	1000V ja pienemmät vaihtojännitteet tai 1500V ja pienemmät tasajännitteet
PIENOISJÄNNITE	Tasajännitteenä enintään 120V tai vaihtojännitteenä enintään 50V
RCM	Reliability Centered Maintenance
RTF	Run To Failure
SRCM	Streamlined Reliability Centered Maintenance
STANDARDI	Määritelmä, kuinka jokin työ tulisi suorittaa
SUURJÄNNITE	Yli 1000V vaihtojännite tai yli 1500V tasajännite
SÄHKÖPÄTEVYYS 1	Pätevyys kaikkiin sähkötoihin
SÄHKÖPÄTEVYYS 2	Enintään 1000V tehtävät sähkötyöt

SÄHKÖPÄTEVYYS 3	Pätevyys korjata sähkölaitteita
TPM	Total Productive Maintenance
TUKES	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
V	Voltti, jännitteen yksikkö
VA	Voltiampeeri, näennäistehon yksikkö
VAr	Voltiampeeri reaktiivinen, loistehon yksikkö

1 JOHDANTO

Teollisuudessa sähkölaitteiston turvallisuudella ja luotettavuudella on iso merkitys tuotannon jatkuvuuteen ja häiriöttömään käyttöön. Tuotannon keskeytyminen huoltamattoman sähkölaitteiston vikaantumisen takia on kallista, joten on tarkoituksenmukaista pyrkiä pitämään sähkölaitteisto kunnossa ja huollettuna ennalta tehtävillä huoltotoimenpiteillä ja tarkastuksilla. Tuotannon keskeytymisen kustannusten lisäksi huoltamaton sähkölaitteisto aiheuttaa paloturvallisuuden heikkenemistä ja muun henkeä uhkaavan sähköonnettomuuden riskin.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda Leo Laine Oy:n teollisuuskiinteistöön huolto- ja kunnossapitosuunnitelma, joka täyttää sähköturvallisuuslain antamat vaatimukset. Sähköturvallisuuslain mukaan 2 ja 3 luokkien sähkölaitteistoille on laadittava ylläpitävä kunnossapito-ohjelma.

Opinnäytetyö tehdään Vertek Sähköpalvelu Oy:n toimeksiannosta Leo Laine Oy:n kiinteistöön. Vertek Sähköpalvelu Oy tarjoaa käytön johtaja palveluita Leo Laine Oy:lle. Kiinteistölle ei ollut ajantasaista huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaa, jota sähköturvallisuuslaki edellyttää.

Opinnäytetyössä perehdytään kunnossapitoa koskeviin sähköturvallisuuslain ja standardien edellyttämiin vaatimuksiin. Varsinaisessa huolto- ja kunnossapitosuunnitelmassa on tarkoituksena perehtyä lisäksi kohteen sähkölaitteiden valmistajien huolto- ja kunnossapitoa koskeviin vaatimuksiin.

2 YRITYKSET TYÖNTAUSTALLA

2.1 Vertek Oy ja Vertek Sähköpalvelu Oy

Työn toimeksiantajana toimi Vertek sähköpalvelu Oy. Vertek sähköpalvelu Oy on Vertek Oy:n tytäryhtiö. Yritykset ovat käytännössä yhtä ja samaa yritystä. Yritykset ovat sähkö- ja tietoliikennealan palveluita tuottavia yrityksiä (Vertek Oy [www-sivut 2021](#)).

2.1.1 Vertek Oy historiaa

Vertek Oy on perustettu Uudessakaupungissa vuonna 1996. Yritys on Vakka-Suomen Voiman ja Rauman Energian omistuksessa, joten yritys on osa isompaa konsernia. Vertek Oy:n historia on monisyinen, ja siihen on vaikuttanut useat yritykset läpi Lounais-Suomen historian (Vakka-Suomen Voiman [www-sivut 2021](#).)

Vakka-Suomen Voima on perustettu vuonna 1993, jolloin Uudenkaupungin energialaitos ja Laitilan sähkö fuusioituivat. Näiden kahden yrityksen juuret ulottuvat jopa vuoteen 1909 asti, joten voidaan sanoa, että konsernin juuret ovat syvällä Lounais-Suomen historiassa (Vakka-Suomen Voiman [www-sivut 2021](#).)

Rauman Energian perinteet ovat pitkällä Rauman historiassa. Rauman sähkölaitos perustettiin 1800-luvun lopun ja 1900-luvun alun välisenä aikana (Nurmi-Nielsen & Nurmi 2000, 13-15). Rauman sähkölaitoksesta yritys vaihtoi nimensä vuonna 1981 Rauman kaupungin energialaitokseksi. Muutoksen syynä oli energian hinnan kasvu, jolloin nimi muutettiin kaukolämmöllekin sopivaksi. Rauman Energia on perustettu vuonna 1997, kun Energialaitos muuttui Rauman Energiaksi (Nurmi-Nielsen & Nurmi 2000, 41-42.)

2.1.2 Vertek Oy nykyään

Vertek Oy:n ja Vertek Sähköpalvelu Oy:n toimitusjohtajana toimii Simo Rosendahl. Yrityksen liikevaihto oli 2019 päättyneellä tilikaudella 19,5 miljoonaa euroa (Vertek Oy 2021). Yritys vastaa noin 25 000 asiakkaan sähkönsiirrosta, ja lähes 4000 kilometristä sähköverkkoa Lounais-Suomen alueella (Vakka-Suomen Voiman www-sivut 2021.)

Vertek Oy tuottaa monipuolisesti tietoliikenne- ja sähköpalveluja teollisuuteen, kunnille ja kotitalouksille. Kunnille yritys tarjoaa aluevalaistuksen sekä tietoliikenne- ja jakeluverkon suunnittelua, kunnossapitoa ja rakentamista. Teollisuuteen yritys tuottaa käytönjohtaja palveluita ja sähkölaitteiden kunnossapitopalveluita, valaistusjärjestelmiä, projektitoimituksia ja sähkölämmityksien toteutuksia. Kotitalouksille ja taloyhtiöille on tarjolla palveluita sähköautojen latauspaikkojen ja aurinkojärjestelmien asennuksesta niiden kunnossapitoon, käytönjohtajuuteen ja kiinteistösähköistyksiin (Vertek Oy:n www-sivut 2021.)

2.2 Leo Laine Oy

Leo Laine Oy on raumalainen perheyritys. Leo Laine Oy on osakeyhtiö, jonka päätoimiala on muovin valmistus (Leo Laine Oy www-sivut 2021.)

2.2.1 Yrityksen historia

Leo Laine Oy tunnetaan myös nimellä Lokari. Leo Laine Oy on perustettu Raumalla vuonna 1967. Yritys perustettiin valmistamaan auton lokasuojia, jonka Leo Laine oli patentoinut vuonna 1963 nimellä lokari. Yritys valmisti ensimmäiset lokasuojat alumiinista 1970-luvulle asti. Isojen autotehtaiden kiinnostuttua ideasta, alettiin lokasuojia valmistaa muovista. Yritys on saanut muun muassa valtakunnallisen yrittäjä palkinnon vuonna 1982. Leo Laine Oy on perinteikäs perheyritys, ja yrityksessä onkin tehty jo kolme sukupolven vaihdosta (Leo Laine Oy www-sivut 2021.)

2.2.2 Yritys nykyään

Yritys valmistaa nykyään muovista muun muassa lokasuojia, komposteja ja polkuveineitä. Muovin muovaaminen perustuu muovilevyn muodon muuttamiseen muotin mukaan, kun se on lämmitetty taipuisaksi (Leo Laine Oy www-sivut, 2021.)

Leo Laine Oy:n liikevaihto oli vuonna 2019 päättyneellä tilikaudella 5,1 miljoonaa euroa, ja voittoa se teki 1,3 miljoonaa euroa. Yritys työllisti vuonna 2019 39 työntekijää. Yrityksen nykyisenä toimitusjohtajana toimii Outi Laine (Leo Laine Oy 2021.)

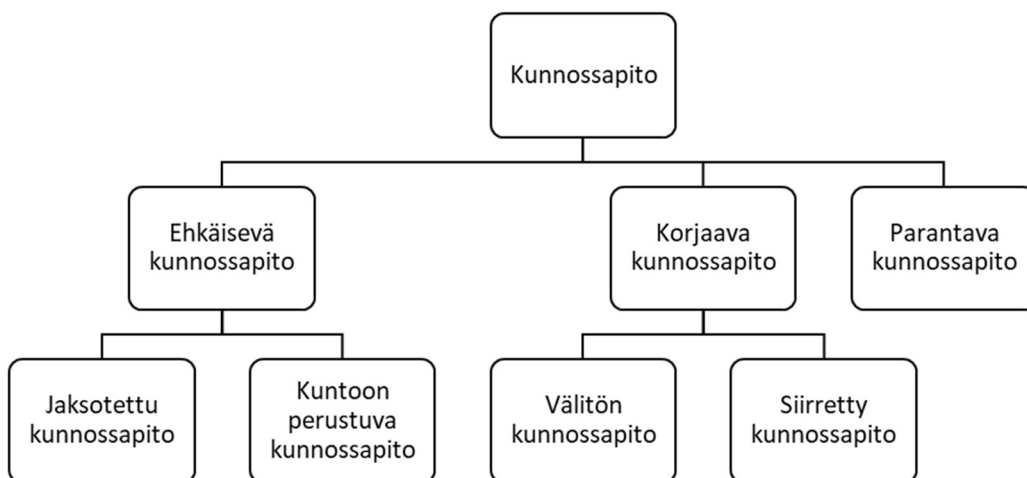
3 KUNNOSSAPITO

Tuotannossa käytettävä laitteisto muuttuu koko ajan, joten kunnossapitoa tarvitaan pitämään laitteisto sovitussa kunnossa (Järviö & Lehtiö 2012, 17). Kunnossapidoksi määritellään kaikki sellaiset tekniset, liikkeenjohdolliset ja hallinnolliset toimet, jossa ylläpidetään tai palautetaan laitteiston toimintakyky, jotta haluttu toiminto voidaan suorittaa (SFS-EN 13306:2017, 17).

