

# **Kehräsaaren sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjel- misto**

Harri Miettinen

OPINNÄYTETYÖ  
Huhtikuu 2021

Talotekniikka  
Sähköinen talotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma  
Sähköisen talotekniikan suuntautumispolku

MIETTINEN, HARRI:

Kehräsaaren sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelmisto

Opinnäytetyö 121 sivua, joista liitteitä 2 sivua  
Huhtikuu 2021

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Kehräsaaren kiinteistöille sähkölaitteiston ylläpitoa varten huolto- ja kunnossapito-ohjelmisto. Sen päätarkoituksena oli määrittellä ennakoivan huollon ja kunnossapidon toimenpiteet ja määrävälit.

Ohjelmiston laadintaa varten tutustuttiin aihepiiriin liittyviin säädöksiin, jotta sähkölaitteisto olisi asiallinen lain näkökulmasta katsottuna. Erityinen painoarvo kohdistui sähköturvallisuussäädöksiin, sillä niissä annetaan sähkölaitteistoon kohdistuvia kunto- ja turvallisuusvaatimuksia. Lisäksi arvioitiin huoltotoimenpiteisiin liittyviä edellytyksiä, joiden avulla työskentely olisi mahdollista.

Kohteessa ei varsinaisesti ollut kaiken kattavaa kunnossapito-ohjelmistoa, vaan käytössä oli erinäisiä Excel-ohjelmistolla tehtyjä taulukkoja. Näistä oli tarkoitus päästä kokonaan eroon hankkimalla kohteeseen web-pohjainen määräaikaishuollon ja kunnossapidon ohjelmisto. Ennen varsinaisen kunnossapito-ohjelmiston laatimista tehtiin kohteen keskijännitekojeiston erästä yksinkertaisesta ennakoivasta huoltotoimenpiteestä niin sanottu pilotti, joka lähetettiin ohjelmiston rakentavalle insinööri- ja suunnittelutoimistolle. Tällä tavoin annettiin vaatimukset tulevalle ohjelmistolle, jotta se räätälöitäisiin kohteeseen sopivaksi.

Tämän jälkeen ryhdyttiin varsinaisesti määrittelemään sähkölaitteiston kunnossapito-ohjelmistoa. Siihen tuli sisällyttää Kehräsaaren kiinteistöjen sähkönjakeiluun kuuluvat sähkölaitteet ja -laitteistot. Näitä olivat keskijännite- ja pääjakelujärjestelmien laitteet, tietotekniset järjestelmät sekä muut sähköverkkoon kuuluvat osat ja tilat. Laitteistojen osalta sähköverkkoon muulla tavoin kuin kiinteästi tai puolikiinteästi liittyvät laitteet rajattiin pois. Tilojen osalta sähkötilojen lisäksi selvitettiin, että onko kohteessa lisäksi olemassa räjähdysvaarallisia tiloja.

Lopputuloksena saatiin laadittua huolto- ja kunnossapito-ohjelmisto, joka sisältää muun muassa järjestelmäkohtaisesti tehtävät toimenpiteet, niiden määrävälit, työohjeet sekä tarkastuspöytäkirjat. Ohjelmisto helpottaa ja selkiyttää kiinteistöjen sähkölaitteiston kunnossapitoa.

---

Asiasanat: huolto- ja kunnossapito-ohjelmisto, sähkölaitteet, sähkölaitteistot

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Building Services Engineering  
Electrical Building Services

MIETTINEN, HARRI:

Service and Maintenance Software for Electrical Distribution Network of Kehräsaari

Bachelor's thesis 121 pages, appendices 2 pages  
April 2021

---

The purpose of this study was to develop a service and maintenance software for the maintenance of electrical equipment for properties in Kehräsaari, Tampere. The main objectives were preventive service and maintenance procedures and schedules.

To compile the software, relevant regulations were studied so that the electrical equipment would be appropriate according to the law. Specific importance was placed on electrical safety regulations. Furthermore, conditions related to the maintenance procedures were assessed.

Before the study, various spreadsheets made in Excel were in use. These were to be eliminated by acquiring a web-based software. Prior to the development of the software, a test was carried out on a simple procedure for a medium-voltage switchgear to define requirements for the software.

After that, the actual defining of the software was started. It had to include the equipment connected to the electrical distribution. These included the equipment for the medium voltage and the main distribution systems, the IT systems and some other parts and facilities. The devices connected to the main grid by a plug were excluded. It was also determined whether there were any explosive facilities in existence.

As a result of this study, a service and maintenance software was compiled. It included, inter alia, system-specific procedures and their schedules.

---

Key words: service and maintenance software, electrical devices, electrical equipment

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	KEHRÄSAARI.....	9
	2.1 Hallinto .....	9
	2.2 Kehräsaaren kiinteistöt.....	10
3	SÄÄDÖKSET .....	12
	3.1 Yleistä .....	12
	3.2 Ohjelmiston laadintaa koskeva lainsäädäntö .....	13
	3.3 Sähkölaitteiston tarkastukset .....	13
	3.3.1 Sähkölaitteistoluokat.....	14
	3.3.2 Varmennustarkastus.....	16
	3.3.3 Määräaikaistarkastus.....	17
	3.3.4 Kunnossapitotarkastus .....	18
	3.4 Huolto-ohjelmien suorittamisen perusedellytykset .....	18
	3.5 Kehräsaaren sähkölaitteiston asettamat vaatimukset .....	20
	3.6 Sähkölaitteiston haltijan vastuut ja velvoitteet .....	22
	3.7 Sähkölaitteiston käytön johtajan vastuut ja velvoitteet .....	24
4	HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMISTO .....	26
	4.1 Huolto- ja kunnossapito-ohjelmien laadinta.....	27
	4.2 Huolto- ja kunnossapito-ohjelmiston rakenne .....	28
5	HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMISTON SISÄLTÖ .....	31
	5.1 Keskiännitejakelujärjestelmä .....	31
	5.1.1 Keskiännitekojeisto .....	31
	5.1.2 Jakelumuuntaja .....	36
	5.1.3 Turvallisuuden parantaminen ja huollon vähentäminen.....	42
	5.2 Pääjakelujärjestelmä .....	43
	5.2.1 Sähkönjakelun kesukset.....	44
	5.2.2 Vikavirtasuojakytkimet .....	50
	5.2.3 Sisävalaistusjärjestelmä .....	52
	5.2.4 Ulko- ja aluevalaistusjärjestelmä .....	55
	5.2.5 Sähkölämmitysjärjestelmät.....	57
	5.2.6 Sulanapitolämmitysjärjestelmät .....	60
	5.2.7 Sähkökiukaat.....	62
	5.2.8 Hissit.....	65
	5.2.9 Keittiölaitteiden sähköliitännät .....	66
	5.3 Tietotekniset järjestelmät .....	67
	5.3.1 Poistumis- ja turvalaistusjärjestelmät.....	68

5.3.2	Murtoilmaisujärjestelmät.....	71
5.3.3	Kulunvalvontajärjestelmät.....	73
5.3.4	Kameravalvontajärjestelmät .....	74
5.3.5	Yhteisantennijärjestelmä .....	76
5.3.6	Puhelinsisäverkko.....	77
5.3.7	Yleiskaapelointijärjestelmä .....	79
5.3.8	Rakennusautomaatiojärjestelmät .....	80
5.3.9	Palovaroittimet ja palovaroitinjärjestelmät .....	84
5.4	LVI-laitteiden ja -laitteistojen sähköistys.....	87
5.4.1	LVI-ilmoituskeskukset.....	88
5.4.2	Moottoreiden suojalaitteet .....	90
5.5	Muut sähkönjakelun osat .....	93
5.5.1	Läpiviennit .....	94
5.5.2	Johtotiet.....	97
5.5.3	Pistorasiat ja kytkimet.....	98
5.5.4	Maadoitukset, suojamaadoitukset ja potentiaalintasaukset	99
5.5.5	Johdot.....	103
5.6	Sähkölaitetilat.....	106
6	POHDINTA .....	109
	LÄHTEET.....	114
	LIITTEET .....	120
	Liite 1. Räjähdyksvaarallisen tilan osoittava kilpi .....	120
	Liite 2. Palovaroitinjärjestelmien työhöje .....	121

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda Kehräsaaren kiinteistöjen sähkölaitteistoille huolto- ja kunnossapito-ohjelmisto. Toimeksianto tuli alun perin Kehräsaarella toimivalta käytön johtajalta muutaman välipisteen kautta. Selvisi, että tämä viesti oli kulkenut ensin Tampereen ammattikorkeakoulun suurjännitelaitteiston käytön johtajan kautta koulun päätoimiselle sähkötöiden ja käytön johtajalle, joka omasta puolestaan ehdotti tätä mahdollisuutta, kun vielä hänen alaisuudessaan olin suorittamassa koulun kiinteistöpalveluissa opintoihin kuuluvaa pakollista harjoittelujaksoa.

Opinnäytetyö tehtiin H. Liljeroos Oy:lle ja sen tavoitteena oli saada selvitettyä viranomaismääräyksiin, suosituksiin, standardeihin ja valmistajien ohjeisiin perustuvat huoltotoimenpiteet ja niiden huoltovälit eri sähkölaitteiston järjestelmille. Samalla H. Liljeroos Oy:n tiloihin hankittiin palvelin web-pohjaisella huolto- ja kunnossapito-ohjelmistolla, joka pystyttiin sitomaan kalenteriin määritellyillä huoltoväleillä.

Opinnäytetyön taustalla oli laitteiston dokumentointia koskeva puute. Määräysten mukaan Kehräsaaren sähkölaitteistolle pitää olla laadittuna asianmukainen huolto- ja kunnossapito-ohjelmisto. Tämän kaltaista ohjelmistoa ei ole ollut kohteessa aiemmin olemassa, joten se räätälöitiin sinne melkein tyhjästä. Ennen ohjelmiston rakentamista tämän sijaisena toimi ainoastaan yksi Excel-sovelluksella tehty toimenpideluettelo, joka vaikutti varsin keskeneräiseltä. Varsinaisia huolto- ja kunnossapidon ennakkohuolto-ohjeita, tarkastus-, huolto- ja mittauspöytäkirjoja ei ollut olemassa lukuun ottamatta turvavalaistuskeskuksia ja hissejä koskevia huoltopäiväkirjoja. Huoltokansiossa olevat dokumentit koskivat lähinnä kohteen keskijännitekojeiston suojareleiden koestamista. Niistä oli olemassa toimenpideluettelossa suoritusmerkintä ja täytetty koestuspöytäkirja. Kyseinen huoltokansio, keskeneräinen toimenpideluettelo ja muistio palaverista ennen opinnäytetyön aloittamista toimivat alustavana tietona työn laadintaa varten.

Opinnäytetyön päätavoitteeksi annettiin kunnossapitoaineiston hankkiminen, laatiminen ja niiden siirtäminen web-pohjaiseen sovellukseen. Lopputuloksena tulisi syntyä yksilöity huolto- ja kunnossapito-ohjelmisto, joka täyttäisi kohteen tärkeimmät tarpeet. Laadinnassa oli otettava huomioon, että ohjelmistoa käyttävät käytön johtajan lisäksi huoltohenkilöstö ja tarpeen mukaisesti sähkölaitteiston haltija, jolloin ohjelmiston hierarkia piti rakentaa mahdollisimman helppokäyttöiseksi.

Opinnäytetyön aikana nousi muitakin tavoitteita esiin, joita olivat muun muassa huoltokansion kansiorakenteen määrittäminen, alkuperäisten loppupiirustusten skannaaminen, sähköisessä muodossa olevien loppupiirustusten hankkiminen suunnittelutoimistolta, sähkötekniinen katselmus, toisena yhteyshenkilönä toimiminen liittyen energianmittausten päivittämiseen sekä suhteessa sähkön huolto- ja korjausta tarjoaviin toimijoihin, sähkönjakelun pääkaavion ja pääjohtokaavion ajantasaistaminen sekä erinäisiin suunnittelupalavereihin osallistuminen liittyen toimitilojen kehittämiseen. Sähkötekniisen katselmuksen aikana huomattiin puutteita, joita merkittiin muistiin korjattaviksi jo ennen varsinaisen kunnossapito-ohjelmiston valmistumista. Tästä on erikseen laadittu H. Liljeroos Oy:lle raportti, jossa selostetaan nykyiset puutteet ja kaiken varalta jatkotoimenpidehdotukset sellaistenkin suhteellisen tyypillisten puutteiden varalle, jotka saattoivat jäädä huomaamatta tai niitä ilmaantuu myöhemmin.

Tässä työssä tutustutaan ja selvitetään myös ohjelmiston laadintaan vaikuttavia sähköturvallisuusmääräyksiä. Ohjelmiston rakenne ja sisältö on otettu tarkempana käsittelyyn, koska toimeksiannossa näiden asioiden suhteen annettiin käytännössä vapaat kädet. Päätavoitteen suhteen annettiin paljon tilaa pohdinoille, koska valintojen tekeminen ei aina ole yksiselitteistä ja tulkinnanvaraa saattaa helposti jäädä. Pohdintojen ideana on, että saavutetaanko kyseisillä valinnoilla asetettuja tavoitteita. Toimenpiteitä suorittavaa henkilöstöä ei käsitellä tarkemmin, sillä kyseisessä kohteessa on välttämätöntä tehdä erillisiä huoltosopimuksia eri järjestelmiin liittyen. Sen vuoksi toimenpiteistä riippuen käsitellään, mitä pätevyysvaatimuksia ohjelmiston suorittaminen vaatii.

Eri sähkölaitteille ja -laitteistolle määritettyjen huoltotoimenpiteiden suoritusvälien laatimiseen on säädösten ja valmistajien ohjeiden lisäksi käytetty hoidon ja

kunnossapidon toimenpidejaksoja käsitteleviä ST-ohjekortteja erityisesti silloin, kun edellä olevissa ei ollut määritelty suoritusvälejä. Opinnäytetyön tekemisen aikana nämä ohjekortit kuitenkin arkistoituivat, jotka kaikki korvaa 26.8.2020 laadittu ohjekortti ST 96.01. Siinä olevassa liitteessä esitetään järjestelmäkoh-  
taiset toimenpiteet, mutta niissä ei tarkemmin esitetä suoritusvälien toistuvuuksia. Koska tämä ohjekortti ei varsinaisesti estä käyttämästä arkistoituja kortteja (ST 96.03.01–06), käytetään lähtökohtaisesti niissä esitettyjä suoritusvälisuosi-  
tuksia, mikäli muita perusteluja niiden kiristämiseksi tai harventamiseksi ei ole.



## 2 KEHRÄSAARI

### 2.1 Hallinto

Kehräsaaren päivittäinen kiinteistön hallinta on H. Liljeroos Oy:n eräs tämän päiväisistä toiminnoista, ja omistaessa Kehräsaaren sähkölaitteiston, toimii yritys samalla sähkölaitteiston haltijana koko Kehräsaaren osalta. Tämä tarkoittaa sitä, että H. Liljeroos Oy vastaa koko Kehräsaaren sähkölaitteiston lakisääteisestä ennakkohuollosta ja kunnossapidosta. Osakeyhtiön toimitusjohtajana toimii Marcus Kanerva ja hallintoelimenä toimii kolmihenkinen hallitus, jossa hän itse on jäsenenä.

Organisaatio koostuu kahdesta tehtäväalueesta: toimitilojen vuokrauksesta sekä päivittäisestä kiinteistön hallinnasta. Sähkölaitteiston haltijan rooli liittyy suoraviivaisesti kiinteistön hallinnan toimintaan, ja täten H. Liljeroos Oy:n on täytynyt nimetä keskijännitejakelujärjestelmän vuoksi koko kehräsaareen sähkölaitteistolle käytön johtaja.

Kehräsaaren kiinteistöistä B-taloa hallinnoi Kehräsuvanto Oy, jonka päätoimiala on kiinteistöhallinto. Osakeyhtiön toimitusjohtajana toimii Matti Leminen. Hallintoelin koostuu kolmihenkisestä hallituksesta, jossa hän itse ei ole mukana.

Kehräsuvanto Oy:n rooli Kehräsaaren sähkölaitteiston näkökulmasta katsottuna on tekninen isännöinti. Tämä tarkoittaa muun muassa sitä, että isännöinti varmistaa huoltohenkilökunnan tai sähkölaitteiston käyttäjien tilaamien korjaustöiden olevan kelvollisia. Mikäli korjaustyöt kohdistuvat sähkönjakelujärjestelmään, tulee isännöinnin ilmoittaa asiasta käytön johtajalle.

Kehräsuvanto Oy:n hallituksen rooli viankorjausten tapauksessa on määrittellä korjaustöille sen hyväksymät palveluntuottajat, joilta huoltohenkilökunta tai sähkölaitteiston käyttäjät voivat nimenomaiset työt tilata. Saneerauksissa hallituksen tulee esittää käytön johtajalle tarpeelliset dokumentit, jotta hän voisi niitä kommentoida pysyäkseen ajan tasalla mahdollisista sähkönjakelujärjestelmää koskevista muutoksista.

## 2.2 Kehräsaaren kiinteistöt

Kehräsaaren kiinteistöt koostuvat H. Liljeroos Oy:n omistuksessa olevasta vanhasta osasta sekä osittain sen omistuksessa olevasta uudemmasta rakennuksesta, jotka sijaitsevat Tammerkosken varrella sekä Takon kartonkitehtaan naapurissa. Havainnollistava kokonaiskuva kiinteistöistä esitetään kuvassa 1.



KUVA 1. Kehräsaaren kiinteistöt (Järvinen 2019)

Kehräsaaren kiinteistöt muodostuvat kahdesta aakkosten mukaan nimetystä rakennuksesta. Kuvassa näkyvä kaareva osa on A-talo, ja se on rakennutettu vuonna 1897 (H. Liljeroos Oy, Kylmänen & Roselli 2012, 12). Alun perin kaarevan muodon toinen siipi, joka nyt kuvassa yhdistyy B-taloon, jatkui pidempänä ja sen kylkeen rakennettiin vuonna 1939 uusi rakennusosa (H. Liljeroos Oy, Kylmänen & Roselli 2012, 29). Kaarevan osan kärkien väliin valmistui 1940- ja 1950-lukujen vaihteessa neliönmallinen viisikerroksinen tehdasrakennus, joka yhdistettiin vuonna 1960 alkuperäiseen rakennukseen (H. Liljeroos Oy, Kylmänen & Roselli 2012, 42, 54).

Kuvassa näkyvä B-talon Koskikeskukselle päin osoittava pääty korotettiin kolmi-kerroksiseksi vuonna 1970, ja vuonna 1979 sisääntulon vieressä olevaa rakennusosaa (Laukontorilta päin Kehräsaareen tultaessa) korotettiin lisäämällä kerrokseen korkeutta kuitenkin lisäkerroksia tekemättä (H. Liljeroos Oy, Kylmänen & Roselli 2012, 56–57). 1980-luvun puolivälissä teollisuuskoneet myytiin, jolloin yhtiö muutettiin kiinteistöyhtiöksi ja entiset tehdastilat saneerattiin liike- ja toimistotiloiksi. Vuonna 1986 viimeisetkin tehdastoiminnot lakkasivat, ja tuolloin kehkeytyi uudenlainen Kehräsaari, jollaisena se nykyäänkin tunnetaan. (H. Liljeroos Oy, Kylmänen & Roselli 2012, 58)

Kehräsaari kuitenkin tuhoutui pahasti jatkosodan aikaisen ilmapommituksen vuoksi. Vuoden 1940 alussa uutta tehdasta käyttöön ottaessa uuteen rakennusosaan sijoitettu koneisto ehti olla toiminnassa ainoastaan neljä päivää, kunnes ilmapommituksen jäljiltä tehdasrakennukset syttyivät palaamaan aiheuttaen suuria vaurioita. (H. Liljeroos Oy, Kylmänen & Roselli 2012, 28)

## 3 SÄÄDÖKSET

### 3.1 Yleistä

Sähköturvallisuussäädöksiä voidaan pitää huollon ja kunnossapidon kannalta ensisijaisimpina, sillä opinnäytetyön laatiminen on tapahtunut niiden pohjalta. Säädöksissä asetetaan turvallisuutta koskevia vaatimuksia sähkölaitteille- ja -laitteistoille, joita noudattamalla mahdollistetaan niiden suunnittelu, valmistaminen, asentaminen ja käyttäminen. Huolto- ja kunnossapito on osa sähkölaitteiden ja -laitteistojen käyttöä, joten niitä koskevat säädökset tulee huomioida huolto- ja kunnossapito-ohjelmien laadinnassa.

Näitä sähköalan sitovia turvallisuusmääräyksiä julkaisi kauppa- ja teollisuusministeriö, joka toimi sähköturvallisuuden ylimpänä valvovana elimenä (Hietalahti 2013, 40). Vuodesta 2008 lähtien tätä ministeriöitä ei enää ole ollut sen yhdistettyä työ- ja elinkeinoministeriöön, joka toimii osana Suomen ylintä toimeenpanovaltaa käyttävää elintä eli Suomen valtioneuvostoa (HE 94/2007, 4). Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) toimii sähköturvallisuuden operatiivisena viranomaisvalvojana, jonka tehtävinä ylläpidon näkökulmasta katsottuna ovat hissien ja sähkölaitteistojen asentamisen, käytön, kunnossapidon, niihin kohdistuvien tarkastustoimintojen sekä sähkötyöturvallisuuden valvominen. Lisäksi se valvoo sähköurakointia ja -alan henkilöpatenttien arvioimista sekä markkinoiden sähkölaitteiden ja -tarvikkeiden turvallisuutta. (Hietalahti 2013, 40)

Opinnäytetyön kannalta erityisesti laitteisiin ja laitteistoihin kohdistuvat vaatimukset huomioidaan. Työskentelyn edellytykset tulee myös huomioida, sillä huoltoon ja kunnossapitoon kuuluu sähköalan töitä. Täten sähköturvallisuusmääräyksiä noudattamalla voidaan ylläpitää Kehräsaaren normaalin toiminnan jatkuvuutta. Mikäli kaikki vähimmäisvaatimukset eivät ole kunnossa, voidaan esimerkiksi laitteiden ja laitteistojen käyttöä rajoittaa tai pahimmassa tapauksessa estää kokonaan. Viimeistä optiota voidaan käyttää esimerkiksi tilanteissa, jossa sähkölaitteiston haltija ei ole saanut saneeraustöistä itselleen pakollisia sähköasennuksien käyttöönottotarkastuspöytäkirjoja, jotka sähkölaitteiston käytön johtaja voisi todentaa olevan kelvollisia ja siten sähkölaitteiden- ja

laitteistojen käyttö turvallista. Tässä tapauksessa voitaisiin saneeratut tilat julistaa käyttökieltoon katkaisemalla niistä sähköt siihen asti, kunnes asennuksien asianmukaisuus ja turvallisuus on todettu.

### **3.2 Ohjelmiston laadintaa koskeva lainsäädäntö**

Kiinteistöjen sähkölaitteistoja koskeviin määräyksiin tulee tutustua ja selvittää, velvoittavatko ne laatimaan asianmukaiset huolto- ja kunnossapito-ohjelmat. Sähköturvallisuuslaki velvoittaa laatimaan sähkölaitteistoluokkiin 2 ja 3 lukeutuville laitteistoille ennalta kunnossapito-ohjelma niiden turvallisuuden varmistamiseksi (1135/2016, 48 §).

Muita määräyksiä ei ainakaan suoraan sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelmiston laatimiseen kohdistu. Koska opinnäytetyönä ohjelmistoon on laadittu sähkölaitteiden ja -laitteistojen huollon ja kunnossapidon toimenpiteet määräväleiseen, voidaan sen katsoa olevan osa kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjetta. Näin ollen tavallaan sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelmiston laatimista velvoittaa myös maankäyttö ja rakennuslaki, sillä sen mukaan pysyvään työskentelyyn käytettävälle kiinteistölle tulee laatia käyttö- ja huolto-ohje. Tämän tulee sähkölaitteiden osalta sisältää niiden suunnitellut käyttöiät ja muut tarvittavat tiedot niiden asianmukaisen käytön ja kunnossapitovelvoitteen huolehtimiseksi. (958/2012, 117 i §)

### **3.3 Sähkölaitteiston tarkastukset**

Sähkölaitteistolle tulee tehdä sekä niiden rakentamisen valmistuttua että niiden laajennus- ja muutostöille käyttöönottotarkastus varmistaa sähköturvallisuuslain 6 §:ssä esitetyn vaaran tai häiriön aiheutumattomuus. Tämä tulee osoittaa laatimalla käyttöönottotarkastuspöytäkirja pois lukien valtioneuvoston asetuksen (1434/2016) 5 §:ssä luetellut vähäisiksi katsottavat työt. Näistäkin testaustulokset tulee kuitenkin tarvittaessa luovuttaa sähkölaitteiston haltijalle. Velvoite tarkastuksen tekemiseen ja pöytäkirjan laatimiseen on sähkölaitteiston rakentaneella sähköurakoitsijalla. Mikäli sähköurakoitsija laiminlyö velvoitteensa

tai on muuten estynyt huolehtimaan siitä, on sähkölaitteiston haltijan huolehdittava tarkastuksesta. (1135/2016, 43 §)

Sähkölaitteistolle suositellaan myös kunnossapitotarkastusten tekemistä. Nämä ovat sähkölaitteiston haltijan muutaman vuoden välein (esimerkiksi neljän vuoden välein) huolehtimia tarkastuksia, joilla sähkölaitteiston toiminta, turvallisuus ja kunto varmistetaan koko elinkaaren ajan. Koska Kehräsaaren sähkölaitteisto koostuu sekä keski- että pienjänniteasennuksista, on suositeltavampaa käyttää tiheämpää tarkastusväliä. (Kauppila & Saarelainen 2018, 4, 71–72)

### **3.3.1 Sähkölaitteistoluokat**

Sähkölaitteistot jaetaan niitä koskevien määräaikaisten ja varmennustarkastusten sekä kunnossapito-ohjelmaa koskevien vaatimusten perusteella kolmeen luokkaan. Luokkaan 1 kuuluu vähintään kaksi asuinhuoneistoa sisältävän asuinrakennuksen laitteisto sekä muu kuin asuinrakennuksen laitteisto, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on vähintään 35 ampeeria, ja jota ei luokitella kuuluvaksi luokkaan 2 tai 3. (1135/2016, 44 §)

Luokkaan 2 luokitellaan yli 1 kV nimellisjännitteisiä osia sisältävä sähkölaitteisto sekä enintään 1 kV:n nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 kV:n sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja sekä liittymistehojen summaltaan yli 1,6 MVA oleva sähkölaitteisto. Luokkaan 3 kuuluu verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava verkko. (1135/2016, 44 §). Sähkölaitteistoluokat esitetään tarkemmin taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Sähkölaitteistoluokat

Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
a) asuinrakennuksen sähkölaitteisto, rakennuksessa yli 2 asuntoa	c) yli 1000 V osia sisältävä sähkölaitteisto	c) sähkönjakeluverkko, joka edellyttää sähköverkkolupaa
b) muu kuin asuinrakennuksen sähkölaitteisto, ylivirtasuojia yli 35 A, ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3	d) liittymisteholtaan yli 1600 kVA, enintään 1000 V sähkölaitteisto	

Luokan 1a mukainen asuinrakennus määräytyy rakennuksen pääkäyttötarkoituksen mukaan. Lisäksi asuinrakennuksessa voi olla myös muita siihen kuuluvia tiloja, jotka ovat jotain muuta kuin asumista palvelevia, kuten esimerkiksi liiketiloja. Luokan 1b sähkölaitteistoon lukeutuu muun muassa teollisuus-, liike- ja majoitusrakennuksen kiinteistöt, erilaiset yleistenalueiden sähkölaitteistot ja maatalouden tuotantorakennukset. Luokan 1b mukainen sähkölaitteisto ei ole rajattuna ainoastaan rakennuksiin kuuluvaksi, vaan sillä tarkoitetaan haltijan koko liittymää tai kiinteistöä. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2017, 1–2)

Sähkölaitteistoluokka 2c käsittää samaan sähkölaitteistoon kuuluvat kaikki kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennetut saman haltijan sähkölaitteistot, eli yli 1000 V laitteistojen lisäksi myös kiinteistön muu sisäinen jakeluverkko ja muun muassa enintään 1000 V laitteistoja sisältävät rakennukset ja ulkoalueet. Huomion arvoista on, että saman kiinteistön tai kiinteistöryhmän alueella saattaa olla eri haltijoiden ja eri sähkölaitteistoluokkiin kuuluvia laitteistoja. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2017, 2)

Muuntamoiden sisältämät laitteistot ovat tyypillisesti sähkölaitteistoluokkaa 2c. Muuntamo on tila, joka sisältää yhden tai useamman muuntajan tai se voi olla yli 1000 V nimellijännitteisen kytkinlaitoksen muodostama kokonaisuus, joka on joko samassa tilassa tai välittömästi toisiinsa liittyvissä tiloissa. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2017, 2)

### 3.3.2 Varmennustarkastus

Luokkien 1–3 sähkölaitteistoille tulee tehdä käyttöönottotarkastuksen lisäksi varmennustarkastus niiden sähköturvallisuuden varmentamiseksi. Tarkastus tulee tehdä myös valtioneuvoston asetuksen (1434/2016) 6 §:n mukaisille laitteiden merkittävälle laajennus- tai muutostöille. (1135/2016, 45 §)

Muutos tai laajennus on merkittävä, mikäli muutosaluetta suojaavan ylivirtasuojan koko on yli 35 ampeeria laitteistossa, jolle ei edellytetä käytön johtajaa tai ylivirtasuojan koko on yli 250 ampeeria laitteistossa, jolle käytön johtaja tulee olla nimettynä. Myös luokkien 1–3 sähkölaitteistoon kuuluva muutettu tai laajennettusähköasennus, joka sijaitsee valtioneuvoston asetuksen (576/2003, Liite 1) mukaisessa räjähdysvaarallisessa tilassa, räjähteiden valmistustilassa tai sairaalan tai lääkäriaseman leikkaussalissa, on merkittävä muutosalueen ylivirtasuojan ollessa edellä mainittuja pienempikin. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto n.d.b)

Käyttöönottotarkastuksen tavoin sähkölaitteiston rakentaneella sähköurakoitsijalla on velvoite huolehtia sähkölaitteiston varmennustarkastuksesta. Velvoite siirtyy sähkölaitteiston haltijalle sähköurakoitsijan laiminlyödessä velvoitteensa tai ollessa muuten estynyt huolehtimaan siitä. (1135/2016, 45 §)

Varmennustarkastuksesta tulee laatia haltijan käyttöön tarkastustodistus ja kohteen sähköpääkeskukseen tai vastaavaan kohtaan kiinnittää tarkastustarra. Haltijan tulee säilyttää kyseinen tarkastustodistus vähintään kymmenen vuoden ajan. (1135/2016, 46 §)

Kehräsaarella varmennustarkastuksen suorittaminen ei siis käytännössä ole välttämätöntä sellaisille muutosalueille, joiden ylivirtasuojan koko alittaa 250 ampeeria, sillä kohde edellyttää käytön johtajaa. Tällöin kaikki tämän ylivirtasuojakoon alle jäävät laajennus- ja muutostyöt eivät katsota olevan merkittäviä. Halutessaan käytön johtaja voi kuitenkin suorittaa varmennustarkastuksen itse tai tilata sen erikseen.



### 3.3.3 Määräaikaistarkastus

Käytössä oleville sähkölaitteistoille tulee tehdä määrätyin väliajoin määräaikaistarkastukset perustuen niiden sähkölaitteistoluokituksiin. Tarkastuksilla todetaan pistokokein tai muulla soveltuvalla tavalla laitteiston käytön olevan turvallista, kunnossapito riittävää turvallisuuden ylläpitämiseksi, ja että laitteistolle on tehty räätälöidyn huolto- ja kunnossapito-ohjelmiston mukaiset toimenpiteet. Lisäksi tarkastuksissa varmistetaan laitteiston käyttöön ja huoltoon tarvittavien välineiden, dokumenttien ja ohjeiden olevan käytössä, ja että saneerauksista on olemassa asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat. Määräaikaistarkastuksen piiriin tulee aina sisällyttää erikoistilat, mikäli niitä kohteesta löytyy. Näitä ovat lääkin- tätilat, räjähdys- ja palovaaralliset tilat. Määräaikaistarkastuksen suorittaa sähköturvallisuuslain 75 §:n mukainen valtuutettu laitos tai tarkastaja. (1135/2016, 50 §)

Sähkölaitteiston haltijan käyttöön tulee aina laatia tarkastuspöytäkirja määräaikaistarkastuksen sisällöstä sekä kiinnittää tarkastustarra esimerkiksi kohteen sähköpääkeskukseen tai vastaavaan kohtaan. Haltijan veloitteena on säilyttää tarkastuspöytäkirja sekä osoitus pöytäkirjassa esitettyjen mahdollisten puutteiden korjaamisesta vähintään seuraavaan määräaikaistarkastukseen saakka. (1135/2016, 51 §)

Määräaikaistarkastus tehdään luokan 1 ja 2 laitteistolle asuinrakennukset pois lukien kymmenen vuoden välein ja luokan 3 laitteistolle viiden vuoden välein. Mikäli asuinrakennuksen osana on liiketiloja tai muita pääasiallisesti muuta käyttöä kuin asumiseen tarkoitettuja tiloja, joiden suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on vähintään 35 ampeeria, tulee näiden tilojen laitteistolle määräaikaistarkastus tehdä kymmenen vuoden välein. Laitteiston määräaikaistarkastuksesta huolehtii sen haltija. (1135/2016 49 §) Kehräsaareen määräaikaistarkastus tulee tehdä kymmenen vuoden välein, koska sähkölaitteisto kuuluu luokkaan 2c.

### 3.3.4 Kunnossapitotarkastus

Kunnossapitotarkastuksilla varmistetaan laitteiston kunnossapidon olevan riittävää ja laitteiston käytön olevan turvallista. Kunnossapitotarkastuksen suorittavalle henkilölle ei ole asetettu muita vaatimuksia kuin, että hänen tulee olla riittävän ammattitaitoinen sähköalan henkilö. Tarkastuksen yhteydessä tulee huomioida kohteen edelliset tarkastuspöytäkirjat mahdollisuuksien mukaan (Kaupila & Saarelainen 2018, 71)

Erilliset kunnossapitotarkastukset eivät kuitenkaan ole Kehräsaarella välttämättömiä, sillä toimivalla huolto- ja kunnossapito-ohjelmistolla varmistutaan jo riittävällä tasolla edellä mainituista asioista. Esimerkiksi luvun 5.2.1 mukainen jakokeskusten kuuden vuoden välein tehtävät kunnossapitotarkastukset voidaan jo osaltaan katsoa vastaavan näitä tarkastuksia.

### 3.4 Huolto-ohjelmien suorittamisen perusedellytykset

Perusedellytysten tulee olla kunnossa ennen kuin huolto- ja kunnossapito-ohjelmiston mukaisia toimenpiteitä voidaan alkaa kohteen sähkölaitteille ja -laitteistolle tekemään. Sähköturvallisuuslaki määrittelee huoltotöiden olevan joko sähkö- tai käyttötöitä.

Sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotyöt sekä sähkölaitteiston rakennus-, korjaus- ja huoltotyöt luokitellaan olevan sähkötyötä. Sähkölaitteen tai -laitteiston purkutyö ei ole sähkötyötä, mikäli laite tai laitteisto on ennen purkutyön aloittamista tehty luotettavasti ja asianmukaisesti jännitteettömäksi. Käyttötyöhön luokitellaan sähkölaitteiston käyttötoimenpiteet ja siihen kohdistuvat tarkastustoimenpiteet. (1135/2016, 53 §)

Jotta sähkötöitä voisi ylipäättään tehdä, tulee sähköturvallisuuslain mukaan sähkötöitä suorittavan toiminnanharjoittajan palveluksessa töitä johtamaan olla nimettynä sähkötöiden johtaja ja itsenäisesti työtä tekevällä tai valvovalla henkilöllä olla riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito. Lisäksi kohteessa

tulee olla käytössä töiden tekemisen kannalta tarvittavat työvälineet ja sähköturvallisuutta koskevat säännökset sekä toiminnasta tulee tehdä ilmoitus Tukesille ennen sähkötöiden aloittamista.

Johtajan nimeämisessä tulee huomioida työn luonne. Sähkötöitä varten nimitään edellä olevan mukaisesti sähkötöiden johtaja ja käyttötöitä varten käytön johtaja. Käytön johtaja tulee nimetä ainoastaan silloin, kun sähkölaitteistoluokka sitä vaatii. Koska Kehräsaaren sähköjakeluun liittyy keskijännitelaitteisto, tulee kohteeseen nimetä käytön johtaja (1135/2016, 44 §, 60 §). Molemmissa tapauksissa johtajan nimeämisessä tulee huomioida hänen pätevyyttään ja palvelussuhdettaan koskevia vaatimuksia.

Sähkötöiden johtajan täytyy itse harjoittaa sähkötöitä tai olla sitä harjoittavan yrityksen palveluksessa sekä hänen tulee tuntea sähkötyöturvallisuuden vaatimukset ja ylläpitää omaa ammattitaitoaan (1135/2016, 58 §). Sähkötöiden johtajan tavoin myös käytön johtajan tulee tuntea sähköturvallisuuden vaatimukset ja ylläpitää omaa ammattitaitoaan. Sähkötöiden johtajasta poiketen käytön johtajan täytyy olla joko sähkölaitteiston haltija itse tai olla tämän palveluksessa. Tähän kuitenkin liittyy poikkeuksia. Käytön johtajana voi toimia henkilö, joka on sähkölaitteiston haltijan laitteistoa koskevan kunnossapitosopimuksessa kirjatun yhteisön palveluksessa. Käytön johtajana voi myös toimia henkilö olematta sähkölaitteiston haltijan palveluksessa tapauksessa, kun sähkölaitteistoon kuuluu enintään kolme nimellisjännitteeltään enintään 20 kV muuntamoaa tai siihen rinnastettavaa erillistä yli 1 kV:n nimellisjännitteistä kytkinlaitosta. (1135/2016, 61 §)

Sähkötöiden johtajan täytyy olla nimettynä aina ennen sähkötöiden aloittamista. Käytön johtaja puolestaan tulee nimetä kolmen kuukauden kuluttua laitteiston käyttöönotosta. Nimeämiset tulee aina ilmoittaa Tukesille. Mikäli johtaja vaihtuu tai on estynyt hoitamasta tehtävänsä pois lukien lyhytaikaiset poissaolot, tulee uusi johtaja nimetä kolmen kuukauden kuluessa kummassakin tapauksessa. Ero on siinä, että sähkötöiden johtajan nimeää toiminnanharjoittaja ja käytön johtajan nimeää sähkölaitteiston haltija. (1135/2016, 55 §, 57 §, 60 §) Johtajan

nimeämisessä ja itsenäisesti töitään valvovan ja suorittavan henkilön pätevyysien todentamisessa vertaillaan heidän koulutustaastaansa ja sähköalan työkokemustaan annettuihin pätevyysvaatimuksiin.

