



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SÄHKÖLAITTEISTON HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA

Kajaanin Romu Oy

TEKIJÄ/T: Jarkko Määttä

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Jarkko Määttä			
Työn nimi Sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelma			
Päiväys	19.6.2017	Sivumäärä/Liitteet	35/12
Ohjaaja(t) Lehtori Jari Ijäs			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Paikallis-Sähkö Oy			
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelma Kajaanin Romu Oy:n metallinkierrätyslaitokselle. Työn toimeksiantaja oli Paikallis-Sähkö Oy, joka vastaa myös sähkölaitteiston käytöstä ja kunnossapidosta.</p> <p>Työ edellytti tutustumista kiinteistön sähkölaitteistoon, käyttöolosuhteisiin, kunnossapitoa koskeviin lakeihin ja määräyksiin, yleisiin kunnossapito suosituksiin sekä laitevalmistajien huolto-ohjeisiin. Huolto- ja kunnossapito-ohjelma kattaa kiinteistön sähköverkon ja murska-aseman sähkölaitteistot. Metallinkierrätyslaitteistot luokiteltiin salaisiksi, joten niitä ei ole käsitelty tässä työssä, näiden laitteiden osalta huolto ja kunnossapito päätettiin toteuttaa ensisijaisesti laitevalmistajien ohjeiden mukaan. Työssä perehdyttiin sähkölaitteiston käyttöön, kunnossapitoon ja kunnossapito-ohjelman tekemiseen sähköturvallisuuslain ja viranomaismääräysten puitteissa.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin huolto- ja kunnossapito-ohjelma, joka sisältää kiinteistön sähkölaitteiston esittelyn, järjestelmäkohtaiset toimenpideluettelot, huollon aikataulut ja järjestelmäkohtaiset tarkastuskortit kunnonvalvonnan helpottamiseksi. Lisäksi työ sisältää Excel-pohjaisen kunnossapidon seurantaohjelman, johon tehdyt tarkastukset ja huoltotoimenpiteet merkitään.</p>			
Avainsanat kunnossapito, sähkölaitteisto, suunnitelma, ohjelma			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Jarkko Määttä			
Title of Thesis Maintenance Program for Electrical Equipment			
Date	19 June 2017	Pages/Appendices	35/12
Supervisor(s) Mr. Jari Ijäs, Lecturer			
Client Organisation /Partners Paikallis-Sähkö Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this bachelor's thesis was to create a maintenance program for the electrical equipment at Kajaanin Romu Oy's metal recycling plant. The client of the work was Paikallis-Sähkö Oy, who is also responsible for the use and maintenance of the electrical equipment.</p> <p>The work began by getting familiar with the electrical equipment and the operating conditions of the equipment used in the plant. It was also necessary to get familiar with the use, maintenance, laws, regulations and recommendations of the maintenance and manufacturer's instructions. The maintenance program includes the property's electricity grid and the crushing station's electrical equipment. Metal recycling equipment that required confidentiality agreements was excluded from the work and their maintenance is covered by the manufacturer's instructions.</p> <p>As a result of this thesis, a maintenance program was drawn up including a presentation of the electrical equipment in the property, systematic list of operations, maintenance schedules and systematic inspection cards to support condition monitoring. In addition, an Excel based maintenance tracking program in which inspections and maintenance operations is included.</p>			
Keywords Maintenance, electrical equipment, plan, program			

ESIPUHE

Haluan kiittää Paikallis-Sähkö Oy:tä ja erityisesti toimitusjohtaja Jukka Kivimäkeä tämän opinnäyte-työn aiheesta ja järjestämisestä. Kiitos myös Kajaanin Romu Oy:lle, joka toimi asiakkaana ja mahdollisti työn toteutuksen. Lisäksi haluan kiittää lehtori Jari Ijätä työn ohjaamisesta.

Kuopiossa 19.6.2017

Jarkko Määttä

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
2	KAJAANIN ROMU OY	8
3	KUNNOSSAPITO.....	9
3.1	Lämpökamerakuvaus	10
3.2	Eristysvastusmittaus.....	11
3.2.1	Polarisaatioindeksi.....	12
3.2.2	Mittaustulosten redusointi ja analysointi	12
3.3	Valaistus.....	13
4	LAIT JA MÄÄRÄYKSET	15
4.1	Sähkölaitteistoluokat	15
4.1.1	Luokan 1 sähkölaitteistot	15
4.1.2	Luokan 2 sähkölaitteistot	15
4.1.3	Luokan 3 sähkölaitteistot	16
4.2	Sähkölaitteiston käytönjohtaja	16
4.3	Varmennustarkastus	17
4.4	Määräaikaistarkastus	17
4.5	Kunnossapitotarkastukset	17
4.5.1	Nosto-ovet.....	17
4.5.2	Palonilmaisulaitteisto	18
4.5.3	Automaattinen sammutuslaitteisto	18
4.5.4	Savunpoistolaitteisto	18
5	KUNNOSSAPITO OHJELMA KAJAANIN ROMULLE	19
5.1	Asiakirjojen säilytys.....	19
5.1.1	Kohteen esittely	19
5.1.2	Kohteen sijainti	19
5.1.3	Kiinteistö ja sähkölaitteisto.....	19
5.1.4	Käyttö ja ylläpito	20
5.2	Asennusreitit	20
5.3	Paloläpiviennit	20
5.4	Keskijännitejakelujärjestelmä.....	20
5.4.1	Sähköenergian mittaukset	20

5.4.2	Keskijännitekojeistot.....	21
5.4.3	Muuntajat.....	21
5.4.4	Kojeisto- ja muuntamotilojen kunnossapito.....	21
5.5	Sähkön pääjakelujärjestelmä 400/230V	22
5.5.1	Keskuksien määräaikaistarkastukset	23
5.5.2	Loistehon kompensointilaitteet.....	24
5.6	Sähkönliitännäjärjestelmät	24
5.6.1	Pistorasiakeskukset ja pistorasiat	24
5.6.2	Autolämmityspistorasiat.....	24
5.7	Valaistusjärjestelmät	25
5.7.1	Sisävalaistusjärjestelmä	25
5.7.2	Ulkovalaistusjärjestelmä	25
5.7.3	Turvavalistusjärjestelmä	26
5.8	Tuotantolaitteiden huolto- ja kunnossapito	26
5.8.1	Murskaimen päämoottori ja sen syöttöjärjestelmä	27
5.8.2	Taajuusmuuttajat.....	29
5.8.3	Oikosulkumoottorit.....	30
6	YHTEENVETO	34
7	LÄHDELUETTELO	35
	LIITE 1: KUNNOSSAPIDON TARKASTUSKORTIT	36
	LIITE 2: KUNNOSSAPIDON SEURANTAOHJELMA.....	46

1 JOHDANTO

Sähkölaitteiston säännöllisellä hoidolla ja kunnossapidolla ylläpidetään laitteiston käyttöturvallisuutta ja toimintavarmuutta. Asianmukaisesti suoritetuilla tarkastuksilla, huolloilla ja kunnossapitotoimilla voidaan vähentää merkittävästi sähkölaitteistoista aiheutuvien onnettomuuksien ja tulipalojen vaaraa. Säännöllisesti suoritettavan kunnon tarkkailun lisäksi laki velvoittaa tekemään luokan 2 ja 3 sähkölaitteistoille ennalta laadittavan sähköturvallisuutta ylläpitävän kunnossapito-ohjelman.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia sähköturvallisuuslain asettamat vaatimukset täyttävä sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelma Kajaanin Romu Oy:n metallinkierrätyslaitokselle.

Opinnäytetyön tilaaja on Paikallis-Sähkö Oy, joka vastaa myös sähkölaitteiston käytönjohtajuudesta. Työ tuli ajankohtaiseksi, koska Kajaanin Romu Oy:n uudehkolle sähkölaitteistolle ei ollut vielä voimassa olevaa kunnossapito-ohjelmaa.

Työ alkoi tutustumalla kiinteistön sähkölaitteistoon, käyttöolosuhteisiin, sähköturvallisuuslakiin ja kunnossapitoa koskeviin suosituksiin, sekä laitevalmistajien kunnossapito-ohjeisiin. Osittain puutteellinen sähkölaitteiden dokumentointi antoi työhön vielä omat haasteensa. Kunnossapitosuunnitelmaa laadittaessa erityistä huomiota tuli kiinnittää metallinkierrätyslaitoksen vaativiin ympäristöolosuhteisiin, kuten raskaisiin käyttöihin, paikoitellen korkeaan lämpötilaan, sekä eri metallien kierrätysprosesseissa muodostuvaan hienoon metallipölyyn.

Opinnäytetyössä käydään läpi kunnossapitoa ja sitä koskevia määräyksiä, sekä lain asettamia vaatimuksia. Varsinaisessa huolto- ja kunnossapito-ohjelmassa käydään läpi sähkölaitteistoa ja suoritettavat huoltotoimenpiteet niille määrätyille aikajaksoille, sekä vastuunjaon tarkastuksien ja huoltojen suorittamisesta. Työ sisältää myös kunnonvalvonnan avuksi laaditut tarkastuskortit ja Excel-pohjaisen kunnossapidon seurantaohjelman.

2 KAJAANIN ROMU OY

Kajaanin Romu on vuonna 1984 perustettu metallinkierrätykseen erikoistunut yritys. Yrityksen yhtiömuoto muuttui vuonna 2004 osakeyhtiöksi, jonka jälkeen yritys on satsannut voimakkaasti kasvuun ja kehitykseen. Kovasta kehityksestä johtuen Kajaanin Romun metallinkierrätyslaitos on nykyään yksi Suomen edistyneimmistä metallinkierrätyslaitoksista. Kajaanin Romu Oy:n murska-asema ja sen takana sijaitseva lajitteluhalli näkyvät kuvassa 1.

Liiketoimintaan kuuluvat kaikenlaisen metalliromun kierrättäminen, autojen kierrätys sekä erilaiset purkutytöt. Asiakkaina toimivat mm. erilaiset metalliteollisuuden yritykset, autopurkaamot, romukauppiat sekä yksityishenkilöt. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2016 14 milj. euroa.



Kuva 1. Kajaanin Romu Oy:n murska-asema (Kajaanin Romu Oy, 2015)

3 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidon tarkoituksena on ylläpitää sähkölaitteiston tai -laitteen kuntoa koko sen elinkaaren ajan. Kunnossapitotyöt voidaan jakaa niiden vaativuuden perusteella sellaisiin töihin, joissa on sähköiskun vaara tai sellaisiin töihin joissa laitteen tai laitteiston kosketussuojaus mahdollistaa turvallisen työskentelyn. Turvallisia töitä ovat esimerkiksi lamppujen ja sulakkeiden vaihdot tihettyjä poikkeustapauksia lukuun ottamatta. (Mäkinen, 2010)

Sähkölaitteistojen ylläpito koostuu laitteistojen hoidosta ja kunnossapidosta. Kiinteistönpito voidaan jakaa eri osa-alueisiin kuvan 2 osoittamalla tavalla. Ylläpidon tavoitteena on pitää sähkölaitteistojen kunto ja käyttöarvo niille asetetuissa vaatimuksissa mahdollisimman taloudellisesti ja tarkoituksenmukaisesti. (Sähkötieto ry, 1998)



Kuva 2. Kiinteistönpidon osa-alueet. (Sähkötieto ry, 2009)

Kiinteistön hoito käsittää laitteiston käyttötoimenpiteet, kuten jatkuvan kunnonvalvonnan ohjauksen ja säännöllisin välein suoritettavat tarkastukset, sekä huollon, jolla laitteisto pidetään toimintakuntoisena tai palautetaan siihen. Huolto voidaan lisäksi jakaa ehkäisevään tai korjaavaan huoltoon. Ehkäisevässä huollossa laitteistolle tehdään ennalta määrätyin aikavälein toimenpiteitä, joiden tarkoituksena on pitää laitteisto käyttö- ja toimintakunnossa. Korjaavassa huollossa vioittuneet laitteet tai sen osat palautetaan normaaliin käyttö- ja toimintakuntoon. (Sähkötieto ry, 2009)