3.1 Kunnossapidon osa-alueet

Kunnossapito jaetaan kolmeen osa-alueeseen parantavaan, ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon. Nämä osa-alueet voidaan jakaa kuvion 1 osoittamalla tavalla edelleen omiin alaluokkiin, muun muassa kiireellisyyden mukaan. Näillä kunnossapidon osa-alueilla pyritään varmistumaan siltä, että sähkölaitteisto on aina vaaditussa kunnossa sen elinkaaren aikana (Laine 2021.)

Kuvio 1. Kunnossapidon alaluokat (SFS-EN 13306:2017, 22).



3.1.1 Ehkäisevä kunnossapito

Sähkölaitteistojen kunnossapito on kehittynyt kohti ehkäisevää kunnossapitoa. Aina 1960-luvulle asti strategiana oli korjaava kunnossapito, jolloin vasta sähkölaitteiston vioittuessa sitä huollettiin. Ehkäisevän kunnossapidon yleistyessä tavoitteena on ollut, että 80 % kolmen viikon päästä tapahtuvasta työkuormasta olisi tiedossa. Ehkäisevällä kunnossapidolla on voitu ehkäistä yllättäviä laitteiden vioittumisia, ja näin ollen välttyä suunnittelemattomilta tuotantoseisokeilta (Laine 2021.)

Vaikka ehkäisevällä kunnossapidolla pystytään pienentämään äkillisten tuotantokatkosten kuluja, niin siihen liittyy silti ylimääräisiä kustannustekijöitä. Liiallinen ennakkoiva komponenttien vaihto ja luotettavuuteen pyrkiminen nostavat huoltokustannuksia (Laine 2021.)

Ehkäisevä kunnossapito voidaan jakaa edelleen kahteen osaan. Kuntoon perustuvassa kunnossapidossa arvioidaan huollon tarve kyseisen laitteiston kunnon perusteella. Tällöin voidaan varmistua, että komponentit ovat kuluneet loppuun tai lähellä loppua eikä niinkään turhia kustannuksia synny (SFS-EN 13306:2017, 14.)

Jaksotettu kunnossapito on ehkäisevän kunnossapidon laji, jossa kunnossapitoa tehdään määrätyn aika tai työjaksojen välein ilman tarkempaa kunnan tutkimusta. Tässä kunnossapitotyylissä turhia huoltokustannuksia tulee enemmän kuin kuntoon perustavassa, koska huollot perustuvat kuluneeseen aikaan eikä niinkään komponenttien kuntoon (SFS-EN 13306:2017, 14.)

3.1.2 Korjaava kunnossapito

Korjaavassa kunnossapidossa kunnossapitotyö suoritetaan vasta, kun laitteessa on ilmennyt vikaantumisen. Tavoitteena on palauttaa vikaantunut laitteisto takaisin tilaan, jossa se suoriutuu taas tehtävästään. Korjaava kunnossapito voidaan ehkäisevän kunnossapidon tapaan jakaa kahteen eri alueeseen (SFS-EN 13306:2017, 14.)

Siirretyssä kunnossapidossa vian korjaus siirretään tulevaisuuteen, esimerkiksi seuraavaan vuosiin. Yleensä tätä tapaa voidaan hyödyntää, kun vika ei uhkaa terveyttä tai laitteistojen suorituskykyä. Tällöin voidaan välttyä ylimääräisiltä tuotantoseisokeilta, kun työtä ei tarvitse suorittaa heti, vaan voidaan odottaa sopivampaa hetkeä (SFS-EN 13306:2017, 15.)

Välitön kunnossapito on korjaavan kunnossapidon muoto, jossa vika korjataan heti sen ilmetyä. Yleensä tällaisia korjauksia tehdään silloin, kun työtä ei voida siirtää ilman haitallisia seurauksia. Välittömässä kunnossapidossa saattaa tulla ylimääräisiä keskeytyksiä tuotannossa, joten sen suorittamista tulee harkita tarkoin (SFS-EN 13306:2017, 15.)

3.1.3 Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon ideana on laitteiston luotettavuuden ja kunnossapidettävyyden parantaminen. Parantavaa kunnossapitoa tehdessä laitteiston alkuperäinen toiminto pitää säilyä. Parantava kunnossapito käsittää kolme pääryhmää (Järviö & Lehtiö 2012, 51-52.)

Ensimmäisessä ryhmässä laitteiston komponentteja vaihdetaan uudempiin, mutta suorituskykyä ei muuteta. Hyötynä on esimerkiksi energiakulutuksen pieneminen, kun vanhat energiaa kuluttavat komponentit korvataan uusilla energiatehokkaammilla komponenteilla (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

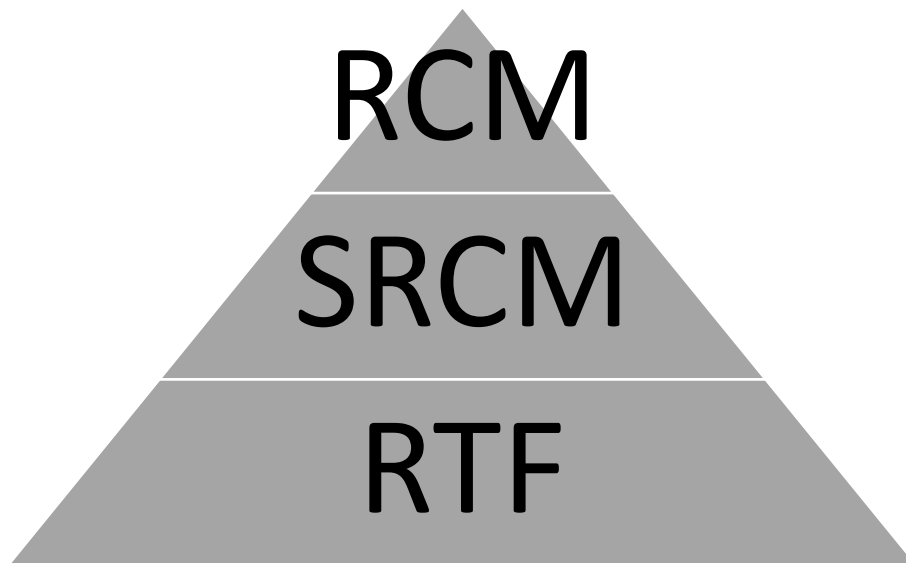
Toisessa ryhmässä pyritään tekemään laitteistosta luotettavampi uudelleensuunnittele- malla ja korjaamalla laitteistoa. Tarkoituksena ei ole muuttaa suorituskykyä (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

Kolmannessa ryhmässä parannuksista puhutaan modernisaationa. Modernisaatiossa on tarkoituksena muuttaa laitteiston suorituskykyä. Tällöin parannukset voidaan luo- kitella myös investoinneiksi eikä niinkään kunnossapidoksi. Modernisaatio on järkevä toteuttaa silloin, kun laitteistolla on vielä käyttöikä jäljellä, mutta laitteisto ei ole enää kilpailukykyisessä kunnossa. Tällöin tulee halvemmaksi modernisoida vanha laitteisto kuin ostaa kokonaan uusi (Järviö & Lehtiö 2012, 52.)

3.2 Kunnossapito strategiat

Kunnossapidon toimintamallit voidaan jakaa kolmeen lähestymistapaan. Nämä ovat laatujohtannaiset, kuten Six Sigma, koneesta huolehtimisen motivointi TPM ja tehok- kaiden kunnossapito toimintamalleihin pyrkivät RCM ja SRCM. Kuviossa 2 on ha- vainnollistettu valinnan jakautuminen (Järviö & Lehtiö 2012, 112.)

Kuvio 2. Kunnossapitolajin valinnan jakautuminen (Järviö & Lehtiö 2012, 112).



3.2.1 RCM, SRCM ja RTF

RCM pohjautuu puhtaasti laitteen luotettavuuden kasvattamiseen. Se on kallis kunnossapitostrategia, joten sitä on kannattavaa käyttää vain noin kymmenessä prosentissa teollisuuden laitteistoista. Strategian kustannukset perustuvat siihen, että luotettavuuden kannalta on perusteltua tehdä ennenaikaisia huoltotoimenpiteitä, jotka saattavat olla myös turhia. RCM kunnossapito sopii laitteistoille, joilta vaaditaan erityistä luotettavuutta. RCM strategiaa on perusteltua käyttää ainoana strategiana esimerkiksi ydinvoimaloissa ja lentokoneissa (Järviö & Lehtiö 2012, 112.)

Suosituimpi versio on kevennetty RCM strategia eli SRMC strategia, jota on kannattavaa käyttää jo noin 30 prosentissa teollisuuden laitteistoista. Kevennettynä versiona RCM strategiasta sen kustannukset putoavat, mutta idea pohjautuu edelleen luotettavuus perustaan (Järviö & Lehtiö 2012, 112.)