### **3.5 Kehräsaaren sähkölaitteiston asettamat vaatimukset**

Kehräsaaren kiinteistöjen sähkölaitteisto luokitellaan luvun 3.3.3 mukaisesti sähkölaitteistoluokkaan 2c. Laitteisto sisältää siis yli 1 kV nimellisjännitteisiä osia ja käyttötöitä varten täytyy sähkölaitteiston haltijan palveluksessa olla laitteiston käyttötöistä vastaava käytön johtaja. Hänellä täytyy olla riittävä pätevyys, tai käytön johtavuus voidaan hoitaa myös laitteistoa koskevalla kunnossapitosopimuksella, sillä sähkölaitteistoon kuuluu käytännössä vain yksi muuntamo toisen ollessa pois käytöstä. Kehräsaaren nimellisjännitteeltään 5 kV laitteisto edellyttää käytön johtajalta joko rajoitettua tai varsinaista sähköpätevyys 1-todistusta, sillä laitteiston nimellisjännite ylittää 1 kV, mutta on korkeintaan 20 kV.

Sähkölaitteistoluokkaan 2c kuuluu lisäksi samalla alueella olevat saman sähkölaitteiston haltijan muut sähkölaitteistot. Näitä ovat muun muassa kiinteistön sisäinen jakeluverkko sekä rakennukset ja ulkoalueet, joissa on käytössä enintään 1 kV laitteistoja. Tämä tarkoittaa käytännössä siis sitä, että kohteeseen valikoituva käytön johtaja on vastuussa koko Kehräsaaren sähkölaitteistosta.

Lisäksi tulee huomioida, ettei Kehräsaarella tehdä sähkötöitä varsinaisesti oman henkilökunnan toimesta. Tämä tarkoittaa siis sitä, ettei sähkölaitteiston haltija toimi sähkötöitä suorittavana toiminnanharjoittajana, jolloin haltijan palveluksessa ei tarvitse olla nimettynä sähkötöiden johtajaa. Näin ollen siis asennus-, huolto- ja kunnossapitotöitä varten tarvitaan ulkopuolinen taho, kuten sähköurakoitsija, jonka palveluksesta tulee löytyä sähkötöiden johtaja tarvittavalla pätevyydellä. Koska Kehräsaaren laitteistoon kuuluu yli 1 kV vaihtojännitteisiä laitteiston osia, joille tulee säännöllisin väliajoin tehdä huoltotöitä, tulee sähkötöiden johtajalla olla sähköpätevyys 1-todistus. Enintään 1 kV sähkölaitteisiin- ja laitteistoihin kohdistuvien huolto- ja kunnossapitotoimenpiteitä varten riittää sähköpätevyys 2-todistus.

Asennus-, huolto- ja kunnossapitotöihin osallistuvalta henkilöltä edellytetään vähintään sähköturvallisuuslain (1135/2016) 73 § edellyttämä ammattitaito. Tämän lisäksi henkilöllä tulee olla voimassa oleva hätäensiapukoulutus, standardin SFS 6002 mukainen sähkötyöturvallisuuskoulutus, tulityökortti sitä vaativissa töissä ja työturvallisuuskortti. Työtä suorittavalla henkilöllä tulee olla tehtäviin soveltuvat työvälineet ja suojarusteet, ja hänen on tunnettava työn kohteena oleva sähkölaitteisto. (Lamberg 2021, 1) Nämä ovat tavanomaisia perusedellytyksiä jokaiselle sähkötöitä tekeväälle henkilölle kohteesta riippumatta. Lisäksi räjähdysvaarallisten tilojen standardeissa SFS-EN 60079-14 ja -17 esitetään vaatimuksia henkilöiden pätevyysvaatimuksista suunnittelussa, asennuksissa, tarkastuksissa ja huollossa.

Kaikkiin yli 1 kV käyttö- ja huoltotöihin rinnastettavista töistä tulee laatia kirjallinen kytkentäohjelma. Ohjelman laatii henkilö, joka määrittää työn tilauksessa. Laadittu ohjelma tulee toimittaa käytön johtajalle katselmoitavaksi ennen töiden aloittamista, ja työlle tulee nimetä vielä työn aikainen sähkötyöturvallisuuden valvoja. Alle 1 kV rinnastettaviin käyttö- ja huoltotöihin ei välttämättä tarvita kirjallista työvaihesuunnitelmaa, mutta sen tarvetta joka tapauksessa tarkastellaan työn tilauksen yhteydessä. (Lamberg 2021, 1)

Kytkeäohjelman vaatiminen on perusteltua erityisesti Kehräsaaren tapauksessa, sillä kohteen 5 kV jakelujärjestelmän huoltamiseen liittyy eräs asia, joka tekee Kehräsaaresta ainutlaatuisen. Kehräsaaren sähköpääkeskukseen tulee varasyöttöyhteys, joka tulee kytkeä ja sopia kolmannen osapuolen edustajan kanssa ennen muuntamohuollon aloittamista. Lisäksi vuokralaisille tulee ilmoittaa hyvissä ajoin, mistä on kyse ja kuinka kauan sähkökatko kestää.

Käytännössä varayhteyden valmistaminen tulee tehdä päivää ennen muuntamohuoltoa. Kytkeä varasyöttöön tehdään katkottomasta sähkönsyötöstä, jolloin verkkojännitteen tahdissa olo tulee varmistaa. Muuntamohuolto on syytä tehdä varhain aamulla, jolloin kuormitus on mahdollisimman pieni. Olemassa olevaa kuormitusta tulee edelleen pienentää minimiin kytkemällä esimerkiksi sähkökattila pois päältä ja mahdollisesti molempien talojen ilmanvaihtoa pienemmälle ennen rinnankytkennän suorittamista. Varmistettuaan varayhteyden

ja Kehräsaaren sähköjen yhteensopivuus voidaan rinnankytkentä tehdä ja pienjännitteen erotus suorittaa laukaisemalla sähköpääkeskuksen pääkatkaisija koestamalla sen suojarelettä soveltuvalla testauslaitteella. Sähköjen ollessa yhteensopivia, rinnankytkentä tehtynä sekä pienjännitteen katkaisija avattuna, voidaan Alakosken voimalaitoksen Kehräsaaren lähtö aukaista etänä muuntamossa olevasta painikkeesta saatuaan luvan kolmannelta osapuolelta, jolloin muuntamohuolto voidaan varsinaisesti aloittaa.

### **3.6 Sähkölaitteiston haltijan vastuut ja velvoitteet**

Sähkölaitteiston haltijalle kohdistuu runsaasti vastuita ja velvoitteita liittyen sähköturvallisuuslainsäädäntöön sekä pelastustoimen laitteisiin koskeviin lakeihin, määräyksiin, ohjeisiin ja asetuksiin. Sähköturvallisuuslaki ei kuitenkaan määrittele sähkölaitteiston haltijaa. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston julkaiseman ohjeen mukaan sähkölaitteiston haltija on lähtökohtaisesti kiinteistön omistaja, ellei hän ole osoittanut muuta vastuussa olevaa haltijaa (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2017, 4).

Sähköturvallisuuslain 6 § edellyttää sähkölaitteistoa huollettavan ja käytettävän siten, ettei siitä aiheudu vaaraa kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle, kohtuutonta häiriötä sähköisesti tai sähkömagneettisesti, ja ettei toiminta häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. 55 § määrittelee sähkölaitteistojen rakennus-, korjaus- huolto- ja käyttötöiden edellytykset, 60 § käytön johtajan nimeämisen ja 61 § veloitteen antaa käytön johtajalle riittävät edellytykset johtaa ja valvoa käyttötöitä. (1135/2016)

43 § ja 45 § velvoittavat haltijaa huolehtimaan tarkastuksista, mikäli sähkölaitteiston rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai on muuten estynyt huolehtimaan niistä, ja 46 § velvoittaa haltijaa säilyttämään varmennustarkastuksesta saadun tarkastustodistuksen vähintään kymmenen vuoden ajaksi. 47 § velvoittaa haltijan huolehtivan laitteiston ylläpitämiseksi tarvittavasta kunnossapidosta ja dokumenteista, laitteiston kunnon ja turvallisuuden olevan tarkkailun alaisuudessa, ja että laitteistossa havaitut puutteet ja viat tulevat riittävän nopeasti poistetuiksi.

48 § velvoittaa haltijaa huolehtimaan, että sähkölaitteistoluokkiin 2 ja 3 lukeutuville laitteistoille on laadittu sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma, ja 49 § huolehtimaan laitteiston määräaikaistarkastuksista laitteiston niitä edellyttäessä. (1135/2016)

52 §:n mukaan haltijan on ilmoitettava käyttöönotetusta sähkölaitteistosta jakeluverkon haltijalle sähköturvallisuuden valvomiseksi ja mahdollisten vahinkojen selvittämiseksi, ja 60 §:n mukaan myös Tukesille. 27 §:n ja 39 §:n mukaan haltijan tulee säilyttää kiinteän asennuksen rakentajan luovuttamat ja laitteiston rakentajan kirjaamat sovelletut tekniset käytännöt sisältävät asiakirjat asennuksen käyttöön ajaksi Tukesia varten. (1135/2016)

Sähköturvallisuuslain 6. luku käsittelee laitteiston aiheuttamia vahinkoja, haittoja ja laitteiston omistajan korvausvelvollisuuksia. 99 §:n mukaan haltija on tuottamuksesta riippumatta vastuussa sähkölaitteen tai -laitteiston aiheuttaneesta sähkövahingon korvauksesta. 100 § kuitenkin esittää poikkeuksia tähän. Sen mukaan haltija ei ole vastuussa sähkövahingon korvauksesta, mikäli sähkövahinko on aiheutunut toiselle nimellisjännitteeltään yli 400 V sähkölaitteelle tai -laitteistolle tai se on aiheutunut nimellisjännitteeltään enintään 400 V kiinteistön sisäiseen sähköhuoltoon kuuluvasta sähkölaitteesta tai -laitteistosta tai siihen liitetystä sähkölaitteesta tai -laitteistosta. (1135/2016)

Haltija vastaa myös käyttötöitä suorittavasta henkilöstöstä. Haltija huolehtii tästä vastuustaan nimeämällä käyttötöitä varten käytön johtajan yli 1 kV laitteistoille ja sellaisille pienjännitelaitteistoille, joiden liittymistehojen summa ylittää 1,6 MVA. Lisäksi hänen tulee pitää käytön johtaja tietoisena sähkölaitteistoon kohdistuvista muutostöistä. (Sähkötieto ry 2017a, 3)

Mikäli kiinteistöön edellytetään pelastustoimen laitteita ja järjestelmiä asennettavaksi, haltijan vastuulla on kyseisten laitteiden ja järjestelmien olemassaolo, kunto, kunnossapito-ohjelma ja siinä esitettyjen toimenpiteiden toteutuminen. Näitä järjestelmiä ovat muun muassa poistumisreittien merkitsemisen ja valaistaminen, palonilmaisun, sammutuksen ja savunpoiston järjestelmät. Näiden järjestelmien osalta haltija voi sopimuksella siirtää huolintavastuun esimerkiksi

käytön johtajalle. (Sähkötieto ry 2017a, 3) Haltija on kuitenkin vastuussa kunnossapito-ohjelman toimenpiteiden toteutumisesta, mikäli käytön johtaja laiminlyö huolintavastuunsa.

### **3.7 Sähkölaitteiston käytön johtajan vastuut ja velvoitteet**

Voimassa olevassa sähköturvallisuuslaissa määritetään käytön johtajan vastaavan sähkölaitteiston käytön ja huollon noudattavan tätä lakia, laitteiston olevan käytön aikana tämän lain edellyttämässä kunnossa sekä käyttötöitä tekevien henkilöiden ammattitaitoisuuden ja tehtäviinsä opastuksen riittävyden varmistamisesta. Käytön johtajan täytyy olla joko sähkölaitteiston haltija, oltava tämän palveluksessa tai toimia sellaisen yhtiön palveluksessa, jolla on haltijan kanssa hänen laitteistoaan koskeva kunnossapitosopimus. Käytön johtajan tulee tuntee voimassa olevat sähköturvallisuuden vaatimukset ja ylläpitää ammattitaitoaan jatkuvasti. Mikäli käytön johtaja on vuosilomalla tai kyseessä on siihen verrattava muunlainen lyhytaikainen poissaolo, tulee hänen ilmoittaa haltijalle olevansa estynyt hoitamasta tehtäviään poissaolonsa aikana. (1135/2016, 60 §–62 §)

Ensisijainen vastuu laitteiston turvallisuuden huolehtimisesta on haltijalla, mutta käytön johtaja yleensä hoitaa haltijan vastuulle kuuluvia tehtäviä sopimuksen mukaan. (Härkönen 2020b, 4) Haltijan ja käytön johtajan kannattaa siis kirjallisesti sopia haltijan vastuulle kuuluvien tehtävien siirtämisestä käytön johtajalle. Kirjallisessa sopimuksessa tulee käydä ilmi tehtävien hoitamistapa ja kumpi osapuolista huolehtii kunkin tehtävän käytännön suorittamisesta. Käytön johtajan tulee sopimuksesta huolimatta valvoa toimintojen olevan säädöksien ja määräyksien mukaisia.

Käytön johtajan tulee ilmoittaa haltijalle sellaiset toimenpiteet, joihin hänen tulee ryhtyä laitteiston pitämiseksi säännösten ja määräysten edellyttämässä kunnossa. Käytön johtaja voi ryhtyä välittömän vaaran uhatessa väliaikaisiin toimenpiteisiin, kuten laitteiston tai sen osan jännitteettömäksi tekemiseen, suojausien asettamiseen laitteistoon tai sen vartiointiin, välttääkseen tällaisen vaaran. (Kauppila 2020, 2)



Lisäksi käytön johtaja yhdessä haltijan kanssa huolehtii siitä, että työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja ja sähkölaitteiston käyttöä valvova henkilö sopivat työn tekemisen mahdollistavista sähköjärjestelmän järjestelyistä ja työtavoista ennen kuin järjestelmän järjestelyjä muutetaan tai töitä laitteistossa tai sen läheisyydessä aloitetaan. Työaikaisen sähköturvallisuuden valvoja ja laitteiston käytön valvoja voivat olla sama henkilö. (SFS 6002 2018, 15)

## 4 HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMISTO

Sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelmisto on ohjeistus laitteiston kunnossapidolle. Se on käytännössä siis kokoelma eri sähkölaitteiden ja -laitteistojen huolto- ja kunnossapito-ohjelmista, jotka sisältävät työohjeet ja määrävälit niiden kunnan ja sähköturvallisuuden ylläpitämiseksi. Ohjelmisto on pakollinen tietyn sähkölaitteistoluokan laitteistossa.

Huolto- ja kunnossapito-ohjelmistosta voidaan käyttää myös nimityksiä huolto- ja kunnossapito-ohjelma tai huolto- ja kunnossapitosuunnitelma. Väärinkäsitysten välttämiseksi tässä opinnäytetyössä huolto- ja kunnossapito-ohjelmisto tarkoittaa web-pohjaista sovellusta, joka sisältää lukuisia huolto- ja kunnossapito-ohjelmia. Huolto- ja kunnossapito-ohjelma tarkoittaa nimensä mukaisesti ohjelmaa, jonka mukaan kyseessä olevaa sähkölaitteita tai -laitteistoa huolletaan. Jokainen ohjelma sisältää siis vähintään huoltohenkilökunnalle tulostettavan työohjeen ja tarkastuspöytäkirjan, jolla toimenpiteet kuitataan tehdyksi ohjelmistoon. Ohjelmilla on aina oma määrävälinsä, ja ne saattavat edellä olevien lisäksi sisältää myös muita dokumentteja, kuten koestus- ja mittauspöytäkirjoja tai erinäisiä luetteloja.

Nimitystä huolto- ja kunnossapitosuunnitelma ei tässä opinnäytetyössä käytetä, sillä tällä tarkoitetaan lähinnä ohjekortin ST 96.02 esitetyn rakenteen mukaista suunnitelmaa. Sen mukaan täydelliseen huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaan sisältyy kohteen yleiskuvaus, yhteystiedot, tehtäväluettelo, seurantaohjelma, toimenpidemääräväli, huolto-ohjeet, huoltoa palvelevat tekniset piirustukset ja kaaviot, dokumentit ulkopuolisten ja haltijan suorittamista tarkastuksista ja katselmuksista, menettelytapa tilapäisasennuksissa, laiteluettelo sekä kohteen huoltohistoria. (Sähkötieto ry 2002, 2) Tällainen huolto- ja kunnossapitosuunnitelma voi olla esimerkiksi paperinen tai sähköinen kansio.

Opinnäytetyön lähtökohtana oli päästä eroon Excel-pohjaisesta huolto- ja kunnossapito-ohjelmasta. Täten opinnäytetyönä hankittu ohjelmisto ja sen täydentäminen laadituilla ohjelmilla sekä erillisen huoltokansion luominen piirustuksia ja kaavioita sekä muita dokumentteja varten voidaan katsoa olevan osa huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaa. Osia, kuten kohteen yleiskuvausta, yhteystietoja

tai kohteen huoltohistoriaa, ei ole opinnäytetyönä laadittu. Erillistä tehtäväluetteloa ja toimenpidemääräväliä ei ole näiden ollessa yhdistettynä ohjelmistossa jokaisen ohjelman kohdalla, ja ohjelmiston yhteenvedonäkymä toimii käytännössä seurantaohjelmana, josta huoltotilanne pystytään nopeasti näkemään.

#### **4.1 Huolto- ja kunnossapito-ohjelmien laadinta**

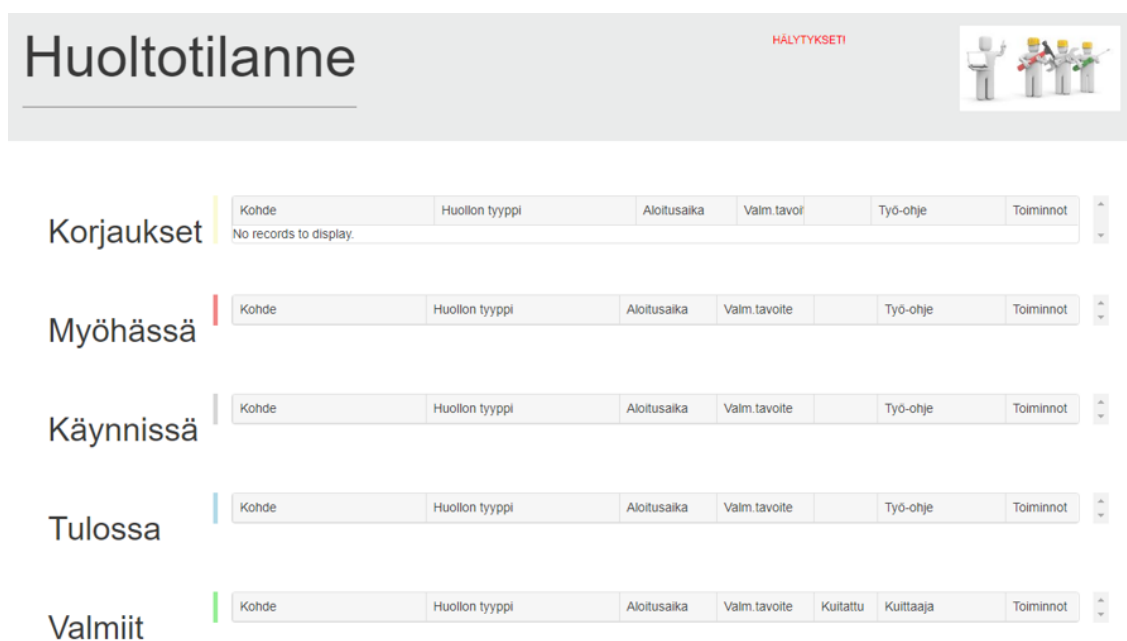
Huolto- ja kunnossapito-ohjelmien laadinnan alkuvaiheessa tutustutaan kohteeseen ja sen sisältämään laitteistoon. Tarkoituksena on kerätä lista kaikista oleellisimmista sähkölaitteista ja -laitteistoista, jotta niille voitaisiin lähteä selvittämään tarvittavia toimenpiteitä. Toimenpiteiden selvittämisessä ensisijaisesti tarkastetaan, onko lainsäädännössä ja standardeissa veloitettu tekemään tietyille laitteistoille tai niiden osiin huoltotoimenpiteitä ja millä suoritusvälillä. Tällaisille järjestelmille on monesti suoraviivaista laatia huolto- ja kunnossapito-ohjelmia, sillä lainsäädännössä niille yleensä annetaan yleisellä tasolla toimenpiteet ja määrävälit, jotka vielä tarkennetaan erikseen kyseisten järjestelmien valmistajien käyttö- ja huolto-ohjeissa.

Mikäli lainsäädännössä ei ole tietyille järjestelmille asetettu vaatimuksia, tulee aina tapauskohtaisesti pohtia niiden liittämistä huollon ja kunnossapidon piiriin. Yleensä tällaisten järjestelmien huoltamattomuudesta koituu erityyppisiä ongelmia niiden käyttäjille tai omistajille, joten niitä joutuu käytännössä huoltamaan pitääkseen ne toimintakuntoisina. Tällaisissa tapauksissa toimenpiteiden ja määräväliden määrittämisessä turvaututaan valmistajien ohjeisiin. Näissä on kuitenkin runsaasti tapauskohtaisia eroja. Jotkin valmistajat ilmoittavat ohjeissaan todella kattavasti vaaditut toimenpiteet määräväleineen, kun taas jotkin valmistajat ilmoittavat vähäisiä toimenpiteitä yleensä ilman määrävälejä. Näissä tilanteissa turvaututaan yleisohjeisiin tai muiden vastaavan järjestelmän valmistajien ohjeisiin soveltaen. Viimeiseksi voidaan turvautua sähkö tietokortiston ohjekortteihin, joiden avulla pystytään määrittelemään toimenpiteitä ja niiden määrävälejä.

## 4.2 Huolto- ja kunnossapito-ohjelmiston rakenne

Sähkölaitteiston haltijan, käytön johtajan ja huoltohenkilökunnan käyttöön on hankittu web-pohjainen määräaikaishuollon ja kunnossapidon ohjelmisto, jonka käyttö tapahtuu selainkäyttöliittymällä. Ohjelmistoa varten on hankittu erillinen palvelin, johon se on asennettuna. Ohjelmisto on lähinnä tarkoitettu koneille ja laitteille, mutta sen yksinkertaisen käytön vuoksi sitä voidaan käyttää kiinteistön sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelmistona.

Ohjelmiston rakenne koostuu huoltotilanteesta, konekorteista, ylläpitoaktiviteettien ennakkoinnista, käyttöoikeustasoista, huoltohistoriasta, varaosista, dokumenteista ja hälytyksistä. Aloituskäytöstä (kuva 2) saa nopean käsityksen siitä, mitä huoltoja tai määräaikaistarkastuksia on tulossa, mitkä ovat myöhässä ja mitkä valmiita. Mikäli ohjelmistoon halutaan lisätä sähkölaitteille ja -laitteistoille varaosia, hälytysrajojen alittavien varaosien tilanne esitetään punaisella tekstillä aloituskäytön oikeassa yläreunassa.



The screenshot shows a web interface titled "Huoltotilanne" (Maintenance Status). In the top right corner, there is a red alert indicator that says "HÄLYTYKSETI". Below the title, there are five sections, each with a table header and a dropdown arrow on the right:

- Korjaukset**: Table with columns: Kohde, Huollon tyyppi, Aloitusaika, Valm.tavoit, Työ-ohje, Toiminnot. Below the table, it says "No records to display."
- Myöhässä**: Table with columns: Kohde, Huollon tyyppi, Aloitusaika, Valm.tavoite, Työ-ohje, Toiminnot.
- Käynnissä**: Table with columns: Kohde, Huollon tyyppi, Aloitusaika, Valm.tavoite, Työ-ohje, Toiminnot.
- Tulossa**: Table with columns: Kohde, Huollon tyyppi, Aloitusaika, Valm.tavoite, Työ-ohje, Toiminnot.
- Valmiit**: Table with columns: Kohde, Huollon tyyppi, Aloitusaika, Valm.tavoite, Kuitattu, Kuitaaja, Toiminnot.

KUVA 2. Esimerkkikuva ohjelmiston aloituskäytöstä

Koneiden hallintasivustolla hallitaan ja määritellään huoltokohteet. Huoltokohteen nimeä klikkaamalla ohjelmisto ohjaa konekortille, josta pääsee näkemään yksityiskohtaiset tiedot kyseisestä huoltokohteesta. Täällä voidaan lisätä ja muokata huoltojen toistuvuutta sekä dokumentteja.

Ohjelmiston hierarkiaa tulee kuitenkin käytännön kannalta miettiä, miten siitä saisi mahdollisimman helppokäyttöisen sekä helposti ylläpidettävän ja päivitettävän. Ensimmäisenä hierarkian rakentamisessa tulee ymmärtää se, ettei ohjelmistoa ole tarkoitus käyttää tallennusmediana, vaan yksinkertaisena kalenteriaikaan sidottuna seurantaohjelmana, johon kuitataan toimenpiteet tehdyiksi. Toisin sanoen jokaiselle luodulle huoltokohteelle lisätään ainoastaan yksi työohje, joka sisältää tarpeen mukaan luettelon, tarkastus-, koestus- tai mittauspöytäkirjan yhdessä samassa tiedostossa. Näin ollen vältytään liiallisilta irtonaisten dokumenttien päivittämisestä, PDF-muotoon kääntämiseltä ja lisäämisestä ohjelmistoon.

Tehdyt toimenpiteet kuitataan esimerkiksi edellä mainituilla täytetyillä pöytäkirjoilla yhtenä PDF-tiedostona ohjelmistoon, jolloin kalenteriaika päivittyy määritellyn toistuvuuden mukaan automaattisesti. Lisäksi kuittausdokumentti tulee tallentaa ohjelmistosta irrallaan olevaan erilliseen huoltokansioon, jota käytetään varsinaisena tallennussijaintina. Myös muut dokumentit, kuten piirustukset ja kaaviot sekä valmistajien dokumentit, tulee pitää erillään ohjelmistosta sen ylläpitämisen helpottamiseksi.

Huoltokohteiden määrittelemisessäkin joutuu käyttämään pohdintaa, sillä ohjelmisto ei varsinaisesti tue hierarkiaa. Otetaan esimerkiksi kuuden vuoden välein tapahtuva sähkönjakelun keskusten kunnossapitotarkastus. Ohjelmistoon ei kannata rakentaa huoltokohdetta tällä nimellä ja sen alle kohteita jakokeskusten keskustunnuksien perusteella niiden valtavan lukumäärän vuoksi. Mikäli näin tehdään, kuvan 2 mukainen aloitusnäkyvä täyttyy kymmenistä saman nimisestä huoltokohteesta. Näin ollen huoltotilannenäkymä ei ole enää intuitiivinen ja aiheuttaa varmasti raskauttavan tunteen ohjelmiston käyttäjälle, että näin paljon tehtäviä on tuloillaan tai myöhässä, ja kyseessä on vielä kaiken lisäksi ainoastaan yksi ennakkohuollon osa-alue.

Sen sijaan järkevämpi tapa on luoda yksi huoltokohde esimerkiksi nimellä ”sähkönjakelun keskusten kunnossapitotarkastukset” ja tallentaa tähän ainoastaan yksi työohje. Tarkastukset joudutaan toki tekemään jokaiselle keskukselle ja siten täyttämään keskuskohtainen tarkastuspöytäkirja, mutta ohjelmistoa ei ole

järkevää rakentaa niin, että jokaisella keskuskohtaisella tarkastuspöytäkirjalla kuitattaisiin kyseessä oleva keskus ohjelmistosta tehdyksi. Tätä varten palvelimessa on olemassa erillinen sähköinen huoltokansio, johon on paljon helpompaa ja vaivattomampaa luoda kansiorakenne näitä dokumentteja varten. Kun kohteen kaikki keskuksset on tarkastettu ja niistä täytetyt pöytäkirjat huoltokansioon tallennettu, voidaan ohjelmistoon kuitata tämä yksi osa-alue tehdyksi esimerkiksi yhteenvetoraportilla tai vastaavalla. Tämäkin kuittausdokumentti tulee muistaa tallentaa vielä erikseen huoltokansioon.

## 5 HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMISTON SISÄLTÖ

### 5.1 Keskijännitejakelujärjestelmä

Kehräsaaren kiinteistöjen sähkönjakelu on rakennettu keskijännitelaitteiston vaaraan. Tähän kuuluu keskijännitekojeisto ja jakelumuuntaja. Nämä kyseiset sähkölaitteiston osat luokitellaan kuuluvaksi luvun 3.3.3 mukaisesti sähkölaiteluokkaan 2c, joten niille tulee pyrkiä täyttämään määräyksissä esitettyjen vaatimusten täyttäminen.

Koska nämä kaksi sähkölaitteiston osaa toimivat kiinteistöjen sähkönjakelun lähtöpisteenä, tulee niiden huolto- ja kunnossapitotarpeet huomioida mahdollisimman hyvin. Niissä tapahtuvat toimintahäiriöt saattavat aiheuttaa merkittävääkin haittaa kohteen yrityksille riippuen heidän liiketoiminnastaan.

#### 5.1.1 Keskijännitekojeisto

Kehräsaaren sähkönjakelun keskijännitelaitteistoon kuuluu yksi uudempi keskijännitekojeisto. Tämä uudempi kojeisto sijaitsee B-talon muuntamossa. Entinen nykyisällään käyttämätön kojeisto sijaitsee A-talon vanhassa muuntamossa. Näistä esitetään esimerkit kuvissa 3 ja 4. Vanha kojeisto on otettu pois käytöstä vuonna 2013, kun uusi muuntamo saneerattiin B-taloon ja sinne hankittiin kokonaan uusi keskijännitelaitteisto kojeistoa ja jakelumuuntajaa myöten. Sinne on rakennettu myös uusi sähköpääkeskus, jolloin vanhassa muuntamotilassa oleva entinen sähköpääkeskus toimii nykyään A-talon sähkön jakelun nousukeskukseksi.



KUVA 3. Käytössä oleva uudempi keskijännitekojeisto



KUVA 4. Käytöstä poistettu vanhempi keskijännitekojeisto

Kojeistojen huolto- ja kunnossapitotarpeet koskevat siis ainoastaan kuvan 3 mukaista kojeistoa, sillä kuvan 4 mukainen kojeisto on rajattu pois huollon ja kunnossapidon piiristä. Kojeiston huollossa ja kunnossapidossa lähdetään liik-



keelle aistinvaraisista tarkastuksista, joista oleellisimpia ovat mekaanisen kunnon, puhtauden ja tarpeellisten merkintöjen olemassaolon tarkastukset. Kojeiston rakenteiden tarkastus mekaanisten vaurioiden ja korroosion varalta auttaa ylläpitämään laitteiston toimintakuntoa ja turvallisuutta. Ensimmäisenä tulisi tarkastaa kojeiston ulkopuoliset kosketussuojatut osat kuten kannet, seinät, katto ja lattia.

Tämän jälkeen kojeisto tulee tehdä asianmukaisesti jännitteettömäksi, jotta sen sisäpuoliset osat voitaisiin tarkastaa. Kuvan 3 mukainen kojeisto rakentuu neljästä kennosta, joista jokainen pystytään tekemään yksi kerrallaan jännitteettömäksi. Jännitteettömyyden todettuaan kennon etukansi pystytään avaamaan ja täten sen sisältämät osat tarkastamaan. Kennoa ei kuitenkaan pystytä tarkastamaan ihan kokonaan, sillä sen kokoomakiskotila jää edelleen jännitteiseksi. Valmistajan mukaan jännitteiseksi jäävät osat ovat kuitenkin koko kojeiston käyttöajan ajan huoltovapaita (Schneider Electric Finland Oy 2008a, 8).

Kojeiston kunnon tarkastuksen yhteydessä tulee samalla huolehtia sen puhtauden tarkastuksesta ja tarvittaessa puhdistaa sen kotelointi sekä maadoituskuvut. Lopuksi tarkastetaan, että kojeistosta löytyy tarpeelliset merkinnät. Valtioneuvoston asetuksen (1437/2016) mukaan laitteistossa tulee olla sellaiset merkinnät ja varoituskyltit, joita tarvitaan laitteiston turvallisessa käytössä ja huoltotyössä.

Mekaanisen kunnon lisäksi kojeistosta tulee tarkastaa myös liitokset. Käytössä olevassa kojeistossa liitokset sijaitsevat välittömästi etukansien takana, joten esimerkiksi lämpökuvaukset ovat varsin helppo suorittaa. Koska liitoksia koskevat toimenpiteet saatetaan joutua suorittamaan kojeiston ollessa jännitteinen, tulee ennen töiden aloittamista selvittää, luetaanko nämä toimenpiteet kuuluvan standardin SFS 6002 mukaisiin jännitetöihin. Niihin lukeutuvia toimenpiteitä ei saa kohteessa suorittaa urakoitsijoille laaditun sähköturvallisuusohjeen mukaan.

Kojeiston rakenteen jälkeen tulee tarkastaa siihen kuuluvat suojalaitteet ja niiden toiminta. Kojeiston suojaus on toteutettu katkaisijoilla, joita ohjataan suojarелеiden avulla. Katkaisijoiden tulee kyetä avaamaan kuormitettu virtapiiri, joten sen valokaarenkatkaisukyky tulee säilyä ennallaan. Suojareleiden toiminnasta

tulee varmistua säännöllisen koestuksien, ja samalla tulee tarkastaa niiden asetelujen olevan suunnitelmien mukaiset. Myös kuorman- ja maadoituserottimien toiminta saattaa olla tarpeen testata. (Sähkötieto ry 2006b, 3)

Ensisijaisena lähteenä riittäville huolto- ja kunnossapitotoimenpiteille pidetään valmistajien käyttö- ja huolto-ohjeita. Mikäli ne ovat kovin suppeat tai niitä ei löydy ollenkaan, noudatetaan yleisiä huolto- ja kunnossapitoperiaatteita samankaltaisille laitteistoille esimerkiksi muiden valmistajien ohjeita soveltaen.

Kojeiston on valmistanut Schneider Electric. Heidän ohjeissaan oli kuitenkin varsin suppeasti esitetty huoltotoimenpiteitä ja niiden huoltojaksoja. Valmistaja suosittelee ainoastaan kuuden vuoden välein laukaisumekanismilla varustetuille toimintayksiköille auki- ja kiinnioperaation suorittamisen ja viiden vuoden välein mekanismien kunnan tarkastuksen likaantumisen ja korroosion varalta sekä koteloinnin ja maadoituskupujen puhtauden tarkastuksen likaantumisen varalta (Schneider Electric Finland Oy 2008b, 3).

Näiden lisäksi valmistaja esittää suojalaitteiden testauksen kuvauksen ja testausmenetelmän, mutta testausmenetelmänä esitetään käytettävän ainoastaan valmistajan omaa testeria. Kyseisellä testerillä pystytään simuloimaan vaiheviikaa ja tarvittaessa testaamaan katkaisija laukaisuun asti, mikäli sitä ei ole esitetty. (Schneider Electric Finland Oy 2008b, 23). Määräväliä testaukselle ei ole kuitenkaan ilmoitettu.

Epäselväksi jää, että pystyykö tällä testerillä mittaamaan laukaisuaikaa, joka on olennainen mittaustulos kirjattavaksi koestuspöytäkirjaan suojarleen oikeanlaisen toiminta-ajan varmentamiseksi. Toisena asiana on se, että yleisesti ottaen testilaitteella koestaminen on toisiokoestamista, jolloin siinä koestetaan ainoastaan osa suojaukseen osallistuvista laitteista. Tällöin ei voitaisi varmistua täysin suojausten toiminnasta, joka on oleellinen asia sähkönjakelun turvallisuuden kannalta.

Valmistaja esittää ohjeessaan, että testilaitteella voitaisiin koestaa suojarleet riippumatta siitä, saavatko virtamuuntajat virtaa vai eivät (Schneider Electric

Finland Oy 2008b, 23). Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että testilaitteen paterit syöttävät virtaa suojauslaitteiden virtamuuntajille, mikäli niistä on jostain syystä virran syöttö katkennut. Tätä ei voida kuitenkaan pitää riittävänä toimenpiteenä todeta suojauslaitteiden ja virtamuuntajien välisen yhteyden eheys.

Sen sijaan ensiökoestaminen on luotettavin tapa koestaa suojaus, sillä se kattaa kaikki suojauksessa mukana olevat laitteet. Tällöin muun muassa virtamuuntajien ja suojauslaitteiden välisestä eheydestä voitaisiin oikeasti varmistua, ja valmistaja esittää tälle suoritusohjeen, jossa tarvittaisiin generaattoria (Schneider Electric Finland Oy 2008b, 41). Suojauksen ensiökoestaminen on kuitenkin helppoa toteuttaa käyttämällä kolmivaiheista reletesteriä sekä virtalähdettä. Kolmivaiheisuuden etuna on se, että mittauksia ei tarvitse tehdä vaihe kerrallaan, vaan yhdellä mittauskytkennällä saadaan mitattua kerralla kaikkien vaiheiden laukaisuvirrat.

Viimeisempänä toimenpiteenä voitaisiin pitää kojeiston kuormanerotimien ja katkaisijoiden säännöllistä tarkastamista kaasuvuotojen varalta, sillä niiden valokaarenkatkaisu perustuu SF<sub>6</sub>-kaasuun. Mahdolliset kaasuvuodot voitaisiin tarkastaa mekanismin kunnan tarkastusten yhteydessä.