”Kunnossapidolla tarkoitetaan toistuvia toimenpiteitä, joiden tarkoituksena on korjaamalla tai uusimalla säilyttää kohde ja siihen kuuluvat laitteet ja varusteet likimain alkuperäisessä kunnossa.” (Sähkötieto ry, 2009)

3.1 Lämpökamerakuvaus

Sähkölaitteiden lämpökuvaus eroaa rakennusten rakenteiden lämpökuvauksesta oleellisesti ja kuvauksissa tulee ottaa huomioon tiettyjä erityispiirteitä. Sähkökomponenttien lämpötilat ovat sidoksissa niiden kuormitusvirtaan, joten tuloksien luotettavan tulkinnan kannalta on tärkeää määrittää laitteiston kuormitustila ja mitata kuormitusvirta kuvaushetkellä. Lämpökuvaus mahdollistaa alkavien vikojen ja paloriskien paikallistamisen. Lämpökuvaajan pätevyitymiskokeita ja rekisteriä valtuutetuista lämpökuvaajista pitää Henkilö- ja yritysarviointi Seti Oy. (Sähkötieto ry, 2014)

Sähkölaitteistojen lämpökuvauksia saa suorittaa sähköalan ammattilainen tai opastettu henkilö sähköalan ammattilaisen valvonnassa. Luotettavien tulosten saaminen edellyttää laitteistojen kosketussuojausten poistamista, jonka saa tehdä vain sähköalan ammattilainen. Lämpökuvauksia tehdessä tulee kiinnittää huomiota sähkötyöturvallisuuteen. Kuvaukset tehdään aina virrallisiin ja paljaita jännitteisiä osia sisältäviin järjestelmiin, joissa piilee sähköiskun tai valokaaren vaara. (Sähkötieto ry, 2014) Kuvassa 3 on perusmallinen Fluken valmistama lämpökamera.

Ennen kuin sähkölaitteistolle voidaan suorittaa lämpökuvaukset, sen tulee olla normaalissa käytössä vähintään puoli tuntia. Normaalilla käytöllä tarkoitetaan käyttöä, jossa kuormitusvirta on vähintään 40 % nimelliskuormituksesta. Mittausnäkymän on oltava esteetön, keskusten, kytkentäkoteloiden yms. kannet ja kosketussuojaukset on poistettava. Kuormitusvirrat mitataan luotettavalla tavalla, mittalaitteena voidaan käyttää esimerkiksi pihtiampeerimittaria. Kuvauksia tehdessä tulee huomioida myös kuvakulmat, lämpöheijastumat, taustalämpö yms. Saadut tulokset kirjataan lopuksi lämpökuvausraporttiin. (Sähkötieto ry, 2014)



Kuva 3. Fluke TiS10- lämpökamera (Fluke corporation, 2017)

3.2 Eristysvastusmittaus

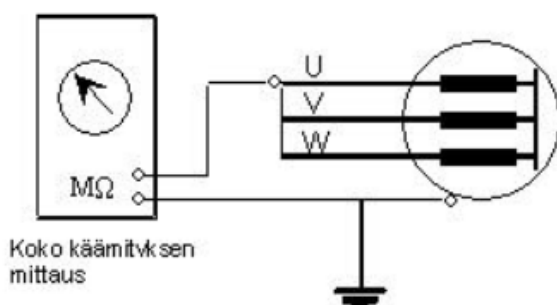
Sähkökoneiden käämityksen eristystila saadaan selvitettyä eristysvastusmittauksella. Mittaus voidaan suorittaa säännöllisesti osana yleistä kunnossapitoa, kuitenkin aina ennen moottorin käyttöönottoa tai pitempiaikaisen seisonnan jälkeen. Moottorin sisälle kertynyt kosteus ja lika näkyvät eristysvastuksen alenemisena. (ABB, 2006)

Eristysvastusmittauksessa käytettävän tasajännitteen suuruus riippuu mitattavan käämin nimellisjännitteestä. Mittauksissa voidaan käyttää taulukon 1 ohjeellisia jännitteitä. Mittauksen aikana käämityksen eristys alkaa varautua ja sen ominaisuuksista riippuva vuotovirta alkaa kulkea. Kun käämityksen eristys on kokonaan varautunut, jäljelle jää vain vuotovirta- komponentti. Eristyksen varautumisen aikana mittaustulos voi vaihdella voimakkaasti, joten mittauksen tulisi kestää vähintään minuutin ajan, jonka jälkeen mittaustulokset kirjataan muistiin. Mittaushetken käämityksen lämpötila tulee myös kirjata muistiin myöhempää tulosten käsittelyä varten. (PSK Standardisointiyhdistys ry, 2000)

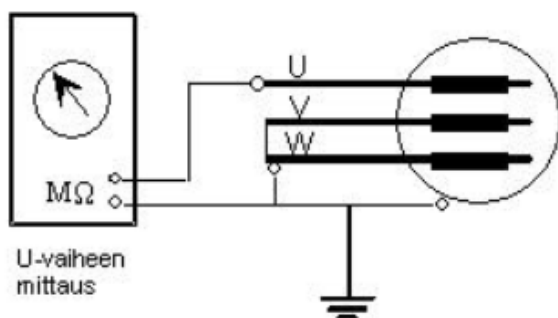
Taulukko 1. Eristysvastusmittauksessa käytettävän jännitteen valinta käämityksen nimellisjännitteen mukaan. (PSK Standardisointiyhdistys ry, 2000)

Käämityksen nimellisjännite (V)	Eristysvastusmittaus (V DC)
<1000	500- 1000
1000- 6600	1000
6600- 15000	1000- 5000

Ennen mittauksen aloittamista sähkökoneen syöttökaapelit irrotetaan, jotta saadaan mitattua pelkkä käämityksen eristysvastus. Mittaus suoritetaan käämityksen virtajohtimien ja maan, eli laitteen rungon väliltä. Mittaus voidaan suorittaa koko vaihekäämitykselle samaan aikaan (kuva 4), mikäli vaihekäämit mitataan erikseen, tulee muut kuin mitattava vaihekäämi kytkeä mittauksen ajaksi koneen runkoon (kuva 5). Myös muut sähkökoneen mahdolliset elementit, esimerkiksi käämityksen lämpötila-anturit kytketään mittauksen ajaksi koneen runkoon. (PSK Standardisointiyhdistys ry, 2000)



Kuva 4. Kytkentä eristysvastusmittauksesta, jossa kaikki vaihekäämit mitataan samalla kerralla. (PSK Standardisointiyhdistys ry, 2000)



Kuva 5. Kytkenä eristysvastusmittauksesta, jossa vaihekäämit mitataan yksitellen. (PSK Standardisointiyhdistys ry, 2000)

3.2.1 Polarisaatioindeksi

Sähkökoneiden kosteus tai likaisuus voidaan arvioida polarisaatioindeksin avulla. Polarisaatioindeksi PI muodostetaan kahdesta erillisestä mittauksesta, joissa käytetään eri mittausaikaa. Vertailtavien mittausaikojen tulisi olla vähintään 15 s ja 60 s tai vaihtoehtoisesti 60 s ja 600 s. Polarisaatioindeksin avulla lasketut mittaustulokset ovat vähemmän riippuvaisia käämityksen lämpötilavaihteluille. Mittaustuloksia voidaan pitää käämityksen lämpötilasta riippumattomina, kun mitattavien käämien lämpötila ei ylitä 50°C. Polarisaatioindeksi saadaan laskettua kaavalla 1. Mittaustuloksista lasketut arvot asettuvat tavallisesti 1- 4 välille. Riittävänä polarisaatioindeksin rajana pidetään arvoa 2, sen alittamat arvot kertovat, että käämitys on likainen tai kostea. (ABB, 2006)

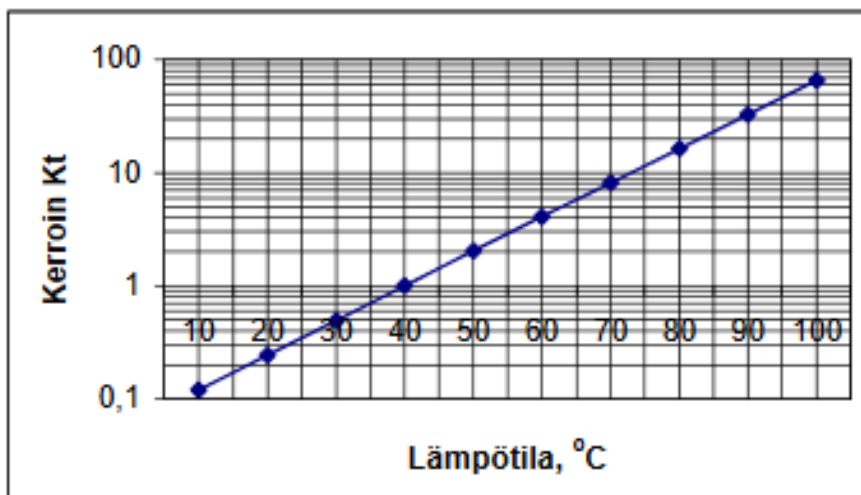
$$PI = \frac{R_{600}}{R_{60}} \quad (1)$$

3.2.2 Mittaustulosten redusointi ja analysointi

Mitattavan käämityksen lämpötila vaikuttaa suoraan eristysvastusmittauksesta saatuihin tuloksiin. Standardin IEEE 43 mukaan eristysvastusmittaustuloksien vertailulämpötilana käytetään 40°C lämpötilaa. Mittaustuloksista saadaan keskenään vertailukelpoisia, kun ne redusoidaan samaan lämpötilaan. Tulokset saadaan redusoitua kaavalla 2. (PSK Standardisointiyhdistys ry, 2000)

$$Re(40^{\circ}C) = Re(T) \cdot Kt, \quad (2)$$

jossa Kt on kuvan 6 kerroin.



Kuva 6. Lämpötilan riippuvuus eristysvastusarvon redusointikertoimesta Kt. (PSK Standardisointiyhdistys ry, 2000)

Sähkökoneiden eristysvastusarvoihin vaikuttavat mm. koneen tyyppi, ympäristöolosuhteet, koneen ikä ja käyttötapa. Taulukon 2 arvoja voidaan kuitenkin pitää suuntaa antavina ohjearvoina. Taulukon arvot ovat ilmoitettu lämpötilalle 40 °C, kun mittausaika on 1 minuutti tai enemmän. (ABB, 2006)

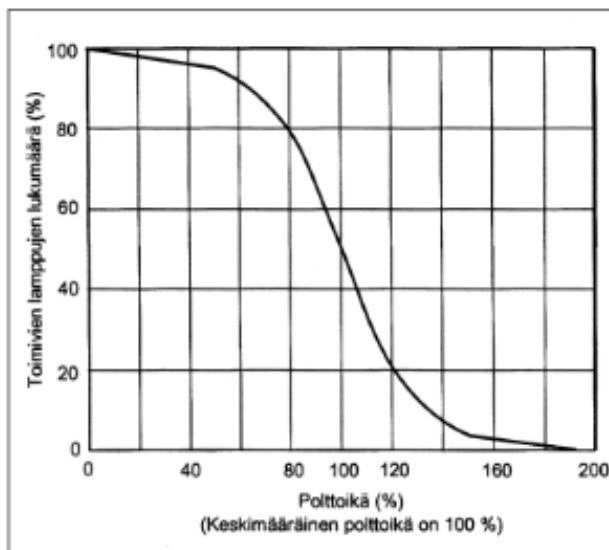
TAULUKKO 2. Sähkökoneiden eristysvastusarvoja. (ABB, 2006)

Roottorin eristysvastusarvo	> 5 MΩ
Uuden staattorin eristysvastusarvo	> 1000 MΩ
Käytetyn staattorin eristysvastusarvo	> 100 MΩ