RTF on näistä käytetyin, sitä käytetään 60 prosentissa laitteistoissa. Se perustuu laitteiston käyttöön vikaantumiseen asti. Laitteistolle ei tehdä ehkäisevää kunnossapitoa, joten se on käytön aikana halvin strategia. Esimerkiksi valaistuksessa voidaan käyttää

tätä strategiaa, jolloin valaisin huolletaan tai korjataan vasta rikkoutuessaan (Järviö & Lehtiö 2012, 284.)

3.2.2 TPM

TPM tyylinen kunnossapitostrategia pohjautuu tehokkaaseen laitteiston huoltoon ja käyttöön. Sen tarkoituksena on pitää laitteisto parhaassa mahdollisessa kunnossa, jotta tuotanto saadaan maksimoitua. Sen pyrkimyksenä on olla taloudellisesti tehokas vähentämällä laatuongelmia ja poistamalla vaikeasti mitattavia häviöitä, kuten pienet katkot tuotannossa ja rajoitetut tuotantonopeudet (Järviö & Lehtiö 2012, 144-146.)

TPM pyrkii yhdistämään käytön ja kunnossapidon työntekijät yhdenvertaisiksi ja kannustaa heitä työskentelemään yhdessä. TPM pitää sisällään tiedonkeruun, ongelmien ratkaisun, analysoinnin ja prosessin ohjauksen menetelmiä. Näiden tavoitteena on parantaa laitteen tehokkuutta. TPM menetelmään siirtymisessä on kolme vaihetta kuntovaihe, mittausvaihe ja kehitysvaihe (Järviö & Lehtiö 2012, 146-148.)

Kuntovaiheessa arvioidaan ensin laitteiston kriittisyys, jolloin eniten pisteitä saanut tai eniten vikahistoriaa omaava laitteisto tarkastellaan ensimmäisenä. Tämän jälkeen arvioidaan laitteen kunto ja päätetään, onko laitteistoa tarvetta kunnostaa. Mikäli laitteisto on kunnostuksen tarpeessa, päätetään, että tehdäänkö se heti vai myöhemmin. Kunnostukseen päätyneille laitteistoille tehdään aikataulutusta ja varataan resurssit (Järviö & Lehtiö 2012, 146-148.)

4 LAIT JA STANDARDIT

Sähkötöissä noudatetaan sähköturvallisuuslakia, jonka on tarkoitus varmistaa sähkölaitteiston parissa työskentelevän turvallisuus, sähkölaitteiston vaatimuksenmukaisuus ja vapaa liikkuvuus (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 1 luku 1 §). Sähköalalla voimassa olevat standardit on tehty selkeyttämään työskentelyä sähkötekniikan parissa, jotta voidaan välttyä mahdollisesti henkeä uhkaavilta tapaturmilta. Pienikin virhe sähkötöissä voi olla henkeä uhkaava, joten on tärkeää, että työntekijä on tarpeeksi koulutettu kyseisille töille, ja seuraa voimassa olevia lakeja ja standardeja (Mäkinen & Rousku 2017, 3.)

4.1 Sähkötöiden organisaatio

Sähkötöiden organisaatiossa henkilöt luokitellaan vastuun sekä ammattitaidon mukaan erilaisiin luokkiin. Työt luokitellaan vaatimuksen mukaan, jotta tiedetään, kuka sitä saa suorittaa (Mäkinen & Rousku 2017, 36.)

4.1.1 Sähkötöiden johtaja

Sähkötöiden johtajana voi toimia henkilö, jolla on kyseiseen työhön vaadittava pätevyystodistus sähköpätevyys 1, 2 tai 3. Sähkötöiden johtaja on vastuussa koko järjestelmän turvallisuudesta, ja hänellä tulee olla tarvittava valta ja mahdollisuus valvoa ja vaikuttaa sähkötöiden tekemiseen. Sähkötöiden johtaja on aina vastuussa työskentelystä, vaikka hän siirtäisi valvontaa työnjohtajalle (Mäkinen & Rousku 2017, 39.)

Sähköturvallisuuslain 1135 mukaan sähkötöiden johtajan vastuulla on valvoa, että sähköturvallisuuslakia noudatetaan sähkötöissä, ennen käyttöönottoa sähkölaitteet ja -laitteistot ovat sähköturvallisuuslain vaatimassa kunnossa ja henkilöt, jotka tekevät sähköitä ovat riittävästi opastettuja ja ammattitaitoisia (Sähköturvallisuuslaki, 4 luku 59 §.)

4.1.2 Käytönjohtaja

Käytönjohtajan vastuulla on valvoa sähkölaitteistoa sen käytön aikana. Käytön johtajalla tulee olla asianmukaiset pätevyystodistukset. Sähköpätevyys 1 vaaditaan suurjännitelaitteistoille ja sähköpätevyys 2 pienjännitelaitteistoille (Mäkinen & Rousku 2017, 39.)

Käytönjohtaja tulee nimetä kohteisiin, joissa on yli 1000V suurjännitelaitteistoja tai pienjännite kohteisiin, joissa haltijan kiinteistöjen liittymisteho ylittää 1600kVA. Käytönjohtajan tulee olla sähkölaitteiston haltijan palveluksessa, mikäli sillä on yli kolme enintään 20kV muuntamoaa tai siihen rinnastettavaa enintään 1000V kytkinlaitosta. Määrittelyissä käytetään nimellisjännitteitä (Mäkinen & Rousku 2017, 45.)

Sähköturvallisuuslain mukaan käytönjohtajan vastuulle kuuluu valvoa sitä, että tätä lakia noudatetaan sähkölaitteiston huollossa ja käytössä, sähkölaitteiston käytön aikana se on tämän lain edellyttämässä kunnossa ja henkilöt, jotka tekevät käyttötoita ovat tehtäviinsä opastettuja ja ammattitaitoisia (Sähköturvallisuuslaki, 4 luku 62 §.)

4.1.3 Sähköasentaja

Sähköasentajaksi luetaan henkilö, jolla on työhön vaadittava koulutus ja kokemus. Sähköasentaja on sähköalan ammattihenkilö. Sähköasentajan tulee pystyä arvioimaan riskit sekä välttämään vaarat, joita työskentely sähkötekniikan parissa voi aiheuttaa. Hän valvoo työnaikaista sähköturvallisuutta (Mäkinen & Rousku 2017, 39.)

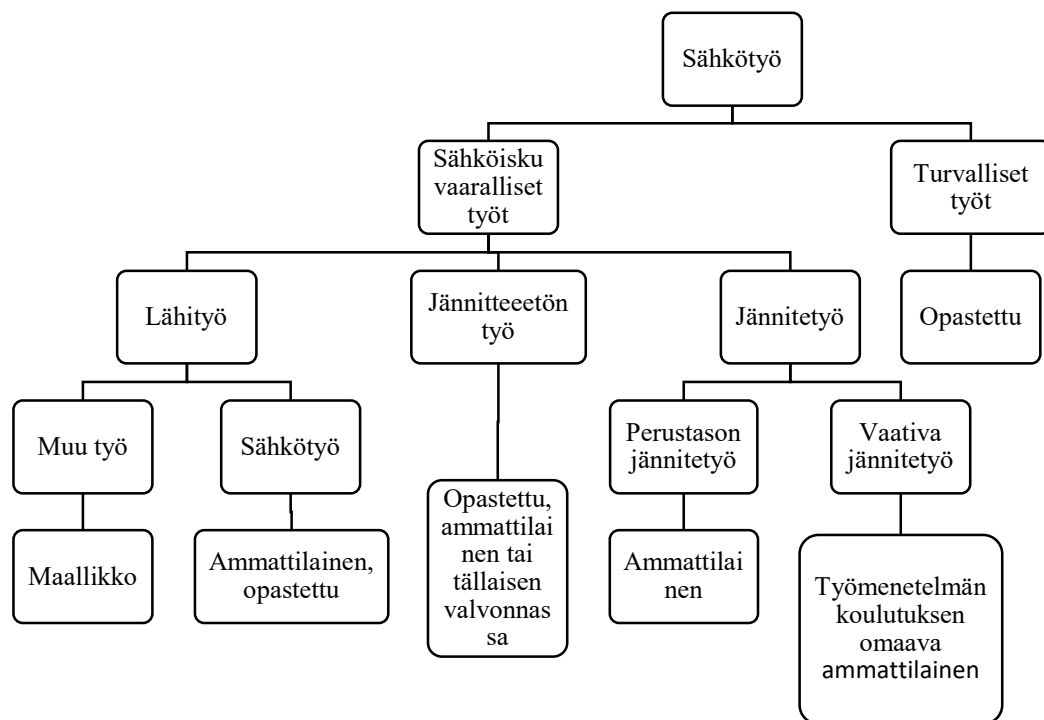
4.1.4 Opastettu henkilö

Opastetuksi henkilöksi luokitellaan henkilö, jonka sähköalan ammattihenkilöt ovat opastaneet, siten ettei sähköstä aiheudu vaaraa. Opastetun henkilön ei tarvitse omata sähköalan koulutusta tai kokemusta (Mäkinen & Rousku 2017, 37.)