Toimenpiteitä varten tulee lopuksi laatia määräväli. Lähtökohdaksi otetaan kojeiston valmistajan suosittamat määräväli. Niissä esitettyjä toimenpiteitä voidaan soveltaa aistinvaraisten tarkastusten kohdalla, joten valitaan ne alustavasti yhdeksi optioksi. Koska valmistajan ohjeet eivät ottaneet kantaa esimerkiksi suojauslaitteiden koestusten määräväliin, hyödynnetään tämän osalta ST-kortiston ohjeistuksia.

Jotta ST-kortiston ohjeistuksia voitaisiin hyödyntää, tulee kojeiston tavoitetaso määritellä. Kyseinen kojeisto syöttää jakelumuuntajaa M1, joka puolestaan syöttää pääkeskusta SPK. Tämä keskus syöttää edelleen kiinteistön sähkökattilaa sekä nousukeskuksia NKB101 ja NKA101, jotka yhdessä vastaavat koko Kehräsaaren kiinteistöjen sähkönjakelusta. Näin ollen kojeistossa tapahtuva vika saattaa aiheuttaa suurta haittaa Kehräsaaren toiminnalle, ja lisäksi kojeiston

suojalaitteiden toimimattomuus saattaa aiheuttaa suurta vaaraa. Näiden päätelmien pohjalta on perusteltua luokitella kojeisto kuuluvan erittäin vaativaan tavoitetasoon.

Kyseisen luokittelun perusteella kaikki toimenpiteet, suojalaitteiden koestuksia ja liitoksien tarkastuksia lukuun ottamatta, tulisi suorittaa vuoden välein. Tämä määräväli ei ole ristiriidassa valmistajan käyttöohjeen kanssa, joten tätä voidaan pitää suositeltavana. Tämän määrävälin mukaan liitosten tarkastus tulisi tehdä kolmen vuoden välein ja suojalaitteiden koestukset kuuden vuoden välein. Koestusten määrävälistä poiketaan, sillä kuuden vuoden välein tehtävät koestukset voitaisiin suorittaa itsevalvonnalla varustetuille suojalaitteille. Kojeston suojalaitteita ei ole varustettu itsevalvonnalla, joten niiden koestukset tehdään liitosten tarkastusten määrävälin mukaisesti 3 vuoden välein.

### **5.1.2 Jakelumuuntaja**

Kehräsaarelta löytyy kaksi muuntamo, joihin on sijoitettu yhteensä 3 jakelumuuntajaa. B-talon muuntamossa sijaitsee öljymuuntaja M1, joka on nimellistehoaltaan 1250 kVA (kuva 5). Jakelumuuntajan kanssa samassa tilassa on keski-jännitekojeisto KJK01 sekä pääjakelujärjestelmään kuuluva sähköpääkeskus SPK. Tila on varustettu koneellisella ilmastoinnilla.

Toinen muuntamo sijaitsee A-talossa, joka vuodesta 2013 lähtien on ollut muuntamotilana pois käytöstä. Samasta tilasta löytyy käytöstä poistettu keski-jännitekojeisto, kaksi käytöstä poistettua jakelumuuntajaa, käytössä oleva mitauskeskus MKA 102 sekä entinen pääkeskus PKA101. Nykyään tämä pääkeskus toimii nousukeskuksena, jonka tunnuksena käytetään NKA101. Toinen jakelumuuntajista on aidosti poissa käytöstä, joka tulisi siirtää tilasta pois turhana. Jäljelle jäävä jakelumuuntaja voitaisiin tarpeen mukaan ottaa uudestaan käyttöön, sillä Alakosken voimalaitokselta tuleva lähtö on päätetty kaapelihyllylle (Kurkinen 2020). Tosin jakelumuuntaja on ollut vuodesta 2013 lähtien poissa käytöstä, joten sille kannattaa kohdentaa tiettyjä toimenpiteitä ennen mahdol-

lista uudelleen käyttöönottoa. Jakelumuuntajan vieressä olevan vanhan keski-jännitekojeiston mukaisesti myös tämä jakelumuuntaja on rajattu pois huollon ja kunnossapidon piiristä.



KUVA 5. B-talon hermeettisesti suljettu öljymuuntaja

Nykyinen käytössä oleva muuntajatyyppe on hermeettisesti suljettu öljymuuntaja. Entiset käytöstä poistetut jakelumuuntajat olivat molemmat paisuntasäilyllä varustettuja öljymuuntajia. Perusrakenne on kummassakin sama eli vaihekäämitykset on upotettu ja suljettu öljysäiliöön, jolloin öljy itsessään toimii eristys- ja jäähdytysaineena. Ero näiden kahden muuntajatyypin välillä on muuntajien öljysäiliön sulkemistapa. Hermeettisesti suljetut öljymuuntajat ovat täysin tiiviitä ja suunniteltuja kestämään käytöstä aiheutuvat painevaikutukset. Näin ollen öljyyn ei pääse ilmasta liukenemaan haitallisia aineita, kuten vettä, muuntajan tiiviiden ansiota.

Muuntajille suoritettavien huoltotoimenpiteiden katsotaan kohdistuvan pääasiallisesti ulkoisiin osiin, sillä muuntajien sisäpuolisiin osiin ei yleensä pääse helposti käsiksi. Täten ensimmäisenä ennaltaehkäisevänä toimenpiteenä pidetään muuntajan mekaanisen kunnan aistinvaraista tarkastusta. Muuntajan rakenne on pääosin metallinen, jota uhkaa pääasiassa fyysiset rasitukset ja korrosio.

Kun nämä haittavaikutukset on huomioitu, rakenteita voidaan muuten pitää kulumattomina. Kuitenkin eristeet ja muut ei-metalliset rakenteet ovat metallisia rakenteita alttiimpia mekaanisista rasituksista aiheutuville vaurioille, joten edellä mainittua oletusta ei voida tehdä kaikkien muuntajan rakenteeseen kuuluvien osien osalta.

Muuntajarakenteen tarkastuksen lisäksi tulee tarkastaa, että muuntajien kytkennät ovat kunnossa. Erityisesti liitoksien kohdalla tulee huomata, että ne ovat alttiita mekaanisten vaurioiden lisäksi myös ylikuumentumiselle. Tarkastuksessa tulee siis selvittää liitoksien lämpötilat riittävällä varmuudella, esimerkiksi lämpökuvauksella, ja täten pyrkiä ennaltaehkäisemään liian suurten lämpenemien syntyminen välttämiseksi laitteiden vikaantumiselta tai pahimmassa tapauksessa tulipalolta.

Lämpenemiseen vaikuttavat tekijät tulee huomioida, jotta ennaltaehkäisevät toimenpiteet osataan tehdä asianmukaisesti. Sähköinen liitos lämpenee, kun liitoskohdan resistanssissa aiheutuu häviöitä liitoskohdan läpi kulkevan sähkövirran vaikutuksesta. Resistanssin kasvaessa myös häviöt kasvavat, jolloin liitoskohta lämpenee entisestään. (Alhainen 2015, 24) Resistanssin kasvuun vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa epäpuhtaudet liitoksessa, mekaaninen löystyminen ja kosketuspintojen hapettuminen (Alhainen 2015, 7). Liitoksen mekaaninen löystyminen saattaa aiheutua esimerkiksi lämpövaihteluista, mikäli johdin tai liittotekniikka ei sopeudu niihin riittävästi. Lämpövaihtelut puolestaan aiheutuvat vaihtelevista kuormituksista. (Alhainen 2015, 24) Liitosten puhdistaminen, kiristäminen ja kosketuspintojen suojaaminen hapettumiselta katsotaan olevan ensisijaisia ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä liitosten liiallisten lämpenemisten välttämiseksi, sillä nämä asiat voidaan suhteellisen helposti tarkastaa ja korjata.

Jakelumuuntajan rakenteiden kunto ei varsinaisesti vaikuta muuntajan käyttökäyttöön, ellei siinä tapahdu huomattavia muutoksia. Orgaanisten eristeiden vanheneminen sen sijaan vaikuttavat suoraan käyttöikänsä. Öljyeristeisissä muuntajissa tämä näyttäytyy öljyn hapettumisena. Öljy tulee vaihtaa, mikäli siinä alkaa esiintyä liikaa saostumia tai vaihtoehtoisesti se voidaan kuivata ja suodattaa. Muu muuntajassa käytetty orgaaninen eriste on muun muassa muuntajan vai-

hekäämitysten eristyksissä käytetty paperi. Öljyssä esiintyvä vesi ja happiyhdistelmät ovat haitaksi tälle paperille. Paperin sähköiset ominaisuudet eivät kuitenkaan heikenny näistä, mutta paperi itsessään haurastuu.

Vanhenevien osien seuraaminen on olennainen osa kunnossapitoa, sillä se viestii muuntajan todellisesta käyttöiästä. Käytön aikana muuntajan sisäpuolisiin osiin ei kuitenkaan kosketa, joten käytännössä öljyanalyysin avulla voidaan arvioida orgaanisten eristeiden kunto. Öljyanalyysin avulla voidaan nähdä, kuinka hapettunutta öljyä on ja kuinka paljon se sisältää epäpuhtauksia. Tulosten perusteella voidaan jälkeenpäin arvioida, mihin toimenpiteisiin on tarpeen ryhtyä.

Öljyanalyysin teettämistä ei kuitenkaan oteta jakelumuuntajan huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan mukaan, sillä muuntaja on hermeettisesti suljettu. Tämä hermeettinen rakenne estää epäpuhtauksien kulkeutumisen ilmasta muuntajan öljyyn, joten se vanhenee huomattavasti hitaammin verrattuna esimerkiksi paisuntasäiliöisen muuntajan öljyyn.

Öljyanalyysin teettämisessä tulisi muutenkin aina miettiä, mitä sillä haluttaisiin saavuttaa. Sitä voitaisiin käyttää pelkästään esimerkiksi öljyn vaihtovälin määrittämiseen, mutta sitä voitaisiin käyttää myös kunnossapidon kehittämiseen ja öljyn elinkaaren taloudelliseen maksimointiin. Tällöin öljyanalyysin laajuus tulisi keskittää oleellisiin asioihin kustannusten minimoimiseksi, ja esimerkiksi todeta vanhan öljyn käyttökelpoisuus uuteen vertaamalla niiden molekyyli-spektroskoopiakäyriä. Kuitenkin tässäkin tapauksessa menetettäisiin hyvän öljyanalyysin tarjoamat mahdollisuudet, kuten viskositeetin mittaaminen. Viskositeetti on yksi tärkeimmistä öljyltä vaadittavista ominaisuuksista, mutta sen seuraaminen ei kuitenkaan sovellu ennakkohuoltotoimenpiteeksi. Tämä johtuu siitä, että viskositeetin muutos on lopputulema aiemmin tapahtuneesta öljyn molekyyli-rakenteen hajoamisesta. (Fluid Intelligence 2017)

Orgaanisten eristeiden kunnan lisäksi muuntajien kulumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat myös asennusympäristön olosuhteet ja käytöstä aiheutuvat tekijät. Kohteen jakelumuuntaja sijaitsee ikkunattomassa sisätilassa, joten ulkotiloissa

vallitsevat luonnonolot, kuten auringonvalo, pakkanen, tuuli, lumi ja sade, voidaan jättää huomiotta. Muuntamotilan ikkunattomuuden ansiosta auringonvalo ei pääse myöskään nostamaan tilan lämpötilaa.

Muuntajan käytöstä aiheutuu kuitenkin häviöitä, jotka poistuvat lämpönä muuntamotilan ympäröivään ilmaan, joten tilassa vallitsevan ilman lämpötila tulee säilyttää sopivana taatakseen muuntajan riittävä jäähdytys. Muuntajan lämpöhäviöt ovat riippuvaisia muuntajan kuormituksen määrään, joten kuormituksen kasvaessa muuntajan lämpötila nousee. Liian korkean lämpötilan vuoksi muuntajan eristykset saattavat vahingoittua, jolloin tulipalon riski kasvaa.

Jakelumuuntaja on varustettu kuvan 6 mukaisella suojareleellä, jolla pystytään havaitsemaan yllämpötila ja -paine sekä kaasun ja öljyn tason laskut. Opinnäytetyön tekemisen aikana 5 kilovoltin jakelujärjestelmälle tehtiin kokonaisuutena huoltotoimenpiteet, jonka lopputulemana eräänä huomiona oli se, ettei kuvassa 6 esitetyn suojareleen lämpötilahälytys jatkunut rakennusautomaatioon. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, ettei suojareleeltä lähtevää hälytystietoa välittävää kaapelia ollut kytkettyä luvun 5.4.1 mukaiseen hälytyskeskukseen. Tämä olisi syytä tehdä, jotta tarkastuksien välisenä aikana lämpötilan seurannassa voitaisiin hyödyntää järjestelmään kuuluvaa hälytystoimintoa.



KUVA 6. Jakelumuuntajassa oleva suojarele



Edellä mainittujen huomioitavien tekijöiden lisäksi tulee huomioida vielä eri muuntajatyyppejä koskevat vaatimukset ja valmistajan ohjeet. Jakelumuuntajan M1 on valmistanut France Transfo. Valmistajan käyttö- ja huolto-ohjeen mukaan ennakoivan huollon toimenpiteinä riittäisi liitosten kireyden ja öljyvuojojen tarkastus sekä äärimmäisen likaisissa olosuhteissa läpivientieristimien puhdistaminen. Mikäli öljy ei ole altistunut ilmalle esimerkiksi säiliön avaamisen, korjauksen, lisävarusteiden asentamisen tai öljyn lisäämisen vuoksi, riittää säiliön pohjasta otetulle öljynäytteelle 10 vuoden välein tehtävä kestokoe, jolla määritellään eristeen tehokkuus. (France Transfo 1999, 20) Muuntamotila on suhteellisen siisti ympäristö, ja kuvan 5 mukaisesti läpivientieristimet ovat kuvun alla suojassa likaantumiselta. Aiemmin todettiin, että hermeettisesti suljetuille öljymuuntajille ei niiden rakenteensa vuoksi tarvitse öljyanalyysia teettää, rajataan myös valmistajan ohjeen vastaisesti öljyanalyysille tehtävä eristeen kestokoe pois jakelumuuntajan huolto- ja kunnossapito-ohjelmasta.

Jakelumuuntajan kansi on lisäksi varustettu väliottokytkimen ohjaimella. Väliottokytkimellä pystytään muuttamaan muuntajan muuntosuhdetta. Näin saatetaan joutua tekemään sähköverkossa tapahtuvien jännitevaihteluiden pienentämiseksi. Toisin sanoen väliottokytkimellä voidaan korjata muuntajan toisiopuolen jännitteen tasoa tarvittaessa.

Jakelumuuntajan väliottokytkin on kuin tehomuuntajan käämikytkin. Niiden välinen ero on siinä, että väliottokytkimellä voidaan muuttaa muuntajan muuntosuhdetta ainoastaan silloin, kun muuntaja on jännitteetön. Täten väliottokytkintä käytetään yksinomaan jakelumuuntajissa, sillä jakelumuuntajia käytetään sellaisissa tapauksissa, joissa jatkuvaa jännitteen säätöä ei tarvita.

Kyseinen väliottokytkin voidaan ohjata muuntajan kannella olevalla ohjaimella viiteen eri positioon. Säästöalueena on  $\pm 5$  %. Väliottokytkimen tulee siirtyä täydellisesti positiosta toiseen, eikä se saa jäädä kahden position väliin muuntajan mahdollisen vioittumisen vuoksi. Valmistaja ei ilmoita väliottokytkimen suhteen tehtävän toimenpiteitä, mutta väliottokytkimen laidasta laitaan säätö voi olla tarpeen kokeilla säännöllisesti.

Muille ohjeessa mainituille toimenpiteille ei ollut asetettu määrävälejä, joten ne joudutaan määrittelemään itse. Tarvittavat tiedot saadaan luokittelemalla jakelumuuntaja tiettyyn tavoiteluokkaan. Koska edellisessä luvussa keskijännitekojeisto luokiteltiin erittäin vaativaan luokkaan, luokitellaan jakelumuuntaja sen perusteella myös tähän luokkaan kuuluvaksi. Sen perusteella kaikki jakelumuuntajaa koskevat tarkastukset suoritetaan vuoden välein suojarleen koestamista ja liitosten tarkastamista lukuun ottamatta. Liitokset tarkastetaan suositellun määrävälin mukaisesti kolmen vuoden välein ja suojarleen toiminta koestetaan kuuden vuoden välein. Väliottokytkimen säädön kokeilu voidaan suorittaa suojarleen toimintakoestuksen tavoin kuuden vuoden välein.

### **5.1.3 Turvallisuuden parantaminen ja huollon vähentäminen**

Varteenotettava jatkotoimenpide-ehdotus tarvittavien huoltotoimenpiteiden vähentämiseksi olisi korvata öljymuuntaja mahdollisuuksien mukaan kuivamuuntajalla. Nykyinen keskijännitekojeisto ja sen vaatimat huoltotarpeet saataisiin poistettua kokonaan, mikäli välimuunnoksesta 20 kilovoltista 5 kilovolttiin päästäisiin eroon.

Tämä olisi mahdollista, mikäli nykyisen muuntajan tilalle onnistuisi hankkia 20 kilovoltista 400 volttiin muuntava muuntaja, joka kytkettäisiin suoraan 20 kilovoltin keskijänniteverkkoon. Tällöin erillistä keskijännitekojeistoa ei tarvittaisi, mikä vähentäisi merkittävästi huoltotoimenpiteitä ja siten kustannuksia. Lisäksi öljymuuntajan vaihtaminen valuhartsieristeiseen kuivamuuntajaan itsessään vähentäisi huoltotoimenpiteitä, sillä kuivamuuntajan valmistustekniikan ja siinä käytettyjen materiaalien vuoksi sen huoltotarpeet ovat käytännössä olemattomia öljymuuntajaan verrattuna (Finn Electric Oy 2017, 7).

Kuivamuuntajaan siirtymisessä on lisäksi merkittävä turvallisuutta parantava näkökulma. Öljymuuntajat ovat räjähdysvaarallisia, sillä oikosulun tapahtuessa muuntajan päätteissä syttyvät nämä pahimmassa tapauksessa palamaan, ja palon edetessä posliinisten läpivientieristimien kautta muuntajan sisäisiin osiin

tapahtuu räjähdyksiä. Siinä samassa muuntajassa oleva öljy pääsee vuotamaan ympäröivään tilaan ja syttyy palamaan, jolloin syntyy erittäin voimakas tulipalo.

Tällainen tapahtuma voi tuhota merkittäväällä tavalla kehräsaaren kiinteistöjä öljymuuntajan ollessa asennettuna sisätilaan. Muuntamon tiiliseinät eivät välttämättä kestä 1400 kilogrammaa öljyä sisältävän muuntajan räjähdyksistä vapautuvaa valtavaa energiaa, jolloin pahimmillaan ainakin lähellä olevat tilat tuhoutuvat välittömästi räjähdysten myötä. Tilannetta pahentaa vielä se, että muuntamotilassa sijaitsee keskijännitekojeiston lisäksi sähköpääkeskus ja muuntamotilan vieressä on muun muassa sähkökattila.

Vaikka jakelumuuntaja onkin ympäröity suojarakenteilla mahdollisten nestevuotojen suojaamiseksi, räjähdysten tapauksessa ne eivät kykene estämään öljyn leviämistä. Tällöin valtavan tulipalon riski on olemassa. Tämän vuoksi erityisesti sisätiloihin asennettaessa kuivamuuntaja on sekä turvallisuus- että itsesammutusominaisuuksiensa vuoksi huomattavasti öljymuuntajaa turvallisempi vaihtoehto.

## **5.2 Pääjakelujärjestelmä**

Keskijännitelaitteiston jälkeen huolehditaan kiinteistön sähköverkkoon kuuluvista pienjännitelaitteista- ja laitteistoista. Huollon ja kunnossapidon piiristä rajataan pois laitteet, jotka liittyvät sähköverkkoon esimerkiksi pistotulppaliitännöiden avulla.

Varsinaisten käsiteltävien laitteiden ja laitteistojen osalta huomioidaan tarpeenmukaisesti laitteisto- tai laitekohtaisissa määräyksissä asetetut erityisvaatimukset ja selvitetään oleellimmat huolto- ja kunnossapitotarpeet. Koska Kehräsaarella joudutaan poikkeuksetta ulkoistamaan sähkölaitteen tai -laitteiston huolto- ja kunnossapitotoimet ulkopuolisille tahoille, tyydytään huolehtimaan tarvittavista asiakirjoista, yhteystiedoista sekä tarpeellisista järjestelyistä.

### 5.2.1 Sähkönjakelun keskuksset

Kehräsaaren sähkönjakelussa esiintyvät keskuksset voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: sähköpääkeskus, nousu- ja mittauskeskukset sekä jakokeskukset. Sähköpääkeskus on kiinteistöjen sähkönjakeluverkon pääkohtana ja sen toimintakunnolla on yleensä merkitystä kaikkiin sen syöttämiin keskuksiin, ja siksi sen vikaantumisesta tai huollosta aiheutuvasta käyttökatkoksesta saattaa aiheutua haittaa isoon osaan kiinteistöjä.

Nousu- ja mittauskeskukset ovat hierarkiassa seuraavana, ja ne sijaitsevat tyypillisesti pääkeskuksen ja jakokeskusten välissä. Nousu- ja mittauskeskukset sijoitetaan lähelle käyttökohdetta, jonka jälkeen niistä jaetaan lähdöt varsinaisiin jakokeskuksiin. Tällainen menettelytapa vähentää muun muassa kaapeloinnin pituuksia. Nousu- ja mittauskeskusten käyttökatkoksista aiheutuvat haitta-alueet ovat pienemmät kuin pääkeskuksella, mutta varsinainen haitta riippuu kuitenkin syötettävästä kohteesta.

Jakokeskus on hierarkiassa viimeisenä, ja se toimii varsinaisten sähkönkulutuslaitteiden ja sähköliitännöiden sähkönsyöttäjänä. Jakokeskuksista aiheutuva vika on jo niin hyvin rajattu, että mahdolliset haittavaikutukset eivät ole enää merkittäviä. Kuitenkin tällainenkin keskus saattaa syöttää jotain todella merkittävää yksittäistä kohdetta, joten mahdollisten haittavaikutusten merkitys pitää aina tapauskohtaisesti tarkastella.

Keskuksien ja laitteiden huolto- ja kunnossapitotarpeista lähdetään ensimmäisenä liikkeelle aistinvaraisista tarkastuksista, joilla varmistetaan edellä mainittujen mekaaninen kunto. Aistinvaraisissa tarkastuksissa tarkastetaan silmämääräisesti varsinaisten keskusten rakenteet sekä keskusten sisältämät laitteet mekaanisten vaurioiden ja korroosion varalta. (Alhainen 2015, 54)

Samalla tarkastetaan keskusten tiiveyden kunto. Tiiveyttä huonontavat keskuksissa olevat ylimääräiset aukot ja etukansien holtiton lukitus. Aukkoja syntyy keskuksiin esimerkiksi silloin, kun niistä poistetaan kaapeleita käytöstä, eikä läpivientejä muisteta jälkeensä tukkia. Tiiveyden tarkoituksena on estää vierasosien ja esimerkiksi pölyn pääseminen keskusten sisäpuolisiin osiin. Edellä

mainittujen ansiota keskusten sisäpuolinen palokuorma kasvaa ja keskuksissa olevien kojeiden jäähdytyskyky heikkenee. Lisäksi keskusten läpilyöntiriski kasvaa, mikäli keskusten sisälle pääsee sähköä johtavia hiukkasia. (Alhainen 2015, 54)

Mekaanisen kunnan tarkastuksen yhteydessä tarkastetaan liitokset. Keskusten tapauksessa tulee huomioida, että niiden sisäpuoliset liitokset ovat yleensä ruuviliitoksia. Tällaiset liitokset ovat alttiita löystymiselle lämpötilavaihteluiden ja mekaanisten värinöiden vaikutusten vuoksi. Ruuviliitoksia ei saa kuitenkaan kiristää liian kieräksi, sillä lämpötilavaihteluiden ansiota johtimet saattavat katketa tai löystyä. (Alhainen 2015, 95) Tämän vuoksi ruuviliitokset täytyy kiristää valmistajan ilmoittamaan kiristysmomenttiin, joka yleensä ilmoitetaan liittimen kehyksen kyljessä. Muutoin sopiva kiristysmomentti ilmoitetaan valmistajien ohjeissa.

Löysät tai muutoin huonot liitokset ovat tyypillisimpiä sähkölaitteiston vikatyyppeistä. Hapettunut tai löysä liitos saattaa lämmitä voimakkaasti, jolloin johdon ympärillä oleva suojaava eriste alkaa sulamaan. Kun tämän johdosta vaihe- ja nollajohdin sulavat yhteen, syntyy oikosulkutilanne, josta aiheutuu voimakasta lämpenemistä ja kipinöintiä. Hyvässä tapauksessa automaattisulake laukeaa tai sulake palaa ja huonossa tapauksessa syntyy tulipalo. Tämän vuoksi liitosten tarkastukset ja niiden tarpeen mukaiset kiristykset ja puhdistukset ovat merkittävimpiä sähkölaitteiston ennakoinvan huollon toimenpiteitä.

Ruuviliitosten löystymistä aiheuttaa edellä mainittujen lisäksi myös taajuus. Suomen sähköverkossa johdossa kulkeva sähkövirta värisee 50 Hz taajuudella, mikä ajan kuluessa saattaa löystyttää ruuviliitoksia. Kuparijohtojen hapettumista ja siten liitosten hapettumista edesauttaa liitosten kuormitus luvussa 5.1.2 esitetyn mukaisesti.

Aistinvaraisten ja liitosten tarkastusten jälkeen tarkastetaan keskusten sisältämien laitteiden toimintakunto ja asetellut. Mittaus- ja nousukeskuksilla laitteet ovat lähinnä kytkentälaitteita, joilla ohjataan keskusten lähtöjä päälle tai pois päältä. Sähköpääkeskuksella SPK on käytössä perinteisiä sulakkeilla varustettuja kytkinvarokkeita sekä suojarielellä varustettuja katkaisijoita.

Kytkinvarokkeissa suojaus perustuu kahvasulakkeisiin, jolloin suojauksen koestaminen vaatisi sulakkeiden laukaisemisen. Täten sulakkeiden koestamista ei sisällytetä sähkönjakelun keskusten huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan, vaan sen tilalla varmistetaan laitteiden oikeanlaisesta toiminnasta huolehtimalla suojauksen selektiivisyyden säilymisestä. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tarkastetaan sulakkeiden kokojen olevan sähkösuunnitelmien mukaisesti oikean kokoiset.

Suojauksen selektiivisyys tarkoittaa sellaista suojauksen toimintaa, jossa sähköverkossa aiheutuva vika rajautuu mahdollisimman pieneen osaan tätä verkkoa. Toisin sanoen suojalaite (sulake) irrottaa sähköverkosta ainoastaan vikaantuneen osan, jolloin se ei häiritse muun sähköverkon normaalia toimintaa. Suojalaitteen tulee siis toimia ainoastaan silloin, kun juuri sen hallinnoimassa sähköverkon osassa tapahtuu vika, eli se ei saa toimia silloin, kun vika tapahtuu tämän alueen ulkopuolella.

Keskuksissa olevat kytkimet tulee pystyä tekemään syötettävä kohde jännitteettömäksi, joten niiden toiminnan testaus otetaan lisäksi mukaan huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan. Testauksissa tulee kuitenkin käyttää harkintaa, jotta niistä ei aiheutuisi Kehräsaaren toiminnalle ylimääräistä haittaa.

Katkaisijoina SPK:ssa käytetään Schneider Electric Oy:n valmistamia Masterpact NW -sarjan ilmakatkaisijaa sekä NSX-sarjan kompaktikatkaisijaa. Näistä ilmakatkaisija (kuva 7) toimii SPK:n pääkatkaisijana ja kompaktikatkaisija B-talon sähkölämmityskattilan katkaisijana. Kumpikin katkaisija on varustettu Micrologic -suojareleellä. Valmistajan mukaan katkaisijoiden osalta tulee huolehtia tiettyjen ympäristöolosuhteiden täyttymisestä, ja katkaisijoille tulee suorittaa säännöllisesti ennakoivia huoltotoimenpiteitä.



KUVA 7. Sähköpääkeskuksen pääkatkaisija

Valmistajan ohjeissa ilmoitetaan tarkemmin ympäristöä koskevat vaatimukset ja toimenpiteitä varten esitellään samankaltainen kolmitasoinen ohjelma kummallekin katkaisijalle. Ensimmäisen tason toimenpiteisiin lukeutuu pienet kunnossapitotoimenpiteet, toimintakoestukset ja standardiosien vaihdot. Toinen taso sisältää yleiset kunnossapitotoimenpiteet, kuten yleiset asetellut, osien vaihdot ja pienet mekaaniset korjaukset. Viimeiseen tasoon lukeutuu kaikki suuremmat kunnossapito- ja korjaustoimenpiteet, kuten mahdollisten apulaitteiden ja suoja-releen ennaltaehkäisevä vaihto, mittaus-, testaus- ja diagnostiikkatoimenpiteet. (Schneider Electric Finland Oy 2009, 3, 7–9)

Tasojen tarkemmat toimenpiteet esitetään valmistajan ohjeen taulukossa, ja jokaisella tasolla on omat toimenpidejaksionsa: 1 vuosi, 2 vuotta ja 5 vuotta (Schneider Electric Finland Oy 2009, 7–9). Laitteiden toimintakunnon ja turvallisuuden kannalta vähimmäisvaatimuksena voidaan pitää ensimmäistä ja toista tasoa, sillä niiden sisältämät toimenpiteet voidaan suorittaa helposti valmistajalta saatavilla erillisillä toimenpiteiden suoritusohjeilla. Kolmannella tasolla toimenpidevaatimukset kiristyvät, ja siksi valmistaja ehdottaa ohjeissaan, että tämän tason toimenpiteet saa suorittaa ainoastaan Schneider Electric Services (Schneider Electric Finland Oy 2009, 4).

Katkaisijoita on määrällisesti vähän, mutta vaativimmat toimenpiteet ovat varsin kattavia ja niiden suorittaminen vaatii kattavan perehdyttämisen tai koulutuksen. Siksi kolmannen tason huoltotoimenpiteitä varten voisi olla suositeltavampaa solmia ylläpitosopimus Schneider Electricin kanssa, joka kattaisi molemmat katkaisijat.

Pääkatkaisijan kohdalla valmistajan ohjeiden mukaista tasojen toimenpidejaksoa ei noudateta, koska jo vuosittain tehtävät toimenpiteet vaativat jännitteettömyyttä. Tämä tarkoittaisi sitä, että vuosittain koko Kehräsaarelta lähtisi sähkö huoltotoimenpiteiden ajaksi, mikä kuulostaa varsin kohtuuttomalta. Sen sijaan valmistajien ohjeiden vastaisesti määritellään vuosittain ja kahden vuoden välein suositellut toimenpiteet tehtäväksi kolmen vuoden välein muuntamohuollon yhteydessä, kun silloin joudutaan joka tapauksessa tekemään koko kohde jännitteettömäksi. Sähkökattilan katkaisijan osalta toimenpiteitä voitaisiin suorittaa milloin vaan, mutta käytännön ja turhien huoltokustannusten välttämiseksi sillekin voitaisiin vastaavat toimenpiteet suorittaa kolmen vuoden välein. Niitä ei vaan tarvitse suorittaa muuntamohuollon yhteydessä.

Jakokeskuksien kytkinlaitteista tärkein on pääkytkin. Jakokeskuksilla ei tyypillisesti ole pääsulakkeita, sillä niiden suojaus toteutetaan yleensä pää-, nousu- tai mittauskeskuksella kytkinvarokkeella. Pääkytkimen tulee kuitenkin kyetä tekemään keskus jännitteettömäksi, joten pääkytkimen toiminta voi olla hyvä testata. Jakokeskusten kuormalaitteiden turvallisuudesta vastaavat suojalaitteet, kuten sulakkeet, johdonsuojakatkaisijat tai vikavirtasuojakytkimet. Näistä vikavirtasuojakytkimet ovat ainoat laitteet, jotka vaativat säännöllistä koestamista. Keskukset sisältävät myös kuormalaitteiden ohjauslaitteita, joiden osalta tarkastetaan niiden mekaaninen kunto ja testataan tarpeenmukaisesti niiden toimintakyky.

Keskeneräisessä huolto- ja kunnossapitosuunnitelmassa oli laadittuna jo määrävälit keskuksien osalta. Toimenpiteitäkin oli listattuna, mutta ne olivat alkuvaiheessa. Ohjelmaan kuului keskuksien tarkastus kolmen ja kuuden vuoden välein. Kolmen vuoden välein oli tarkoitus testata laitteiden suojaus, kuten suojarleet, lämpöreleet sekä katkaisijat ja niiden releet. Kuuden vuoden välein oli



tarkoitus tarkastaa liitokset sekä keskukset mekaanisen kunnon, läpivientien, suojausten selektiivisyyden ja kytkinlaitteiden kannalta.

Liitosten tarkastukset 6 vuoden välein koskee siis kaikkia Kehräsaaren kiinteistöjen keskuksia, eli määrävälieroja ei ole tehty esimerkiksi nousu- ja mittaus- sekä jakokeskusten välillä. Yhtenäisellä määrävälillä on ilmeisesti ajateltu liitosten tarkastukset tehtävän portaittain, mikä on ihan yhtä toimivaa kuin määräväliden erilaistaminen. Keskusten liitosten kiristämisen määräväli voi olla ainoastaan joko liian nopea tai liian hidas. Mikäli keskusten liitoksia kiristettäisiin liian usein, katsottaisiin siitä aiheutuvan ylimääräistä haittaa Kehräsaaren toiminnalle, koska keskukset joudutaan tekemään jännitteettömäksi joka kerta kiristämisen ajaksi. Tämän pohdinnan perusteella voidaan arvioida siis määräväliden sopivuus luokittelemalla keskukset eri tavoitetasoihin.

Jakokeskukset katsotaan kuuluvaan tavanomaiseen tavoitetasoon, koska jakokeskusten kuluminen on erittäin vähäistä ja vikaantumisesta aiheutuva haitta on yleensä vähäistä. Mittaus- ja nousukeskusten tapauksessa tilanne on hieman hankalampi. Niiden vikaantuminen voidaan katsoa aiheuttavan merkittävää haittaa käytölle, jolloin ne voitaisiin luokitella erittäin vaativaan luokkaan. Liitoksien vikaantuminen katsotaan johtuvan lähes poikkeuksetta niiden löystymisestä, mutta johtimien täydellistä irtoamista ei kuitenkaan pidetä todennäköisenä. Löystynyt liitos ei suoraan aiheuta haittaa käytölle, mutta sen lämpötila voi erityisesti suurilla virroilla kasvaa vaarallisen suureksi.

Kohteen mittaus- ja nousukeskukset sijaitsevat kuivissa asennusympäristöissä, kuten käytävillä ja keskustiloissa, joissa liitoksiin vaikuttavien tekijöiden, kuten likaantumisen ja tärinän, esiintyvyys on erittäin vähäinen. Kehräsaaren kiinteistöjen toiminta vaikuttaa olevan suhteellisen tasaista koko päivän ajan. Iltapäivällä ja alkuillasta ravintolat avaavat ovensa, jolloin kuormitus kylläkin kasvaa, mutta kuormitusvaihtelua voidaan kuitenkin pitää vähäisenä. Näiden perustelujen pohjalta luokitellaan mittaus- ja nousukeskukset tavanomaiseen luokitukseen, jolloin laitteiden suojausten koestamisen määräväliä voidaan muuttaa harvemmaksi, koska suositeltu tarkastusväli on 6 vuotta (Sähkötieto ry 2006, 4). Uusi määräväli vähentää tältä osin huoltokustannuksia ja käyttökeskeytysten määrää.

Sähkönjakelun keskusten kunnossapitotarkastukset kannattaa kuitenkin tehdä siten, että niissä suoritetaan ainoastaan aistinvaraiset tarkastukset ja tarpeen mukaiset liitosten kiristykset ja puhdistukset lämpökuvausraportin perusteella sekä kytkinlaitteiden harkinnan varaiset kokeilut työkuormituksen vähentämiseksi. Siten laitteiden suojauksiin liittyen kunnossapitotarkastuksissa riittää tarkastaa, että tarpeen mukaiset vikavirtasuojakytkimien sekä lämpö- ja suoja-releiden koestukset on suoritettu niillä ollessa oma ohjelmansa.

Lämpökuvaustakaan ei suoriteta kunnossapitotarkastusten yhteydessä sillä ollessa oma määrävälinsä. Tämän tarkoituksena ei ole ainoastaan vähentää kunnossapitotarkastusten työmäärää, vaan lämpökuvausraportin perusteella saataisiin tieto sellaisten löysien liitosten kiristämisen ja likaisten liitosten puhdistustarpeesta, jotka eivät ole kriittisiä ja siten kiireellisiä. Näin ollen pystyttäisiin kunnossapitotarkastusten määräväliä suunnittelemaan ja siten ilmoittamaan hyvissä ajoin asianomaisille tulevista sähkökatkoksista. Kriittisissä ja kiireellisissä tapauksissa löysät liitokset tulee kiristää välittömästi, jolloin niin ikään yllättäviltä sähkökatkoksilta ei pystytä välttymään.

## **5.2.2 Vikavirtasuojakytkimet**

Vikavirtasuojakytkimet suojelevat sähkölaitteiden käyttäjiä vaarallisilta kosketusjännitteiltä. Vikavirtasuojakytkimien toiminta perustuu vaihe- ja nollajohtimissa kulkevien virtojen seurantaan. Vikavirtasuojakytkin laukeaa, mikäli näiden kahden virran välinen erotus ylittää vikavirtasuojakytkimen laukaisukynnyksen. Vikavirtasuojia on erityyppisiä riippuen niiden läpi kulkevasta virran tyypistä. (Mäkinen 2020, 3–4) Vikavirtasuojakytkimet voivat olla kiinteästi asennettavia tai pistorasiaan kytkettäviä. Kehräsaassa käytössä olevat vikavirtasuojakytkimet ovat pääasiassa jakokeskuksiin kiinteästi asennettuja muutaman ollessa koteloituna seinään.