3.3 Valaistus

Tilan valaistusvoimakkuus pienenee jatkuvasti, ellei valaistushuoltoon kiinnitetä huomiota. Lamppujen kyky tuottaa valoa pienenee niiden ikääntyessä. Kaasutäytteisten vakiohehkulamppujen valovirta pienenee keskimäärin 5-8 % polttoajan aikana ja loiste- sekä muiden purkauslamppujen 10-40 % riippuen lamppulajista ja tehosta. Lamppulajista riippuen myös väriominaisuudet voivat muuttua. (Sähkötieto ry, 2003)

Valaisimien loppuun palaminen pienentää myös tilan valaistusvoimakkuutta, kun 15-20 % lamppuista on palanut loppuun, kiihtyy lamppujen loppuun palaminen kuvan 7 mukaisesti. Valaisimien hyötöpolttoikä saavutetaan, kun valaistusvoimakkuus on laskenut 30 %, joka vastaa polttimoiden 20 %:n valovirran alenemaa ja 10 %:n kuolleisuutta. Lian kertyminen valaisimien heijastinpinoille tai muille valoa läpäiseville pinoille vaikuttaa myös valaistusvoimakkuuteen, pölyisissä tiloissa vaikutus on merkittävä. Muita valaistusvoimakkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat tilan heijastavat pinnat, kuten lattiat, seinät ja katto. Vaaleiden pintojen likaantuminen alentaa niiden heijastussuhdetta, joka vaikuttaa valotehoa alentavasti. (Sähkötieto ry, 2003)



Kuva 7. Hyvälaatuisille loistelampuille ominainen elinkaari. (Sähkötieto ry, 2003)

Tilan valaistusvoimakkuus voidaan pitää lähes uutta vastaavassa kunnossa, kun himmentyneet ja loppuun palaneet lamput vaihdetaan ajoissa uusiin, likaantuneet valaisimet ja lamput puhdistetaan säännöllisesti, vioittuneet valaisimet korjataan tai vaihdetaan uusiin, huonepinnat maalataan tai puhdistetaan tarvittaessa ja tilan ikkunat puhdistetaan säännöllisesti. (Sähkötieto ry, 2003)

Suurissa tiloissa on yksittäisten lamppujen sijasta kustannustehokkaampaa suorittaa lamppujen ryhmävaihto kerralla. Ryhmävaihto kannattaa suorittaa lamppuille ilmoitetun hyötypolttoiän mukaan, jos hyötypolttokäähä ei ole tiedossa voidaan lamput vaihtaa, kun noin 15-20 % lampuista on palanut. Kuvasssa 7 nähdään kuinka lamppujen palaminen kiihtyy polttoiän funktiona. (Sähkötieto ry, 2003)

Lamppuvalmistajien keskimääräiset hyötypolttoiät on ilmoitettu taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Valonlähteiden keskimääräinen hyötypolttokä. (Ensto, 2017)

Valonlähde	Hyötypolttokä (h)
Loistelamppu	n. 15000
Pienloistelamppu	n. 10000
Elohopealamppu	n. 24000
Suurpainenatriumlamppu	n. 20000
Monimetallilamppu	n. 10000
Halogeenilamppu	n. 2000
Led- valaisin	jopa 50000

4 LAIT JA MÄÄRÄYKSET

Sähköturvallisuuslaki (1135/2016) on asettanut sähkölaitteiston käyttöä ja huoltoa koskien tiettyjä vaatimuksia. Sähkölaitteiston haltijan tulee hoitaa sähkölaitteistoa niin, ettei siitä aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa. Laitteiston kuntoa on tarkkailtava säännöllisesti ja havaitut puutteet tai viat on poistettava riittävän nopeasti. Sähköalan ammattilaisten lisäksi riittävästi tehtäviinsä opastetut maallikot voivat osallistua kunnan valvontaan. (Sähköinfo Oy, 2017)

Sähköturvallisuuslain (1135/2016) 48 §:n mukaan:

”Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille laaditaan sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että kunnossapito ohjelmaa noudatetaan.” (Sähköinfo Oy, 2016)

4.1 Sähkölaitteistoluokat

Sähkölaitteistot on jaettu luokkiin niiden laajuuden ja erikoisominaisuuksien perusteella. Sähkölaitteistoille suoritettavat varmennus- ja määräaikaistarkastukset, sekä niiden suorittajat määräytyvät luokkajaon perusteella. Lisäksi luokkajaon perusteella määräytyy rekisterinpitäjä, jolle ilmoitukset tehdään. Sähkölaitteistoluokkia käsitellään sähköturvallisuuslain (1135/2016) kohdassa 44 §. (Sähköinfo Oy, 2017)

4.1.1 Luokan 1 sähkölaitteistot

Luokkaan 1a kuuluvat sähkölaitteistot asuinrakennuksessa, joissa on enemmän kuin kaksi huoneistoa. Asuinrakennuksella tarkoitetaan rakennusta, jonka pääkäyttötarkoitus on palvella asumista. Asuinrakennus voi kuitenkin sisältää myös muita tiloja, kuten liiketiloja. (Sähköinfo Oy, 2017)

Luokkaan 1b kuuluvat muualla, kuin asuinrakennuksissa sijaitsevat sähkölaitteistot, joita suojaavan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 A, mutta ei luokitella luokan 2 tai 3 sähkölaitteistoiksi. Luokkaan 1b kuuluvia sähkölaitteistoja voivat olla esim. teollisuus-, liike- ja majoitusrakennusten kiinteistöt. Luokan 1b sähkölaitteisto käsittää haltijan koko liittymän/ kiinteistön, eikä sitä ole rajattu yksittäisiin rakennuksiin kuuluvaksi. (Sähköinfo Oy, 2017)

4.1.2 Luokan 2 sähkölaitteistot

Luokkaan 2c kuuluvat yli 1000 voltin nimellisjännitteisiä osia sisältävät sähkölaitteistot. Samaan sähkölaitteistoon katsotaan kuuluvaksi kaikki samalle kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennetut saman haltijan rakennukset, myös muu kiinteistön jakeluverkko, sekä ulkotilat, joissa on enintään vain 1000 voltin sähkölaitteistoja. Saman kiinteistöryhmän tai kiinteistön alueella voi olla lisäksi eri haltijoiden, eri luokkiin kuuluvia sähkölaitteistoja. (Sähköinfo Oy, 2017)

Luokkaan 2d kuuluvat liittymisteholtaan yli 1600 kVA:n enintään 1000 voltin sähkölaitteistot. Luokan 2d sähkölaitteisto vastaa luokan 2c sähkölaitteistoa sillä erolla, että laitteistot sisältävät enintään 1000 voltin osia. (Sähköinfo Oy, 2017)

4.1.3 Luokan 3 sähkölaitteistot

Luokan 3c sähkölaitteistoja ovat sähkönjakeluverkot, jotka edellyttävät sähköverkkolupaa. Verkonhaltijan verkoilla tarkoitetaan siirto- ja jakeluverkkoja, jotka ovat kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän ulkopuolella. (Sähköinfo Oy, 2017)

4.2 Sähkölaitteiston käytönjohtaja

Sähkölaitteiston haltijan tulee nimetä käyttötöitä varten käytön johtaja nimellisjännitteeltään yli 1000 voltin osia sisältävälle laitteistolle ja pienjännitelaitteistoihin, joiden haltijan kiinteistöille tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summa on yli 1600 kVA. Käytön johtajaa ei tarvitse kuitenkaan nimetä sellaisille sähkölaitteille, joita syötetään enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä ja jännite nostetaan hakkureilla tai muuntajilla yli 1000 voltin (esim. valoputkilaitteistot, UPS-järjestelmät, televisiot, kopiokoneet yms.). (Sähköinfo Oy, 2017)

Käytön johtajan tulee olla sähkölaitteiston haltija tai tämän palveluksessa. Käytön johtajana voi toimia myös sellaisen yhteisön palveluksessa oleva henkilö, jolla on sähkölaitteiston haltijan kanssa sähkölaitteistoa koskeva kunnossapitosopimus. Käytön johtajana voi toimia myös yksityinen henkilö, joka ei ole sähkölaitteiston haltijan palveluksessa, jos sähkölaitteistoon kuuluu enintään kolme nimellisjännitteeltään enintään 20 kilovoltin muuntamoita tai muuntamoon rinnastettavaa erillistä yli 1000 voltin nimellisjännitteistä kytkinlaitosta. Käytön johtajana toimiminen edellyttää lisäksi aina asianmukaisen pätevyystodistuksen. (Sähköinfo Oy, 2017)

Sähköturvallisuuslain (1135/2016) 61 §:n mukaan:

”Sähkölaitteiston haltijan on annettava käytönjohtajalle riittävät mahdollisuudet johtaa ja valvoa käyttötöitä. Sähkölaitteiston haltijan on lisäksi annettava käytönjohtajalle tarvittavat tiedot sähkölaitteiston rakennus- ja korjaustöistä sekä niihin liittyvistä tarkastuksista.” (Sähköinfo Oy, 2016)

Käytönjohtajan velvollisuuksiin kuuluu huolehtia, että käyttö- ja huoltotöissä noudatetaan sähköturvallisuuslakia ja sen nojalla annettuja säännöksiä ja määräyksiä, sähkölaitteisto pysyy käytön aikana sähköturvallisuussäännösten edellyttämässä kunnossa, käyttötöitä tekevät henkilöt ovat riittävän ammattitaitoisia ja opastettuja tehtäviinsä. Lisäksi käytön johtajan tulee ylläpitää omaa ammattitaitoaan. (Sähköinfo Oy, 2017)

4.3 Varmennustarkastus

Sähkölaitteistolle tulee tehdä varmennustarkastus ennen laitteiston ottamista varsinaiseen käyttötarkoitukseen tai määrätyn ajan kuluessa käyttöönotosta. Varmennustarkastuksia tekevät valtuutetut laitokset ja valtuutetut tarkastajat sähköturvallisuuslain 46 §:n mukaisesti. Tarkastuksessa laitteiston sähköturvallisuus tulee varmistaa riittävän laajasti pistokokein tai muulla sopivalla tavalla sekä lisäksi varmistaa, että laitteistolle on tehty asianmukainen käyttöönototarkastus. (Sähkötieto ry, 2017)

Varmennustarkastus tulee suorittaa viimeistään kolmen kuukauden kuluessa sähkölaitteiston käyttöönotosta ja verkonhaltijan kalenterivuoden aikana rakennetuille sähköverkoille seuraavan kalenterivuoden kuluessa. Valtioneuvoksen asetuksen (1434/2016) 6§:ssa merkittävästi muutettujen- tai laajennettujen sähkölaitteistojen varmennustarkastus on kuitenkin tehtävä ennen tilojen ottamista varsinaiseen käyttötarkoitukseensa. (Sähkötieto ry, 2017)

4.4 Määräaikaistarkastus

Sähkölaitteiston määräaikaistarkastus perustuu sähköturvallisuuslain (1135/2016) asettamiin vaatimuksiin ja sitä täydentävään valtioneuvoksen asetukseen sähkölaitteistoista (1434/2016) sekä Tukesin antamiin viranomaisohjeisiin. (Sähkötieto ry, 2017)

Määräaikaistarkastuksella valvotaan, että sähkölaitteiston haltija ylläpitää sähkölaitteiston käytön turvallisuutta noudattamalla ennalta laadittua hoito- ja kunnossapito-ohjelmaa sekä laitevalmistajien käyttö- ja huolto-ohjeita. Määräaikaistarkastuksen väli on kymmenen vuotta luokan 1 ja 2 sähkölaitteistoille, lukuun ottamatta asuinrakennuksia. Asuinrakennuksille, joiden yhteydessä on muita kuin pääasiassa asumiseen tarkoitettuja tiloja, joiden ylivirtasuojan nimellisvirta ylittää 35 A on määräaikaistarkastus tehtävä kuitenkin kymmenen vuoden välein. Luokan 3 sähkölaitteistoille tulee suorittaa määräaikaistarkastus viiden vuoden välein. Määräaikaistarkastuksen voi tehdä valtuutettu tarkastuslaitos tai valtuutettu tarkastaja. (Sähkötieto ry, 2017)

4.5 Kunnossapitotarkastukset

Muita viranomaismääräyksiin perustuvia tai sähkölaitteiston haltijan toimesta tehtäviä kunnossapitotarkastuksia koskevia laitteistoja ovat nosto-ovet, palonilmaisulaitteisto, automaattinen sammutuslaitteisto ja savunpoistolaitteisto.