4.2 Sähkötöiden luokittelu

Sähkötöitä voidaan jakaa kuvion 3 mukaan sähköturvallisuuden näkökulmasta kahteen alueeseen, turvallisiin töihin ja töihin, joissa on sähköiskun tai valokaaren vaara. Turvallisiin töihin luetaan esimerkiksi lamppujen vaihto, jossa kosketus jännitteisiin osiin on estetty. Turvallisia töitä voi tehdä opastettuna eikä muita toimenpiteitä tarvita turvallisuuden varmistamiseksi. Töissä, joissa on sähköiskun tai valokaaren vaara, kosketussuojauksen jännitteisiin osiin puuttuu kokonaan tai osittain. Työ voidaan tällöin suorittaa jännitteettömänä, lähityönä tai jännitetyönä (Mäkinen & Rousku 2017, 102.)

Kuvio 3. Töiden luokittelu turvallisuuden kannalta, sekä töiden tekemisen vaatimukset.

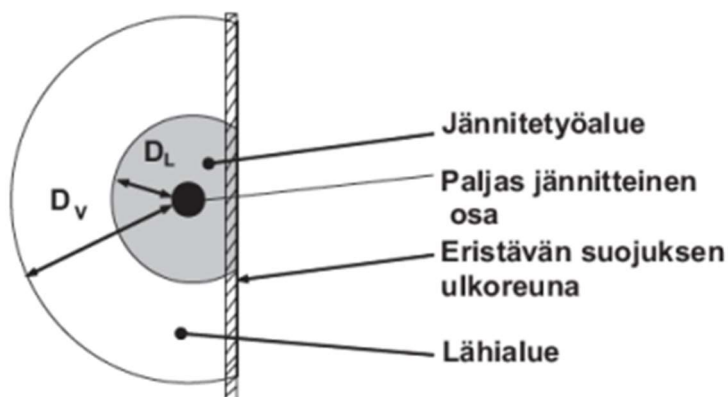


4.2.1 Jännitteetön työskentely

Jännitteettömänä työskentelyssä tulee varmistaa kohteen jännitteettömyys erottamalla työkohteesta sähkönsyötöstä ja jännitteen kytkeminen tulee estää sekä laitteiston jännitteettömyys tulee todeta. Tarvittaessa voidaan myös asettaa työmaadoitus tai suojata kohde lähellä olevilta jännitteisiltä osilta. Työskentelyyn aloittamiseen vaaditaan valtuutus käyttöä valvovalta henkilöltä. Työn voi suorittaa opastettuna, sähköalan ammattilainen tai tällaisen valvoma muu henkilö (Mäkinen & Rousku 2017, 64.)

4.2.2 Jännitetyö

Jännitetyössä työn tekijä koskettaa jännitteisiä osia joko tarkoituksellisesti tai hänellä on mahdollisuus ylettyä jännitteisiin osiin. Jännitetyötä saa tehdä opastettuna vain pienoisjännitteellä. Tällöin opastetulla tulee olla yksityiskohtainen koulutus kyseisestä jännitetyöstä. Tästä suuremmilla jännitteillä on oltava sähköalan ammattihenkilö, jotta töitä saa tehdä jännitteellisenä. Vaativissa jännitetöissä työryhmään tulee kuulua vähintään kaksi henkilöä. Vaativan jännitetyön tekijällä tulee olla yksityiskohtainen koulutus kyseisestä jännitetyöstä, ja hänen tulee olla sähköalan ammattihenkilö. Jännitetyössä tulee käyttää jännitetyövälineitä, jännitetyö käsineitä ja valokaarelta suojaavaa vaatetusta. Kuvassa 1 on havainnollistettu jännitetyöalueen määrittely seinän vieressä, jossa D_L on jännitetyöalueen ulkoreunan etäisyys (Mäkinen & Rousku 2017, 82-85.)



Kuva 1. Jännitetyöalue seinän vieressä (Mäkinen & Rousku 2017, 83).

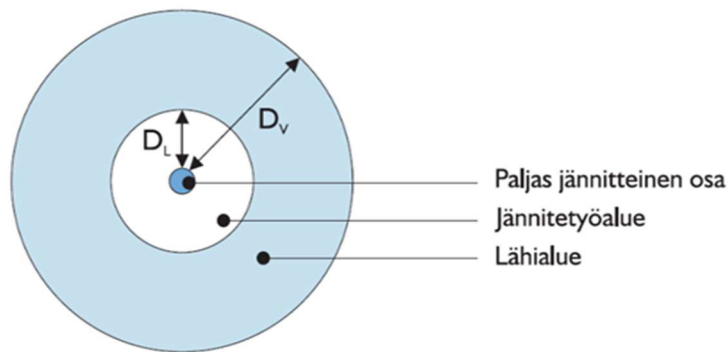
Jännitetyöalueen laajuus määritellään taulukon 1 jännitteiden mukaan.

Taulukko 1. Jännitetyöalueen laajuus. Sulkeissa mainittu etäisyys jännitteisen osan alapuolella (Mäkinen & Rousku 2017, 82).

NIMELLISJÄNNITE U_N KV	JÄNNITETYÖALUEEN ULKORAJAN MITTA D_LM	ULKORAJAN MITTA ILMAJOHDOLLA D_{L2}M
≤1	Ei kosketusta	0,50
3	0,22	
6	0,25	
10	0,35	1,50 (1,00)
20	0,40	
30	0,56	
45	0,63	
110	1,00	1,50 (1,20)
220	1,60	2,00
400	2,50	3,50

4.2.3 Lähityö

Lähityössä työskennellään jännitteisten osien lähialueen sisällä tai työntekijän on mahdollista ylettyä lähialueen sisälle. Turvallisuus lähialueella tulee varmistaa käyttämällä asianmukaisia suojia ja valvomalla riittävän etäisyyden pysymistä jännitealueesta. Kuvassa 2 on havainnollistettu lähialueen määrittely, jossa D_L on jännitetyöalueen ulkoreunan etäisyys ja D_V lähialueen ulkoreunan etäisyys (Mäkinen & Rousku 2017, 90-93.)



Kuva 1. Lähialueen havainnollistettu esitys (Mäkinen & Rousku 2017, 93).

Lähityö voidaan jakaa edelleen kahteen alueeseen, jossa toisessa työn tekee sähköalan ammattihenkilö tai riittävästi opastettu ja toisessa maallikko. Maallikon työskentely lähialueella on yleensä siivousta, rakennustyötä tai nostoa ja kuljetusta. Taulukossa 2 on annettu lähitöiden turvalliset etäisyydet jännitteisistä osista (Mäkinen & Rousku 2017, 92-96.)

Taulukko 2. Työvälineen vähimmäisetäisyys jännitteisestä osasta. Suluissa minimi työskentelyetäisyys jännitteisen osan alapuolella (Mäkinen & Rousku 2017, 96).

**NIMELLISJÄN-
NITE/KV**

VÄHIMMÄISETÄISYYS/M

	Avojohto tai muu paljas jännitteinen osa	Riippukaapeli
≤1	2(2)	0,5
>1 - 45	3(2)	1,5
110	5(3)	
220	5(4)	
400	5(5)	

4.3 Sähkölaitteistoluokitus

Sähkölaitteistot luokitellaan kunnossapitoa ja tarkastuksia koskevien vaatimuksien mukaan kolmeen eri luokkaan (Säköturvallisuuslaki, 3 luku 44 §.)

4.3.1 Luokan 1 sähkölaitteisto

Luokan 1 sähkölaitteistoksi katsotaan enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa sisältävä asuinrakennus tai rakennus, joka ei ole asuinrakennus, ja minkä suojalaitteena toimii yli 35A nimellisvirralla toimiva suojalaite ja se ei kuulu luokkiin 2 tai 3 (Säköturvallisuuslaki, 3 luku 44 §.)

4.3.2 Luokan 2 sähkölaitteisto

Luokan 2 sähkölaitteistoihin luokitellaan laitteistot, joiden liittymisteho on yli 1600kVA kiinteistöä tai kiinteistöryhmää kohti. Lisäksi luokkaan 2 luokitellaan nimellisjännitteeltä yli 1000V sisältäviä osia. Tähän luokitteluun ei kuitenkaan kuulu yli 1000V sähkölaitteistot, joita syötetään alle 1000V jännitteellä (Säköturvallisuuslaki, 3 luku 44 §.)

4.3.3 Luokan 3 sähkölaitteisto

Luokan 3 sähkölaitteistot ovat suurjännitelaitteistoja. Nämä laitteistot kuuluvat verkon haltijalle ja ovat jakelu- ja siirtoverkkoja (Säköturvallisuuslaki, 3 luku 44 §.)

4.4 Sähkölaitteistojen tarkastukset

Säköturvallisuuslaki pitää sisällään tarkastuksia sähkölaitteistoille. Sähkölaitteistoille tulee tehdä käyttöönnotto-, varmennus- ja määräaikaistarkastuksia niiden luokitteluiden mukaan (Säköturvallisuuslaki, 3 luku 44 §). Tarkastuksia voi suorittaa vain sähköalan ammattihenkilö (Saarelainen & Saastamoinen 2012, 46).

4.4.1 Käyttöönottotarkastus

Sähköturvallisuuslain 41 §:n mukaisen käyttöönottotarkastuksen hyväksytyt suoritus on edellytys sähkölaitteiston käyttöönotolle. Käyttöönottotarkastuksesta tulee selvittää, ettei sähkölaitteistosta aiheudu vaaraa tai häiriötä. Muutos- ja laajennustöille pätee samat käyttöönottotarkastuksen ehdot, kuin uudelle sähkölaitteistolle (Sähköturvallisuuslaki, 3 luku 41 §.) Sähkölaitteiston rakentajan tulee huolehtia siitä, että tarkastuspöytäkirja käyttöönottotarkastuksesta on luovutettu sähkölaitteiston haltijalle. Tarkastuspöytäkirjaa ei tarvita, mikäli kyseessä on pienet työt, ja asiakas ei sitä vaadi (Sähköturvallisuuslaki, 3 luku 43 §.)