Vikavirtasuojakytkimien toiminta tulee varmistaa säännöllisellä koestamisella. Koestaminen suoritetaan painamalla vikavirtasuojakytkimen testauspainiketta

valmistajien ohjeiden mukaisesti. Painettaessa vikavirtasuojakytkimen testauspainiketta sen tulisi laukea välittömästi. Tämä katsotaan olevan riittävä toimenpide vikavirtasuojakytkimien testaamiseksi, vaikkakin tämä ei vielä ole tae siitä, että ne toimisivat tositilanteessa oikein. Siksi tarvittaessa ne voitaisiin koestaa sähköasennustesterillä tarkempien tietojen, kuten toiminta-ajan ja mahdollisesti myös toimintavirran, saamiseksi. Vasta nämä tiedot viestivät vikavirtasuojakytkimen todellisesta toimintakunnosta.

Mikäli vikavirtasuojakytkin ei laukea, kun siihen syötetään sen nimellisvirran suuruista virtaa, on vikavirtasuojakytkin mekaanisesti jumittunut, eikä sen toimintaan voi enää luottaa. Vikavirtasuojakytkimen toimimattomuus voi johtua myös siitä, ettei se ole jännitteinen. Mikäli jännitteisyydestä huolimatta vikavirtasuojakytkin ei laukea, tulee se vaihtaa uuteen ja testattava uudelleen.

Jos taas vikavirtasuojakytkimeen syötetään virtaa, jonka suuruus on puolet nimellisvirrasta, ei vikavirtasuojakytkimen tule laukea vielä tämän suuruisella virralla. Jos vikavirtasuojakytkin kuitenkin laukeaa näin alhaisella virralla, aiheuttaa se mahdollisesti turhia käyttökatkoksia, jolloin sen toimintaan ei voida tässä-kään tapauksessa enää luottaa. Vikavirtasuojakytkin tulee siis vaihtaa uuteen ja testata uudelleen.

Tulostettavan vikavirtasuojakytkimien koestuspöytäkirjan lisäksi keskuksien kansiin tulee jättää tarra suoritettujen koestusten osoittamiseksi. Tarrassa tulee olla kirjattuna koestuspäivä ja koestuksen suorittajan nimi. Koestuspöytäkirjaan kirjataan havainnollistava selostus havaituista puutteista ja komponenttien vaihdoista.

Vikavirtasuojakytkimien koestuksia varten täytyy määritellä suoritusjakso. Vikavirtasuojakytkimien tapauksessa oikean suoritusjakson valitseminen ei ole täysin yksiselitteistä, sillä sopiva koestusväli laaditaan valmistajien ohjeiden pohjalta. Eri valmistajien suosittamat koestusvälit vaihtelevat runsaasti keskenään, joten täytyy valita kaikkien kannalta sopiva vaihtoehto peilattuna myös huoltokustannuksiin ja käytännön kannalta järkevyyteen. Näiden lisäksi huomioidaan myös kohdekohtaiset tekijät, kuten koestuksista aiheutuvat hetkelliset

käyttökatkokset. Näin selkiytyy, aiheutuuko koestuksista esimerkiksi ylimääräistä haittaa muulle toiminnalle.

Kehräsaarella oli jo olemassa koestusväli vikavirtasuojakytkimiin liittyen, mutta koestuksia ei kuitenkaan ole koskaan suoritettu tai siitä ei ole muuten pidetty minkäänlaista kirjaa. Vanhan koestusvälin mukaan testaukset oli tarkoitus suorittaa vuoden välein. Tämä määräväli on yhteneväinen ainoastaan valmistajan Schneider Electric vikavirtasuojakytkimiä sisältävän keskuksen kannen tarrassa ilmoitetun suosituksen ja ST-kortin 96.03.02 määrävälisuosituksen kanssa, ja se muutoin ylittää reilusti muiden valmistajien suositukset koestusvälille. Kaikista muiden valmistajien vikavirtasuojakytkimistä ei ole ohjeita saatavilla, mutta saatavilla olevat ohjeet suosittelevat koestukset tehtävän kuukauden välein. Ristiriitaa syntyy myös siitä, että tällaisten vikavirtasuojien sisältämien keskuksien kansissa on tarrat, jotka suosittelevat tekemään vikavirtasuojien koestukset esimerkiksi kuukauden välein tai vähintään puolen vuoden välein.

Kuukauden välein tapahtuva koestaminen tuntuu varsin kireältä määrävililtä, ja aiheuttaa turhan usein käyttökatkoksia. Muutetaan olemassa oleva vikavirtasuojien koestamisen määräväli tehtäväksi siis puolen vuoden välein eräiden valmistajien ohjeiden vastaiseksi huoltokustannusten ja käytännön kannalta järkevyyden vuoksi. Puolen vuoden välein tapahtuva koestaminen katsotaan oleva riittävän säännöllisesti tapahtuva toimenpide, eikä siten eri valmistajien vikavirtasuojakytkimille ole järkevää laatia omia määrävälejä. On huomattavasti helpompaa kiertää kohteen kaikki vikavirtasuojakytkimet kerralla ja täyttää siten yksi yhteinen koestuspöytäkirja sen sijaan, että muistaa joka 6. ja 12. käynnillä laajentaa koestuskierrosta aina tietyin osin.

### **5.2.3 Sisävalaistusjärjestelmä**

Sisävalaistuksella on oleellinen merkitys työskentely- ja oleskelutilojen toimintaedellytysten mahdollistamisesta silloin, kun luonnonvaloa ei ole riittävästi tai sitä ei ole ollenkaan saatavilla. Valaistuksen toimintakunnon säilyttämiseksi tulee laatia riittävän kattava huolto- ja kunnossapito-ohjelma edellä mainittujen toimin-

taedellytysten ylläpitämiseksi. Itse valaisin ei tavallisesti käytön aikana vi-  
kaannu, ja siksi huollon tärkein tehtävä onkin huolehtia valaisimien kuluvista ja  
vikaantuvista osista, kuten lamput ja sytyttimistä.

Lamput vaihdetaan joko niiden palattua loppuun tai ennakoivalla huollolla. Jäl-  
kimmäisellä tilojen valaistusvoimakkuus saadaan pidettyä halutulla tasolla, sillä  
lamppujen valovirta ja siten kokonaisvalaistusvoimakkuus heikkenee ajan kulu-  
essa (Ahponen 2003, 1). Ajan myötä tilojen valaistuksen himmeneminen saat-  
taa vaikuttaa negatiivisesti esimerkiksi työskentelyedellytyksiin tai yleiseen viih-  
tyvyyteen tiloissa, joten lamppujen ennakoiva vaihtaminen saattaa olla järkevää  
tietyissä tapauksissa joko yksittäis- tai ryhmävaihtona. Ryhmävaihdolla tarkoite-  
taan sitä, että vaihdetaan kerralla yhden tilan kaikki lamput esimerkiksi silloin,  
kun noin 10 % tilan lamput on palannut tai määrävälein.

Vaihtojen aikana on järkevää tarkastaa samalla itse valaisimet. Tähän kuuluu  
muun muassa valaisimen mekaanisen kunnon ja kiinnityksien varmistaminen.  
Valaisimien tarkastuksen jälkeen suoritetaan lopuksi sen puhdistaminen tarpeen  
mukaan. Lamppuihin ja valaisimiin kertyvä lika riippuu tiloista aiheutuvasta kuor-  
mituksesta ja valaisinrakenteesta. Puhtaissa ja kuivissa tiloissa valaisimia kuor-  
mittaa käytännössä ainoastaan pöly, joka voidaan yksinkertaisesti poistaa pyyh-  
kimällä. Ravintoloiden keittiöiden valaisimia saattaa kuormittaa pölyn lisäksi  
myös rasvalika, jolloin saattaa joutua käyttämään puhdistettavaan kohteeseen  
ensin emäksistä puhdistusliuosta ennen pyyhkimistä.

Valaisinten huoltamisen jälkeen tarkistetaan, että niiden ohjauslaitteet ovat kun-  
nossa. Niiden toimintakunnosta on helpointa huolehtia tarkistamalla niiden me-  
kaaninen kunto ja kokeilemalla kytkeä ohjaukset päälle. Testausten tarpeenmu-  
kaisuus ja laajuus riippuu täysin siitä, miten valaistuksen ohjaus on toteutettu.  
Valaistuksen ohjauksen toteuttamiseen on monta tapaa, joten se on voitu to-  
teuttaa pelkillä perinteisillä kytkimillä, liiketunnistimilla, hämäräkytkimillä, vakio-  
valo-, aikaohjauksilla tai valaistuksenohjausjärjestelmillä, joiden avulla voidaan  
esimerkiksi ohjata useamman tilan valaistusta keskitetysti. Testauksien laajuu-  
dessa tulee pohtia testauksilla saavutettavaa etua, eli kannattaako esimerkiksi  
testata varastotilojen valaistusta ollenkaan vai keskittyäkö enemmänkin toi-  
minnan kannalta olennaisimpiin kohteisiin.

Sisävalaistusjärjestelmän huolto- ja kunnossapito-ohjelmalle tulee laatia vielä sopiva määräväli. Kehräsaarella vanha valaistuksen kunnossapito-ohjelma piti sisällään ainoastaan valaisimien mekaanisen kunnan ja kiinnitysten tarkastukset, jotka toteutettiin jatkuvan tarkkailun avulla. Tämä tarkoittaa siis sitä, ettei kohteen valaistusta kohden ole suoritettu laisinkaan ennakoivaa huoltoa ja kunnossapitoa, vaan on tyydytty täysin havaintojen perusteella suorittamaan tarvittavia toimenpiteitä. Huoltokustannuksien hallitseminen on tällä tavalla toimiessa helppoa, mutta valaistuksen toimintakunnan varmistamiseen tämä ratkaisu ei ole ideaalinen.

Valaistuksen ohjaukseen liittyvää vanha kunnossapito-ohjelma sisälsi kahden vuoden välein tehtävän kellokytkinkierroksen. Suoritusmerkintöjä ei löytynyt mistään, joten kunnossapito-ohjelmaa ei ole ennestään noudatettu tai siitä ei muuten ole pidetty kirjaa. Ohjauksien vikaantumisriski voidaan yleisesti pitää pienenä, joten ohjausten asettelujen asianmukaisuudesta varmistuminen katsotaan olevan tärkeämpi toimenpide. Ohjausten oikeanlaisella asettelulla saavutetaan energiasäästöä, kun ohjaukset toimivat ainoastaan suunniteltuina aikoina.

Valaisimien lamput tulee kuitenkin vaihtaa jossakin vaiheessa, joten lopputulema on sama, oli huolto ennakoiva tai tarpeenmukainen. Tarpeenmukaisella huollolla ei kuitenkaan pystytä ylläpitämään valaistuksen suorituskykyä eli haluttua valaistusvoimakkuutta ja tasapainoisuutta. Nämä ongelmat korostuvat erittäin suurissa tiloissa, joissa on paljon valaisimia. Kehräsaarella käytetään runsaasti loisteputkivalaisimia, ja mikäli valaisimia ei vaihdeta ja lamput eivät hajoa, valaistuksen riittävyys saattaa pudota tietyissä osissa tiloja liian alhaiseksi. Ennakoivalla huollolla ehkäistään juuri tätä ongelmaa, ja tämän vuoksi laaditaan lamppujen vaihtamiselle määräväli.

Parhaaseen lopputulokseen päästään lamppujen ryhmävaihdolla, jolloin kaikki lamput vaihdetaan yhtä aikaa ja samalla vältytään virheeltä, ettei tule vahingossa eri värisävyjen lamppuja sekaisin samaan tilaan. Ohjeellinen suoritusväli lamppujen ja sytyttimien vaihdolle on 6 vuotta, kun tavoitetaso määritellään tavanomaiseksi (Sähkötieto ry 2002, 3; Sähkötieto ry 2006e, 2). Toisessa ohje-

kortissa esitetään, että erityisesti loisteputkivalaisimien lamppujen tavanomainen vaihtoväli on 5–7 vuotta toimistokäytössä, jossa vuotuinen polttoaika on noin 1800 tuntia (Ahponen 2003, 2). Kehräsaarella toiminta jakautuu siten, että toimistotilat ovat arkisin auki, ja jotkin putiikki- ja liiketilat ovat arkipäivien lisäksi myös lauantaisin auki. Ainoastaan ravintolat ovat viikon jokaisena päivänä auki, jolloin kirein suoritusväli lamppujen vaihdolle määräytyy niiden mukaan. Laskennallinen polttoaika ravintoloiden aukiolojen perusteella on noin 1872 tuntia vuodessa, joka on lähellä edellä ilmoitettua polttoaikaa. Määritetään lamppujen ja sytyttimien ryhmävaihtojen suoritusväliksi siis 6 vuotta.

Pohdittavaksi jää enää se, että kumpaa vaihtoehtoa halutaan käyttää. Lamppujen ryhmävaihdot on mahdollista toteuttaa kerralla Kehräsaaren suhteellisen pienen koon vuoksi, joten tämä on yksittäisvaihtoa suositeltavampi ratkaisu. Kessällä on kuitenkin yleisesti ottaen lomakausi, joka voidaan olettaa alkavan kesäkuun alusta ja päättyvän heinäkuun loppuun. Yrityksistä riippuen tämä vaikuttaisi joka tapauksessa olevan paras aika suorittaa lamppujen vaihdot, jolloin kokonaisuutena Kehräsaaren toimintaa keskeytettäisiin kaikista vähiten.

Koska sisävalaistuksen huolto- ja kunnossapito koostuu pääasiassa aistinvaraisista tarkastuksista ja tarpeen mukaisista ohjauslaitteiden kokeiluista ja asettelujen tarkastuksista, määritetään nämä toimenpiteet tehtäväksi vuoden välein. Lisätään tähän ohjelmaan kellokytkimien ja porrasvaloautomaattien kierros, jolloin niiden määräväli hieman kiristyy.

#### **5.2.4 Ulko- ja aluevalaistusjärjestelmä**

Ulko- ja aluevalaistuksella valaistaan tarpeelliset ulkoalueet. Kehräsaarella valaistaan pääasiassa kiinteistöjen julkisivuja ja ravintoloiden terassialueita. Sisävalaistuksen tavoin ulkovalaistuksella on samat tarkoitukset, mutta lisäksi sillä on vaikutusta alueella liikkuvien ihmisten turvallisuuteen. Alueella liikkuvat ihmiset pystyvät riittävän ulkovalaistuksen ansiota havaitsemaan muun muassa muut kanssaliikkujat hyvissä ajoin. Ulkovalaistuksen merkitys korostuu erityisesti Kehräsaaren kiinteistöjen sisäpihalla, sillä huoltohenkilöstö saa kulkea tällä alueella ajoneuvoilla.

Sisävalaisimista eroten ulkovalaisimiin kohdistuu vuodenaikasta riippuen erilaisia luonnonoloja, jotka tulee huomioida. Ulkovalaisimet ovat täten erityisen alttiita mekaanisille vaurioille, korroosiolle ja likaantumiselle, joten huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan tulee sisällyttää aistinvarainen tarkastus. Ennen tarkastusta on järkevää ensin kytkeä valaistus päälle manuaalisesti, jotta voidaan samalla todeta lamppujen toimivuus valaisimien kunnan tarkastuksen aikana. Havaintojen perusteella vaihdetaan vialliset osat sekä puhdistetaan likaiset valaisimet. Julkisivujen mainosvalojen tapauksessa joudutaan mahdollisesti turvautumaan nostolaitteisiin, jolloin valaisimien testaukset ja tarkastukset tulee tehdä valoisaan aikaan työturvallisuuden edistämiseksi.

Lamppujen vaihtamisessa korostetaan vielä sitä, että ulkovalaistuksen luoma turvallisuus on sen olennaisin tehtävä. Siten valaisimien toimivuuden ylläpitäminen on valaistusvoimakkuuden ylläpitämistä tärkeämpää, sillä Kehräsaarella ei ulkovalaistuksella valaista varsinaisia työalueita. Lamppujen vaihdot voitaisiin siis tehdä yksittäisinä vaihtoina, mutta valaistusryhmän toiminnallisuus kuitenkin paranee tekemällä vaihdot ryhmävaihtona.

Valaisimien aistinvaraisten tarkastusten jälkeen tulee huolehtia, että niiden ohjaukset toimivat suunnitellulla tavalla. Ulkovalaistusta ohjataan hämärä- ja kellokytkimien avulla. Hämräkytkinten oikeanlainen toiminta voidaan tarkastaa esimerkiksi peittämällä valoisuusanturi ja tarvittaessa voidaan säätää asetteluja. Kellokytkinten tapauksessa tulee varmistua siitä, että valaisimet syttyvät ja sammutuvat asettelujen mukaisesti ja tarvittaessa niitä voidaan järkevöittää. Kummasakin tapauksessa asettelujen tulee kuitenkin olla oikeanlaiset valaistuksen toiminnan ja suunnitellun tarkoituksen kannalta energiankulutuksen minimoimiseksi.

Yllä esitetyille toimenpiteille tulee vielä laatia sopiva määräväli. Sen täytyy olla riittävän tiheästi toistuva, jotta voitaisiin ylläpitää ulkovalaistuksen tärkeintä tehtävää. Vanhassa ohjelmassa ulkovalaistuksen osalta tyydyttiin jatkuvaan tarkkailuun, joten tätä tulee tarkentaa. Otetaan lähtökohdaksi valaistusten ohjausten tarkastus, jonka ohjeellinen suoritusväli on kerran vuodessa (Sähkötieto ry



2006e, 2). Samassa ohjeessa esitetään jokaiselle toimenpiteelle erilliset suoritusvälit, mutta sovitetaan ne tehtäväksi valaistusten ohjausten tarkastusten yhteyteen. Ulkovalaisimiin kohdistuvat toimenpiteet ovat pääasiassa aistinvaraisia, joten suoritetaan ne vuosittain.

Ainoastaan lamppujen vaihdolle on järkevää laatia oma määräväli, mikäli niiden osalta ei haluta tyytyä vuosittain toistuvan aistinvaraisen tarkastuksen havaintoihin ja siten tyypillisesti yksittäisvaihtoihin. Ulkovalaistus voidaan luokitella tavanomaiseen tavoitetasoon, jolloin lamppujen ryhmävaihto voitaisiin tehdä 6 vuoden välein (Sähkötieto ry 2002, 3; Sähkötieto ry 2006e, 2). Mainosvalojen ja muiden korkealla olevien valaisimien lamppujen vaihto tulee tehdä harkinnan mukaan, sillä niitä varten joudutaan vuokraamaan nostolaite.

### **5.2.5 Sähkölämmitysjärjestelmät**

Kehräsaarella on olemassa useampi sähkölämmitysjärjestelmä. Kiinteistöissä on käytössä vesikiertoinen patteriverkosto, jonka rinnalla toimivat sähkökattilat. A-talossa on käytössä nimellisteholtaan 12 kW läpivirtaussähkökattila, jonka on valmistanut tsekkiläinen PZP Komplet. Toiminta perustuu sähkökattilassa oleviin sähkölämmittimiin, joilla käyttö- ja lämmitysvesi lämmitetään. Yksittäiset lämmittimet kytkeytyvät päälle ajoittain estääkseen verkkovirran ylikuormituksen, kun sähkökattila kytketään päälle. Käyttö- ja lämmitysvesi kiertää lämmitysjärjestelmässä kiertovesipumpun avulla. Suurin lämmitysteho voidaan pienentää sulkemalla ohjauskeskuksen kytkin, mikä on erityisesti edullista siirtymäkaudella keväällä ja syksyllä. Vaadittu käyttö- ja lämmitysveden lämpötila kattilassa ja sen automaattinen toiminta varmistetaan sisäänrakennetulla käyttötermostaatilla. (PZP Komplet 2010, 2)

B-talossa on käytössä nimellisteholtaan 495 kW sähkökattila, jonka on valmistanut ruotsalainen OSBY Parca. Muita sähkölämmitysjärjestelmiä ovat terassin katto- ja lattialämmitykset sekä erinäisten tilojen, kuten esimerkiksi pesu- ja saunatilojen sekä WC-tilojen, lattialämmitykset.

Selvitetään ensin läpivirtaussähkökattilalle tehtävät huoltotoimenpiteet tutustumalla sen käyttö- ja asennusohjeisiin. Niiden mukaan sähkökattila on vain vähän huoltoa tarvitseva laite ja häiriöttömän toiminnan varmistamiseksi riittää puhdistaa lämmitysjärjestelmän suodatin vuosittain mieluiten lämmityskauden alussa, ilmata lämmitysjärjestelmä ja tarkastaa sen täytyminen vedellä. Lopuksi tarvittaessa voidaan puhdistaa mahdollinen sähkökattilan ja ohjauskeskuksen ulkopinnalla oleva lika. Huoltotoimenpiteiden lisäksi ohjeissa annetaan ohjeet mahdollisten vikojen korjaamiseksi. Ne ilmoitetaan ohjauskeskuksessa olevien merkkivalojen avulla, joten nämä tulee tarkastaa ensimmäisenä ennen huoltotoimenpiteiden aloittamista. Vikojen korjaamisen saa suorittaa ainoastaan ammattitaitoinen henkilö. (PZP Komplet 2010, 6–7)

Kyseisen sähkökattilan osalta huolto- ja kunnossapito-ohjelman luominen on siis varsin suoraviivaista. Sähkökattila on sen verran pieni, ettei se itsessään sisällä mitään huollettavia komponentteja. Määräväliä ei tarvitse erikseen laatia, sillä pidetään lähtökohtana kaikille huoltotoimenpiteille suodattimen puhdistamisen määräväliä valmistajan ohjeiden mukaisesti.

B-talon sähkökattila vastaa suuremman lämmitysverkoston lämmittämisestä, ja on siten kooltaan ja nimellisteholtaan paljon suurempi kuin edellä oleva läpivirtaussähkökattila. Täten edellisestä poiketen se sisältää kuluvia komponentteja, kuten kontaktoreja, piirilevyjä, teollisuusreleen ja tuulettimen. Vaikka sähkökattilassa itsessään on pääkytkin, on sen tehonsyöttö SPK:lta suojattu vielä luvun 5.2.1 mukaisella kompaktikatkaisijalla.

Tämänkin kattilan tapauksessa lähdetään liikkeelle valmistajan ohjeista. Varsinaisena huoltotoimenpiteenä mainitaan ainoastaan liitosten kiristäminen kahden vuoden välein (Osby Parca 2015, 9). Tämä ei voi olla riittävä huoltotoimenpide, joten asiaa pitää tutkia tarkemmin. Ohjeissa mainitaan liitosten kiristämisen lisäksi erinäisiä kattilan sijaintia koskevia vaatimuksia. Niiden mukaan kattilan ympärillä tulee olla riittävästi ilmaa jäähdytystä varten, kattilan ilmankierto ei saa olla estynyt esimerkiksi ilmanvaihtosuodattimien pölyisyyden vuoksi, sen yläpuolella tulee olla 1,3 metrin korkeudelta vapaata tilaa komponenttien mahdollisen vaihtamisen vuoksi ja ympäristön lämpötila ei saa ylittää 25 °C. (Osby Parca 2015, 9) Näistä on helppo pitää huolta aistinvaraisilla tarkastuksilla ja

suodattimien säännöllisellä vaihtamisella. Huonetilan lämpötilasta voi olla tosin vaikea huolehtia, sillä sähkökattila sijaitsee muuntamon viereisessä tilassa huonetermostaatin ja ilmanvaihtopuhaltimien ollessa muuntamossa.

Suodattimien vaihtamiselle ohjeet eivät antaneet määräväliä. Sovelletaan tähän saman valmistajan ohjetta hieman tuoreemmalle Eco-mallille tästä samaisesta kattilasta. Siinä mainitaan, että suodattimet tulee vaihtaa vuosittain, ja tarvittaessa useammin huonetilan ympäristöstä riippuen. Kattilasta löytyy lisäksi varoventtiili, jolle ohjeen mukaan tulee suorittaa vähintään vuosittain toimintatesti. (Osby Parca 2019, 10)

Toimintatesti suoritetaan kääntämällä paineenalennusventtiilissä olevaa korkkia, kunnes venttiili aukeaa. Tällöin vesi alkaa virrata varoventtiilin poistoputken läpi, ja tätä vettä ei kannata juoksuttaa kuin vähän kerrallaan jokaista tarkastuskertaa kohti. Mikäli venttiili ei päästä vettä lävitseen, on venttiili tällöin viallinen ja se tulee vaihtaa uuteen. Muille komponenteille ohjeet eivät mainitse huoltotoimenpiteitä. Aistinvaraiseen tarkastukseen on syytä ottaa mukaan sähkökattilan sisältämien komponenttien (kahvasulakkeet, kontaktorit, teollisuusrele ja tuuletin) kunnan tarkastukset. Suodattimien vaihtojen yhteydessä tulee tarkistaa ja tarpeen mukaan puhdistaa tuuletin pölystä tai muusta vastaavasta.

Sähkökattila on lisäksi varustettu lämpökatkaisulla, joka on asetettu arvoon 105 °C. Lämpötilan ylittäessä tämän raja-arvon termostaatti katkaisee kattilan kontaktorien ohjauspiirin jännitteen ja laukaisee pääkytkimen. Pääkytkintä ei voida virittää uudelleen ja hälytystä kuitata elektronisen ohjausjärjestelmän näytöltä ennen kuin termostaatti resetoidaan. Se voidaan tehdä kattilan ollessa jäähtynyt noin 70 °C:een painamalla termostaatin nupin takana olevaa keskipainiketta. (Osby Parca 2019, 8) Tämän termostaatin vieressä on hätätoimintatermostaatti, joka on suunniteltu hätäkäyttöä varten ja se tulisi olla asetettuna 0-asentoon. Kun hätäkäytölle tulee tarve, voidaan tämä termostaatti asettaa haluttuun ensisijaiseen menolämpötilaan. (Osby Parca 2019, 9) Lämpökatkaisun termostaatin asettelua ei voida muuttaa, joten aistinvaraiseen tarkastukseen otetaan mukaan hätätoimintatermostaatin asettelun tarkastus. Hätätoimintatermostaatin toimintaa ei ole tarpeen koestaa, sillä valmistajan ohjeet eivät tätä mainitse. Koska

suodattimien vaihtaminen ja varoventtiilin toimintatestien määrävälit ovat valmistajan ohjeiden mukaan kireimmät, valitaan liitosten kiristyksiä lukuun ottamatta muutkin huoltotoimenpiteet tehtäviksi vuoden välein.

Sähköisten katto- ja lattialämmitysjärjestelmien osalta varmistetaan ohjaavien laitteiden yleisen kunnan ja siisteyden olevan hyviä, niiden mekaanisen kunnan ja kiinnitysten olevan asianmukaisia, ja että ohjaukset ja ohjaavat laitteet toimivat suunnitellulla tavalla. Lisäksi suoritetaan valmistajien ohjeissa ilmoitetut ja muut tavanomaiset ylläpitotoimenpiteet, kuten vikaantuneiden yksiköiden korjaukset. Toimenpiteet ovat käytännössä vastaavia kuin, mitä seuraavassa luvussa esitetään, joten katto- ja lattialämmitykset liitetään niitä koskevan huolto- ja kunnossapito-ohjelman piiriin.

### **5.2.6 Sulanapitolämmitysjärjestelmät**

Muita sähkölämmitysjärjestelmiä ovat sadevesijärjestelmien (raitisilmakammion kuivakaivo), rasvanerotus- ja likakaivojen ja kasvualustojen lämmitykset sekä viemäreiden saattolämmitykset. Voidaan siis yleisesti puhua sulatusjärjestelmistä, joilla huolehditaan edellä mainittujen kohteiden sulanapidosta tyypillisesti talviaikaan. Sulatuksia ohjataan yleisesti ulkolämpötilan mukaan ja toiminta-aika on tällöin tyypillisesti lähellä lämpötilaa 0 °C, koska jää ja lumi alkaa sulamaan kyseisessä lämpötilassa. Sulatusten ei kuitenkaan tule olla päällä sään ollessa riittävän lämmin tai sen ollessa reilusti pakkasen puolella välttyäkseen turhalta lämmittämiseltä ja siten energiankulutukselta.

Huolto- ja kunnossapito-ohjelman lähtökohtana pidetään lämmitysjärjestelmien toimintakyvyn ja turvallisuuden varmistaminen. Näistä voidaan varmistua, kun järjestelmien kaikki laitteet todetaan toimintakuntoisiksi. Käytännössä lämmitysjärjestelmä koostuu lämmityskaapelista, termostaatista ja lämpötila-anturista, joista kovimmassa rasituksessa on lämmityskaapeli.

Koska sulatuskohteissa esiintyy vettä ja kosteutta, saattaa kaapelin mahdollinen eristeaurio helpostikin aiheuttaa sähköiskun vaaran. Kaapelien kuntoa on kuitenkin käytännössä mahdotonta aistinvaraisesti tarkastaa, sillä ne on saatettu

asentaa piiloon tai ne kulkevat ränneissä. Täten lämmityskaapelin kunnan todentamismahdollisuudeksi jää oikeastaan eristysvastusmittaus. Eräs tapa epäillä mahdollista eristevauriota on tarkastaa kaapelin syöttöä suojaavan vikavirtasuojakytkimen tilaa. Mikäli se on tarkastuksen alussa jo valmiiksi lauennut, ja esimerkiksi uudelleen virittämisen jälkeen se laukeaa välittömästi uudelleen, voi tämä viestiä eristevauriosta kaapelissa. Tämä ei kuitenkaan ole asianmukainen tapa todeta mahdollinen eristevaurio.

Kohteen kaapeleiden kunnan arviointi on syytä jättää tapauskohtaisesti harkittavaksi, sillä valtaosa kaapeloinnista kulkee piilossa ja ovat täten vähemmän alttiita mekaanisille vaurioille. Mikäli suunnittelu- ja toteutusvaiheet ovat aikanaan oikein tehtyjä, katsotaan mekaanisten vaurioiden olevan ainut kaapelien kuntoa uhkaava tekijä. Sama pätee ohjauslaitteille, sillä ne pääasiassa sijaitsevat ohjauskeskuksissa, jolloin myös niiden mekaaninen vaurioituminen on erittäin pientä tai olematonta. Laitteiden liitosten löystyminen saattaa tosin muuttaa tilannetta. Mikäli lämmityskaapelit ovat tehoiltaan suuria, ovat myös niiden kuormitusvirrat suuria, jotka edesauttavat liitosten lämpenemistä. Ohjauskeskusten ulkopuolella sijaitsevat laitteet, kuten lämpötila-anturit ja erinäiset termostaatit, saattavat harkinnan mukaisesti tarvita tarkastuksia.

Laitteiden kunnan tarkastusten lisäksi tulee huolehtia niiden ohjauksista. Nämä voidaan tarkastaa esimerkiksi käymällä sulatuskohteessa tai ne voidaan testata mittausten avulla, mikäli sää tai muu syy estää toiminnan testauksen paikan päällä. Lämmityskaapelien toimintakunto voidaan arvioida mittaamalla joko niiden syötön tehonkulutus tai virta. Sen lisäksi on tärkeää tarkastaa ohjausten sulatusajat, etteivät ne ole turhaan päällä. Ainoastaan B-talon raitisilmakammion kuivakaivo on rakennusautomaatiojärjestelmän perässä, jonka asettelut on kyläkin helppo tarkastaa IV-konehuoneessa olevasta alakeskuksesta. Muissa lämmityskohteissa, kuten esimerkiksi kasvualustoilla ja likakaivolla, ohjaus on toteutettu kytkimien, apujänniteohjauksella toimivien rasiakytkinten ja termostaatin avulla, jolloin termostaatti pitää aina paikantaa. Termostaatin toiminta on kuitenkin helppo tarkastaa esimerkiksi muuttamalla lämpötilaa ja asettamalla se lopuksi halutulle. Kytkinten toiminta on helppo todentaa kokeilemalla ohjauksia päälle ja pois päältä.

Vikavirtasuojien olemassaolon todentaminen ja koestaminen omalta osaltaan otetaan tähän huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan mukaan, vaikkakin vikavirtasuojakytkimien koestamiselle on olemassa oma ohjelmansa ja määrävälinsä. Lämmitysjärjestelmien osalta tulee siis ensin tarkistaa, onko vikavirtasuojien koestaminen tehty ja tarpeen mukaan koestaa. Näiden lisäksi ohjelmaan sisällytetään ylikuumenemissuojien olemassaolon todentaminen ja tarkastus. Tarkastuksessa varmistetaan, ettei ylikuumenemissuoja ole lauennut.

Toimenpiteille tulee vielä viimeisenä laatia määräväli. Vanhassa ohjelmassa termostaattiohjatut sulatusjärjestelmät eivät olleet huollon ja kunnossapidon piirissä mukana, mutta siinä oli kuitenkin merkintä, että toimenpiteet suoritettaisiin vuoden välein. Suosituksissa esitetään, että tavoitetasosta riippumatta sulanapitojärjestelmien toiminnan tarkastus ja vikavirtasuojakytkimien koestus olisi suositeltavaa tehdä puolen vuoden välein (Sähkötieto ry 2006f, 2). Puolen vuoden välein tehtävillä tarkastuksilla saavutetaan etua siinä, että sulatuskauden aikana hajonneet komponentit ehditään vaihtamaan uusiin hyvissä ajoin ennen uuden kauden alkamista, kun tarkastukset ajoitetaan aina ennen ja jälkeen sulatuskauden. Tällä tavoin pystytään välttämään myös mahdolliset vaaralliset toimintahäiriöt, joten määritellään toimenpiteet tehtäväksi puolen vuoden välein.

### **5.2.7 Sähkökiukaat**

Kehräsaarella on opinnäytetyön tekemisen aikana käytössä kaksi saunaa, jotka sijaitsevat A-talossa. Vuokrattavissa olevassa saunassa on käytössä Harvian Legend-mallinen sähkökuuas, jonka nimellisteho on 16,5 kW. Samasta kerroksesta löytyy toinen sauna, jossa on käytössä Harvian Cilindro EE-mallinen sähkökuuas. Sen nimellistehosta ei ole tarkkaa tietoa, mutta se lienee valmistajan asennus- ja käyttöohjeen mukaan olevan joko 6,8 tai 9 kW (Harvia 2017, 11). Meneillään olevan saneeraushankkeen vuoksi saunat on kuitenkin poistettu käytöstä. Mikäli kumpikin sauna poistetaan saneerauksen myötä, poistuu luonnollisesti näiden osalta laadittu huolto- ja kunnossapito-ohjelma kokonaan.

Lisäksi Kehräsaarella on olemassa kolmas sauna, joka sijaitsee B-talossa. Kyseinen sauna on vuokralaisen käytössä, mutta sitä on käytännössä käytetty varastotilana. Kyselyn perusteella saunalle saattaisi tulla enemmän käyttöä, mikäli se remontoitaisiin ensin. Nykyisellä käytöllä kiuas on lämmitetty viimeksi noin 15 vuotta sitten. Tämän vuoksi kyseistä saunaa ei liitetä huollon ja kunnossapidon piiriin, eikä siten käsitellä tässä luvussa. Mikäli kyseinen sauna remontoidaan jonkin hankkeen yhteydessä, tulee saunatilanne tarkastaa ja lisätä tarvittaessa huollon ja kunnossapidon piiriin.

Vanhassa kunnossapito-ohjelmassa kiukaat oli merkitty tarkastettavaksi puolen vuoden välein. Tätä joudutaan kuitenkin tarkentamaan, sillä ohjelmassa ei ole esimerkiksi mainittu kiuaskivien säännöllisestä vaihtamisesta mitään. Ohjelma käsittää näiden osalta ainoastaan kunnan tarkastuksen.

Kiukaita koskevan huolto- ja kunnossapito-ohjelman lähtökohdaksi valitaan vuosittain tapahtuva kiuaskivien vaihtaminen. Tämä on tavanomainen huoltotoimenpide, joka ei vaadi erityisosaamista. Kiuaskivien vaihtamisen yhteyteen on yksinkertaista lisätä muita kiukaisiin liittyviä tarkastuksia ja toimenpiteitä. Valmistajan ohjeet toimivat tässäkin tapauksessa ensisijaisena lähtökohtana kiukaille tehtävien toimenpiteiden määrittämiselle. Kiuaskivien vaihtamiselle ohjeet antavat selvän vaihtovälisuosituksen (kerran vuodessa) sekä tarkat latomisohteet, joissa kerrotaan muun muassa sopivat kivimateriaalit ja -koot (Harvia 2016, 5–6; Harvia 2017, 3–4). Lisäksi ohjeissa esitetään erilaisia turvallisuutta koskevia asioita, kuten sopivat kiukaan suojaetäisyydet seinistä, katosta ja lauteista sekä oikeanlaiset asennuspaikat. Mahdollisissa vikatapauksissa ohjeet mainitsevat kaikkien huoltotoimenpiteiden jätettävän sähköalan ammattilaisen tehtäväksi. (Harvia 2016, 7, 11; Harvia 2017, 8, 12)

Varsinaisia toimenpide-ehdotuksia huollon näkökulmasta katsottuna ohjeissa ei ole esitetty kiuaskivien vaihtamisen lisäksi. Tämän perusteella vaikuttaisi siltä, etteivät kiukaat vaatisi lainkaan erityisiä toimenpiteitä. Laaditaan kuitenkin laajempi huolto- ja kunnossapito-ohjelma, sillä kiukaiden turvallisuus voidaan varmasti taata muillakin asianmukaisilla toimenpiteillä. Kiuaskivien vaihtamisen lisäksi toiseksi tehtäväksi otetaan mukaan kiukaiden mekaanisen kunnan tarkas-

tus (Sähkötieto ry 2006f, 2). Aistinvaraisen kunnan tarkastuksen katsotaan olevan riittävä toimenpide, sillä valmistajan ohjeissa ei mainita kunnan tarkastamisesta mitään.

Eryteisesti lämmitysvastuksia tulee pitää silmällä, sillä kiukaiden lämmityskyvyn heikkeneminen saattaa olla merkki hajonneesta vastuksesta. Valmistaja ohjeissaan ilmoittaa, että lämmitysvastukset saattavat rikkoutua, mikäli kiukaisiin ladotaan vääränlaisia kiuaskiviä (Harvia 2017, 3). Kivityypistä riippuen joko kivet itsessään eivät sido tarpeeksi lämpöä tai vääränlaisen muodon vuoksi ne asettuvat liian tiiviisti kiukaisiin ja täten heikentävät kiukaiden ilmankiertoa (Harvia 2016, 5). Turvallisinta on siis käyttää ainoastaan valmistajan suosittelemia kiviä ja ne on lisäksi ladottava ohjeiden mukaisesti.