4.5.1 Nosto-ovet

Nosto-ovien käyttöä ja kunnossapitoa on käsitelty hissiturvallisuuslaissa (1134/2016). Sähkökäyttöisille nosto-oville, joiden nostokorkeus ylittää 2,9 metriä tulee suorittaa määräaikaistarkastus ensimmäisen kerran neljän vuoden aikana käyttöönotosta ja sen jälkeen aina neljän vuoden välein. Tarkastuksen piiriin kuuluville nosto-oville tulee tehdä lisäksi varmennustarkastus kuuden kuukauden kuluessa käyttöönotosta. Määräys ei koske yksityiskäytössä olevia tai rakenteeltaan sellaisia nosto-

ovia, joiden ovipinta kiertyy rullalle akselin ympäri. Määräaikaistarkastuksia ja varmennustarkastuksia tekevät valtuutetut tarkastuslaitokset ja valtuutetut tarkastajat. (Sähköinfo Oy, 2017)

4.5.2 Palonilmaisulaitteisto

Kiinteistön palonilmaisulaitteistolle tulee tehdä ennen laitteiston käyttöönottoa valtuutetun tarkastuslaitoksen suorittama käyttöönottotarkastus. Palonilmaisulaitteistolla tarkoitetaan laitteistoa, joka on liitetty hätäkeskukseen ja antaa automaattisesti ilmoituksen alkavasta palosta tai laitteistoa koskevista viasta. Tarkastuksella varmennetaan, että laitteisto on asennettu asianmukaisesti ja laitteisto täyttää sille asetetut lait, asetukset ja määräykset sekä asennuksesta on laadittu asennustodistus. Paloilmaisulaitteiston haltijan tulee huolehtia, että laitteistolle suoritetaan kolmen vuoden välein määräaikaistarkastus, jolla tarkastetaan laitteen toiminta ja soveltuvuus kohteeseen. Määräaikaistarkastuksen saa suorittaa vain tehtävään hyväksytty tarkastuslaitos. (Sähkötieto ry, 2009)

4.5.3 Automaattinen sammutuslaitteisto

Sammutuslaitteistolla tarkoitetaan laitteistoa, jonka tarkoituksena on sammuttaa tai rajoittaa havaitsemansa palo. Laitteistot ryhmitellään joko sprinklerilaitteistoihin, kaasusammutuslaitteistoihin tai muihin yksilöitävissä oleviin sammutuslaitteistoihin. Laitteiston haltija vastaa, että laitteistolle on laadittu asianmukainen kunnossapito-ohjelma, laitteiston testaus-, huolto- ja korjaustoiminta suoritetaan laitteiston valmistajan ohjeiden mukaisesti sekä laitteiston käyttöönottotarkastus ja määräaikaistarkastukset tehdään ajallaan. Automaattiselle sammutuslaitteistolle määräaikaistarkastusväli on kaksi vuotta. Tarkastukset saa suorittaa vain valtuutettu tarkastuslaitos. (Sähköinfo Oy, 2006)

4.5.4 Savunpoistolaitteisto

Savunpoistolaitteiston kunnossapidon kannalta keskeisimpiä kohteita ovat savusulut, savunpoistoluukut, savunpoistopuhaltimet, savunpoistokanavat ja ohjauskeskuksen toiminta. Savunpoistolaitteistolle tulee nimetä käytöstä vastaava henkilö, jolle on annettu riittävä koulutus laitteiston käytöstä ja huollosta. Savunpoistolaitteistolle tulee laatia riittävät huolto ja kunnossapitoa koskevat kirjalliset ohjeet, jotka sisältävät vähintään vastuuhenkilöiden yhteystiedot, luettelon huoltoja koskevista työkaluista ja varaosista, tarkastus- huolto ja koestusohjeet, toimintaohjeen vikojen korjaamiseksi, kunnossapidon päiväkirjan sekä ohjeen asiakirjojen ja päiväkirjan säilyttämisestä. (Sähkötieto ry, 2012)

5 KUNNOSSAPITO OHJELMA KAJAANIN ROMULLE

Tämän huolto- ja kunnossapitosuunnitelman tarkoituksena on ylläpitää sähkölaitteiston normaali toimintakyky koko laitteiston elinkaaren ajan. Kunnossapito-ohjelman laadinnassa on käytetty apuna ST-kortistoa ja laitevalmistajien ohjeita.

Säännöllisin väliajoin suoritetuilla tarkastuksilla voidaan tarkkailla laitteiston jatkuvaa kuntoa ja ennaltaehkäistä yllättäviä laiterikkoja. Tulevat määräaikaishuollot ja kunnossapitotyöt voidaan suunnitella etukäteen ja keskittää hallitusti sopivaan ajankohtaan. Suunnitelma sisältää sähkölaitteiston kuvauksen, suoritettavat toimenpiteet aikajaksoina, tarkastuspöytäkirjat sekä Excel- seurantaohjelman.

Seurantaohjelmassa työt on jaettu niiden vaativuuden perusteella sähköalan ammattilaisille tai maalikoille sallituiksi töiksi. Kuukausittain suoritettavat turvalliset huolto- ja tarkastustoimenpiteet on tarkoitettu Kajaanin Romu Oy:n henkilöstölle tai muille maallikkohenkilöille. Vaativat tai vaaralliset työt, joissa on sähköiskun tai valokaaren vaara on tarkoitettu Paikallis-Sähkö Oy:n henkilöstölle tai muille sähköalan ammattilaisille. Sähkölaitteiston käytönjohtaja tekee puolivuositarkastuksen, jolla varmistetaan, että suunnitellut huolto- ja tarkastustoimenpiteet on tehty asiaan kuuluvalla tavalla, ellei näin ole, tulee asiasta kirjallisesti huomauttaa.

5.1 Asiakirjojen säilytys

Huolto- ja kunnossapito-ohjelmaa säilytetään osana sähkölaitteiston huoltoa ja kunnossapitoa koskevia asiakirjoja, kuten piirustuksia, kaavioita ja ohjeita. Asiakirjojen säilytyksestä ja ajantasaisuudesta vastaa sähkölaitteiston kunnossapidosta vastaava henkilö.

5.1.1 Kohteen esittely

Sähkölaitteiston ja kiinteistön omistaa Kajaanin Romu Oy. Kiinteistö toimii metallinkierrätyslaitoksena. Prosessitilat koostuvat murska-asemasta ja erillisestä lajitteluhallista. Tilat sisältävät lisäksi muuntamo-, varasto-, korjaamo- ja toimistotilat.

5.1.2 Kohteen sijainti

Murska-aseman osoite on Mustantie 501, 87100 Kajaani.

5.1.3 Kiinteistö ja sähkölaitteisto

Kiinteistö luokitellaan teollisuuskiinteistöksi. Sähkölaitteisto kuuluu sähkölaiteluokkaan 2c.

5.1.4 Käyttö ja ylläpito

Sähkölaitteiston käytöstä ja huollosta vastaa Paikallis-Sähkö Oy. Käytönjohtajana toimii Jarkko Kemppainen.

5.2 Asennusreitit

Kaapelointi on toteutettu käyttämällä asennusreitteinä pääsääntöisesti kaapelihylly-, johtokanava ja ripustuskiskojärjestelmiä. Asennusreittien kunnonvalvonnan osalta keskitytään tarkkailemaan yleisesti johtoteiden puhtautta, mekaanista kuntoa sekä täyttöä. ST-kortiston ohjeistuksen mukaan vaativissa olosuhteissa **tarkastuksien määräväli on kolme vuotta**.

Murskalinjastojen kaapelihyllyt joutuvat poikkeuksellisen alttiiksi prosessissa muodostuvalle pölylle ja jätteelle, joten niiden silmämääräinen kunnontarkkailu tulee olla säännöllistä. Tarvittaessa kaapelihyllyille kertynyt lika ja jäte poistetaan. Tarkastukset voidaan sisällyttää osaksi kuukausittaista tarkastusta.

5.3 Paloläpiviennit

Paloläpivienneillä tarkoitetaan eri palo-osastojen läpi vietävien kaapeli tai kaapelijärjestelmien läpivientejä. Paloläpiviennit tulee eristää siten, ettei tulipalo tai savu pääse leviämään läpivientien kautta eri tiloihin. **Paloläpivientien kunto tulee tarkastaa vuosittain**.

5.4 Keskijännitejakelujärjestelmä

Murska-aseman yhteydessä on päämuuntamotila, johon kytkeytyy verkkoyhtiön 20 kV syöttökaapeli. Muuntamotila koostuu lukitusta keskijännitekojeistotilasta sekä kahdesta lukitusta muuntajatilasta. Päämuuntamotilassa on myös keskijännitelähtö lajitteluhallissa sijaitsevalle puistomuuntamolle.

5.4.1 Sähköenergian mittaukset

Kiinteistön sähköenergianmittaus suoritetaan 20 kV verkosta. Mittalaitteet sijaitsevat päämuuntamon keskijännitekojeistotilassa.

5.4.2 Keskijännitekojeistot

Päämuuntamotilan keskijännitekojeisto muodostuu metallikuorisista täysin eristetyistä kennokoteloiduista kojeistoista. Järjestelmä koostuu SF₆-kaasueristeisistä kuormaerotin- ja varokekuormaerotin kenoista, tyhjiökatkaisinenoista sekä mittauskennoista.

5.4.3 Muuntajat

Kiinteistön alueella on 4 muuntajaa:

- kiinteistön päämuuntaja 20/0,4kV 1600 kVA
- keskijännitemuuntaja 20/6kV 3150 kVA
- Puistomuuntamon 2x 20/0,4kV muuntajaa.

5.4.4 Kojeisto- ja muuntamotilojen kunnossapito

Kojeisto- ja päämuuntamotilat sijaitsevat prosessista erillään omissa suojatuissa tiloissa, joten niiden huollossa- ja kunnossapidossa voidaan käyttää normaaliolosuhteiden asettamia vaatimuksia. Lajitteluhallissa sijaitseva puistomuuntamo on puolestaan jatkuvasti alltiina tuotantoprosessissa syntyvälle hienolle metallipölylle ja ajoittain myös mekaaniselle kolhimiselle. Vastuunjako kunnossapitotoimille ilmenee niiden vaativuuden mukaan Excel- kunnossapito-ohjelmassa.

Kerran kuukaudessa varmistetaan, että:

- sähkötilojen edustat ovat vapaina ja kulku on esteetöntä
- sähkötilojen ovet ovat kunnossa ja lukittu
- oviin ja kojeistoihin on liitetty asianmukaiset varoituskilvet

Puistomuuntamolle suoritetaan kuukausittain lisäksi seuraavat tarkastukset:

- muuntamon mekaaninen kunto tarkastetaan
- varmistetaan muuntamon esteetön jäähdytysilman saanti
- Puistomuuntamon ilmanvaihtosuodattimet puhdistetaan tai vaihdetaan tarvittaessa uusiin vähintään 6kk välein. Samalla tarkastetaan puistomuuntamon puhdistuksen tarve. Tarvittaessa sisälle kertynyt pöly imuroidaan.

Kerran vuodessa varmistetaan, että:

- kojeistot ovat lukittuina ja kosketussuojattuina
- yleinen siisteys ja valaistus ovat kunnossa
- kojeisto laitteiden SF₆-kaasun määrä on normaali
- tilasta löytyvät tarvittavat käyttö ja turvavälineet, kuten erottimien ohjaussauvat, sulakkeiden vaihtolaitteet, työmaadoituslaitteet, kiinteät ja siirrettävät varoituskilvet, mekaaniset suojat, jännitteenkoetin ja ensiapuhjeet
- kaapelipäätteet ja tukieristimet ovat kunnossa
- sähköpiirustukset ja kaaviot ovat ajan tasalla
- releiden asetteluarvot ovat oikein
- muuntajissa ei ole öljyvuoja ja öljymäärä on oikea
- Kojeisto- ja päämuuntamo tilan ilmanvaihtosuodattimet puhdistetaan tai vaihdetaan tarvittaessa uusiin 1 vuoden välein.