4.4.2 Varmennustarkastus

Luokkien 1, 2 ja 3 sähkölaitteistoille tulee tehdä käyttöönottotarkastuksen lisäksi sähköturvallisuuslain 46 §:n mukainen varmennustarkastus. Varmennustarkastus vaaditaan myös sähkölaitteiston muutos- tai laajennustyölle, mikäli muutos- tai laajennus on merkittävä. Myös varmennustarkastuksessa sähkölaitteiston rakentajan tulee huolehtia siitä, että tarkastuspöytäkirja on luovutettu sähkölaitteiston haltijalle (Sähköturvallisuuslaki, 3 luku 45-46 §.)

4.4.3 Määräaikaistarkastus

Sähköturvallisuuslaki velvoittaa sähkölaitteiston haltijaa ylläpitämään sähkölaitteiston turvallisuutta. Määräaikaistarkastuksilla voidaan valvoa, että sähkölaitteiston haltija on noudattanut velvollisuuksiaan ylläpitää sähkölaitteistoa ja noudattanut kunnossapito-ohjelmaa, mikäli sellainen on sähkölaitteistolta vaadittu (Saarelainen & Saastamoinen 2012, 55.)

Luokkien 1 ja 2 sähkölaitteistoille tulee tehdä määräaikaistarkastus kymmenen vuoden välein. Tämä ei kuitenkaan koske asuinrakennuksia. Määräaikaistarkastus tulee tehdä luokan 3 sähkölaitteistoille aina viiden vuoden välein. Määräaikaistarkastuksien suorittamisesta huolehtii sähkölaitteiston haltija (Sähköturvallisuuslaki, 3 luku 49 §.)

4.4.4 Kunnossapitotarkastus

Laitteiston haltijan säännöllisin väliajoin tekemä tarkastus on kunnossapitotarkastus. Kunnossapitotarkastuksen avulla tarkoituksena on huolehtia laitteiston kunnosta ja mahdollistaa turvallinen käyttö (Saarelainen & Saastamoinen 2012, 68). Toisin kuin käyttöönotto-, määräaikais- ja varmennustarkastukset kunnossapitotarkastus ei ole sähköturvallisuuslain mukainen tarkastus. Sähköturvallisuuslaki velvoittaa kuitenkin sähkölaitteiston haltijaa huolehtimaan siitä, että laitteisto täyttää sähköturvallisuuslain vaatimukset sekä sähkölaitteiston tarvittavasta kunnossapidosta on huolehdittu. On siis tarkoituksenmukaista huolehtia sähkölaitteiston kunnosta seuraamalla sen tilaa kunnossapitotarkastuksilla (Sähköturvallisuuslaki, 3 luku 47 §.)

SFS 6000-6 standardi määrittelee kunnossapitotarkastukset tehtäväksi niin, että asennusta ei tarvitse purkaa tai vaadittaessa purkamalla vain osittain. Tarkastuksessa tulee selvittää, että laitteisto täyttää taulukossa 3 vaaditut asiat. Tarkastuspöytäkirjaan tulee merkitä kaikki puutteet, joita tarkastuksessa on löytynyt. Kunnossapitotarkastuksia voi tehdä vain sähköalan ammattihenkilö, joka on pätevä suorittamaan tarkastuksia (SFS 6000-6, 15-16.)

Taulukko 3. Kunnossapitotarkastuksen läpäisyn vaatimukset (SFS 6000-6, 15-16).

Sähköiskuilta ja palovammoilta suojaus.
Omaisuu den palo- ja lämpövaaralta suojaus.
Standardin SFS 6000-4-41 mukainen suojalaitteiden asettelu ja suojalaitteiden oikea mitoitus.
Valvontalaitteiston asettelun ja mitoituksen tarkistus.
Asennusten turvallisuutta uhkaavien vioittumisten, löysien liitoksien ja kulumisten huomiointi.
Vaaraa lisäävien standardista poikkeamisten ja vikojen havainnointi.
Suojalaitteiston asettelun ja mitoituksien oikeellisuus.

5 ERIKOISTILAT JA NIIDEN KUNNOSSAPITO

Erikoistiloiksi luokitellaan muun muassa ATEX eli räjähdysvaaralliset tilat, lääkintätilat ja palovaaralliset tilat. Näille ovat omat luokitus perusteensa niiden kriittisyyden kannalta.

5.1 ATEX-tilat

ATEX-tiloihin luokitellaan tilat, joissa on tarpeeksi räjähdysvaarallista ilmaa, jotta se on vaaraksi ihmisille. Tilat luokitellaan räjähdysvaarallisten aineiden esiintymistodennäköisyyksien mukaan luokkiin (ATEX -opas: Räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus 2015, 9-10.) Räjähdysvaaralliseen ilmaseokseen kuuluu normaalipaineinen ilma yhdessä sumun, pölyn, höyryn tai kaasun kanssa. ATEX-tila tulee merkitä kuvan 3 kaltaisella kyltillä (Tukesin [www-sivut](http://www.tukes.fi) 2021.)



Kuva 3. ATEX-tilan varoituskyltti (Tukesin [www-sivut](http://www.tukes.fi) 2021).

5.1.1 ATEX-tilojen luokitus

Räjähdysvaarallisille tiloille tulee tehdä tilaluokitus. Tilat luokitellaan räjähdysvaaran keston ja aineen mukaan. Tilaluokat 0, 1 ja 2 ovat kaasun, höyryn ja sumun muodostamalle räjähdysvaaralle niin, että luokassa 0 ilmaseosta syntyy kauimmin ja luokassa 2 lyhyimmän aikaa. Tilaluokat 20, 21 ja 22 ovat pölyn aiheuttaman räjähdysvaaran

luokitteluun siten, että luokassa 20 ilmaseosta syntyy kauimmin ja luokassa 22 lyhyimmän aikaa (Tukesin www-sivut 2021.)

5.1.2 ATEX-tilojen kunnossapito

ATEX-tilojen huoltoa ja tarkastuksia saa tehdä vain sähköalan ammattilaiset, jotka tuntevat asennustavat ja räjähdysuojarakenteet sekä ovat koulutettuja siihen. Jotta tarkastuksia tai kunnossapitoa saa suorittaa, tulee taulukossa 4 esitetyt asiat olla kunnossa (SFS-EN 60079-17, 11-12.) Tarkastuksissa tulee ottaa huomioon, että testauslaitteiden käyttö saattaa aiheuttaa sähköpurkauksia räjähdysvaarallisella alueella. Tarkastuksia on neljää erilaista tyyppiä, käyttöönottotarkastus, kunnossapitotarkastus, jatkuva valvonta ja pistokoetarkastukset. Tarkastuksille on erilaiset vaatimukset ja tarkkailun kohteet. Kaikki tarkastuksien tulokset tulee merkitä muistiin. Jännitteisenä tarkastuksia voi tehdä silmänmääräisesti ja lähitarkastuksina. Tarkastuksen ollessa yksityiskohdainen, tulee laitteen yleensä olla jännitteetön (SFS-EN 60079-17, 21.)

Taulukko 4. Räjähdysvaarallisen tilan tarkastuksen aloittamisen vaatimukset (SFS-EN 60079-17, 11).

Kohteen räjähdysuojaustaso tarvittaessa sekä alueiden tilaluokitukset.
Lämpötilaluokan ja laiteryhmän vaatimukset kaasuille.
Maksimi pintalämpötilan ja laiteryhmän asettamat vaatimukset nesteille.
Laitetiedot
Taustatiedot, kuten laiteluettelot ja laitteiden sijainti, tekniset tiedot ja varaosat.
Raportit aikaisemmista tarkastuksista.
IEC 60079-14 standardin mukaisen käyttöönottotarkastuspöytäkirjan kopio.

5.2 Palovaaralliset tilat

Palovaarallisiksi tiloiksi luokitellaan tilat, joissa palavaa materiaalia on niin, että vika tai laitteen pintalämpötila voivat sytyttää tulipalon. Räjähdysvaarallisiksi tiloiksi luokitellut tilat eivät ole SFS 6000 standardin luokittelemia palovaarallisia tiloja. Palovaarallisiksi tiloiksi voidaan lukea esimerkiksi leipomot, puuntyöstötilat, julkiset arkistot ja turpeen sekä hiilen käsittelylaitokset. Mikäli palavan nesteen

käsittelylaitokset ei ole luokiteltu ATEX-tiloiksi, voivat ne olla palovaarallisia tiloja (SFS 6000-4-42, 17.)

Normaalista käytöstä ja lämpötilan noususta johtuvaa tulipaloa ei saa syttyä, joten sähkölaitteet tulee asentaa ja valita niin ettei tällaista voi tapahtua. Sähkölaitteiden määrä palovaarallisissa tiloissa tulee pitää mahdollisimman pienenä, joten tällaisissa tiloissa käytetään vain välttämättömiä sähkölaitteita (SFS 6000-4-42, 9.)