Kiukaiden ja niissä olevien lämmitysvastusten mekaanisen kunnan tarkastuksen lisäksi tulee myös tarkastaa kiukaiden liityntäkaapelin kunto erityisesti saunojien turvallisuuden takaamiseksi. Tämä siksi, koska kiukaan syöttöpiirille ei vaadita vikavirtasuojakytkimiä, ja lisäksi valmistajan ohjeet erikseen kieltävät kiukaiden tehonsyötön vikavirtasuojakytkimen kautta (SFS 6000 2017d, 6; Harvia 2016, 14; Harvia 2017, 13). Näin ollen kaapelin mahdollinen vaurio sen eristyksessä saattaa aiheuttaa märässä tilassa suuren sähköiskun vaaran saunojille. Tästä syystä myös kiukaan kosketussuojauksen toimivuus tulee arvioida ja tarpeen mukaan tarkastaa.

Mekaanisen kunnan tarkastuksen yhteydessä voidaan tarkastaa kiukaiden suojaetäisyydet muista rakenteista (Sähkötieto ry 2006f, 2). Harvian asennus- ja käyttöohjeissa suojaetäisyydet on ilmoitettu, joten nämä voidaan tarkastaa helposti. Suojaetäisyyksien toteutumiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota kummassakin saunassa, sillä kiukaiden ympärillä ei ole minkäänlaista kulkemista tai sen siirtelyä estäviä rakenteita. Tarkastusten päätteeksi kiukaat tulee vielä puhdistaa, mikäli tarvetta esiintyy. Tätä tarvetta aiheuttavat kivistä irtoava pöly, kun kiuasta käytetään tai siihen ladotaan uusia kiviä.

Kiukaiden kunnan ja puhtauden tarkastusten jälkeen voidaan tarkastaa vielä niiden ohjauslaitteiden toiminnat (Sähkötieto ry 2006f, 2). Kummankin kiukaiden



ohjaus tapahtuu pukuhuoneessa sijaitsevalla ohjauspaneelilla, jonka avulla säädetään kiukaan lämpötilaa ja lämmitysaikaa. Ohjaukset on helppo tarkastaa kytkemällä lämmitys päälle ja tarkkailemalla sen toimintaa. Ohjauslaitteiden toiminnan testaaminen ei kuitenkaan välttämättä ole tarpeen, sillä viallisista kiukaista luulisi tulevan välitön palaute saunatilojen vuokralaisilta. Tällöin voidaan luottaa saunojien tekemiin vikailmoituksiin, jolloin mahdolliset puutteet korjataan vianetsinnän keinoin.

Viimeiseksi tulee huolto- ja kunnossapito-ohjelmalle laatia vielä sopiva määräväli. Pidetään lähtökohtana kivien vaihtamista, joka valmistajan ohjeiden mukaan tulee suorittaa vähintään vuosittain. Ohjelmaan mukaan otettavat tarkastukset ovat käytännössä aistinvaraisia, joten nämä on helppo toteuttaa samalla kertaa kivien vaihtojen yhteydessä oman määrävälin sijasta. Määräväli on myös yhdenmukainen ohjeen määrävälin kanssa, joka on suunnattu erittäin vaativaan tavoitetasoon luokitelluille kiukaille (Sähkötieto ry 2006f, 2). Kiukaat voidaan luokitella tähän tavoitetasoon niillä perusteilla, että kiukaiden liityntäkaapelien eristeiden vaurioituminen saattaa aiheuttaa välitöntä tai suurta vaaraa, ja kiukaiden toimimattomuus haittaa erittäin merkittävästi niiden käyttöä (Sähkötieto ry 2002, 2). Näin ollen erillisille määräväleille ei ole erityisiä perusteluja.

### **5.2.8 Hissit**

Kehräsaarella on käytössä sekä henkilö- että tavarankuljetukseen tarkoitettuja hissejä. Henkilökuljetushissejä on kaksi kappaletta, jotka molemmat sijaitsevat B-talossa. A-talossa on yksi hissi, joka on tavarankuljetukseen tarkoitettu. Koska hissit ovat toteutuksiltaan erilaisia, joutuu niille laatimaan omat huolto- ja kunnossapito-ohjelmansa. Tarkempia huoltotoimenpiteitä ei tulla tässä luvussa esittämään, vaan perehdytään pääasiassa hissejä koskevaan lainsäädäntöön ja huolto- ja kunnossapito-ohjelman laadinnan lähtökohtiin.

Hissien käyttöön kohdistuu määräyksiä, jotka tulee ensisijaisesti huomioida huolto- ja kunnossapito-ohjelman laadinnassa ja toteutuksessa. Hissiturvallisuuslaki velvoittaa laatimaan hisseille huolto-ohjelman, joka sisältää määräväleihin huoltoa vaativat osat. Sen laadinnassa tulee lisäksi huomioida tarpeet, jotka

aiheutuvat hissien käyttömäärästä ja -ympäristöstä sekä hissien tyyppistä. Hissin huoltotoimenpiteillä tulee varmistaa hissien turvalaitteiden toiminta, hissien yleiskunto sekä hissille tulee tehdä tarvittavat huollot, säädöt ja puhdistukset. Lisäksi huoltokäynnit tulee merkitä huoltokirjaan, johon kirjataan tehdyt huoltotoimenpiteet, hississä esiintyneet viat ja niiden korjaustoimenpiteet päivämäärineen. (1134/2016, 50 §) Huolto-ohjelman ulkopuolella hissit tulee olla jatkuvan tarkkailun alaisena, minkä aikana niissä esiintyvät puutteet ja viat täytyy korjata riittävän nopeasti (1134/2016, 51 §).

Huolto-ohjelmien mukaisten määrävälein toistuvien toimenpiteiden lisäksi hissille täytyy tehdä myös määrävälein toistuvat määräaikaistarkastukset. Niissä varmistetaan hissien käytön olevan turvallista, laadittujen huolto-ohjelmien olevan niille soveltuvia, ja että niitä noudatetaan. Lisäksi niissä tarkastetaan hissien huoltoon liittyvien dokumenttien ja välineiden olevan käytettävissä ja mahdollisista muutostöistä asianmukaisten tarkastuspöytäkirjojen olevan olemassa. (1134/2016, 58 §). Määräaikaistarkastukset kohteen käytössä oleville henkilö- ja tavarahisseille tulee tehdä kahden vuoden välein ja niiden suorittaja on yksinomaan valtuutettu laitos. (1134/2016, 56 §)

Kehräsaarella hissien huollosta ja kunnossapidosta vastaa huoltoyhtiö kunnossapitosopimusten mukaisesti. Hissien osalta voidaan muuten omatoimisesti huolehtia ainoastaan yleisestä puhtaanapidosta ja jatkuvasta tarkkailusta (Sähkötieto ry 2006c, 3). Haltijan ei tarvitse hissien määräaikaistarkastuksia tilata, sillä hissien kunnossapitosopimuksissa on sovittu huoltoyhtiön vastaavan hissien määräaikaistarkastusten tilaamisesta toimeksiantajan lukuun.

### **5.2.9 Keittiölaitteiden sähköliitännät**

Ravintoloiden keittiöiden laitteet liittyvät sähköverkkoon joko puolikiinteästi, kiinteästi tai pistorasioiden kautta. Huollon ja kunnossapidon piiriin ei siis varsinaisesti sisällytetä keittiölaitteita, vaan niiden sähköliitännät. Näistä tarkastetaan siis pistorasioiden, liitosjohtojen ja liitántärsioiden kunto. Lisäksi tarkastusten yhteydessä tulee arvioida kosketussuojauksen ja vedonpoiston kunto.

Kostean tilaluokituksen vuoksi sähköliitännöistä tulee varmistua niiden IP-luokituksen säilymisestä. Lisäksi niitä ei tule tarkastaa pistokoemaisesti, kuten esimerkiksi luvussa 5.5.3 esitetään. Tämä siitä syystä, sillä keittiöissä sähköliitännät ovat erityisen alttiita vaurioitumisille niissä vallitsevien olosuhteiden vuoksi. Näitä ovat esimerkiksi kuumuus, likaisuus, kuten rasva ja pöly, sekä raskaan kaluston ja tavaran liikuttelu.

Koska toimenpiteet eivät pohjaudu laitteiden valmistajien ohjeisiin, laaditaan niille sopiva suoritusväli määrittelemällä sähköliitännöille tavoitetaso. Ravintoloiden keittiöiden kostean tilaluokituksen vuoksi viallinen pistorasia tai muunlainen sähköliitäntä saattaa aiheuttaa välittömän vaaran. Turvallisuuden näkökulmasta katsottuna sähköliitännät voidaan luokitella erittäin vaativaan tavoitetasoon, jolloin ne tulee tarkastaa vuosittain (Sähkötieto ry 2006d, 2). Toimenpiteet ovat kuitenkin nopeasti tehtäviä aistinvaraisia tarkastuksia, jolloin omalla huolto- ja kunnossapito-ohjelmalla ei varsinaisesti saavuteta mitään hyötyä. Sisällytetään ravintoloiden keittiöiden sähköliitännöjen tarkastukset siis vuosittain tehtävään yleisen aistinvaraisen tarkastuksen piiriin.

### **5.3 Tietotekniset järjestelmät**

Kehräsaaren sähkölaitteiston, henkilöiden ja tilojen suojaukseen on käytössä erilaisia suoja- ja turvajärjestelmiin kuuluvia tietoteknisiä järjestelmiä. Näitä ovat poistumis- ja turvavalistus-, murtoilmaisuus-, kulunvalvonta-, kameravalvonta- ja palovaroitinjärjestelmät. Näiden lisäksi muita tietoteknisiä järjestelmiä ovat yhteisantenni-, puhelinsisäverkon laitteet, yleiskaapelointi- ja rakennusautomaatiojärjestelmät.

Kaikkiin edellä oleviin järjestelmiin ei kohdistu vaatimuksia viranomais määräyksistä. Tätä ei kuitenkaan pidetä syynä olla huomioimatta järjestelmien laitteiden vaatimaa säännöllistä huoltoa ja kunnossapitoa niiden toimintakunnon ylläpitämiseksi.

### 5.3.1 Poistumis- ja turvalaistusrjestelmät

Valaistut poistumistiet auttavat ihmisiä poistumaan rakennuksista hätätilanteessa. Järjestelmä rakentuu poistumisreittien yhteyteen asennetuista turvalaistimista ja poistumisopasteista. Tavanomaisessa tilanteessa turvalaistimet ovat pois päältä, ja niiden tulee hätätilanteessa syttyä muiden valaisimien jouduttua epäkuntoon. Poistumistieopasteiden tulee sen sijaan olla jatkuvasti päällä tilanteesta riippumatta (805/2005, 5 §). Poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta käsittelevässä asetuksessa (805/2005) esitetään järjestelmän laitteita ja niiden kunnossapitoa koskevat vaatimukset, joten tätä asetusta pidetään huolto- ja kunnossapito-ohjelmien laadinnan lähtökohtana.

Asetuksessa esitetään, että merkintöjen ja valaistuksen toimintakuntoa tulee pitää yllä säännöllisellä kunnossapidolla. Tätä varten täytyy laatia kunnossapito-ohjelma, joka sisältää kaikki tarvittavat toimenpiteet selostettuna. Nämä toimenpiteet kuitataan joko sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelmistoon tai erilliseen huoltopäiväkirjaan. Lisäksi sekä kunnossapito-ohjelma että huoltopäiväkirja tulee valvontaa varten esittää alueen pelastusviranomaiselle pyydyttäessä. (805/2005, 9 §) Huoltopäiväkirjoja ei tarvinnut lähteä opinnäytetyön aikana laatimaan niiden jo ollessa olemassa jokaisen poistumis- ja turvalaistuskokituksen yhteydessä.

Kehräsaarella on tällä hetkellä käytössä keskusakustojärjestelmällisiä turva- ja poistumisvalaistusrjestelmiä. Niissä valaisimien ohjaus tapahtuu keskuksissa olevien käyttökytkinten avulla. Keskuksia varten ei tarvitse lähteä luomaan huolto- ja kunnossapito-ohjelmia sellaisten ollessa jo olemassa, joten riittää tarkastaa niiden toimivuus ja liittää ne sähköisesti web-pohjaiseen huolto- ja kunnossapito-ohjelmistoon.

Kunnossapito-ohjelmaan kuuluu kuukauden välein suoritettava toiminnan testaus ja vuoden välein suoritettava toiminta-aikatestaus. Testien suorittaminen vaihtelee hieman eri valmistajien keskusten välillä. Toimintatesti voidaan suorittaa kääntämällä käyttökytkin 0-asentoon Teknowaren keskuksilla ja Eltekin keskuksella painamalla ja pitämällä pohjassa keskuksen etupaneelissa olevaa tes-

tikytkintä, jolloin keskusten tulisi mennä akkukäytölle. Keskuksset pidetään akkukäytöllä puolen tunnin ajan, jonka aikana kierretään tarkastamassa, että kulloisenkin keskuksen vaikutuspiiriin kuuluvat turva- ja opastevalaisimet pysyvät koko tämän ajan päällä. Puolen tunnin päästä testi voidaan lopettaa kääntämällä käyttökytkin takaisin I-asentoon tai painamalla ja pitämällä pohjassa testikytkintä. Toiminta-aikatestauksella on tarkoitus todentaa valaisimien toimintaajan olevan vaaditun mukainen. Testi eroaa edellisestä vain siten, että tällä kertaan keskuksia pidetään akkukäytöllä puolen tunnin sijasta tunnin ajan. Korjaviin toimenpiteisiin tulee ryhtyä välittömästi, mikäli valaisimet eivät pysy päällä koko tätä aikaa.

Testien aikana tulee kiinnittää huomiota lisäksi keskusten merkinantolaitteiden toimintaan sekä valaisinkierrosten aikana valaisimien toiminnan lisäksi niiden mekaanisen kuntoon ja puhtauteen. Testien päätteeksi tarkastetaan silmämääräisesti keskusten mekaaninen kunto ja pidetään huolta keskustilojen siisteydestä. Tehtyjen toimenpiteiden jälkeen kirjataan tehdyt toimenpiteet ja niiden aikana havaitut asiat ainakin keskusten yhteydessä oleviin huoltopäiväkirjoihin. Lisäksi voidaan täyttää vastaavalla tavalla erikseen laadittu tarkastuspöytäkirja, jolla kuitataan kootusti kaikille keskuksille tehdyt toimenpiteet tehdyksi web-pohjaiseen huolto- ja kunnossapito-ohjelmistoon. Testien ulkopuolella järjestelmien kaikkien valaisimien katsotaan olevan jatkuvan tarkkailun alla, joten esimerkiksi vuokralaisten tulee ilmoittaa rikkinäisistä tai sammuneista opastevalaisimista.

Edellä olevien toimenpiteiden todentamisessa kumpikin valmistaja mainitsee ohjeissaan, että toimenpiteet täytyy tehdä eurooppalaisen poistumisvalaistusjärjestelmiä koskevaan standardin SFS-EN 50172 mukaisesti. Poistumisvalaistusta koskevassa asetuksessa ei kuitenkaan veloiteta käyttämään tätä standardia, mutta käytännössä näin joudutaan kuitenkin tekemään valmistajien ohjeiden pohjautuessa tähän standardiin. Sen mukaan näihin järjestelmiin tulee kohdistaa toimenpiteitä päivittäin, kuukausittain ja vuosittain.

Päivittäin tulisi järjestelmien merkinantolaitteiden toiminta tarkastaa silmämääräisesti todentaakseen järjestelmän valmiustila (SFS-EN 50172, 18). Tätä määrävälillä ei tulla noudattamaan, vaan kyseinen toimenpide suoritetaan kuukausittain tehtävän toimintatestin yhteydessä. Standardin ilmoittamassa määrävälissä

on luultavasti enemmänkin kysymys siitä, että merkinantolaitteiden toimintaa pidetään niin ikään jatkuvasti yllä tavanomaisten huoltotöiden yhteydessä kuin jokapäiväisillä tarkastuskierroksilla.

Tässä asiassa piilee kuitenkin eräänlainen riski. Kuukausi on pitkä aika tarkastaa merkinantolaitteiden toimintaa siinä mielessä, mikäli viimeisen toimintatestin jäljiltä on jäänyt keskus vahingossa akkukäytölle. Tämä tarkoittaisi sitä, että ongelma havaittaisiin vasta seuraavan toimintatestin yhteydessä kuukauden päästä, ja koko tänä aikana poistumis- ja turvavalaisusjärjestelmä on ollut pois toiminnasta, mikäli kukaan ei ole tehnyt ilmoitusta sammuneista opastevalaisimista. Toimintatestien tekemisessä on siis oltava huolellinen, ettei näin pääsisi käymään.

Standardi esittää, että kuukausittain keskuksille tulisi suorittaa toimintatesti riittävän pitkällä ajalla. Tämän aikana tulee varmistaa, että valaisimet ja opasteet ovat havaittavissa, puhtaita ja toimivia. Vuosittain tulisi tehdä vastaava testi, mutta sen keston tulee olla valmistajan ilmoittaman mukainen. (SFS-EN 50172, 18) Valmistajista kumpikaan ei anna toimintatestille toiminta-aikaa, mutta Teknoware ilmoittaa toiminta-aikatestin testiajaksi käytettävän joko yhtä tuntia tai erikseen määriteltyä pidennettyä toiminta-aikaa (Teknoware Oy 2010, 7) Toiminta-aikatestit kohteessa on tehty testiajalla, joka on sama kuin asetuksessa esitetty vähimmäisaika (1 tunti) (805/2005, 5 §). Näin ollen katsotaan tämän toiminta-ajan riittävän, vaikkakin toiminta-aikana voitaisiin pitää peräti kolmea tuntia (Teknoware Oy 2010, 3).

Toimintatestien lisäksi ohjelmassa tulee olla mukana myös muita huoltotoimenpiteitä, joita ovat valaisimien tarpeen mukainen puhdistus ja vaihtaminen sekä keskusten akkujen vaihtaminen. Vialliset valaisimet tulee vaihtaa heti niiden ilmennettyään ja akut tulee vaihtaa toiminta-aikatestauksien aikana silloin, kun niiden toiminta-aika virtakatkotilanteessa ei enää yllä asetuksessa vaadittuun aikaan. Akkujen vaihdolle ei siis määritellä säännöllistä vaihtoväliä, sillä valmistajat eivät ole antaneet niille suosituksia.

Tulevaisuutta ajatellen nykyisten keskusakustojärjestelmien tullessa teknisen käyttöikänsä päähän tai muun saneerauksen yhteydessä ne kannattaa päivittää

yksikkövalaisinjärjestelmiksi. Erityisesti saneerauskohteisiin kehitetyillä keskuksilla ja itsetestaavilla valaisimilla voitaisiin nykyiset järjestelmät päivittää osoitteellisiksi käyttämällä jo olemassa olevia kaapeleita, mikä oleellisesti helpottaa asennuksia ja siten kustannuksia. Itsetestaavien valaisimien avulla voitaisiin luopua sekä kuukausittaisista toimintatesteistä että vuosittaisesta toiminta-aikatestistä, sillä itsetestausominaisuuden vuoksi valaisimia ei tarvitse erikseen irrottaa verkkosyötöstä (SFS-EN 50172, 16). Myöskään turva- ja opastevalaisimien tarkastuskierrosta ei tarvitse suorittaa osoitteellisuuden tarjoaman valvontaominaisuuden vuoksi. Näin ollen riittää tarkastaa keskukselta, ettei valaisimissa ole vikoja. Muilta osin huolto- ja kunnossapito-ohjelma jäisi entiselleen kuukausittaisten silmämääräisten tarkastusten osalta.

### **5.3.2 Murtoilmaisujärjestelmät**

Murtoilmaisujärjestelmä on laitekokonaisuus, jonka tarkoituksena on havaita luvaton tunkeutuminen ja liikkuminen suojattavassa kohteessa. Kun järjestelmä on päälle kytkettynä, aiheutuu valvotun rajapinnan ylittämisestä hälytys tyypillisesti vartiointiliikkeen hälytyskeskukseen, joka johtaa tiettyihin ennalta sovittuihin toimenpiteisiin. (Sähkötieto ry 2020a, 2)

Näiden järjestelmien asentaminen, korjaaminen ja muuttaminen kaapelointitöitä lukuun ottamatta ovat yksityisiä turvallisuuspalveluita koskevan lain (1085/2015) mukaan hyväksymistä edellyttäviä turvasuojaustehtäviä. Lisäksi näiden järjestelmien muutos- ja korjaustöitä koskee tämän lain 67 §:ssä esitetyt turvasuojatoimintaan liittyvät salassapitovelvoitteet. (Sähkötieto ry 2020a, 1) Huolto ja kunnossapito on yleisten sähköturvallisuutta koskevien säädösten alainen, jolloin järjestelmille tulee nimetä aina vastuhenkilö, joka huolehtii niiden huollosta ja kunnossapidosta joko itse tai toimenpiteet voidaan ulkoistaa turvaurakointiliikelle (Sähkötieto ry 2016e, 96, 107).

Murtojärjestelmien osalta laaditaan huolto- ja kunnossapito-ohjelma, jonka toimenpiteet voi nimetty vastuhenkilö suorittaa. Kuukauden välein tulisi tarkastaa järjestelmien toiminta ja jälleenannot sekä virtalähteet, akut ja muut sähkölait-

teet. Tarkastuksissa havaitut huonokuntoiset akut tulee vaihtaa heti, mutta kuitenkin säännöllisesti neljän vuoden välein. Tarkastusten aikana testataan keskuslaitteen, ilmaisimien ja muiden laitteiden toiminta, tehdään tarvittaessa säädöt ja todetaan keskusyksiköiltä tulleet hälytykset. Ohjausten, hälytyksien ja ilmoitustensiirtojen toiminnat tulee koestaa vastaanottopisteisiin saakka. Valvotuista tiloista tarkastetaan ilmaisimien valvonta-alueet katvealueiden ja eteen siirrettyjen tavaroiden osalta. Tarkastusten aikana määräjain tulee kartoittaa, ovatko järjestelmät ominaisuuksiltaan ja laajuudeltaan edelleen sellaisia, että ne vastaavat mahdollisesti muuttuneita tarpeita ja toimintoja. (Sähkötieto ry 2016e, 108; Sähkötieto ry 2020a, 4) Tarkastusten aikana tarkastetaan myös kytkennät, liitokset, maadoitukset ja dokumentointi. (Sähkötieto ry 2020a, 4)

Finanssiala ry:n murtohälytysjärjestelmiä- ja palveluita koskeva julkaisu esittää järjestelmille luokitukset ja valintaperusteet. Julkaisussa olevan taulukon perusteella kohteen kaikki murtohälytysjärjestelmät voidaan katsoa olevan turvallisuustasoa 1, jolloin ilmoituksensiirron koestuksen voisi tehdä ainoastaan tarvittaessa kuukausittain tapahtuvan koestuksen sijasta. Samalla perusteella myös huolto- ja hälytyspalveluiden toimivuuden koestus riittää tehtäväksi ainoastaan tarvittaessa. (Finanssiala ry 2017, 5; Sähkötieto ry 2020a, 3). Kirjataan huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan siis ohjausten, ilmoitustensiirtojen ja hälytysten koestukset tarpeen mukaan tehtäviksi ja muut edellä mainitut toimenpiteet tehtäväksi 6 kuukauden välein.

Edellä olevat toimenpiteet katsotaan olevan riittäviä, sillä järjestelmät sisältävät vain vähän kuluvia osia. Säännöllisin väliajoin tehtävät toimenpiteet ovat kuitenkin sellaisia, ettei niillä varsinaisesti pystytä ennaltaehkäisemään vikoja. Tarkastusten yhteydessä voidaan korkeintaan arvioida, milloin tietyt järjestelmän laitteet ovat toimintakyvyiltään jo niin heikkoja, että ne tulisi vaihtaa korjaavan huollon merkeissä. Siksi voisi olla tarpeen laatia kohteen murtoilmaisujärjestelmien tuntevan turvaurakointiyrityksen kanssa vuosihuoltosopimus, joka sisältäisi säännöllisten huoltotoimenpiteiden lisäksi korjaavan huollon.

Huolto- ja kunnossapito kannattaa järjestää erillisen huolto- ja kunnossapito-ohjelman mukaisesti, joka tulee tässä tapauksessa laatia yhteistyössä huollosta vastaavan yrityksen kanssa vuosihuoltosopimusta laadittaessa. Näin saataisiin



dokumentoinninkin puolesta kerättyä kaikki olennaiset dokumentit yhteen, joiden ylläpitovastuu kuuluu järjestelmien käyttäjille. Huolto- ja kunnossapito-ohjelman määrittämisessä tulee laatia vielä huoltopäiväkirja, johon kirjataan kaikki järjestelmään tehdyt tarkastukset ja muut toimenpiteet. Mikäli järjestelmistä esimerkiksi korvataan yksittäisiä laitteita uusilla, tulee poistetut ja lisätyt laitteet nimetä ja päivittää ne järjestelmäkaavioihin ja tasopiirustuksiin. Lisäksi huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan tulee lisätä lisättyjen laitteiden kytkentäkaaviot, päivitettyt kaapelointipiirustukset ja -luettelot sekä uusien laitteiden käyttöohjeet. (Sähkötieto ry 2020a, 5)

Edellä mainitusta poiketen huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan ei kannata lisätä erinäisiä dokumentteja, sillä ohjelmistoa ei ole tarkoitus käyttää tallennusmedia. Sen sijaan edellä mainitut dokumentit tulee säilyttää huoltokansiossa.

### **5.3.3 Kulunvalvontajärjestelmät**

Kulunvalvontajärjestelmä on laitteisto, jonka avulla ohjataan ja valvotaan suojattavan kiinteistön ovien ja esimerkiksi hissien käyttöä kulkuoikeuksien perusteella. Tarkoituksena on saada luvallinen liikenne mahdollisimman joustavaksi samalla estäen luvaton liikenne. (Sähkötieto ry 2016d, 2) Murtoilmaisujärjestelmien tavoin kulunvalvontajärjestelmien asentamiseen, korjaamiseen ja muuttamiseen kohdistuu samalla tavoin vaatimuksia yksityisiä turvallisuuspalveluita koskevasta laista, ja järjestelmien huollosta ja kunnossapidosta voidaan huolehtia joko vastuuhenkilön tai ulkoisen palveluntuottajan toimesta (Sähkötieto ry 2016d 1; Sähkötieto ry 2016e, 107)

Huolto- ja kunnossapitotoimenpiteitä ovat käytännössä tiedonvarmennuksesta huolehtiminen sekä akkuvarmennettujen virtalähteiden ja oviympäristöjen tarkastukset. (Sähkötieto ry 2016d, 4). Näistä toimenpiteistä tiedonvarmennusta ei sisällytetä huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan, sillä kaikki tiedonvarmennukseen liittyvät tehtävät ovat käyttäjien tai sovitusti palveluntarjoajien vastuulla. Akkuvarmennettujen virtalähteiden toimintakunto tulee tarkastaa puolen vuoden välein ja niiden akut tulee vaihtaa kolmen vuoden välein (Sähkötieto ry 2016d, 4.

Oviympäristöihin kohdistuu näiden järjestelmien osalta eniten mekaanista rasi-tusta. Niistä tulee tarkastaa ovien käynnit, sähkölukkojen ja ovipumppujen toi-minta sekä ylivientisuojioiden kunto ja kireys sen varalta, ettei niiden läpi kulkeva kaapeli ole liian kireällä ja väännöksissä. Samalla tarkastetaan keskuslaitteiden liitântäkaapelien kunto, laitteiden kiinnitykset sekä maadoitukset. (Sähkötieto ry 2016d, 4)

Maadoituksista tarkastetaan, että esimerkiksi useamman virtalähteen tapauk-sessa eri suuruisten tasajännitteiden nollapotentialit on yhdistetty, jotta jännit-teillä olisi sama potentiaali ja siten toimisivat yhdessä. Samalla tarkastetaan, että ovilukijoille menevien kaapeleiden suojavaipat on liitetty maadoitusliittimiin häiriöiden vähentämiseksi. Ovien ohjaukseen käytettyjen kaapelien mahdolliset suojavaipat eivät saa olla maadoitettuja kulunvalvontalaitteen puolella tilan-teessa, jossa suojaus on toteutettu ohjaavan laitteen puolella. Muuten syntyy mahdollisia maasilmukoita, joiden kautta mahdolliset häiriöt kulkeutuvat jokai-seen laitteen maadoitettuihin kaapeleihin.

Murtoilmaisujärjestelmien tavoin tarkastusten aikana voidaan vaihtaa sellaiset komponentit uusiin, joiden toimintakyky voidaan arvioida heikkenevän oleelli-sesti seuraavaan tarkastukseen menneessä. Luvun 5.3.2 mukaisesti myös näi-den järjestelmien osalta voisi olla järkevää solmia ulkopuolisen palveluntuotta-jan kanssa vuosihuoltosopimus, joka sisältää ennaltaehkäisevän huollon lisäksi korjaavan huollon erikseen määriteltävän huolto- ja kunnossapito-ohjelman mu-kaisesti. Dokumentointiin liittyy vastaavat asiat kuin edellisessä luvussa esitet-tiin (Sähkötieto ry 2016d, 5–6).

#### **5.3.4 Kameravalvontajärjestelmät**

Kameravalvontajärjestelmien merkittävimmät tehtävät ovat valvottavien kohtei-den näköyhteyksien mahdollistaminen valvontapaikkaan sekä kuvien tallentami-nen tarpeellisista tapahtumista mahdollista jatkokäsittelyä varten. Järjestelmien käyttöä vaativia tai edellyttäviä viranomaismääräyksiä ei ole olemassa. Niiden käyttöä koskevat kuitenkin rikoslain säädökset kotirauhan rikkomisesta, sala-

kuuntelusta ja – katselusta, henkilötietolaki sekä laki yksityisyyden suojasta työelämässä, jotka tulee huomioida. Siten vastuu järjestelmän lainmukaisuudesta kuuluu järjestelmän haltijalle ja käyttäjälle, ja heidän tulee olla tietoisia heitä koskevista velvollisuuksista ja vastuista. (Sähkötieto ry 2016c, 1–2)

Järjestelmille tulee tehdä säännöllisiä tarkastuksia, joista käyttäjä itse voi osan tehdä. Näitä ovat esimerkiksi kameroiden tuottaman kuvanlaadun, kameroiden suuntauksien ja monitorien säätöjen tarkastus sekä sääsuojakoteloiden puhdistus. Osa toimenpiteistä ovat kuitenkin sellaisia, joista käyttäjä ei voi itse vastata. Näitä ovat esimerkiksi kotelon mekaanisen kunnon, tiiviiden ja lämmitystoimintojen, kääntöpäiden toiminnan tarkastus sekä niiden kuluneiden kaapeleiden uusiminen. (Sähkötieto ry 2016c, 3)

Ennakoiva huolto sisältää säännöllisten tarkastusten lisäksi lukuisia toimenpiteitä, jotka koskevat kameroita, tallentimia ja keskusyksiköitä. Huoltoa ja kunnossapitoa varten on siis suotavaa laatia esimerkiksi järjestelmätoimittajan kanssa vuosihuoltosopimus, joka sisältää sekä ennakoivan että korjaavan huollon. Asianmukaisella ennakoivalla huollolla voitaisiin täten vähentää järjestelmien yllätyksellisten vioittumisten ja hajoamisten riskiä. Korjaava huolto tarkoittaa näiden järjestelmien kohdalla käytännössä viallisten tallentimien korjaamista, sillä on järkevämpää vaihtaa rikkoutuneet tai muuten vialliset kamerat uusiin hankintahintojen ollessa edullisempia korjauskustannuksiin verrattuna. (Sähkötieto ry 2016c, 2–3)

Kulunvalvontajärjestelmien tavoin näidenkin järjestelmien osalta voidaan laatia järjestelmätoimittajan kanssa vuosihuoltosopimus, jonka laatimisen aikana määritettäisiin erillinen huolto- ja kunnossapito-ohjelma. Dokumentoinnin ylläpitoon liittyvät vastaavat asiat kuin murtoilmaisuu- ja kulunvalvontajärjestelmien osalta (Sähkötieto ry 2016c, 3–4). Muussa tapauksessa tyydytään siihen, että kamera-valvontaa käyttävät aika-ajoin tarkkailevat valvontakameroidensa kuvan laatua sekä vaihtavat mahdolliset tallennusmediat silloin, kun ne tulevat täyteen. Näin ollen ei ole syytä lähteä luomaan omaa huolto- ja kunnossapito-ohjelmaa, vaan liitetään kameravalvontajärjestelmät halutessaan oman kunnossapitosopimuksen piiriin.

### 5.3.5 Yhteisantennijärjestelmä

Kehräsaarella käytetään kiinteistöjen sisäisiä viestintäverkkoja televisio- ja radio-ohjelmien välittämiseen kiinteistöjen sisällä. Nämä palvelut välitetään kiinteistöjen yhteisantenniverkossa ja -järjestelmässä. Yhteisantenniverkko tarkoittaa koaksiaalikaapeleilla toteutettua verkkoa, joka koostuu antennirasioista, jaottimista, haaroittimista ja jakovahvistimista. Kehräsaarella televisio- ja radiolähetysten vastaanottoon tarkoitettu yhteisantennijärjestelmä koostuu kokonaisuudessaan yllä esitetystä passiivisesta verkosta ja sen lisäksi virtalähteeseen kytketyistä modulaattoreista sekä antenneista. Näin ollen kaikki Kehräsaarella työskentelevät voivat vastaanottaa joko antenni- tai kaapelitelevisio- sekä radiolähettyksiä. Kaapelimodeemipalvelut ovat lisäksi mahdollisia, mikäli verkko on varustettu paluusuunnalla. (Liikenne- ja viestintävirasto 2020)

Passiivisen verkkonsa vuoksi antennijärjestelmässä ei ole kuluvia osia, joten käyttöönoton jälkeen sen katsotaan olevan huoltovapaa. Tällöin järjestelmässä mahdollisesti ilmenevät viat poistetaan korjaavan huollon avulla vikailmoitusten perusteella. Koska yleisesti viat halutaan korjata nopeasti, voi olla järkevää laatia esimerkiksi järjestelmän asentaneen liikkeen kanssa vuosihuoltosopimus, jossa on vuosittaisen tarkastuksen lisäksi sovittu maksimiviiveestä vikojen poistamisessa. (Sähkötieto ry 2017b, 1–2)

Liikenne- ja viestintävirasto asettaa vaatimuksia antenniverkon ja -järjestelmän rakenneosille. Antenniverkon ja -järjestelmän laitteiden, kuten vastaanottoantennien, antennimastojen ja vahvistimien, antennirasioiden, mahdollisten muiden liitännäsrasioiden sekä muiden rakenneosien on oltava standardin SFS 60728 mukaiset. Sama vaatimus koskee järjestelmäarvoja ja taajuusalueita. (65 D/2019, 27 §) Järjestelmässä tulee myös huomioida suositus teletilojen lukitsemisesta. Yhteisantenniverkonlaitteet ja kytkennät sisältävän teletilan tulee olla lukittuna viestintäsalaisuuden ja muun turvallisuuden turvaamiseksi. Yhteisen teletilan lukituksesta ja tietoturvallisuudesta vastaa kiinteistön omistaja. (Liikenne- ja viestintävirasto 2019, 3)

Järjestelmän omistaja vastaa dokumenttien säilytyksestä ja niiden ylläpidosta. Dokumenttien ylläpito voidaan sopia olevan esimerkiksi osa vuosihuoltosopimusta tai siitä voidaan sopia ilman muuta sopimusta esimerkiksi urakoitsijan, suunnittelijan tai kaapeli-tv-yhtiön kanssa. (Sähkötieto ry 2017b, 2)

Järjestelmän tiettyihin osiin voidaan kuitenkin luoda oma huolto- ja kunnossapito-ohjelma. Se koskee katolla olevien antennimastojen ja niissä olevien kaapeleiden läpivientien tiiviiden tarkastamista. Niissä olevien ongelmien vuoksi saattaa aiheutua vesivahinkoja, joita ei muuten huomattaisi, sillä ne eivät aiheuta ongelmia vastaanotetun signaalin laatuun. Mikäli kohteessa yhteisantennijärjestelmä liittyy kaapeli-tv:hen ja siten luopuu omien antennien käytöstä, tulee käyttämättömät mastot katolta poistaa ja läpimenot tiivistää. (Sähkötieto ry 2017b, 2) Läpivientien tiiviiden lisäksi tarkastetaan antennimastojen ja kaapelien kunto ja kiinnitykset sekä maadoitukset kaksi kertaa vuodessa.

### **5.3.6 Puhelinsisäverkko**

Kehräsaarelta löytyy laajalti perinteinen puhelinsisäverkko, jota on jonkin verran täydennetty seuraavan luvun mukaisella yleiskaapeloinnilla. Puhelinsisäverkkoa käytetään atk-pisteitä ja langallisia pöytäpuhelimia varten, mutta sitä on hyödynnetty edelleen uusissakin asennuksissa. Esimerkkinä tästä toimii rakennusautomaation alakeskuksen vaatima yksittäinen yleiskaapelointipiste, joka on liitetty perinteisen puhelinsisäverkon kerrosjakamoon.

Vastuut ja velvollisuudet puhelinsisäverkon ylläpidosta ovat kiinteistön omistajalla. Vastuut sisältävät velvollisuuksia, joita ovat muun muassa puhelinsisäverkon vaatimusten mukaisena pitäminen, vikojen korjaus, dokumentoinnin säilytys ja ylläpito vastatakseen asennusten ja kytkentöjen nykytilaa sekä talojakamoon ja muihin teletiloihin asiankuulumattomien henkilöiden pääsyn rajoitus ja sen salliminen asiaankuuluville. (Sähkötieto ry 2016a, 4)

Ajan tasalla oleva dokumentointi on puhelinsisäverkon käytön ja ylläpidon perusta. Käytännössä kaikki tähän verkkoon kohdistuvat toimenpiteet tulee päivittää olemassa oleviin dokumentteihin koko elinkaaren ajan. Dokumentit tulee

säilyttää helposti saatavissa olevassa paikassa, kuten talojakamossa. (Sähkö-tieto ry 2016a, 4) Lisäksi järkevintä on skannata alkuperäiset dokumentit sähköiseen muotoon ja tallentaa ne huoltokansioon.