Kahden vuoden välein suoritettavia toimenpiteitä ovat:

- muuntajille ja katkaisijoille suoritetaan lämpökamerakuvaukset
- kaapeliliitoksille ja liitännöille suoritetaan lämpökamerakuvaukset
- Lämpökamerakuvauksien tulokset raportoidaan ja suoritetaan vertailu aikaisempien tulosten kesken.

- Viiden vuoden välein suoritettavia toimenpiteitä ovat:

- 20 kV katkaisijoiden koestus
- kuormaerottimien koestus
- releiden koestus
- laitteiden puhdistus
- SF₆-kaasun määrän tarkastus ja lisäys tarvittaessa
- muuntajista otetaan öljynäyte öljyanalyysiä varten
- muuntajat puhdistetaan
- öljyanalyysin perusteella arvioidaan muuntajien kunto ja päätetään jatkotoimenpiteistä

5.5 Sähkön pääjakelujärjestelmä 400/230V

Kiinteistön sähkönjakelu koostuu kahdesta muuntamosta ja niiden läheisyydessä olevista sähköpääkeskuksista. Sähköpääkeskukset syöttävät tilakohtaisista sähkönjako-, ryhmä- ja moottorikeskuksia, sekä suurempia yksittäisiä sähkölaitteita.

5.5.1 Keskuksien määräaikaistarkastukset

Sähkönjako-, ryhmä- ja moottorikeskuksille suoritetaan tarkastukset standardien asettamien vaatimusten mukaisesti seuraavasti:

Kerran kuukaudessa tarkastetaan, että:

- keskustilat ovat asianmukaisessa kunnossa ja keskuksille jää riittävästi hoitotilaa
- Keskuksien kannet ovat kiinni ja lukittuina
- tarvittavat varoituskilvet sekä käyttö- ja turvavälineet ovat saatavilla.

Kerran vuodessa tarkastetaan, että:

- keskuksset ovat mekaanisesti kunnossa
- katkaisijat ja ohjauskytkimet toimivat
- sulakkeet ovat oikean kokoisia
- keskuksset ovat siistejä ja jäähdytysilman saanti on esteetöntä
- tarkastetaan kaapelimerkintöjen näkyvyys, keskuksien läpivientien kunto, kaapeliliitokset ja maadoitusten kunto.
- Lisäksi pääkeskuksien pääkatkaisijat kojeistetaan testipainikkeesta ja pölyisten tilojen keskuksset imuroidaan.

Kerran kolmessa vuodessa:

- kaapeliliitoksille ja liitännöille suoritetaan lämpökamerakuvaukset ja tulokset raportoidaan
- tarvittaessa löystyneet liitokset kiristetään.

Kerran kuudessa vuodessa:

- tarkastetaan keskuksien nousujohtojen kuormitus mittaamalla.
- Kuormituksen mittaukset suoritetaan nousujohdoista pihtiampeerimittarilla, normaalissa käyttötilanteessa.

5.5.2 Loistehon kompensointilaitteet

Kiinteistön loistehon kompensointilaitteet sijaitsevat sähköpäätilassa. Huolto- ja kunnossapito ohjeiden laatimisessa on käytetty apuna eri laitevalmistajien suosituksia ja ST-kortiston ohjeistusta. Tarkastukset ja huollot ovat jaksotettu seuraavasti:

Kerran vuodessa tarkastetaan:

- kompensointilaitteiden asennustilan siisteys ja ilmanvaihto
- säätimen ja paristojen mekaaninen kunto
- säätäjän toiminta ja asetteluarvo
- liitoksien kireys ja kiristys tarvittaessa
- hälytyksen toiminta.

Kolmen vuoden välein suoritettavat toimenpiteet:

- kondensaattoriparistojen puhdistus
- kapasitanssiarvojen tarkastus pihtiampeerimittarilla (jännitteisenä) tai mittaus kapasitanssimittarilla (jännitteettömänä), tuloksia vertaillaan valmistajan antamiin nimellisarvoihin
- Lämpökamerakuvaus.

5.6 Sähkönliitännäjärjestelmät

Sähkönliitäntä järjestelmiin sisältyvät kaikki kiinteistöalueella olevat pistorasiakeskukset, autolämmityspistorasiat ja yksittäiset pistorasiat. Sähkönliitännäjärjestelmille tehdään säännöllisesti määräysten mukaiset kunnossapitotarkastukset. Tarkastuksilla varmistetaan sähkölaitteiden asianmukainen kunto ja käyttöturvallisuus.

5.6.1 Pistorasiakeskukset ja pistorasiat

Kaksi kertaa vuodessa varmistetaan, että:

- pistorasiakeskusten ja pistorasioiden mekaaninen kunto ja kosketussuojaus ovat kunnossa
- pistorasiakeskusten pääkytkin ja suojalaitteet ovat kunnossa.

5.6.2 Autolämmityspistorasiat

Kaksi kertaa vuodessa varmistetaan, että:

- lämmityspistorasiat ovat mekaanisesti kunnossa ja toimivat
- kosketussuojaus on kunnossa.
- Lisäksi vikavirtasuojakytkimien toiminta kojeistetaan testipainikkeesta.

5.7 Valaistusjärjestelmät

Valaistus on jaettu kunnossapidon kannalta sisä-, ulko- ja turvalaistusjärjestelmiin. Valaistuksen kunnossapitosuunnitelma sisältää valaisimien säännöllisen kunnan tarkastuksen, puhdistuksen ja lamppujen keskimääräiset ryhmävaihtovälit.

5.7.1 Sisävalaistusjärjestelmä

Sisätilojen yleisvalaistuksessa käytetään ripustuskiskoihin asennettuja loisteputkivalaisimia. Lajittelu- hallin yleisvalaistuksessa käytetään kattoon asennettuja purkauslamppuvalaisimia.

Kerran vuodessa tarkastetaan, että:

- valaistuksen suoja- ja turvajärjestelmät ovat kunnossa
- valaistuksen ohjaus on kunnossa.

- Lamppujen ja sytyttimien tilakohtainen ryhmävaihto suoritetaan kun n. 10 % lamppuista on palanut tai lamppuvalmistajien antaman hyötypolttoajan mukaan. Valaisimien ja heijastimien puhdistus suoritetaan lamppujen vaihdon yhteydessä.
- Tarvittaessa valaisimien ja heijastimien puhdistuksen tarve voidaan määrittää valaistusvoimakkuuden mittauksilla. Jatkuvan työskentelyn tiloissa valaistusvoimakkuuden tulisi olla vähintään 200 luksia (lx).

Kerran viidessä vuodessa tarkastetaan, että:

- valaisimet ja niiden kiinnitykset ovat mekaanisesti kunnossa.

5.7.2 Ulkovalaistusjärjestelmä

Ulkovalaistuksessa käytetään pistorasialiitännäisiä LED- valonheittäjiä. Valmistaja lupaa kyseisille LED- valaisimille 30 000 tunnin keskimääräisen polttoajan.

Kerran vuodessa tarkastetaan, että:

- valaistuksen suoja- ja turvajärjestelmät ovat kunnossa
- valaistuksen ohjaus on kunnossa.

- Rikkoutuneet valaisimet vaihdetaan tarvittaessa uusiin.

5.7.3 Turvavalaistusjärjestelmä

Kiinteistössä on kaksi erillistä Teknowaren valmistamaa turvavalaistusjärjestelmää. Järjestelmät sisältävät turvalokeskuksen, sekä niihin kuuluvia turva- ja opastevalaisimia.

Järjestelmää ohjataan turvavalaistuskeskuksesta. Keskuksen tilapaneelista nähdään järjestelmän tila ja laitteistoa koskevat ilmoitukset. Turvavalaisimilla tarkoitetaan valaisimia, jotka syttyvät automaattisesti sähkökatkon alkaessa, ja toimivat tällöin tilan kulkuvaloina. Turvavalaisimet toimivat sähkökatkon aikana järjestelmän akkuvirralla. Opastevalaisimet osoittavat uloskäynti ja poistumistiet ja palavat normaalisti verkkovirralla. Sähkökatkon sattuessa opastevalaisimet toimivat myös järjestelmän akkuvirralla.

Laitteiston kuntoa pidetään jatkuvasti silmällä ja tarkkaillaan keskuksen tilapaneelin antamia ilmoituksia. Jatkuvan kunnon tarkkailun lisäksi suoritetaan säännöllisiä kuukausi- ja vuositarkastuksia valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti seuraavasti:

Kuukausittainen kunnossapito:

- järjestelmille tehdään toimintatesti, jossa valaisimet kytketään akkukäytölle
- testin aikana kaikkien turvavalaisimien ja opasteiden kunto tarkastetaan
- keskusakustojärjestelmien valvontalaitteiden toiminta tarkastetaan
- rikkoutuneet turva- ja merkkivalaisimien lamput vaihdetaan tarvittaessa uusiin.

Vuosittainen kunnossapito:

- suoritetaan täyden mitoituksessa käytetyn ajan toimintatesti, joka on vähintään yksi tunti
- automaattista testilaitetta käyttäessä tulokset tulee tallettaa
- turva- ja merkkivalot tarkastetaan ja puhdistetaan
- latausjärjestelyjen toiminta tarkastetaan
- testin päivämäärä ja tulokset kirjataan järjestelmän lokikirjaan.

5.8 Tuotantolaitteiden huolto- ja kunnossapito

Tuotantolaitteiden säännöllinen huolto- ja kunnossapito lisäävät laitteiden ja koneiden käyttöikä ja pienentävät arvaamattomien vikojen riskiä. Tuotantolaitteiden sähkökunnossapidon kannalta yleisiä kohteita ovat:

- Murskaimen päämoottori ja sen syöttöjärjestelmä
- Taajuusmuuttajat
- Oikosulkumoottorit

Tuotantolaitteiden huolto- ja kunnossapitotoimet tehdään ensisijaisesti valmistajan ohjeiden mukaisesti.

5.8.1 Murskaimen päämoottori ja sen syöttöjärjestelmä

Murskaimen päämoottori on tyypiltään liukurengaskone. Raskaasta käytöstä johtuen se vaatii jatkuvaa päivittäistä tarkkailua ja säännöllistä kunnossapitoa. Tässä ohjeessa on koottu moottorin ja sen liitännäjärjestelmien sähkökunnossapidon kannalta keskeisimmät toimenpiteet ja suoritettavien toimenpiteiden aikavälit. Moottorin tiedot nähdään taulukosta 4. Tarkemmat kunnossapidon piiriin kuuluvat ohjeet löytyvät valmistajan käyttöohjekirjasta.

Kunnossapidon piiriin kuuluu myös moottoria syöttävä keskus, joka on varusteltu ABB:n VD4- tyhjiökatkaisijoilla. Katkaisijoiden kunnossapitosuunnitelmaan kuuluvat määrävälein suoritettavat tarkastukset ja toimintatestit.

TAULUKKO 4. Murskaimen päämoottorin tiedot

Merkki:	Hyundai	Malli	HRW7 638-18E
Tyyppi:	Liukurengaskone (Wound rotor)	Napojen lkm.	10
Teho:	2000 HP	Taajuus:	50Hz
Jännite:	6000 V	Virta:	198,4 A
Pyörimisnopeus:	590 rpm	Kotelointi	IP24W
Käyttötyyppi:	S1	Eristysluokka:	F
Hyötysuhde:	94,0 %	Tehokerroin:	0,77
Laakerointi:	DE: 23238E NDE: NU230M	Laakerirasva:	Godus S5V42P2.5
Suurin sallittu ympäristön lämpötila:		40 °C	
Suurin sallittu käämilämpötilan nousu:		80 °C	

Jatkuvaan kunnossapitoon kuuluvia tarkastuksia ja huoltotoimenpiteitä ovat:

- aistinvaraiset tarkastukset, kuten moottorin käyntiäänen ja tärinän seuraaminen
- säännölliset laakeri- ja käämilämpötilojen mittaukset
- liukurenkaassa aiheutuvan kipinöinnin seuraaminen
- liukurengaskotelot ja hiiliharjanpidikkeet tulee puhdistaa säännöllisesti hiilistä irronneesta pölystä (vähintään hiilien vaihdon yhteydessä, aikaväli max 6kk).