5.3 Lääkintätilat

Lääkintätilaksi luokitellaan tila, jossa potilaita joko valvotaan, hoidetaan tai tutkitaan (ST 51.79 2020, 2). Lääkintätilat jaotellaan ryhmiin G0, G1 ja G2. Ryhmä G2 on vaativimpiin hoitoihin soveltuva tila, kuten tehohoitoon tai leikkaussali käyttöön tarkoitettu. Ryhmän G1 tilaksi luokitellaan lääkintätila, jossa sähkökatko ei aiheuta hengenvaaraa potilaalle. Ryhmän G0 tila on sellainen, jossa ei ole tarkoituksellista käyttää lääkintälaitteita, joiden toimintaan sähkökatko voisi vaikuttaa, kuten käytävät, kahvihuoneet ja hissiaulat (ST 51.79 2020, 4.)

Ryhmien G1 ja G2 lääkintätiloilla on erityisvaatimuksia sähköistyksen suhteen. Valaisimien syöttö tulee olla vähintään kahdesta syötöstä, joista toinen on varavoimajärjestelmään liitetty. G2 ryhmien potilaspaikoilla on pistorasiat suojattava ylikuormituksesta ja niitä on syötettävä kahdesta virtapiiristä (ST 51.79 2020, 17.)

Elintoimintoja ylläpitävää ja kirurgisia lääkintälaitteita tulee syöttää lääkintä-IT-järjestelmällä. Lääkintä-IT-järjestelmässä sähkönsyöttö on erotettu maasta suojaerotusmuuntajalla. Tärkein tehtävä lääkintä-IT-järjestelmällä on turvata sähkönsyötön jatkuminen (ST 51.79 2020, 9-10.)

5.3.1 Kunnossapito ja tarkastukset

Yleisten standardin SFS 6000 käyttöönottotarkastusten vaatimuksien lisäksi lääkintätiloihin tulee tehdä sille tarkoitettut lisätarkastukset, jotta voidaan todeta esimerkiksi

lisäpotentiaalitasauksen ja ylikuormitusvalvontalaitteiden toiminta (ST 51.79 2020, 25-26.)

Lääkintätiloihin tulee tehdä kunnossapitotarkastuksia. Kunnossapitotarkastusten aikavälit riippuvat laitteistosta, esimerkiksi syötönvaihtoautomaatiikan toimintakoe tulee tehdä kerran vuodessa, kun taas lisäpotentiaalitasauksen mittaus vain kuuden vuoden välein (ST 51.79 2020, 26.)

6 HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA LEO LAINE OY:LLE

Tämän teollisuuskiinteistön huolto- ja kunnossapito-ohjelman tarkoituksena on varmistaa sähkölaitteiston huollon ja kunnossapidon ajantasaisuus ja vaatimustenmukaisuus. Tämän huolto- ja kunnossapito-ohjelman määrittämisessä on käytetty valmistajien ohjeistuksia, sähköturvallisuuslakia ja ST-kortistoa. Huolto- ja kunnossapito-ohjelma on rajattu käsittämään kiinteistön sähkölaitteistot, ja siitä on rajattu tuotantolaitteisto ja nosto-ovet ohjelman ulkopuolelle. Nosto-oville on olemassa oma huolto-ohjelma, jonka toteutuksesta huolehtii ulkopuolinen yritys.

Sähköturvallisuuslain 48§ mukaan 2 ja 3 luokan sähkölaitteistoille tulee laatia huolto- ja kunnossapito-ohjelma (Sähköturvallisuuslaki, 3 luku 48 §). Kohteeseen on nimetty sähköturvallisuuslain 61§ tarkoittama käytönjohtaja, mutta kohteeseen ei ole määritetty huolto- ja kunnossapito-ohjelmaa. Käytönjohtajan tulee huolehtia, että sähkölaitteiston käytössä ja huollossa noudatetaan sähköturvallisuuslakia ja, että sähkölaitteisto on sähköturvallisuuslain edellyttämässä kunnossa (Sähköturvallisuuslaki, 4 luku 62 §.)

6.1 Kohdekiinteistö

Huolto- ja kunnossapitosuunnitelman kohdekiinteistönä oli yrityksen Leo Laine Oy:n omistama teollisuuskiinteistö osoitteissa Metallitie 10, 12 ja 14, 26100 Rauma.



Kuva 4. Leo Laine Oy:n tuotantohalli.

6.2 Sähkölaitteisto

Tämän teollisuuskiinteistön sähkölaitteisto luokitellaan luokan 2 sähkölaitteistoksi, koska se pitää sisällään yli 1000 voltin sähkölaitteistoja. Sähkölaitteiston käytönjohtajana toimii Vertek Sähköpalvelu Oy:n Jonne Viitanen.

6.2.1 Johtotiet

Johtoteiden tarkastuksissa keskitytään silmänmääräisiin tarkastuksiin. Johtoteiden tarkastuksissa tarkastetaan silmänmääräisesti kaapeleiden kunto ja siisteys, sekä puhdistetaan kaapelit. Johtotiet suositellaan tarkistettavaksi vuosittain, koska tilat luokitellaan vaativiksi, työskentelystä tulevan muovipölyn takia. Johtotiet tulee kuitenkin tarkistaa vähintään kolmen vuoden välein.

6.2.2 Paloläpiviennit

Paloläpiviennit tarkastetaan vuosittain. Paloläpiviennille suoritetaan silmänmääräinen tarkastus ja varmistetaan läpivientien tiiveys.

6.2.3 Muuntajatilat

Muuntajaloissa sijaitsevat kiinteistön keskijännitekojeistot, pääkeskukset ja muuntajat. Muuntajaloihin luokitellaan ulkona oleva puistomuuntamo ja osoitteessa metallitie 10 sijaitseva muuntamohuone. Kuvassa 5 on puistomuuntamo. Muuntajaloiden tarkistuksen tekee käytönjohtaja. Muuntajatilat tarkistetaan vuosittain. Tarkastuksessa otetaan huomioon seuraavat asiat.

- Siisteys
- Käyttö- ja turvavälineet
- Piirrustukset ja kaaviot
- Valaistus
- Ilmanvaihto
- Lukitukset
- Varoituskyltit

Huoneen tarkastukset tähtäävät siisteyteen ja esteettömyyteen sekä turvallisuuteen, jotta muuntajien käyttö on turvallista.



Kuva 5. Leo Laine Oy:n puistomuuntaja.

6.2.4 Keskijännitekojeisto

Kiinteistön keskijännitekojeistot sijaitsevat lukituissa muuntamotiloissa. Keskijännitejärjestelmään liitetään verkonhaltijan 20kV kaapeli, josta jännite johdetaan kuorman erottimen ja kytkinvarokkeen kautta muuntajalle. Kaikki kolme keskijännitejärjestelmää ovat ilmaeristeisiä.

Keskijännitejärjestelmille tulee tehdä sähköturvallisuuslain mukainen määräaikaistarkastus kymmenen vuoden välein. Jännitteetön huolto suositellaan tehtäväksi kojeistolle aina kolmen vuoden välein, mutta vähintään viiden vuoden välein. Tähän kuuluu katkaisijan, kytkimien ja releiden koestus, liitosten lämpökuvaus ja komponenttien puhdistus. Vuosittain tehdään tarkastus, jossa huomioidaan komponenttien ja liitoksien puhtaus ja kunto, sekä releiden aika- ja virta-asettelut. Keskijännitekojeiston tarkastuksesta huolehtii käytönjohtaja.

6.2.5 Muuntajat

Kiinteistössä on kolme öljyeristeistä muuntajaa, joista kaksi on hermeettisesti suljettuja ja yksi paisuntasäiliöllinen. Paisuntasäiliöllinen 1000kVA:n muuntaja sijaitsee päärakennuksessa osoitteessa metallitie 10, ja hermeettisesti suljetut 800kVA:n muuntajat ovat puistomuuntamoita. Kuvassa 6 on esitetty kiinteistön toinen hermeettisesti suljettu muuntaja.



Kuva 6. 800kVA:n hermeettisesti suljettu muuntaja.

Päärakennuksessa sijaitseva muuntaja on lähellä käyttöikänsä päätä, joten sitä on syytä tarkkailla ja huoltaa tiheästi. Muuntajille tehdään joka kymmenesvuosi sähköturvallisuuslain mukainen määräaikaistarkastus. Joka toinen vuosi muuntajille suoritetaan jännitteetön huolto, johon kuuluu muun muassa väliottokytkimien toiminnan tarkastus ja muuntajan perusteellinen puhdistus.

Muuntajille suoritetaan vuosittain seuraavat tarkastukset.

- Öljynmäärän, -kuivaimen ja -laadun tarkastus
- Paisuntasäiliön kunto
- Öljyn ja huoneen lämpötilan tarkastus
- Hälytysten ja käämien koestus
- Jäähdyttimien toiminnan tarkastus
- Tan delta -mittaus

Tarkastusten toteuttamisesta huolehtii käytönjohtaja. Hermeettisesti suljetuille muuntajille ei tehdä paisuntasäiliön ja öljynkuivaimen tarkastusta.

6.2.6 Pääkeskukset

Pääkeskukset sijaitsevat muuntajien vieressä. Tällöin pystytään pitämään tehohäviö pienenä. Jokaiselle muuntajalle on omat pääkeskukset eli pääkeskuksia on kolme kappaletta. Pääkeskukset syöttävät ryhmäkeskuksia, jakokeskuksia, nousukeskusta ja tuotantolaitteiden lähtöjä, näiden lähdöt on suojattu kolmevaiheisilla kahvasulakkeilla. Kahvasulakkeiden lisäksi pääkeskuksissa sijaitsevat ampeeri-, voltti-, wattitunti- ja varituntimittarit.