Dokumenttien tulee olla mahdollisimman ajantasaisia, sillä niitä tarvitaan esimerkiksi laajakaistapalvelujen käyttöönotossa tai viankorjauksissa. Laajakaistapalveluja ei pystytä ottamaan käyttöön, mikäli puhelinsisäverkkojen kytkennät eivät ole tiedossa. Dokumentoinnin ollessa kovin puutteellinen aiheuttaa se ylimääräistä työtä, sillä tällaisessa tapauksessa verkko joudutaan selvittämään ja dokumentointi päivittämään. (Sähkötieto ry 2016a, 4)

Puhelinsisäverkon huollon ja kunnossapidon kannalta oleellinen asia on sen ylläpitäminen sellaisessa kunnossa, ettei siitä aiheudu vaaraa tai kohtuuttomia häiriöitä henkilöille ja muille tahoille tai yleiselle teletoiminnalle. Vaaralta voidaan suojautua huolehtimalla maadoituksista ja ylijännitesuojauksista sekä häiriöiltä välttyä huolehtimalla komponenteista ja asennusten virheettömyydestä. (Sähkötieto ry 2016a, 5)

Komponenteista huolehditaan käytännössä ennakoivan huollon sijaan viankorjauksella, eli vaihtamalla vikaantuneet tai muuten ikääntyneet komponentit uusiin. Maadoitusten, potentiaalintasausten sekä ylijännitesuojausten tarkastukset voitaisiin tarkastaa samalla, kun toimenpiteitä kohdistetaan edellisen luvun järjestelmään.

Puhelinsisäverkon ylläpidosta voidaan huolehtia myös erillisen ylläpitosopimuksen avulla ylläpitäjän kanssa. Tämä on kattavin tapa huolehtia puhelinsisäverkosta, sillä edellä mainittujen toimenpiteiden lisäksi ylläpitosopimus sisältää muun muassa jakamoiden sähkönsyötön ja mahdollisen ilmastoinnin ylläpidon, verkon määräaikaistarkastukset, kytkentä-, lisäys- ja muutostyöt, asiantuntijapalvelut, erinäisten varustusten lukituksista, sijainneista ja kulkureiteistä, sähkönsyötöistä sekä paloturvallisuutta koskevista mahdollisista kohdekohtaisista erityisvaatimuksista huolehtimisen. (Sähkötieto ry 2016a, 4) Tällöin puhelinsisäverkon ylläpidolle räätälöity oma määräväli ylläpitosopimuksen mukaisesti, joka luultavammin sisältää vuodessa muutaman tarkastuskäynnin, joista yksi käynti sisältää vuosihuollon.

### 5.3.7 Yleiskaapelointijärjestelmä

Yleiskaapelointijärjestelmää koskee sama liikenne- ja viestintäviraston määräys (65 D/2019) ja suositus (306/2019 S) kuin yhteisantennijärjestelmääkin (Sähkö-  
tieto ry 2016b, 2). Määräyksen tavoitteena on muun muassa turvata kiinteistön  
sisäisten verkkojen ja järjestelmien tekninen laatu, luotettavuus ja yhteensopi-  
vuus sekä edistää kiinteistön sisäisen verkon kautta välitettävien internetyhteys-  
ja televisiopalveluiden saatavuutta. Järjestelmän teknisen laadun turvaaminen  
tarkoittaa, että tällä hetkellä rakennettavat sisäiset verkot ovat käyttökelpoisia  
myös kaukana tulevaisuudessa niiden täyttäessä jo nyt tulevaisuuden tarpeet.  
Määräys pyrkii lisäksi edistämään yhteistoimintaa ja tiedonvaihtoa eri tahojen  
välillä, ja turvaamaan asianmukainen dokumentaatio. (65 D/2019, 1 §)

Omistajalla on vastuu yleiskaapeloinnin ylläpidosta, eli hän on velvollinen pitä-  
mään kaapelointi määräysten ja standardien edellyttämässä kunnossa sekä säi-  
lyttämään ja ylläpitämään dokumentaatiota. Lisäksi kiinteistön omistajaa velvoi-  
tetaan huolehtimaan omistamansa kaapelointiin tehtävien lisäys- ja muutostöi-  
den tulevan hallitusti tehdyiksi, ja hän on vastuussa kaapeloinnin ylläpidon do-  
kumentaation päivittämisestä. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki kaapelointiin koh-  
distuvat toimenpiteet tulee dokumentoida koko elinkaaren ajan, sillä ajantasai-  
set dokumentit ovat perustana kaapeloinnin käytölle ja ylläpidolle. Näin ollen  
myös vuokralaisten on oman kaapelointinsa lisäksi noudatettava sen käytön ja  
ylläpidon ohjeita myös omistajan kaapeloinnin olalta. (Sähkötieto ry 2016b, 2)

Yleiskaapelointia varten voi olla syytä laatia erikseen ylläpitosopimus, jossa  
määritellään ylläpidon kohteet ja laajuudet. Yleiskaapelointiin kohdistuvia ylläpi-  
totoimenpiteitä ovat muun muassa dokumentaatio, kaapelin hallinnointi ja tieto-  
turva, jakamoiden puhtaanapito ja niiden sähkönsyötön, varmennetun sähkönja-  
kelun ja ilmastoinnin ylläpito, kaapeloinnin määräaikaistarkastukset ja viankor-  
jaus, kytkentä-, lisäys- ja muutostyöt, aktiivilaitteiden ylläpito sekä asiantuntija-  
palvelut (Sähkötieto ry 2016b, 2–3).

Yleiskaapelointijärjestelmää ei siis sisällytetä sähkölaitteiston huollon ja kunnos-  
sapidon piiriin, vaan liitetään se oman kunnossapitosopimuksen piiriin, mikäli  
näin halutaan kohteessa tehtävän. Muutoin tyydytään vuokralaisten ilmoituksiin

tiloissaan havaituista puutteista ja vioista isännöitsijälle. Oman verkon osalta ylläpidosta vastaa vuokraava hallinto, eli tässä tapauksessa kohteen sähkölaitteiston haltija.

### 5.3.8 Rakennusautomaatiojärjestelmät

Rakennusautomaatiojärjestelmien liittyessä kiinteästi LVI-laitteisiin ja niiden sähköistämiseen sähköjärjestelmien lisäksi niitä koskevien säädösten, määräysten, standardien ja ohjeiden kirjo on laaja. Näihin järjestelmiin suoraan kohdistuvia viranomaismääräyksiä ovat maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) käyttö- ja huolto-ohjevaatimus, sähköturvallisuuslain (1135/2016) sähkölaitteistojen tarkastukset, työturvallisuuslaki koskien sähkö-, käyttö- ja sähkölaitteiston läheisyydessä tehtäviä töitä, valtioneuvoston asetus (1435/2016) sähkötyön turvallisen suorittamisen olennaiset turvallisuusvaatimukset sekä ympäristöministeriön ja rakennusmääräyskokoelman energiatehokkuuden ja sisäilmasto-olosuhteiden ylläpito. Riippuen järjestelmien laajuudesta niitä koskee myös ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta, mikäli niihin liittyy palovaroittimia, automaattisia paloilmoittimia tai sammutuslaitteistoja. (Sähkötieto ry 2017d, 1–3)

Rakennusautomaatiojärjestelmien sisältämien sähkömekaanisten laitteiden ja niiden sisältämän elektroniikan näkökulmasta katsottuna ne katsotaan vikaantuvan oikeastaan käyttöönottaessa ja elinkaarensa loppupäässä. Käyttöönottaessa vikaantuminen ilmenee käytännössä asennusvirheinä, laitevikoina tai laitteiden keskinäisenä epäsojivuutena, jotka aiheuttavat virhetoimintoja. Elinkaaren loppupäässä mekaanisten komponenttien vikaantumista on edesauttanut niiden kulumisen ja elektroniikan vikaantumista lika, ylijännite ja pölyn aiheuttama yllämpö. Tärinä, lika ja kulumisen vaikuttavat haitallisesti myös elektroniikan liittämiin ja tiettyjen antureiden ja mittareiden toimintaan. (Sähkötieto ry 2017c, 2)

Rakennusautomaatiojärjestelmien huolto- ja kunnossapito koostuu käytännössä erilaisista tarkastuksista, jotka kohdistuvat elektroniikkaan ja kenttälaitteisiin.



Tarkastusten aikana on järkevää suorittaa samalla ennakoivan huoloin toimenpiteitä, joten tarkastukset tulee jaksottaa vuosisuunnitelman mukaisesti. Elektrooniikkaan liittyvissä tarkastuksissa varmistutaan, että kotelot ovat tiiviitä ja niitä pidetään kiinni välttääkseen laitteiden ja koteloiden altistuvan vesiroiskeille ja pölylle. Lisäksi tarkastetaan, että laitteiden ja koteloiden tuuletukset toimivat, elektroniikkakorttien pinnoilla ei esiinny pölyä, kotelot eivät sisällä irtonaisia osia, elektroniikkakortit ja pistokkeet ovat tukevasti liittimissään ja kaapelikourujen kannet paikoillaan. Lopuksi tarkastetaan, että koteloiden piirustustaskuista tai muusta asianmukaisesta paikasta löytyy sinne kuuluvat piirustukset ja tarkastuslomakkeet. (Sähkötieto ry 2017c, 3)

Mikäli tarkastusten aikana huomataan puutteita, tulee ne korjata ennakoivilla huoltotoimenpiteillä. Näitä toimenpiteitä ovat muun muassa koteloiden ja keskusten siivoaminen ja imuroiminen, liittimien puhdistaminen ja kiristäminen, ruuviilitintien kiristäminen, tummuneiden tai hiiltyneiden piirikorttien, vahingoittuneen kaapeloinnin sekä akkujen ja paristojen vaihtaminen. Samalla tulee seurata rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelmistoversiota ja tarpeen mukaan päivittää se. (Sähkötieto ry 2017c, 3)

Mikäli elektroniikkalaitteet ovat ohjelmallisia, tulee tarkastaa myös säätöpiirien ja -asetusten arvot, sillä ne saattavat muuttua sähköhäiriötilanteissa. Tätä tilannetta todennäköisemmin kyse on laitteen resetoimisesta aiheutunut oletusarvojen palautuminen asetusarvoiksi tai asiantuntemattomasta käytöstä aiheutuneet muutokset. Täten huoltopäiväkirjassa tulisi olla kirjattuna keskeiset parametrit ja laitekohtaiset asetusarvot, jotta järjestelmä saataisiin aidosti palautettua haluttuun toimintapisteeseen ongelmatilanteissa. (Sähkötieto ry 2017c, 3)

Rakennusautomaatiojärjestelmien käyttöjärjestelmiä ja ohjelmaversioita poistuu koko ajan vanhimmasta päästä, sillä ohjelma- ja ohjelmointiympäristöt kehittyvät ja muuttuvat jatkuvasti. Tarkastusten aikana on siten järkevää tarkastaa ja kirjata keskeiset ohjelma- ja käyttöjärjestelmäversiot esimerkiksi alakeskuksittain huoltopäiväkirjaan vertaillakseen niitä laitetoimittajien tuotetukien jatkuvuuksiin. (Sähkötieto ry 2017c, 3)

Kenttälaitteiden tarkastuksissa kiinnitetään huomiota kulumisen, tärinän ja lian aiheuttamien haittavaikutuksien arvioimiseen. Tarkastusten kohteena ovat peltimoottorit, moottoriventtiilit, lämpötila-, paine-, huone- ja kosteusanturit, jäätymissuojat, kanaviin kiinnitetyt laitteet ja mittarit sekä kaapelointi. (Sähkötieto ry 2017c, 3)

Peltimoottorien tekninen käyttöikä lyhenee merkittävästi, mikäli vääntökuorma kasvaa akselien jumiutumisen, tiivisteiden väliinmenon tai muunlaisen seurauksena. Lisäksi jousella ajavien toimilaitteiden tapauksessa voi käydä siten, etteivät ne jaksaa ajaa jousisuuntaan. Täten peltien akselien kiertävyys tarkastetaan koestamalla niiden toiminta. Tämä tehdään ajamalla peltiä käyttötilanteessa käsiveivillä tai käsin kokeilemalla irrotettuaan ensin toimilaitte. Ennaltaehkäisevänä huoltotoimenpiteenä riittää peltien akselien voitelu valmistajien ohjeissa ilmoitettujen suoritusvälien perusteella taatakseen niiden oikeanlainen toiminta. (Sähkötieto ry 2017c, 3)

Moottoriventtiileistä tarkastetaan venttiilin säädön aiheuttavan muutoksen myös veden lämpötilaan, mahdolliset karavuodot ja mekanismin kulumisvälykset. Tarkastuksen aikana tulee moottoriventtiili koestaa käsikäytöllä todetukseen mahdollinen jumiutuminen koko moottoriventtiilin toiminta-alueella. Lopuksi tarkastetaan moottoriventtiilin toimilaitteen kiinnitys ja tarpeen mukaisesti kiristetään. (Sähkötieto ry 2017c, 3)

Ilmanvaihtokoneiden imupuolella olevien lämpötila-antureiden läpiviennit tulee tarkastaa mahdollisten mittausta häiritsevien ilmapuotojen vuoksi. Lisäksi tulee tarkastaa kanavassa olevien paineanturien mittausletkujen asento sekä mahdolliset huoneanturit ja kanaviin liittyvät kosteusanturit ja tarpeen mukaan puhdistaa ne. Myös muut kanaviin kiinnitetyt mittarit ja laitteet tulee tarkastaa tärinän mahdollisesti aiheuttamien vaurioiden varalta. Jäätymissuojista tarkastetaan ennakointi- ja lukitustoiminta sekä mahdollisten lisäaikapainikkeiden toiminta. (Sähkötieto ry 2017c, 3)

Kenttälaitteissa tapahtuvat viat johtuvat kuitenkin tyypillisesti kaapeloinnissa tapahtuvien häiriöiden tai katkosten seurauksena, sillä kaapelointiin kohdistuu eniten rasitusta. Kaapelointia rasittaa muun muassa tärinä, mekaaniset vedot,

tahattomat osumat, hapettuminen ja liitosten löystyminen. Nämä puutteet pystytään yleensä havaitsemaan aistinvaraisesti, joten kaapelointiin tuleekin asettaa erityistä painoarvoa tarkastusten yhteydessä. (Sähkötieto ry 2017c, 3)

Yllä mainitulle tarkastuksille ja ennakoivan huollon toimenpiteille tulee vielä laatia määräväli. Sen laatiminen ei ole aivan yksiselitteistä, sillä tarkastuspisteiden määrä voi olla valtava, eikä niitä kaikkia ole mielekästä tarkastaa liian tiheään. Määrävälin määrittämisen painottavana tekijänä voidaan siis enemmänkin pitää rakennusautomaatiojärjestelmien yleistä toimivuustasoa, jolloin voidaan alkuun käyttää työmäärältään raskasta tarkastusvälimenettelyä ja myöhemmin keventää asioiden kuntoon saatuaan. Mikäli yleinen toimivuustaso on jo valmiiksi luotettava, voidaan tarkastusvälejä jo lähtökohtaisesti harventaa. Lisäksi tulee huomioida ongelmien yleensä keskittyvän rakennusautomaatiojärjestelmien tiettyihin osiin tai pistetyyppeihin, jolloin tarkastukset voidaan painottaa näihin ja ylimääräiset rajata pois. Tarkastuksia tulee kuitenkin lisätä laitteiston eliniän loppupään lähestyessä vikaantumisten lisääntymisen vuoksi. (Sähkötieto ry 2017c, 3)

Rakennusautomaatiojärjestelmien tarkastukset suoritetaan tyypillisesti vuosi-  
huollon tavoin, joka sisältää neljä, kaksi ja kerran vuodessa tehtäviä tarkastuksia. Kirein toistuvuus sisältää hälytysten ja niiden jälleenantojen sekä järjestelmien suorittamien mittausten näyttöjen tarkastukset. Näiden lisäksi kahden vuoden välein vertaillaan valvontajärjestelmien tietoja ja kenttälaitteiden tiloja keskenään, tarkastetaan käynnistykset ja tilaindikoinnit, mittaus- ja laskentaperusteet, toimilaitteiden asennot, säätöpiirien toiminta sekä kentältä ja trendiseurannasta, huonetiloissa olevien antureiden puhtaus sekä ilmanpaine-eroantureiden nollaus. Vuoden välein tarkastetaan kaikki järjestelmiin kuuluvat pisteet kunnon ja toiminnan kannalta. Kiinteistön sisältäessä jäähdytyslaitteiston tarkastustoiminta kannattaa jakaa kahteen osaan siten, että jäähdytyslaitteiston toiminta tarkastetaan kesällä ja lämmitysjärjestelmän toiminta talvella. (Sähkötieto ry 2017c, 4)

Kehräsaarella on tällä hetkellä käytössä kaksi erillistä rakennusautomaatiojärjestelmää. Niistä eliniältään vanhempi sijaitsee B-talon lämmönjakohuoneessa,

jonka vaikutusalue on B-talon patteriverkosto, ilmastointi ja käyttövesisäätö. Ohjauskeskuksena käytetään vapaasti ohjelmoitavissa olevaa Ouman Ouflex automaatiojärjestelmää. Eliniältään tuoreempi järjestelmä sijaitsee B-talon ilmanvaihtokonehuoneessa, jonka vaikutusalue on tuloilmakoje TK01, raitisilmakamion kuivakaivon sulanapito, ulkoilman lämpötila-anturi, moottoripalopellit, pakettikoje TK09, poistoilmakone PK05 ja vedenjäähdytyskoneisto VJK01. Järjestelmän alakeskuksena AK02 (käyttöpääte) toimii ProDVX:n valmistama Android-käyttöliittymään perustuva tabletti.

On siis perusteltua käyttää edellä esitettyä vuosihuoltomenettelyä rakennusautomaatiojärjestelmien vaikutusalueiden perusteella niiden painottuessa poikkeuksetta LVI-järjestelmiin. Täten niihin ei ole sisällytetty esimerkiksi hissi- ja murtohälytyksiä tai ulkovalojen ohjausta, mikä vähentää tarkastuspisteiden määrää. Näistä tuoreempi järjestelmä kaikkineen edellä mainittuineen komponentteineen on korkeintaan kaksi vuotta vanha, joten sen yleistä toimivuustasoa voidaan pitää luotettavana. Näin ollen toimenpiteet voidaan painottaa alustavasti vanhemman järjestelmän osiin.

A-talolla on opinnäytetyön laatimisen aikana käynnistynyt hanke, jonka perusteella muun muassa sen talon IV-konehuoneet menevät kokonaan uusiksi. A-talon osalta rakennusautomaatiojärjestelmää ei ole ennestään ollut, joten sellaisen mahdollisen tullessa käyttöön saneerauksen valmistuttua, tulee sille laatia oma huolto- ja kunnossapito-ohjelma.

### **5.3.9 Palovaroittimet ja palovaroitinjärjestelmät**

Pelastuslain (379/2011) kohta 12 § edellyttää rakennuksen omistajaa, osaltaan haltijaa ja toiminnanharjoittajaa sekä huoneiston haltijaa hallinnassaan olevien tilojen osalta huolehtimaan palovaroittimista ja niiden kunnossapidosta. Palovaroittimien toimintakunnosta tulee huolehtia säännöllisillä koestuksilla, ja valmistajien tulee toimittaa palovaroittimiensa mukana ohjeet, joissa tulee olla riittävät tiedot kunnossapidon ja koestusten mahdollistamiseksi (239/2009, 5 §; 291/2009, 5§).

Kehräsaassa olevat palovaroittimet ja savuilmaisimet ovat sähköverkkoon kytettyjä, joten niistä joutuu katkaisemaan sähkö ennen huoltotoimenpiteisiin ryhtymistä. Ennen jännitteen katkaisua on kuitenkin järkevää todentaa ensin laitteen toimintaa indikoivan merkkivalon toiminta.

Eräs valmistaja ilmoittaa suositellun käyttöiän laitteilleen olevan 10 vuotta. Tämä edellyttää, että niitä käytetään kuivissa ja syövyttämättömissä olosuhteissa, ja että niitä tarkastetaan, koestetaan, puhdistetaan ja kalibroidaan säännöllisesti. (Apollo Fire Detectors Ltd 2010, 6) Käyttöönottaessa uusia palovaroittimia tai uusiessa edellisiä palovaroittimia on hyvä kirjata käyttöönottoaika tai uusimisajankohta muistiin toimintakunnon ylläpitämisen helpottamiseksi.

Samainen valmistaja esittää, että laitteet tulisi testata vähintään kerran vuoden aikana ja useammin, mikäli ne on asennettu likaisiin, pölyisiin ja syövyttäviin olosuhteisiin. Testi tulisi tehdä käyttämällä valmistajan omaa perinteisten ilmaisimien testisarjaa. (Apollo Fire Detectors Ltd 2010, 5). Käytännössä palovaroittimien toimintakunnon varmistaminen tehdään koestamalla testipainiketta, mikä katsotaan olevan riittävä toimenpide. Sopivana koestusvälinä voidaan pitää kuukausittain tapahtuvaa koestamista (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto n.d).

Palovaroittimet ovat alttiita pölyyntymiselle, jonka seurauksena niiden toimintavarmuus heikentyy ja siten virheelliset hälytykset ovat todennäköisempiä. Tämän vuoksi palovaroittimet tulee puhdistaa imuroimalla niiden kaikki sivut ja kansi kevyesti. Imuroitaessa voi käyttää apuna esimerkiksi pehmeää harjaa kolhimisten ehkäisemiseksi. Imuroimisen lisäksi palovaroittimien kansi tulee pyyhkiä kostealla liinalla samalla varoen palovaroittimien kastelemista. Puhdistamisen jälkeen tulee varmistua siitä, että kaikki ilmareiät ovat puhtaat, ja sen lisäksi laitteelle tulee suorittaa toiminnallinen testi. (Apollo Fire Detectors Ltd 2010, 5)

Valmistaja ei anna tarkempaa määräväliä silmämääräisille tarkastuksille ja tarpeen mukaisille puhdistuksille kuin sen, että ne tulisi tehdä aiemmin mainittua laitteiden testausta tiheämmällä määrävälillä. Pidetään siis lähtökohtana kerran vuodessa tapahtuvaa puhdistamista ja sitä voi myöhemmin tarvittaessa tihentää kuukausittaisten testausten aikaisten silmämääräisten havaintojen perusteella.

Vaikka palovaroittimet ovatkin sähköverkkoon kytkettyinä, ovat ne mahdollisten sähkökatkojen varalta joko paristo- tai akkuvarmennettuja. Tämän vuoksi ajan saatossa pariston tai akun jännitteen alentuessa hälytyspisteeseen asti palovaroitin alkaa säännöllisesti hälyttämään esimerkiksi lyhyin äänimerkein tai merkivalon värinmuutoksilla ilmoittaakseen pariston tai palovaroittimen vaihtotarpeesta toimintakunnon varmistamiseksi.

Paristovarmennettujen palovaroittimien paristot tulee vaihtaa vuoden välein, mikäli käytössä ei ole pitkäkestoisia litiumparistoja (Turvallisuus ja kemikaalivirasto n.d.a). Litiumparistojen tapauksessa vaihtamisväli voi harventua niinkin pitkäksi kuin kymmenen vuoden välein tapahtuvaksi. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että palovaroitin itsessään kerkeää todennäköisemmin tulemaan teknisen käyttöikänsä päähän, jolloin paristojen vaihtamista ei tarvitsisi varsinaisesti koskaan tehdä. Akkuvarmennettujen palovaroittimien akut on suunniteltu kestävänsä palovaroittimen teknisen käyttöiän ajan. Näin ollen akun tullessa käyttöikänsä päähän koko palovaroitin joudutaan vaihtamaan uuteen, sillä akua ei voi erikseen vaihtaa.

Kehräsaaren sähköisiin paloturvallisuuslaitteisiin liittyy paikoin ohjauspaneeli. Kyseessä ei ole ihan perinteinen palovaroitinjärjestelmä, jossa ilmaisimet ja varoittimet olisi kytketty niitä ohjaavaan palovaroitinkeskukseen, vaan kyseessä on eräänlainen turvajärjestelmä, johon voi palohälytysten lisäksi liittää esimerkiksi murtohälytyksiä. Soveltuvien osien tällaista asennusta kuitenkin käsitellään palovaroitinjärjestelmänä, jolloin palovaroittimien ja ilmaisimien koestusten, puhdistusten ja paristojen vaihtojen lisäksi tulee muita ennakoivan huollon toimenpiteitä.

Palovaroitinjärjestelmien huoltamista varten voisi olla asianmukaista solmia erikseen kunnossapitosopimus, jossa järjestelmiä huollettaisiin neljää kertaa vuodessa, joista yksi käynti sisältäisi vuosihuollon. Kolmen kuukauden välein testattaisiin kaikki ilmaisimet esimerkiksi testisavun ja lämpöpuhaltimen avulla ja vuosihuollon yhteydessä tämän lisäksi ne puhdistettaisiin ja vaihdettaisiin tarvittaessa uusiin. Samalla tarkistettaisiin tarve päivittää silmukkaluettelot vastaamaan nykytilaa. Palovaroitinjärjestelmien huolto- ja kunnossapito-ohjelma olisi tällöin pääpiirteissään liitteen 2 mukainen.

## 5.4 LVI-laitteiden ja -laitteistojen sähköistys

LVI-laitteisiin, kuten ilmanvaihtokoneisiin ja lämmönvaihtimiin, liittyy olennaisesti sähköä vaativia laitteita. Näitä ovat muun muassa toimi- ja suojalaitteet sekä ohjauskeskukset ja sähköliitännät. Kehräsaarella tällaisia laitteistokokonaisuuksia ovat muun muassa ilmanvaihto, lämmönjakopaketti ja neste lämmönsiirinyksikkö.

Ilmastoinnin osalta sähkölaitteiksi lukeutuvia komponentteja ovat muun muassa turvakytkimet, ilmapeltien toimimootorit, venttiilien toimilaitteet, anturit, taajuusmuuttajat, säätimet, keskukset, energiamittarit, paine-erokytkimet, jäätymisvaaratermostaatit, suodatinvahdit ja lämpöreleet sekä lämmönjakopaketin ja neste lämmönsiirinyksikön osalta energiamittarit, pumppumootorit, ohjauskeskukset, palloventtiilien kiertoliiketoimilaitteet, anturit, taajuusmuuttaja ja moottorinsuojakytkin.

Muita LVI-laitteita ovat muun muassa kylmälaitos ja paineenpitoasema, joihin liittyy käytännössä vain sähköliitäntä sekä yhdistelmälämpöpumppu, johon liittyy energiamittari ja turvakytkimet kompressorille ja vastukselle. Lisäksi jätevesi- ja rasvanerotuskaivojen pumpuissa on integroituneena moottorit sekä niitä suojaavat lämpöreleet löytyvät ohjauskeskuksista.

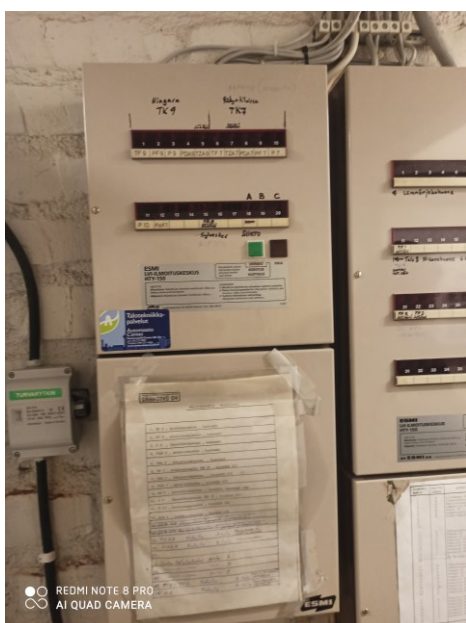
Opinnäytetyön tekemisen aikana LVI-sähkölaitteita ei ole liitetty sähkölaitteiston huollon ja kunnossapidon piiriin, sillä näiden järjestelmien kohdalla ei ole järkevää pilkkoa huoltoa osiin. Huomattavasti parempi ratkaisu on liittää LVI-laitteet ja rakennusautomaatio kiinteistön huollon piiriin, jolloin järjestelmiä tarkastettaisiin ja huollettaisiin kokonaisuuksina. Nämä asiat kuuluisivat tällöin tekniselle isännöinnille ja näille järjestelmille tulisi laatia erikseen kunnossapitosopimuksia.

Tässä luvussa käsitellään kuitenkin sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan liitetyt LVI-ilmoituskeskukset sekä moottoreita suojaavat lämpöreleet ja moottorinsuojakytkimet. Muilta osin sähkölaitteita, kuten moottoreita tai taajuus-

muuttajia, ei käsitellä. Niitä tulee kuitenkin huoltaa valmistajien ohjeiden mukaisilla toimenpiteillä ja määräväleillä, ovat ne liitettynä sähkölaitteiston huollon ja kunnossapidon piiriin tai eivät.

#### 5.4.1 LVI-ilmoituskeskukset

Entisestä sähköpääkeskustilasta löytyy kiinteistön hälytyskeskukset (kuva 8), jotka on valmistanut silloinen Oy Esmi Ab. Vasemmanpuoleisessa keskuksessa on 20 silmukkaa ja oikeanpuoleisessa 40 silmukkaa. Niihin on kytketty kaikkien olennaisimpien laitteiden hälytykset. Näitä laitteita ovat muun muassa tulo- ja poistoilmahuuhtimet, lämpöjohtopumput, paine-erokytkimet, palovaara- ja jäätymisvaaratermostaatit, kierrätysilmakoje, suodatinvahdit, lämpöreleet, pumput, jätevesipumppu sekä B-talon lämmönvaihtimeen ja paisunta-astiaan liittyvät laitteet. Lisäksi hälytyskeskukset on liitetty lämmönjakuhuoneessa sijaitsevaan Ouman Ouflex -automaatiojärjestelmään apuliitäntöjen kautta.



KUVA 8. LVI-ilmoituskeskukset

Kyseisten hälytyskeskusten toiminta perustuu hälytyssilmukoihin, jotka ovat joko sulku- tai katkovirtapiirejä. Jokaisella silmukkakortilla on oma valvontapiirinsä, jonka tehtävänä on valvoa omaa silmukkaansa. Hälytyksen tapahtuessa silmukkakortin LED-merkkivalo alkaa vilkkua, ja hälytys välitetään eteenpäin hä-



lytysluokassa A, B tai C. A- ja B-luokan hälytykset sisältävät merkkivalohälytyksen lisäksi äänimerkin ja C-luokan hälytys hälyttää ainoastaan merkkivalolla. Hälytysluokka pystytään valitsemaan emolevyllä sijaitsevilla kytkimillä, jotka ovat silmukkakohtaisia.

Näiden keskusten huolto- ja kunnossapito-ohjelmaksi on määritetty hälytysten koestaminen. Ennen koestamista tulee tarkastaa, ettei hälytyskeskukset ilmoita hälytyksistä. Hälytystilanteiden ollessa läsnä, tulee hälyttävän silmukan numero kirjata muistiin, painaa keskuksessa olevaa kuittauspainiketta ja tarkistaa hälytyksen aiheuttaja. Hälytyksen ollessa päällä merkkivalo muuttuu vilkkuvasta kiinteäksi ja hälytyksen poistuttua merkkivalo sammuu. Samalla tarkastetaan ilmoituspistetaulukkojen ajantasaisuus ja sen päivitystarpeesta tulee raportoida.

Keskukset koestetaan painamalla niiden etupaneelissa olevaa koestus- ja kuittauspainiketta. Keskukset toimivat oikein, kun painallusten aikana kaikkien toimintakuntoisten silmukoiden merkkivalot alkavat loistamaan. Tarpeen mukaan voidaan tehdä myös keinotekoinen hälytys joltain laitteelta pistokoeluonteisesti. Samalla tulee tarkastaa, että hälytykset jatkuvat kiinteistöautomaatioon. Samasta painikkeesta pystytään myös kuittaamaan hälytykset. Kuitattaessa merkkivalot sammuvat ja äänihälytykset lakkaavat, mikäli hälytysten aiheuttama vika on ollut hetkellinen. Vian ollessa pysyvä, kuitattaessa äänihälytys lakkaa, mutta merkkivalo jää loistamaan.

Myös keskuksiin menevät kaapelit on syytä tarkastaa, että ne ovat hyvin merkityjä selvitystöiden helpottamiseksi. Kaapeleiden merkitseminen korostuu erityisesti jälkeempään tehdyissä lisäyksissä ja päivityksissä. Mikäli kaapeleiden merkinnät ovat epäselviä tai niitä ei ole merkitty ollenkaan, joutuu kyseisiä kaapeleita seuraamaan silmämääräisesti tai testaamaan yleismittarilla. Mahdollisesti käytöstä poistetut kaapelit tulee poistaa turhina.

Laaditaan vielä hälytysten koestuksille sopiva määräväli. Koska valmistajien ohjeita ei ole saatavilla, määritellään keskuksille tavoitetaso sähkötietokortiston ohjekortteja apuna käyttäen. Koska keskusten kulumisen katsotaan olevan vähäistä ja niiden mahdollisella vikaantumisella ei ole juurikaan merkitystä turvalli-

suuteen, voidaan ne luokitella kevyeen tavoitetasoon. Keskusten toimimattomuus ei myöskään aiheuta merkittävää haittaa kustannuksiin tai niihin kytkettyjen laitteiden käyttöön, mikä puoltaa tätä tavoitetasoa. (Sähkötieto ry 2002, 3) Näin ollen LVI-ilmoituskeskusten koestukset ja niiden yhteydessä suoritettavat muut toimenpiteet määritellään tehtäviksi kuuden vuoden välein (Sähkötieto ry 2006c, 3).

Kyseiset keskukset ovat lähitulevaisuudessa syytä päivittää nykyaikaisempiin niiden vanhentuneen tekniikan vuoksi. Tämä lähinnä siitä syystä, että esimerkiksi silmukkakorttien rikkoontuessa niille voi olla mahdotonta löytää vastaavaa tai muutoin yhteensopivaa korttia. Keskukset ovat kuitenkin liitettynä kiinteistöautomaatioon, mikä on erinomainen ratkaisu.

#### 5.4.2 Moottoreiden suojalaitteet

Sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelmistoon otetaan mukaan LVI-laitteisiin liittyvien moottoreiden suojalaitteet. Näitä ovat lämpöreleet sekä moottorinsuojakytkimet. Lämpöreleillä on suojattu jätevesi- ja rasvanerotuskaivojen pumppumootorit sekä A-talon erään tilan tulo- ja poistokoneen ja tuloilmakoneen lämpöjohtopumpun moottorit. Moottorinsuojakytkimillä on suojattu B-talon lämmönjakopaketin pumppumootorit. Kuvassa 9 esitetään esimerkki jätevesikaivon pumppujen ohjauskeskuksesta, josta pumppumootoreita suojaavat releet löytyvät.



KUVA 9. Jätevesikaivon pumppujen ohjauskeskus

Lämpöreleillä suojataan moottoreita niiden liialliselta kuumentumiselta sekä ylivirralla. Niiden toiminta perustuu joko virran mittaamiseen tai virran aiheuttamaan lämpenemiseen. Kuvan 9 mukaiset releet ovat kolminapaisia puolijohdeylikuormitusreleitä, jotka eivät sisällä liikkuvia osia. Niissä moottoreiden virta mitataan suoraan virtamuuntajilla ja muunnetaan elektroniseksi signaaliksi. Kun moottorin virta ylittää releeseen asetellun virta-arvon ylikuormitustilanteessa, katkaisee rele tämän virran ja suojaa siten moottoria ylivirralla.

Releiden virta-arvo asetellaan moottorin nimellisvirran mukaan. Kuvan 9 mukaisen ohjauskeskuksen kannesta löytyy moottoreiden kilpitieto, jonka perusteella niiden nimellisvirrat voidaan selvittää. Releitä ei tässä tapauksessa käytetä erillisasennettuina, vaan niitä käytetään yhdessä kontaktorien kanssa. Puolijohde-releet kestävät huonosti oikosulkuja ja niissä saattaa tapahtua virtavuotoja, joiden vuoksi virtapiiri tulee aina ensin katkaista mekaanisesti ennen huoltotöiden aloittamista (Peltomaa 2011, 7).

Perinteisemmät, mekaaniset lämpöreleet sisältävät bi-metallielementtejä, joiden läpi moottorin verkosta ottama virta kulkee, ja siten lämmittää näitä elementtejä sekä suoraan että välillisesti. Ylikuormitustilanteessa tai syöttöjännitteen pienentyessä moottorin virta kasvaa yli releeseen asetellun virta-arvon, jolloin bi-metallielementit alkavat hiljalleen taipua ja lopulta irrottavat moottorin verkosta vaihtaen samalla apukoskettimien asentoa tilatiedon antamiseksi lämpöreleestä. (Hölsö 2016, 23)

Nämä releet ovat puolijohdereleistä poiketen alttiita liikkuvien osien kulumiselle ja koskettimien yhteen hitsaantumiselle mahdollisten valokaarien vuoksi. Liiallisesti kulunut rele toimii hyvin arvaamattomasti, sillä se saattaa sekä vika- että normaalitilanteessa olla laukeamatta ollenkaan tai laueta joko ennenaikaisesti tai liian hitaasti sen laukaisukäyrään nähden. Tämän vuoksi lämpöreleitä tulee koestaa säännöllisin väliajoin niiden toiminnan varmistamiseksi vikatilanteessa. (Hölsö 2016, 23)

Moottorinsuojakytkimissä yhdistyy kontaktorin ja lämpöreleen toiminnot yhdessä laitteessa. Se koostuu kolminapaisesta kosketinyksiköstä, lämpöreleestä ja laukaisimesta, jolloin yhdessä laitteessa ovat sekä moottorin ohjaus- että suojaus-toiminnot. Sitä käytetään moottorien sulakkeettomaan suojaukseen oikosuluilta, ylikuormituksilta, vaihekatkoksilta ja alijännitteiltä. Sillä voidaan myös paikallisesti ohjata moottoria päälle ja pois päältä, mikäli sitä käytetään ilman kontaktoria. (Schneider Electric 2020a, 5, 64)

Määritellään edellä mainituille moottoreiden suojalaitteille oma huolto- ja kunnossapito-ohjelma liittyen niiden koestamisiin. Koska suojalaitteet ovat varsin erilaisia keskenään, ovat niiden koestuksetkin erilaisia.