Lämpötilanmittaukset suoritetaan IR- lämpömittarilla tai lämpökameralla. Lämpötilat kirjataan ylös seuranta varten. Liukurengaskoteloiden puhdistuksessa käytetään imuria tai puhdasta paineilmaa (max 4bar). Mikäli puhdistuksen yhteydessä havaitaan hiilien ennenikäistä kulua, tulevat hiilet vaihtaa ennen 6kk määräaika. Valmistajien ohjeiden mukaan hiilet olisi hyvä vaihtaa viimeistään, kun ne ovat kuluneet kolmasosaan uusien hiilien pituudesta.

Kuuden kuukauden välein suoritettavia toimenpiteitä:

- laakerit rasvataan moottorin arvokilvessä olevien ohjeiden mukaisesti
- tarkastetaan, että akselin laakeria suojaava kumitiiviste on kunnossa
- hiilet vaihdetaan uusiin ja samalla tarkastetaan, että hiilet liikkuvat vapaasti harjapitimissään
- tarkastetaan moottorin kunto silmämääräisesti, varmistetaan kotelon ilmankierto, puhdistetaan ilmansuodattimet tai vaihdetaan tarvittaessa uusiin
- tarkastetaan jäähdytysjärjestelmän kunto, mahdolliset vuodot ja jäähdytyskennon puhtaus
- staattorille ja roottorille suoritetaan eristysvastusmittaukset

- staattorin ja roottorin käämitykset puhdistetaan niin hyvin kuin mahdollista
- suoritetaan laakereiden ja moottorin värinämittaukset.

Kahden vuoden välein suoritettavia toimenpiteitä:

- tarkastetaan moottorin maadoitusten kunto
- tarkastetaan kytkentäkotelon kaapeliliitoksien ja eristeiden kunto
- tarkastetaan moottorikaapeleiden kunto.

Moottorikeskuksessa sijaitseville ABB:n VD4-tyhjiökatkaisijoille suoritetaan katkaisijahuolto, jossa:

- arvioidaan silmämääräisesti kosketinpintojen kunto ja puhdistuksen tarve (mahdolliset pinttyvät ja jäljet korroosioista tai sähköpurkausilmiöistä)
- on suositeltavaa käänellä koskettimien liitäntäpintoja, jotta sisäpinnat saadaan pysymään puhtaina
- jännitteettömälle katkaisijalle suoritetaan muutama auki-kiinni ohjaus
- tarkastetaan pääkoskettimien ja liukupintojen voitelu
- sähköinen ja mekaaninen toiminta tarkastetaan silmämääräisesti
- huolto ja korjaustoimenpiteet suoritetaan tarvittaessa ABB:n ohjeiden mukaisesti.

5.8.2 Taajuusmuuttajat

Taajuusmuuttajien liiallinen lämpeneminen on niiden yleisin vian aiheuttaja. Liiallinen lämpeneminen johtuu yleensä rikkoutuneesta laitepuhaltimesta, estyneestä ilman kierrosta tai laittilan puutteellisesta ilmanvaihdosta.

Kunnossapidon kannalta tärkeimpinä huoltotoimenpiteinä ovat laitteiden ja laittilojen säännöllinen puhdistus ja ilmankierron varmistaminen, sekä laitepuhaltimien uusiminen valmistajan suositusten mukaan. Muita mahdollisia vikatilanteita ovat korroosion kuluttamat piirikortit, liittimet ja päävirtapiirin kytkinkomponentit, sekä loppuun kuluneet välipiirin elektrolyyttikondensaattorit. Taajuusmuuttajille suoritetaan säännöllistä kunnonvalvontaa seuraavasti:

Kerran kuukaudessa suoritettavat tarkastukset ja huoltotoimenpiteet:

- taajuusmuuttajien jäähdytysilman saannin varmistaminen
- pölyisissä tiloissa sijaitsevien taajuusmuuttajien keskuskomerot imuroidaan

Vuoden välein suoritettavat tarkastukset ja huoltotoimenpiteet:

- jäähdytuselementin lämpötilan tarkastus ja puhdistus paineilmalla

- Tarkemmat huolto- ja kunnossapito toimenpiteet suoritetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti. Taulukosta 5 nähdään esimerkki ABB:n suosittelemista huoltoväleistä.

TAULUKKO 5. ABB:n suosittelemat huoltovälit ACS580-01 ja ACH580-01 vakiotaajuusmuuttajille (ABB, 2014)

Huolto	Väli
Jäähdytyselementin lämpötilan tarkastus ja puhdistus	6- 12 kk välein
Pääjäähdytyspuhaltimen vaihto	6 vuoden välein
Kotelon sisäisen jäähdytyspuhaltimen vaihto	3 vuoden välein
Kondensaattoreiden vaihto	9-12 vuoden välein
Ohjauspaneelin pariston vaihto	9 vuoden välein

5.8.3 Oikosulkumoottorit

Prosessilaitteiden moottoreina käytetään pääsääntöisesti oikosulkumoottoreita. Oikosulkumoottorit ovat luotettavia ja vaativat yksinkertaisen rakenteensa vuoksi varsin vähän huoltoa. Kuluvia osia ovat käytännössä vain moottorin laakerit. Huollon tarpeeseen vaikuttavat erityisesti moottorin käytötapa ja käyttöympäristön olosuhteet, kuten lämpötila, pölyisyys ja kosteus. Moottoreiden laakerityyppi on ilmoitettu valmistajan tuote-esitteessä tai moottorin arvokilvessä. Kestovoidellut laakerit suositellaan vaihtamaan, kun valmistajan ilmoittamat käyttötunnit tulevat täyteen.

Kuulalaakeritoimisille vakio moottoreille ilmoitetut voiteluvälit käyttötunteina näkyvät taulukosta 6. Rullalaakeri toimisille vakio moottoreilla ilmoitetut voiteluvälit näkyvät vastaavasti taulukosta 7. Pysyyn asennettujen moottoreiden kohdalla laakereiden voiteluvälit ovat puolet taulukoiden arvoista.

TAULUKKO 6. Kuulalaakereiden voiteluvälit käyttötunteina. (ABB, 2010)

Koko	Rasva g/laakeri	teho Kw	voiteluväli h 3000 rpm	Teho kW	voiteluväli h 1500 rpm	Teho kW	voiteluväli h 1500 rpm	Teho kW	voiteluväli h 500-900 rpm
112	10	kaikki	13000	kaikki	21000	kaikki	25000	kaikki	28000
132	15	kaikki	11000	kaikki	19000	kaikki	23000	kaikki	26500
160	25	≤ 18,5	12000	≤ 15	21500	≤ 11	24000	kaikki	24000
160	25	>18,5	10000	> 15	18000	> 11	22500	kaikki	24000
180	30	≤ 22	9000	≤ 22	18500	≤ 15	24000	kaikki	24000
180	30	> 22	8500	> 22	17000	> 15	21000	kaikki	24000
200	40	≤ 37	8000	≤ 30	17500	≤ 22	23000	kaikki	24000
200	40	> 37	5500	> 30	12000	> 22	16000	kaikki	20000
225	50	≤ 45	6500	≤ 45	16500	≤ 30	22000	kaikki	24000
225	50	> 45	2500	> 45	6000	> 30	8000	kaikki	10000
250	60	≤ 55	4000	≤ 55	11500	≤ 37	15000	kaikki	18000
250	60	> 55	1500	> 55	4500	> 37	6000	kaikki	7000
280	60	kaikki	3500	-	-	-	-	-	-
280	60	-	-	kaikki	10500	kaikki	14000	kaikki	17000
280	35	kaikki	3200	-	-	-	-	-	-
280	40	-	-	kaikki	9600	kaikki	13900	kaikki	15000
315	35	kaikki	3200	-	-	-	-	-	-
315	55	-	-	kaikki	7600	kaikki	11800	kaikki	12900
355	35	kaikki	3200	-	-	-	-	-	-
355	70	-	-	kaikki	5600	kaikki	9600	kaikki	10700

TAULUKKO 7. Rullalaakereiden voiteluvälit käyttötunteina. (ABB, 2010)

Koko	Rasva g/laakeri	teho Kw	voiteluväli h 3000 rpm	Teho kW	voiteluväli h 1500 rpm	Teho kW	voiteluväli h 1500 rpm	Teho kW	voiteluväli h 500-900 rpm
160	25	≤ 18,5	6000	≤ 15	10500	≤ 11	12000	kaikki	12000
160	25	>18,5	5000	> 15	9000	> 11	11000	kaikki	12000
180	30	≤ 22	4500	≤ 22	9000	≤ 15	12000	kaikki	12000
180	30	> 22	4000	> 22	8500	> 15	10500	kaikki	12000
200	40	≤ 37	4000	≤ 30	8500	≤ 22	11500	kaikki	12000
200	40	> 37	2500	> 30	6000	> 22	8000	kaikki	10000
225	50	≤ 45	3000	≤ 45	8000	≤ 30	11000	kaikki	12000
225	50	> 45	1250	> 45	3000	> 30	4000	kaikki	5000
250	60	≤ 55	2000	≤ 55	5500	≤ 37	7500	kaikki	9000
250	60	> 55	750	> 55	2000	> 37	3000	kaikki	3500
280	60	kaikki	1750	-	-	-	-	-	-
280	60	-	-	kaikki	5300	kaikki	7000	kaikki	8500
280	35	kaikki	1600	-	-	-	-	-	-
280	40	-	-	kaikki	5300	kaikki	7000	kaikki	8500
315	35	kaikki	1600	-	-	-	-	-	-
315	55	-	-	kaikki	3800	kaikki	5900	kaikki	6500
355	35	kaikki	1600	-	-	-	-	-	-
355	70	-	-	kaikki	2800	kaikki	4800	kaikki	5400

- Arvot on ilmoitettu normaaliolosuhteille (ympäristön lämpötila +25°C, laakerin käyttölämpötila 80°C).
- Ympäristön lämpötilan nousu vaikuttaa suoraan laakerilämpötilan nousuun. Lämpötilan noustessa 15°C tulee taulukon ilmoittama voiteluväli puolittaa.
- Moottorin pyörimisnopeuden lisääminen, esim. taajuusmuuttajakäytöllä edellyttää tiheämpää voiteluväliä, kuten myös raskaat käytöt pienemmällä pyörimisnopeudella.
- Taulukoiden arvot pätevät 50 Hz ja 60 Hz käytöille.
- Laakereiden rasvauksessa tulee käyttää valmistajan suosittelemia laadukkaita voiteluaineita.
- Eri voiteluaineita ei tule sekoittaa keskenään.

Kerran kuukaudessa suoritettavat tarkastukset ja huoltotoimenpiteet:

- mekaaninen kunto ja ulkoiset vauriot tarkastetaan
- jäähdytysilman saanti ja moottorin lämpötila tarkastetaan
- jäähdytysripojen ja tuuletinsuojan puhdistus pölystä ja liasta
- laakeriäänien seuranta ja laakereiden rasvaus tarvittaessa
- tärinän seuranta
- moottorin kiinnityspulttien tarkastus ja kiristys tarvittaessa
- kaapeliliitoksien tarkastus
- akselin ja liitinkotelon tiivisteiden tarkastus

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelma Kajaanin Romu Oy:n metallinkierrätyslaitokselle. Työ edellytti tutustumista kiinteistön sähkölaitteistoon, käyttöolosuhteisiin, kunnossapitoa koskeviin lakeihin ja määräyksiin, yleisiin kunnossapitoa koskeviin suosituksiin sekä laitevalmistajien huolto-ohjeisiin. Kunnossapito-ohjelma kattaa Kajaanin Romu Oy:n kiinteistön sähköverkon ja murska-aseman sähkölaitteiston. Suuret metallinkierrätyslaitteet luokiteltiin salaisiksi ja niitä ei sen vuoksi käsitelty tässä työssä tarkemmin; näiden laitteiden kunnossapitotoimet suoritetaan ensisijaisesti laitevalmistajien ohjeiden mukaisesti.