Pääkeskusten huolto- ja tarkastusväliin vaikuttavat pääkeskusten ikä ja tuotannon kannalta toiminnan kriittisyys. Metallitie 10 rakennuksen pääkeskus on lähellä käyttökänsä päättymistä, joten siihen kiinnitetään erityistä huomiota, jotta voidaan varmistua sen toimintakunnosta. Puistomuuntamotilassa sijaitsevat kaksi pääkeskusta eivät ole vielä käyttökänsä päässä, joten niihin voidaan soveltaa osittain kevennettyä tarkastusväliä.

Pääkeskuksille tulee suorittaa lämpökuvaus joka toinen vuosi, jolloin selvitetään liitosten kunto. Samalla tulee suorittaa kahden vuoden välein tarkoitetut huolto- ja tarkastustoimet. Lämpökuvaus tulisi suorittaa ennen muita tarkastuksia, jolloin saadaan yleiskuva keskuksen kunnosta ennen huoltoa.

Pääkeskuksille suoritetaan neljä kertaa vuodessa yleistarkastus, jossa otetaan huomioon seikat, jotka vaikuttavat turvallisuuteen. Neljä kertaa vuodessa kiinteistönhuolto tarkastaa seuraavat asiat.

- Lukitukset
- Esteettömyys
- Siisteys
- Varasulakkeet
- Kytkimien asennot
- Piirrustukset
- Ilmanvaihdon toiminta
- Kellokytkimet

6.2.7 Ryhmä- ja jakokeskukset

Ryhmä- ja jakokeskusten tarkastuksissa käytetään hyvin samanlaisia menetelmiä kuin pääkeskuksissa. Näiden keskusten huolto-ohjelmaa määrittäessä on otettu huomioon niiden ikä ja tilan likaisuuden tuomat haasteet. Leo Laine Oy:n tiloissa työstehtään muovia, joten siitä aiheutuvaa muovipölyä kerääntyy laitteistoihin. Puhtaissa tiloissa voidaan noudattaa kevyempää huoltoväliä kuin paljon pölyä tuottavissa tiloissa.

Ryhmä- ja jakokeskuksille tehdään määräaikaistarkastus kymmenen vuoden välein sähköturvallisuuslain mukaan. Käytönjohtaja huolehtii tämän toteutuksesta. Lämpökuvaukset tulisi suorittaa keskuksille joka toinen vuosi niin, että kuvataan keskus ennen huollon suorittamista, jolloin saadaan kokonaiskuva keskuksen kunnosta. Joka toinen vuosi suoritetaan keskuksille huolto, jossa tarkastetaan läpiviennit, maadoitukset, releet ja kontaktorit ja piirikaaviot. Samalla siivotaan keskus. Suositellaan, että kiinteistönhuolto suorittaa seuraavat turvallisuutta edistävät tarkastukset vuosittain, mutta vähintään kolmen vuoden välein.

- Merkkilamppujen ja kellokytkimien tarkastus
- Lukitukset
- Esteettömyys
- Siisteys
- Varasulakkeet

- Kytkimien asennot ja kunto
- IV-toiminta
- Mekaaninen kunto
- Kilpimerkinnät

Lisäksi vikavirtasuojakytkimet koestetaan neljä kertaa vuodessa.

6.2.8 Loistehon kompensointijärjestelmä

Loistehoa kompensoidaan kiinteistössä kolmella 350 kVAr:n Nokia Capacitorsin D-sarjan estokelapariestolla. Kuvassa 7 kahden kompensointilaitteiston suojarakennus. Kompensointilaitteistolle suoritetaan vuosittainen huolto, jonka yhteydessä tarkastetaan estokelapariestojen toiminta ja turvallisuus. Huollon saa suorittaa ainoastaan sähköalan ammattihenkilö, joka omaa riittävän kokemuksen ja koulutuksen ja vastaa kompensointijärjestelmien huoltotöistä.

Laitteiston huollon esivalmisteluissa on tärkeää ottaa huomioon jännitteen pois kytkennästä jäävä jäännösvaraus. Jäännösvarauksen purkautuminen varmistetaan oikosulkemalla kondensaattoreiden navat keskenään. Lisäksi tulee odottaa viisi minuuttia jäännösvarauksen purkautumista.

Kompensointijärjestelmien vuosihuoltoon kuuluvat seuraavat toimenpiteet, jotka suorittavat kyseisten laitteistojen huollosta vastaava sähköalan ammattihenkilö.

- Johdinliitosten kireys
- Sulakkeiden kunto
- Säätimien toiminta
- Kontaktorien toiminta
- Kompaktikatkaisijan asetteluarvo
- Tuulettimien toiminta
- Ilmansuodattimen kunto ja puhtaus

- Pariston kosketussuojat
- Varoituskilpien kunto
- Riittävä työtila järjestelmän edessä
- Mitataan kondensaattorin kapasitanssi
- Mitataan teholliskerroin kompensoinnilla ja ilman kompensointia
- Silmänmääräinen tarkastus ja kuuntelu
- Käyttöohjeiden olemassaolo

Lisäksi suositellaan, että kiinteistönhuolto tarkistaa mahdolliset hälytykset neljä kertaa vuodessa.



Kuva 7. Kompensointijärjestelmä sijaitsee lukitussa tilassa.

6.2.9 Sähkönliitännäjärjestelmät

Sähkönliitännäjärjestelmiin luetaan kuuluvaksi pistorasiat ja autojen lämmitystolpat. Pistorasioiden kuntoa tulee tarkkailla jatkuvasti käytön yhteydessä. Vioista tulee

ilmoittaa sähköhuollolle, joka korjaa havaitut viat. Pistorasioiden vikavirtasuojat tulee koestaa neljä kertaa vuodessa.

Autolämmitystolpat tarkastetaan kaksi kertaa vuodessa. Kiinteistönhuolto tarkastaa lämmitystolppien vikavirtasuojat, mekaanisen kunnan ja kellokytkimien toiminnan.

Kiinteistöön on tarkoituksena tulevaisuudessa asentaa sähköauton latausjärjestelmiä, joten niille määritellään etukäteen huolto-ohjeet. Latauspaikat tulevat sijaitsemaan ulkona, joten hankinnassa tulee ottaa huomioon latausasemien soveltuvuus Suomen ilmastoon eli säänkestävyys. Latausasemien kuntoon tulee kiinnittää erityistä huomiota, jotta se ei aiheuta vaaraa käyttäjälle. Latausasemien ja latauskaapelin kuntoa tarkkaillaan jatkuvasti käytön yhteydessä, ja mahdollisista vioista ja vaurioista raportoidaan sähköhuollolle välittömästi. Latausasemat tulee puhdistaa neljä kertaa vuodessa. Sähköauton latausjärjestelmien kunnossapitosuunnitelman tekemisessä käytettiin ABB:n käyttöohjeiden suosituksia.

6.2.10 Valaistusjärjestelmät

Valaistusjärjestelmien huolto pohjautuu RTF periaatteeseen eli ennakkoivaa huoltoa ei juurikaan tehdä vaan valaisimet vaihdetaan uusiin, kun ne vikaantuvat. Valaisimien ja kytkimien toimintaa tarkkaillaan käytön yhteydessä. Mikäli valaisimien huomataan olevan erityisen likaiset, kiinteistöhuollon tulee puhdistaa ne. Viallisista valaisimista ja kytkimistä raportoidaan sähköhuollolle.

6.2.11 Huomiota kunnossapidosta

Kunnossapitosuunnitelmaa tehdessä tarkoituksena oli myös huomioida puutteet kunnossapidossa, jotta ne voidaan korjata. Työn aikana esiin nousi seuraavia puutteita.

- Kokoonpanopiirrustukset puuttuvat ryhmäkeskuksista 1, 1.1, 1.2, 3 ja 3.3.
- Keskuskaaviot puuttuvat ryhmäkeskuksista 3 ja 3,3.
- Keskuskaaviot puuttuvat jakokeskuksesta 3.1.

- Nousukeskuksen keskuskaaviot ja kokoonpanopiirrustukset puuttuvat.
- Nousukeskus on pölyinen.
- Vanhan hallin pääkeskuksen kokoonpanopiirrustus puuttuu.
- Pääkeskuksien 1 ja 2 kokoonpanopiirrustukset ja keskuskaaviot puuttuvat.
- Vihreässä kopissa sijaitseva kompensointijärjestelmän ilmanvaihtoa tulisi parantaa.

7 YHTEENVETO

Huolto- ja kunnossapitosuunnitelma laadittiin yksilöllisesti Leo Laine Oy:n tarpeet ja vaatimukset huomioon ottaen. Suunnitelman tarkoituksena on olla pysyvä apu sähkölaitteiston kunnossapidon tukena, ja yhtenä osana sähköturvallisuuslain mukaista sähkölaitteiston käyttöä. Kunnossapitosuunnitelma on esitelty sähkölaitteistosta vastuussa oleville henkilöille. Suositellaan otettavaksi käyttöön seurantaohjelma, jolloin voidaan pysyä ajan tasalla tulevista huolloista ja tarkistuksista.

Kiinteistössä on lähitulevaisuudessa suunnitteilla sähkölaitteiston päivityksiä. Mikäli kiinteistössä tulee muutoksia sähkölaitteistoihin, tulee kunnossapitosuunnitelmaa päivittää sen mukaan ajan tasalle.