Puolijohdereleet ja moottorinsuojakytkimet voidaan yksinkertaisesti koestaa testipainikkeesta. Mikäli moottori ei sammu painiketta painettuaan, vika on johdotuksissa tai suojalaite ei muuten toimi oikealla tavalla. Jälkimmäisessä tapauksessa suojalaite pitää vaihtaa uuteen.

Perinteisimmissä lämpöreleiden tapauksissa joudutaan tekemään mittauskytkentä. Siinä lämpöreleet irrotetaan lähdöstä, kun lähtö on ensin saatettu jännitteettömäksi ja jännitteettömyys varmistettu. Tämän jälkeen releen lämpötila varmistetaan, jotta mittaus olisi vertailukelpoinen releen laukaisukäyrän kanssa. Lämpötilan ollessa oikeanlainen, kytketään lämpöreleen navat sarjaan riittävän kokoisella johtimella ja relekoestuslaite lämpöreleeseen. Relekoestuslaitteen mittausvirraksi asetellaan moottorin käynnistysvirran suuruinen virta, jolloin mittaus voidaan suorittaa. Mittaustulosten perusteella vialliset lämpöreleet tulee vaihtaa uusiin.

Selvitetään lopuksi moottoreiden suojalaitteiden koestuksille sopiva määräväli. Schneider Electric suosittelee kaapeleiden oikeanlaisen kiristämisen tarkastuksen ja suojalaitteen mekaanisen toiminnan varmistamiseksi testipainikekoestuksen tehtäväksi vuoden välein (Schneider Electric 2020b, 2). Muutoin valmistajien ohjeet eivät ilmoita säännöllisiä huoltotoimenpiteitä, joten turvaudutaan sähkötietokortiston ohjekortteihin.

Määritetään ensisijaisesti moottorinsuojakytkimille tehtävät toimenpiteet tehtäväksi vuoden välein. Tätä samaa määräväliä sovelletaan myös puolijohdereleisiin huoltotoimenpiteiden ollessa vastaavat kuin moottorinsuojakytkimillä. Sovelletaan ohjekorttia siis ainoastaan lämpöreleiden koestusten määrävälin määrittämiseen.

Koska lämpöreleiden mahdollisella vikaantumisella ei ole juurikaan merkitystä turvallisuuteen, voitaisiin ne tällä perusteella luokitella kevyeen tavoitetasoon. Toisaalta niiden vioittuminen aiheuttaa merkittävää haittaa moottoreiden ja siten suurempien laite- ja järjestelmäkokonaisuuksien käyttöön vioittumisen olevan kuitenkin varsin epätodennäköistä. Määritellään näillä perusteilla lämpöreleiden koestukset ainakin aluksi tavanomaiseen tavoitetasoon, jolloin koestukset tulisi tehdä kolmen vuoden välein (Sähkötieto ry 2006b, 4). Määräväliä tulee tarvittaessa joko tihentää tai harventaa.

## **5.5 Muut sähkönjakelun osat**

Kehräsaaren kiinteistöjen sähkönjakeluun kuuluu lisäksi osia, jotka eivät varsinaisesti ole sähkölaitteita- tai laitteistoja, mutta liittyvät olennaisesti sähkönjakelun toimintaan ja turvallisuuteen. Näille laaditaan vastaavanlaiset huolto- ja kunnossapito-ohjelmat kuin sähkölaitteille ja -laitteistoille. Ohjelmien laadinnassa joutuu erityisesti huomioimaan käytäntö, sillä osien lukumäärä on valtava, eikä esimerkiksi rakenteita voi lähteä aukomaan tarkastusten vuoksi.

Tässä luvussa käydään läpi läpiviennit, johtotiet sekä johdot ja niiden varusteet. Viimeiseen osioon luetellaan tässä kohtaa pistorasiat ja kytkimet, maadoitukset ja potentiaalintasaukset, johtojen kuormitettavuuden, vaihevirtojen ja yliaaltojen mittaukset, johdot sekä liitosten tarkastus ja liittimien kiristys. Kaikille näille toimenpiteille oli vanhassa huolto-ohjelmassa laadittu määrävälit, joten tarkastetaan niiden toimivuus. Edellisen käytön johtajan päätöksellä pää- ja nousujohtojen kuormitettavuusmittauksia sekä vaihevirtojen ja yliaaltojen mittauksia ei oteta mukaan uuteen huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan, joten niitä ei myöskään käsitellä tässä luvussa.

### 5.5.1 Läpiviennit

Kun rakennuksessa halutaan tuoda tilasta toiseen kaapeleita, joutuu rakenteesiin tekemään aukkoja eli läpivientejä. Niitä koskevat vaatimukset riippuvat rakennusosan tyypistä. Määräyksissä asetetaan vaatimuksia ainoastaan osastovien rakennusosien suhteen, joiden mukaan osastointi ei saa olennaisesti heiketä. Tästä pidetään huolta tiivistämällä läpiviennit asianmukaisella tavalla, jota varten tarvitaan rakennusosaluokittelu. Läpivienti täyttää sillä asetetun vaatimuksen, kun sen luokitus on sama kuin rakennusosalla, johon läpivienti tehdään. (848/2017 16 §, 18 §) Oikeanlaisella tiiveysaineella ja läpiviennin tiivistämisellä läpivienti katsotaan kestävän suunnitellun käyttöiän ja on tavanomaisissa olosuhteissa huoltovapaa (Suomen Palokatkoehdistys ry 2019, 27). Saneerauksien aikana tilanne voi kuitenkin muuttua, mikäli kaapeleita lisätään. Tällaisten tapausten vuoksi läpivientien kuntoa tulee tarkkailla, jotta ne tulevat saneeraustöiden päätteeksi tiivistettyä uudelleen asianmukaisesti.

Läpivientien huolto- ja kunnossapito-ohjelma koostuu siis käytännössä läpivientien kunnon ja tiiviyden aistinvaraisista tarkastuksista, joissa läpiviennit tarkastetaan muun muassa mahdollisten aukkojen, halkeamien ja murtumien varalta. Voimassa olevan pienjännitesähköasennuksia koskevan standardin mukaan läpivientien tulee olla ETA-hyväksytyjä ja CE-merkinnällä varustettuja tai vaihtoehtoisesti luokiteltu ja sertifioitu standardin EN 13501-2 mukaisesti (SFS 6000 2017b, 21). Tämä sama vaatimus koskee luonnollisesti myös läpivientien tiivistämiseen käytettävää tiiveysainetta, joka tulee huomioida puutteellisten läpivientien korjaamisessa. Kyseisen aineen valinnassa tulee huomioida sen vaikutusta muutostöiden suorittamiseen ja sen aikaiseen turvallisuuteen. Mikäli korjauksissa käytetään useampaa eri ainetta, tulee niiden keskinäinen yhteensopivuus tarkastaa. Tätä varten kohteeseen tulee laatia ylläpidettävä luettelo, jonka avulla eri aineiden soveltuvuus voidaan myöhemminkin osoittaa.

Määräyksissä ei aseteta läpivientien tiivistysten suorittajalle pätevyysvaatimuksia. Kuitenkin valmistajat tai maahantuojat edellyttävät perehtyneisyyttä tuotteidensa käyttöön ja niiden asennuksiin, ja siten läpivientejä saa tiivistää aino-

astaan tuotekoulutuksen saaneet henkilöt. Lisäksi palokatkoja asentavien yritysten täytyy kouluttaa asentajansa riittävällä tavalla tai muulla tapaa varmistua asennustyötä tekevän henkilön olevan riittävän perehtynyt käytettävän tuotteen ominaisuuksiin tai asennustyön vaatimuksiin. Palokatkoasentajille on järjestetty vuodesta 2012 lähtien henkilösertifiointikoulutusta, jonka suorittamalla hyväksytysti he saavat Eurofins Expert Service Oy:n myöntämän sertifikaatin. Tämä on voimassa aina vuoden kerrallaan, mikäli asentaja on pitänyt säännöllisesti lueteloa kohteistaan ja raportoinut niistä valvovalle taholle oikealla tavalla. Lisäksi palokatkoja asentavilla urakoitsijoilla täytyy olla riittävät valmiudet asennustyön laadun varmistukseen. (Suomen Palokatko yhdistys ry 2019, 28) Näitä suosituksia voidaan joka tapauksessa pitää ohjeellisina, sillä määräykset eivät näitä edellytä, ja ne koskevat pääasiassa asennusliikkeitä itseään. On kuitenkin suositeltavaa isommissa saneerauksissa tilata asennusliike, jonka asentajat täyttävät edellä olevat suositukset.

Kehräsaaren kiinteistöjen pitkän historian vuoksi pieniltä ja suuremmiltakaan muutostöiltä ei voida välttyä. Ennen opinnäytetyön aloittamista esimerkiksi B-talon IV-konehuone saneerattiin täysin asentamalla sinne uusi tulo- ja poistoilmakojeisto palvelemaan toimistotiloja. Kojesto on varustettu lisäksi lämmönsiirrin- ja lämmöntalteenottoyksiköillä. Opinnäytetyön tekemisenkin aikana oli vuokralaisten tiloissa menossa saneeraustöitä, ja A-talon ylimpään kerrokseen ja siten myös sieltä löytyvään IV-konehuoneeseen aloitettiin hanke niiden saneeraamista varten. Kohteessa siis tapahtuu paljon, joten läpivientien tarkkailu tulee sisällyttää huolto- ja kunnossapito-ohjelmistoon. Näin varmistutaan siltä, että kaapeleiden lisäysten jälkeen läpiviennit on tiivistetty uudelleen asianmukaisesti.

Läpivientien suuren lukumäärän ja osittain hankalien sijaintien vuoksi niitä kaikkia voi olla vaikea tarkastaa yhdellä kertaa. Täten ne voitaisiin tarkastaa joko pistokoeluonteisesti tai porrastetusti. Pistokokein suoritettavilla tarkastuksilla saadaan nopeasti arvio tilanteesta, mutta samalla sen virheellisyys on todennäköinen. Porrastetuilla tarkastuksilla läpiviennit saadaan kattavasti tarkastettua, mutta tämä osaltaan vie eniten aikaa. Lisäksi porrastuksissa olisi suotavaa käyttää erilaisia painopisteitä kohdistamalla tarkastus ensin paloturvallisuuden kannalta olennaisiin tiloihin, kuten kulku- ja poistumisreitteihin. Tämän jälkeen tarkastuksen painopistettä voidaan muuttaa ja laatia uusi tarkastusalue. Mikäli

uutta tarkastusaluetta ei saada laadittua, voidaan tarkastusten porrastusta jatkaa esimerkiksi kiinteistökohtaisesti.

Vanhassa ohjelmassa läpivientien tarkastukset oli tarkoitus tehdä kolmen vuoden välein. Tässä kohtaa riittää siis arvioida määrävälillä toimivuus esimerkiksi määrittelemällä läpivienneille tavoitetaso. Kehräsaaren kiinteistöt koostuvat pääosin liike- ja toimistotiloista sekä käytävistä. Näissä tiloissa käytön aikana tehtävät muutokset ovat tyypillisesti harvinaisia suurempia saneerauksia lukuun ottamatta, jolloin läpivientien vikaantumisen ja kulumisen riskiä voidaan pitää pienenä. Lisäksi puutteellinen läpivienti ei useinkaan haittaa sen käyttöä, mutta sillä on olennainen vaikutus tiloissa työskentelevien henkilöiden turvallisuuden heikkenemiseen. Häätätilanteessa puutteellinen palosulku aiheuttaa suurta vaaraa, sillä tulipalosta aiheutuva hengenvaarallinen savu pääsee kulkeutumaan sen lävitse. Tällä perusteella läpiviennit voitaisiin määritellä erittäin vaativaan tavoitetasoon, jolloin suosituksen mukaan ne tulisi tarkastaa vuoden välein (Sähkötieto ry 2006a, 2).

Mikäli tavoitetaso määritettäisiin tavanomaiseksi, olisi suositeltu tarkastusväli yhtenevä vanhan ohjelman määrävälillä kanssa. Tämä voitaisiin tehdä, mikäli puutteellisista läpivienneistä ei katsota aiheutuvan suurta tai välitöntä vaaraa. Tulipalossa savu ei kuitenkaan heti siirry tilasta toiseen, joten tältä osin siitä aiheutuvaa vaaraakaan ei voida pitää välittömänä. Kohteesta ei kuitenkaan löydy automaattista paloilmoinjärjestelmää tai muunlaista palovaroitinjärjestelmää (pois lukien ravintoloiden savuilmatisimet ja palovaroittimet), joka olisi ollut tavanomaista tavoitetasoa tukeva peruste.

Paloilmoittimien tapauksessa tulipalon merkittävää etenemistä olisi voitu pitää epätodennäköisenä ennen palohälytyksen laukeamista. Tuolloin olisi voitu todeta ihmisten ehtivän poistua, jolloin heidän turvallisuutensa ei pitäisi olla uhattuna ennen tulipalon leviämistä vaaralliseksi. Kiristetään automaattisen paloilmoinjärjestelmän tai muun vastaavanlaisen puuttumisen vuoksi läpivientien tarkastukset tehtäväksi vuoden välein. Lisäksi ne tulee tarkastaa joka kerta, kun asennusolosuhteet muuttuvat esimerkiksi kaapelien lisäysten vuoksi.



## 5.5.2 Johtotiet

Johtoteillä tarkoitetaan kaikkia niitä kalusteita, joita pitkin kaapeleita kuljetetaan huonetilassa tai tilasta toiseen. Näitä ovat muun muassa kaapelihyllyt, -tikkaat, lankahyllyt sekä johtokanavat ja -kourut. Näiden osalta huoltotehtävät aloitetaan mekaanisen kunnon tarkastamisella, jossa kiinnitetään huomiota mahdollisiin vaurioihin ja rakenteeseen kuuluviin osiin. Vaurioita ovat esimerkiksi lommot, terävät reunat ja korroosio. Rakenteesta tulee tarkastaa, että kaikki siihen kuuluvat osat ovat asianmukaisesti paikallaan. Mekaanisen kunnon tarkastuksen jälkeen tarkastetaan johtoteiden kiinnitykset ja lopuksi kiinnitetään huomiota myös puhtauteen. (Sähkötieto ry 2006a, 2) Harkinnan mukaan voidaan mekaanisen kunnon ja kiinnitysten tarkastusten lisäksi tarkastaa johtoreitteihin asennetut laitteet ja kojeet.

Laaditaan johtoreittien tarkastuksille vielä määräväli. Johtokanavien ja -kourujen osalta voitaisiin tyytyä jatkuvaan tarkkailuun säännöllisen määrävälillä sijaan sillä perusteella, että ne sijaitsevat käytännössä aina silmin nähtävissä paikoissa, jolloin niiden mahdolliset puutteet on helppo havaita. Näin ollen voitaisiin tyytyä vuokralaisten ilmoituksiin tarvittavista vikojen korjauksista. Lisäksi niissä esiintyvät puutteet eivät tavallisesti aiheuta suoranaista sähköturvallisuusriskiä. Eri-tyisesti johtokanavien vikaantumisen todennäköisyys on pieni, sillä alumiinisen rakenteen ansiota ne kestävät hyvin iskuja, ja tiiviiden kansien ansiota niiden sisään ei pääse kerääntymään vierasesineitä tai -aineita.

Kaapeli-, lankahyllyjen ja kaapelitikkaiden tapauksessa määrävälillä määrittäminen ei ole ihan niin suoraviivaista. Valtaosa kaapelihyllyistä sijaitsee alakattojen sisällä piilossa lukuun ottamatta muutamia käytäviä, jolloin ne ovat suojassa mekaanisilta vaurioilta, korroosiolta ja pölyltä. Kaapelitikkaat ja lankahyllyt sijaitsevat tyypillisesti sähkötiloissa näkyvillä, jolloin ne ovat alttiita mekaanisille vaurioille ja pölylle. Toisaalta ne ovat tämän vuoksi helppo tarkastaa, ja usein kulkevat alttiissa oloissa vain lyhyen matkan. Lisäksi niissä kulkee tyypillisesti vähemmän kaapeleita kuin kaapelihyllyillä, jolloin niihin ei kerääny pölyä yhtä helposti.

Edellä olevien perusteluiden lisäksi tulee huomioida, ettei kohteessa palvele sellaista huoltohenkilöstöä, joka olisi päivittäin Kehräsaarella paikalla. Näin ollen tarkastuksille joudutaan laatimaan säännöllinen määräväli, vaikka edellä oleviin perusteluihin nojautuen näidenkin osalta olisi voitu tyytyä jatkuvaan tarkkailuun.

Turvallisuuden näkökulmasta katsottuna kaapelihyllyillä on kuitenkin muita suurempi merkitys, sillä niissä kulkevien kaapelien suuren lukumäärän vuoksi alakattojen sisälle voi muodostua suuri palokuorma. Vaikka hyllyt ovatkin alakattojen sisällä piilossa, voi niihin silti kerääntyä pölyä, joka kasvattaa syttymisriskiä kaapelien ja ympäristön lämpötilan noustessa liian korkeaksi. Määritellään kaapelihyllyille siis tavoitetaso, jonka perusteella määräväli määräytyy. Edellä olevien perusteella niille voitaisiin määritellä kevyt taso, mutta paloturvallisuuden varmistamiseksi määritellään niille kuitenkin tavanomainen taso. Näin ollen ne tulisi tarkastaa 6 vuoden välein (Sähkötieto ry 2006a, 2). Tarkastuksissa on syytä käyttää samanlaista porrastusmenetelmää kuin läpivientien osalta esitettiin.

Tätä määräväliä voidaan soveltaa myös lankahyllyihin ja kaapelitikkaisiin. Myös johtokanavat ja -kourut voidaan sisällyttää tähän määräväliin, mikäli niiden osalta ei aiota tyytyä pelkästään vikailmoituksiin. Säännöllinen määräväli on suositeltavampaa, sillä silloin niihin kohdistuisi varsinaisesti ennakkohuoltoa.

### **5.5.3 Pistorasiat ja kytkimet**

Vaurioituneet pistorasiat ja kytkimet saattavat aiheuttaa sähköturvallisuusriskin tilanteessa, jossa kojeen kosketussuojaus on pettänyt. Tämä saattaa vaikuttaa myös syötettävien tai ohjattavien laitteiden toimintaan. Ensisijaiseksi huoltotehtäväksi otetaan siis mekaanisen kunnan aistinvarainen tarkastus, josta edetään tarkempaan tarkasteluun tarpeen vaatiessa. Tässä tapauksessa puutteellinen kosketussuoja poistetaan ja tarkastetaan itse kojeen kunto. Kytkimien toiminta on yksinkertaista tarkastaa kääntämällä ne toiminta-asentoon. Tarkastuskierroksen aikana havaitut puutteelliset kojeet ja niiden kosketussuojaukset tulee vaihtaa uusiin.

Vanhassa ohjelmassa on tyydytty pistorasioiden ja kytkimien osalta jatkuvaan tarkkailuun. Tämä on järkevä vaihtoehto, sillä kyseisten kojeiden vikaantumisriskiä voidaan pitää todella pienenä, ja niiden runsaan määrän vuoksi niitä kaikkia voi olla todella raskas tarkastaa säännöllisesti. Lisäksi kohteen nykyinen käytön johtaja on laatinut Kehräsaaren kiinteistöjä koskevan sähköturvallisuusohjeen, jota kaikkien tulisi kohteessa noudattaa. Siinä esitetään muun muassa yleisellä tasolla toimenpiteet, mitä maallikon tulee tehdä havaittuaan esimerkiksi rikkoutuneen pistorasian. Näin ollen kohteessa jokainen työntekijä omalta osaltaan vastaa jatkuvasta tarkkailusta, jolloin perusteita säännölliselle tarkastuskierrokselle ei ole.

Sen sijaan esimerkiksi muiden huoltotehtävien yhteydessä olisi hyvä kiinnittää huomio kosteisiin tiloihin ja samalla sellaisiin tiloihin, joissa kojeisiin saattaa kohdistua todennäköisesti ulkoisia vaurioita, kuten iskuja. Ravintoloiden keittiöt ja niiden tavaran vastaanottotilat ovat oikein oivallisia tarkastuskohteita kummastakin näkökulmasta katsottuna, sillä raskaan tavaran liikkuesssa saattaa hyvinkin pistorasioita vahingossa kolhiintua. Kosteissa tiloissa tulee erityisesti varmistua IP44 -luokiteltujen pistorasioiden kunnosta, jotta luokituksen mukainen veden sietokyky ei heikkene. Muun muassa näiden vuoksi ravintoloiden keittiöt on sisällytetty vuosittain tehtävään yleiseen aistinvaraiseen tarkastukseen mukaan.

#### **5.5.4 Maadoitukset, suojamaadoitukset ja potentiaalintasaukset**

Maadoitukset, suojamaadoitukset ja potentiaalintasaukset olivat mukana vanhassa huolto-ohjelmassa. Niille ei kuitenkaan ollut määritettynä toimenpiteitä suoritusvälin ollessa kuitenkin yksi vuosi. Lisäksi ohjelmassa maadoituselektrodin maadoitusresistanssin mittausta tuli tehdä kuuden vuoden välein sekä liitosten tarkastus ja liittimien kiristys kolmen vuoden välein. Määräväliden arvioimisessa tulee perehtyä maadoitusten rooliin, jotta voitaisiin mahdollisesti hyväksyä vanhan ohjelman määrävälit muuttumattomana tai tarpeen mukaan kiristää tai harventaa niitä.

Sähköasennusten maadoittamisella on erittäin merkittävä rooli kiinteistöjen sähköturvallisuuden kannalta, sillä niillä yritetään ensisijaisesti rajoittaa syntyvät kosketusjännitteet (SFS 6000 2017c, 23). Maadoittamisella yritetään estää myös muun muassa vaarallisten jännitteiden siirtyminen ja vaarallisen vuotovi-rojen syntyminen (SFS 6000 2017c, 16). Yllä olevien lisäksi tietyt suojalaitteet edellyttävät maadoituksen asentamista, jotta ne voisivat ylipäättään toimia (SFS 6000 2017c, 10). Maadoittamisella on myös roolinsa häiriönsuojauksessa sähköturvallisuuden lisäksi (SFS 6000 2017a, 34).

Sähköasennusten maadoittamista varten tulee rakentaa yhteys maan potentiaaliin, joka on Kehräsaarella toteutettu asentamalla maadoituselektrodi maahan. Tämä on edelleen yhdistetty maadoitusjohtimilla vanhasta muuntamotilasta löytyvään päämaadoituskiskoon MEB 1, johon kaikki suojamaadoitus- ja potentiaalintasausjohtimet liittyvät joko suoraan tai keskusten ja potentiaalintasauskiskojen (EB) kautta maadoitusjohtimilla.

Käytössä on siis kolme erilaista johdinta, joilla kaikilla on oma tarkoituksensa. Maadoitusjohtimella muodostetaan asennuksen, järjestelmän tai laitteen tietyn osan ja maan välille johtava yhteys. Suojamaadoitusjohtimia käytetään suojauksen vuoksi (esimerkiksi sähköiskulta suojaamiseen) ja potentiaalintasausjohtimet liittävät kaikki johtavat osaan samaan potentiaaliin vaarallisten potentiaalierojen syntyminen estämiseksi. (SFS 6000 2017c, 6).

Huolto- ja kunnossapito-ohjelman laadinnan lähtökohtana on maadoitusten mekaanisen kunnan varmistaminen. Tämä on erityisen tärkeää, jotta varmistetaan sähköisen yhteyden säilymisestä maahan ja sähköisen johtavuuden pysyvän vaaditulla tasolla. Aistinvarainen tarkastaminen on ensisijainen toimenpide, mutta erityisesti massaan upotettujen ja maahan asennettujen johtimien kohdalla tulee käyttää harkintaa niiden ollessa mahdollisesti mahdottomia tarkastaa. Tällaisissa tapauksissa tarkastusten sijaan niiden kuntoa tulee arvioida mitausten avulla. Muille asennuksille voidaan tarpeen mukaisesti suorittaa jatkuvuusmittauksia.

Maadoitusten liittimet ja liitokset tarkastetaan vastaavalla tavalla kuin luvussa 5.2.1 on esitetty. Maadoitusten tapauksessa liitosten resistanssilla ei ole vaikutusta paloturvallisuuteen, sillä maadoitus- ja suojajohtimissa kulkee virta ainoastaan vikatilanteessa. Resistanssia tulee kuitenkin tarkkailla, sillä sen kasvu heikentää sähköistä johtavuutta ja siten maadoitusten toimintakuntoa.

Selvitetään maadoituksille tavoitetason määrittelyn kautta sopiva määräväli. Maadoitusten mekaaninen rakenne koostuu liitoksien ja liittimien avulla yhdistetyistä komponenteista, joita ovat johtimet ja kiskot. Nämä eivät voi muulla tapaa vikaantua kuin korroosion tai mekaanisen vaurioitumisen kautta. Korroosion esiintymistä voidaan pitää epätodennäköisenä, sillä asennusolosuhteet ovat pääasiassa olleet kuivia tiloja. Mekaaninen vaurioituminen on voinut tapahtua ainoastaan asennusvaiheessa, ja uusien asennusten on läpäistävä niille suoritettavat käyttöönottotarkastukset, jolloin myös vaurioiden esiintymistä voidaan pitää epätodennäköisenä. Näillä perusteilla liitokset ja liittimet katsotaan olevan maadoitusten toimintakyvyn heikkenemisen kannalta merkityksellisimpiä. Erillisiä kiskoja lukuun ottamatta ne sijaitsevat pääosin jakokeskusten sisällä, jolloin ne ovat suojassa mekaanisilta vaurioitumisilta. Myös korroosion esiintymisen todennäköisyyttä voidaan pitää pienenä jakokeskusten sijaitessa pääosin kuivissa tiloissa.

Maadoituksista maadoituselektrodi ja muutama käyttömaadoitus ovat ainoat maahan asennettavat komponentit. Käyttömaadoituksella tarkoitetaan maadoitustapaa, jossa virtapiirin osa yhdistetään joko suoraan tai pienen impedanssin avulla suoraan maahan. Täten niitä voi uhata ainoastaan korroosio niiden ollessa suojassa mekaanisilta vaurioilta. Korroosion esiintymistä ei kuitenkaan pystytä millään tavalla arvioimaan tai todentamaan, joten tässä tapauksessa täytyy luottaa siihen, että maahan asennetut johtimet kestävät suunnitelmien mukaisesti maaperässä vallitsevat olosuhteet.

Määritellään yllä olevien pohdintojen pohjalta sopiva tavoitetaso. Tavoitetasoksi voitaisiin määritellä erittäin vaativa taso sillä perusteella, että vikatilanteessa maadoitusten virheellinen toiminta aiheuttaa välittömän vaaran. Kuitenkin yllä oleviin pohdintoihin nojautuen maadoitusten kuluminen on erittäin vähäistä, vi-

kaantuminen epätodennäköistä ja niiden asennukset on täytynyt läpäistä käyttöönottotarkastukset. Määritellään tavoitetasoksi siis tavanomainen, jolloin liitosten tarkastukset, liittimien kiristykset sekä maadoituselektrodin maadoitusresistanssin mittaus tulee suorittaa kuuden vuoden välein (Sähkötieto ry 2006b, 5).

Koska kehräsaaren kiinteistöjen maadoitukseen kuuluu pien- ja keskijännite-maadoituksia, niin huomioidaan vielä suurjännitestandardi määrävälillä määrittämisessä. Sen mukaan maadoituselektrodin maadoitusresistanssi tulee mitata kuuden tai kahdentoista vuoden välein riippuen siitä, onko maadoitus yhden vai useamman maadoitusjohtimen varassa. Lisäksi siinä mainitaan, että mikäli maadoitusjärjestelmän maadoitusresistanssille ei ole vaadittu arvoa, niin maadoituksen eheyden tarkastus riittää tehdä silmämääräisesti tai mittaamalla. (SFS 6001 2018, 145)

Kohteen maadoituksen ollessa yhden maadoitusjohtimen varassa suurjännitestandardin ja määritellyn tavoitetason mukaan vanhan ohjelman mukaista määrävälillä ei tarvitse muuttaa maadoitusresistanssin mittauksen osalta. Ainoastaan liitosten tarkastusten ja liittimien tarpeen mukaisten kiristysten määrävälillä harvennetaan kolmen vuoden sijasta tehtäväksi kuuden vuoden välein sähköjakelun keskusten osalta.

Tilannetta hankaloittaa vielä keskijännitekojeiston ja jakelumuuntajan sekä näiden lisäksi sähköpääkeskuksen katkaisijoiden ja B-talon sähkökattilan liitosten tarkastukset ja liittimien kiristykset. Keskijännitekojeistoa ja jakelumuuntajaa varten määrävälillä pidetään lukujen 5.1.1 ja 5.1.2 mukaisesti kolmen vuoden välein tapahtuvaa tarkastusta. Sähkökattilan ja katkaisijoiden valmistajat vaativat kyseisten tarkastusten tehtävän kahden vuoden välein, mutta määrävälillä yksinkertaistamiseksi ja turhien yksittäisten tarkastusten välttämiseksi liitetään nekin kolmen vuoden välein tapahtuviin tarkastuksiin.

Välttyäkseen päällekkäisyyksiltä ja turhilta tarkastuksilta maadoitusten liitosten tarkastukset ovat järkevintä yhdistää luvussa 5.2.1 esitettyyn kuuden vuoden välein tapahtuvaan lämpökamerakerrokseen, jossa kuvataan kohteen kaikki jakokeskukset. Muiden kuin sähköjakelun keskusten osalta lämpökuvaukset teh-

dään kolmen vuoden välein. Niitä eivät ole muut kuin edellä mainitut keskijännitejakelujärjestelmään liittyvä laitteisto sekä sähköpääkeskuksen katkaisijat ja B-talon sähkökattila. Sähkökattilan ja kompaktkatkaisijan liitokset voidaan kiristää käytännössä milloin tahansa, mutta pääkatkaisijan ja keskijännitelaitteiston kiristykset vaativat kiireettömissä tapauksissa sähkökatkon määrävälän suunnittelua.

### 5.5.5 Johdot

Tarkastellaan vielä viimeisenä osiona itse johdot. Johtimet ja kaapelit jaetaan joko vahva- tai heikkovirtakaapeleiksi riippuen niiden käyttötarkoituksesta. Vahvavirtakaapeleissa käytetään korkeaa vaihtojännitettä, jolloin niitä käytetään tehonsiirtoon. Heikkovirtakaapeleita käytetään tyypillisesti tiedonsiirtoon, jolloin niissä käytetty jännite on usein matala tasajännite.

Suunnitteluvaiheessa johdin tai kaapeli valitaan sopivaksi käyttötarkoitukseensa nähden huomioimalla muun muassa sähkötekniset mitoitukset ja asennusympäristön olosuhteet, ja asennusvaiheessa huolehditaan niiden asianmukaisesta asentamisesta ja vaurioitumattomuudesta. Molempien vaiheiden oikein tehtyään johtimet ja kaapelit katsotaan kestävästä käytöstä aiheutuvan kulutuksen ja selviävän teknisen käyttöikänsä päähän. Mikäli suunnittelu- tai asennusvaiheessa on tapahtunut virheitä, saattavat niistä aiheutuvat viat paljastua huolto- ja kunnossapitotarkastusten yhteydessä.

Kuluvat osat ovat käytännössä eriste- ja johdinmateriaalit jokaisella kaapelilla ja johtimella, vaikka ne kuluvat eri tavalla riippuen kaapeleiden ja johtimien ominaisuuksista ja asennusympäristöstä. Käytön aikana eristeet saattavat kuluu, mutta tätä todennäköisempi tapahtuma on eristeen vaurioituminen asennusolosuhteiden vuoksi. Heikkovirtajohtimien tapauksessa tämä ei välttämättä ole vaarallista, mutta vahvavirtajohtimien tapauksessa se on. Näin ollen ensisijaisena huoltotoimenpiteenä pidetään johtojen eristeiden kunnon tarkkailua aistinvaraisesti tai tarvittaessa eristysvastusmittauksella, mikäli aistinvaraista tarkastusta ei pystytä tekemään. Johdinmateriaalien ollessa metallisia ne eivät tavanomai-

sisäolosuhteissa kulu, mutta mekaanisten rasitusten ja korroosion vaikutuksesta ne saattavat heiketä. Mekaanista rasitusta ovat muun muassa iskut, lävistykset, puristukset, pieni taivutussäde ja suuri vetorasitus.

Edellisen toimenpiteen lisäksi johdotuksiin liittyen voisi tarkkailla niiden lämpenemistä ja häiriönsuojausta. Kuormitetuissa johdoissa tapahtuvalla lämpenemisellä on vaikutusta paloturvallisuuteen. Suunnittelu- ja asennusvaiheissa tapahtuvien virheiden lisäksi kaapeleiden ja johtimien huolimaton käyttö, puutteellinen huolto tai kaapelivirhe saattaa lisätä niissä tapahtuvaa lämpenemistä (Tiainen 2018, 2). Valmistajat antavat suurimmat sallitut lämpenemät kaapeleidensa tuotetiedoissaan ja ne ovat eristemateriaalista riippuvaisia. Kohteessa on käytössä runsaasti sisäasennukseen tarkoitettua MMJ-kaapelia, joka on PVC-eristeinen. Kun tällainen kaapeli syttyy liiallisen lämpenemän vuoksi pahimmassa tapauksessa palamaan, vapautuu PVC:stä jo varsin varhain myrkyllisiä ja hengenvaarallisia klooriyhdisteitä sekä myrkyllistä hiilimonoksidia. Lisäksi palon edetessä klooriyhdisteet muodostavat happoja, jotka tekevät näkemisestä ja hengittämisestä hankalampaa, aiheuttavat palovamman kaltaisia oireita sekä aiheuttavat korroosiota sähkölaitteille ja teräsrakenteille (Tiainen 2018, 6).

Näin ollen johtojen lämpenemistä voitaisiin tarkkailla esimerkiksi lämpötilamittauksien tai lämpökuvausten avulla kohdistamalla toimenpiteet runsaasti kuormitettuihin johtimiin ja lukumäärältään runsaasti kuormitettuja johtimia sisältäviin johtoteihin, kuten kaapelihyllyihin. Koska kaapelihyllyillä kulkee runsaasti useita johtimia samassa nipussa, ja jokainen kuormitettu johto lämmittää itsensä lisäksi ympärillä olevia johtoja, on yksittäisen johdon lämpötilan mittaaminen tai kuvaaminen hankalaa. Lämpenemisen todentamista varten tulisi vielä laatia luettelo, jossa ilmoitetaan kaikki kohteen kaapelit ja niiden suurimmat sallitut lämpötilat. Vaikka luettelo olisikin kaikin puolin täydellinen, on kaapelin tunnistaminen kaapelihyllyssä hankalaa, vaikkakin johdinmerkinnät olisivatkin keskuksilta lähdettäessä kunnossa. Näillä perusteilla tyydytään tarkistamaan johtojen lämpötilat käsin kokeilemalla, että ne ovat niin sanotusti käyttölämpimiä.

Sama pätee häiriönsuojaukseen. Huollon ja kunnossapidon kannalta tällä tarkoitetaan sitä, että vahva- ja heikkovirtakaapelien tulee olla suunnitelmien mu-



kaisesti tarpeeksi erillään toisistaan niiden kulkiessa samalla kaapelihyllyllä, mikäli heikkovirtakaapelit eivät täytä pienjännitesähköasennuksia koskevan standardin kohdassa 444.6.3 esitettyjä vaatimuksia (SFS 6000 2017a, 43–44). Mikäli suunnitelmissa ei ole etäisyyksiä määritelty tai tieto muuten puuttuu, häiriönsuojauksen kannalta vahva- ja heikkovirtakaapelien välisenä etäisyytenä tulee pitää vähintään 200 mm (SFS 6000 2017a, 41). Näiden kahden tyyppisen kaapelin erottaminen perustuu siihen, että vahvavirtakaapeleiden johtimissa kulkeva virta synnyttää ympärilleen sähkö- ja magneettikenttiä, jotka saattavat häiritä tai vahingoittaa heikkovirtakaapeleiden sähköisiä ominaisuuksia. Näin käy, sillä tehonsyöttöverkossa kulkee suurempi virta ja siten syntyy voimakkaampi sähkö- ja magneettikenttä kuin viestintään käytetyssä verkossa. Käytännössä etäisyyksistä huolehtiminen saattaa olla mahdotonta tilanteessa, jossa hyllyllä ei ole tarpeeksi tilaa tai johdot on asennettu pahasti sekaisin.

Vanhassa huolto-ohjelmassa johdot olivat tarkastuksen kohteena 6 vuoden välein. Sen perusteella tarkoituksena oli tarkastaa johtojen kiinnitykset sekä niiden mekaaniset suojat. Yllä olevien pohdintojen perusteella näiden toimenpiteiden lisäksi huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan otetaan mukaan lämpenemisestä ja häiriönsuojauksesta huolehtiminen. Näin ollen enää pohdittavaksi osuudeksi jää enää yllä olevan määrävälän sopivuus. Johdotuksien määrä on valtava, ja ne pääasiassa kulkevat piilossa johtokanavissa tai kaapelihyllyillä alakattojen sisällä, jolloin niihin käsiksi pääseminen ei ole aivan yksinkertaista. Tämä on toisaalta hyväkin asia, sillä käytännössä näissä asennusolosuhteissa johdotuksiin ei kohdistu mekaanisia vaurioita.

Lämpenemien osalta voidaan painottaa tarkastuksia eniten kuormitetuille kaapelihyllyille, joissa siis kulkee eniten kuormitettuja johtimia samassa nipussa. Johtojen käsin lämpötilan kokeilu suoritetaan aluksi kaapelihyllyjen tarkastusten yhteydessä ja jatkotoimenpiteenä tulee tavalla tai toisella mitata niiden lämpötila, mikäli ne tuntuvat niin sanottua käyttölämpöä lämpimimmiltä. Mittaustulosten perusteella voi jatkoa ajatellen pohtia, tuleeko niille laatia oma määräväli.