Lopputuloksena saatiin huolto- ja kunnossapito-ohjelma, joka sisältää laitteistojen esittelyn, toimenpideluettelot, huollon aikataulut ja järjestelmäkohtaiset tarkastuskortit sekä Excel-pohjaisen kunnossapidon seurantaohjelman. Seurantaohjelmaan on jaettu selkeyden vuoksi erikseen Paikallis-Sähkö Oy:lle tai muille sähköalan ammattilaisille kuuluvat sähkötyöt ja Kajaanin Romu Oy:n henkilöstölle tai muille maallikoille soveltuvat tarkastukset ja huoltotyöt.

Ennen työn aloittamista aikaisempaa kokemusta sähkölaitteistojen kunnossapidosta ei juurikaan ollut, mikä teki työstä mielenkiintoisen ja todella opettavaisen. Työ oli käytännönläheinen ja opituista asioista on varmasti hyötyä tulevaa työuraa ajatellen.


Työ onnistui mielestäni suunnitelmien mukaisesti ja asetetut tavoitteet saavutettiin. Kunnossapito-ohjelmasta tuli selkeä ja riittävän yksinkertaisesti toteutettava, jonka tarkoituksena on parantaa sähkölaitteistojen kunnonvalvontaa ja ennalta ehkäistä yllättäviä laiterikkoja. Kunnossapito-ohjelma helpottaa tehtyjen huolto- ja kunnossapitotoimien seurantaa ja tulevat huollot voidaan suunnitella etukäteen. Seurantaohjelmasta nähdään lisäksi muiden kiinteistöä koskevien lakisääteisten tarkastuksien suorituspäivät ja ajantasaisuus.

Kunnossapito-ohjelmaa on helppo laajentaa ja päivittää tulevien tarpeiden ja kokemukseräisen tiedon perusteella. Toivon, että työstä on mahdollisimman paljon hyötyä ja se parantaa huolto- ja kunnossapito toimien seurantaa, suunnittelua ja toteutusta tulevaisuudessa.

7 LÄHDELUETTELO

- ABB. (joulukuu 2006). *Manual for Induction Motors and Generators*. Haettu 21. toukokuu 2017 osoitteesta <http://www.sie.fr/userfiles/file/technique/moteurs/documentation-moteurs-mt-abb/moteurs-hxr-manuel-entretien.pdf>
- ABB. (2010). *Pienjännitemoottorit, käyttöohje*. Haettu 4. kesäkuu 2017 osoitteesta https://www.auser.fi/wp-content/uploads/Standard_Manual_Low_Voltage_FI_revE-lores.pdf
- ABB. (2014). *Maintenance chedule. ACS580-01, ACH580-01 drives, 0.75 kW to 250 kW*. Haettu 20. toukokuu 2017 osoitteesta <https://library.e.abb.com/public/f738d885a6a92343c1257e0a00321cc0/Maintenance%20schedule%20ACS580%20and%20ACH580%20drives%20rev%20C.pdf>
- Ensto. (2017). *Valonlähteet*. Haettu 28. toukokuu 2017 osoitteesta <https://www.ensto.com/fi/tuki/tyokalut/valaistusopas/valonlahteet/>
- Fluke corporation. (2017). *Lämpökamera TiS10*. Fluke Corporation. Haettu 20. toukokuu 2017 osoitteesta http://www.fluke.com/NR/rdonlyres/46F2D706-FEB0-4027-85E5-50B2AE3FC431/0/fluke_tis10_08a_328x220.jpg
- Kajaanin Romu Oy. (heinäkuu 2015). *Majasaaren murska-asema*. Haettu 20. toukokuu 2017 osoitteesta https://mediaplanet.azureedge.net/images/1607/48879/romua_main.jpg
- Mäkinen, P. A. (2010). *SFS 6002 käytännössä*. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. Haettu 20. toukokuu 2017
- PSK Standardisointiyhdistys ry. (2000). *PSK Standardisointi. Kunnonvalvonnan sähköiset menetelmät. Pyörivät epätähtikoneet. Eristysvastusmittaus*. PSK Standardisointiyhdistys ry. Haettu 9. toukokuu 2017
- Sähköinfo Oy. (2006). *Tukes-ohje Paloilmoittimien ja sammutuslaitteistojen asennukset, tarkastukset ja käyttö*. Espoo: Sähköinfo Oy. Haettu 19. toukokuu 2017
- Sähköinfo Oy. (2016). *Sähköturvallisuuslaki (1135/2016)*. Sähköinfo Oy. Haettu 19. toukokuu 2017
- Sähköinfo Oy. (huhtikuu 2017). *Asiaa käytönjohtajasta*. Espoo: Sähköinfo Oy. Haettu 6. toukokuu 2017
- Sähköinfo Oy. (Huhtikuu 2017). *Käytönjohtajan tehtävät*. Espoo: Sähköinfo Oy. Haettu 10. toukokuu 2017
- Sähköinfo Oy. (2017). *Nosto ja siirtolaitteisiin liittyvät määräykset*. Sähköinfo Oy. Haettu 17. toukokuu 2017
- Sähköinfo Oy. (2017). *Tukes-ohje 16/2017 Sähkölaitteistot ja tarkastukset*. Espoo: Sähköinfo Oy. Haettu 9. toukokuu 2017
- Sähkötieto ry. (1998). *ST 95.48 Huollon ja kunnossapidon käsitteet ja erot sekä kunnossapitosuunnitelman tavoitteet. Kiinteistön sähkö- ja tietojärjestelmät*. Espoo: Sähkötieto ry. Haettu 21. toukokuu 2017
- Sähkötieto ry. (2003). *ST 96.35 Valaistushuolto*. Espoo: Sähkötieto ry. Haettu 11. toukokuu 2017
- Sähkötieto ry. (2009). *ST-ohjeisto 01 Paloilmoittimen suunnittelu, asennus, huolto ja kunnossapito*. Espoo: Sähkötieto ry. Haettu 17. toukokuu 2017
- Sähkötieto ry. (2012). *ST 96.31.01 Savunhallintajärjestelmä. Käyttö ja kunnossapito*. Espoo: Sähkötieto ry. Haettu 18. toukokuu 2017
- Sähkötieto ry. (2014). *ST 53.62 Sähkölaitteistojen lämpökuvaus*. Espoo: Sähkötieto ry. Haettu 9. toukokuu 2017
- Sähkötieto ry. (2017). *ST 51.23 Määräaikaistarkastuksen suorittaminen*. Espoo: Sähkötieto ry. Haettu 21. toukokuu 2017
- Sähkötieto ry. (2017). *ST 51.24 Varmennustarkastuksen suorittaminen*. Espoo: Sähkötieto ry. Haettu 21. toukokuu 2017

LIITE 1: KUNNOSSAPIDON TARKASTUSKORTIT

	Tarkastuskortti: KOJEISTOT JA MUUNTAJAT Kajaanin Romu OY
	Tarkastuksen suorittaja: Päivämäärä:

Kerran vuodessa	Päämuuntamo		Puistomuuntaja	
	OK	EI OK	OK	EI OK
Kojeisto- ja muuntamotila				
1. Tilan esteetön pääsy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ovien lukitus ja varoituskilvet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Yleinen siisteys ja lämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Valaistus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Laitteiden SF6- kaasun määrä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Hälytykset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Sähköpiirustukset ja kaaviot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Käyttö- ja turvavälineet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Laitteiden kosketussuojaus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Releiden asetteluarvot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Öljyvuodot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Muuntaja öljyn määrä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Puistomuuntamon siisteys			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. IV- suodattimet	<input type="checkbox"/> Vaihdettu <input type="checkbox"/> Puhdistettu		<input type="checkbox"/> Vaihdettu <input type="checkbox"/> Puhdistettu	
Lämpökamerakuvaus				
15. Johdinliitokset	<input type="checkbox"/> Suoritettu	<input type="checkbox"/> Ei sisälly	<input type="checkbox"/> Suoritettu	<input type="checkbox"/> Ei sisälly
16. Kiskoliitokset	<input type="checkbox"/> Suoritettu	<input type="checkbox"/> Ei sisälly	<input type="checkbox"/> Suoritettu	<input type="checkbox"/> Ei sisälly

Viiden vuoden välein	Päämuuntamo		Puistomuuntaja	
Laitteet				
17. Katkaisijoiden kokeilu	<input type="checkbox"/> Suoritettu	<input type="checkbox"/> Ei sisälly	<input type="checkbox"/> Suoritettu	<input type="checkbox"/> Ei sisälly
18. Kuormaerottimien kokeilu	<input type="checkbox"/> Suoritettu	<input type="checkbox"/> Ei sisälly	<input type="checkbox"/> Suoritettu	<input type="checkbox"/> Ei sisälly
19. Releiden koestus	<input type="checkbox"/> Suoritettu	<input type="checkbox"/> Ei sisälly	<input type="checkbox"/> Suoritettu	<input type="checkbox"/> Ei sisälly
20. Laitteiden puhdistus	<input type="checkbox"/> Suoritettu	<input type="checkbox"/> Ei sisälly	<input type="checkbox"/> Suoritettu	<input type="checkbox"/> Ei sisälly
21. SF ₆ -kaasun määrät	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Lisätty	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Lisätty
Muuntajat				
22. Muuntaja öljyn määrä	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Lisätty	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Lisätty
23. Muuntaja öljyn näytteenotto	<input type="checkbox"/> Otettu	<input type="checkbox"/> Ei sisälly	<input type="checkbox"/> Otettu	<input type="checkbox"/> Ei sisälly
24. Muuntajien puhtaus	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Puhdistettu	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Puhdistettu
25. Kaapeli/johdin liitokset	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Kiristetty	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Kiristetty

Puutteet:

	Tarkastuskortti: PÄÄKESKUKSET Kajaanin Romu OY
	Tarkastuksen suorittaja: Päivämäärä:

Kerran vuodessa	PK1			PK2	
	OK	EI OK		OK	EI OK
Pääkeskustilat					
1. Keskuksen eteen jäävä tila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Varoituskilvet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Käyttö- ja turvavälineet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Sähkökuvien oikeellisuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Varasulakkeet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keskukset					
1. Mekaaninen kunto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Katkaisijat ja kytkimet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Käytetyt sulakkeet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Keskuksien siisteys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Kansien lukitukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Joka kolmas vuosi:	PK1			PK2	
	OK	EI OK		OK	EI OK
Keskukset					
6. Keskuksen läpiviennit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Liitokset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Maadoitusten kunto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Merkinnät	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Liitoksien lämpökuvaus	<input type="checkbox"/> Suoritettu <input type="checkbox"/> Ei sisälly			<input type="checkbox"/> Suoritettu <input type="checkbox"/> sisälly	

Puutteet:


	Tarkastuskortti: JAKOKESKUKSET Kajaanin Romu OY
	Päivämäärä:

Kerran vuodessa	JK01		JK02		JK Korjaamo		JK Lajittelukoppi	
	OK	EI OK	OK	EI OK	OK	EI OK	OK	EI OK
1. Keskuksen eteen jäävä tila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Kansien lukitukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Mekaaninen kunto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Kosketus- ja sormisuojaus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Keskuskomeroiden siisteys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Käyttö- ja turvavälineet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Sähköpiirustukset ja kaaviot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Varasulakkeet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Merkkilamput	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Katkaisijat ja kytkimet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Suoja- ja lämpöreleet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Joka kolmas vuosi:	JK01		JK02		JK Korjaamo		JK Lajittelukoppi	
	OK	EI OK	OK	EI OK	OK	EI OK	OK	EI OK
12. Merkinnot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Keskuksien läpiviennit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Liitokset lämpökuvattu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Maadoitusliitokset tarkastettu ja kiristetty	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Joka kuudes vuosi:	JK01		JK02		JK Korjaamo		JK Lajittelukoppi	
	OK	EI OK	OK	EI OK	OK	EI OK	OK	EI OK
Kuormituksen mittaaminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Nousujohtojen kuormitus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Mittaustulokset:	_____ A		_____ A		_____ A		_____ A	