LÄHTEET

ATEX -opas: Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus. 2015. Tukes

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T & Åström, T. 2007. Kunnossapito. Kunnossapidon julkaisusarja N:o 10. 4. uud. p. Helsinki: KP-Media Oy

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito: tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. uud. p. Helsinki: KP-Media Oy

Laine, K. 2021. Sähkötekniikan kunnossapito yleistä. Luento Satakunnan ammattikorkeakoulun sähkötekniikan kunnossapidon kurssilla 12.1.2021.

Leo Laine Oy:n www-sivut. 2021. Leo Laine Oy. Viitattu 8.3.2021.
<https://www.lokari.fi/yrittajien/>

Leo Laine Oy. 2021 Viitattu 8.3.2021.
<https://www.finder.fi/>

Mäkinen, P. & Rousku, H. 2017. SFS 6002 käytännössä. 27. uud. p. Espoo: Sähköinfo Oy

Saarelainen, K. & Saastamoinen, A. 2012. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. Espoo: Sähköinfo Oy.

SFS-EN 13306:2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. 2017. Suomen standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki: SFS. Viitattu 9.3.2021. <https://online.sfs.fi/>

SFS-EN 60079. Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 17: Sähköasennusten tarkastus ja kunnossapito. 2014. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 16.3.2021. <http://www.sfs.fi/>

SFS 6000-4-42:2017. Suojausmenetelmät. Suojaus lämmön vaikutuksilta. 2017. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 18.3.2021. <http://www.sfs.fi/>

ST 51.79. Ohje lääkintätilojen sähköasennuksiin. 2020. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo.

Sähtöturvallisuuslaki 16.12.2016/1135 muutoksineen.

Tukesin www-sivut. 2021. Viitattu 17.3.2021. <https://tukes.fi/teollisuus/rajahdyksvaaralliset-tilat#cb145181>

Vakka-Suomen Voiman www-sivut. 2021. Viitattu 8.3.2021. <https://vsv.fi/vsv-konserni/tietoa-meista>

Vertek Oy:n www-sivut. 2021. Viitattu 8.3.2021. <https://vertek.fi/>

Vertek Oy. 2021. Viitattu 8.3.2021.
<https://www.finder.fi/>

Tarkistusten aikavälit ja tarkistuksen suorittaja.

Lyhenneiden selitykset

KJ - Käytön johtaja
 KH - Kiinteistöhuolto
 SH - Sähköhuolto
 Valiannettu - Kysyksen toimenpiteen hallitseva ammattilainen.
 ER - Laitteeseen erikoistunut huoltoilike
 a - Vuoden välein.
 2a - 2 vuoden välein.
 a/4 - 4 kertaa vuodessa.
 Puhdas tila - Tila, jossa ei ilmene suurta pölyä tai lian muodostumista, joka vaikuttaa laitteiston käyttöön tai kuntoon.
 Likainen tila - Tila, jossa muodostuu paljon pölyä tai likaa, joka saattaa vaikuttaa laitteiston käyttöön tai paloturvallisuuteen.

Pääkeskukset

Määrittäjä	KJ	10a	Sähköturvallisuslain edellyttämä väli
			vanha rakennus
			puistomaantaja
Mekaanisen kunnan tarkastus	KJ	a	2a
Kytkimien mekaaninen ja sähköinen kunto	KJ	a	2a
Lähtöjen sulakkeet ja niiden merkinäit	KJ	2a	2a
kilpimerkinäit keskuksien kansissa	KJ	2a	2a
merkkilamppujen tarkastus	KJ	a	2a
lämpöreleiden virta-asettelu	KJ	a	2a
kalvasulakkeiden vaihtokahva ja kansien avaimet	KJ	2a	2a
järjestelmän kuormituslanteita ja kuormitusten laatu ja symmetrisyyttä seurataan mitalaitteiden avulla määrävälein	KJ	a	2a

4 kertaa vuodessa

	kaikki		
Lukituset	KH	a/4	Kiinteistöhuollon perustarkastukset turvallisuus edellä
Esteettömyys	KH	a/4	Kiinteistöhuollon perustarkastukset turvallisuus edellä
Sisätyö	KH	a/4	Kiinteistöhuollon perustarkastukset turvallisuus edellä
Varauslaitteiden olemassaolon tarkistus	KH	a/4	Kiinteistöhuollon perustarkastukset turvallisuus edellä
Kytkimien asennot	KH	a/4	Kiinteistöhuollon perustarkastukset turvallisuus edellä
Piirustukset	KH	a/4	Kiinteistöhuollon perustarkastukset turvallisuus edellä
IV-toiminta	KH	a/4	Kiinteistöhuollon perustarkastukset turvallisuus edellä
kelkkykykimien tarkastus	KH	a/4	Kiinteistöhuollon perustarkastukset turvallisuus edellä

Kahden vuoden välein

	Puistom. ja vanha rak.		
Lämpökuvaus liitosten tarkastusta varten	2a	Valtuutettu	
Keskukset puhdistetaan pölystä ja vierasesineistä	2a	SH	
Piirustusten tarkistus	2a	SH	Otaen huomioon kriittisyys ja ikä
Releet ja kontaktorit	2a	SH	Otaen huomioon kriittisyys ja ikä
Maadoitusten tarkistus	2a	SH	Otaen huomioon kriittisyys ja ikä
Paloläpiviennit	2a	SH	Otaen huomioon kriittisyys ja ikä

Kompensointilaitte

Johdinliitosten kireys lämpökuvaus	a	Huolto-ohjeen mukaan	ER
Sulakkeiden kunto	a	Huolto-ohjeen mukaan	ER
Säätimen ja hälytysten toiminnan testaus	a	Huolto-ohjeen mukaan	ER
Kontaktorien toiminta	a	Huolto-ohjeen mukaan	ER
Kompaktikaikaisijain asetteluvaruo	a	Huolto-ohjeen mukaan	ER
tuuletinien toiminta	a	Huolto-ohjeen mukaan	ER
ilmansuodattimen kunto ja puhdistus	a	Huolto-ohjeen mukaan	ER
Pariston kosketussuojat ja mekaaninen kunto	a	Huolto-ohjeen mukaan	ER
varoituskilpien kunto	a	Huolto-ohjeen mukaan	ER
riittävä työtila	a	Huolto-ohjeen mukaan	ER
mittaa kondensaattorin kapasitanssi	a	Huolto-ohjeen mukaan	ER
mittaa teholliskerroin kompensoinnilla ja ilman	a	Huolto-ohjeen mukaan	ER
silmän määräinen tarkastus sekä kuuntelu	a	Huolto-ohjeen mukaan	ER
käyttöohjeiden olemassaolo	a	Huolto-ohjeen mukaan	ER
Puhdista sisätilä ja ulkoo	a		SH
Mittaa vaihevirta	a		SH
Hälytysten tarkistus	a/4		KH

Paloläpiviennit

Tarkastetaan, että läpiviennit ovat tiiviit.	a	KH
--	---	----

Johdot

Varmistetaan oikea kyttötaste	a	KH
Tarkastetaan mekaaninen kunto, kiinnitykset ja suojaus.	a	KH
Tarkastetaan puhtaus.	a	KH

Muuntaja ssä

Määrittäjä	10a	KJ	Sähköturvallisuslain mukaan
------------	-----	----	-----------------------------

Tarkasta

Öljynmäärä	a/2	KJ	Vain vanhan rakennuksen 1000kVA muuntaja.
Puistomaantajan kunto	a	KJ	Vain vanhan rakennuksen 1000kVA muuntaja.
Öljynkuivain	a	KJ	Vain vanhan rakennuksen 1000kVA muuntaja.
Öljyn ja huoneen lämpötila	a	KJ	
Hälytysten ja käämien koestus	a	KJ	
Öljyn näytteenotto	a	KJ	Vain vanhan rakennuksen 1000kVA muuntaja.
Jäähdyttimen toiminta	a	KJ	
Käämien eritysisäntänsä	a	KJ	
Ten delta-mittaus	a	KJ	
Sisäisten komponenttien tarkastus	7a	KJ	

Jämiitetön huolto

Välittökylkimien toiminnan tarkastus	2a	KJ
Lämpönojen, säilön ja suojausten puhdistus	2a	KJ
Lämpökuvaus ennen huoltoa	2a	KJ

KJ-kojeisto sisältä

Määräaikaistarkastus 10a KJ Sähöturvallisuuslain mukaan

Kunnon ja puhtauden tarkastus

Liitokset	a	KJ
Erotimeet	a	KJ
Eristimet	a	KJ
Katkaisijat	a	KJ
Suojamaadoitus	a	KJ
Sulakkeet	a	KJ
Releiden aika- ja virta-asettelut	a	KJ
Kaapelipääteiden kunto	a	KJ

Järjittelyn huolto 3v välein

Katkaisijan toiminnan koestus	3a	KJ
Releiden koestus	3a	KJ
Kuormerotimen koestus	3a	KJ
Kiskoliitosten tarkastus ja lämpökuvaus	3a	KJ
Komponenttien puhdistus	3a	KJ

Maantaja ja KJ tilat/huoneet

Siisteyden tarkastus	a	KJ
Käyttö- ja turvaväliteiden kunto	a	KJ
Piirustukset ja kaaviot	a	KJ
Valaistus	a	KJ
Ilmanvaihto	a	KJ
Lukitukset	a	KJ
Varoituskytjit	a	KJ
Varuslakkeet	a	KJ

Sähkölaitantäjäjärjestelmä