Kohteessa on opinnäytetyön kirjoittamishetkellä meneillään ja tulossa saneerauksia, joten tilojen mahdollisten sähkölaitteiden tehon kasvaessa merkittävästi

olisi järkevää todeta näissä tapauksissa johtojen lämpenemät. Vastaavasti häiriönsuojauksen kannalta pahin tilanne on kaapelihyllyillä, joten eri kaapelityyppien etäisyyksistä voidaan huolehtia samaan aikaan kaapelihyllyjen tarkastusten ja johtojen lämpötilojen käsin kokeilujen yhteydessä. Tehtävät toimenpiteet ovat siis pääosin aistinvaraisia, joten oman määrävälän sijasta liitetään nämä toimenpiteet kohteeseen vuosittain tehtävään yleiseen aistinvaraiseen tarkastukseen mukaan.

## 5.6 Sähkölaitetilat

Yleisellä tasolla sähkölaitteet ja -laitteistot sijoitetaan omiin tiloihinsa, sillä laitteet monesti suunnitellaan ja valitaan tilassa vallitsevien olosuhteiden perusteella. Näitä olosuhteita tulee siis tarkkailla ja säilyttää suunnitellun käyttötarkoituksen mukaisina säilyttääkseen sähkölaitteiden käyttöedellytykset. Olosuhteiden lisäksi tulee tilat yleisesti pitää kunnossa, jotta ne säilyisivät turvallisina ja käyttökelpoisina.

Sähkölaitetilojen lisäksi Kehräsaarella on ravintolan käytössä ulkopuolinen nestekaasuvarastokaappi, jonka sisäpuolinen tila tulee luokitella luokan 1 räjähdysvaaralliseksi tilaksi ja ulkopuolinen ympäristö 1,5 metrin säteellä luokan 2 räjähdysvaaralliseksi tilaksi SFS käsikirjan 59 kohdan 5.7.12 mukaan. (Korhonen 2020) Kyseinen varastokaappi on varustettu nestekaasukilvellä, mutta liitteen 1 mukainen kilpi kertoisi oikeasti sen, mistä on kysymys. Lisäksi sisätiloissa säilytetään ja käytetään useampaa nestekaasupulloa, jonka säilytystila on varustettu samanlaisella kilvellä kuin nestekaasupulloverastokin. SFS käsikirjan 59 kohdan 5.7.13 mukaan useamman sisätiloissa säilytettävän nestekaasupullon vuoksi niiden välitön ympäristö on luokan 1 räjähdysvaarallinen tila ja niiden ympäristö 1,5 metrin säteellä luokan 2 räjähdysvaarallinen tila (Korhonen 2020).

Näitä kyseisiä nestekaasupulloja käyttävän henkilön haastattelun perusteella asiasta on aikanaan käyty keskustelua. Sen perusteella muun muassa eräs suoraan ulos johtava ovi on määritelty olevan hätätilanteessa palokunnan hyökäysreitti. Näitä ei kuitenkaan tämän enempää käsitellä tässä opinnäytetyössä,

sillä kumpikaan tapaus ei aseta sähkölaitteille tai -asennuksille erityisvaatimuksia. Näin ollen kyseisiä tiloja ei liitetä sähkölaitteiston huollon ja kunnossapidon piiriin.

Sähkölaitetilat ovat siis tiloja, joihin aikaisemmissa luvuissa esitetyt sähkölaitteet- ja laitteistot, kuten jakelumuuntajat, keskijännitekojeistot ja sähkökeskukset, on sijoitettu. Jotta näissä tiloissa olevat sähkölaitteet säilyisivät turvallisina, tulee itse tilasta sekä siitä aiheutuvista kuormituksista huolehtia. Toimenpiteet ovat pääosin samoja riippumatta siitä, onko kyseinen tila keskijännite- vai pääjakelujärjestelmän tila. Keskijännitejärjestelmän tiloihin liittyy erityisesti käyttö- ja turvavälineiden sekä kojeistojen ja muuntajien osalta enemmän tarkastettavia osia pääjakelujärjestelmän tiloihin verrattuna.

Tilojen kunnosta huolehditaan tarkastamalla ensin kaikki tilaan liittyvien mekaanisten rakenteiden, kuten lattia, seinät ja katto, olevan kunnossa ja ettei tuho- laisvaurioita esiinny. Samalla tarkastetaan tiloihin johtavien kulkureittien olevan vapaana ylimääräisestä tavarasta, ovien lukitusten olevan kunnossa sekä varoituskilpien ja tunnisteiden olevan olemassa. Mahdolliset puutteet kirjataan tarkastuspöytäkirjaan jatkotoimenpide-ehtoituksineen, jotka pitää pyrkiä toteuttamaan mahdollisuuksien mukaan.

Tarkastuksen jälkeen arvioidaan tilojen käytön olevan turvallista tarkastamalla muun muassa ensiapuhjeiden olemassaolo ja mekaanisten suojien ja merkintöjen olevan paikallaan. Turvallisuudesta varmistumisen jälkeen tulee huolehtia tiloissa vallitsevien olosuhteiden olevan kunnossa. Tältä osin tarkastetaan tilojen lämpötilojen olevan kohdallaan, ilmanvaihdon ja jäähdytyksen olevan huollettuja ja toimintakuntoisia, tilojen olevan tilaluokituksen mukaisia (kuivissa tiloissa ei esimerkiksi esiinny kosteutta), eikä muita vaaraa aiheuttavia tai kuormittavia tekijöitä esiinny. Lopuksi kiinnitetään huomiota tilojen yleiseen kuntoon. Tältä osin tarkastetaan, että tilat ovat siistejä ja vapaita ylimääräisestä tavarasta, jotka ovat turhaa palokuormaa. (Härkönen 2020a, 1)

Tarkistettuaan tilojen kunto ja niiden turvallisuus tulee vielä varmistua avainhallinnan asianmukaisuudesta. Sähköturvallisuusstandardi velvoittaa, että maal-

likoiden pääsyä tiloihin, jossa voi esiintyä sähköstä aiheutuvaa vaaraa, tulee rajoittaa (SFS 6002 2018, 15). Näin ollen tilojen täytyy olla riittävästi lukittuja ja asiattomilta henkilöiltä ei saa löytyä avaimia tai muita kulkuoikeuksia sähkölaite-tiloihin.

Tiloihin liittyy vielä työskentelyä helpottavia ja sen mahdollistavia tekijöitä. Tilan osalta huolehditaan esteettömästä pääsystä, eli sähkölaitteiden läheisyys ja tilan edusta tulee olla vapaana ylimääräisistä esteistä laitteiden luokse pääsemisen mahdollistamiseksi. Myös valaistuksella on olennainen rooli työskentelyn mahdollistamisessa, joten sen toimivuus tulee varmistaa ja tapauskohtaisesti arvioida sen riittävyys ja lisävalaistuksen tarve. Tiloista tulee lisäksi löytyä käyttö- ja turvavälineisiin lukeutuvia varusteita, kuten ensiapuohjeet ja sähköpiirustukset, sulakkeiden vaihtolaitteet sekä jännitteenkoettimet ja niihin liittyvät välineet. Erityisesti muuntamotiloista tulee näiden lisäksi löytyä muun muassa erottimien ohjaussauvat ja työmaadoituslaitteet ja -välineet sekä lämpö- ja jännitesuojakäsineet ja kypärät- ja kasv suojat. (Härkönen 2020a, 1)

Sähkölaitetilojen tarkastukset tehdään siten, että pääjakelujärjestelmän tilat tarkastetaan kuuden vuoden välein sähkönjakelun keskusten kunnossapitotarkastusten yhteydessä ja keskijännitejakelujärjestelmän tilat vuosittain yleisen aistinvaraisen tarkastuskierroksen yhteydessä. Lisäksi käytön johtaja voi tarkastaa kummankin jakelujärjestelmän tilat omalla erillisellä kierroksellaan kerran tai kaksi kertaa vuodessa (Härkönen 2020a, 1).

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön aikana on tullut varsin hyvin selväksi erilaisten määräysten edellyttävän ja ohjaavan sähkölaitteiston huoltoa ja kunnossapitoa. Määräysten tärkeimpänä tavoitteena on ylläpitää ja siten varmistaa sähkölaitteiston turvallisuus ja toimintakunto.

Huolto- ja kunnossapito-ohjelmisto on laadittu sellaiseksi, että sitä on mahdollisimman helppo käyttää ja ylläpitää. Toimeksiannossa ei annettu muita ohjeita ohjelmiston suhteen kuin että siihen piti laatia soveltuva sisältö Kehräsaaren sähkölaitteiston ennakkohuolto-ohjelmalle. Tämä tarkoitti käytännössä sitä, että laadin siihen asiakirjoja, kuten ennakkohuolto-ohjeita ja tarkastuspöytäkirjoja. Laadittavien huolto-ohjeiden täytyi ensisijaisesti perustua laitevalmistajien suosituksiin, ja mikäli sellaisia ei ollut saatavilla, tuli käyttää kyseessä olevalle laitteistolle sopivia yleisiä huolto-ohjeita ja suosituksia. Muutoin ohjelmiston rakenne on toteutettu itsenäisesti kohteen lähtötietojen perusteella sekä omaa pohdintaa käyttäen.

Ohjelma oli alun perin suosituksissa annettujen esimerkkien kaltainen yksi yksinkertainen luettelo, mutta tästä haluttiin luopua. Syynä on varmaankin ollut se, että tällaisessa luettelossa huoltotoimenpiteitä ei ole varsinaisesti pystytty käsittelemään ja sen sisältämiä tietoja on joutunut levittämään useaan paikkaan. Lisäksi huoltotilannetta on ollut vaikea seurata, sillä tällainen luettelo on täysin manuaalisen päivittämisen varassa, ja tietojen ollessa levitettynä useampaan paikkaan, hankaloituu tietojen päivittäminen entisestään. Näiden syiden vuoksi ohjelmisto on hankittu, josta pystyy helposti tulostamaan huoltohenkilökunnalle työohjeet ja tarkastuspöytäkirjat yhdestä paikkaa. Tärkeimpänä ominaisuutena on automaattisempi ja kalenteriaikaan sidottu seurantaohjelma, jonka hälytystietojen perusteella on helppo seurata huoltotilannetta.

Mikäli dokumentteja täytyy myöhemmin päivittää, onnistuu sekin helposti samasta paikkaa etsimällä muokattavat ohjeet huoltokansiosta. Tätä on helpotettu siten, että erillisiä tarkastuspöytäkirjoja sekä työohjeita ei ole, vaan ne ovat yhdistettynä laite- tai järjestelmäkohtaisesti yhdeksi Word-tiedostoksi. Näin ollen

jokaista erillistä Word-tiedostoa ei tarvitse lähteä päivittämään, kääntämään niitä PDF-muotoon ja korvaamaan useampaa tiedostoa ohjelmistosta. Siten ohjelmiston ylläpitäminenkin on vaivattomampaa, kun siellä pidetään mahdollisimman vähän dokumentteja tallennettuna.

Sähköisen huoltokansion etu liittyy myös kaikkiin olemassa olevien sähködokumenttien, kuten esimerkiksi tasopiirustusten, keskuskaavioiden, laiteluetteloiden ja järjestelmäkaavioiden, saatavuuteen. Sähköinen huoltokansio helpottaa oleellisesti sähködokumenttien ajantasaisuudesta huolehtimisesta sekä niiden ylläpidosta. Paperisiin dokumentteihin saattaa ajan saatossa kerääntyä paljon punakynämerkintöjä, jolloin ne saattavat olla vaikeasti luettavissa tai dokumentit itsessään ovat huonokuntoisia repeytymisten ja muiden vuoksi. Siksi on järkevää siirtää punakynämerkinnät sähköisiin dokumentteihin, jolloin ne olisivat aina ajantasaisimpia ja päivitetty dokumentit voidaan tarvittaessa tulostaa uudestaan käyttöpaikoille.

Huolto- ja kunnossapito-ohjelmiston sisältö on laadittu huolellisesti säädöksien, velvoittavien standardien, sähkötietokortiston ohjekorttien ja valmistajien ohjeiden avulla. Huolto- ja kunnossapito-ohjelmien laatiminen on yksinkertaista edellä esitettyjen lähteiden avulla, mikäli aivan kaikista huolto- ja kunnossapitotarpeista ei haluta varmistua. Varmistettaessa laitteiden ja laitteistojen turvallisuus ja toiminnallisuus, tulee niiden erityisominaisuudet tuntea huolto- ja kunnossapito-ohjelmia laadittaessa. Ohjelmat on toteutettu jälkimmäisellä tavalla, sillä aihepiiri on ollut itselleni täysin uusi kokemus ja kohteen kaikista sähkölaitteiston osien turvallisuudesta ja kunnosta ei ole täyttä varmuutta, sillä niihin ei ole välttämättä aiemmin kohdistettu huoltoa ja kunnossapitoa. Näin tulee muutenkin toimia, sillä tavoitteena on kuitenkin täyttää sähköturvallisuusmääräysten vaatimukset.

Määräyksissä ei yleensä kuitenkaan tarkenneta, kuinka käyttäjä voi huolehtia vaatimusten täyttymisestä. Näin ollen huolto- ja kunnossapito-ohjelmistolle ei ole olemassa yhtä ainutta ratkaisua, vaan se räätälöidään aina kohdekohtaisesti. Jokaisen sen sisältämän ohjelman lopullinen tavoite on kuitenkin sama –

sähköturvallisuusmääräysten mukainen kunnan ja turvallisuuden tarkkailu –, joten ohjelmiston perusedellytyksien pitäisi näin ollen olla määräysten näkökulmasta katsottuna kunnossa.

Myöskään toimenpiteiden määräväliä ei tyypillisesti käsitellä määräyksissä, ellei kyse ole joistain erityisistä tarkastuksista. Opinnäytetyön määrävälit on määriteltävä huolellisesti perustuen lakeihin, velvoittaviin standardeihin, valmistajien ohjeisiin ja ohjekortteihin. Velvoittavista standardeista ja valmistajien ohjeista poiketaan ainoastaan erityistapauksissa tai muuten hyvillä perusteluilla. Velvoittavista standardeista voidaan poiketa selvitystyön tekemällä ja valmistajien ohjeista käytännön kannalta järkevyyden perustein. Esimerkiksi vikavirtasuojakytkimien tapauksessa ei ole järkevää laatia jokaisen valmistajan vikavirtasuojakytkimelle omaa koestamisen määräväliä, vaan valitaan eri valmistajien ohjeissa ilmoitetuista määräväleistä sopiva keskiarvo, jonka perusteella koestetaan kohteen kaikki vikavirtasuojakytkimet kerralla.

Määrävälejä tulee jatkossa joka tapauksessa tarkkailla ja tarpeen vaatiessa muuttaa, sillä ne ovat käytännössä kuitenkin vain yleisiä suosituksia. Sama pätee valmistajien ohjeisiin, sillä niissä on saattanut jäädä huomioimatta oleellisetkin asiat liittyen laitteisiinsa ja laitteistoihinsa. Myös suunnittelija tai käyttäjä saattaa toimia virheellisesti. Laitte tai laitteisto on saatettu suunnitella asennettavaksi tilaan, johon sitä ei ole tarkoitettu käytettäväksi tai sitä käytetään muuten väärin.

Siten tarkastusten aikana havaittujen puutteiden perusteella määrävälien tulisi tarkentua ajan saatossa. Erityisesti heikentävät muutokset laitteiden ja laitteistojen kunnossa ja turvallisuudessa tulisi johtaa joko ennakkohuollon määrävälien kiristämiseen tai pohdintaan, kannattaako jo ryhtyä korjaavan huollon toimenpiteisiin. Mikäli tarkastuksissa ei havaita tällaisia puutteita, voidaan vastaavasti määrävälien harventamista tapauskohtaisesti harkita. Mahdolliset muutokset tulee määrävälien lisäksi kohdistaa myös tehtäviin toimenpiteisiin. Näin ollen voitaisiin sanoa, että opinnäytetyönä laadittu ohjelmisto ei ole vielä alkuunkaan valmis, vaan se tulee saamaan lopullisen muotonsa vasta ajan kuluessa. Jotta sen suhteen päästäisiin niin ikään maaliin, tulee siihen suhtautua jatkuvan kehittämisprojektin tavoin.

Tarkastusten lisäksi hyvänä jatkotoimenpide-ehdotuksena voitaisiin pitää vika-historian keräämistä sähkölaitteista. Tämä on olennainen osa ennaltaehkäisevää huoltoa, kun oireilevat sähkölaitteet saadaan laiteryhmittäin selville. Esimerkiksi B-talon sähkökattilassa olevien löysien liitosten kiristysten lisäksi siitä on jouduttu vaihtamaan piirilevy sekä kontaktoreja. Kun tällaisista vioista pidettäisiin kirjaa, olisi esimerkiksi tässä tapauksessa päätöksenteko sähkökattilanmahdollisesta uusimisesta helpompaa.

Työn laadinnan eteneminen on kuitenkin ollut odotettua mutkikkaampi. Alkuvaiheen palaverista työstä sai aivan erilaisen kuvan kuin millaiseksi se loppujen lopuksi paljastui. Siinä annettiin ohjeistukseksi, että opinnäytetyönä laadittavien ennakkohuolto-ohjeiden tuli ensisijaisesti perustua laitevalmistajien suosituksiin, ja mikäli sellaisia ei ollut saatavilla, niin apuna tuli käyttää sopivia yleisiä huolto-ohjeita ja suosituksia.

Tämä toimi alkuun hyvin, sillä kohteen 5 kilovoltin jakelujärjestelmästä tehtiin niin sanottu pilotti, jolla annettiin ohjelmiston rakentavalle insinööritoimistolle vaatimukset ohjelmistolle. Keskijännitekojeistolle ja jakelumuuntajalle saatiin näin laadittua nopeasti tehtäväluettelo, mutta kokemattomuus aiheutta kohtaan näkyi jo tässä kohtaa työohjeiden laatimisessa. Niistä tuli alkuun erittäin detaljeja ja monta sivua pitkiä, kunnes käytön johtajan päätöksellä sopivaksi työohjeen pituudeksi määriteltiin yksi sivu. Alkuun tämä tuntui varsin mahdollottomalta ajatukselta, mutta syy tähän alkoi kirkastua ohjeiden sisällön karsimisen yhteydessä. Työohjeissa on tarkoitus ainoastaan luetella, mitä kyseessä olevalle laitteelle tai laitteistolle tulee tehdä ja muita oleellisia asioita, kuten esimerkiksi työjärjestys. Niissä ei kuitenkaan ole ollenkaan tarkoitus kertoa, miksi niitä toimenpiteitä tulee tehdä ja miten niitä tulee tehdä.

Kun keskijännitejakelujärjestelmästä päästiin etenemään muualle, alkoi etenemässä määrin tulla ymmärrys siitä, ettei pelkästään valmistajien ohjeilla työstä voi selvitä. Näin ollen eri järjestelmien kohdalla tulikin ensimmäisenä tarkastaa, kohdistuuko niihin viranomais määräyksiä tai velvoittavia standardeja, joiden perusteella niitä joko tulee tai ei tule huoltaa. Näin ollen aineistoa ja perehtymistä



tarvittiin runsaasti enemmän kuin alkuun saattoi ajatella. Havaintojen perusteella työn kasvaessa myös tarvittavan aineiston määrä kasvoi, jolloin työn aikataulu alkoi venymään.

Lopulta huolto- ja kunnossapito-ohjelmisto saatiin tavallaan valmiiksi, mutta se jäi pitkäksi ajaksi roikkumaan niin sanotuksi nollaversioksi, sillä viimeinen lukuvuosi alkoi ja siten resurssit sen jatkamiselle alkoi vähenemään. Lisäksi käytön johtajuus vaihtui kesken opinnäytetyön tekemisen, mikä omalta osaltaan aiheutti viivästymistä, sillä huolto- ja kunnossapito-ohjelmiston sisältöä ei varsinaisesti ollut kommentoitu, ja uutta käytön johtajaa tuli perehdyttää ohjelmiston käyttöön ja räätälöidä sitä uudestaan paremman käytettävyyden takaamiseksi.

Jälkeenpäin ajateltuna olisi ollut parempi tehdä tämä opinnäytetyö vasta viimeisen lukuvuoden keväällä, sillä silloin olisi ollut paremmat lähtökohdat tämän työn tekemiseksi. Tämä lähinnä siitä syystä, että sähkölaitteiston käyttöä ja kunnossapitoa koskeva kurssi järjestettiin vasta viimeisen lukuvuoden syksyllä. Tampereen ammattikorkeakoululla talotekniikan opetuksen painopiste on muutenkin ollut selvästi erinäisten kohteiden sähkösuunnittelussa, mutta omasta mielestäni myös huolto ja kunnossapito on olennainen osa rakennusten sähkösuunnittelua. Kun tämä huomioidaan jo heti suunnittelun alussa, asiakkaalle voidaan valikoida helposti ylläpidettävä sähkölaitteisto ja sen mukana tarjota jo etukäteen kohteeseen räätälöity huolto- ja kunnossapito-ohjelma valmistajien käyttöohjeiden lisäksi. Tällä tavoin vähennetään jo lähtökohtaisesti asiakkaalle kohdistuvia huolto- ja kunnossapitokustannuksia sekä lisätään asiakastytyväisyyttä.

Lopuksi haluan omalta puoleltani vielä kiittää kaikkia niitä henkilöitä, jotka ovat mahdollistaneet tämän opinnäytetyön, ovat muuten auttaneet työn laadinnassa tai ovat ottaneet minut mukaan opinnäytetyön ulkopuolisiin tehtäviin. Osoitan kiitokseni entiselle käytön johtajalle Jussi Wallinille, nykyiselle käytön johtajalle Ville Lambergille, H. Liljeroos Oy:n Annica Tervoselle, Anton Kanervalle, Peter Kanervalle ja Marcus Kanervalle sekä Pispalan Sähköliike Oy:n Henri Hoffrenille.

## LÄHTEET

Alhainen, J. 2015. Jakokeskusten sähköisten liitosten vikaantumismekanismit ja sähköpalot. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö.

Apollo Fire Detectors Ltd. 2010. A guide to the care, maintenance and servicing of Apollo products. Luettu 3.3.2021. [https://adiglobal.pl/shop/download/document/www/systemy\\_pozarowe/wyposazenie\\_instalatora/testery\\_czujek\\_specialnych/29600-266APO\\_53832-020EUR\\_55000-870EUR%20Przewodnik%20konserwacji%20produktow%20Apollo%20ORG.pdf](https://adiglobal.pl/shop/download/document/www/systemy_pozarowe/wyposazenie_instalatora/testery_czujek_specialnych/29600-266APO_53832-020EUR_55000-870EUR%20Przewodnik%20konserwacji%20produktow%20Apollo%20ORG.pdf)

Finanssiala ry. 2017. Murtohälytysjärjestelmät ja -palvelut. Turvallisuusohje. Luettu 22.1.2021. [https://www.finanssiala.fi/vahingontorjunta/dokumentit/Murtohalytysjarjestelmat\\_ja\\_palvelut\\_ohje.pdf](https://www.finanssiala.fi/vahingontorjunta/dokumentit/Murtohalytysjarjestelmat_ja_palvelut_ohje.pdf)

Finn Electric Oy. 2017. Valuhartsieristeiset muuntajat. Tekninen opas. Luettu 7.3.2021. [http://media.klinkmann.fi/catalogue/content/menu\\_fe/imefy\\_fe.html](http://media.klinkmann.fi/catalogue/content/menu_fe/imefy_fe.html)

Fluid Intelligence. 2017. Miksi öljyn kuntoa seurataan? Öljyanalyysin hyödyntäminen. Julkaistu 6.11.2017. Luettu 25.11.2020. <https://fi.fluidintelligence.fi/news/2017/11/6/miksi-ljyn-kuntoa-seurataan>

France Transfo. 1999. Instructions for installation, comissioning and maintenance. Luettu 25.11.2020. [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=User+guide&p\\_File\\_Name=GEa220000a+080103.pdf&p\\_Doc\\_Ref=GEa220000a+080103](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File_Name=GEa220000a+080103.pdf&p_Doc_Ref=GEa220000a+080103)

Hallituksen esitys Eduskunnalle laiksi eräiden virkojen perustamisesta ja eräiden virkojen lakkauttamisesta 28.9.2007/94. Luettu 27.1.2021. [https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Documents/he\\_94+2007.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Documents/he_94+2007.pdf)

Harvia Oy. 2016. Legend. Sähkökiukaan asennus- ja käyttöohje. Luettu 9.1.2021. <https://harvia.fi/tuki/asennus-ja-kayttoohjeet/>

Harvia Oy. 2017. Cilindro EE ja Cilindro HEE. Sähkökiukaan asennus- ja käyttöohje. Luettu 9.1.2021. <https://harvia.fi/tuki/asennus-ja-kayttoohjeet/>

Hietalahti, L. 2013. Sähkövoimatekniikan perusteet. 1. painos. Tampere: AMK-Kustannus Oy, Tammertekniikka.

Hissiturvallisuuslaki 16.12.2016/1134

H. Liljeroos Oy, Kylmänen, A. & Roselli, S. 2012. Liljeroosien matkassa vuosisadalta toiselle. Kehräsaaren historiikki. Tampere: Roselli, S.

Härkönen, P. 2020a. ST 96.01. Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien huolto- ja kunnossapito-ohjelmien laatiminen. Liite 1 Sähköenergiän jakelu ja käyttöjärjestelmien ylläpito. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 20.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Härkönen, P. 2020b. ST-ohjeisto 12. Käytön johtajan tarkastuslistat. 5. painos. Tampere: Grano Oy, Sähköinfo Oy. Luettu 20.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Hölsö, L. 2016. Exe-sähkömoottoreiden ylivirtasuojauksen koestus. Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Sähkövoimatekniikka. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Järvinen, J. 2019. Ratinan suvanto bay and Kehräsaari island. Julkaistu 31.8.2019. Luettu 31.3.2021. [Tampere, Finland - August 31, 2019: Ratinan suvanto bay and Kehräsaari island Stock Photo - Alamy](https://www.alamy.com/stock-photo-tampere-finland-august-31-2019-ratinan-suvanto-bay-and-kehrasaari-island-Stock-Photo-Alamy)

Kauppila, J. 2020. ST 95.58. Sopimus sähkölaitteiston sivutoimisesta käytön johtamisesta. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 2.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Kauppila, J. & Saarelainen, K. 2018. ST-käsikirja 33. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. 4. painos. Tampere: Grano Oy, Sähköinfo Oy. Luettu 2.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Korhonen, P. Toimitusjohtaja. 2020. Räjähdyksivaarallisen tilan luokittelu. Sähköpostiviesti. Luettu 7.7.2020.

Kurkinen, H. Toimitusjohtaja. 2020. Haastattelu 6.11.2020. Haastattelija Miettinen, H. Tampere. Kehräsaari.

Laki maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta 21.12.2012/958

Lamberg, V. Käytön johtaja. 2021. Sähköturvallisuusohje Urakoitsijat. Luettu 13.2.2021.

Liikenne- ja viestintävirasto. 2020. Kiinteistön sisäverkko. Julkaistu 11.11.2020. Luettu 23.1.2021. <https://www.traficom.fi/fi/sisaverkot>

Liikenne- ja viestintävirasto. 2019. Kiinteistön laittilojen lukitus. Liikenne- ja viestintäviraston suosituksia 306/2019 S. Julkaistu 12.11.2019. Luettu 23.1.2021. [https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/regulation/FI\\_Suositus\\_306\\_2019\\_S.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/regulation/FI_Suositus_306_2019_S.pdf)

Mäkinen, M. 2020. ST 53.12. Vikavirtasuojat. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 15.12.2020. Luettu 5.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista 11.11.2019/65 D

Osby Parca. 2015. Parca el 500. OX 2001. Funksjon – Drift – Vedlikehold. Luettu 11.1.2021. <https://jseducation.se/files/pages/parcael500.pdf>

Osby Parca. 2019. EI 160 & EI 500 Eco. Installation and Operating Instructions. Luettu 13.1.2021. <https://intra.ener-tech.se/api/v1/uploads/5cfa8b1e25e6f950dcbe9774047e6463.pdf>

Peltomaa, P. 2011. Ajoneuvolasien valmistuslinjan lämmitysjärjestelmän suunnittelu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

PZP Komplet. 2010. Elektrokotel PZP-STANDARD. Návod k obsluze a instalaci. Luettu 11.1.2021. <https://www.pzp.cz/userfiles/files/10122015165114-Na-vod-k-obsluze-PZP-standard-V3.1-CZ.pdf>

Schneider Electric. 2020a. TeSys D GV2 ME, GV2 P Motor Circuit Breakers. Instruction Sheet. Luettu 7.3.2021. <https://www.se.com/us/en/download/document/1672546/>

Schneider Electric. 2020b. TeSys GV, GB Circuit breakers. Catalog of industrial circuit breakers for motors. Luettu 22.2.2021. <https://www.se.com/ww/en/product-range-download/684-tesys-gv2/>

Schneider Electric Finland Oy. 2008a. Keskijännitekojeisto 3–24 kV Merlin Gerin. RM6 kompaktikojeisto. Esite. Luettu 5.3.2021. <https://www.se.com/fi/fi/download/document/rm6fi/>

Schneider Electric Finland Oy. 2008b. RM6 käyttöohjeet. Luettu 5.3.2021. <https://www.se.com/fi/fi/download/document/RM6+kayttoohje/>

Schneider Electric Finland Oy. 2009. Masterpact ja Compact Kunnossapitopas. Luettu 22.2.2021.

SFS 6000. 2017a. Pienjännitesähköasennukset. Osa 4-44: Suojausmenetelmät. Suojaus jännitehäiriöiltä ja sähkömagneettisilta häiriöiltä. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. 4. painos. Luettu 19.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/>

SFS 6000. 2017b. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-52: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Johtojärjestelmät. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. 5. painos. Luettu 20.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/>

SFS 6000. 2017c. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-54: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Maadoittaminen ja suojajohtimet. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. 4. painos. Luettu 20.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/>

SFS 6000. 2017d. Pienjännitesähköasennukset. Osa 7-703: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Saunat. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. 4. painos. Luettu 13.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/>

SFS 6001. 2018. Suurjännitesähköasennukset. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. 5. painos. Luettu 20.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/>

SFS 6002. 2018. Sähkötyöturvallisuus. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. 4. painos. Luettu 13.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/>

SFS-EN 50172. 2004. Poistumisvalaistusjärjestelmät. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Vahvistettu 18.10.2004. Luettu 14.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/>

Sisäasiainministeriön asetus palovaroittimien sijoittamisesta ja kunnossapidosta 14.4.2009/239

Sisäasiainministeriön asetus rakennusten ja poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 6.10.2005/805

Suomen Palokatkoyhdistys ry. 2019. Palokatko-opas. 4. painos. Luettu 11.1.2021. <https://palokatko-yhdistys.fi/pdf/Palokatko-opas-22052019.pdf>

Sähkötieto ry. 2002. ST 96.02. Hoito- ja kunnossapito-ohjelman laadinta. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 15.9.2002. Luettu 14.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2006a. ST 96.03.01. Hoidon ja kunnossapidon toimenpidejaksot. H1 Asennusreitit. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 15.2.2006. Luettu 11.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2006b. ST 96.03.02. Hoidon ja kunnossapidon toimenpidejaksot. H2 Sähkön pääjakelujärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 15.2.2006. Luettu 2.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2006c. ST 96.03.03. Hoidon ja kunnossapidon toimenpidejaksot. H3 Laitteistojen sähköistys. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 15.2.2006. Luettu 15.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2006d. ST 96.03.04. Hoidon ja kunnossapidon toimenpidejaksot. H4 Sähköliitännäjäjärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 15.2.2006. Luettu 13.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2006e. ST 96.03.05. Hoidon ja kunnossapidon toimenpidejaksot. H5 Valaistusjärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 15.2.2006. Luettu 6.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2006f. ST 96.03.06. Hoidon ja kunnossapidon toimenpidejaksot. H6 sähkölämmitysjärjestelmät ja -laitteet. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 15.2.2006. Luettu 8.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2016a. ST 98.51. Puhelinsisäverkot. Käyttö, ylläpito ja huolto. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 2.9.2016. Luettu 3.3.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2016b. ST 98.52. Yleiskaapelointijärjestelmät. Käyttö, ylläpito ja huolto. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 2.9.2016. Luettu 19.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2016c. ST 98.57. Kameravalvontajärjestelmät. Käyttö, ylläpito ja huolto. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 15.2.2016. Luettu 17.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2016d. ST 98.58. Kulunvalvonta- ja työajanseurantajärjestelmät. Käyttö, ylläpito ja huolto. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 15.2.2016. Luettu 16.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2016e. ST-käsikirja 11. Kulunvalvonta- ja murtoilmaisujärjestelmät. Tietotekniset järjestelmät. 5. painos. Tampere: Grano Oy, Sähköinfo Oy. Luettu 16.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2017a. ST 95.11. Haltijan turvallisuusvastuut sähkö- ja pelastustoimen laitteista. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 15.2.2017. Luettu 13.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2017b. ST 98.60. Yhteisantennijärjestelmät. Käyttö, ylläpito ja huolto. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 27.6.2017. Luettu 18.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2017c. ST 98.61. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Käyttö, ylläpito ja huolto. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 24.3.2017. Luettu 22.2.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2017d. ST 710.00. Rakennusautomaatiojärjestelmän säädökset, määräykset, standardit ja ohjeet. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 29.9.2017. Luettu 22.2.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähkötieto ry. 2020a. ST 98.56. Murtoilmaisujärjestelmän käyttö ja ylläpito. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 29.5.2020. Luettu 14.2.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135

Teknoware Oy. 2010. Turvalokeskus. Asennus ja huolto-ohje. TKT4144 ja TKT4188. Luettu 21.1.2021. <https://www.teknoware.com/sites/default/files/vot4144.pdf>

Tiainen, E. 2018. ST 51.17. Sähkökaapelit ja paloturvallisuus. Espoo: Sähköinfo Oy. Laadittu 29.6.2018. Luettu 12.1.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. 2017. Tukes-ohje 16/2017. Sähkölaitteistot ja tarkastukset. Luettu 1.4.2021. <https://tukes.fi/tietoa-tukesista/materiaalit/sahko-asennukset-ja-sahkotyot>

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. N.d.a. Palovaroittimien vaatimukset, sijoittaminen ja kunnossapito. Luettu 3.3.2021. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/pelastustoimen-laitteet/palovaroittimet>

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. N.d.b. Sähköasennusten käyttöönottovaiheen tarkastukset. Luettu 1.4.2021. <https://tukes.fi/sahko/sahkoasennusten-kayttoonottovaiheen-tarkastukset>

Valtioneuvoston asetus palovaroittimien teknisistä ominaisuuksista  
29.4.2009/291

Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden turvallisuudesta 21.12.2016/1437

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 28.11.2017/848

## LIITTEET

Liite 1. Räjähdyksvaarallisen tilan osoittava kilpi

## Nestekaasupullojen varastokaappi



Varmista  
turvallisuus  
ennen tulitöitä

Nestekaasupullojen varastokaapin sisäpuolinen tila on luokan 1 räjähdysvaarallista tilaa. Kaapin ympärillä on 1,5 metriä luokan 2 räjähdysvaarallista tilaa.

Räjähdyksvaarallisella alueella ei saa tehdä kipinöitä aiheuttavia töitä tai käyttää räjähdyssuojaamattomia laitteita.



## Liite 2. Palovaroitinjärjestelmien työhohje

### **PALVAROITINJÄRJESTELMIEN HUOLTO**

#### **Säännöllinen koestus**

Palovaroitinjärjestelmä tulee koestaa kolmen kuukauden välein, joista yhden käynnin tulee sisältää vuosihuolto. Koestusten aikana kaikki ilmaisimet tulee koestaa ja koestusmenetelmänä tulee käyttää testisavua sekä lämpöpuhallinta. Kaikki havaitut puutteet tai viat raportoidaan tarkastuspöytäkirjaan sekä korjataan mahdollisimman pian.

- Kolmen kuukauden välein tehtävät toimenpiteet
  - Ilmaisimien silmämääräinen tarkastus varmistaakseen niiden paikoillaan olo ja kiinnitysten olevan asianmukaiset
  - Ilmaisimien koestus
  - Palokellojen ja -sireenien toimintakoestus sekä kuuluvuuden varmistus jokaiseen tilaan
  - Vikaantuneiden ilmaisimien vaihto uusiin
  - Keskuksen silmämääräinen tarkastus; tarpeen mukainen puhdistus sekä johtojen ja liittimien eheyden tarkistus
  - Keskuksen merkkivalojen koestus
  - Keskuksen virtalähteen jännitetaso tarkistus
  - Keskuksen lokitietojen tarkistus
  - Keskuksen vikavalon palamisen tarkistus
  - Keskuksen toimintatarkistus tekemällä testihälytys ilmaisimesta
  - Ilmaisimien akkujen latausjännitteen mittaaminen ja tarpeen mukainen säätö
  - Ilmaisimien akkujen toimintakoe ilman verkkolaitetta
  - Silmukoiden vikailmoitusten koestus
  - Hälytyksen eteenpäin siirtymisen varmistus ilmoituksensiirtolaitteen ollessa käytössä
- Tehdyt toimenpiteet kirjataan huolto- ja koestuspäiväkirjaan

#### **Vuosihuolto**

Vuosihuolto tehdään vuosittain, jossa jokainen ilmaisin koestetaan ja puhdistetaan. Tarvittaessa vaihdetaan ilmaisimet uusiin sekä kohteen silmukkaluettelot päivitetään tarpeen mukaan vastaamaan nykytilaa. Testatut ilmaisimet tulee merkitä vuosihuoltomakkeeseen. Kaikki havaitut puutteet ja viat tulee korjata vuosihuollon yhteydessä.

- Kolmen kuukauden välein tehtävien toimenpiteiden lisäksi
  - Ilmaisimien likaantumistason varmistus soveltuvalla menetelmällä
  - Ilmaisimien puhdistus imuroimalla
  - Kohteen karttakaavion ajantasaisuuden tarkastus huomioiden mm. lisätyt väliseinät ja muuttuneet kulkureitit
  - Halutun turvallisuustason varmistus
  - Ilmaisintyyppien varmistus virheellisten hälytysten ehkäisemiseksi (muuttuneet ympäristöt)
- Tehdyt toimenpiteet kirjataan huolto- ja koestuspäiväkirjaan

#### **Tarkastuspöytäkirja**

Tarkastuspöytäkirjalla kuitataan säännölliset testaukset sekä vuosihuollot tehdyiksi huolto- ja kunnossapito-ohjelmistoon.