Puutteet:

	Tarkastuskortti: KOMPENSOINTILAITTEET Kajaanin Romu OY
Tarkastuksen suorittaja:	Päivämäärä:

Kerran vuodessa		
1. Asennustilan siisteys ja ilmanvaihto	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Puutteita
2. Säätimen ja paristojen mekaaninen kunto	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Puutteita
3. Säättäjän toiminta ja asetteluarvo	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Puutteita
4. Liitoksien kireys	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Puutteita
5. Hälytyksen toiminta	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Puutteita


Kolmen vuoden välein		
6. Kondensaattoriparistojen puhdistus	<input type="checkbox"/> Puhdistettu	<input type="checkbox"/> Kunnossa
7. Kapasitanssiarvojen tarkastus virta- mittauksella	<input type="checkbox"/> Mitattu	<input type="checkbox"/> Ei mitattu
8. Lämpökamerakuvaus.	<input type="checkbox"/> Suoritettu ja kunnossa	<input type="checkbox"/> Puutteita

Puutteet:

	Tarkastuskortti: SÄHKÖNLIITÄNTÄ JÄRJESTELMÄT Kajaanin Romu OY
Tarkastuksen suorittaja:	Päivämäärä:

Kaksi kertaa vuodessa:		
Toimisto ja kokoustilat 1. Vikavirtasuojakytkimien toiminta 2. Pistorasiat	<input type="checkbox"/> Testattu <input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Puutteita <input type="checkbox"/> Puutteita
Autolämmityspistorasiat 3. Mekaaninen kunto 4. Kosketussuojaus 5. Vikavirtasuojakytkimen toiminta 6. Pistorasiat	<input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Testattu <input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Puutteita <input type="checkbox"/> Puutteita <input type="checkbox"/> Puutteita <input type="checkbox"/> Puutteita
Korjaamo ja sähkötila 7. Vikavirtasuojakytkimien toiminta 8. Pistorasioiden kunto 9. Pistorasiakeskukset	<input type="checkbox"/> Testattu <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Puutteita <input type="checkbox"/> Puutteita <input type="checkbox"/> Puutteita
Murska-asema ja ulkotilat 10. Vikavirtasuojakytkimien toiminta 11. Pistorasiat 12. Pistorasiakeskukset	<input type="checkbox"/> Testattu <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Puutteita <input type="checkbox"/> Puutteita <input type="checkbox"/> Puutteita
Lajitteluhalli 13. Vikavirtasuojakytkimien toiminta 14. Pistorasiat 15. Pistorasiakeskukset	<input type="checkbox"/> Testattu <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Puutteita <input type="checkbox"/> Puutteita <input type="checkbox"/> Puutteita


Puutteet:

	Tarkastuskortti: VALAISTUSJÄRJESTELMÄT Kajaanin Romu OY
Tarkastuksen suorittaja:	Päivämäärä:

Kerran vuodessa:	
Toimisto- ja kokoustilat	
1. Valaistus	<input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteita
2. Valaistuksen ohjaus	<input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteita
Murska-asema	
3. Valaistus	<input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteita
4. Valaistuksen ohjaus	<input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteita
5. Turvavalistus	<input type="checkbox"/> Testattu <input type="checkbox"/> Puutteita
Lajitteluhalli	
6. Valaistus	<input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteita
7. Valaistuksen ohjaus	<input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteita
8. Turvavalistus	<input type="checkbox"/> Testattu <input type="checkbox"/> Puutteita
Ulkovalaistusjärjestelmä	
9. Valaistus	<input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteita
10. Valaistuksen ohjaus	<input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteita


Joka viides vuosi:	
Murska-asema	
11. Valaisimien kiinnitykset	<input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteita
12. Valaisimet	<input type="checkbox"/> Puhdistettu <input type="checkbox"/> Ei sisälly
13. Heijastimet	<input type="checkbox"/> Puhdistettu <input type="checkbox"/> Ei sisälly
Lajitteluhalli	
14. Valaisimien kiinnitykset	<input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteita
15. Valaisimet	<input type="checkbox"/> Puhdistettu <input type="checkbox"/> Ei sisälly
16. Heijastimet	<input type="checkbox"/> Puhdistettu <input type="checkbox"/> Ei sisälly

Puutteet:

	Tarkastuskortti: PÄÄMOOTTORIN TARKASTUKSET Kajaanin Romu OY
	Tarkastuksen suorittaja: Päivämäärä:

Käytön aikaiset tarkastukset:	Tulos	Huomioita		
Kuormitus teho W/HP				
Kuormitus virta (A)				
Laakerilämpötila DE (°C)	°C	Hälytys 100°C		
Laakerilämpötila NDE (°C)	°C	Poiskytkentä 105°C		
Öljynmäärä	<input type="checkbox"/> Normaali <input type="checkbox"/> Poikkeava <input type="checkbox"/> Ei sisälly			
Öljyvuodot	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei			
Käämilämpötila U/T1	°C	Hälytys 130°C		
Käämilämpötila V/T2	°C	Poiskytkentä 135°C		
Käämilämpötila W/T3	°C			
Moottorin tuloilman lämpötila	°C			
Moottorin poistoilman lämpötila	°C			
Jäähdytinnesteen virtaus (m ³ /h/Gpm)	<input type="checkbox"/> Normaali <input type="checkbox"/> Poikkeava <input type="checkbox"/> Mitattu	Mittaustulos: _____		
Jäähdytinneste vuodot	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei			
Tärinän taso (mm/s),	<input type="checkbox"/> Normaali <input type="checkbox"/> Poikkeava <input type="checkbox"/> Mitattu	Laakeripesän vä-	DE (mm/s)	NDE (mm/s)
		rinä		
		Horisontaalinen		
		Vertikaalinen		
Ääni	<input type="checkbox"/> Normaali <input type="checkbox"/> Poikkeava			
Liukurenkaan kipinäinti	<input type="checkbox"/> Normaali <input type="checkbox"/> Poikkeava			

Huomioita:

	Tarkastuskortti: PÄÄMÖÖTTORIN HUOLTOPÖYTÄKIRJA Kajaani Romu OY
Tarkastuksen suorittaja:	Päivämäärä:


Laakerit	
<input type="checkbox"/> Rasvaa lisätty <input type="checkbox"/> Rasva vaihdettu <input type="checkbox"/> Laakerit puhdistettu <input type="checkbox"/> Kumitiivisteiden kunto tarkastettu	Rasvan tyyppi:

Jäähdytysjärjestelmä	
Ilmansuodatin: <input type="checkbox"/> Tarkastettu <input type="checkbox"/> Vaihdettu	Jäähdytysrivat: <input type="checkbox"/> Tarkastettu <input type="checkbox"/> Puhdistettu
Jäähdytyskenno: <input type="checkbox"/> Tarkastettu <input type="checkbox"/> Puhdistettu	Tilan ilmanvaihto: <input type="checkbox"/> Tarkastettu

Sähkö	
<input type="checkbox"/> Suurjännitekaapeleiden liitännät tarkastettu <input type="checkbox"/> Ohjauskaapeleiden liitännät tarkastettu <input type="checkbox"/> Käämitys puhdistettu <input type="checkbox"/> Katkaisijat huollettu <input type="checkbox"/> Eristysvastusmittaus suoritettu	Liukurengas yksikkö: <input type="checkbox"/> Tarkastettu <input type="checkbox"/> Vaihdettu
	Hiilet: <input type="checkbox"/> Tarkastettu <input type="checkbox"/> Vaihdettu

Mekaaninen	
<input type="checkbox"/> Moottorin kiinnityspultit tarkastettu <input type="checkbox"/> Kiinnitysalusta tarkastettu	<input type="checkbox"/> Moottori tarkastettu yleisesti <input type="checkbox"/> Laakerointi avattu ja tarkastettu


Huomioita:

	Tarkastuskortti: KUUKAUSITARKASTUS Kajaanin Romu OY		
	Päivämäärä:		

Toimenpide/tarkastus	OK	EI OK	Huomioita
Kiinteistö			
1. Sähkölaitetilojen esteetön pääsy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mahdolliset esteet poistetaan
2. Kojeisto/muuntajatilojen ovien lukitukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. Varoituskilvet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4. Sähkökeskuksien kansien lukitukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. Sähkökeskustilojen yleinen siisteys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. Sähkökeskustilojen ilmanvaihto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7. Valaistus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8. Tilakohtaiset ensiapuohjeet ja -välineet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9. Keskuksien vaihtosulakkeet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10. Turvalaistujärjestelmien toiminnan testaus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kaksi erillistä järjestelmää
11. Taajuusmuuttajakomeroitten siisteys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Imuroidaan, jos pölyisiä
12. Puistomuuntajan mekaaninen kunto/ jäähdytys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Päämoottori			
13. Aistinvaraiset tarkastukset (ääni, värinä, liukurenkaan kipinäinti)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14. Lämpökameramittaukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tulokset kirjataan ylös
15. Jäähdytysnesteen virtaus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16. Jäähdytysnestevuodot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Lämpökameramittaukset			
Moottorin ottoilman lämpötila (°C)			
Moottorin poistoilman lämpötila (°C)			
Laakerilämpötilat (°C)	DE:	NDE:	
Käämilämpötilat (°C)	U/T1:	V/T2:	W/T3:

Puutteet:

	Tarkastuskortti: PÄÄMOOTTORIN ERISTYSVASTUSMITTAUS Kajaanin Romu OY
	Päivämäärä:

Mittauksen suorittaminen

Suoritetaan eristysvastusmittaus moottorin käämeille ja lämmittimelle. Ennen mittauksen suorittamista mitattavan piirin vaihekäämit yhdistetään yhdeksi ryhmäksi ja mittaus suoritetaan vaihekäämien ja rungon väliltä. Mittauksen aikana muut eri piirit tulee kytkeä maihin. Mittausjännitteenä käytetään 1000V/ DC. Testijännitteen annetaan vaikuttaa mitattavien käämien ja rungon välillä 1 minuutin ajan, jonka jälkeen tulokset kirjataan ylös. Lopuksi tulokset muutetaan vastaamaan 40°C lämpötilaa ja vertaillaan tuloksia viitearvoihin.

Suositeltavat eristysresistanssin arvot (40°C)	
Staattorikäänitys	R > 100 MΩ
Roottorikäänitys	R > 100 MΩ
Lämmittimen käänitys	R > 10 MΩ

Ennen mittausten aloittamista:

- tarkastetaan, että kaikki syöttökaapelit ovat irrotettu moottorista
- irrotetaan ja maadoitetaan kaikki moottorin sähkölaitteet, jotka eivät kuulu mittaukseen (lämpötila-anturit, virtamuuntajat yms.)
- mitataan käämien lämpötilat

Staattorikäänityksen lämpötila: _____ °C

Roottorikäänityksen lämpötila: _____ °C

Lämmittimen käänin lämpötila: _____ °C

Staattorikäänityksen eristysvastus (1000V/DC): _____ MΩ

Roottorikäänityksen eristysvastus (1000V/DC): _____ MΩ

Lämmittimen käänin eristysvastus (1000V/DC): _____ MΩ

Mittaustulosten korjaus vertailuarvoon 40°C.

$$R_C = K_T R_T, \quad K_T = (0.5)^{(40-T)/10}$$

R_C = Eristysresistanssin arvo (MΩ) lämpötilassa 40°C

R_T = Mitattu eristysresistanssin arvo (MΩ)

K_T = Lämpötilakerroin

Lasketut vastusarvot (40°C):

Staattorikäänitys _____ MΩ

Roottorikäänitys _____ MΩ

Lämmittimen käänitys _____ MΩ

Mittaustulokset:

- Hyväksytty
 Hylätty

